

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«КУЗБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»**

*Посвящается 80-летию
Сибирского государственного
индустриального университета*

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ III

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
4-7 мая 2010 г.*

выпуск 14

**Новокузнецк
2010 г.**

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общей редакцией Л.П. Мышляева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2010. – Вып. 14. – Ч. III. Технические науки. – 459 с.

Редакционная коллегия:

д.т.н., профессор Мышляев Л.П., д.х.н., профессор Горюшкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор Громов В.Е. (секция «Естественные науки»), д.т.н., профессор Протопопов Е.В., д.т.н., профессор Галевский Г.В. (секция «Металлургические процессы, технологии и оборудование»), д.т.н., профессор Афанасьев В.К., д.т.н., профессор Галевский Г.В. (секция «Новые материалы и упрочняющие технологии»), д.т.н., профессор Кулаков С.М. (секция «Новые информационные технологии и системы автоматизации управления»), д.т.н., профессор Дворников Л.Т., д.т.н., профессор Воскресенская Т.П. (секция «Теория механизмов, машиностроение и транспорт»), д.т.н., профессор Нохрина О.И., к.т.н., доцент Сильвестров Ю.Г. (секция «Стандартизация. Сертификация. Управление качеством и документоведение»)

Под общей редакцией Л.П. Мышляева

В сборнике представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ.

III часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных и технических наук: металлургических процессов, технологии и оборудования, новых материалов и упрочняющих технологий, новых информационных технологий и систем автоматизации управления, теории механизмов, машиностроения и транспорта, стандартизации, сертификации и управления качеством.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

I. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 546.655'141(546.05+548.226)

СИНТЕЗ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ БРОМИДА ЛАНТАНА (III)

Горюшкина Ю.В., Зенцова С.В., Слажнева К.С.

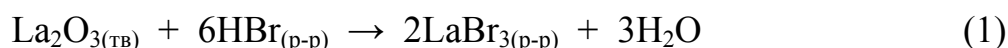
Научный руководитель: д.х.н., профессор Горюшкин В.Ф.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Классические способы синтеза безводных бромидов лантанидов (III) обсуждены в [1]. В качестве лантанидсодержащего вещества используются оксиды лантанидов, кристаллогидраты $\text{LnBr}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, безводные хлориды лантанидов, а в качестве бромагента – бром, бромоводород, бромид аммония (как в чистом виде, так и в смеси между собой). Отрицательные стороны таких методик связаны с возникающими защитными и экологическими проблемами. В обзоре [2], однако, отмечено, что использование бромагента при превращении кристаллогидрата $\text{LnBr}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ в безводный трибромид не является обязательным: тщательно контролируя термическое разложение $\text{LnBr}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ в вакууме при постепенном увеличении температуры от комнатной до 350К в течение 24 ч можно получать граммовые количества бромидов лантанидов (III) с содержанием оксибромидов не более 5% по массе.

Синтез. Безводный LaBr_3 синтезировали в две стадии. На первой стадии получали кристаллогидрат $\text{LaBr}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Для этого оксид лантана марки ЛаО – ССТ (ТУ №48-4-184-72) растворяли в бромоводородной кислоте (чда; ГОСТ 2062-77):



Вещество растворилось с образованием прозрачного коричневого раствора. Из раствора медленно, на водяной бане, в течение трёх суток выпаривали воду. В результате получили твёрдый порошок белого цвета, который переносили для хранения в сухой бокс.

На второй стадии из $\text{LaBr}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ получали безводный возогнанный LaBr_3 . Для этого 10 – 15г кристаллогидрата помещали в кварцевый реактор специальной формы, который имел на выходе секцию секцию для сбора возогнанного вещества. Реактор помещали в печь и соединяли с вакуумной системой. В течение первых суток при непрерывной откачке (давление $5 \cdot 10^{-1}$ Па) температуру повышали до 460, в течение вторых – до 600К. На третьи сутки в течение 8ч температуру повышали до 1220 – 1280К и выдерживали в течение 3ч. Затем печь выключали, реактор охлаждали вместе с печью, отпаивали и переносили в сухой бокс.

В боксе реактор разбивали, вещество возгона (спёкшийся белый порошок, частично затвердевший после подплавления, образовавшийся в

результате конденсации пара) отделяли от стенок реактора, измельчали в ступке и помещали в пирексовые ампулы, которые вакуумировали для хранения. Таким образом, новизна способа состоит в том, что стадия контролируемой дегидратации кристаллогидрата $\text{LaBr}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ в вакууме дополняется стадией возгонки вещества в вакууме, причём обе стадии осуществляются в одном и том же реакторе и после возгонки вещество не контактирует с атмосферой воздуха.

По описанной методике получали одну порцию кристаллогидрата, а из неё три порции (партии) безводной соли LaBr_3 .

Идентификация. Вещество идентифицировали методами химического, дифференциально-термического и рентгенофазового анализов (ХА, ДТА, РФА). В ХА для определения содержания бромид-ионов использовали осадочный гравиметрический анализ, а для определения лантана – прямое комплексометрическое титрование с трилоном – Б и визуальной индикацией точки стехиометричности.

Для РФА вещество запрессовывали в специальную кварцевую кювету, заклеивали тонкой влагонепроницаемой плёнкой и передавали в рентгеновскую лабораторию, где немедленно проводилась съёмка дифрактограммы* на дифрактометре ДРОН – 2.0. Параметры съёмки: $\text{FeK}\alpha$ – излучение, скорость вращения счётчика – $2 \text{ град}\cdot\text{мин}^{-1}$, скорость перемещения диаграммной ленты – $720 \text{ мм}\cdot\text{час}^{-1}$. В измеренные значения d вводили поправку по методу внутреннего стандарта ($\alpha\text{-SiO}_2$). Найденные нами по лучшего качества дифрактограмме дифракционные характеристики LaBr_3 (28 линий) приведены в таблице 1. Из данных таблицы можно сделать вывод о монофазности исследуемого нами вещества и о совпадении с дифракционными данными LaBr_3 в картотеке [3] (гексагональная кристаллическая решётка, типа UCl_3).

Таблица 1 – Дифракционные характеристики образца LaBr_3

| № | I/I_1 | $d, \text{Å}$ | № | I/I_1 | $d, \text{Å}$ |
|----|---------|---------------|----|---------|---------------|
| 1 | 85 | 6,89 | 15 | 3 | 1,705 |
| 2 | 3 | 3,98 | 16 | 4 | 1,609 |
| 3 | 28 | 3,45 | 17 | 4 | 1,581 |
| 4 | 15 | 2,98 | 18 | 5 | 1,504 |
| 5 | 17 | 2,74 | 19 | 7 | 1,492 |
| 6 | 26 | 2,61 | 20 | <1 | 1,458 |
| 7 | 100 | 2,30 | 21 | 1 | 1,407 |
| 8 | 15 | 2,26 | 22 | 7 | 1,378 |
| 9 | 2 | 2,14 | 23 | 2 | 1,318 |
| 10 | 2 | 1,990 | 24 | 3 | 1,302 |
| 11 | 6 | 1,912 | 25 | 2 | 1,295 |
| 12 | 1 | 1,887 | 26 | 3 | 1,251 |
| 13 | 2 | 1,760 | 27 | 2 | 1,238 |
| 14 | 12 | 1,726 | 28 | 4 | 1,194 |

* Съёмка и расшифровка дифрактограмм произведена инженером Тираковым Г.М.

Химическим анализом проанализировали вещество второго синтеза (проба 1,1173г на 0,5л).

В полученном веществе:

Найдено, %: La - $36,60 \pm 0,20$; Br - $63,20 \pm 0,09$

Для LaBr_3 вычислено, % : La - 36,69; Br - 63,31

Суммарное содержание элементов: $99,80 \pm 0,22\%$ ($P = 0,95$; $f = 3$).

ДТА-кривые образцов бромида лантана от всех трёх синтезов записывали* на дериватографе системы Паулик, Паулик, Эрдей со скоростью нагревания и охлаждения 10 К/мин при чувствительности ДТА 1/5.

На спаи термопар устанавливали цилиндрические вакуумированные кварцевые сосуды (ампулы) с веществом LaBr_3 (образец) и Al_2O_3 (эталон). Ампула предохраняет вещество LaBr_3 от воздействия окружающей.

Типичная ДТА-кривая приведена на рисунке 1.

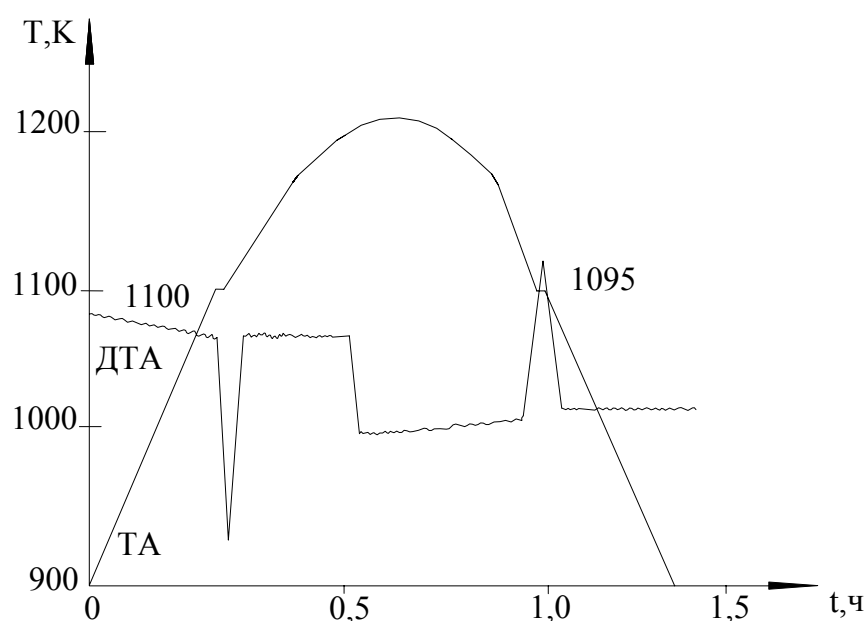


Рисунок 1 – Типичная ДТА – кривая образца LaBr_3

Острые треугольной формы пики на дифференциальной кривой свидетельствуют, что испытывается чистое индивидуальное вещество.

Результаты химического, рентгенофазового и дифференциально-термического анализов синтезированного вещества подтверждают пригодность разработанного способа для получения высокочистого бромида лантана.

Библиографический список

1. Taylor M.D. Preparation of Anhydrous Lanthanon Halides// Chem. Rev. – 1962. – V. 62. - №6. P. 503 – 501.

2. Браун Д. Галогениды лантаноидов и актиноидов/Д. Браун. – М.: Атомиздат, 1972. – 272с.

* Съёмка ДТА-кривых произведена инженером Тираковым Г.М.

3. Powder Diffraction File. Search Manual Alphabetical Listing. Inorganic, 1973. Publication SMA – 23. Published by the JOINT Committee on Powder Diffraction STANDARDS 1601 Park Lane, Swarthmore, Pennsylvania 19081 U.S.A.

УДК 669.2/8

ПУТИ ПЕРЕХОДА К МАЛООТХОДНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ХЛОРИРОВАНИЯ TiO_2

Потапов С.О., Корюков В.Н.

Научный руководитель: д.х.н., профессор Лебедев В.А.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Процесс хлорирования ведут в расплаве солей при 700-800 °С с непрерывным отводом избыточного тепла. Минимальная и максимальная температуры определяются оптимальной скоростью хлорирования диоксида титана и оксидов примесей. При температуре <700 °С заметно снижается скорость хлорирования TiO_2 , а при температуре >800 °С значительно повышается скорость хлорирования примесей, кроме того, температура процесса определяется и видом перерабатываемого сырья. Так при хлорировании природного рутила поддерживают повышенную температуру, поскольку в нем оксиды титана плохо вскрываются хлором, а примесей, которые загрязняют $TiCl_4$, меньше чем в шлаке. Оптимальной же температурой хлорирования является 765 °С, так как при ней скорость хлорирования TiO_2 остаётся достаточно высокой, а скорость хлорирования примесей при этой температуре остаётся в допустимых пределах. Но такую температуру очень сложно держать на одном уровне, так как подача шихты осуществляется шнековым питателем, который не может обеспечивать её бесперебойное поступление из расходного (рабочего) бункера в корпус хлоратора. Из-за этого приходится менять расход хлора для предотвращения оседания или увеличения содержания TiO_2 в расплаве. Эту проблему можно решить заменой шнекового питателя на другой вид дозирующего аппарата с определением точного количества шихты, что поможет обеспечить равномерность подачи шихты и исключит провалы шихты в корпус хлоратора, скачки TiO_2 в расплаве, а так же огромные затраты физического труда на его замену. Это приведет к тому, что частицы титанового шлака и кокса будут находиться в расплаве во взвешенном состоянии равномерно по всему объему, и реакция хлорирования будет протекать с максимальной возможной скоростью.

Для предотвращения осаждения частиц шихты на подине хлоратора в нем создается направленная циркуляция расплава. В хлорирующих отделениях расплав увлекается газовыми пузырьками вверх и попадает в

переточные каналы, по которым движется вниз. По пути расплав освобождается от пузырьков газа. Внизу у подины расплав из переточных каналов вливается в хлорирующие отделения и как бы промывает подину, не позволяя осаждаться твердым частицам. Хлор подается при избыточном давлении 70 кПа под углом к подине, дробится на мелкие пузырьки, которые сорбируются на поверхности частиц шихты и взаимодействуют с оксидами. Непрерывному барботажу расплава способствуют пузырьки хлора и хлоровоздушной смеси, а также газообразные продукты хлорирования. Уровень расплава в хлораторе поддерживают таким, чтобы хлор успевал полностью прореагировать в объеме расплава.

Массовая доля оксида титана в расплаве должна составлять 2 - 5%, если она <1,5%, то снижается скорость хлорирования TiO_2 . Однако и накопление в расплаве TiO_2 и других нерастворимых соединений приводит к ухудшению физических свойств расплава, поэтому по мере накопления нерастворимых соединений расплав периодически обновляют, сливая часть расплава и взамен загружая в хлоратор чистые хлористые соли. В качестве последних используют отходы калийной промышленности или отработанный электролит магниевых электролизеров состава: %, KCl 50-80; $NaCl$ 5-10; $CaCl_2$ 8-10; $MgCl_2$ 4-5. Оптимальный состав рабочего расплава следующий: %, TiO_2 2-5; C 2-5; $NaCl$ 15-20; KCl 30-40. Следовательно, оптимальное содержание диоксида титана в расплаве должно составлять 3,5%.

Основными нарушениями технологического режима хлоратора являются «проскоки» хлора через расплав, вспенивание последнего и образование плавких возгонов в системе конденсации.

«Проскоки» хлора через расплав [концентрация хлора в отходящих газах более 0,1-0,2% (объемн.)] могут возникнуть вследствие пониженной концентрации (менее 1,5%) диоксида титана или углерода в расплаве хлоратора, повышенного количества твердых частиц в расплаве, образования вязкого нежидкотекучего расплава. К появлению «проскоков» хлора приводит длительная работа хлоратора с повышенной температурой. При этом возрастает давление паров хлоралюминатов натрия и калия, а также хлорферрита натрия и калия, вследствие испарения последних снижается количество сливаемого расплава. В нем накапливается оксид кремния и повышается содержание твердых частиц. Обычно «проскоки» хлора через расплав сопровождаются повышенным образованием фосгена, что крайне нежелательно в связи с загрязнением окружающей среды.

Причины вспенивания расплава до настоящего времени недостаточно изучены, но установлено, что они наиболее часто совпадают с обеднением расплава диоксидом титана при повышенной подаче кокса.

Плавкие возгоны образуются эпизодически в системе конденсации и нарушают ее работу. Их образование возможно при использовании отработанного электролита магниевых электролизеров, а также хлорида натрия. Они возникают в период работы хлоратора, когда в расплаве имеется повышенная концентрация $FeCl_3$. В таких возгонах по сравнению с

неплавкими содержится меньше диоксида титана и больше $AlCl_3$, $NaCl$.

Образование плавких возгонов не зависит от количества соли, загружаемой в хлоратор, так как основная причина их образования - обеднение рабочего расплава хлоратора диоксидом титана (<1,5 %).

Таблица 1 – Состав возгонов при использовании хлорида натрия: %

| Возгоны | TiO_2 | $FeCl_2$ | $FeCl_3$ | $NaCl$ | KCl | $MgCl_2$ | $CaCl_2$ | $AlCl_3$ |
|-----------|---------|----------|----------|--------|-------|----------|----------|----------|
| Плавкие | 9-11 | 7-13 | 15-18 | 13-16 | 1-2 | до 1 | до 1 | 16-23 |
| Неплавкие | 20-23 | 10-13 | 8-10 | 9-13 | 1-2 | до 1 | до 1 | 12-16 |

Для снижения концентрации $FeCl_3$ и $AlCl_3$ необходимо увеличить содержание шлака и кокса в расплаве (при постоянном гранулометрическом составе шлака и кокса). При возросшей хлорной нагрузке и большей концентрации TiO_2 в расплаве обеспечивается работа хлоратора без образования плавких возгонов.

Таблица 2 – Распределение компонентов по продуктам хлорирования: %

| Продукт | Основные компоненты | | | | | |
|------------------------|---------------------|----|----|----|------|------|
| | Ti | Cl | C | Na | Al | Fe |
| Тетрахлорид титана | 92,8 | 72 | - | - | 0,3 | 0,2 |
| Расплав из хлоратора | 1,2 | 13 | 19 | 88 | 47,2 | 77,5 |
| Возгоны | 5,5 | 3 | 5 | 12 | 52,5 | 22,3 |
| Кислые стоки скруббера | 0,5 | 12 | - | - | - | - |
| Отходящие газы | - | - | 76 | - | - | - |

Извлечение титана в тетрахлорид достигает 92,8%. Потери титана с возгонами зависят от режима работы хлоратора. Титан в возгонах может находиться в виде диоксида титана, тетрахлорида титана и его гидролизованных форм, низших хлоридов титана. Основные потери титана вызваны присутствием в возгонах тонкодисперсного диоксида титана рутильной формы, который является продуктом химического взаимодействия, а не рутинизованным шлаком.

Потери титана вследствие пылеуноса шихты составляют до 1/3 общих потерь титана с возгонами. При низких концентрациях TiO_2 в расплаве потери титана с возгонами снижаются в результате большей степени хлорирования оксидов кремния и алюминия в расплаве и протекания вторичных реакций их хлоридов с диоксидом титана в парогазовой смеси. Возможно, что TiO_2 образуется в области фурм в пузырьках газа при взаимодействии кислорода хлоровоздушной смеси с парами $TiCl_4$, десорбирующимися из расплава. Часть образовавшегося тонкодисперсного TiO_2 выносится пузырьками газа из расплава и попадает в систему конденсации.

Основная масса железа (77,5%) и почти половина алюминия удаляется

из хлоратора со сливаемым расплавом.

При получении тетрахлорида титана в расплавном хлораторе происходит образование фосгена (COCl_2). Частично фосген образуется в пузырьках расплава, но возможно, его образование в трубных камерах системы конденсации.

В трубных камерах вследствие термической диссоциации хлорного железа может протекать реакция:



Выделившийся хлор может частично взаимодействовать с оксидом углерода с образованием фосгена. Однако в связи с тем, что в газах расплавного хлоратора концентрация CO в несколько раз ниже [5% (объемн.)], чем в газах хлораторов других типов (60%), то в нем фосгена образуется очень мало. Он всегда присутствует во время работы хлоратора с «проскоками» хлора. В этот период концентрация фосгена в отходящих газах может составлять 40 мг/дм³. Если хлоратор работает без нарушения технологического режима (без «проскоков» хлора через расплав), то в отходящих газах фосген практически не обнаруживается.

Для ликвидации потерь титана вследствие пылеуноса, загрязнения фурм TiO_2 , образования фосгена, а так же «проскоков» хлора, связанных с разбавлением хлора воздухом (содержание хлора в анодном хлоргазе колеблется от 65 до 89%), можно заменить анодный хлоргаз на сжиженный хлор (содержание хлора составляет: 93-97%). При этом увеличится скорость протекания реакции самого хлорирования из-за увеличения столкновений между частицами хлора и молекулами TiO_2 .

В заключении необходимо ещё раз отметить, что, по мнению авторов, проблему точной и равномерной подачи шихты в хлоратор, можно решить с помощью установки весового дозатора вместо шнекового питателя. Кроме того, перспективным, по нашему мнению, решением по снижению потерь титана при хлорировании, может стать замена анодного хлоргаза на сжиженный хлор.

Библиографический список

1. Байбеков М.К. Производство четыреххлористого титана / М.К. Байбеков, В.Д. Попов, И.М. Чепрасов. – М.: Metallurgy, 1987. 96 с.
2. Байтенов Н.А. Производство тетрахлорида и двуокси титана / Н.А. Байтенов, Н.Н. Рубан, Э.Н. Сулейменов, Е.И. Мачкасов. – Издательство «Наука» Казахской ССР, 1974, 254 с.
3. Гармата В. А. Титан / В. А. Гармата, А. Н. Петрунько, Н. В. Галицкий. - М.: Metallurgy, 1983. 559 с.
4. Лучинский Г. П. Четыреххлористый титан. – М.: Химия, 1971. 472с.
5. Резниченко В.А. Химия титана / В.А. Резниченко, В.С. Устинов, И.А. Карязин. - М.: Наука, 1982. 277 с.
6. Тарасов А.В. Metallurgy титана. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 328 с.

ТЕМПЕРАТУРА НАЧАЛА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ТУГОПЛАВКИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ШЛАКОВОГО РАСПЛАВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО СОСТАВА

Абрамов Р.А.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Рыбалкин Е.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При исследовании физико-химических свойств шлаков иногда сталкиваются с явлениями, для объяснения которых приходится предполагать, что в жидком шлаке в твердом состоянии находятся либо тугоплавкие чистые оксиды, либо химические соединения.

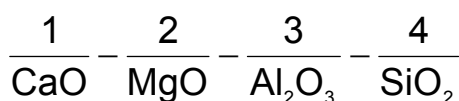
Возможность выпадения из расплава кристаллов тугоплавких оксидов и из соединений весьма вероятна.

Исследование минералогического состава шлаков указывает на существование в них бинарных и тройных химических соединений, таких как, например, $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$, $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$, $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, $\text{CaO}\cdot\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ и др. [1-2]. Некоторые из этих соединений в чистом виде обладают высокой температурой плавления.

Так температура плавления ларнита ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) – 2110°C , форстерита ($2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$) – 1860°C , монокальциевого биалюмината ($\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$) – 1765°C . Концентрационные условия выпадения кристаллов этих химических соединений вероятнее, чем условия выпадения кристаллов чистых компонентов. Поэтому, если из расплава не могут выпасть кристаллы чистых оксидов, то возможно выпадение кристаллов химических соединений.

Естественно, что расплав, в котором в дисперсном виде находятся кристаллы чистых оксидов или их соединений, будет иметь физико-химические свойства, отличные от физико-химических свойств гомогенного расплава. В связи с важностью решения вопроса о возможности нахождения кристаллов в расплаве для объяснения таких физических свойств шлака как вязкость, диффузия, теплопроводность и т.д. нами проведен расчет температур плавления оксидов CaO , MgO , SiO_2 и Al_2O_3 и химических соединений $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ и $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ в зависимости от состава системы.

При выводе формул мы будем придерживаться следующей нумерации компонентов:



Выражения для химических потенциалов компонентов по теории Кожеурова В.А. [3] для этой системы имеют вид:

$$\mu_1 = \mu_1^0 + RT \ln x_1 + x_2 Q_{12} + x_3 Q_{13} + x_4 Q_{14} - \Sigma - 6x_4(3x_4 - 1)(x_1 q_1 + x_2 q_2) + q_1(3x_4 - 1)^2 \quad (1)$$

$$\mu_2 = \mu_2^0 + RT \ln x_2 + x_1 Q_{12} + x_3 Q_{23} + x_4 Q_{24} - \Sigma - 6x_4(3x_4 - 1)(x_1 q_1 + x_2 q_2) + q_2(3x_4 - 1)^2 \quad (2)$$

$$\mu_3 = \mu_3^0 + 2[RT \ln x_3 + x_1 Q_{13} + x_2 Q_{23} + x_4 Q_{34} - \Sigma - 6x_4(3x_4 - 1)(x_1 q_1 + x_2 q_2) + q_2(3x_4 - 1)^2] \quad (3)$$

$$\mu_4 = \mu_4^0 + RT \ln x_4 + x_1 Q_{14} + x_2 Q_{24} + x_3 Q_{34} - \Sigma + 6(3x_4 - 1)(1 - x_4) \times (x_1 q_1 + x_2 q_2) \quad (4)$$

где

$$\Sigma = x_1 x_2 Q_{12} + x_1 x_3 Q_{13} + x_1 x_4 Q_{14} + x_2 x_3 Q_{23} + x_2 x_4 Q_{24} + x_3 x_4 Q_{34}, \quad (5)$$

Q_{ij} – энергия взаимообмена в бинарной системе i - j ,

q_i – параметр, учитывающий полимеризацию кремнекислородных тетраэдров при $x_4 > 1/3$ в системе i – SiO_2 ,

x_i – ионная доля катионов, вносимых в расплав компонентом i .

С помощью потенциалов нетрудно получить следующие формулы для зависимости температур начала кристаллизации компонентов и химических соединений от состава:

$$T_1 = \frac{\Delta H_1^{\ell-S} + x_2 Q_{12} + x_3 Q_{13} + x_4 Q_{14} - \Sigma - 6x_4(3x_4 - 1)(x_1 q_1 + x_2 q_2) + q_1(3x_4 - 1)^2}{\Delta S_1^{\ell-S} - 19,14 \lg x_1} \quad (6)$$

$$T_2 = \frac{\Delta H_2^{\ell-S} + x_2 Q_{12} + x_3 Q_{23} + x_4 Q_{24} - \Sigma - 6x_4(3x_4 - 1)(x_1 q_1 + x_2 q_2) + q_2(3x_4 - 1)^2}{\Delta S_2^{\ell-S} - 19,14 \lg x_2} \quad (7)$$

$$T_3 = \frac{\Delta H_3^{\ell-S} + 2[x_1 Q_{13} + x_2 Q_{23} + x_4 Q_{34} - \Sigma - 6x_4(3x_4 - 1)(x_1 q_1 + x_2 q_2) + q_2(3x_4 - 1)^2]}{\Delta S_3^{\ell-S} - 38,28 \lg x_3} \quad (8)$$

$$T_4 = \frac{\Delta H_x^{\ell-S} + x_1 Q_{14} + x_2 Q_{24} + x_3 Q_{34} - \Sigma + 6(3x_4 - 1)(1 - x_4)(x_1 q_1 + x_2 q_2)}{\Delta S_4^{\ell-S} - 19,14 \lg x_4} \quad (9)$$

$$T_{2\text{CaO-SiO}_2} = \frac{\Delta H_{2\text{CaO-SiO}_2} - (x_1 + x_2) Q_{14} - (2 - 3x_1 - 3x_2)(x_3 Q_{13} + x_4 Q_{14})}{\Delta S_{2\text{CaO-SiO}_2} + 19,14(2 \lg x_1 + \lg x_4)} + \frac{x_3(1 - 3x_4) Q_{34} - 2(3x_4 - 1)^2 [q_1 - 3(x_1 q_1 + x_2 q_2)]}{\Delta S_{2\text{CaO-SiO}_2} + 19,14(2 \lg x_1 + \lg x_4)} \quad (10)$$

$$T_{2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2} = \frac{\Delta H_{2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2} - (x_1 + x_2)Q_{14} - (2 - 3x_1 - 3x_2)(x_3Q_{13} + x_4Q_{14})}{\Delta S_{2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2} + 19,14(2\lg x_2 + \lg x_4)} +$$

$$+ \frac{x_3(1 - 3x_4)Q_{34} - 2(3x_4 - 1)^2[q_2 - 3(x_1q_1 + x_2q_2)]}{\Delta S_{2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2} + 19,14(2\lg x_2 + \lg x_4)} \quad (11)$$

$$T_{\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{\Delta H_{\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3} - 4(x_1 + x_2)Q_{13} - (1 - 5x_1 - 5x_2)(x_3Q_{13} + x_4Q_{14})}{\Delta S_{\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3} + 19,14(\lg x_1 + 4\lg x_3)} +$$

$$+ \frac{(4 - 5x_3)x_4Q_{34} + 30x_4(3x_4 - 1)(x_1q_1 + x_2q_2) - q_1(3x_4 - 1)^2}{\Delta S_{\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3} + 19,14(\lg x_1 + 4\lg x_3)} \quad (12)$$

В формулах (6-12) члены, содержащие параметры q_1 , учитываются только при $x_4 > 1/3$, в противном случае эти члены отбрасываются.

Энергии взаимобмена Q_{ij} и параметры q_i имеют следующие значения:

$$Q_{12} = 0, Q_{14} = Q_{24} = 113000 \text{ Дж}, Q_{34} = 70000 \text{ Дж},$$

$$Q_{13} = Q_{23} = -195000 \text{ Дж}, q_1 = 26400 \text{ Дж}, q_2 = 34800 \text{ Дж}.$$

Энергия взаимобмена CaO и Al_2O_3 (Q_{13}) определена нами по данным [2, 4]. Для энергии взаимобмена MgO с Al_2O_3 (Q_{23}) принято значение, равное Q_{13} по аналогии с полученным в [5] равенством $Q_{14} = Q_{24}$.

Параметр q для системы $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ из-за отсутствия в ней области расслоения принят равным нулю.

Необходимые для расчета теплоты и энтропии перехода ($\Delta H_i^{\ell-S}$, $S_i^{\ell-S}$) и теплоты и энтропии образования химических соединений из чистых жидких компонентов, найденные по данным бинарных диаграмм плавкости приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения теплот и энтропий перехода чистых оксидов и теплот и энтропий образования химических соединений

| Система | ΔH , $\frac{\text{Дж}}{\text{Моль}}$ | S , $\frac{\text{Дж}}{\text{Моль}\cdot\text{Град}}$ | ΔH , $\frac{\text{Дж}}{\text{Моль}}$ | S , $\frac{\text{Дж}}{\text{Моль}\cdot\text{Град}}$ | Формула химического соединения |
|-------------------------------------|--|---|--|---|-------------------------------------|
| CaO-SiO ₂ | 72260 | 25,40 | -100930 | +5,11 | 2CaO·SiO ₂ |
| MgO-SiO ₂ | 45110 | 14,68 | -259000 | -70,06 | 2MgO·SiO ₂ |
| Al ₂ O ₃ -CaO | 57000 | 24,50 | -365600 | -83,57 | CaO·2Al ₂ O ₃ |
| SiO ₂ | 28600 | 14,36 | - | - | - |

Во 2-ой и 3-ей графах это таблицы приведены значения $\Delta H^{\ell-S}$ и $S^{\ell-S}$ компонентов, состоящих в названии системы первыми, а в 4-ой и 5-ой графах – теплоты и энтропии образования химических соединений, формулы которых записаны в 6-ой графе. Значение $\Delta H_{\text{SiO}_2}^{\ell-S} = 28600 \text{ Дж/моль}$

взято из работ [6].

Рассчитанные по уравнениям (6-12) температуры кристаллизации CaO, MgO, Al₂O₃, SiO₂, 2CaO·SiO₂, 2MgO·SiO₂, CaO·2Al₂O₃ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Температуры начала кристаллизации компонентов и химических соединений в шлаках

| №№ п.п. | Основ- ность | Состав, % масс. | | | | Температура начала кристаллизации, °С | | | | | |
|------------|-----------------|--------------------------------|-----|------------------|------|---------------------------------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| | | Al ₂ O ₃ | MgO | SiO ₂ | CaO | CaO | MgO | SiO ₂ | 2CaO·SiO ₂ | 2MgO·SiO ₂ | CaO·2Al ₂ O ₃ |
| 1 | 0,5 | 5 | 5 | 60,0 | 30,0 | 160 | - | 1400 | - | 1049 | - |
| 2 | 0,75 | 5 | 10 | 48,6 | 36,4 | 706 | - | 547 | 315 | 1287 | - |
| 3 | 1,00 | 5 | 15 | 40,0 | 40,0 | 1220 | 552 | - | 894 | 1460 | - |
| 4 | 1,25 | 5 | 20 | 33,3 | 41,7 | 1491 | 940 | - | 927 | 1510 | - |
| 5 | 1,50 | 5 | 25 | 28,0 | 42,0 | 1600 | 1184 | - | 940 | 1540 | - |
| 6 | 0,5 | 5 | 5 | 56,7 | 28,3 | 124 | - | 1290 | - | 950 | - |
| 7 | 0,75 | 10 | 10 | 45,7 | 34,3 | 668 | - | 445 | 118 | 1184 | - |
| 8 | 1,00 | 10 | 15 | 37,5 | 37,5 | 1140 | 500 | - | 634 | 1400 | - |
| 9 | 1,25 | 10 | 20 | 31,1 | 38,9 | 1362 | 807 | - | 737 | 1474 | - |
| 10 | 1,50 | 10 | 25 | 26,0 | 39,0 | 1477 | 1058 | - | 767 | 1510 | - |
| 11 | 0,5 | 15 | 5 | 53,3 | 26,7 | 52 | - | 1150 | - | 870 | - |
| 12 | 0,75 | 15 | 10 | 42,9 | 32,1 | 592 | - | 217 | - | 1110 | - |
| 13 | 1,00 | 15 | 15 | 35,0 | 35,0 | 1027 | 357 | - | 307 | 1337 | - |
| 14 | 1,25 | 15 | 20 | 28,9 | 36,1 | 1221 | 793 | - | 489 | 1411 | - |
| 15 | 1,50 | 15 | 25 | 24,0 | 36,0 | 1340 | 911 | - | 504 | 1470 | - |
| 16 | 0,5 | 20 | 5 | 50,0 | 25,0 | - | - | 985 | - | 790 | - |
| 17 | 0,75 | 20 | 10 | 40,0 | 30,0 | 517 | - | 175 | - | 1055 | 13 |
| 18 | 1,00 | 20 | 15 | 32,5 | 32,5 | 877 | 195 | - | - | 1259 | - |
| 19 | 1,25 | 20 | 20 | 26,7 | 33,3 | 1068 | 492 | - | 205 | 1340 | - |
| 20 | 1,50 | 20 | 25 | 22,0 | 33,0 | 1192 | 743 | - | 256 | 1407 | - |
| 21 | 0,5 | 25 | 5 | 46,6 | 23,4 | - | - | 800 | - | 720 | 253 |
| 22 | 0,75 | 25 | 10 | 37,1 | 27,9 | 424 | - | 8 | - | 970 | 306 |
| 23 | 1,00 | 25 | 15 | 30,0 | 30,0 | 700 | 14 | - | - | 1170 | 123 |
| 24 | 1,25 | 25 | 20 | 24,4 | 30,6 | 905 | 318 | - | - | 1270 | - |
| 25 | 1,50 | 25 | 25 | 20,0 | 30,0 | 1327 | 550 | - | 42 | 1355 | - |
| 26 | 0,5 | 30 | 5 | 43,4 | 21,6 | - | - | 594 | - | 603 | 527 |
| 27 | 0,75 | 30 | 10 | 34,3 | 25,7 | 248 | - | 12 | - | 885 | 507 |
| 28 | 1,00 | 30 | 15 | 27,2 | 27,5 | 537 | - | - | - | 1065 | 341 |
| 29 | 1,25 | 30 | 20 | 22,2 | 27,8 | 731 | 99 | - | - | 1179 | 166 |
| 30 | 1,50 | 30 | 25 | 27,0 | 27,0 | 857 | 335 | - | - | 1245 | 15 |

Прочерк в таблице соответствует отрицательной температуре начала кристаллизации компонента. Поскольку абсолютная температура обычных (неквантовых) систем – величина сугубо положительная, то из результата $T < 0$ следует, что компонент или химическое соединение не могут находиться в состоянии равновесия со шлаком того состава, около которого стоит прочерк.

Из таблицы 2 видно, что в исследованной области составов

температура начала кристаллизации всех компонентов и химических соединений, кроме CaO и $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ – значительно ниже температуры шлаков (1400-1500°C). Следовательно, кристаллы MgO, Al_2O_3 , SiO_2 , $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, и $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ не могут существовать в шлаке, имеющем температуру выше 1400°C. Температура кристаллизации оксида кальция в шлаках с основностью $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} > 1,12$, $y_{\text{Al}_2\text{O}_3} < 15\%$ и $y_{\text{MgO}} > 20\%$ примерно

равна температуре доменного шлака или (при низких содержаниях Al_2O_3) несколько превышают её. Не смотря на это, едва ли можно утверждать, что в металлургических шлаках могут существовать кристаллы CaO. Если бы такие кристаллы и появились, то они вступили бы во взаимодействие с кремнеземом шлака с образованием ортосиликата кальция $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, температура плавления которого значительно меньше температуры шлака.

Температура кристаллизации форстерита ($2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$) для шлаков с основностью $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \geq 1$, $y_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0 - 15\%$, $y_{\text{MgO}} > 15 - 25\%$ выше 1400°C.

Поэтому в шлаках, состав которых отвечает этой области, при температурах 1400-1500°C будут образовываться кристаллы форстерита и шлак будет гетерогенным.

Металлургические шлаки Западно-Сибирского металлургического комбината (ЗСМК) в указанную область по своему составу не попадают. Следовательно, при температурах 1400-1500°C шлаки ЗСМК являются гомогенными.

Библиографический список

1. Жило Н.Л. и др. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 1968. №4, - С. 21-25.
2. Бардин И.П., Цылев Л.М., Руднева А.В., Чернышев А.М. Вязкость и минералогический состав первичных доменных шлаков. // Из-во АН СССР, М., 1951. – С. 357.
3. Кожеуров В.А. Термодинамика металлургических шлаков. – Свердловск: Металлургиздат, 1955. – 162 с.
4. Carter N.L. and Wacfariane J. //Iron and steel Inst., 1957. P.1, N.1, - С. 185-195.
5. Телегин А.С., Швыдкин В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепло- массоперенос. – М.: Металлургия, 1995. – 400 с.
6. Кожеуров В.А., Лаптев Д.М. // Журнал физической химии, 1954. 28, вып. 5. – С. 1145-1148.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШЛАКОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФТОРИДЫ ИЛИ ХЛОРИДЫ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ

Шагдарова Н.Г.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Рыбалкин Е.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Процессы производства металла сопровождаются физико – химическими превращениями веществ. При исследовании физико – химических свойств металлургических шлаков иногда сталкиваются с явлениями, для объяснения которых приходится предполагать, что в жидком шлаке в твердом состоянии находятся чистые оксиды, либо химические соединения [1].

Возможность выпадения из расплава кристаллов тугоплавких оксидов и их соединений весьма вероятна. Действительно в рассматриваемой системе самым легкоплавким оксидом является SiO_2 , с $t_{\text{пл}} = 1713^\circ\text{C}$. Поскольку температура шлака колеблется в интервалах температур $1400\div 1500^\circ\text{C}$, то в шлаках с высокой концентрацией кремнезема возможно присутствие кристаллов SiO_2 . Аналогично обстоит дело и с другими оксидами, входящими в шлаковый расплав. Очень часто для понижения температуры плавления шлаков к ним добавляют солесодержащие флюсы фторидов и хлоридов металлов.

Поэтому с помощью термодинамической теории можно сделать попытку связать температуру плавления расплавов с термодинамическими свойствами шлака.

Металлургические шлаки в основном состоят из оксидов. При добавлении фторидов и хлоридов кальция оксидный расплав становится ионным раствором с двумя анионами, а в присутствии серы – с анионами. В случае нескольких анионов отклонения от законов совершенных растворов вызываются, в основном, различиями в энергиях связей катионов с анионами. Выводы теоретических уравнений основаны на работе В.А.Кожеурова [2].

Пусть ионный раствор содержит $K_{\text{сорт}}^{\text{ов}}$ катионов и $l_{\text{сорт}}^{\text{ов}}$ анионов. Ионные доли катионов i и анионов j равны

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^l v_{ij}^+ \eta_{ij}}{\sum_{j=1}^k \sum_{j=1}^l v_{ij}^+ \eta_{ij}}, \quad y_i = \frac{\sum_{j=1}^k v_{ij}^- \eta_{ij}}{\sum_{j=1}^k \sum_{j=1}^l v_{ij}^- \eta_{ij}} \quad (1)$$

где η_{ij} - число молей компонентов $A_{v_y^+}^{(i)} B_{v_y^-}^{(j)}$ (ij);

$A^{(i)}$ - катионы i $B^{(j)}$ - анион j

v_{ij}^+ и v_{ij}^- - числа катионов и анионов компонента ij

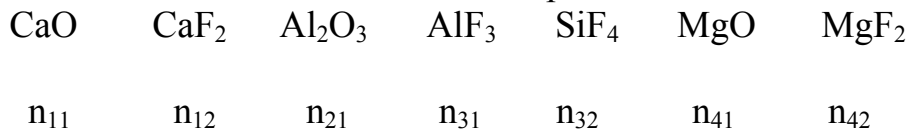
Тогда химический потенциал компонента (Si) определяется [2] выражением

$$\mu_{si} = E_{si} - T\bar{S}_{si} = \mu_{st}^{\circ} + RT \ln x_s^{v_{st}^+} y_t^{v_{st}^-} + v_{si}^+ \cdot \zeta \cdot \sum_{j=1}^k \sum_{j=1}^l x_i y_j H_{ij} + \frac{v_{st}^+}{\alpha_i} \left[\sum_{j=1}^l (\alpha_j - \alpha_i) y_j \left[\sum_{j=1}^l (S_{si} - \sum_{sj} y_j) \right] \right] \quad (2)$$

где $\mu_{st}^{\circ} = v_{st}^+ H_{si} - TS_{si}^{\circ}$; α_i и α_j - валентность анионов i и j

$$\zeta = \frac{\sum_{n+} \alpha_j y_i}{\sum_{n-} \alpha_i \frac{v_y^-}{v_y^+} x_i} \quad (3)$$

Рассмотрим взаимодействие фтора с оксидами CaO, Al₂O₃, SiO₂ и MgO. В качестве компонентов можно принять



Здесь n_i - число молей соответствующих веществ.

Взаимодействие оксидной системы с фтором описывается уравнениями



С помощью выражения (2) для химических потенциалов CaO (μ_{11}) и CaF₂ (μ_{12}) получим

$$\mu_{11} = \mu_{11}^{\circ} + RT \ln x_1 y_1 + \frac{2-y_2}{2+x_2+2x_3} (x_2 y_2 \Delta H_{11}^{22} + x_3 y_2 \Delta H_{11}^{32} + x_4 y_2 \Delta H_{11}^{42}) + \frac{1}{2} y_2^2 (H_{11} - H_{12}) \quad (8)$$

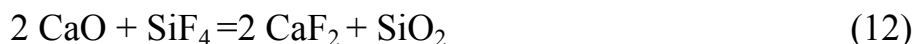
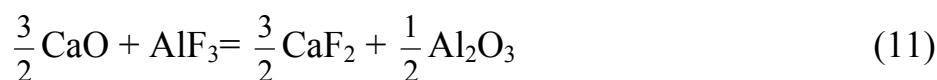
$$\mu_{12} = \mu_{12}^{\circ} + RT \ln x_1 y_2^2 + \frac{2-y_2}{2+x_2+2x_3} (x_2 y_1 \Delta H_{12}^{21} + x_3 y_1 \Delta H_{12}^{31} + x_4 y_1 \Delta H_{12}^{41}) + y_1^2 (H_{12} - H_{11}) \quad (9)$$

Поскольку из уравнения (3) для рассматриваемой системы имеем

$$\zeta = \frac{2y_1 + y_2}{2 \left(x_1 + \frac{3}{2} x_2 + 2x_3 + x_4 \right)} = \frac{2-y_2}{2+x_2+2x_3} \quad (10)$$

Аналогичным образом записываются выражения для химических потенциалов других компонентов.

Величины ΔH_{11}^{22} , ΔH_{11}^{32} и ΔH_{11}^{42} являются тепловыми эффектами реакций



Из справочника [3] по теплотам образования веществ находим значения тепловых эффектов реакций (4) и (11-13) (кДж):

$$\Delta H = H_{12} - H_{11} = -580,3; \quad \Delta H_{11}^{22} = -356,0; \quad \Delta H_{11}^{32} = -488,3; \quad \Delta H_{12}^{42} = -79,3,$$

после подстановки которых в уравнение (8) получаем расчетную формулу для химического потенциала, а следовательно и активности СаО.

Как правило, теория находится лишь в качественном согласии с опытом [1]. В работах [3-4] показано, что лучшие результаты получаются с использованием уравнений (8) и (9), но с эмпирически подобранными коэффициентами. Причина неполного согласия уравнений (8) и (9) с использованием термодинамических данных с опытом заключается, по-видимому, в зависимости энергии связей от состава системы. При учете этой зависимости в теоретические уравнения должно войти большое количество эмпирических подбираемых констант [2].

Для расширения пределов применимости формулы (2) следует учесть взаимное влияние анионов на энергию связей с каждым из катионов. Расчетное уравнение в первом приближении тогда примет вид

$$\begin{aligned} \mu = \mu_{st}^{\circ} + RT \ln x_s^{v_{st}^+} y_t^{v_{st}^-} \xi \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l x_i x_j \Delta H_{st}^{ij} + \frac{v_{st}^+}{\alpha_t} \left[\sum_{j=1}^l (\alpha_j - \alpha_t) y_j \right] \cdot \left[\sum_{j=1}^l (H_{st} - H_{sj}) y_j \right] + \\ + v_{st}^+ \left[\sum_{i=1}^{S-1} x_i Q_{is} + \sum_{i=S+1}^k x_i Q_{st} - \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{p=C+1}^k x_i x_p Q_{ip} \right] \end{aligned} \quad (14)$$

В случае одного аниона автоматически получаем уравнение нулевого приближения, приведенные в работе [5].

Полученные В.А.Кожеуровым [3] общие уравнения уточненной теории ионных растворов с произвольным числом катионов и анионов учитывают взаимное влияние ионов на энергии связей. Поправочные члены к уравнению (2) значительно сложнее, чем принято в уравнении (14). Они включают наряду с величинами Q_{im}^{ω} - энергиями взаимообмена соединений с разными катионами (i и m) и общим анионом j, а также Q_i^{jn} - энергии взаимообмена соединений с разными анионами j и n и общим катионом i. При выводе формул предполагалось относительно небольшое влияние частиц на энергии связей, поэтому при разложении энергии в ряд по степеням x_i и y_j , ограничивались в разложении лишь линейными членами.

Для учета асимметрии термодинамических свойств достаточно при разложении ограничиться членами второй степени x_i и y_j , как показано в работе [4], но при этом резко возрастает число термодинамических констант Q. Для их нахождения надо иметь корректные опытные данные по

активности компонентов. Экспериментальные исследования рассматриваемых систем наталкиваются на существенные затруднения в связи с образованием летучего SiF_4 [6-8]. К настоящему времени есть некоторые опытные данные, позволяющие судить о характере взаимодействия в разных системах, содержащих фтористый кальций [8-12].

Однако, получающиеся в этом случае уравнения даже для рассматриваемой системы становятся настолько громоздкими, что использование их для расчета температур плавления шлаков с несколькими анионами и катионами становятся нерациональными. В связи с этим большое значение имеет опытное определение температуры плавления шлака, которые были определены экспериментально в работе [13].

По мере уточнения термодинамической информации выяснилось, что во многих случаях указанные концепции не дают адекватного описания термодинамических свойств и даже приводят к физически необоснованным зависимостям. Системы, включающие кроме оксидов соединения с другими анионами, изучены гораздо хуже оксидных, или вообще не изучены [9]. Исследование расплавов $\text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaF}_2$, $\text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{NaCl}$ показало, что их компоненты характеризуются интенсивным взаимодействием с образованием группировок CaPF , Ca_3PF_3 . О наличии таких группировок свидетельствует тот факт, что в газовой фазе обнаружены аналогичные молекулярные формы [9].

Анализ термодинамических функций образования ряда оксидных систем указывает на весьма значительное их взаимодействие и является важным для металлургов при решении актуальных производственных задач.

Библиографический список

1. Жило Н.Л. и др. «Известия высших учебных заведений. Чер.металлургия» 1968, №4, -с. 21-26.
2. Кожеуров В.А., «Изв. высш. уч. заведений. Черная металлургия», 1965, №10,5. –с. 5-10.
3. Кожеуров В.А., Антоненко В.И., Ж. физ.химии, 43, 1969 (в печати) В.И.Антоненко. Растворимость водорода оксидных расплавах. Автореферат канд. Диссертации. Челябинск, 1966.
4. Бурылев Б.П. Известия ВУЗов, Цветная металлургия, №4, 1965, -с. 65-72.
5. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. – М.:Металлургия, 1988. – 288с.
6. Ольшанский Я.И. ДАН СССР, 114, №6, 1957, -с. 214-218.
7. Ершова З.П., Я.И. Ольшанский. Геохимия, №3, 1957, -с. 214-218.
8. Ершова З.П., Я.И. Ольшанский. Геохимия, №4, 1957, -с. 296-305
9. Зайцев А.И., Могутков Б.М., Литвиненко В.А. Физико – химические основы металлургических процессов. Часть I, 1990, -с. 98-101
10. T.Baak, Acta Chem.Scand, 8, №9, 1954, 1727

11. T. Baak, A. Olander, Acta Chem. Scand, 9, №8, 1955, 1727
12. Поволоцкий Д.Я., Кричивец М.И., Кожеуров В.А. Известия АН СССР, Металлы, №2, 1966, -с. 5-10
13. Бурылев Б.П., Рыбалкин Е.М., Мишин П.П. и др. Влияние хлористого натрия и фтористого кальция на свойства и структурообразование чугунов. «Структура и свойства чугунов». Сб. трудов конференции. Тула 1970

УДК 53.098

ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ АЛЮМИНИЯ

Загуляев Д.В., Коновалов С.В., Пономарева М.В.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В последнее время происходит интенсивное развитие новых отраслей техники. В связи с этим предъявляются все более жесткие требования к характеристикам материалов, применяемых для изготовления различных устройств и агрегатов с точки зрения их механических свойств.

В литературе давно и подробно рассматриваются влияния электрических и магнитных полей на физические и механические свойства металлов, обсуждаются явления, связанные с полевым воздействием на материалы [1]. Однако вопрос о возможном влиянии магнитного поля на механические свойства немагнитных поликристаллов долго не ставился. Это было связано с очевидными, казалось бы, соображениями общего характера. Реальный кристалл всегда содержит дислокации и примесные центры. Энергия, сообщаемая полем $B \sim 1$ Тл одному парамагнитному центру (примесному дефекту или электрону, локализованному на дислокации), составляет $\Delta U \sim \mu_B B \sim 10^{-4}$ эВ (μ_B - магнетон Бора), что на три порядка ниже, чем kT при $T = 300$ К. Отсюда следует, что влияния такого поля на физические и в особенности механические свойства немагнитных кристаллов ожидать не приходится [2]. Между тем, работы последнего двадцатилетия подвергли указанное мнение принципиальному пересмотру.

В связи с этим целью работы являлось изучение природы влияния импульсного магнитного поля на микротвердость алюминия.

При проведении экспериментальных исследований использовались образцы технически чистого алюминия марки А 85 в форме параллелепипеда с размерами $1 \times 1 \times 2$ см³. Предварительная подготовка заключалась в отжиге при 773К в течение 2 часов с последующим охлаждением в печи и механической полировке.

Источником импульсного магнитного поля служила магнито-

импульсная установка (МИУ 10/30), принцип действия которой состоит в разряде предварительно заряженной батареи конденсаторов на индуктор [3]. В качестве индуктора использовался круговой виток, изготовленный из медной шины с поперечным сечением 10 мм^2 и внутренним диаметром $0,03 \text{ м}$. В зависимости от величины заряда конденсаторной батареи возможно регулировать значение индукции импульса магнитного поля в пределах $0,076 - 1,142 \text{ Тл}$.

Микротвердость измеряли на микротвердомере ПМТ-3 по стандартной методике: в исходном состоянии, сразу после импульса магнитного поля и после определенных интервалов времени. Полученные по 15 измерениям результаты статистически обрабатывались в соответствии с [4].

Количественно эффект влияния магнитного поля характеризовался относительным изменением микротвердости $\zeta = [(HV - HV_0)/HV_0]100\%$, где HV – значение микротвердости образца, подвергнутого импульсу магнитного поля, HV_0 – исходное значение микротвердости.

Характерные зависимости относительного изменения микротвердости от времени, прошедшего после обработки импульсным магнитным полем с различной индукцией и различным числом импульсов, представлены на рисунках 1 и 2. Из анализа графиков видно, что эффект влияния импульсного магнитного поля на микротвердость носит обратимый характер, причем релаксация происходит по экспоненциальному закону.

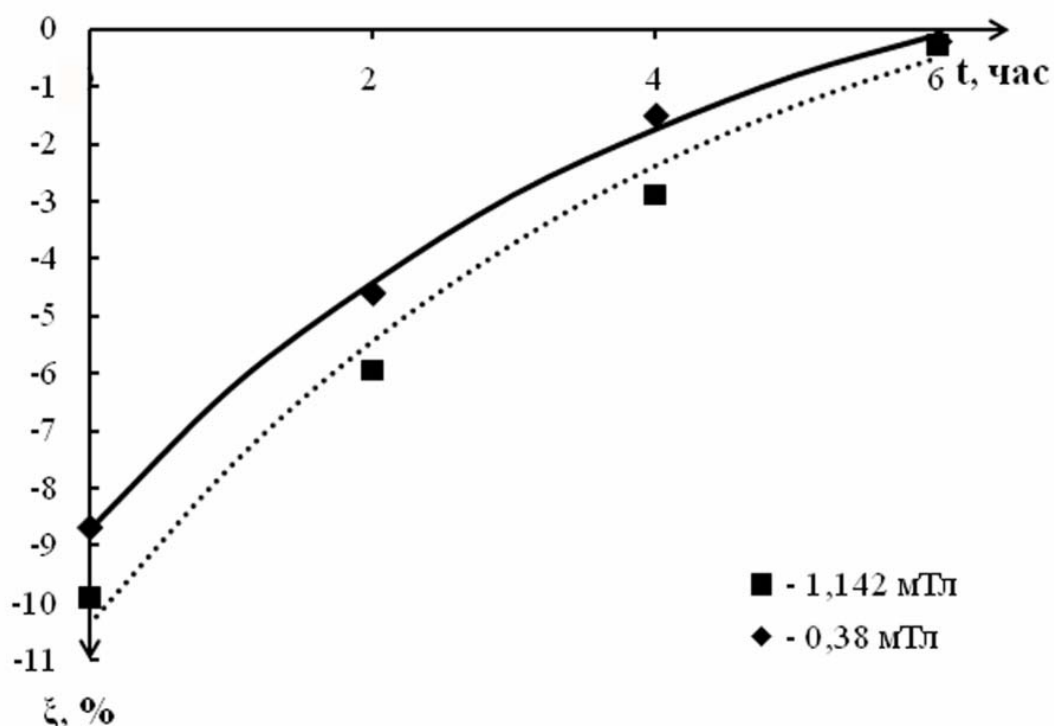


Рисунок 1 – Зависимость относительного изменения микротвердости алюминия от времени после импульсной обработки магнитным полем с различной индукцией

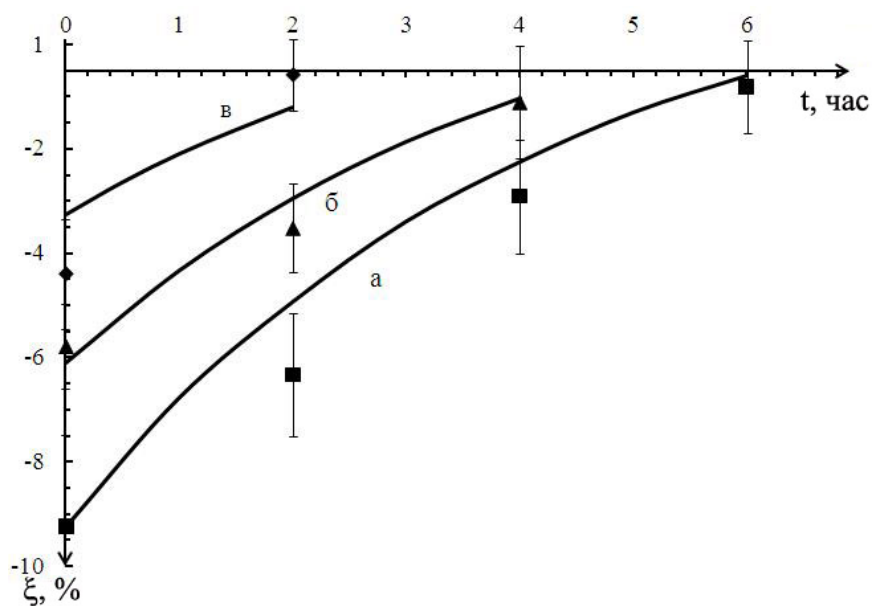


Рисунок 2 – Зависимость относительного изменения микротвердости ΔI от времени после импульсной обработки магнитным полем: количество импульсов: а) 1; б) 3; в) 2

Интересно отметить, что время полной релаксации зависит от начального эффекта влияния магнитного поля линейно (рисунок 3) согласно уравнению $\tau = -0,6642 \cdot a$, где a – постоянная, зависящая от количества импульсов и характеризующая начальный эффект влияния импульсного магнитного поля, τ – коэффициент, характеризующий время релаксации, т. е. время за которое микротвердость достигает своего начального значения.

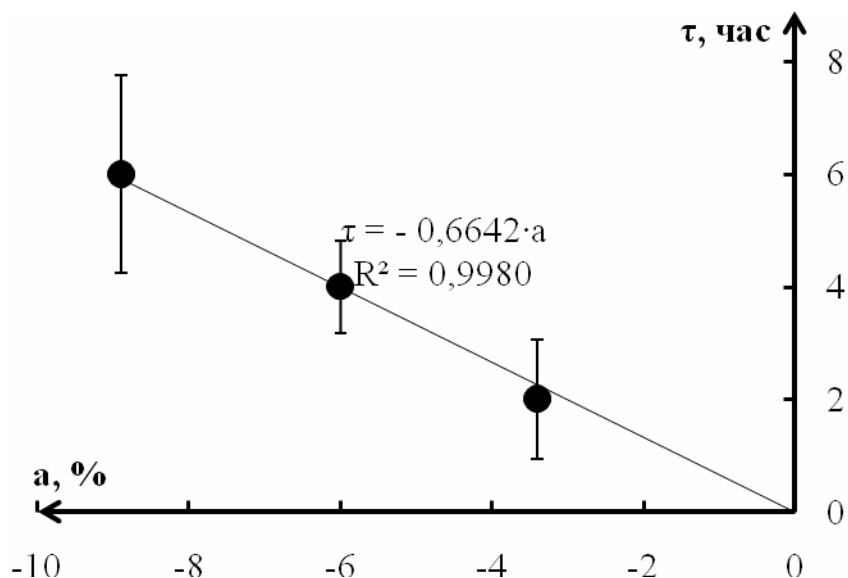


Рисунок 3 – Зависимость времени полной релаксации от начального эффекта влияния магнитного поля

Обобщенная зависимость относительного изменения микротвердости

алюминия от индукции импульсного магнитного поля представлена на рисунке 4. Указанная зависимость имеет вид кривой с насыщением. Значение максимального эффекта наблюдается при индукции импульсного магнитного поля 0,8 Тл, дальнейшее увеличение не приводит к усилению эффекта влияния.

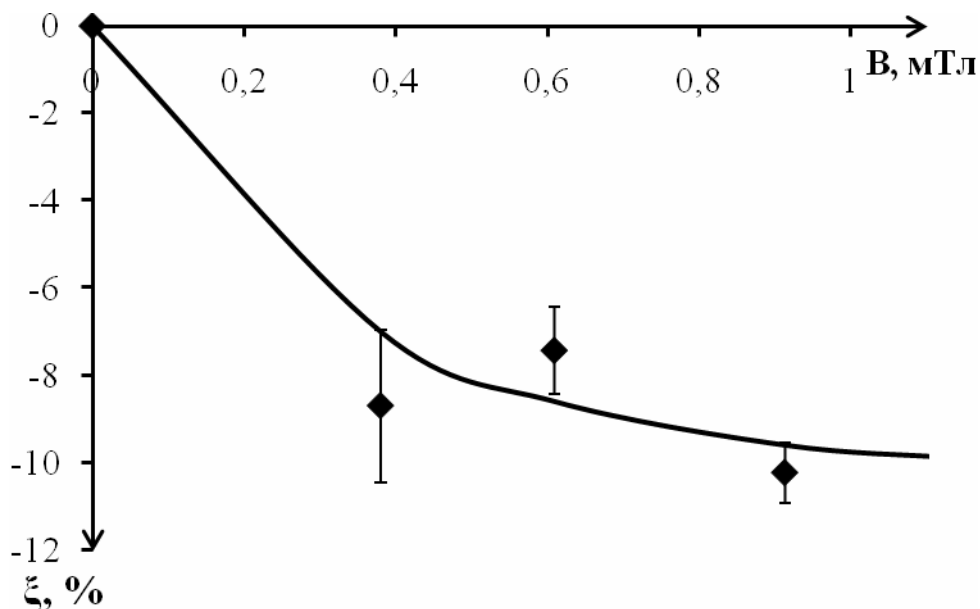


Рисунок 4 – Зависимость относительного изменения микротвердости алюминия от индукции импульсного магнитного поля

Для объяснения зависимостей полученных в работе предположим, что магнитное поле стимулирует движение дислокаций. Это может происходить за счет открепления дислокаций от точечных препятствий под действием импульсного магнитного поля.

В процессе пластической деформации кристаллическая решетка и ее дефекты препятствуют движению дислокаций, стремятся удержать их в кристалле в определенном положении. При помещении парамагнетика во внешнее магнитное поле происходит расщепление энергетических уровней атомов так, что должно выполняться условие квантуемости. Под воздействием электромагнитного облучения возникают вынужденные переходы атомов с нижнего подуровня на верхние, сопровождаемые резонансным поглощением энергии; обратные переходы (с верхнего уровня на нижний) сопровождаются излучением энергии [5]. Если атомы взаимодействуют с решеткой (спин-решеточное взаимодействие), то избыточная энергия будет передаваться решетке и на нижнем энергетическом подуровне будет находиться всегда избыток атомов, а, следовательно, возникает стационарное поглощение электромагнитной энергии и передача ее кристаллической решетке и точечным дефектам, что приводит к снижению потенциального барьера закрепления дислокаций, и их облегченному движению в поле далекодействующих внутренних

напряжений кристалла. Это, по-видимому, приводит к снижению микротвердости поликристаллического алюминия под действием магнитного поля. Аналогичный подход развит в работах [1, 2, 6, 7].

После удаления парамагнетика из магнитного поля большинство магнитных моментов атомов ориентировано по внешнему магнитному полю, а заселенность уровней различна, следовательно, для того чтобы они вернулись в свое исходное состояние за счет их взаимодействия между собой (теплого движения атомов) необходимо время. Этим может быть объяснен релаксационный характер полученной в работе зависимостей (рисунки 1 и 2).

Таким образом, одним из возможных механизмов влияния импульсного магнитного поля на микротвердость поликристаллического алюминия является стимулирование движения дислокаций. Это может происходить за счет открепления дислокаций от точечных препятствий под действием импульсного магнитного поля. Данное явление происходит в результате спин – зависимых переходов в системе «точечный дефект – ядро дислокации» с последующим движением дислокаций в поле далекодействующих внутренних напряжений в кристалле [7].

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 г.г.» (гос. контракт № П411).

Библиографический список

1. Головин Ю.И. Магнитопластичность твердых тел (Обзор) / Ю.И. Головин // ФТТ. – 2004. – № 5. – С. 769–803.
2. Урусовская А.А. Эффекты магнитного воздействия на механические свойства и реальную структуру немагнитных кристаллов [Текст] / А.А. Урусовская и др. // Кристаллография. – 2003. – № 5. – С. 855–872.
3. Володин В.Л. Поверхностное упрочнение металлических материалов с помощью магнитно-импульсной установки / В.Л. Володин, В.В. Гайдук // Сталь. – 2004. – № 7. – С. 87–89.
4. Зажигаев Л.С. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента / Л.С. Зажигаев, А.А. Кишьян, Ю.И. Романиков. – М.: Атомиздат, 1978. – 232 с.
5. Вонсовский С.В. Магнетизм микрочастиц / С.В. Вонсовский. – М.: Наука, 1973. – 192 с.
6. Альшиц В.И. Магнитопластический эффект: основные свойства и физические механизмы / В.И. Альшиц и др. // Кристаллография. – 2003. – №5. – С. 826–854
7. Альшиц В.И. «In situ» изучение магнитопластического эффекта в кристаллах NaCl методом непрерывного травления [Текст] / В.И. Альшиц, Е.В. Даринская, Е.А. Петржик // ФТТ. – 1991. – №10. – С. 3001–3009.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Симон И.Ю., Новосёлова Е.С.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Звиденцова Н. С.

*Кемеровский государственный университет
г. Кемерово*

До начала 1980-х гг. научный и прикладной интерес к наночастицам (НЧ) серебра был обусловлен лишь возможностью их применения в качестве высокодисперсной подложки для усиления сигнала молекул органических соединений в спектроскопии КР. Кроме того, антибактериальные препараты (типа колларгола) на основе коллоидного серебра хорошо зарекомендовали себя в медицине. Фундаментальные исследования, проведенные в 1980-1990-х гг. показали, что НЧ серебра обладают редким сочетанием ценных качеств: уникальными оптическими свойствами, обусловленными поверхностным плазменным резонансом (ППР), высокоразвитой поверхностью, каталитической активностью, высокой емкостью двойного электрического слоя и др. Благодаря этому они служат материалом для создания электронных, оптических, сенсорных устройств нового поколения. Тенденция к миниатюризации и необходимость совершенствования технологических процессов привели за последние двадцать лет к значительному увеличению числа исследовательских работ, посвященных получению и изучению свойств серебряных НЧ; их синтез в настоящее время является одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений коллоидной химии [1, С.242].

Результаты научных исследований и использования наночастиц металлов в значительной мере зависят от возможностей методов синтеза. В настоящее время одним из основных методов получения наночастиц серебра является метод химического восстановления.

В настоящей работе проведено исследование влияния типа восстановителя на конечные характеристики получаемых дисперсионных систем. Оптические спектры полученных растворов серебра регистрировали на спектрофотометре СФ-56 в кварцевых кюветах с длиной оптического пути 10 мм в диапазоне 190-1100 нм, в кювете сравнения находилась дистиллированная вода. Размер и форму частиц серебра определяли с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

В работе использовали следующие методики синтеза. Первая методика [2, С.1745-1749] получения гидрозолей серебра основана на восстановлении нитрата серебра концевыми группами поливинилпирролидона (ПВП). В 8 мл дистиллированной воды растворяли 0,341г ПВП, нагревали до 60°C и при интенсивном перемешивании добавляли 3 мл раствора нитрата серебра.

Затем полученную систему помещали в термошкаф и выдерживали при температуре 60°C в течение 21 часа. После этого проводилось снятие спектров поглощения (рис. 1). Авторы данной методики получили частицы треугольной формы, размер которых увеличивался с течением времени (рис.2).

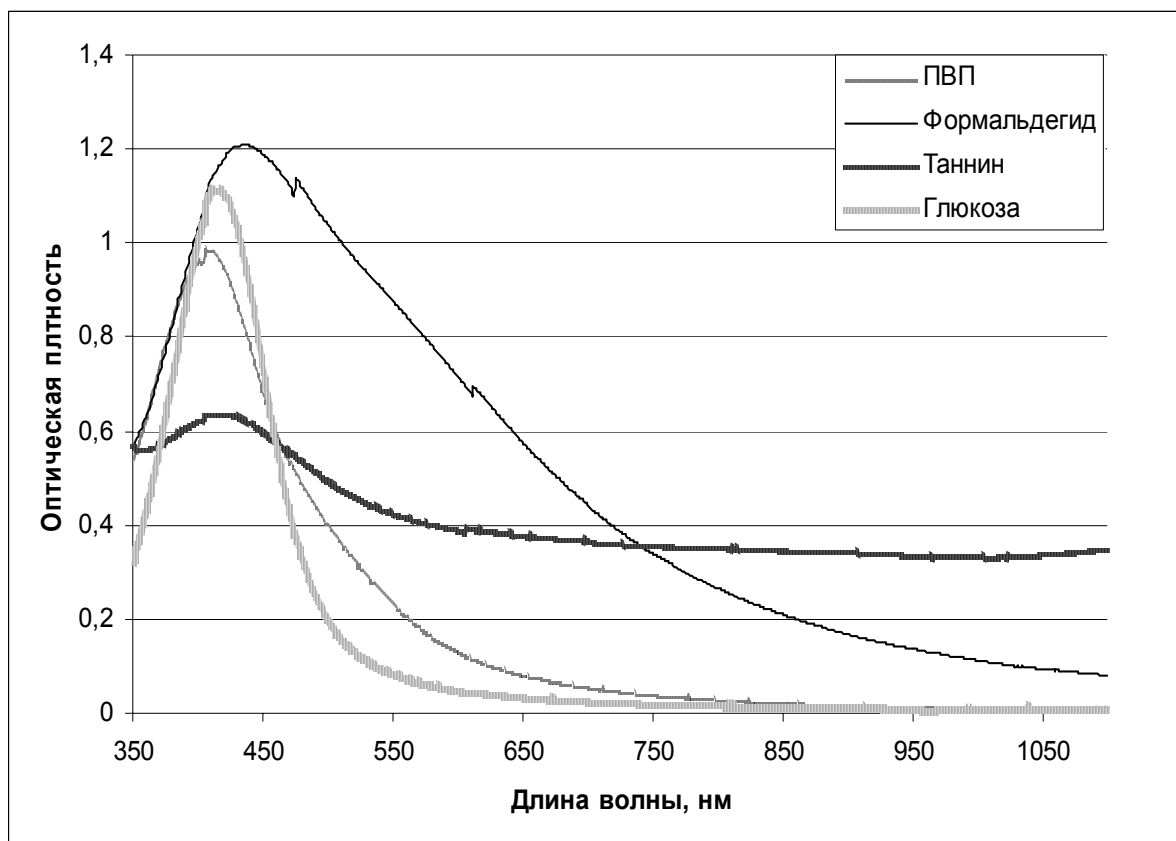


Рисунок 1 – Зависимость оптической плотности гидрозолей серебра от типа восстановителя

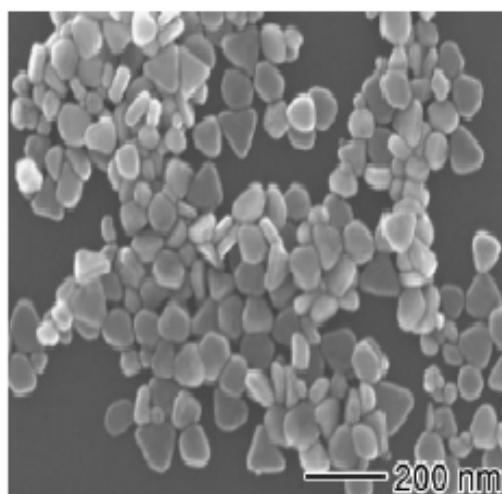


Рисунок 2 – Микрофотография наночастиц серебра, полученных восстановлением нитрата серебра ПВП [2, С.1745-1749]

Следующая методика [3, С. 3719-3722] основана на химическом восстановлении нитрата серебра формальдегидом, стабилизированным ПВП, в присутствии пиридина и триэтиламина. При комнатной температуре в 100 мл бидистиллированной воды растворяли 6,8 г ПВП, добавляли 1,7 г нитрата серебра, затем 6,8 г формалина. В течение 10 мин раствор перемешивался с помощью магнитной мешалки. После этого по капле добавляли 0,11 мл триэтиламина. В течение часа суспензия перемешивалась на магнитной мешалке, после чего была трижды центрифугирована и осадок промыт спиртом. На рис. 1. представлен спектр поглощения конечного продукта.

По третьей методике [4, С. 3295-3299] нитрат серебра восстанавливали танином. К 100 мл дистиллированной воды последовательно добавляли 1,5 мл раствора таннина, 7,5 мл буферного раствора тетрабората натрия и гидроксида натрия (pH=9,8). Затем при интенсивном перемешивании вводили 0,4 мл раствора нитрата серебра. Синтез проводился при комнатной температуре, спектры поглощения представлены на рис. 1. Исследование полученных систем методом электронной микроскопии показало, что частицы серебра имеют сферическую форму. Средний размер полученных частиц составляет 25 нм (рис. 3).



Рисунок 3 – Микрофотография наночастиц серебра, полученных методом химического восстановления танином

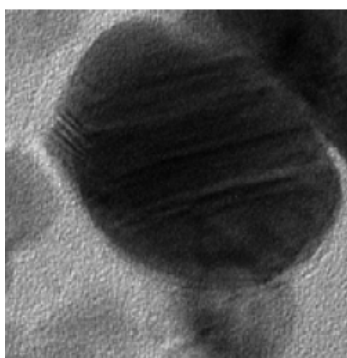


Рисунок 4 – Микрофотография наночастиц серебра, полученных методом химического восстановления глюкозой

По следующей [5, С.48-55] методике синтеза к раствору (10 мл)

нитрата серебра определенной концентрации (0,0001 М – 0,005 М) добавляли такой же объем раствора восстановителя (0,001 М– 0,05 М) и доводили рН до значения 8,34 с помощью раствора аммиака. В качестве восстановителя применяли глюкозу (рис.1). Полученные растворы обрабатывали в микроволновой печи в течение 5 минут при мощности 640 Вт. Микроволновое излучение обеспечивает быстрое и равномерное нагревание всего объема реакционного раствора, что приводит к однородности в условиях нуклеации и роста зародышей и, в конечном итоге, к получению наночастиц наименьшего размера и одинаковой формы. По данным просвечивающей электронной микроскопии, большинство наночастиц имеет сферическую форму и размеры 10-20 нм, а некоторое число – до 100 нм (рис. 4).

В оптических спектрах НЧ серебра, полученных при восстановлении нитрата серебра танином, наблюдается четко выраженная полоса поглощения при $\lambda \approx 410$ нм. Для НЧ Ag, полученных химическим восстановлением нитрата серебра формалином, наблюдается максимум при $\lambda \approx 440$ нм, при восстановлении нитрата серебра ПВП $\lambda_{\max} \approx 420$ нм. При восстановлении нитрата серебра глюкозой $\lambda_{\max} \approx 420$ нм. Распределение частиц по размерам для данного метода более однородно, чем при использовании других восстановителей. Электронно-микроскопический анализ полученных систем показал, что частицы серебра имеют сферическую форму и средний размер ≈ 25 нм. Неизменность оптических спектров при длительном хранении позволяет сделать вывод об устойчивости полученных систем к агрегации.

Таким образом, в работе приведено сравнительное исследование условий получения наночастиц серебра в водных растворах методом химического восстановления при различных восстановителях.

Библиографический список

1. Крутяков, Ю.А. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы [текст]/ Ю.А.Крутяков, А.А.Кудринский, А.Ю.Оленин, Г.В.Лисичкин/ Успехи химии.-2008.- Т.11.-№3.-С.242-265.-Библиогр: с.265.
2. Washio, Isao Reduction by the End Groups of Poly(vinyl pyrrolidone): A New and Versatile Route to the Kinetically Controlled Synthesis of Ag Triangular Nanoplates / Isao Washio, Yujie Xiong, Yadong Yin, Younan Xia / Advanced materials, 2006, 18, 1745-1749.
3. Steve Lien-Chung Hsu, Synthesis of contamination-free silver nanoparticles for micro-interconnects/ Steve Lien-Chung Hsu, Rong-Tarng Wu / Materials Letters 2007, 61, 3719-3722.
4. Сальседо К.А., Адсорбция из растворов на поверхности частиц серебра [текст]/ К.А. Сальседо, В.В. Цветков, В.Д. Ягодовский //Журнал физической химии.- 1989.-Т.LXIII.-№12.-С. 3295-3299.
5. Вишнякова Е.А., Определение условий образования наночастиц серебра при восстановлении глюкозой в водных растворах [текст] / Е.А.

УДК 543. 001

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ Pb^{2+} ПРОИЗВОДНЫМИ ДИТИОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Пасека А.Е., Терентьев Р.А., Полякова И.Ю., Шапоренко К.В.
Научные руководители: д.х.н., профессор В.К. Чеботарёв,
к.х.н., доцент Е.Г. Ильина

*Алтайский государственный университет
г. Барнаул*

Производные дитиофосфорной кислоты - серосодержащие аналитические реагенты, дающие прочные внутрикомплексные соединения с сульфид образующими ионами металлов, малорастворимые в воде. Производные дитиофосфорной кислоты и их комплексы отличаются высокой устойчивостью в сильноокислых средах, что позволяет применять их для анализа растворов при самых низких рН, не боясь влияния разложения. В ряду алкильных производных дитиофосфорной кислоты наблюдается «эффект утяжеления». Это проявляется в увеличении устойчивости реагентов, их комплексов, уменьшении растворимости в водных растворах и увеличении растворимости в спиртовых растворах, в увеличении числа определяемых ионов. Низшие производные дитиофосфорной кислоты образуют устойчивые внутрикомплексные соединения с небольшим числом сульфид образующих ионов, т.е. являются высокоизбирательными реагентами.

Опираясь на методологический подход с использованием степеней протекания аналитических реакций, по известным из литературы [1, С. 68] константам равновесия протекающих реакций рассчитаны степени протекания индивидуальных реакций (СП) и двухкомпонентных смесей (СП') сульфид образующих ионов с диэтил-, дигептил- и дидецилдитиофосфатами калия (табл. 1, 2, 3) по уравнениям Чеботарёва – Краева (1) и (2), соответственно:

$$СП = 100 - C_{Me^{m+}, A^{n-}} (n \cdot C_{Me^{m+}} + m \cdot C_{A^{n-}}) \cdot C_{Me^{m+}}^{-1} \cdot C_{A^{n-}}^{-1} \cdot 100 \% \quad (1),$$

$$СП' = 100 - ИП_{Me_1 A_m} \cdot ИП_{Me_2 A_n}^{\frac{m}{n}} \cdot C_{Me_1^{m+}}^{-1} \cdot C_{Me_2^{n+}}^{\frac{m}{n}} \cdot V_{(Me_1^{m+} + Me_2^{n+})}^{\frac{m-n}{n}} (V_{(Me_1^{m+} + Me_2^{n+})} + mV_{A^{n-}})^{\frac{n-m}{n}} 100\% \quad (2),$$

где $C_{Me^{m+}, A^{n-}}$ - равновесные концентрации ионов Me^{m+} и A^{n-} в точке стехиометричности, моль/л, $C_{Me^{m+}}, C_{A^{n-}}$ - исходные концентрации ионов, моль/л, $ИП_{Me_1 A_m}, ИП_{Me_2 A_n}$ - ионные произведения внутрикомплексных

соединений, $C_{Me_I^{m+}}$, $C_{Me_{II}^{n+}}$ - исходные концентрации ионов Me_I^{m+} , Me_{II}^{n+} , моль/л, $V_{(Me_I^{m+}+Me_{II}^{n+})}$, V_{A^-} - объёмы участников реакции в мл, m, n - стехиометрические коэффициенты химической реакции [2, С. 9, 18].

По значениям СП и СП' составлены ряды последовательности протекания реакций с ДЭДФК - Hg^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} , Cu^+ , Pd^{2+} , Bi^{3+} , $Te(IV)$, Sb^{3+} , Pb^{2+} , $Se(IV)$; ДГДФК - Hg^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ , Pd^{2+} , Cu^+ , Pb^{2+} , Bi^{3+} , $Te(IV)$, $Se(IV)$, $Te(IV)$, Bi^{3+} , Pb^{2+} , Sb^{3+} , In^{3+} , Sn^{2+} , Cd^{2+} , As^{3+} , Ga^{3+} ; ДДДФК - Hg^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ , Pd^{2+} , Cu^+ , Pb^{2+} , Bi^{3+} , $Te(IV)$, $Se(IV)$, Bi^{3+} , Pb^{2+} , $Te(IV)$, Sb^{3+} , In^{3+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Sn^{2+} , As^{3+} , Ni^{2+} , Ga^{3+} , Co^{2+} .

Таблица 1 - Ионные произведения диэтилдитиофосфатных комплексных соединений и степени протекания их индивидуальных реакций

| MeR _n | HgR ₂ TlR ₃ Hg ₂ R ₂ AgR | PdR ₂ BiR ₃ CuR TeR ₄ | SbR ₃ PbR ₂ SeR ₄ InR ₃ | SnR ₂ CdR ₂ AsR ₃ TlR | NiR ₂ CoR ₂ ZnR ₂ GaR ₃ |
|------------------|--|--|--|---|--|
| ИП | 1,41·10 ⁻³¹ 2,24·10 ⁻³³ 4,79·10 ⁻¹⁶ 1,23·10 ⁻¹⁵ | 4,26·10 ⁻²⁰ 8,51·10 ⁻²¹ 6,31·10 ⁻¹¹ 3,02·10 ⁻²⁵ | 4,90·10 ⁻¹⁹ 3,63·10 ⁻¹³ 3,39·10 ⁻²¹ 8,91·10 ⁻¹⁴ | 1,00·10 ⁻⁹ 1,51·10 ⁻⁹ 6,46·10 ⁻¹² 1,41·10 ⁻⁵ | 7,41·10 ⁻⁸ 7,58·10 ⁻⁸ 7,58·10 ⁻⁸ 2,29·10 ⁻⁹ |
| СП, % | 100,0' 100,0 100,0 100,0 | 100,0 99,99 99,984 99,98 | 99,95 99,86 99,87 99,04 | 98,10 97,83 97,20 92,50 | 92,05 91,99 91,99 87,84 |

Примечание: СП > 99,995 % ≈ 100,0' %

Таблица 2 - Ионные произведения дигептилдитиофосфатных комплексных соединений и степени протекания индивидуальных реакций

| MeA _m | HgA ₂ HgA TlA ₃ | AgA PdA ₂ SeA ₄ | TeA ₄ BiA ₃ CuA | SbA ₃ PbA ₂ InA ₃ | SnA ₂ CdA ₂ AsA ₃ | GaA ₃ TlA NiA ₂ | ZnA ₂ CoA ₂ |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|---|--|
| ИП _{MeA_m} | 3,72·10 ⁻³⁷ 2,04·10 ⁻¹⁹ 1,82·10 ⁻³⁶ | 8,32·10 ⁻¹⁸ 5,01·10 ⁻²⁶ 8,71·10 ⁻⁴⁰ | 7,24·10 ⁻³⁹ 5,37·10 ⁻²⁹ 7,76·10 ⁻¹⁴ | 2,57·10 ⁻²⁴ 3,39·10 ⁻¹⁷ 2,40·10 ⁻²² | 4,47·10 ⁻¹⁴ 5,01·10 ⁻¹⁴ 1,66·10 ⁻¹⁷ | 1,35·10 ⁻¹⁶ 2,24·10 ⁻⁸ 9,12·10 ⁻¹² | 1,55·10 ⁻¹⁰ 6,16·10 ⁻¹⁰ |
| СП, % | 100,0' 100,0 100,0 | 100,0 100,0 100,0 | 100,0 100,0 100,0 | 100,0 99,994 99,993 | 99,933 99,930 99,888 | 99,811 99,701 99,604 | 98,986 98,392 |

Таблица 3 - Ионные произведения дидецилдитиофосфатных комплексных соединений и степени протекания их индивидуальных реакций

| MeA _m | HgA HgA ₂ PdA ₂ AgA | TlA ₃ GaA ₃ SeA ₄ TeA ₄ | BiA ₃ SbA ₃ InA ₃ CuA | PbA ₂ AsA ₃ CdA ₂ SnA ₂ | TlA NiA ₂ CoA ₂ ZnA ₂ |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| ИП ^{MeA_m} | 4,89·10 ⁻³⁵ 7,41·10 ⁻³⁵ 7,24·10 ⁻²⁷ 2,88·10 ⁻¹⁷ | 1,82·10 ⁻³³ 3,80·10 ⁻¹⁸ 3,16·10 ⁻³⁷ 4,90·10 ⁻³⁵ | 1,12·10 ⁻²⁷ 4,17·10 ⁻²⁵ 6,61·10 ⁻²⁵ 1,29·10 ⁻¹² | 3,24·10 ⁻¹⁸ 1,17·10 ⁻²¹ 2,69·10 ⁻¹⁶ 2,69·10 ⁻¹⁶ | 2,88·10 ⁻¹⁰ 9,77·10 ⁻¹⁴ 1,26·10 ⁻¹² 1,74·10 ⁻¹² |
| СП% | 100,0' 100,0 100,0 100,0 | 100,0 100,0 100,0 100,0 | 100,0 100,0 100,0 100,0 | 100,0 99,990 99,988 99,988 | 99,966 99,913 99,796 99,773 |

По данным табл. 1 наиболее избирательным реагентом является диэтилдитиофосфат калия (ДЭДФК). С его помощью можно определить 11 сульфид образующих ионов, т.к. значения их СП больше СП_{пор.} = 99,80 %. При этом скачки концентраций и потенциалов в конечной точке титрования (к.т.т.) достаточные по величине и погрешность определений не превышает 1%. Дигептилдитиофосфатом калия (ДГДФК) можно определять 16, а дидецилдитиофосфатом калия (ДДДФК) - 19 сульфид образующих ионов. В табл. 1, 2, 3 жирным шрифтом выделены ионы, не титрующиеся реагентами.

По полученным значениям СП для комплексов свинца можно ожидать, что наибольшие скачки потенциалов, наиболее широкие интервалы концентраций и рН будут у дигептил- и дидецилдитиофосфатных комплексов. Практически определены оптимальные условия потенциометрических титрований ионов Pb²⁺ ДЭДФК, ДГДФК и ДДФК с использованием индикаторного электрода из серебра и хлорид серебряного электрода сравнения (табл. 4). Полученные данные подтверждают прогноз оптимальных условий.

Таблица 4 – СП дитиофосфатов свинца и оптимальные условия потенциометрического определения ионов Pb²⁺ дитиофосфатами

| Анион реагента | СП _{PbA₂} , % | Оптимальный интервал рН | Относительная ошибка, % | Оптимальный интервал концентраций, мг/мл | Относительная ошибка, % |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| (C ₂ H ₅ O) ₂ PSS ⁻ | 99,860 | 0,14 М HNO ₃ - 5,43 | 0,01 | 0,461 – 1,509 | 0,01 – 0,63 |
| (C ₇ H ₁₅ O) ₂ PSS ⁻ | 99,994 | 0,60 М HNO ₃ - 5,52 | 0,09 – 0,76 | 0,072 – 1,408 | 0,70 – 0,86 |
| (C ₁₀ H ₂₁ O) ₂ PSS ⁻ | 99,997 | 0,30 М HCl – 5,18 | 0,04 | 0,129 – 1,079 | 0,86 – 0,77 |

Исследовано мешающее влияние ионов Cu^{2+} , Ag^+ , Hg^{2+} , Hg^{2+} , Tl^{3+} , Bi^{3+} , Tl^+ , Zn^{2+} , Pd^{2+} , Co^{2+} , Sb^{3+} , In^{3+} , Ni^{2+} на определения ионов Pb^{2+} исследуемыми реагентами. При титровании смесей Hg^{2+} - Pb^{2+} , Tl^{3+} - Pb^{2+} (рис. 1), Ag^+ - Pb^{2+} , Cu^{2+} - Pb^{2+} ДЭДФК происходят два скачка, ионы Pb^{2+} титруются вторыми, что соответствует теоретическому прогнозу. На рис. 1 сплошными линиями показаны дифференциальные кривые титрования ионов Tl^{3+} и Pb^{2+} , а пунктирной линией кривая титрования смеси. В процессе титрования двухкомпонентных смесей наблюдается уменьшение скачков потенциала первого определяемого иона по сравнению с индивидуальными титрованиями. Величина первого скачка в двухкомпонентной смеси лимитирована концентрацией ионов реагента, резко уменьшающейся вследствие взаимодействия с ионами второго определяемого элемента. То же наблюдается при титровании многокомпонентных смесей. На кривой титрования смеси Tl^{3+} - Pb^{2+} наблюдается смещение скачка титрования ионов Pb^{2+} , что возможно, объясняется сорбцией этих ионов на осадке комплекса таллия. Проведены титрования ДЭДФК многокомпонентных смесей: Ag^+ - Cu^{2+} - Pb^{2+} , Ag^+ - Tl^{3+} - Cu^{2+} - Pb^{2+} (рис.2), титрующихся с тремя и четырьмя скачками потенциала, соответственно. Первыми в соответствии с рядами последовательности титруются ионы Ag^+ , вторыми ионы Tl^{3+} , третьими - Cu^{2+} и четвёртыми – ионы Pb^{2+} . Титрование ионов Tl^{3+} и Cu^{2+} диэтилдитиофосфатом сопровождается их восстановлением и образованием комплексов $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{PSSTl}$, $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{PSSCu}$ и дисульфида реагента: $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{PSS} - \text{SSP}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$.

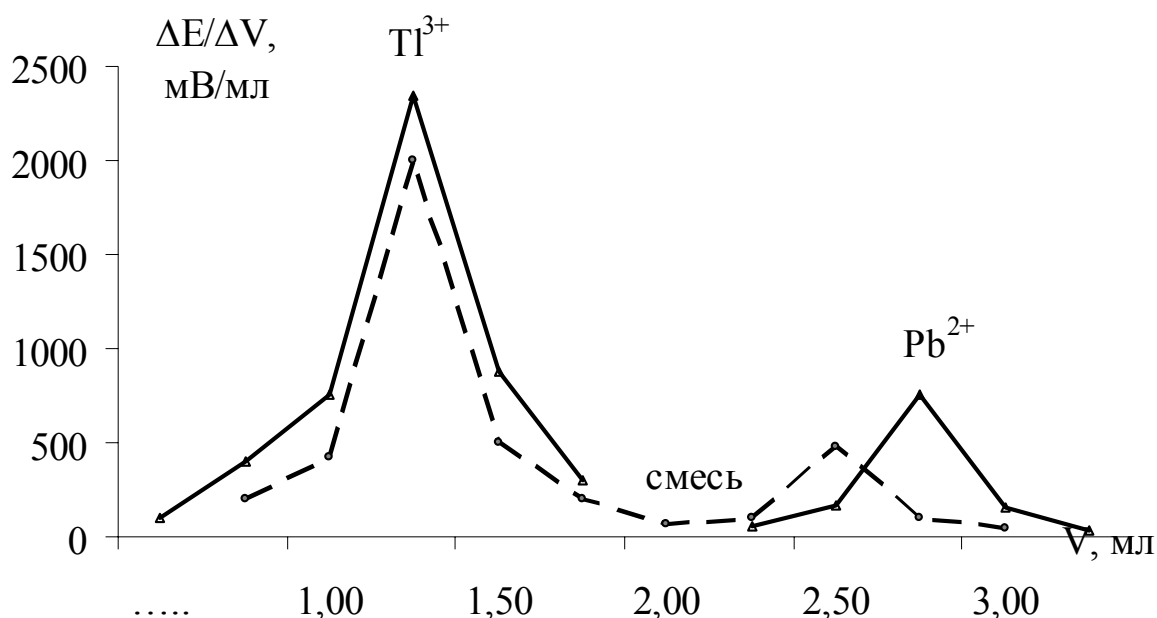


Рисунок 1 – Дифференциальные индивидуальные кривые титрования ионов Tl^{3+} и Pb^{2+} и кривая титрования их смеси раствором ДЭДФНи

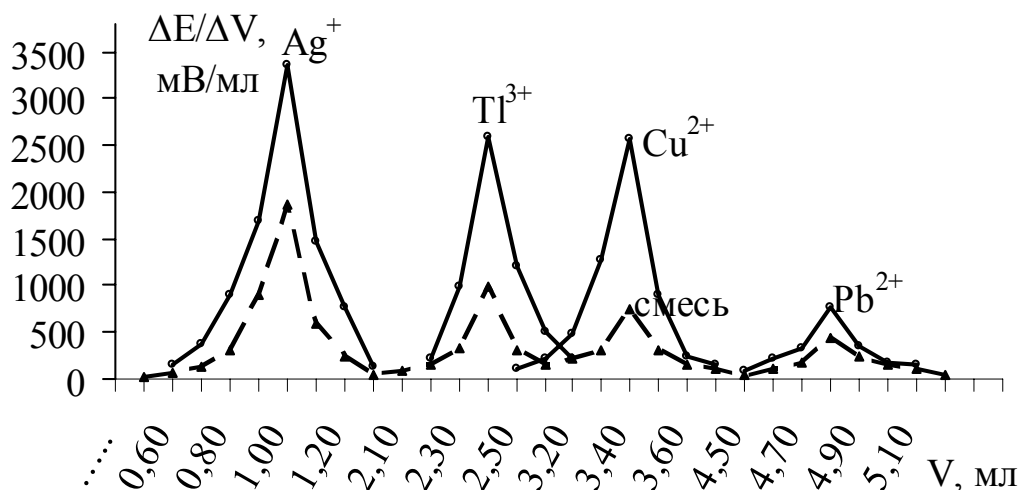


Рисунок 2 – Дифференциальные индивидуальные кривые титрования ионов Ag^+ , Tl^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} и кривая титрования их смеси раствором ДЭДФНi

Определению Pb^{2+} ДГДФК не мешают ионы Hg^{2+} , Pd^{2+} , Co^{2+} , Ag^+ , Bi^{3+} , Tl^+ , Zn^{2+} , мешают – ионы Sb^{3+} , In^{3+} . Т.е. при титровании двухкомпонентной смеси Pb^{2+} - Sb^{3+} (рис. 3) наблюдается один скачок потенциала, что соответствует теоретическому прогнозу, т.к. их $\text{СП}' = 43,84\%$, меньше порогового значения для двухкомпонентных смесей – $99,40\%$.

Титрования двухкомпонентных смесей ионов Pb^{2+} с Hg^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ ДДДФК происходят с двумя скачками в соответствии с прогнозом. По прогнозу ионы Zn^{2+} возможно оттитровать с небольшим скачком потенциала, т.к. их $\text{СП} = 99,77\%$. Это значение меньше $\text{СП}_{\text{пор}}$, но больше $\text{СП}_{\text{пред}}$ индивидуальных реакций. Это подтвердилось на практике (дифференциальная кривая для ионов Zn^{2+} (1) на рис. 4). При титровании смеси Pb^{2+} - Zn^{2+} ДДДФК наблюдаем один скачок потенциала, ионы Zn^{2+} не титруются в связи с увеличением общей ионной силы раствора двухкомпонентной смеси.

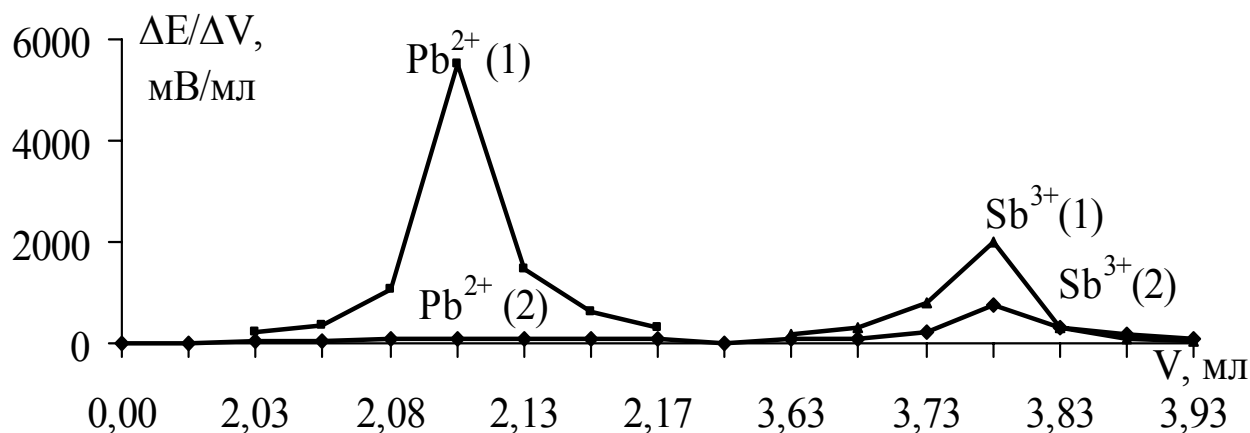


Рисунок 3 – Дифференциальные кривые индивидуальных (1) титрований ионов Pb^{2+} и Sb^{3+} и их двухкомпонентной смеси (2) раствором ДГДФК

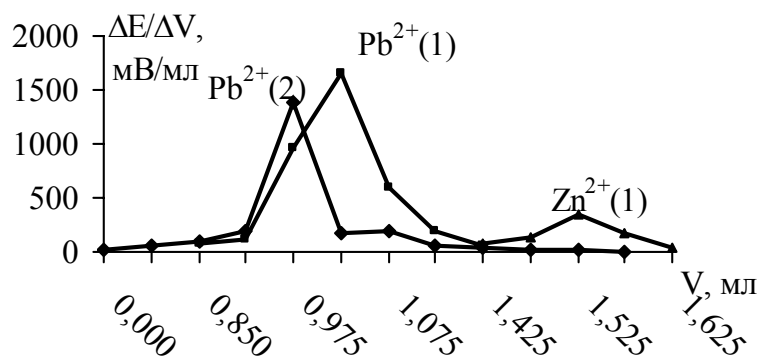


Рисунок 4 – Дифференциальные кривые титрования ионов $Pb^{2+}(1)$ и $Zn^{2+}(1)$ индивидуально, их смеси (2) раствором ДДДФК

Таким образом, в ходе проделанной работы разработаны методики индивидуального потенциометрического титрования ионов Pb^{2+} диэтил-, дигептил-, дидецилдитиофосфатами калия, исследовано мешающее влияние ионов Cu^{2+} , Ag^+ , Hg^{2+} , Hg^{2+} , Tl^{3+} , Bi^{3+} , Tl^+ , Zn^{2+} , Pd^{2+} , Co^{2+} , Sb^{3+} , In^{3+} , Ni^{2+} на определения ионов Pb^{2+} исследуемыми реагентами. Проведенные исследования показывают, что ДГДФК И ДДДФК позволяют определять ионы Pb^{2+} в более широком интервале рН и концентраций, чем ДЭДФК. Экспериментальные данные полностью подтверждают теоретический прогноз.

Библиографический список

1. Чеботарёв В.К. Прогнозирование в титриметрических методах анализа с использованием реакций комплексообразования и осаждения: Монография. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та. 1999. 114с.
2. Чеботарёв В.К. Прогнозирование возможностей, направленное получение и практическое использование серосодержащих реагентов в потенциометрическом анализе. Дисс. в виде науч. доклада ... доктора хим. наук. Барнаул: Алтайский госуниверситет. 2003. 57 с.

УДК 543.245

О ВОЗМОЖНОСТЯХ КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ С ПОМОЩЬЮ РТУТНО-КОМПЛЕКСОНАТНОГО ЭЛЕКТРОДА

Терентьев Р.А., Пасека А.Е., Полякова И.Ю.

Научные руководители: д.х.н., профессор В.К. Чеботарев,
к.х.н., доцент Е.Г. Ильина

*Алтайский государственный университет
г. Барнаул*

Комплексонометрический метод может быть использован для

определения макро- и микроколичеств широкого круга ионов металлов прямым титрованием.

Согласно литературным данным [1, С. 159-311], возможно прямое либо обратное титрование ЭДТА более 40 неорганических катионов металлов и металлоидов, а также косвенного определения неметаллов и некоторых функциональных группировок в органических соединениях. Известны данные о константах устойчивости 44 комплексонов, из них возможно прямое определение объемными методами 38, остальные 6 можно определять косвенно, например, Rb^+ и Tl^+ [2, С. 328-329,³, с. 40].

Определение индивидуальных форм элемента в растворе с помощью ЭДТА в подавляющем большинстве случаев не является проблемой, так как условия таких определений разрабатывались с 30-40-х гг прошлого века. В литературе описано множество вариантов маскирования, выделения определяемого компонента, требуемых для определения границ рН, минимальных определяемых концентраций, способов индикации точки эквивалентности.

Одним из значительных недостатков метода является частая невозможность применения иного вида индикации, кроме визуальной (фотометрической). Это приводит к жестким требованиям к условиям проведения анализа, так как используемые в этом случае металлоиндикаторы имеют очень ограниченный диапазон рабочих значений рН. В свою очередь, гидролиз определяемых компонентов при таких условиях часто протекает уже достаточно глубоко, поэтому для его предотвращения в анализируемый раствор дополнительно вводят комплексообразователи, что снижает условную константу реакции и чувствительность методики. Выходом из такой ситуации может стать применение альтернативных методов регистрации точки эквивалентности – таких, как электрохимические. Потенциометрическая регистрация может проводиться по окислительно-восстановительному потенциалу определяемого иона, если в растворе присутствуют одновременно окисленная и восстановленная формы этого иона, либо по концентрации комплексона. В этом случае можно использовать ртутно-комплексонатный электрод или ему подобные. С его помощью можно определять как индивидуальные катионы, так и в перспективе их смеси. Способ известен сравнительно давно, хотя до сих пор слабо разработан, его изучение представляется довольно перспективным.

Ртуть(II) способна образовывать довольно прочные комплексы с ЭДТА ($\lg\beta=21,8$). К тому же металлическая ртуть в присутствии собственных ионов и ионов, образующих с ней прочные соединения, способна функционировать в качестве электродов I, II, III родов, подчиняясь уравнениям Нернста для соответствующих случаев[4, С. 58]. Ртутно-комплексонатный электрод образуется из электрода с донной ртутью или ртутной пленкой в присутствии малых количеств Hg^{2+} или HgY^{2-} во время титрования. При этом принято различать два случая:

1. Определяемые катионы образуют более прочные комплексы, чем электроактивный компонент (Hg^{2+}). Тогда до т. э. в реакцию вступает практически только определяемый неэлектроактивный ион, а после завершения этой реакции и достижения т. э. в реакцию вступают ионы ртути(II). Фактически, ртутный электрод до т. э. будет функционировать как электрод I рода, а после т. э. – как электрод II рода.

2. Электроактивный компонент образует более прочные комплексы, чем определяемые катионы. В этом случае до т. э. присутствует электродная система III рода, а после т. э. – II рода.

Использование данного электрода в качестве индикаторного дает массу преимуществ:

- Расширение диапазона допустимых условий анализа.
- Возможность количественной фиксации рабочих данных.
- Возможность анализа мутных или окрашенных образцов.
- Возможность анализа многокомпонентных смесей при неизменных условиях.

Исходя из указанных выше закономерностей, был произведен теоретический расчет возможности применения известных ранее комплексонометрических методик с визуальной индикацией к. т. т. в потенциометрическом варианте, граничных условий их применения и последовательного анализа ионов в их смесях. Для этого были произведены расчеты теоретических кривых титрования, условных констант и степеней протекания реакций, протекающих в точке эквивалентности. При СП меньше 99,71% скачки на теоретических кривых отсутствовали, определение считалось невозможным [5, С. 308-310].

В таблице 1 указаны условия реально существующих методик комплексонометрического анализа различных элементов с учетом применяемого металлоиндикатора [1, С. 159-311], а также расчетные условия анализа с использованием электрохимической индикации конечной точки титрования и условные константы равновесия в середине интервала допустимых значений кислотности. Учтены условные константы реакций в зависимости от рН, а также в некоторых случаях от присутствия буферного раствора соответствующей концентрации. В качестве реакционноспособной формы был принят полностью диссоциированный этилендиаминтетраацетат-ион [6, С. 306-313].

Таблица 1 – Методические и расчетные границы рН комплексонометрического анализа различных элементов и условные константы равновесия аналитической реакции

| Ион | Условия [1, С. 159-311] | Границы рН (расчетные) | $\lg\beta^y$ (при рН) | $\lg\beta^p_{\text{табл}}$ |
|------------------|--|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Mg^{2+} | рН=9,5-10 (Эриохром черный Т) | 8,2-13,5 | 8,91(10,8) | 9,12 |
| Ca^{2+} | рН=9,5-10 (Эриохром черный Т), 12(мурексид), 11(металлфталейн) | 6,8-9,8 | 8,62(8,3) | 10,59 |

Продолжение таблицы 1

| Ион | Условия [1, С. 159-311] | Границы рН (расчетные) | $\lg\beta^y$ (при рН) | $\lg\beta^p$ табл |
|-----------|--|--|----------------------------|-------------------|
| Ba^{2+} | рН=10 (Эриохром черный Т) , 11(металлфталейн) | 9,7-10,4 | 7,36(10,05) | 7,78 |
| Al(III) | рН=3 (CuY-ПАН), 5-6 (салициловая кислота) | 3,5-4,5 | 7,98(4,0) | 16,5 |
| Th(IV) | 2 (пирокатехиновый фиолетовый) | 0,8-3,3 | 11,99 (2,05) | 25,3 |
| Mn^{2+} | рН=9,5-10 (Эриохром черный Т) | 6,5-11,6 (амм.буфер) | 9,80(9,05) | 14,04 |
| Fe(III) | рН=2-3 (тирон, сульфосалициловая кислота) | 1-3,6 | 11,38(2,3) | 24,23 |
| Co^{2+} | рН=6 (мурексид) | 3,5-6,5 | 9,93(5,04) | 16,31 |
| Ni^{2+} | рН=7-12 (мурексид) | 7,1-14 (амм.буфер), 2,6-7,0 | 10,02(10,55) 11,77(4,8) | 18,62 |
| Cu^{2+} | рН=7-8 (мурексид), 5 (ПАН) | 4,6-12,8 (амм.буфер), 2,8-7,5 (ац. буфер) | 12,84(8,7) 11,95(5,15) | 18,8 |
| Zn^{2+} | рН=10 (Эриохром черный Т), 4-5 (дитизон) | 7,8-10,4 (амм.буфер) | 8,31(9,1) | 16,26 |
| Cd^{2+} | рН=10 (Эриохром черный Т), 4,5-6 (дитизон) | 5,1-10,2 (амм.буфер) | 10,72(7,65) | 16,46 |
| Ga(III) | 1,6-2 (CuY-ПАН) | 2,1-2,5 | 8,99(2,85) | 20,5 |
| In(III) | рН=10 (Эриохром черный Т+вин. к-та), 2,3-2,5;7-8 (ПАН) | 1,1-3,6 | 11,47(2,35) | 25,3 |
| Tl(III) | рН=10 (Эриохром черный Т) | 0,9-4,4 | 13,29(2,65) | 37,8 |
| Pb^{2+} | рН=10 (Эриохром черный Т+вин. к-та), 5-6 (CuY-ПАН, ксиленоловый оранжевый) | 2,9-8, 3,5-9(тарtrat) | 12,32(6,25) 12,39(5,45) | 18,04 |
| Bi(III) | рН=1,5-2,5 (пирокатехиновый фиолетовый) | 0,2-2,4 | 10,99(1,3) | 27,4 |

Таким образом, известны методики прямого определения 17 неорганических катионов. Анализ данных приведенной таблицы показывает, что зачастую диапазоны рН, при которых возможно проведение аналитического определения, значительно шире заданных в методике. Преодоление таких ограничений становится возможным благодаря использованию электрохимической индикации конечной точки титрования. И хотя не всегда удается рассчитать достоверные граничные условия проведения анализа, особенно при использовании буферных смесей, использование значений рабочего диапазона рН, близких к центральным, практически никогда не противоречит существующим методикам. Следует учесть, что выше приведены лишь условия анализа тех ионов, для которых

известны варианты прямого определения с индикатором. Вполне возможно, что с использованием ртутно-комплексонатного электрода удастся найти методики прямого титрования и других ионов.

Еще одно из больших преимуществ этого электрода – возможность определения в смеси 2 или более катионов последовательно в одних и тех же условиях, например, Tl(III)- Ga(III).

Библиографический список

1. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование / Г. Шварценбах, Г. Флашка. – М.: Химия, 1970. –360 с
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. –448 с
3. Чеботарев В.К. Прогнозирование в титриметрических методах анализа с использованием реакций комплексообразования и осаждения: Монография / В.К. Чеботарев. –Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1999. –114 с
4. Агасян П.К. Методические разработки к спецкурсу «Потенциометрия и потенциометрическое титрование» / П.К. Агасян, Е.Р. Николаева: метод. пособие. –М.: 1976. –138 с
5. Терентьев Р.А. // Интеллектуальный потенциал ученых России: сборник научных трудов сибирского института знанияеведения. – Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2008. –Вып. VIII. –С. 308-310
6. Скуг Д. Основы аналитической химии. В 2 т. / Д. Скуг, Д. Уэст; пер. с англ. –М.: Мир, 1979. –Т.1. – 480 с

УДК 81+31.15.00+ 29.19.00+539.2

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ СПИНТРОНИКИ: НАНОСЛОИ GaAs, ДОПИРОВАННЫЕ Mn

Земцова Ю.В., Комаровских Н.В., Беляева Н.А.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Безносюк С.А.

Алтайский государственный университет

г. Барнаул

В спинтронике, которая является дальнейшим логическим развитием традиционной электроники, электрон используется не просто как носитель заряда, а в качестве частицы, обладающей одновременно такой квантовой характеристикой, как спин, то есть внутренним моментом количества движения и связанным с ним магнитным моментом.

Чтобы материал можно было использовать в качестве источника или среды для спин-поляризованных электронов, он должны удовлетворять некоторым условиям. Во-первых, он должны быть ферромагнетиком с достаточно высокой точкой Кюри, желательно выше комнатной температуры. Далее, он должен проводить ток и представлять собой либо

металл, либо полуметалл, либо полупроводник. Наконец, он должен быть высокотехнологичен для того, чтобы, помимо керамики, его можно было получать в виде кристаллов и слоев достаточно высокой чистоты.[1, С. 8-23]

В качестве таких материалов можно назвать алмазоподобные полупроводниковые соединения типа A^3B^5 .

При переходе от элементарных веществ к бинарным при сохранении sp^3 -гибридизации также может возникнуть тетраэдрическая координация, в виде пространственной решетки типа сфалерита. Структуры алмаза и сфалерита описываются одной решеткой Бравэ – гранецентрированным кубом.

В качестве соединения A^3B^5 был взят GaAs.[2, С. 12-14] Постоянная решетки арсенида галлия равна 5,65 Å.

Контролируемое введение атомов переходных элементов, например Mn, в катионную подрешетку GaAs в результате изменения зонной структуры способно обеспечить переход материала в ферромагнитное состояние с сравнительно высокой точкой Кюри при сохранении основных полупроводниковых параметров, что делает данные соединения перспективными материалами спинтроники.

При незначительном содержании Mn, до 4 масс.% образцы, идентифицируются методом рентгенофазного анализа, как однофазные. Согласно данным рентгенофазного анализа, для образцов с содержанием Mn более 4 масс. % наблюдаются следы фазы MnAs.

Кристаллическая решетка MnAs – относится к орторомбической сингонии с параметрами решетки: $a = 6,39 \text{ Å}$, $b = 5,64 \text{ Å}$, $c = 3,63 \text{ Å}$, $\alpha = 90,0^\circ$, $\beta = 90,0^\circ$, $\gamma = 90,0^\circ$.

Целью нашего эксперимента было построение компьютерных моделей структуры GaAs и структур GaAs допированных Mn, а также квантово-механический расчет данных структур.

Для построения точных геометрических моделей в модуле «*Crystals*» программного пакета *HyperChem 6.0* требовались параметры ячеек GaAs и MnAs, и кристаллографические координаты атомов в этих ячейках.

Структуры полупроводников, допированные Mn, были получены путем замены Ga, в структуре GaAs сначала на атомы Mn в определенных концентрациях при сохранении алмазоподобной структуры, а затем замены части структуры полупроводников на фрагменты ячейки MnAs. Структуры полупроводников представляли собой пленку с размерами 20x20x2 элементарные ячейки, что составило 6400 атомов. В допированные системы было введено 100, 200, 248, 264, 288, 320, 400 атомов Mn. На рисунке 1 приведен пример распределения 288 атомов Mn в структуре GaAs в алмазоподобной структуре и структуре с включениями решетки MnAs.

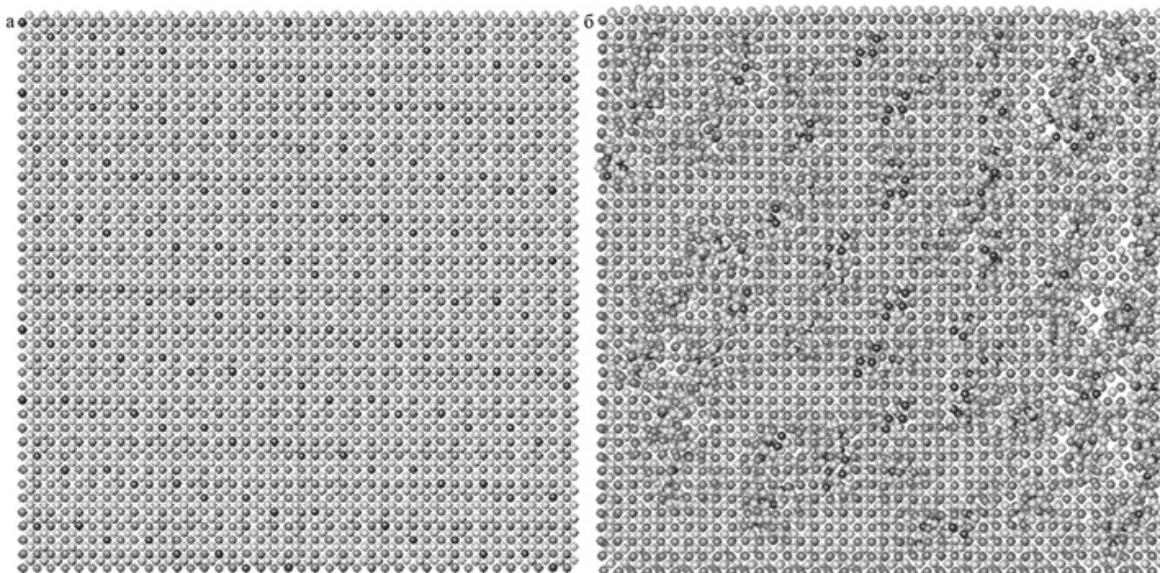


Рисунок 1 – Распределение 288 атомов Mn в структуре GaAs.
 а – алмазоподобная структура. б – структура с включениями решетки MnAs

Для проведения квантово-механического расчета полученных структур использовался метод функционала плотности, для расчета параметров связи пар атомов составляющих структуру (таблица 1), и метод наискорейшего спуска по поверхности потенциальной энергии связи (ППЭС) атомов системы, в их конфигурационном пространстве, позволяющий исследовать релаксацию ППЭС представлена в виде суперпозиции термов парных межатомных взаимодействий:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M S_{ij} \varepsilon_{ij}(r_{ij})$$

где M – общее число атомов кластера, S_{ij} – элемент матрицы смежности его связевого графа, ε_{ij} – термы взаимодействия i – ого с j – ым атомов, в качестве которых использовались аппроксимации связей потенциалом Морзе, r_{ij} – межатомные расстояния [3, С. 72-77].

Таблица 1 – Параметры связей пар атомов входящих в структуру полученные методом функционала плотности

| Связь | $-U, \text{eV}$ | R, a_0 | $\omega, 1/\text{cm}$ |
|-------|-----------------|----------|-----------------------|
| As-As | 3,6532 | 4,7 | 320 |
| As-Mn | 2,4034 | 4,7 | 306 |
| As-Ga | 2,1771 | 5,0 | 241 |
| Mn-Ga | 1,3685 | 5,0 | 220 |

Параметры связи полученные методом функционала плотности были использованы в процессе оптимизации структур. Анализ полученных данных на основе арсенида галлия показал:

1. при введении Mn в структуру полупроводника, энергия решетки

понижается.

2. при образовании зародышей новой фазы MnAs, в размере 1 элементарной ячейки энергия всей структуры понижается, но при образовании более крупных зародышей энергия начинает повышаться, что свидетельствует о выгоде равномерного распределения Mn по всей структуре полупроводника.

3. при образовании в структуре полупроводника зародышей новой фазы MnAs – ухудшает полупроводниковые свойства образцов, что препятствует их использованию в качестве материалов спинтроники.

4. при увеличении концентрации Mn в образце возрастает вероятность образования крупных зародышей новой фазы MnAs – что свидетельствует о необходимости использования разбавленных полупроводников.

Устройства, созданные на основе спинтроники, обещают решить многие и существующие, и ожидаемые в ближайшем будущем проблемы традиционной микроэлектроники: энергонезависимость, уменьшение энергопотребления, увеличение плотности логических элементов и скорости обработки данных. Современные устройства микроэлектроники основаны на токе зарядов. Возможно, в будущем будут созданы аналогичные устройства на токе спинов. Предполагается, что устройства спинтроники будут иметь большую скорость и меньшую энергию переключения. Эта область нанотехнологий обещает привести к созданию миниатюрных электронных устройств, принципиально отличных от нынешних, обладающих высоким быстродействием, малыми размерами и малым энергопотреблением.

Библиографический список

1. Бойчук С.В. Синтез и свойства магнитных материалов на основе соединений CuGaTe_2 и CdGeAs_2 со структурой халькопирита: автореферат дис. ... кандидата химических наук. – Москва, 2006. – 123с.

2. Фомина Л.В. Физико-химические аспекты формирования нанослоевых структур контактов Ir-GaAs n-типа в условиях халькогенной пассивации поверхности полупроводника и электрохимического осаждения металла : диссертация ... кандидата химических наук. – Барнаул, 2003. – 180с.

3. Безносюк С.А., Потекаев А.И., Жуковский М.С., Жуковская Т.М., Фомина Л.В. Многоуровневое строение, физико-химические и информационные свойства вещества. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 264с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛАКОВ ВЕРХНЕГО ЯРУСА ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ ЛИДАРОМ

Насонов С.В.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор И.В. Самохвалов

*Томский государственный университет
г. Томск*

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию оптических свойств облаков верхнего яруса (ОВЯ). Большая горизонтальная протяженность (сотни – тысячи километров) свидетельствует об их существенном влиянии на радиационный баланс нашей планеты. Однако в настоящее время нет достоверной оптической модели, учитывающей ориентацию кристаллов в перистых облаках. Главная причина – отсутствие инструментальных средств определения параметров ориентации несферических частиц в атмосфере и, как следствие, отсутствие количественных данных.

Авторами работы [1, с. 34–58] разработан метод лазерного поляризационного зондирования, с помощью которого можно определить, как ориентированы кристаллические частицы в облаках, по изменению элементов матрицы обратного рассеяния света (МОРС).

С апреля 2009 г. в лаборатории лазерного зондирования Томского государственного университета проводятся эксперименты по оперативному измерению поляризационных характеристик облаков на модернизированном высотном лидаре.

Данный эксперимент заключается в последовательной посылке передатчиком излучения с четырьмя различными состояниями поляризации и регистрации рассеянного средой излучения при четырех различных положениях поляризационных элементов приемника. Таким образом, получается 16 высотных профилей интенсивности обратно рассеянного излучения, а затем рассчитывается МОРС. Время измерения этих 16 профилей составляет 4 – 16 минут, что соответствует накоплению по 100 и по 500 импульсов лазера, при частоте следования импульсов 10 Гц.

В настоящее время накоплен достаточно большой массив данных МОРС. На рисунках приведены высотные профили, полученные 21 января и 23 апреля 2010 г. Видно, что на высотах 10,5 и 11 км наблюдалось увеличение интенсивности обратного сигнала, что соответствует наличию облаков на данных высотах. Также на рисунках обозначены матрицы для трех высот: перед облачным слоем, в слое и после него.

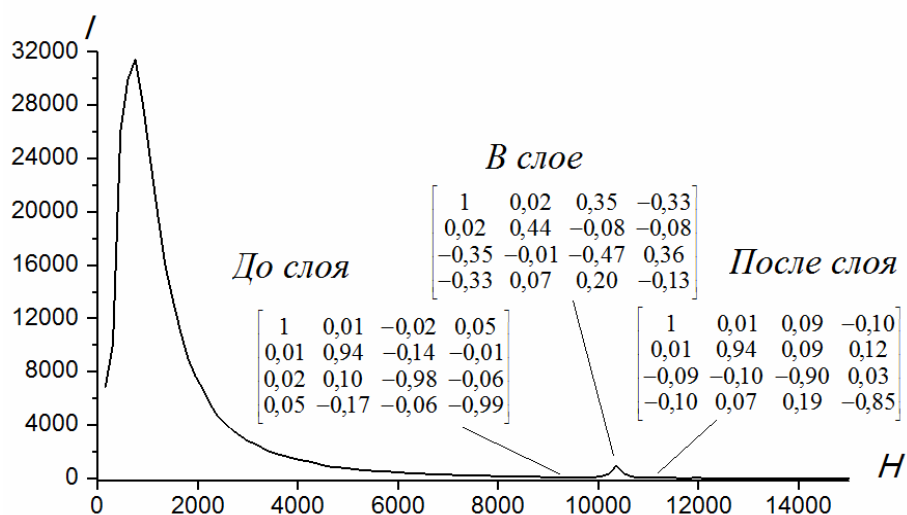


Рисунок 1 – Высотный профиль с обозначенными на нем матрицами обратного рассеяния света, соответствующие трем различным высотам: до облака, в облаке и после него. По оси X – высота в метрах, по оси Y – интенсивность

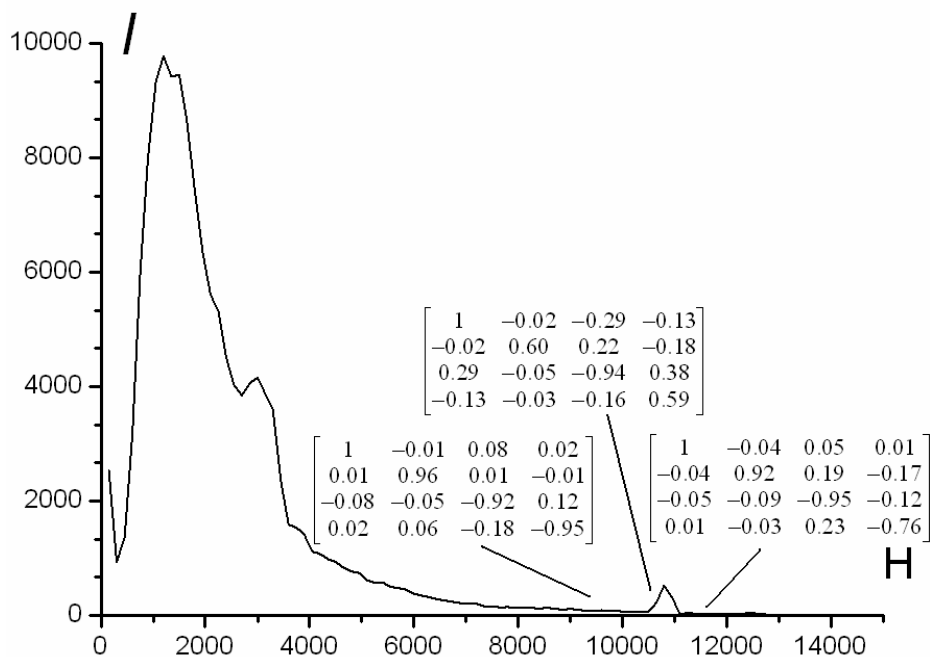


Рисунок 2 – Высотный профиль с обозначенными на нем матрицами обратного рассеяния света, соответствующие трем различным высотам: до облака, в облаке и после него. По оси X – высота в метрах, по оси Y – интенсивность

Матрицы до и после слоя соответствуют чистой (молекулярной) атмосфере и не диагональные элементы близки к нулю.

На основании данных лазерного зондирования ОВЯ выдвинута гипотеза о влиянии пульсаций скорости ветра на ориентацию в пространстве несферических частиц [1, с. 34–58]. Для проверки этой гипотезы необходимо одновременно получать информацию об ориентации частиц и определять характеристики воздушных потоков на нижней границе облаков (НГО).

Для получения оперативной информации о скорости движения атмосферных неоднородностей предлагается использовать лазерный корреляционный метод, реализующий корреляционные принципы измерения скоростей [2]. Атмосферные неоднородности нестабильны во времени и пространстве. Под действием воздушных потоков они постоянно перемещаются, благодаря чему и существует возможность оценки скорости ветра. Перспективы применения корреляционных методов для определения скорости движения динамических объектов, в частности облаков, мало изучены. Это связано, прежде всего, с отсутствием данных о структуре атмосферных неоднородностей.

Для определения скоростей воздушных потоков вблизи облаков возможно использование данных, получаемые с искусственных спутников Земли.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект № 2.1.1./6939, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, заявка НК-487П/4) и Федерального агентства по науке и инновациям ГК № 02.518.11.7156.

Библиографический список:

1. Кауль Б.В., Самохвалов И.В. Поляризационные лидарные измерения характеристик атмосферных аэрозолей. // Региональный мониторинг атмосферы. Ч.2. Новые приборы и методики измерений. Под общей ред. М.В. Кабанова. Томск: Издательство СО РАН 1997, с. 34–58.
2. Орлов В.М., Матвиенко Г.Г., Самохвалов И.В. и др. Применение корреляционных методов в атмосферной оптике. Новосибирск: Наука, 1983 г

УДК 537.9

НОВЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ, СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ФИЗИКИ

Столбоушкина О.А., Филипьев Р.А.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Многokратное увеличение быстродействия, повышение уровня интеграции и расширение функциональных возможностей в электронике, оптике, робототехнике, материаловедении, биологии, информатике и др. областях науки и техники возможно на основе нанотехнологии – науки об управлении процессами на уровне атомов и молекул.

Просвечивающая электронная микроскопия

Вряд ли остался какой-либо сектор исследований в области биологии и

материаловедения, где бы не применялась просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ); это обеспечено успехами техники приготовления образцов. Вершиной классической физики была теория электромагнитного поля, которая объяснила распространение света, возникновение электрических и магнитных полей, движение заряженных частиц в этих полях как распространение электромагнитных волн. Волновая оптика сделала понятными явление дифракции, механизм формирования изображения и игру факторов, определяющих разрешение, в световом микроскопе. Успехам в области теоретической и экспериментальной физики мы обязаны открытием электрона с его специфическими свойствами. Эти отдельные и, казалось бы, независимые пути развития привели к созданию основ электронной оптики, одним из важнейших приложений которой являлось изобретение ЭМ [1].

Электронный микроскоп, прибор, который позволяет получать сильно увеличенное изображение объектов, используя для их освещения электроны. Электронный микроскоп (ЭМ) дает возможность видеть детали, слишком мелкие, чтобы их мог разрешить световой (оптический) микроскоп. ЭМ – один из важнейших приборов для фундаментальных научных исследований строения вещества, особенно в таких областях науки, как биология и физика твердого тела. Существуют три основных вида ЭМ. Первый высоковольтный электронный микроскоп был разработан Манфредом фон Арденне в 1941-1942 г.г. в Дрездене, позволяющий исследовать металлы при высоких температурах [2,С.55]. В 1950-х годах был изобретен растровый (сканирующий) электронный микроскоп (РЭМ), а в 1980-х годах – растровый туннельный микроскоп (РТМ). Эти три вида микроскопов дополняют друг друга в исследованиях структур и материалов разных типов [1].

Сканирующая электронная микроскопия

В последние десятилетия сканирующая (растровая) электронная микроскопия перестала быть инструментом только «высокой» науки, превратившись в достаточно привычный атрибут современных заводских лабораторий для многих отраслей промышленности. Уже невозможно представить себе быстрое и точное решение ряда прикладных задач без использования сканирующей электронной микроскопии. Вместе с тем этот метод остается незаменимым и для исследовательских лабораторий, несмотря на конкуренцию со стороны различных видов сканирующей зондовой микроскопии (сканирующей туннельной, атомно-силовой, электросиловой, магнитно-силовой и др.). Сканирующие электронные микроскопы применяют для анализа материалов в машиностроении, в электронной и полупроводниковой промышленности, в биологии, химии и медицине. Широта применения этого метода обусловлена его высокой информативностью и универсальностью, а также простотой и удобством управления современным оборудованием.

Сканирующая электронная микроскопия обладает рядом преимуществ

по сравнению с другими методами. Например, по сравнению с традиционной световой микроскопией она отличается значительно большими разрешающей способностью и глубиной резкости; относительной легкостью в интерпретации полученных изображений благодаря их трехмерному представлению; возможностью подключения дополнительных приборов для анализа в микродиапазоне при достаточной простоте в адаптации и управлении этими приборами. Также необходимо отметить сравнительно низкие требования к пробоподготовке.



Рисунок – Конструкции современных микроскопов: а) сканирующий электронный микроскоп; б) просвечивающий электронный микроскоп

Сканирующая электронная микроскопия позволяет исследовать существенно большие участки поверхности; работать с сильно рельефными поверхностями; использовать значительно более широкий диапазон увеличений; получать информацию не только о поверхности, но и о прилегающих к поверхности «подповерхностных» слоях.

В течение последнего десятилетия область применения сканирующих электронных микроскопов значительно расширилась благодаря внедрению технологий получения регулируемого давления в рабочей камере. Это позволило наблюдать под микроскопом и проводить не вызывающие артефактов и разрушений исследования и анализ сильно загазованных, загрязненных, влажных и непроводящих образцов. Ранее такие объекты в естественном виде были практически непригодны для исследований в камере электронного микроскопа и требовали специальной, часто длительной и сложной подготовки, в большинстве случаев вносящей искажения в результаты [3].

Металлы будущего в мире науки и техники и перспективы развития физического материаловедения

В многоцветной палитре металлических материалов сталь еще долго будет занимать самое видное место. Однако сейчас все активнее входят в

жизнь новые сплавы с совершенно особыми свойствами. Наряду с высокой прочностью, упругостью и другими превосходными механическими свойствами новые сплавы обладают, например, сверхпроводимостью или сверхпластичностью. Эти материалы уже не укладываются в рамки наших традиционных представлений – они характерны скорее для техники будущего. Разумеется, и в будущем конструкторы потребуют от металлических материалов прочности, коррозионной стойкости, хорошей обрабатываемости и т. д., и металлурги будут неустанно разрабатывать все более прочные, стойкие к коррозии и лучше обрабатываемые сплавы. Но сегодня этим уже ни в коей мере не ограничиваются замыслы ученых и потребности инженеров.

Сейчас в материаловедении возникло новое направление, оно состоит в том, чтобы придать материалам совершенно не свойственные им качества. Например, предпринимаются попытки получить металлические сплавы, прозрачные для света, или создать металлические материалы, у которых свойства меняются в зависимости от условий нагружения. Даже весьма осторожно сформулированные ведущими металлургами и металловедом представления о будущих сплавах порой не менее поражают воображение, чем вымыслы писателей-фантастов. Однако эти представления основаны на глубоком научном анализе.

В поисках новых решений исследователи наталкиваются на открытия, сделанные столетиями раньше, когда их никто еще не мог оценить по достоинству. Многие из этих «старых» открытий приобрели новое значение после того, как удалось перейти от научных экспериментов к техническому и хозяйственному использованию материалов. Но для этого наука и техника должны были достигнуть соответствующего уровня развития.

Нередко к одной и той же цели ведут разные, на первый взгляд даже противоположные пути. Типичный пример – поиски путей повышения прочности металлических материалов. Несколько упрощая картину, можно сказать, что одни ученые с этой целью выращивают почти идеальные металлические кристаллы, свободные от дефектов или, во всяком случае, содержащие их возможно меньше, другие же, напротив, стремятся увеличить плотность дефектов в кристаллической решетке металла. Непосвященному может показаться, что представители этих двух научных направлений должны вести между собой непримиримую войну. Но на самом деле они работают мирно и дружно, потому что оба направления имеют одну и ту же научную основу – теорию дислокаций.

Именно дислокации, т. е. определенные дефекты кристаллической решетки, способные перемещаться под действием сил, являются в металле носителями пластичности. Без дислокаций пластическая деформация невозможна или наступает только при напряжении, приблизительно в тысячу раз большем того, которое требуется при наличии свободных дислокаций. Следовательно, чтобы повысить прочность (т.е. сопротивление пластической деформации), нужно либо уменьшать количество дислокаций

вообще, что и делают одни исследователи, либо попытаться закрепить имеющиеся в металле свободные дислокации, тем самым отняв у них функцию носителей пластичности, – этим занимаются другие [1].

Чтобы понять, как происходит закрепление дислокаций, следует исходить из того, что дислокации, взаимодействуя друг с другом, зацепляются и теряют способность двигаться, оставаясь неподвижными даже при возрастании нагрузки. Таким образом, вводя в кристаллическую решетку инородные атомы либо подвергая металл определенной термической обработке (или же используя оба способа совместно), можно закрепить свободные дислокации атомами примесей и их скоплениями и улучшить прочностные свойства металла.

В ближайшие десятилетия развитие технологии материалов, по-видимому, приведет к радикальным изменениям, как в процессах получения металлов, так и в изготовлении из них полуфабрикатов, т.е. листов, полос, профилей, труб.

Библиографический список

1. [Электронный документ] http://www.rfbr.ru/old/pub/vestnik/V4_99/-1_3.htm
2. Беккерт М. Мир металла [Текст] / Беккерт М. Пер. с нем. М. Я. Аркина / Под ред. В.Г. Лютцау. – М.: Мир, 1980. 152с.
3. Криштал М.М. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения. [Текст] / Ясников И.С., Полунин В.И., Филатов А.М., Ульяновков А.Г. Под общей редакцией М.М. Криштала. – Москва: Техносфера 2009. - 208 с.

II. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 669.1.004.82

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА И РЕЖИМОВ ПРЕССОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ БРИКЕТОВ ИЗ БУРОУГОЛЬНОГО ПОЛУКОКСА

Карпова А.И., Агеева В.В., Нуждова О.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ливенец В.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Значительный интерес для промышленности представляет буроугольный полукокс (БПК) из углей Канско-Ачинского бассейна (КАБ). БПК этих углей отличается значительно меньшей их стоимостью по сравнению, например, с кузнецкими углями. Обладая всеми известными преимуществами бездымного топлива, он, в то же время, имеет чрезвычайно высокую внутреннюю поверхность и реакционную способность (последняя в 5-10 раз выше, чем у каменноугольного кокса), относительно невысокую зольность.

Используемые в России в опытно-промышленном масштабе способы получения буроугольного полукокса (БПК) позволяют производить из канско-ачинских углей преимущественно мелкозернистый продукт. Однако в ряде случаев потребитель предъявляет определенные требования к крупности углеродистого материала, что связано с необходимостью окускования мелкозернистого БПК, например, методами гранулирования или брикетирования.

В лаборатории кафедры ТФ и ПЭ СибГИУ были получены и исследованы брикеты из мелкозернистого БПК, а также его смесей с кузнецкими углями. В качестве связующих в опытах использовались жидкие концентраты лигносульфонатов, растворы жидкого стекла и мелассы.

Исходные компоненты загружали в смеситель и смешивали их в течение 9 минут. Затем производили дозировку этой смеси на порции по 50 г. Полученные порции поступали на прессование в пресс под давлением 35Мпа, что соответствует давлению обычно оказываемому на брикет в вальцевом прессе. После прессования получали брикеты цилиндрической формы со следующими размерами: высота 20 мм, диаметр 50 мм, масса брикета 50 г. Затем брикеты помещали в сушильный шкаф. Сушка осуществлялась при температурах 120-140⁰С в течение часа. Высушенные брикеты подвергались взвешиванию, и параллельно измерялась остаточная влажность.

Важным критерием оценки пригодности материала для использования

в металлургии является механическая прочность. Отсюда вытекает необходимость объективной ее оценки. Механическую прочность металлургических материалов определяют по трем показателям: прочности на сбрасывание, прочности на раздавливание и истирание. При этом комплексным, т.е. наиболее представительным методом является испытание прочности брикетов на сбрасывание. Его мы и использовали для первоначальной оценки прочности брикетов.

Были получены положительные результаты, и поэтому была поставлена задача найти оптимальные значения технологических факторов, для чего исследовать влияние этих факторов на прочность брикетов.

В связи со специфическими свойствами БПК (прежде всего, чрезвычайно развитой его внутренней поверхностью), можно было ожидать повышенного расхода связующих при его брикетировании. Поэтому была изучена возможность получения брикетов из смесей БПК с кузнецкими углями при брикетировании которых расход связующих, как правило, заметно ниже.

Несмотря на то, что БПК был достаточно тонкодисперсным, брикеты на его основе получались неплотными и непрочными и были пронизаны сетью поперечных трещин. И только предварительный тонкий помол БПК до крупности менее 200-300 мкм позволил устранить эти дефекты.

Применение в опытах сухого БПК даже при повышенных расходах связующего (до 20%) не позволяло получать достаточно пластичную смесь для прессования. Поскольку дальнейшее увеличение расхода связующего было бы крайне нерациональным, прибегли к их разбавлению водой (обычно в соотношении 1:1). Другим возможным вариантом в данном случае является предварительная пропитка БПК водой. Для обоих вариантов введения воды в брикетируемую смесь ее оптимальная влажность должна составлять примерно 25%.

Применение для брикетирования углеродистых смесей, включавших 50-70% тонкоизмельченного БПК и 30-50% кузнецких углей позволило получить брикеты с достаточно высокой прочностью на сбрасывание 80,5-99,0% по классу >25 мм и 91,0-99,0% по классу >10 мм при одновременном снижении расхода связующих с 20% до 15%.

Пористость брикетов изменялась в довольно широких пределах – от 20,0 до 45,1% и была наибольшей для брикетов из 100% БПК и из его смесей с углями Г и Д [2].

Результаты эксперимента нами были обработаны на компьютере и найдены зависимости прочности от состава брикета, в том числе, и в виде уравнений регрессии.

Из полученных зависимостей можно сделать выводы:

1. Брикеты на основе исходного БПК получают неплотными и непрочными и пронизаны сетью трещин. Предварительный тонкий помол БПК до крупности менее 200-300 мкм позволяет устранить эти дефекты и получить брикеты удовлетворительной прочности. Поэтому для

использования и исследований рекомендованы брикеты с предварительным помолом исходных материалов.

2. Оптимальная влажность брикетируемой смеси должна составлять примерно 25%. В этом случае получается достаточно пластичная смесь для прессования. Влажность смеси можно изменять разбавлением связующих водой (в соотношении 1:1), либо предварительной пропиткой БПК водой.

3. Удовлетворительную прочность брикеты, углеродистая часть которых на 70-100% состоит из БПК, приобретают при содержании связующего более 15%. Из связующих при содержании 15% лучшие результаты показывает концентрат лигносульфоната и жидкое стекло (прочность на сбрасывание 90-95% по классу >25 мм). Меласса дает удовлетворительные результаты только при добавлении к смеси 50% угля.

4. Удовлетворительную прочность брикеты, углеродистая часть которых на 50% состоит из БПК, приобретают при содержании связующего более 12-14%. Из связующих при содержании 13% лучшие результаты показывает и концентрат лигносульфоната и меласса (прочность на сбрасывание более 90% по классу >25 мм). Наилучшие результаты (более 99%) дает меласса.

5. Как следует из опытов концентрат лигносульфоната и жидкое стекло проявляют себя хорошо при большом содержании БПК (70 и 100%). А при малом содержании БПК (50%) лучше меласса.

6. Оценивая качество опытных брикетов на основе БПК по комплексу показателей, можно констатировать, что они вполне пригодны не только для использования в качестве высокосортного топлива для коммунально-бытовых нужд, но и для ряда шахтных печей (обжина известняка, доломита и, возможно, прямого получения железа).

Библиографический список

1. Динельт В.М., Черепанов К.А., Ливенец В.И. Обеспыливание и окомкование тонкодисперсных углеродистых материалов и отходов // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1992. №4.

2. Динельт В.М., Ливенец В.И., Никишанин М.С., Григоркин Г.Е. Малооперационная технология получения брикетов из тонкодисперсных углеродистых материалов и отходов // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2007. №6.

3. Динельт В.М., Ливенец В.И., Никишанин М.С., Страхов В.М., Аникин А.Е., Суровцева И.В. Получение безобжиговых брикетов на основе мелкозернистого бурогоугольного полукокса из углей Канско-Ачинского бассейна Кокс и химия. – 2008. №6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПЫЛЕННОГО СЛОЯ ШИХТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАТЫШЕЙ

Павловец П.В., Иванов М.В.

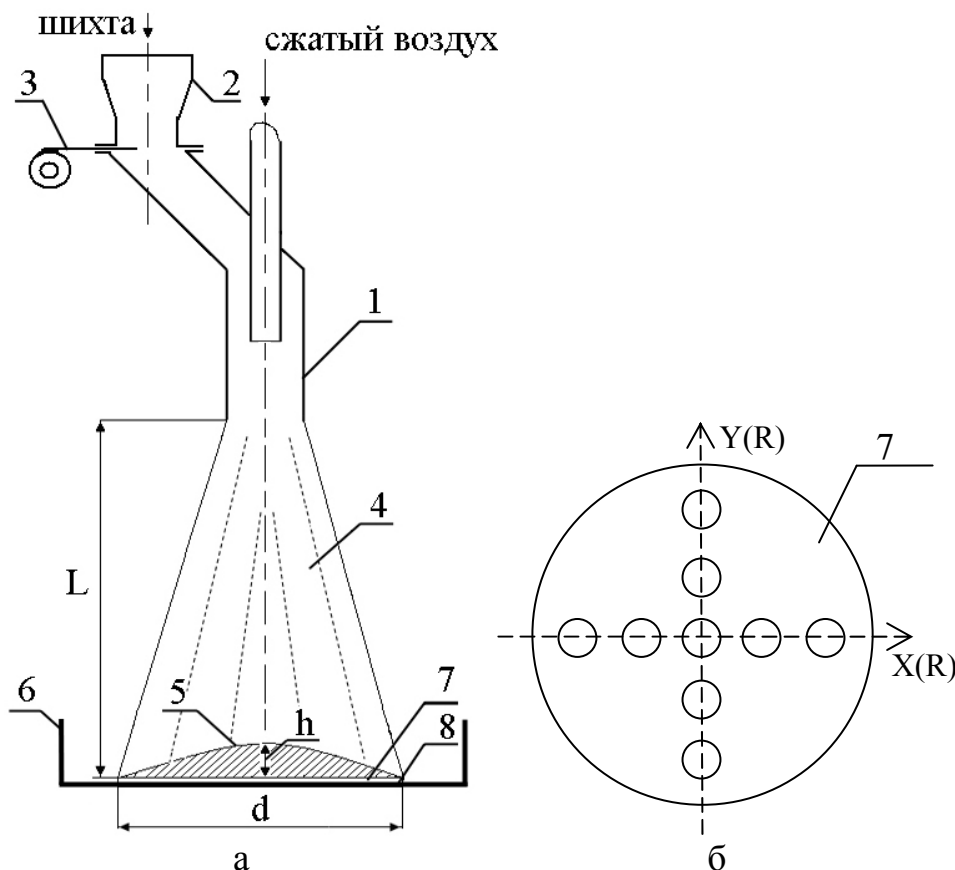
Научный руководитель: к.т.н., доцент Павловец В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Напыленный слой влажной шихты является плотной матрицей для поучения зародышевой массы по технологии принудительного зародышеобразования в производстве окатышей [1-3]. На металлургические свойства окатышей наибольшее влияние оказывают прочностные характеристики зародышей (плотность, прочность на сжатие), полученных из напыленного слоя. На производительность окомкователя кроме прочностных свойств влияет степень напыления шихты на гарнисаж и геометрические характеристики (диаметр и высота) напыленного слоя. Целью настоящей работы являлось исследование параметров напыленного слоя в зависимости от характеристик шихты и условий напыления.

Напыляемая шихта влажностью 8,4 % содержала концентрат Тейского месторождения и 1% бентонита. В качестве основы для напыления использовали шихтовый гарнисаж влажностью 4-6 % и плотностью 2575 кг/м³, сформованный на днище лабораторного окомкователя с нарощенными бортами. Коэффициент напыления шихты на гарнисаж K , %, вычисляли по отношению массы напыленного слоя к массе шихты, загружаемой в струйный аппарат. Прочность на сжатие и плотность напыленного слоя исследовали с помощью образцов, вырезанных из него методом режущего кольца (ГОСТ 5180-84). Для этого, в центральной зоне напыленного слоя, ограниченной относительным диаметром, равным $0 \pm 0,2$, брали 10-15 образцов (рисунок 1) специальными пробоотборниками (режущим кольцом) диаметром 15 мм, высоту которых (5-15 мм) подбирали экспериментально. Часть проб использовали для определения прочности на сжатие влажных – $P_{вл}$ и сухих – $P_{сух}$, кПа, образцов по ГОСТ 17245-79 и 26447-85. Другая часть проб использовалась для определения плотности $\rho_{вл}$, кг/м³, и влажности образцов W , %. Взвешивание материалов проводили на электронных весах VIBRA серии AF – R220 CE (Япония).

Установили (рисунки 2-4), что диаметр напыленного слоя d , м, и высота на его оси h , м, в наибольшей степени зависят от расстояния L , м, до напыляемой основы. Диаметр напыленного слоя шихты увеличивается от 60 мм до 350 мм при росте L от 0,1 до 1,0 м и определяется углом раскрытия струи ($\alpha=20^\circ$). Расчетные значения диаметра составляют 66 и 390 мм при $d_c=0,03$ м. Повышенная шероховатость напыляемой основы (она зависит от размера частиц и плотности) и рост влажности шихты с 4 до 9 % увеличивают диаметр и высоту напыленного слоя на 10-15 %.



1 – струйный аппарат; 2 – бункер шихты; 3 – шибер; 4 – воздушно-шихтовая струя (ВШС); 5 – напыленный слой шихты; 6 – ловушка для выбросов пыли; 7 – схема отбора образцов

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки – а и схема взятия образцов из напыляемого слоя – б

По результатам экспериментов были получены аналитические зависимости. Зависимость $d=f(L)$ имеет вид:

$$d = d_{CA} (1 + aL) / \sin \beta, \quad (1)$$

где d_{CA} – диаметр сопла струйного аппарата, м; a – опытная константа, $a=10,7$; β – угол атаки струи. Формула справедлива при $\beta \leq 90^\circ$.

Высота напыленного слоя шихты h , м, на его оси снижается с увеличением L по выражению:

$$h = v(1 - cL), \quad (2)$$

где v и c – опытные константы, $v=0,0361$, $c=0,8615$.

Геометрические параметры напыленного слоя (d , h) зависят от расхода шихты, $G_{ш}$, г/с. Установили, что с ростом $G_{ш}$ от 15 до 90 г/с значение d (рисунок 2) и величина h увеличивается на 10-15 %.

Было установлено (рисунок 3), что K зависит от расстрояния до напыляемой основы и увеличивается с 72 % ($L=0,1$ м) до 92 % ($L=1,0$ м). Это связано с тем, что более высокое давление струи при $L=0,1$ м формирует пескоструйный эффект и выбивание частиц с поверхности слоя.

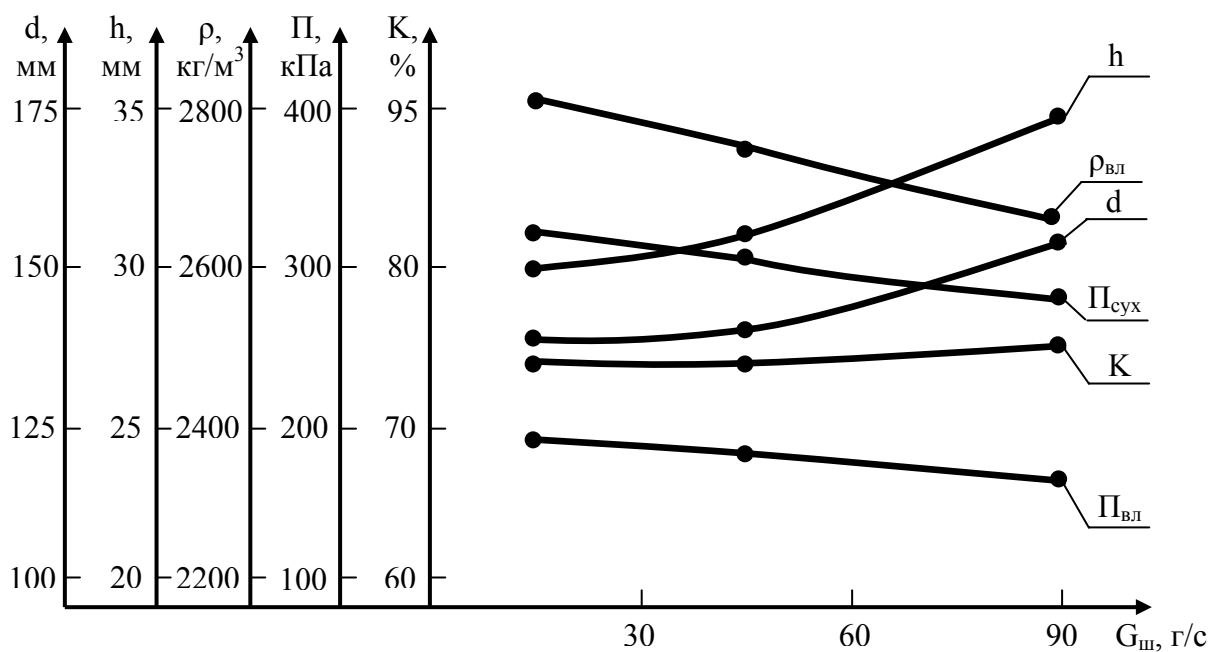


Рисунок 2 – Параметры напыленного слоя в зависимости от расхода шихты в воздушно-шихтовой струе.

$L=300 \text{ мм}, t_c = t_{o.c.} = 18 \text{ }^\circ\text{C}, d_q = 0,068 \text{ мм}, W_{ш} = 8,4 \%$

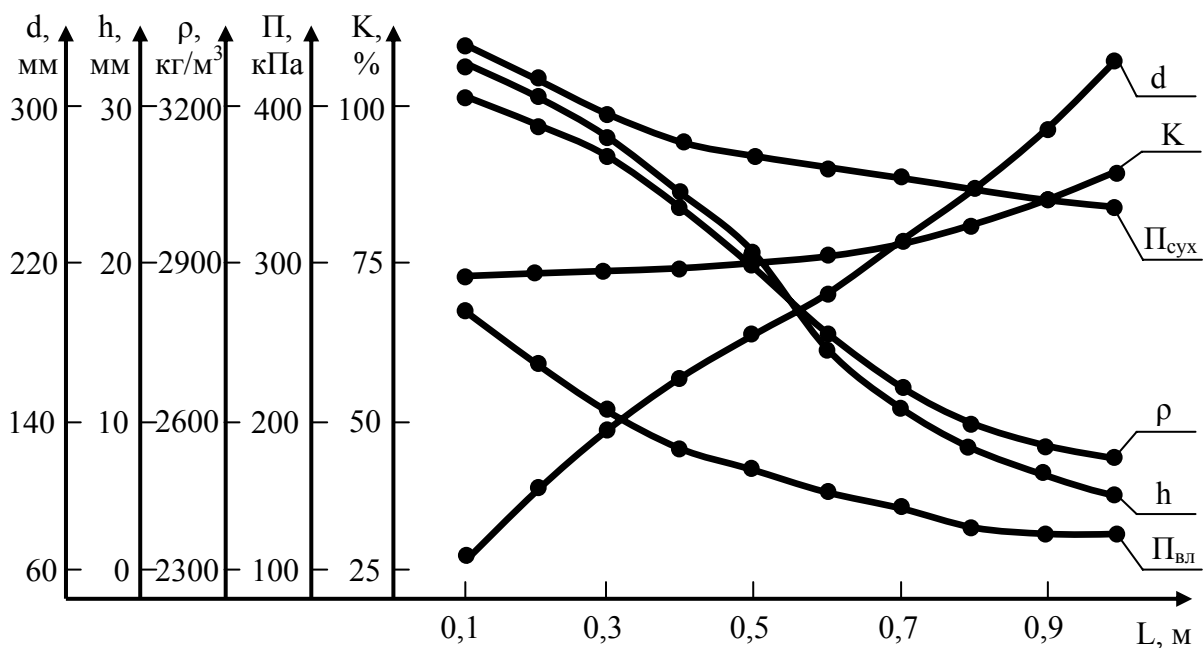


Рисунок 3 – Параметры напыленного слоя в зависимости от расстояния между соплом и напыляемой поверхностью при постоянном расходе шихты $G_{ш} = 30 \text{ г/с}$.

$L=0,1-1,0 \text{ м}, t_c = t_{o.c.} = 18 \text{ }^\circ\text{C}, d_q = 0,068 \text{ мм}, W_{ш} = 8,4 \%$

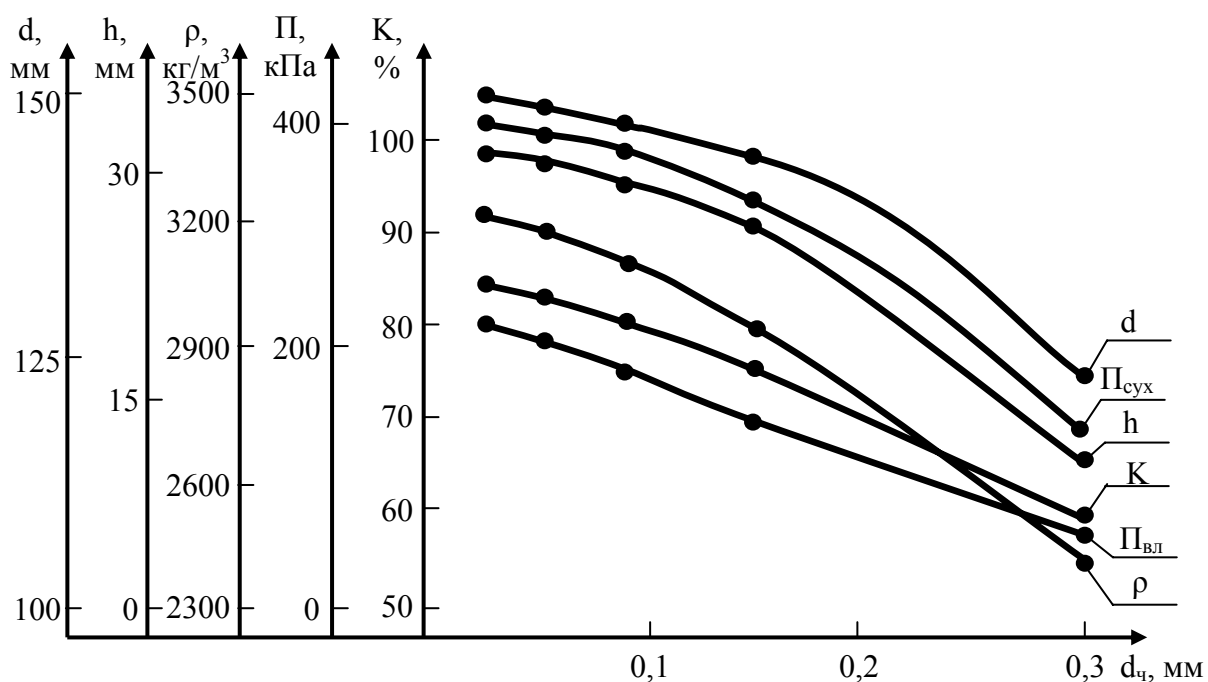


Рисунок 4 – Параметры напыленного слоя в зависимости от размеров напыляемых частиц. $G_{ш}=30$ г/с, $L=0,3$ м, $t_c=t_{o.c.}=18$ °С, $W_{ш}=8,4$ %

Зависимость $K=f(L)$ для $L=0,1-1,0$ м имеет вид:

$$K=a_1(1+v_1L), \quad (3)$$

где a_1 и v_1 – опытные константы, $a_1=69,78$, $v_1=0,318$.

В наибольшей степени на параметры напыленного слоя влияет фракционный состав шихты. С уменьшением размеров частиц $d_{ч}$, мм, от 0,3 мм до 0,025 мм диаметр напыленного слоя увеличивается на 20-25 % с 125 мм до 155 мм при $L=0,3$ м (рисунок 4). Высота напыленного слоя одновременно возрастает на 15-20 %, а коэффициент напыления шихты уменьшается с 84 % до 58 %. Зависимость $K=f(d_{ч})$ имеет следующий вид:

$$K_1=a_2(1-v_2d_{ч}), \quad (4)$$

где a_2 и v_2 – опытные константы, $a_2=86,34$, $v_2=1,094$.

Неизотермическая струя, сформированная сжатым воздухом с температурой до 50-100 °С, оказывает более низкое давление на гарнисаж. Поэтому величины d , h и K уменьшаются примерно на 10-15 %. При этом существенно интенсифицируется удаление влаги из напыленного слоя шихты. Если при температуре сжатого воздуха, равной 20 °С, влагоудаление не превышает 0,5-0,6 %, то при температуре сжатого воздуха 50-100 °С влагоудаление достигает 1,5-2,0 % по сравнению с влажностью загружаемой шихты.

Плотность напыленного слоя, $\rho_{зр}$, кг/м³, связана с пористостью и прочностью зародышей, получаемых принудительным зародышеобразованием, и зависит от баровременного фактора струи $\Phi=P_{вшс} \cdot \tau$, Па·с, где $P_{вшс}$ – давление ВШС, Па; τ – время напыления, с.

С ростом $G_{ш}$ от 30 до 90 г/с плотность зародышей $\rho_{ЗР}$, полученных из напыленного слоя, снижается с 2828 до 2620 кг/м³. Аналогичное влияние на $\rho_{ЗР}$ оказывает расстояние от среза сопла до напыляемой основы. Плотность уменьшается с ростом L от 0,1 м до 1,0 м от 3210 до 2540 кг/м³ по экспоненциальному закону:

$$\rho_{ЗР} = a_3 e^{-c_1 L}, \quad (5)$$

где a_3 и c_1 – опытные константы, $a_3 = 3294,2$, $c_1 = 0,26$.

С ростом $d_ч$ плотность образцов из напыленного слоя уменьшается с 3220 до 2410 кг/м³, по следующей зависимости:

$$\rho_{ЗР} = b_3 (1 - c_2 d_ч), \quad (6)$$

где b_3 и c_2 – опытные константы, $b_3 = 3292,44$, $c_2 = 0,893$.

Основное влияние на прочность оказывает давление воздушно-шихтовой струи, $P_{ВШС}$, Па. С ростом L от 0,1 м до 1,0 м давление ВШС на поверхность напыленного слоя падает в 10 раз, а прочность снижается с 175 кПа ($d_ч = 0,15$ мм, $L = 0,1$ м) до 85 кПа ($L = 1,0$ м). Зависимость прочности образцов, вырезанных из напыленного слоя, от L имеет вид:

$$P_{ВЛ} = c_3 (1 + a_4 L), \quad (7)$$

где c_3 и a_4 – опытные константы, $c_3 = 286,67$, $a_4 = 0,58$.

Установили, что рост параметра $G_{ш}$ снижает прочность образцов примерно на 10-15 %. Но в наибольшей степени влияет на прочность образцов фракционный состав шихты. Так прочность влажных образцов возрастает с 65 кПа ($d_ч = 0,3$ мм) до 220 кПа ($d_ч = 0,025$ мм) при $L = 0,3$ м. Использование сжатого воздуха с более высокой температурой, например, 50 °С, напротив, увеличивает прочность образцов на 10-20 % из-за повышенного влагоудаления. Прочность сухих образцов выше прочности влажных в 1,5-2,0 раза и адекватно зависит от прочности влажных образцов, уменьшаясь с ростом $d_ч$ от 410 кПа до 150 кПа.

Библиографический список

1. Павловец В.М. Принципы организации принудительного зародышеобразования в холостой зоне тарельчатого окомкователя. Известия ВУЗов. Черная металлургия, 2009, № 4, с. 3-6.
2. Павловец В.М. Исследование упрочняющих режимов напыления влажной железорудной шихты в процессе принудительного зародышеобразования. Известия ВУЗов. Черная металлургия, 2009, № 6, с. 9-13.
3. Патент № 2356951 Россия, МКИ⁷ С22В 1/24. Способ получения окатышей / В.М. Павловец. – № 2007147131/02. Заявл. 18.12.07; Оpubл. 27.05.09. Бюл. № 15 // Изобретения. Полезные модели. 2009. – № 15.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ НАПЫЛЕННОГО СЛОЯ ШИХТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАТЫШЕЙ

Павловец П.В., Иванов М.В.

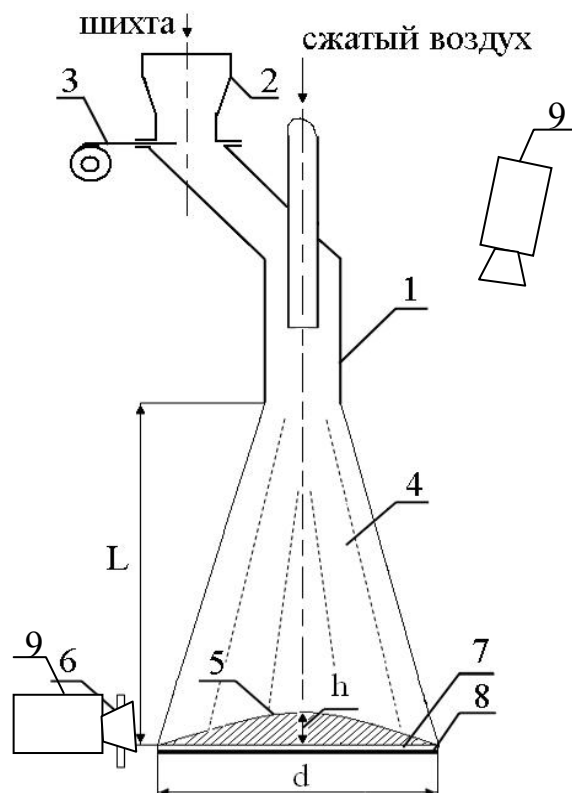
Научный руководитель: к.т.н., доцент Павловец В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В Сибирском государственном индустриальном университете (г. Новокузнецк) предложен способ получения железорудных окатышей на основе принудительного зародышеобразования [1]. Сущность предлагаемого способа заключается в следующем. Загружаемая шихта делится на два потока, один из которых участвует в формировании воздушношихтовой струи (ВШС) с помощью сжатого воздуха. Сжатый воздух напыляет влажную шихту на донный гарнисаж и формирует плотный напыленный слой шихты. Напыленный слой шихты делится механическим способом специальными делителями на зародыши. После этого зародыши доокомковываются в режиме переката шихтой второго потока до кондиционных окатышей. Скорость формирования окатышей по этой технологической схеме в десять раз превышает скорость формирования влажных окатышей по существующей технологии [2].

Предметом исследования являлась кинетика процесса напыления влажной шихты на контрастную поверхность с целью определения геометрических размеров напыленного слоя в относительно малом интервале времени. Для напыления использовали влажную шихту ($W_{ш}=8,1\%$) на основе Тейского железорудного концентрата (фракция $< 0,1$ мм, $d_q = 0,068$ мм), содержащего 1 % бентонита. Шихту протирали через сито размером 2 мм для получения равномерного состава материала. Плотность сухой шихты составляла 2075 кг/м^3 , плотность влажной шихты после протирки составляла 1375 кг/м^3 . В качестве напыляемой основы использовали контрастный гарнисаж, сформованный из утрамбованного известняка, частицы которого имели размеры менее 0,1 мм. На белом гарнисаже в процессе напыления визуально и с помощью видеосъемки фиксировали диаметр и высоту напыленного слоя, а также структуру ВШС (рисунок 1). Видеосъемка позволяла фиксировать рост напыленного слоя с частотой съемки 25 кадров в секунду, время съемки не превышало 3 секунд. После напыления с помощью отдельных кадров измеряли диаметр (d) и высоту (h) напыленного слоя.

Кинетика формирования ВШС и напыленного слоя шихты представлена на рисунках 2-5. Установили, что струя обладает определенным углом (20°) раскрытия, обусловленным тормозящим влиянием окружающей среды воздуха. В процессе истечения струи происходит ускорение частиц шихты, в результате чего они приобретают определенную кинетическую



1 – струйный аппарат; 2 – бункер шихты; 3 – шибер;
 4 – воздушношихтовая струя (ВШС); 5 – напыленный слой (НС)
 шихты; 6 – защитный стеклянный экран; 7 – напыляемая контрастная основа
 (ОСН); 8 – опора; 9 – видеокамеры

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для видеосъемки процесса напыления влажной шихты на контрастную поверхность

энергию и импульс до 1-2 Н. Максимальная скорость частиц развивается на выходе из сопла. На некотором расстоянии от сопла (4-5 калибров) скорости частиц и скорости воздуха имеют постоянное значение. Анализируя данные рисунков 2 и 3 можно сделать вывод, что дисперсная фаза находится в ВШС в виде коагулянтов диаметром 0,5-1,0 мм, состоящих из 20-50 влажных частиц. При соударении шихтовых коагулянтов с поверхностью основы частицы внедряются в неё, образуя очаги флуктуации. Коагулянты формируют напыленный слой из множества уплотненных очагов, хорошо заметных визуально. Очаги растут в диаметре, перекрывая друг друга, и по истечении некоторого времени (1-2 секунды) образуют сплошной массив напыленной шихты. Напылению подвержена только влажная шихта. Образование коагулянтов из сухой железорудной шихты исключается полностью, а степень напыления шихты резко снижается до минимума. Уменьшаются движущие силы напыления и размеры напыленного слоя резко уменьшаются. Однако у напыленного слоя более четкие контуры и стабильные размеры (d , h), прочность и плотность напыленного слоя шихты с влажностью менее 6 % более равномерны, чем при напылении переувлажненной шихты. При напылении влажной шихты на сухую основу

размеры напыленного слоя уменьшаются на 15-20%.

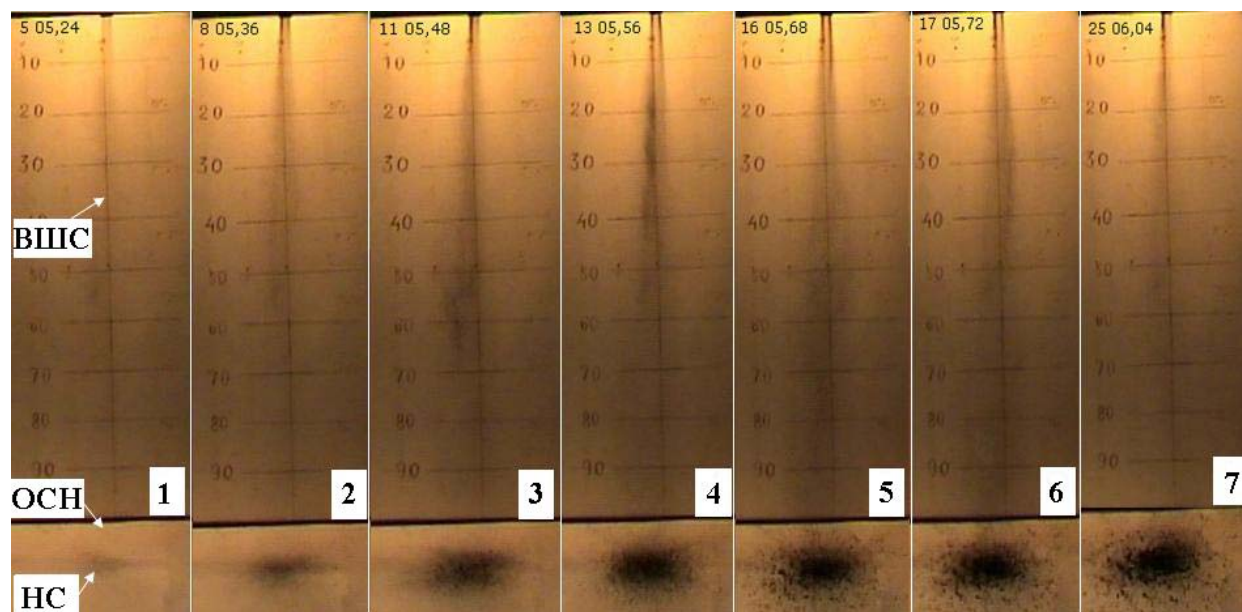


Рисунок 2 – Кинетика формирования воздушно-шихтовой струи (ВШС) и напыленного слоя (НС) на влажной ($W = 7,5\%$) контрастной основе (ОСН).

Цифры – время съемки, с: 1 – 0,16; 2 – 0,28; 3 – 0,40; 4 – 0,52; 5 – 0,64; 6 – 0,68; 7 – 1,00

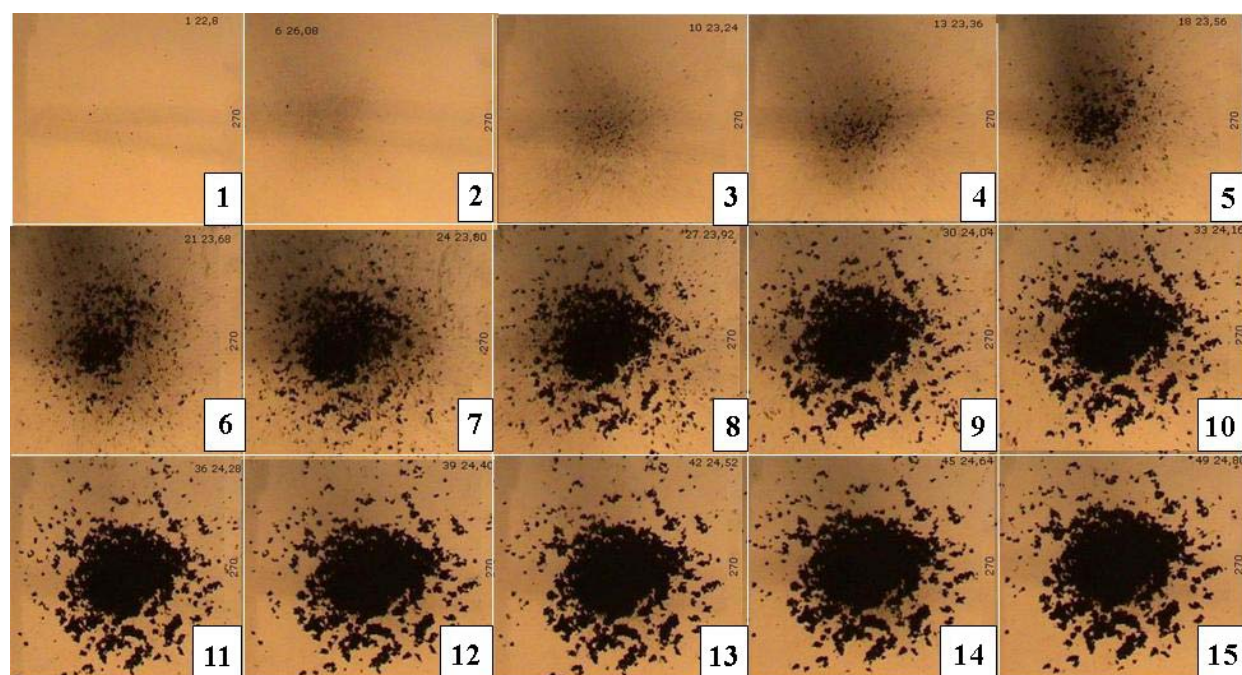


Рисунок 3 – Кинетика формирования напыленного слоя шихты, образующегося на влажной ($W = 7,5\%$) контрастной основе. Цифры – время съемки, с: 1 – 0; 2 – 0,28; 3 – 0,44; 4 – 0,56; 5 – 0,76; 6 – 0,88; 7 – 1,00; 8 – 1,12; 9 – 1,24; 10 – 1,36; 11 – 1,48; 12 – 1,60; 13 – 1,72; 14 – 1,84; 15 – 2,00

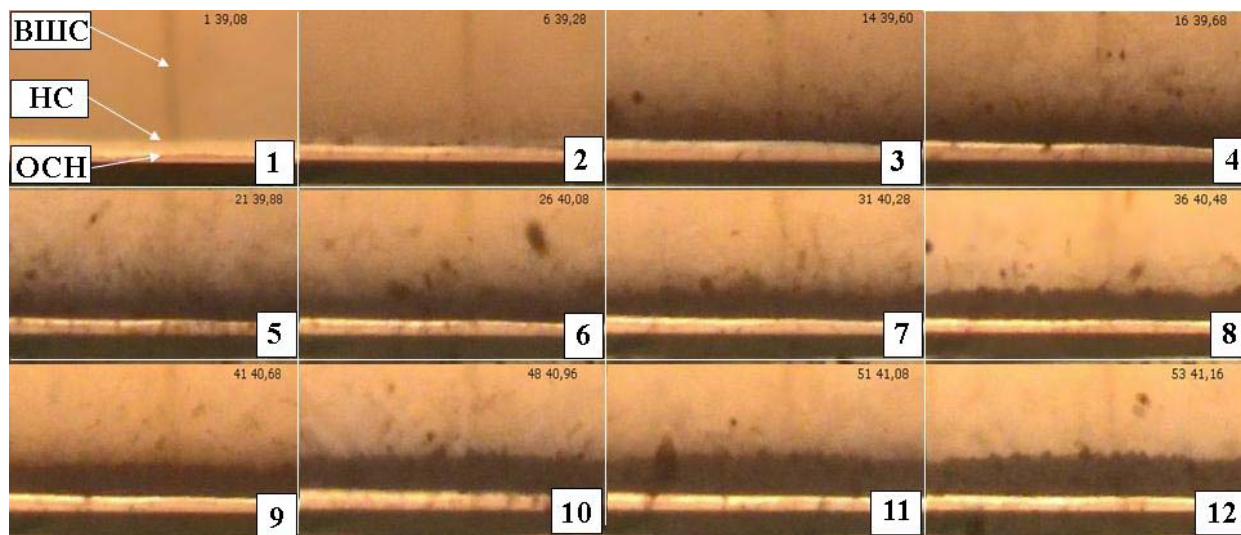


Рисунок 4 – Кинетика формирования поперечного сечения напыленного слоя (НС) шихты на влажной контрастной основе (ОСН). Цифры – время съемки, с: 1 – 0; 2 – 0,20; 3 – 0,52; 4 – 0,60; 5 – 0,80; 6 – 1,00; 7 – 1,20; 8 – 1,40; 9 – 1,60; 10 – 1,88; 11 – 2,00; 12 – 2,08

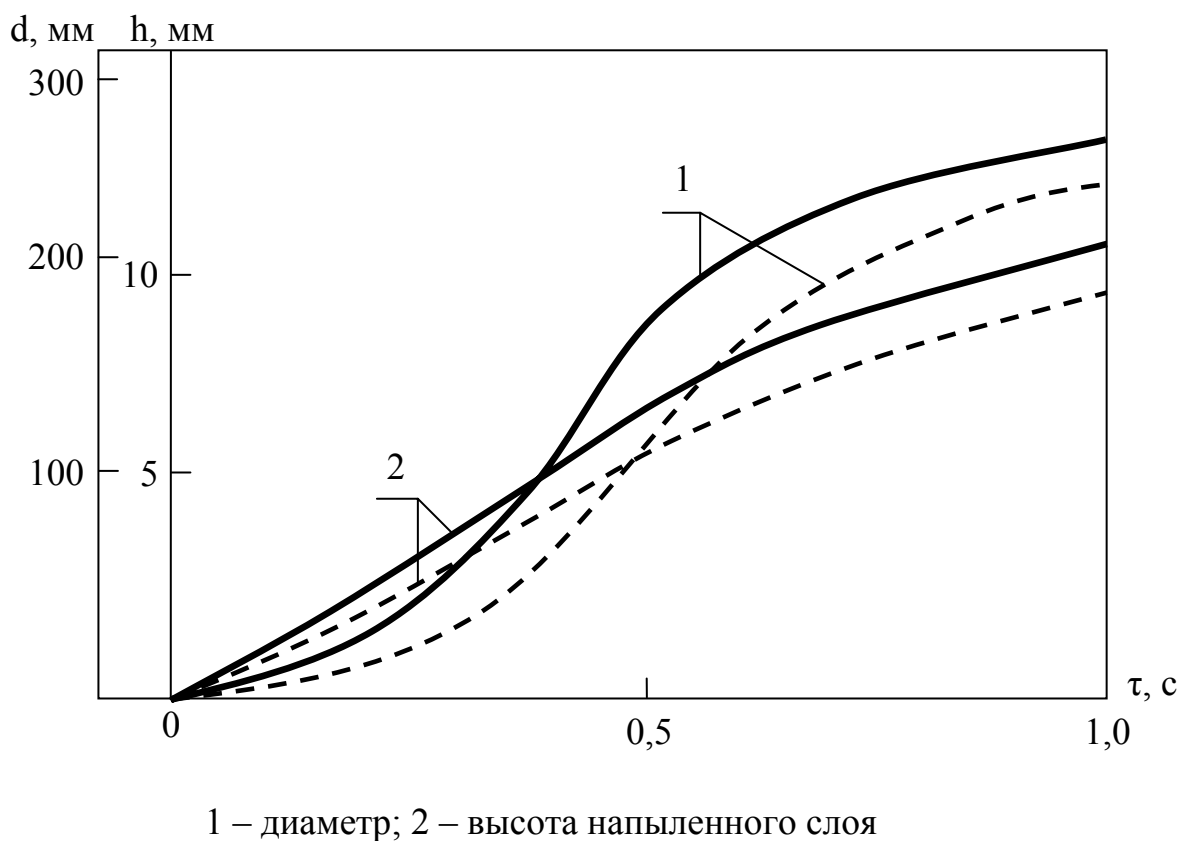


Рисунок 5 – Кинетика изменения геометрических размеров напыленного слоя, сформированного на влажной $W = 7,5\%$ (—) и сухой $W = 0\%$ (---) контрастной основе

Установили (рисунок 5), что наиболее активно диаметр напыленного

слоя растет по истечении первых 0,3-0,4 с с момента распространения струи, после того, как частицы сформируют шероховатую поверхность гарнисажа за счет пескоструйного эффекта. Максимальное значение диаметра напыленного слоя шихты формируется в течение последующих 0,5-1,5 с с момента истечения струи. При этом в начальный момент времени, длящийся примерно 0,1-0,2 с, когда поверхность недеформирована струей, часть шихты интенсивно отскакивает от гарнисажа (рисунок 4). На фотоснимках видно затемнение, вызванное повышением концентрации частиц, отлетевших от основы.

Предварительное формирование шероховатости гарнисажа, осуществляемое, например, очисткой его на окомкователе, способно начальный период напыления значительно сократить до 0,05-0,1 с. По истечении 0,1-0,2 с частицы глубоко внедряются в деформированный гарнисаж и напыляются на ее поверхность. Поэтому напыленный слой шихты имеет прочное механическое сцепление с основой.

Основные контуры и диаметр напыленного слоя слабо меняются по истечении 1,0-1,5 с после напыления (рисунок 3). После этого растет только высота напыленного слоя. Эти выводы подтверждают результаты боковой съемки (рисунок 4). Несмотря на высокую влажность основы, шихта отскакивает, формируя плотное облако взвешенных частиц (рисунок 4). По истечении 1,0 с формируются очаги, которые концентрируют на своей поверхности влажную шихту. После чего начинается формирование напыленного слоя, отскок частиц уменьшается и начинает резко расти высота и масса напыленного слоя. Образование очагов напыленного слоя шихты можно объяснить неравномерной шероховатостью напыляемой основы. Кинетика роста высоты напыленного слоя аналогична кинетике роста его диаметра (рисунок 5), однако рост высоты напыленного слоя ограничивается его уплотнением, т.к. шихта находится в зоне повышенного давления струи. Плотность шихты повышается с 1350 кг/м^3 (влажная шихта) до $2400-3200 \text{ кг/м}^3$ (на оси напыленного слоя). На некоторых фотографиях видны крупные коагулянты, над поверхностью напыленного слоя шихты. Это, по-видимому, фрагменты частично разрушенного напыленного слоя или крупные коагулянты, которые участвуют в формировании напыленного слоя.

Библиографический список

1. Патент № 2356951 Россия, МКИ⁷ С22В 1/24. Способ получения окатышей / В.М. Павловец. – № 2007147131/02. Заявл. 18.12.07; Оpubл. 27.05.09. Бюл. № 15 // Изобретения. Полезные модели. 2009. – № 15.
2. Павловец В.М. Исследование характеристик шихтового покрытия, напыленного на железорудные материалы низкотемпературными струями сжатого воздуха. Известия вуз. Черная металлургия. 2005. №2. с. 7-12

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА МИКРОСТРУКТУРУ, ТВЕРДОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЧУГУНА ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

Бекушева К.Г., Лубяной Д.Д., Лушников Е.И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Синявский И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На первом этапе работы оценивалось влияние ванадия на твердость шлаковых чаш, твердость определяли исходя из оценки обрабатываемости. Оценки, выполненные ранее, показали, что обрабатываемость изложниц фрезами значительно ухудшается при увеличении твердости до уровня 125-140 НВ.

Оценку твердости шлаковых чаш производят на основе данных регрессионного анализа. Оценка парного коэффициента корреляции $K=0,542$ (20 значений) показала, что линейная зависимость влияния ванадия на твердость чугуна (рис. 1) значима.

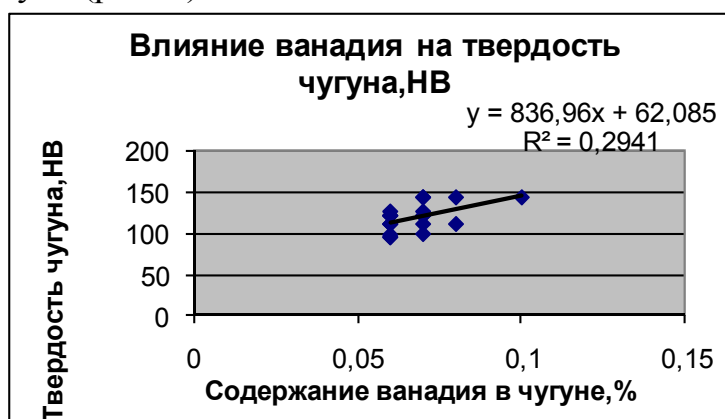


Рисунок 1 – Влияние ванадия на твердость чугуна, НВ

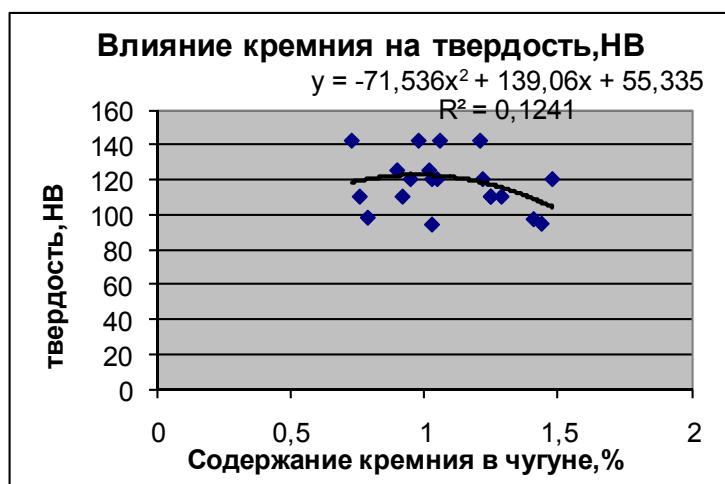


Рисунок 2 – Влияние кремния на твердость чугуна, НВ

Влияние основных элементов и присадок кремния на твердость представлено на рис.2-4.

Снижение твердости чугуна при увеличении содержания кремния в нем объясняется увеличением в структуре чугуна более мягкой ферритной структурной составляющей. Кремний особенно сильно влияет на структуру чугуна, усиливая графитизацию. Характерная микроструктура чугуна шлаковых чаш представлена на рис. 9.

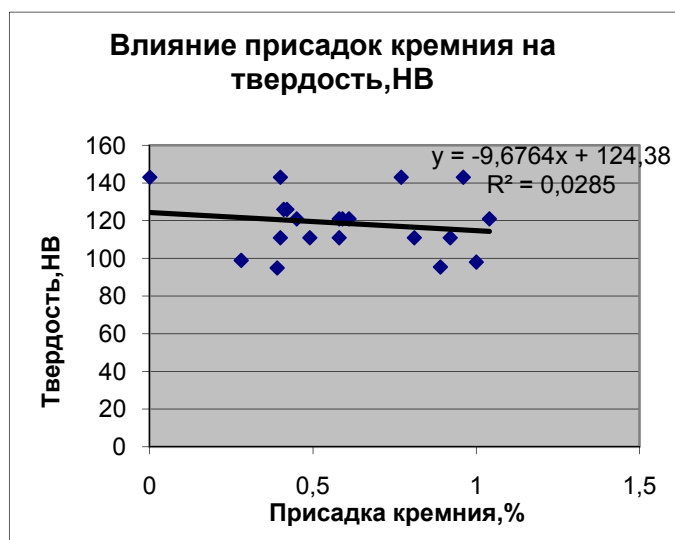


Рисунок 3 – Влияние присадок кремния на твердость чугуна, НВ

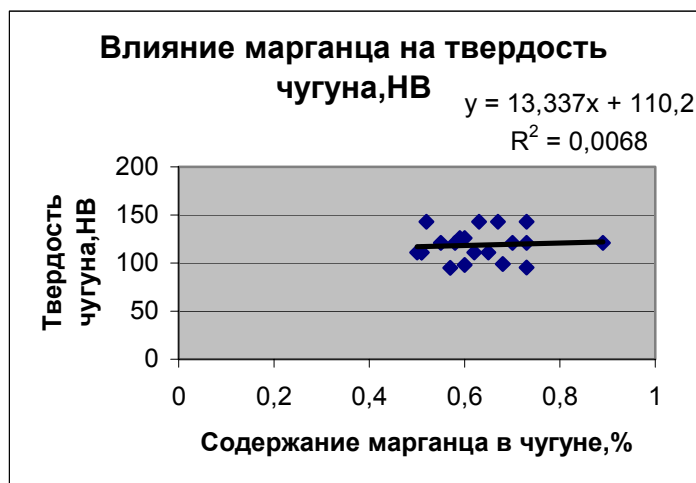


Рисунок 4 – Влияние марганца на твердость чугуна, НВ

Анализ зависимостей (рис 3-4) свидетельствует, что на твердость шлаковых чаш присадка кремния в чугун и содержание марганца в чугуне влияет незначительно.

Из анализа зависимостей можно сделать следующие выводы:

Для удовлетворительной твердости шлаковых чаш содержание ванадия после внепечной обработки азотом должно быть не выше 0,08%.

Было установлено, что для получения стабильной микроструктуры чугуна необходимо продувать расплав азотом методом резонансно –

пульсирующего рафинирования (РПР) не менее 15 минут. Данная технология позволила получать стабильную микроструктуру чугуна (стабильный размер и форма графита, устранение спели). Для оценки влияния элементов на микроструктуру чугуна была проведена статистическая обработка влияния химического состава, поступающих в цех изложниц.

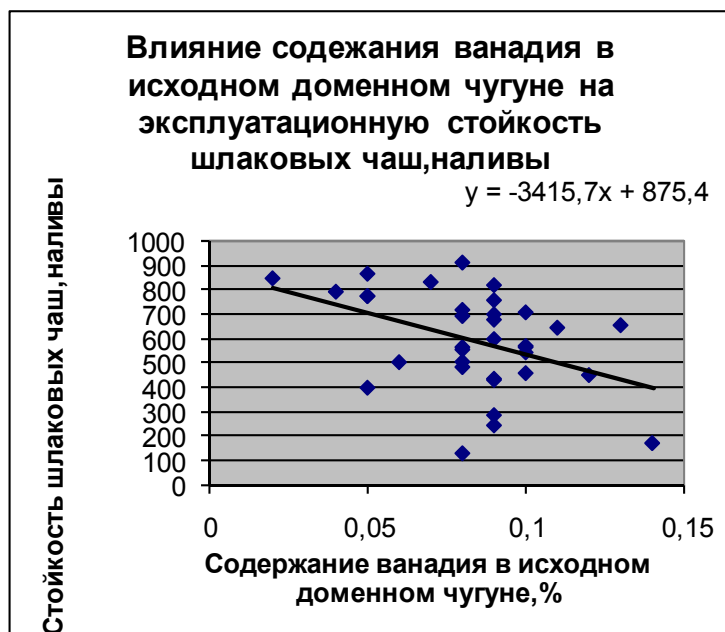


Рисунок 5 – Влияние исходного содержания ванадия на эксплуатационную стойкость шлаковых чаш. $K=0,424$ (34 значения)

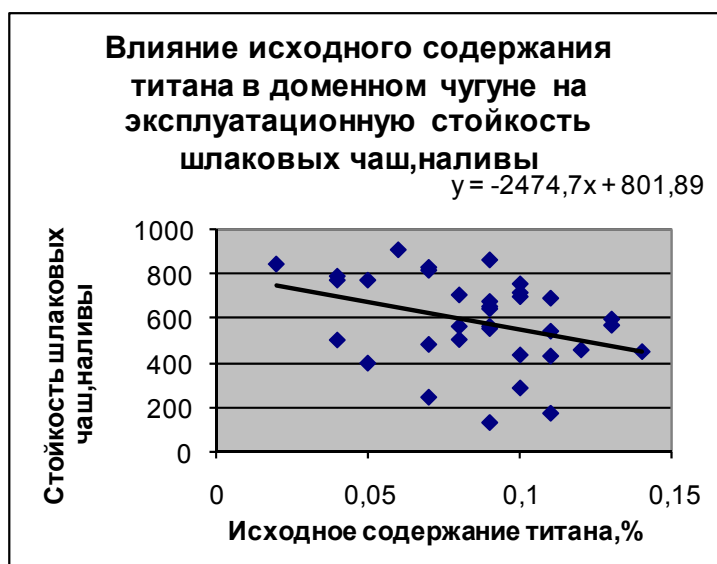


Рисунок 6 – Влияние исходного содержания титана на эксплуатационную стойкость шлаковых чаш. $K=0,3497$ (34 значения)

Влияние исходного содержания титана и ванадия на эксплуатационную стойкость шлаковых чаш, как показали исследования, статистически значимо.

Было отмечено, что в процессе продувки чугуна азотом содержание

титана и ванадия снижается (Рис.7-8.) из-за образования оксидов и нитридов при продувке чугуна технически чистым азотом (с примесями кислорода до 3,5%).

Уравнения регрессии по удалению титана $\Delta Ti, \%$ и ванадия $\Delta V, \%$ в процессе продувки в зависимости от исходного их содержания приведены ниже:

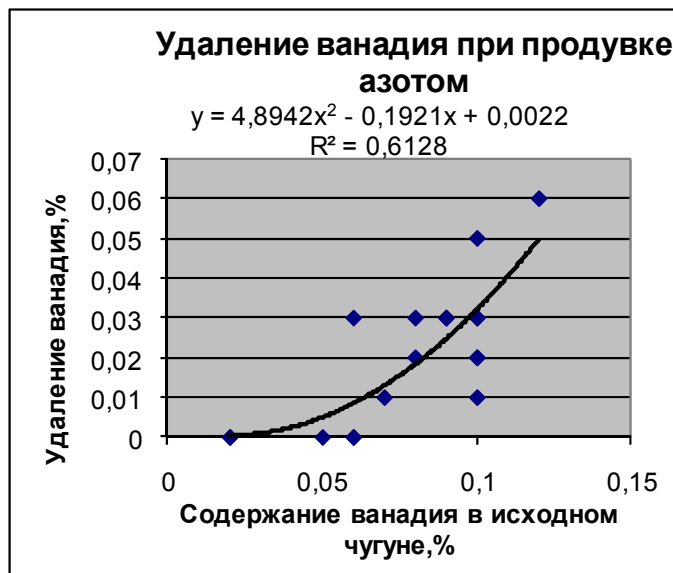


Рисунок 7 – Зависимость удаления ванадия от исходного его содержания в чугуне

$$\Delta V = 4,8942 V_{исх}^2 - 0,1921 V_{исх} + 0,0022 \quad R^2 = 0,6128 \quad (4)$$

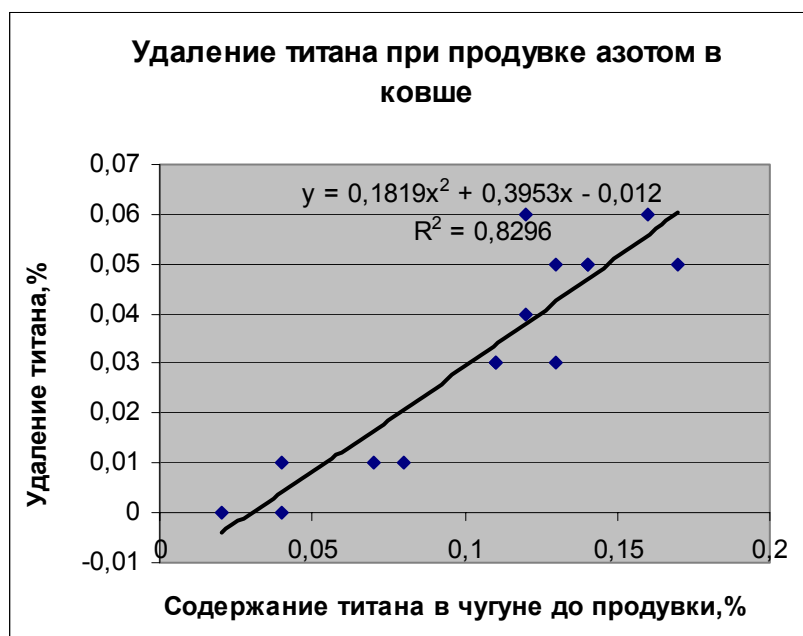


Рисунок 8 – Зависимость удаления титана от исходного его содержания в чугуне

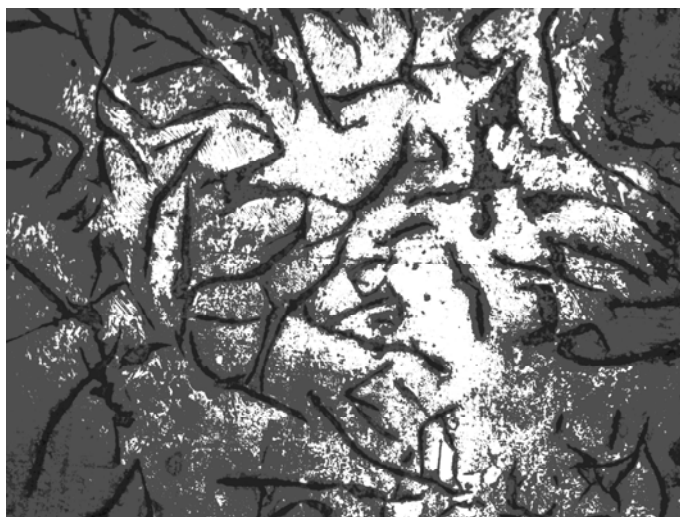


Рисунок 9 – Характерная микроструктура чугуна шлаковых чаш ×400

Выводы:

1. На твердость изложниц определяющее влияние оказывают ванадий и кремний.
2. Содержание ванадия и титана в доменном чугуне значительно влияет на стойкость шлаковых чаш.
3. Содержание ванадия и титана в доменном чугуне выше 0,12 % отрицательно влияет на стойкость шлаковых чаш.
4. Для получения оптимальной стойкости изложниц и шлаковых чаш необходимо строгое соблюдение технологической инструкции.

Проведение данной работы позволило выявить различные факторы, влияющие на твердость, на эксплуатационную стойкость, а также на микроструктуру чугуна доменной плавки. Чугуны имеют большое количество преимуществ, которые делают его ценным конструкционным материалом.

УДК 669.15.

ВЛИЯНИЕ ХРОМА И ВАНАДИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ КАРБИДООБРАЗОВАНИЯ ЧУГУНОВ

Золотухина А.А., Нагибин В.М., Ермошевич С.С.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Ростовцев А.Н.

*Кузбасская государственная педагогическая академия
г. Новокузнецк*

Хром и ванадий в качестве легирующих элементов входят в состав большинства конструкционных материалов на основе железа.

По своему воздействию на процессы структурообразования чугуна легирующие элементы подразделяются на элементы, снижающие устойчивость карбидов, то есть способствующие графитизации и

карбидообразующие элементы, повышающие устойчивость цементита.

Графитизация относится к одному из сложных и спорных вопросов металловедения железоуглеродистых сплавов. По современным представлениям это твердофазный переход с образованием графита в твердом растворе (аустените, феррите), происходящим за счет распада цементита [1].

По мнению автора [2] хром и ванадий относится к группе специальных элементов (Cr, Mo, W, V), которые сужают область γ -раствора. Они распределяются между аустенитом (ферритом) и цементитом в том или ином соотношении, концентрируясь преимущественно в цементите и образуя изоморфные смеси типа $(Fe, Э)_3C$.

Ванадий, входя в состав группы элементов (Cr, V, Mo, W), препятствует графитизации с интенсивностью, возрастающей с ростом концентрации в сплаве. Карбидообразующее воздействие возрастает в ряду: W, Mn, Mo, Cr, V, S, Mg. Сильнее всех в этом отношении действует ванадий [2].

Следует отметить, что приведенные данные относятся, видимо, к многокомпонентным промышленным сплавам, а исследований по влиянию концентрации этих элементов в сплавах на количество образующегося цементита в настоящее время недостаточно.

Влияние хрома и ванадия на процессы карбидообразования быстроохлажденных чугунов, приготовленных на основе железа Армко и имеющих в структуре продукты распада первородного аустенита изучали с помощью метода магнитного анализа фазовых и структурных превращений.

Химический состав (% по массе) сплавов приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Сплавы Fe-C-Cr

| | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|
| C | 3,41 | 3,24 | 3,36 | 3,38 | 3,22 |
| Cr | 0,35 | 0,95 | 1,62 | 2,33 | 3,0 |

Таблица 2 – Сплавы Fe-C- V

| | | | | |
|---|------|------|------|------|
| V | 0,91 | 1,73 | 2,36 | 3,18 |
| C | 3,33 | 3,23 | 2,96 | 3,13 |

Термомагнитные кривые сплавов записывали на магнитных весах по методу Фарадея с механотронным датчиком в поле 760 кА/м [3]. Погрешность измерений не превышала 0,5 %. Нагрев и охлаждение образцов проводили со скоростью 30-40 °/мин. Точку Кюри цементита определяли по перегибу зависимости намагниченности насыщения от температуры. Количественный карбидный анализ проводили по методике [4]. Предварительно установка градуировалась по точкам Кюри электролитического никеля, карбонильного железа и армко-железа.

Температурная зависимость намагниченности насыщения сплавов до концентрации 3,0 % Cr и 3,18 % V имеет вид, изображенный на рисунке 1.

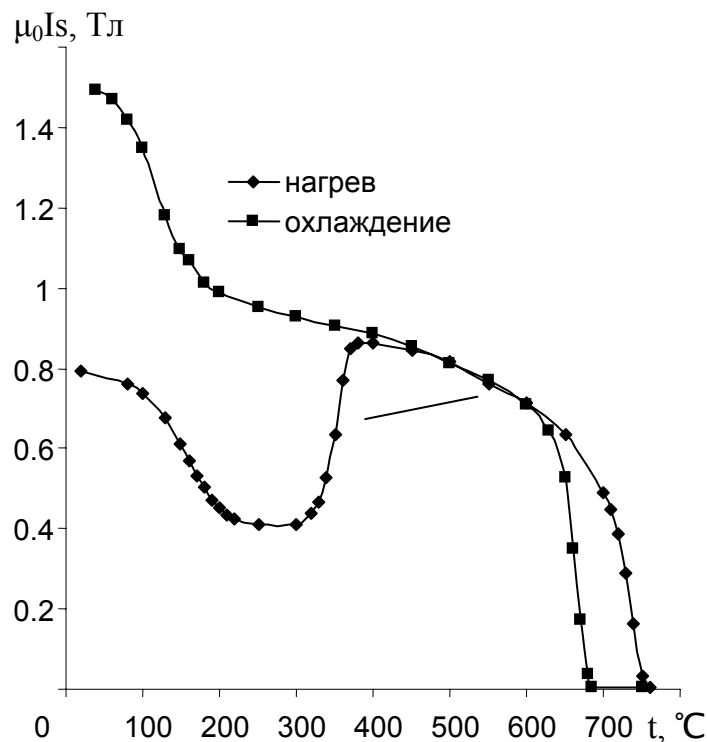


Рисунок 1 – Температурная зависимость намагниченности насыщения сплава с содержанием 3,36 % С; 1,62 % Cr

Из рисунка 1 видно, что с повышением температуры намагниченность насыщения достаточно резко снижается. Это связано с переходом цементита в парамагнитное состояние при температуре около 200 °С. Затем наблюдается существенный рост намагниченности с максимумом в области температур 400 °С и последующее ее снижение вследствие $\alpha \rightarrow \gamma$ перехода при 750 °С. Подъем намагниченности выше 200-250 °С обычно связывают с превращениями неустойчивых мартенсита и остаточного аустенита.

В процессе охлаждения на термомагнитной кривой фиксируется резкое повышение намагниченности при 680 °С вследствие $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения. При 165 °С цементит переходит в ферромагнитное состояние. После полного охлаждения наблюдается возрастание общей намагниченности с 0,79 Тл. до 1,494 Тл. из-за превращений неустойчивых мартенсита и немагнитного остаточного аустенита.

В результате нагрева исходного образца в аустенитную область температура магнитного превращения цементита снизилась с 200 °С до 165 °С, что свидетельствует об изменении химического состава цементита. С другой стороны это указывает на диффузионное перераспределение хрома между твердым раствором и карбидной фазой при превращениях мартенсита и остаточного аустенита в результате нагрева и охлаждения исходного сплава.

Для сплава с содержанием 3,23 % С и 1,73 % V точка Кюри при нагревании оказалась близкой к 200 °С, а при охлаждении составила 165 °С.

Интенсивность влияния хрома и ванадия на процессы карбидообразования оценивали по объемному содержанию цементита в

сплавах после нагрева их в аустенитную область. Количественный карбидный анализ проводили по термомагнитным кривым сплавов.

Влияние концентрации хрома и ванадия на изменение количества цементита в сплавах показано на рисунке 2.

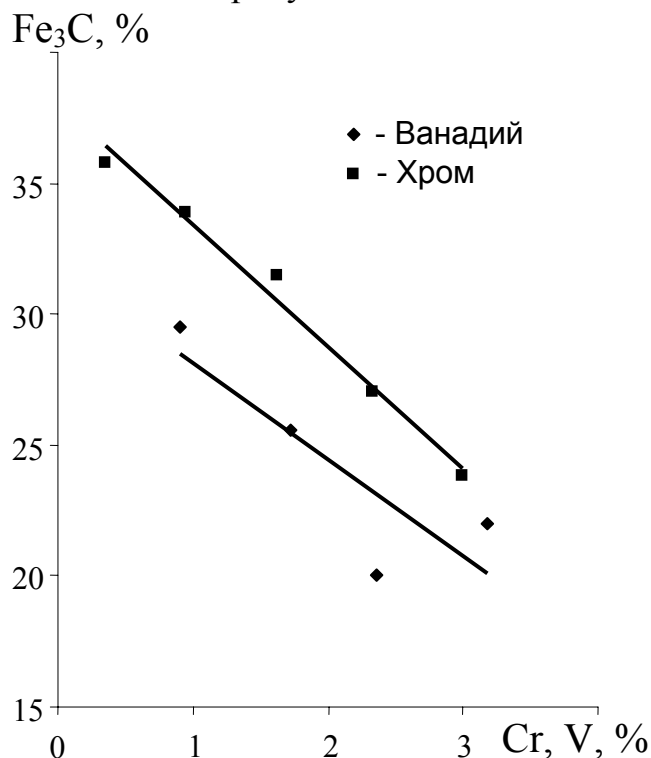


Рисунок 2 – Влияние хрома и ванадия на изменение количества цементита в быстрохлажденных чугунах

Из рисунка 2 видно, что с ростом содержания хрома и ванадия количество цементита в сплавах линейно снижается. При этом количество цементита в сплавах с хромом существенно выше, чем в сплавах с ванадием. Поэтому результаты опытов позволяют утверждать, что хром обладает большей карбидообразующей способностью, чем ванадий, что не согласуется с утверждением автора работы [2].

Таким образом, результаты количественного магнитного анализа фазовых и структурных превращений позволяют заключить, что карбидообразующая способность хрома выше, чем у ванадия.

Библиографический список

1. Бунин К.П. Строение чугуна. Успехи современного металловедения. [Текст] / К.П. Бунин, Ю.Н. Таран. – М.: Металлургия, 1972. – 160 с. ил.
2. Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках [Текст] / Н.Г. Гиршович — М-Л.: Машиностроение, 1966. 562 с. ил.
3. Храпов А.Я Автоматические магнитные весы с механотронным датчиком [Текст] / А.Я. Храпов, В.М. Нагибин // — Заводская лаборатория. - 1975. - №8. - С. 996-997.
4. Лифшиц Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов [Текст] / Б.Г.

Лифшиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий - М.: Металлургия, 1980. -320с.

УДК 669.184

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАВКИ НА КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФОСФОРА ПРИ ПЕРЕДЕЛЕ ФОСФОРИСТОГО ЧУГУНА В КИСЛОРОДНЫХ КОНВЕРТЕРАХ

Числавлев В.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Дорошенко В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Известно, что содержание фосфора в чугуне для конвертерных процессов колеблется в довольно широких пределах. Чаще всего перерабатывают передельные чугуны с содержанием фосфора менее 0,1%. В некоторых странах железорудные месторождения имеют высокую концентрацию пентоксида фосфора, и так как фосфор в доменной печи восстанавливается в чугун практически полностью, то он может содержать до 2% и более фосфора. Такие чугуны раньше назывались томасовскими, по названию конвертерного процесса, специально созданного для их переработки Томасом. Сейчас их называют фосфористыми.

Чем больше содержание фосфора в чугуне, тем сложнее технология его переработки, обеспечивающая удаление фосфора за короткую продолжительность процесса продувки.

В свое время томасовский процесс был создан для выплавки стали из фосфористого чугуна в конвертерах с донным воздушным дутьем. В последующем шлак с высоким содержанием P_2O_5 начали широко применять как эффективное удобрение для сельского хозяйства. В России томасовское производство было организовано на базе Керченского месторождения фосфористых железных руд на двух металлургических заводах в Таганроге и Мариуполе.

В Казахстане с 1972 г. начали разрабатывать Лисаковское месторождение бурых железняков (35,2 % Fe и ~ 1 % P), которые представляют собой труднообогатимый продукт, имеющий мелкозернистую оолитовую структуру.

На базе фосфористых руд с 1976 г. работает Карагандинский металлургический комбинат, где освоено производство агломерата из лисаковского гравитационно-магнитного концентрата и внедрена технология передела фосфористого чугуна на качественную сталь в 250-т кислородных конвертерах с получением фосфористого шлака, пригодного в качестве удобрения в сельском хозяйстве. В настоящее время эти конвертера шихтуются на 320т.

Осваивая технологию конвертерного передела фосфористого чугуна с содержанием фосфора более 0,6% (до 1,2%) при использовании кусковой извести, вместо обычно применяемого вдувания пылевидной, применили двухшлаковый процесс со скачиванием промежуточного шлака, который обеспечивал гарантированно низкое содержание фосфора в готовой стали.

Для определения влияния основных технологических параметров плавки был выполнен статистический анализ с использованием паспортов плавки Карагандинского металлургического комбината (Казахстан). Ниже приведены выводы по проделанному анализу.

Коэффициент распределения фосфора зависит от содержания СаО в шлаке, с увеличением СаО в шлаке увеличивается коэффициент распределения фосфора (рисунок 1). При увеличении СаО в шлаке на 1% коэффициент распределения фосфора увеличивается приблизительно на 10,36. Для эффективного удаления фосфора известь необходимо применять в порошковом виде для быстрого её усвоения.

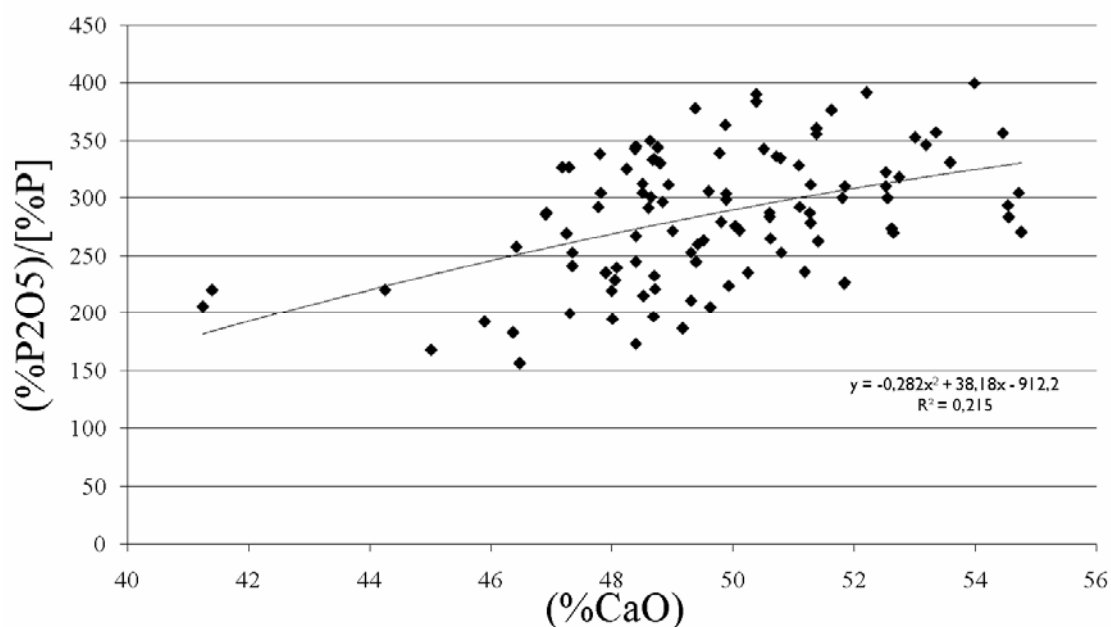


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента распределения фосфора от содержания СаО в шлаке

Основность шлака также сказывается на коэффициенте распределения фосфора. При увеличении основности шлака на 0,1 коэффициент распределения фосфора увеличивается приблизительно на 5,82 (рисунок 2). Повышение основности шлака способствует удалению фосфора, однако, чрезмерное увеличение основности шлака делает его вязким, что неблагоприятно сказывается на процессе дефосфорации.

Коэффициент распределения фосфора зависит и от содержания FeO в шлаке, при увеличении окисленности коэффициент распределения фосфора увеличивается. Если FeO в шлаке увеличить на 1%, то коэффициент распределения фосфора увеличится приблизительно на 6,03 (рисунок 3). Рост окисленности шлака благоприятствует растворению извести и

протеканию процесса дефосфорации.

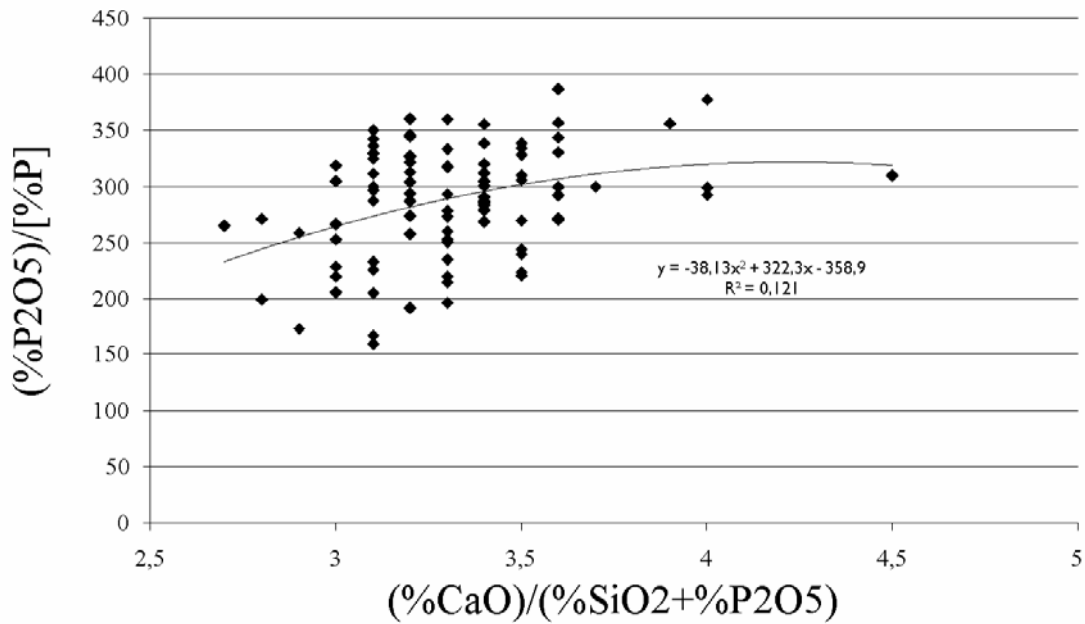


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента распределения фосфора от основности шлака

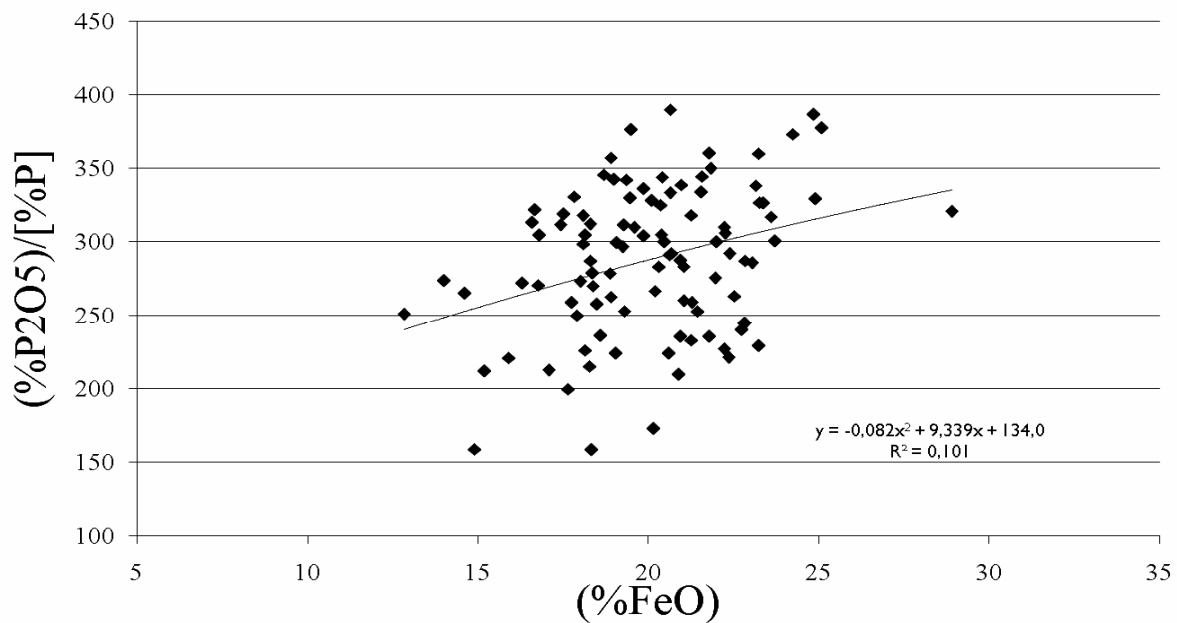


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента распределения фосфора от содержания FeO в шлаке

Коэффициент распределения фосфора обратно пропорционален температуре металла, т.е. с увеличением температуры металла уменьшается коэффициент распределения фосфора. При увеличении температуры на $1^\circ C$ коэффициент распределения фосфора уменьшается приблизительно на 3,29 (рисунок 4).

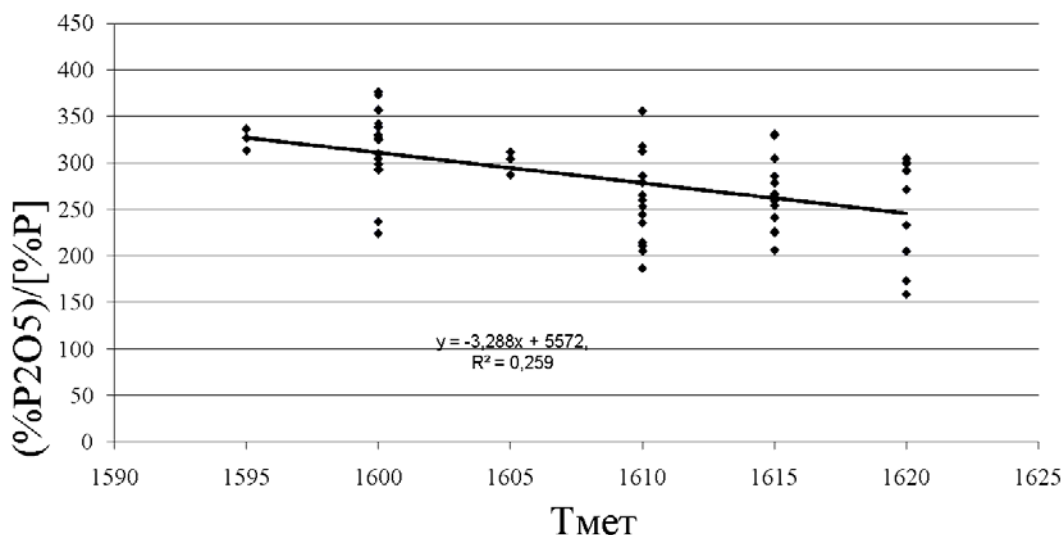


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента распределения фосфора от температуры металла

УДК 669.134

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОДОГРЕВА ЛОМА

Грабовский А.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Металлургия чёрных и цветных металлов и, в частности, производство стали является одним из наиболее энергоёмких отраслей промышленности. С целью снижения себестоимости продукции, эксплуатационных затрат металлургического оборудования и увеличения выхода годного необходима разработка новых и совершенствование уже существующих методов ресурсо- и энергосбережения. В настоящее время широкое распространение получили энергосберегающие технологии, которые позволяют оптимизировать тепловой баланс конвертерной плавки, сократить расход жидкого чугуна и, соответственно увеличить долю перерабатываемого лома до 35-40%.

Перспективным направлением энергосбережения при выплавке стали в кислородных конвертерах является предварительный подогрев металлического лома в агрегате за счёт сжигания твёрдого топлива.

При решении этой задачи необходимо учитывать специфику работы газоотводящего тракта, а также экологические аспекты работы конвертера.

Например, сжигание в конвертере углей с высоким выходом летучих веществ обуславливает увеличение вредных выбросов в атмосферу (сажи, канцерогенных компонентов смолистых соединений, оксидов углерода, серы

и углеводородов), что связано с неполным сгоранием выделяемых из углеродсодержащего топлива летучих продуктов. При этом увеличивается нагрузка на газоотводящий тракт конвертера.

В составе Западно-Сибирского металлургического комбината имеется 2 кислородно-конвертерных цеха. В составе кислородно-конвертерного цеха № 1 эксплуатируется три конвертера ёмкостью 160 тонн, а в составе цеха № 2 - два ёмкостью 300 тонн.

Газоотводящий тракт 160 тонного сталеплавильного конвертера включает в себя комплекс сооружений, обеспечивающих улавливание, отвод, дожигание, охлаждение и очистку конвертерных газов. В него входит котел - охладитель конвертерных газов ОКГ – 160У, газоочистка мокрого типа, горизонтальный каплеуловитель, нагнетатель (дымосос) типа 7700-12-1, «свеча» (дымовая труба). Котёл - охладитель предназначен для полного дожигания газов, выделяющихся из конвертера при кислородной продувке. Конвертерные газы с температурой 1640 °С, поступают в котел-охладитель, охлаждается до 724 °С с избытком воздуха, равным 1,2 и попадают в газоочистку. Газоочистка мокрого типа установлена за котлом-охладителем. Она состоит из трёх ступеней:

- первая ступень – узел предварительного охлаждения (служит для предварительного охлаждения газов и улавливания крупных фракций пыли);
- вторая ступень – орошаемый газоход (служит для дальнейшего охлаждения газов и улавливания крупных фракций пыли);
- третья ступень – высоконапорная труба Вентури с регулируемым сечением горловины (служит для тонкой очистки газов от мелкодисперсной пыли).

Следует отметить, что газоотводящий тракт рассматриваемого конвертера работает с полным дожиганием окиси углерода. Особенности технологии полного дожигания СО заключаются в том, что между конвертором с газоотводящим трактом всегда имеется зазор, дающий возможность поворачивать конвертор при загрузке скрапа, заливке чугуна, выпуске стали и сливе шлака. При отводе газа из конвертора с дожиганием окиси углерода в указанном зазоре при помощи дымососа создают разрежение, при этом по периметру газовой струи, поступающей в газоход, подсасывается наружный воздух, приводящий к сгоранию окиси углерода. В атмосфере кислорода воздуха СО горит при коэффициенте $a > 1$. Вначале сгорают периферийные слои газового потока, а на расстоянии, равном примерно десятикратному диаметру горловины конвертора, в газоходу полностью сгорает окись углерода, превращаясь в двуокись. Чтобы газоотводящий тракт не вышел из строя под воздействием высокой температуры, в его стенках циркулирует химически очищенная вода, не имеющая солей жесткости. Часть тепла газы отдают воде и температура их перед котлом-утилизатором снижается.

Таким образом, в систему газоочистки поступают продукты сгорания конвертерных газов, количество которых в 3-5 раз превышает объем газов,

образующихся в процессе продувки. Поэтому размеры газового тракта, система газоочистки, мощность дымососов и энергопотребление получаются большими и практически неприемлемыми для конвертеров ёмкостью более 200 тонн. Однако тракты такого типа целесообразно устанавливать за конвертерами меньшей ёмкости, так как при отводе газа с дожиганием СО обеспечивается полная безопасность работы тракта. Для конвертеров ёмкостью более 200 тонн, в основном применяются системы с частичным дожиганием окиси углерода, либо без дожигания. При эксплуатации систем без дожигания предъявляются повышенные требования к газоотводящему тракту, в частности, полная газоплотность. Случайные подсосы воздуха могут приводить к воспламенению СО в газоходе и, как следствие, аварийным ситуациям.

Кроме нагрузки, создаваемой объёмом конвертерных газов, условия работы газоотводящего тракта усугубляет технология предварительного подогрева лома. Ухудшение условий работы тракта связано, в основном, с особенностями используемого твёрдого топлива, в частности, с его химическим составом.

Как видно из графиков, максимальное содержание СО составляет 1,4 % на 13-й минуте продувки (плавка без угля); 2,5 и 2,0 % на 16-й и 17-й минутах продувки с добавлением угля. Эпизодическое появление окиси углерода свидетельствует о незначительном недожоге конвертерного газа на стадии интенсивного обезуглероживания. Максимальный же выход CO_2 отмечается в середине продувки ванны, в период наиболее интенсивного горения углерода чугуна и углерода, внесённого твёрдым топливом.

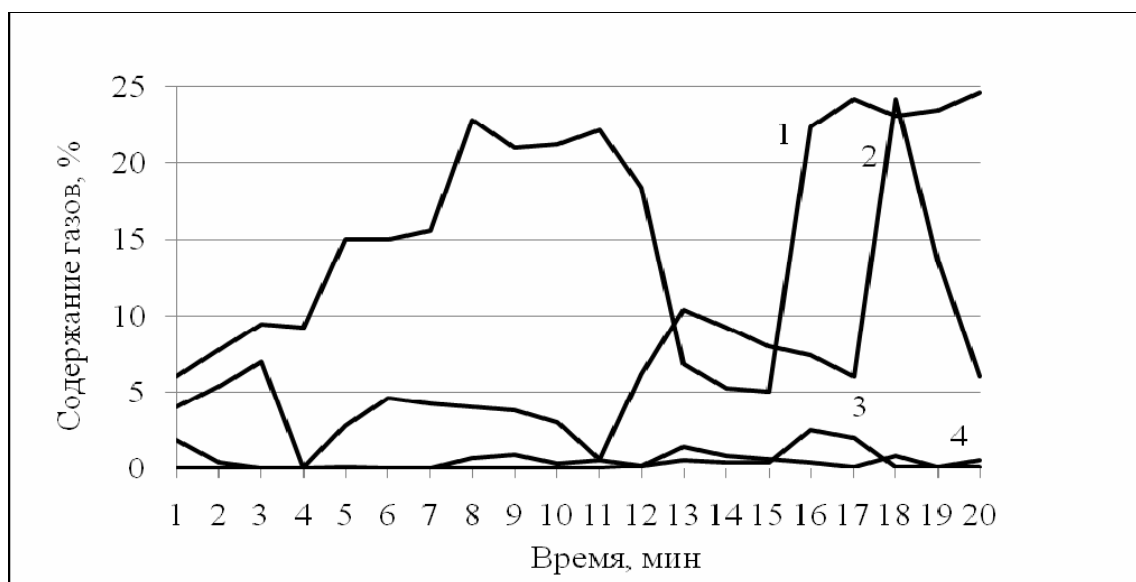


Рисунок 1 – Состав конвертерных газов по CO и CO_2 при плавке с использованием угля для предварительного подогрева лома, и без:
 1 – содержание CO_2 при плавке с использованием угля; 2 – содержание CO_2 при плавке без использования угля; 3 – содержание CO при плавке с использованием угля; 4 – содержание CO при плавке без использования угля

При плавке с подогревом лома, отходящие газы содержат повышенное количество двуокиси углерода, водорода и кислорода, максимальная концентрация данных отмечается на стадии наиболее интенсивного горения углерода чугуна в ходе кислородной продувки. Это является нежелательным фактором в работе газоотводящего тракта и газоочистки в целом.

Процесс подогрева лома осуществляется следующим образом: в конвертер заваливается лом, на лом присаживается углеродсодержащее топливо и, в случае необходимости, шлакообразующие материалы в необходимом количестве, которое затем сжигается в струях кислорода, подаваемого через кислородную фурму.

В качестве углеродсодержащего топлива используют угли с различным выходом летучих веществ и содержанием углерода. В практике подогрева лома в конвертерах ОАО «ЗСМК» в разное время использовались угли марок ССО, ТОМ, а также кокс. Все эти марки углей по-разному проявляли себя в процессе конвертерной плавки. Выбор типа твёрдого топлива, количества и режима подачи обусловлен необходимостью выделения максимально возможного количества тепла с определенной скоростью, обеспечивающей равномерный прогрев загруженного в конвертер лома с минимальным агрессивным воздействием на футеровку агрегата и поверхность лома.

Таблица 1 – Химический состав твёрдого топлива, применяемого для подогрева лома

| Марка угля | Влажность, W, % | Содержание, % сухой массы | | | | | | Низшая теплота сгорания, кДж/кг |
|------------|-----------------|---------------------------|-------|------|------|------|------|---------------------------------|
| | | Зола, A ^d | C | H | O | N | S | |
| Кокс | 5,0 | 9,5 | 83,32 | 0,38 | 0,28 | 1,14 | 0,38 | 28555 |
| ТОМ | 5,0-9,0 | 10,0 | 77,56 | 2,33 | 1,95 | 1,58 | 0,28 | 28366 |
| ССО | 6,5-10,0 | 8,0 | 81,1 | 4,0 | 4,5 | 2,0 | 0,3 | 31024 |

Выбор типа твёрдого топлива, количества и режима подачи обусловлен необходимостью выделения максимально возможного количества тепла с определенной скоростью, обеспечивающей равномерный прогрев загруженного в конвертер лома с минимальным агрессивным воздействием на футеровку агрегата и поверхность лома.

В настоящей работе, на основе расчёта теплового баланса предварительного подогрева лома был вычислен общий недостаток тепла в процессе рассматриваемой плавки. С целью получения замкнутого теплового баланса, а также с целью оценки возможности эффективного использования твёрдого топлива были рассчитаны коэффициенты полезного теплоусвоения для случаев использования 100 % каждого вида топлива для подогрева. Как показали расчёты, в условиях рассматриваемой плавки, наиболее эффективным оказался уголь марки ССО, а наименее эффективным

кокс. Уголь ТОМ имеет схожие с коксом характеристики за исключением несколько большего КПТ. Это объясняется свойствами и составом углей. Уголь ССО наиболее эффективен, так как содержит наибольшее количество водорода и имеет наибольший выход летучих - 23,5 %. Это обеспечивает более эффективный нагрев лома за счёт формирования мощного и устойчивого факела высокой светимости при подаче кислорода на сжигание угля и горении летучих в его струях. Кроме того, уголь ССО быстро воспламеняется, что обеспечивает его более полное сгорание в период прогрева лома, и соответственно, меньшее усвоение его углерода жидкой ванной в дальнейшем. Однако, следует отметить, что в практике подогрева лома в ККЦ-1 этот уголь получает всё меньшее распространение, т.к. при его использовании осложняется работа газоотводящего тракта. Это заключается в возможности возникновения пожаро- и взрывоопасных смесей в газоотводящем тракте вследствие высокого выхода летучих. Кроме того, уголь ССО содержит повышенное количество водорода и кислорода, который при расходе угля более 10 кг/т стали усваивается выплавляемой сталью.

Кокс обладает наименьшим КПТ, вследствие «инерционности» процесса его горения. Это является существенным недостатком для твёрдого топлива, т.к. практика показывает, что наибольшее количество тепла усваивается ломом в первые 4 – 5 минут прогрева. Кокс плохо воспламеняется при его присадке на холодный лом даже при наличии раскальной футеровки. Это приводит к неполному сгоранию его в период прогрева и, как следствие, усвоению большей части несгоревшего кокса жидкой ванной в качестве науглероживателя.

Оптимальным с точки зрения сбалансированности вышеозначенных свойств является уголь ТОМ. По сравнению с коксом, в условиях рассматриваемой плавки, его КПТ выше на 5 %, он хорошо воспламеняется, в меньшей степени усваивается жидкой ванной, содержит меньше, чем ССО, количество элементов, присутствие которых не желательно в выплавляемой стали (сера и водород). Кроме того, он не создаёт пожаро- и взрывоопасных ситуаций при работе газоотводящего тракта.

С целью повышения эффективности использования твёрдого топлива выполнено исследование процесса горения углей указанных марок в условиях подачи в кислородный конвертер для предварительного нагрева лома, оптимизированы теплотехнические параметры процесса за счёт варьирования состава и расхода топлива в конвертере с дожиганием отходящих газов. Состав топлива варьировался в следующих сочетаниях:

- Кокс – ССО
- ТОМ – кокс
- ССО – ТОМ

Количество топлива варьировалось от 100 % одного вида до 100 % другого, в каждом из трёх сочетаний. В результате были получены зависимости коэффициента полезного теплоусвоения и конечной температуры подогрева от состава и расхода каждого вида твёрдого топлива.

В результате анализа получившихся зависимостей было установлено, что оптимальный баланс теплотехнических показателей достигается при соотношении расходов ССО и ТОМ в пропорции 77/23 %.

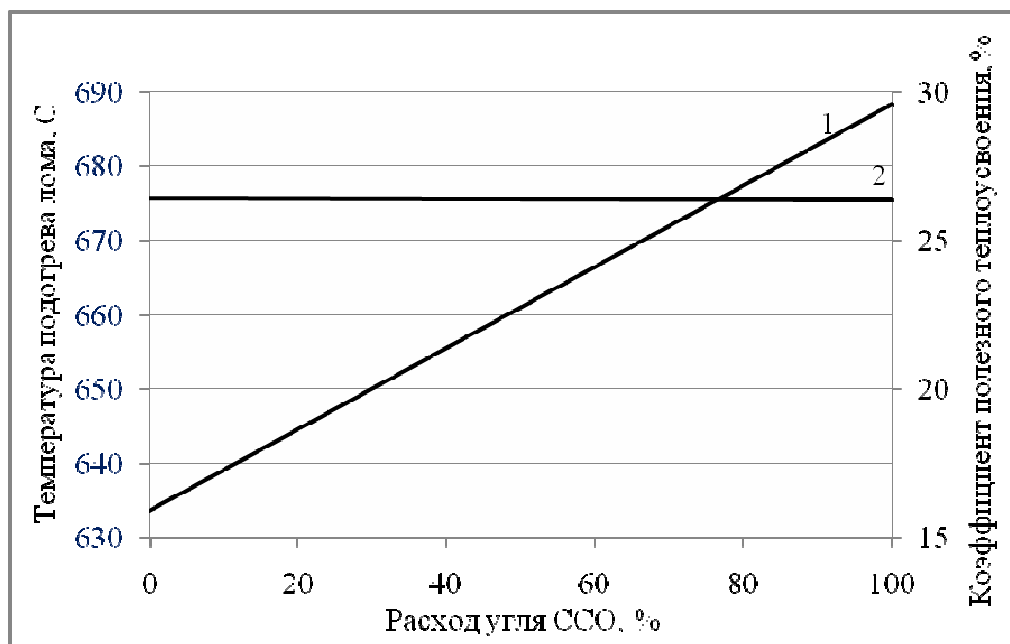


Рисунок 2 – Оценка эффективности подогрева лома при использовании кокса и ССО:
 1 – температура подогрева лома, °С;
 2 – коэффициент полезного теплоусвоения, %

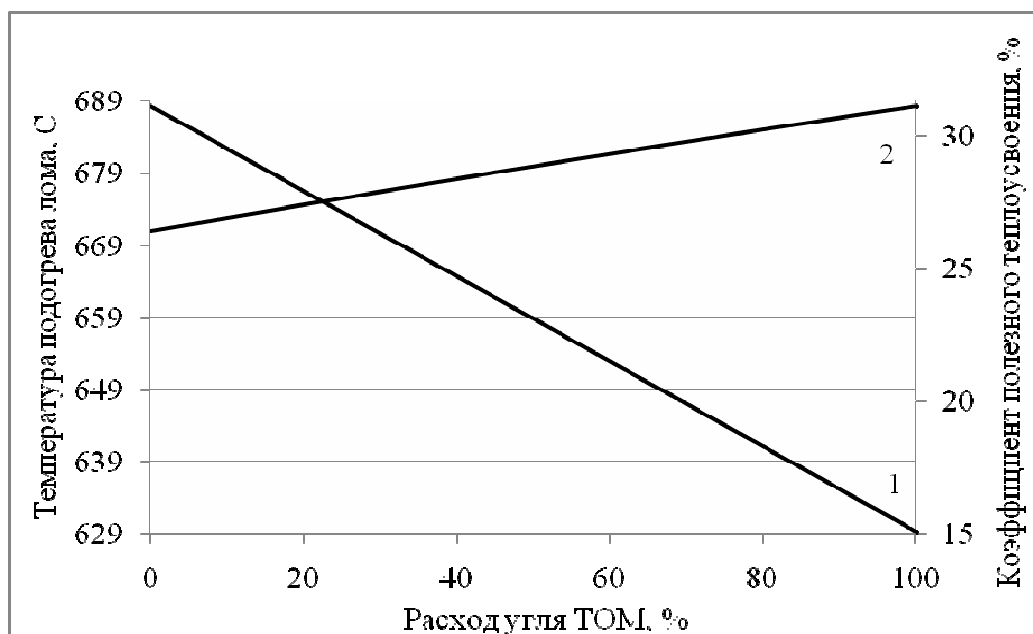


Рисунок 3 – Оценка эффективности подогрева лома при использовании ССО и ТОМ:
 1 – температура подогрева лома, °С;
 2 – коэффициент полезного теплоусвоения, %

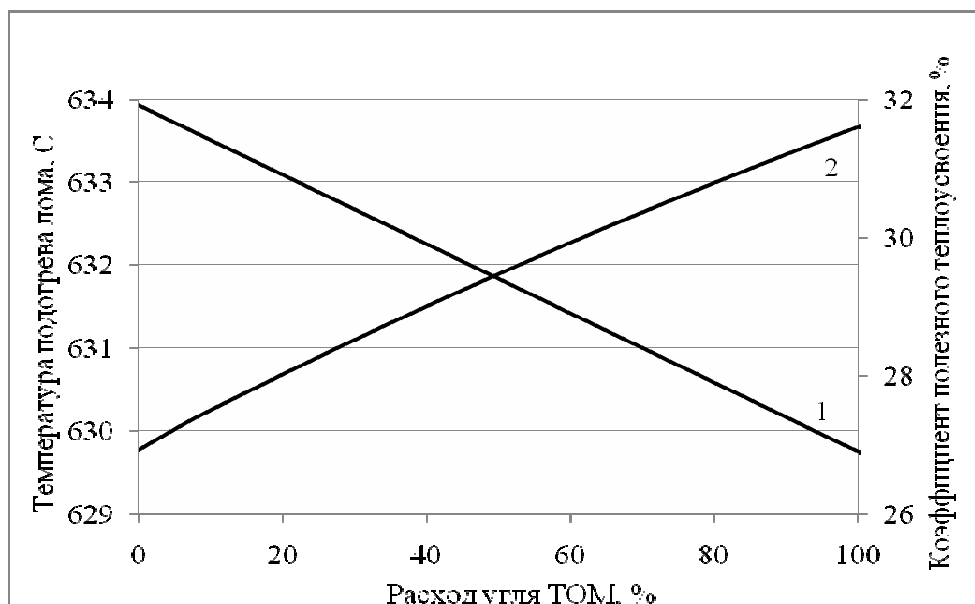


Рисунок 4 – Оценка эффективности подогрева лома при использовании кокса и ТОМ:
 1 – температура подогрева лома, °С;
 2 – коэффициент полезного теплоусвоения, %

Таблица 2 – Параметры оптимального состава и расхода твёрдого топлива

| Состав твёрдого топлива | Соотношение расходов твёрдого топлива, % | Теплота сгорания, кДж/кг | Температура подогрева лома, °С | Коэффициент полезного теплоусвоения, % |
|-------------------------|--|--------------------------|--------------------------------|--|
| ССО-ТОМ | 77/23 | 20880 | 675 | 27,5 |

При этом реализуется следующее:

- Присутствие угля ССО позволяет равномерно и в более сжатые сроки прогреть массу лома, вследствие формирования мощного факела высокой светимости

- Обеспечивается температура подогрева лома, не оказывающая негативного влияния на поверхность лома (зоны оплавления и окисление поверхности) и футеровку конвертера.

- Присутствие топлива (ТОМ) с низким выходом летучих позволяет минимизировать вероятность образования взрывоопасных смесей в газоотводящем тракте.

- Температурный режим позволяет осуществить рафинирование твёрдого топлива от значительной доли таких элементов, как сера, водород и кислород.

Таким образом, оптимизируя теплотехнические показатели работы конвертера можно получить не только снижение расхода твёрдого топлива, капитальных и эксплуатационных затрат при проектировании новых агрегатов, количества используемого чугуна, но и существенным образом

повлиять на улучшение экологической обстановки, а также качество выплавляемой стали.

УДК 669.184

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРГАНЦА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В КОНВЕРТЕРАХ

Калиногорский А.Н., Калиногорский А.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ганзер Л.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Проблема обеспечения черной металлургии марганцем имеет для России исключительно важное значение. Основным источником обеспечения отрасли марганцевыми сплавами является импорт. При этом структура поставок постоянно меняется, но это не означает, что в области импортозамещения произошли существенные положительные изменения, поскольку единственным источником обеспечения производства отечественных марганцевых сплавов являются поставки рудного сырья, прежде всего из Казахстана [1].

Рост потребности в марганцевых сплавах, а так же их высокая стоимость вызывает необходимость поиска технических и технологических решений, направленных на сокращение потерь марганца. Потери марганца в технологическом цикле от исходной руды до готовой стали чрезмерно велики: до 8% марганца теряется на стадии добычи, до 20% при обогащении, до 25% при производстве ферросплавов и до 26% при выплавке стали.

Рациональное использование марганца с целью резкого сокращения его потерь в общем технологическом цикле может быть достигнуто только путем изменения структуры потребления марганца и перехода на малостадийную технологию его использования. Необходимо обоснованное сокращение технологических операций в цикле обогащения рудного сырья и сокращение использования ферросплавов при выплавке стали.

Одним из наиболее эффективных путей экономии марганца является выплавка и передел низкомарганцовистых чугунов. Понижение содержания марганца в передельном чугуне позволяет снизить расход марганцевой руды в доменных печах, уменьшить потери марганца при сталеплавильном переделе, т.е. значительно улучшить технико-экономические показатели на всех этапах металлургического производства.

Роль марганца при выплавке стали в конвертерах главным образом сводится к положительному влиянию марганца на процессы шлакообразования и десульфурации. В соответствии с теорией окислительного рафинирования окисление марганца происходит по реакции [2]:



В условиях насыщения системы оксидом марганца

$$\lg k_{Mn} = \lg \frac{(MnO)}{[Mn] \cdot (FeO)} = \frac{7110}{T} - 3.375 \quad (2)$$

Очевидно, что уменьшение активности MnO в шлаке способствует окислению марганца. Более быстрому протеканию процесса окисления марганца также способствует увеличение активности FeO и низкая температура процесса. Повышение температуры и снижение окисленности шлака может привести к восстановлению марганца. Из уравнения (2) видно, что присадка в шлак оксидных материалов ведет к росту концентраций кислорода и марганца в металле. При этом при постоянном содержании кислорода, рост температуры способствует уменьшению коэффициента распределения марганца

Снижение содержания марганца в чугуна приводит к увеличению скорости окисления углерода, что вызывает уменьшение содержания оксидов железа в шлаке. В середине продувки, когда содержание закиси железа и марганца падает до минимума, при обычном технологическом режиме шлак переходит в жидко-твердое состояние (сворачивается), в результате чего металл оголяется, возрастает его вынос, сопровождающийся заметалливанием фурмы и котла-утилизатора, а также возможно некоторое замедление процесса дефосфорации и десульфурации.

Практика работы показала, что эти затруднения устраняются при использовании фурм с большими числом сопел и углом их наклона к вертикали, увеличении высоты наконечника фурмы над ванной в отдельные периоды продувки, присадке части извести совместно с плавиковым шпатом на лом до заливки жидкого чугуна и рассредоточении присадок плавикового шпата.

Компенсировать негативные последствия снижения концентрации марганца в металле возможно за счет дополнительного повышения содержания оксидов железа в шлаке, но такой технологический прием вызывает ухудшение условий службы футеровки агрегатов, опасность резкого вспенивания шлака, а, следовательно, выбросов и выносов металла. Целесообразным представляется использование в конвертерной плавке оксидных марганецсодержащих материалов (агломерата, концентрата, руды и др.).

Для исследования изменения содержания марганца в конце продувки в зависимости от количества марганца, вносимого в конвертер, выполнили расчеты материального баланса конвертерной плавки при различных вариантах процесса [3]. Результаты расчетов представлены в таблице.

Абсолютное количество марганца, вносимого металлическим ломом, и прочими, кроме агломерата, материалами в конвертер, было постоянным во всех рассматриваемых вариантах; изменялся только расход агломерата следующего химического состава: 27,8% MnO; 3,0% CaO; 20,0% SiO₂; 1,0% MgO; 12,0% FeO; 31,0% Fe₂O₃; 5,0% Al₂O₃; 0,2% P₂O₅.

Таблица – Эффективность использования марганца в конвертерной плавке

| Показатель | Варианты | | | | |
|---|----------|------|------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Содержание марганца в чугунае, % | 0,8 | 0,5 | | 0,2 | |
| Количество марганца, вносимого в конвертер жидким чугуном, кг/т | 6,09 | 3,80 | | 1,52 | |
| Расход агломерата на плавку, кг/т | - | 8,26 | - | 12,83 | - |
| Содержание марганца в конце продувки, % | 0,22 | 0,21 | 0,17 | 0,20 | 0,11 |
| То же, кг/т | 2,2 | 2,1 | 1,7 | 2,0 | 1,1 |

Результаты расчетов показали, что в зависимости от количества марганца, вносимого агломератом, концентрация марганца в конце продувки может оставаться на базовом уровне (вариант 1) даже при снижении содержания марганца в передельном чугунае до 0,2%. При этом необходимо создавать условия, способствующие восстановлению марганца в середине плавки и уменьшению его окисления в последние минуты продувки. Это позволит снизить потери марганца по ходу плавки и обеспечит значительную экономию марганца при раскислении и легировании стали, и по всему металлургическому циклу.

Библиографический список

1. Смирнов Л.А. Современное состояние и перспективы обеспечения отечественной промышленности марганцем и хромом и рациональные пути их использования при выплавке стали/ Л.А. Смирнов, Е.И. Арзамасцев, А.А. Бабенко// Труды VII Международного конгресса сталеплавателей. -М. : Черметинформация, 2002.-С.55-61.
2. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. - М.: Мир, 2003.-528 с., ил.
3. Зарвин Е.Я. Материальный баланс кислородно-конвертерной плавки // Е.Я. Зарвин Методические указания к дипломному и курсовому проектированию. - ЛОТ СМИ. - Новокузнецк, 1983. - 29с.

УДК 669.184

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КАЧЕСТВО КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ

Галимулин В.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Для последнего времени характерна тенденция к увеличению

концентрации примесей цветных металлов в стали, что объясняется изменением структуры используемого для ее производства металлического лома. Уменьшение количества собственного оборотного лома при переходе на непрерывную разливку стали обуславливает необходимость увеличения потребления поставляемого внешними поставщиками амортизационного лома. Такой металлолом, представляющий собой отслужившие свой срок детали и механизмы различных машин и агрегатов, как правило, обогащен повышенным количеством примесей цветных металлов. Отсутствие эффективных технологий по удалению примесей цветных металлов в процессе производства и внепечной обработки стали в сочетании с повышением концентрации данных элементов в металлическом ломе приводит к увеличению их содержания в готовой стали. Особенно данная тенденция ощутима применительно к меди. По данным работы [1] за период с 1985г. по 1997г. доля плавок электростали углеродистых и конструкционных марок с содержанием меди более 0,20% (по результатам ковшевых проб) увеличилась с 0,7% до 52,7%. Хотя при выплавке стали в кислородных конвертерах тенденция к увеличению содержания примесей цветных металлов не столь ощутима, как при производстве стали в электропечах (из-за меньшей доли металлического лома в исходной металлошихте), существуют данные о негативном влиянии меди даже в малых концентрациях на трещиностойкость сталей. Например, по результатам проведенной С.И. Жульевым с соавторами работы [2], значительное охрупчивание стали происходит уже в случае концентрации меди более 0,16%, по данным работы [3] значительное количество поверхностных трещин возникает при достижении концентрации меди 0,15%. Особо значимым снижением трещиностойкости является для конструкционных сталей, поскольку технология изготовления деталей из проката таких сталей обуславливают повышенные требования к показателям пластичности.

В условиях ОАО «ЗСМК» проведено исследование влияния содержания меди в конструкционной стали марки 20кп на отбраковку заготовок по дефектам поверхности. Схема производства заготовок включает в себя разливку в изложницы с последующей прокаткой на обжимном и непрерывно-заготовочном станах. Выбор указанной марки стали обусловлен ее наиболее массовым производством и повышенной отсортировкой по дефектам поверхности по отношению к другим конструкционным сталям. Исследование провели с использованием регрессионного анализа на годовой выборке плавок.

В результате установлено, что изменение содержания меди в готовой стали в интервале от 0,03% до 0,07% оказывает значимое влияние на отбраковку заготовок по дефектам поверхности – повышение концентрации меди увеличивает отсортировку заготовок (рисунок 1).

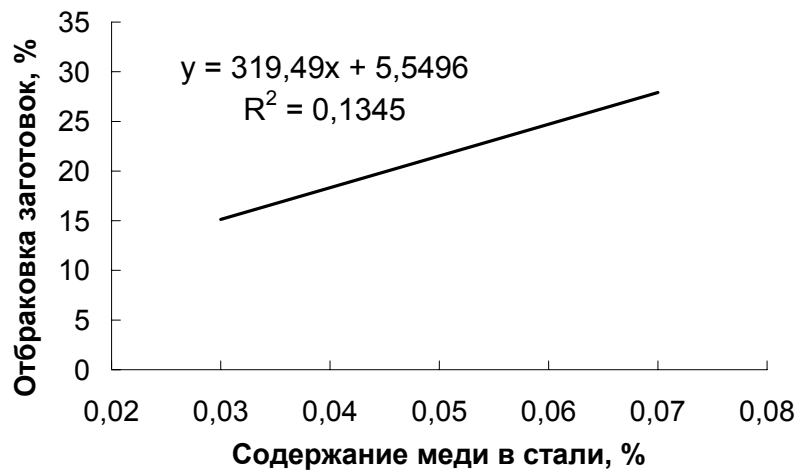


Рисунок 1 – Влияние содержания меди в стали 20кп на отбраковку заготовок по дефектам поверхности

Механизм отрицательного влияния меди на качество поверхности заготовок заключается в следующем. Низкая температура плавления меди (1083°C) вызывает красноломкость стали при горячей деформации. Ситуация усугубляется склонностью меди к диффузии, что приводит к значительному увеличению ее концентрации в приповерхностных слоях, тем самым увеличивая риск образования рванин на поверхности заготовок при прокатке. Содержание меди в металлоломе и, следовательно, в готовой стали в значительной степени определяется структурой используемого металлического лома. Действительно, по полученным данным можно констатировать, что увеличение доли амортизационного лома в металлошихте приводит к значительному повышению концентрации меди в стали (рисунок 2).

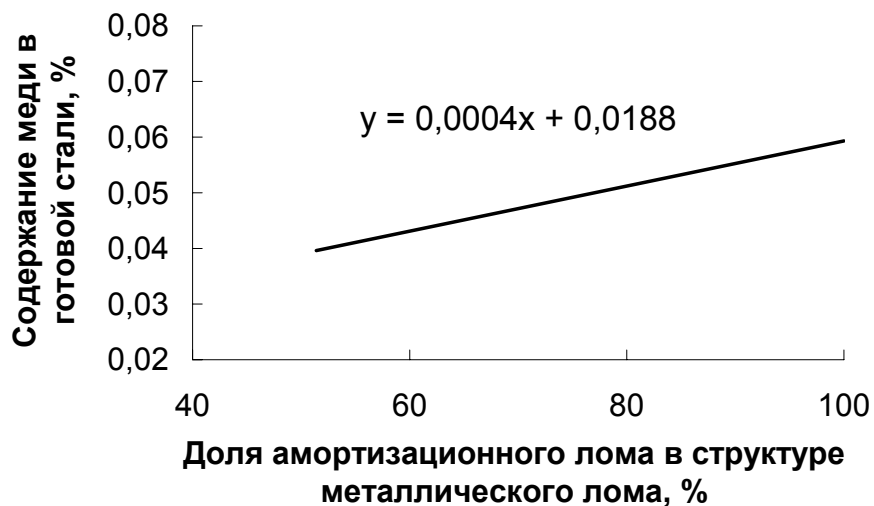


Рисунок 2 – Влияние структуры исходного металлолома на содержание меди в стали 20кп

По результатам проведенного исследования внесены изменения в технологических режим выплавки конструкционной кипящей стали марок

10кп, 15кп, 20кп в кислородно-конвертерном цехе №1 ОАО «ЗСМК». По фактическим данным оптимизация параметров металлозавалки в большегрузные конвертеры емкостью 160 т позволила снизить отсортировку производимых из слитков заготовок по дефектам поверхности на 4% [4, 5].

Библиографический список

1. Жульев С.И. Совместное влияние примесных элементов в высокочистой стали на конструкционную прочность металлоизделий /С.И. Жульев, С.А. Гузенков, В.В. Данилин // Черная металлургия. Изв. вузов. - 2004. №5.-С. 48-50
2. Дегенкольбе Й. Воздействие примесей на свойства материалов / Й. Дегенкольбе, К. Кальва, К. Кауп // Черные металлы. – 1988. – №11. – С. 3-12.
3. Обласов Г.А. Выплавка стали 20А для труб в хладокоррозионно-стойком исполнении / Г.А. Обласов, А.В. Мурзин // Сталь. – 2001. – №10. – С. 15-18.
4. Кадыков В.Н. Исследование влияния технологических факторов на качество поверхности заготовок конструкционных марок сталей / В.Н. Кадыков, А.А. Уманский // Вестник горно-металлургической секции российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. – Новокузнецк, 2007. – Вып. 18. – С. 40-48.
5. Кадыков В.Н. Применение статистических моделей для оптимизации технологии производства заготовок из слитков / В.Н. Кадыков, А.А. Уманский // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2008. - №6. – С. 20-22.

УДК 669.046.554

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ОТДЕЛЕНИЙ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Попов Е.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время окончательно утвердилась тенденция к переносу большей части операций по доводке металла из сталеплавильных агрегатов на специализированные установки внепечной обработки стали. Использование внепечной обработки стали позволяет повысить производительность сталеплавильного цеха, снизить расход ферросплавов и использовать менее дефицитные легирующие материалы.

Широкий спектр задач, решаемых при использовании технологии внепечной обработки стали, обуславливает разнообразие конструкций установок и агрегатов для ее проведения. Наиболее распространенным на

сегодняшний день вариантом организации внепечной обработки стали является последовательная обработка металла на установке «ковш-печь» и вакууматоре. Использование комплекса оборудования в составе упомянутых агрегатов позволяет решать практически все задачи, которые ставятся перед внепечной обработкой стали. В частности на агрегате «ковш-печь» за счет продувки инертным газом, обработки расплава шлакообразующими смесями и использования электродугового подогрева параллельно производится гомогенизация (усреднение) расплава по температуре и химическому составу, рафинирование стали от неметаллических включений и регулирование температуры расплава. Также при обработке на установках «ковш-печь» проводят легирование стали, что обеспечивает снижение потерь легирующих элементов по сравнению с вводом ферросплавов в плавильный агрегат и ввод модификаторов для уменьшения количества и изменения морфологии неметаллических включений. Единственной задачей, которую не позволяет в полной мере решить обработка металла на агрегате «ковш-печь», является дегазация расплава (удаление кислорода, азота и водорода из стали). Хотя частичная дегазация достигается при продувке аргоном, однако остаточное содержание растворенных в стали газов после продувки не соответствует современным требованиям и не позволяет получать сталь с необходимыми механическими свойствами. Поэтому для снижения содержания газов до необходимого уровня применяют вакуумирование стали на установках различного типа: ковшевые, порционные, циркуляционные.

При выборе места расположения агрегатов внепечной обработки следует учитывать следующие основные моменты:

- Доставка и загрузка ферросплавов в такие агрегаты не должна препятствовать технологическим операциям в плавильном агрегате;

- Необходимы свободные площади для складирования сменного оборудования, расходных материалов агрегатов внепечной обработки (огнеупоры, электроды и т.д.) и оборудования для их ремонта;

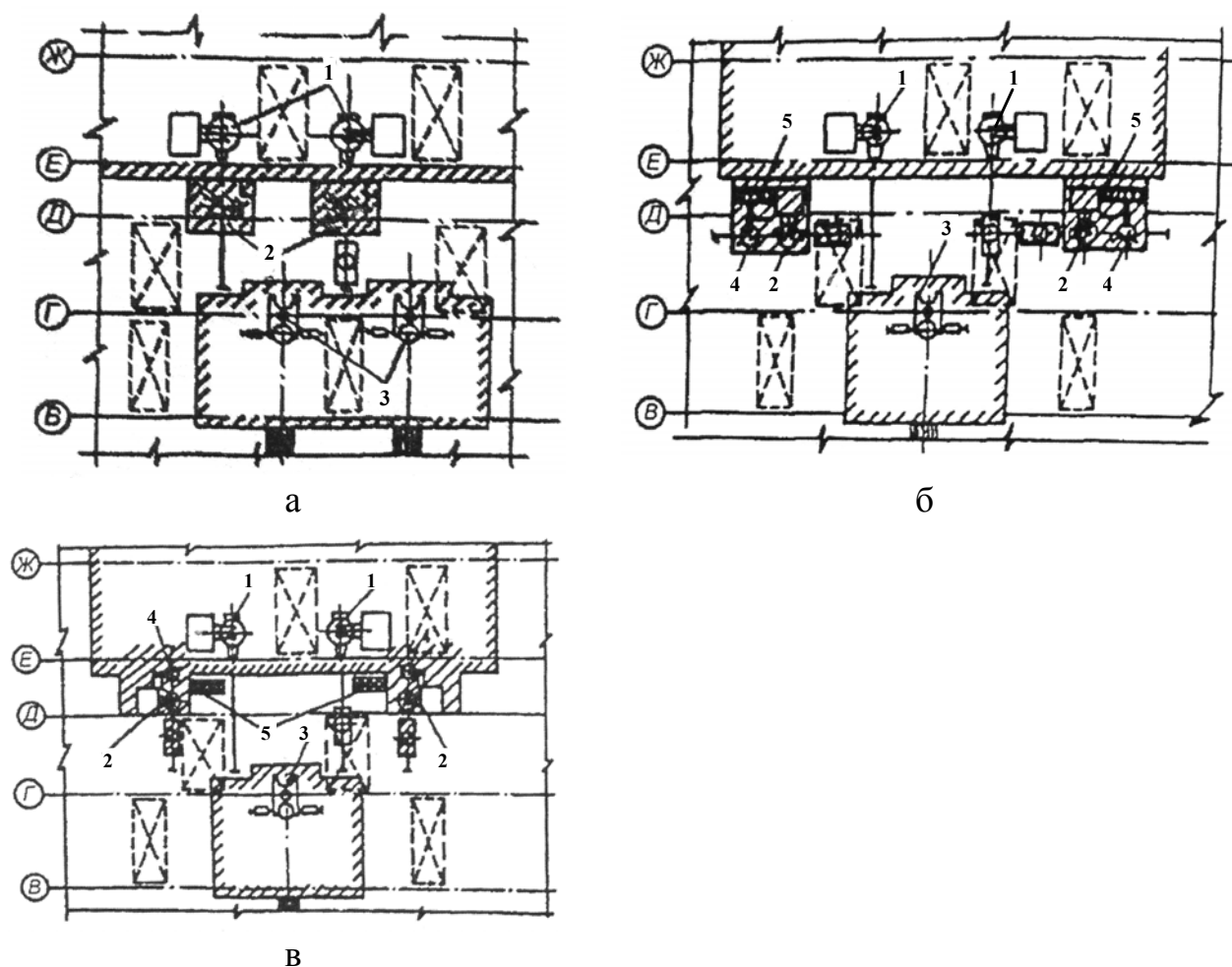
- Для установок с электродуговым подогревом (типа «ковш-печь») размещение подстанции не должно препятствовать работе мостовых кранов;

- Вакуумные установки должны располагаться на расстоянии не более 50 м от вакуумного насоса; для ковшевых вакууматоров обязательным условием является их расположение в зоне действия «тяжелых» кранов.

В целом можно выделить три варианта расположения установок для внепечной обработки в сталеплавильном цехе (рисунок 1): 1) на пути вывоза сталевоза из под плавильного агрегата; 2) в распределительном пролете; 3) в бункерном пролете.

С точки зрения синхронизации работы плавильного агрегата и установок внепечной обработки стали использование первого варианта расположения оборудования (рисунок 1а) целесообразно только при незначительной продолжительности операций внепечной обработки. Поэтому применительно к агрегатам комплексной обработки стали типа «ковш-печь» (с продолжительностью обработки стали соизмеримой со

временем ее выплавки) такую схему размещения оборудования, как правило, не используют. Наиболее часто установки «ковш-печь» размещают в распределительном пролете (рисунок 1б), что позволяет обеспечить: 1) независимость работы плавильных агрегатов от работы агрегата «ковш-печь – продолжительность внепечной обработки может превышать длительность плавки без ущерба для производительности цеха; 2) возможность использования установки «ковш-печь» в качестве буферной емкости для жидкой стали при аварийных ситуациях или простоях МНЛЗ. Также находит применение вариант размещения агрегатов «ковш-печь» в бункерном пролете (рисунок 1в). Однако существенным недостатком такого варианта расположения оборудования является сложность проведения ремонтов из-за отсутствия в бункерном пролете мостовых кранов.



а – размещение агрегатов внепечной обработки на пути сталево­за;
 б – размещение агрегатов внепечной обработки в распределительном про­лете;
 в – размещение агрегатов внепечной обработки в бункерном про­лете.

В-Г – пролет МНЛЗ; Г-Д – распределительный пролет;

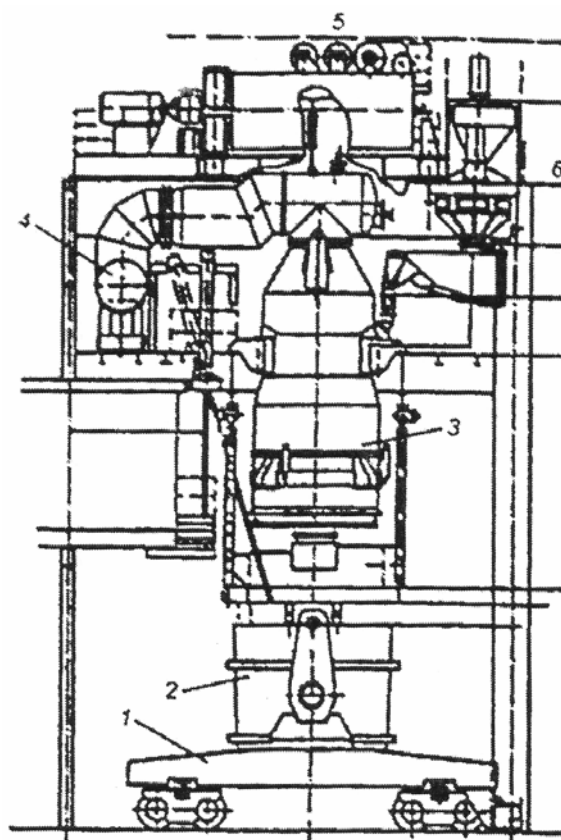
Д-Е – бункерный пролет; Е-Ж – печной пролет.

1 – ДСП; 2 – агрегат «ковш-печь»; 3 – МНЛЗ; 4 – вакууматор;

5 – расходные бункеры

Рисунок 1 – Варианты размещения агрегатов внепечной обработки стали в сталеплавильном цехе

Расположение установок для вакуумирования зависит от их типа. Так порционные и циркуляционные вакууматоры, как правило, располагаются на путях движения сталеваза к установке «ковш-печь» (рисунок 2), а вакууматоры ковшевого типа – в отдельном пролете.



1 – сталеваз; 2 – разливочный ковш; 3 – вакуумная камера; 4 – вакуумная система; 5 – механизм подъема вакуумной камеры; 6 – система подачи добавок.

Рисунок 1.2 – Размещение установки для вакуумирования на путях сталеваза

При выборе типа вакууматора исходят из конструкционных и технологических особенностей цеха, в котором планируется установка данного агрегата. В качестве определяющих факторов в данном случае выступают: тип плавильного агрегата, масса плавки, марочный сортамент выпускаемой продукции. Производительность циркуляционных вакууматоров примерно в 2 раза выше ковшевых, поэтому ковшевые вакууматоры в основном используют для обработки небольших по массе плавков (до 100 т). Кроме того, предпочтительность использования циркуляционных вакууматоров для обработки плавков большой массы вызвана тем, что в ковшевых вакууматорах интенсивной обработке подвергаются только верхние слои металла, а нижние слои под действием ферростатического давления практически не дегазируются. Относительно марочного сортамента можно отметить, что циркуляционные вакууматоры предпочтительнее использовать при производстве сталей с особо низким содержанием углерода, что объясняется более высокой скоростью и

полнотой процесса обезуглероживания. Масса плавки и марочный сортамент напрямую связаны с типом плавильного агрегата. Так если масса плавки в дуговых электропечах обычно не превышает 100 т, то емкость современных большегрузных конвертеров составляет 300 т и более. Что касается марочного сортамента, то получение сталей с низким и особо низким содержанием углерода технологически проще и эффективнее осуществимо в кислородных конвертерах, чем в электросталеплавильных печах. Соответственно в электросталеплавильных цехах большее распространение имеют вакууматоры ковшевого типа, а циркуляционные вакууматоры – в кислородно-конвертерных цехах.

Таким образом, по результатам проведенного анализа можно констатировать следующее:

1. Наиболее оптимальным вариантом организации внепечной обработки стали является последовательная обработка металла на установке «ковш-печь» и вакууматоре, поскольку использование данных агрегатов позволяет решать практически все задачи, которые ставятся перед внепечной обработкой стали;

2. Агрегаты «ковш-печь» целесообразно размещать в распределительном пролете, так как в данном случае обеспечивается независимость работы плавильных агрегатов от работы агрегата «ковш-печь» и возможность использования установки «ковш-печь» в качестве буферной емкости для жидкой стали при аварийных ситуациях или простоях МНЛЗ;

3. Расположение установок для вакуумирования зависит от их типа: порционные и циркуляционные вакууматоры целесообразнее располагать на путях движения сталевоза к установке «ковш-печь», а вакууматоры ковшевого типа – в отдельном пролете;

4. При выборе типа вакууматора для конкретного сталеплавильного цеха необходимо руководствоваться следующими параметрами: тип плавильного агрегата, с которым в едином технологическом корпусе будет работать вакууматор; масса плавки; марочный сортамент выпускаемой продукции. В электросталеплавильных цехах, оборудованных электропечами небольшой емкости, целесообразнее устанавливать вакууматоры ковшевого типа, а циркуляционные вакууматоры – в кислородно-конвертерных цехах с конвертерами емкостью более 300 т.

УДК 621.771

ПРОИЗВОДСТВО ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ШАРОВ

Климов А.С., Филиппова М.В.

Научный руководитель: д.т.н. Перетяtko В.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Шаропрокатный цех ОАО «Гурьевский металлургический завод»

расположен в двух корпусах. Корпус №1 изображён на рисунке 1 и включает два одинаковых шаропрокатных комплекса, которые предназначены для прокатки мелющих шаров диаметром $30 \div 120$ мм.

В каждый комплекс входят:

- проходная нагревательная методическая печь с роликовым подом;
- механизмы загрузки и выгрузки печи;
- две рабочие линии, каждая из которой имеет в своём составе приёмный стол, вталкиватель, рабочую клетку и ковшевой конвейер;
- закалочное устройство.

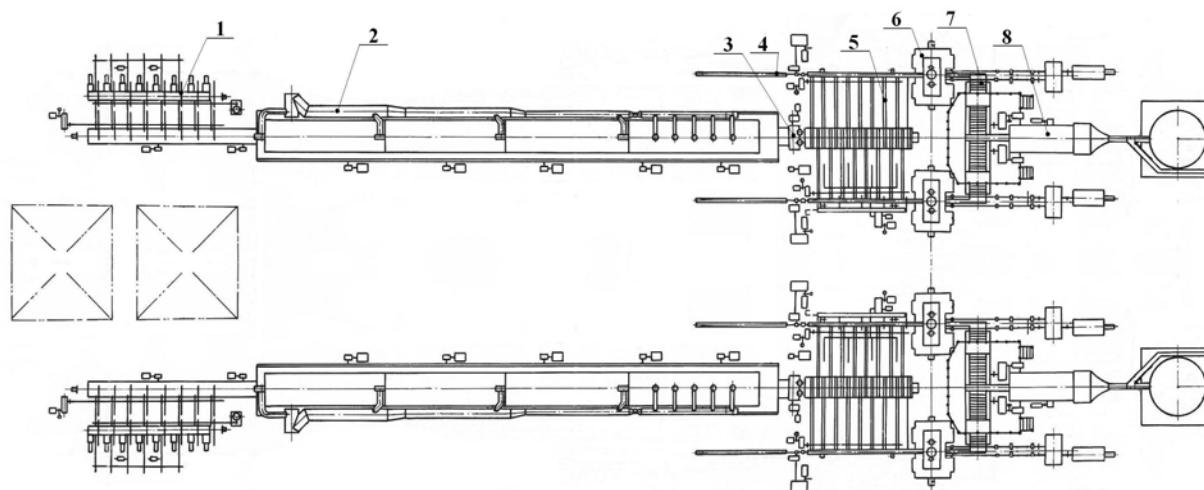


Рисунок 1 — Схема расположения оборудования в шаропрокатном цехе
1 — механизм загрузки печи, 2 — проходная нагревательная методическая печь, 3 — механизм выгрузки печи, 4 — вталкиватель, 5 — приёмный стол, 6 — рабочая клетка, 7 — ковшевой конвейер, 8 — закалочное устройство

Для окончательной термической обработки (низкотемпературного отпуска) в среднем пролёте корпуса №2 установлена электропечь рольганговая СРО 16.320.6 / 2,5.

Процесс прокатки мелющих шаров происходит следующим образом. Заготовка для шаров, горячекатаные прутки круглого сечения длиной 4 м, подаётся на стол загрузочного устройства и при помощи дозатора выравнивающего рольганга раскатывается в один ряд, затем пакетами по 5-18 штанг (в зависимости от диаметра заготовки) одновременно подаётся на печной рольганг.

Нагрев заготовок производится в двух одинаковых по конструкции проходных нагревательных печах с роликовым подом. Заготовки передвигаются в печи двумя параллельными рядами. Тепловой режим работы печи по зонам устанавливается с таким расчётом, чтобы температура металла перед прокаткой находилась в пределах $950\text{—}980^\circ\text{C}$.

Нагретые заготовки выдаются из печи поочерёдно с помощью тянущего устройства (трайб-аппарата), состоящего из ведущего и двух прижимных роликов, передаются к клетке шлепперами переднего стола и скатываются в приёмный жёлоб стола при открытой крышке жёлоба. Затем

крышка жёлоба закрывается и заготовка фрикционным вталкивателем подаётся к рабочей клетки.

Рабочая клеть предназначена для прокатки шаров методом поперечно-винтовой прокатки. Прокатка осуществляется с помощью двух валков, вращающихся в одинаковом направлении. Валки, изготовленные из износостойкой стали, имеют однозаходные или многозаходные винтовые калибры. В зависимости от калибровки за каждый оборот прокатывается количество шаров, равное числу заходов винта. [1,2]

Для вращения рабочих валков с заданными энергетическими параметрами (крутящим моментом и частотой вращения) используется главный привод. Он состоит из электродвигателя постоянного тока, соединённого предохранительной зубчатой муфтой с редуктором. Выходные валы редуктора соединены с рабочими валками посредством промежуточных валов и универсальных шпинделей. Характеристики главного привода указаны в таблице 1.

Таблица 1 — Технические данные главного привода

| Наименование (параметры) | Размерность | Величина |
|------------------------------|-------------|------------------|
| Тип привода | | групповой |
| Электродвигатель | | 4П-450-38-800-У3 |
| Напряжение | В | 440 |
| Мощность | кВт | 560 |
| Частота вращения | об/мин | 375/1000 |
| Частота вращения номинальная | об/мин | 375 |

Заготовка, попадая в калибр, начинает вращаться и, продвигаясь по оси прокатки, постепенно обжимается, приобретая форму шара, соединённого перемычкой с остальной частью прутка. На выходе из межвалкового зазора шарик проглаживается и полностью отделяется.

Одновременно валки захватывают новую порцию металла, и процесс прокатки протекает непрерывно, пока не прокатается весь пруток.

Характеристики и размеры валков зависят от диаметра прокатываемых шаров и указаны в таблице 2.

Таблица 2 — Технические данные рабочих валков

| Наименование | Размерность | Величина |
|--|-------------|-----------|
| Диаметр шара | мм | 30 - 100 |
| Номинальный диаметр валков | мм | 460 - 440 |
| Длина бочки валка, не более | мм | 370 |
| Угол раскатки | градус | 0 - 1,5 |
| Угол подачи | градус | 0 - 7 |
| Радиальное давление металла на валок, не более | кН (тс) | 700 (70) |
| Крутящий момент прокатки на один валок, не более | кН·м (тс·м) | 25 (2,5) |
| Частота вращения рабочих валков | об/мин | 65 - 130 |

Горячие шары после прокатки на стане по наклонным решёткам скатываются на ковшевой конвейер закалочного устройства. Ковшевой конвейер состоит из металлических ковшей, закрепленных на цепи. Из ковшевого конвейера шары высыпаются во вращающийся барабан первого закалочного устройства.

Закалочное устройство имеет вращающийся барабан с внутренними винтовыми витками и коллектор подачи закалочной среды (воды). При вращении барабана шары перекатываются по его поверхности, охлаждаясь при этом струями воды, подаваемой из коллектора, и перемещаются шнековым устройством (винтовыми витками) в осевом направлении в сторону выдачи. В концевой части барабана вода через отверстия в стенке барабана отводится по трубам в оборотный технический цикл, а шары через приемный лоток скатываются в контейнеры или попадают в ковшевой конвейер второй ступени закалки шаров.

При двухстадийной закалке после первого закалочного устройства шары скатываются на горизонтально расположенный ковшевой конвейер. При транспортировании их до закалочного ротора (роторного элеватора) второй закалочной ступени происходит выравнивание температуры шаров по сечению, а при необходимости, падение температуры до необходимой.

Для обеспечения необходимой температуры шаров перед попаданием их в ротор предусмотрена система принудительного воздушного охлаждения, регулировка которой осуществляется при помощи запорной арматуры.

Длительность охлаждения шаров в барабане регулируется скоростью вращения барабана, интенсивностью подачи в барабан охлаждающей воды, и зависит от температуры воды, качества исходной прокатанной заготовки (макроструктуры и теплоемкости исходной стали) и конечной, требуемой твердости шаров.

С ковшевого конвейера шары скатываются в роторный элеватор второй ступени закалки, где происходит окончательная закалка шаров.

Роторный элеватор второй ступени закалки состоит из вращающегося ротора с расположенными по его окружности полками для приёма шаров, коллектора подачи воды и ёмкости для ее хранения. При вращении роторного элеватора, шары, находящиеся на полках, охлаждаются в закалочной среде ёмкости. При необходимости понижения температуры шаров предусмотрено барбатирование закалочной среды (воды) сжатым воздухом.

Прокатанные шары должны соответствовать третьей или четвертой группе твердости ГОСТ 7524-89 «Шары стальные мелющие для шаровых мельниц» и ТУ 1171-078-00186223-2007.

Контрольная проверка шаров (твёрдость поверхности, объемная твёрдость макроструктура и ударостойкость) производится лаборантом ОТК после остывания всей партии в экспресс-лаборатории.

Библиографический список

1. Специальные прокатные станы/ А.И. Целиков, М.В. Барбарин, М.В. Васильчиков и др.-М.: Metallurgy, 1971, - 336 с.

2. Поперечная прокатка в машиностроении/ В.С. Смирнов, В.П. Анисифоров, М.В. Васильчиков и др.- М.: Машгиз, 1957, -376 с.

УДК 622.6

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЗАКАЛОЧНОЙ ПЕЧИ РЕЛЬСОБАЛОЧНОГО ЦЕХА ОАО «НКМК»

Сачкова Е.П.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время закалочная печь для объемной закалки рельсов термоотделения рельсобалочного цеха ОАО «НКМК» работает с избытком тепловой мощности. Предлагаемые мероприятия по реконструкции этой печи предполагают снизить расход природного газа и, таким образом, обеспечить более совершенную и экономичную работу теплового агрегата.

Основными мероприятиями по реконструкции участка печей термоотделения объемной закалки рельсов рельсобалочного цеха являются:

- 1) сокращение длины закалочной печи на одну зону нагрева, первую по ходу металла (зона предварительного нагрева);
- 2) замена установленных на печи горелок для сжигания природного газа типа Вю 100 на горелки типа Вю 80 и Вю 65;
- 3) замена приводов роликов печного рольганга с использованием опор роликов в виде люнета.

Мероприятие, направленное на сокращение длины печи, преследует цель уменьшения времени нагрева пакетов рельсов в закалочной печи. Вследствие сокращения времени пребывания пакетов в печи уменьшится число пакетов, загружаемых в печь. Это не отразится на производительности печи, но приведет к повышению качества нагрева рельсов перед объемной закалкой в масле в закалочном барабане. Кроме того, сокращение длины печи предполагает уменьшение количества роликов печного рольганга на 24 штуки. Это позволит снизить затраты, связанные с эксплуатацией печных роликов, которые являются достаточно дорогостоящим оборудованием.

Мероприятие по реконструкции участка печей, состоящее в замене типа горелок, проистекает из изложенного выше. Сокращение длины печи и замена одних горелок другими, менее мощными, преследует цель более равномерного распределения мощности горелок и более полного использования этой мощности. Это позволит снизить расход природного газа на печь, обеспечить более рациональные условия эксплуатации топливосжигающих устройств, наиболее соответствующие заявленным в технических паспортах горелок, что благотворно отразится на их работе. Таким образом, основная цель данного мероприятия – обеспечить

необходимую по проекту тепловую мощность печи для нагрева рельсов перед закалкой, наиболее близкую к расчетной с требуемым запасом мощности.

Расчетная тепловая мощность печи после реконструкции, согласно предварительно проведенным расчетам, составляет 39,71 МВт. Суммарная мощность горелок, установленных на печи после реконструкции, составляет 47,13 МВт. Общее количество горелок на печь составит 457 штук, из которых 357 штук – Вio 65, 100 штук – Вio 80. Указанная выше суммарная мощность горелок после реконструкции является максимальной и обеспечивает запас по мощности около 15 % от расчетной, что позволяет прогнозировать стабильную работу печи при каких-либо изменениях в условиях эксплуатации и достаточно широкие пределы регулирования тепловой мощности.

Мероприятие, направленное на изменение конструкции приводов роликов печного рольганга, также важно. Опорные подшипники печных роликов закалочной печи являются быстроизнашивающимся оборудованием. Для их нормальной работы необходимо водяное охлаждение, так как подшипники установлены на цапфах роликов, которые эксплуатируются в сложных температурных условиях. В случае некачественного охлаждения (низкое давление воды, аварии в системе подачи воды, загрязненная вода и др.) цапфы, а, значит, и подшипники, перегреваются, и происходит их заклинивание. Это ведет к остановке роликов, которые через некоторое время провисают и к дальнейшей эксплуатации непригодны. В этом случае ролики подлежат замене.

В проекте реконструкции предлагается изменить конструкцию опорных подшипников путем установки на цапфы роликов люнета, который опирается на два свободно вращающихся ролика. Это позволит исключить применение водяного охлаждения и, как следствие, снизить потери тепла с охлаждающей водой. В дополнение к установке люнетной опоры, предлагается поменять эксплуатируемые в настоящее время червячные редукторы, которые сложны в обслуживании и настройке, на более простые по конструкции и отнести их от печи с передачей вращения через карданный вал на ролик. Таким образом, при решении задачи из области совершенствования механического оборудования печи, в конечном итоге, можно решить и задачу энергосбережения и более полного использования тепла в рабочем пространстве печи, добившись снижения тепловых потерь.

Случаи выхода из строя роликов печного рольганга нередки. Так, например, в ноябре–декабре 2006 г., согласно технической документации предприятия, на закалочной печи было отмечено неудовлетворительное состояние роликового пода. Таким образом, проведение мероприятий, направленных на увеличение надежности и срока службы печных роликов, благотворно скажется на работе печи и производственного участка в целом.

Как уже отмечалось, печные ролики являются дорогостоящим оборудованием, поэтому данный пункт в мероприятиях по реконструкции и повышению эффективности работы печи очень важен и актуален и

заслуживает более детального рассмотрения.

Наиболее ответственной частью проходных печей является роликовый под, состоящий из роликов, приводов их вращения, подшипниковых опор и системы охлаждения. Ролики эксплуатируются в тяжелых условиях (высокие температуры, теплосмены), и поэтому их изготавливают из дорогостоящих жаропрочных хромоникелевых сталей и сплавов. Эффективность работы всей печи зависит от надежности печного рольганга, который является основной и наиболее дорогостоящей частью печи. В связи с этим рассмотрим более подробно конструкцию и режимы работы печного рольганга.

В настоящее время в печах с роликовым подом нашли применение следующие конструкции роликов:

- с водоохлаждаемыми цапфами;
- с водоохлаждаемым валом;
- с водоохлаждаемой бочкой.

Ролики с охлаждаемыми цапфами применяют в печах с температурой рабочего пространства до 1050 °С. Простота конструкции и низкие потери тепла у таких роликов обусловили их широкое распространение в промышленности. Именно такие ролики установлены в настоящее время на закалочной печи термоотделения рельсобалочного цеха ОАО «НКМК».

Правильно выбранные конструктивные параметры ролика предполагают, но не гарантируют его высокую долговечность, так как его могут эксплуатировать в неблагоприятных тепловых условиях или на нерациональных режимах (скорость вращения и режим покачивания).

К конструктивным факторам, влияющим на долговечность роликов, следует отнести:

- геометрические размеры бочки;
- тип сварного соединения бочки с цапфами;
- шаг роликов.

Условия и режимы эксплуатации включают в себя следующие факторы:

- температуру эксплуатации и ее колебания;
- скорость вращения роликов, работающих в режиме на проход или в режиме покачивания;
- тип и конструкцию горелочных устройств;
- режимы аварийного охлаждения и нагрева печи.

Таким образом, при проектировании роликов важно как можно полнее знать условия их эксплуатации, что позволит правильно выбрать расчетную схему и определить рациональные параметры конструкции. Во время работы ролики воспринимают механическую нагрузку от веса садки и тепловую нагрузку от печи и от теплообмена с более холодной садкой.

Работоспособность печных роликов во многом зависит от надежной работы их подшипниковых узлов, которые должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать свободные температурные удлинения роликов при нагреве и охлаждении печи;

- исключать заклинивание тел качения в подшипниках при кратковременном отключении охлаждения;
- быть простыми и в монтаже, и демонтаже при замене роликов; обеспечивать пожароустойчивость.

Ввиду значительных температурных удлинений печных роликов подшипниковые узлы проектируются по схеме, в которой одна из опор является фиксированной, а другая – «плавающей». Фиксированную опору, которая ограничивает осевые перемещения ролика, размещают с приводной стороны. «Плавающая» опора, расположенная на неприводной стороне, позволяет цапфе беспрепятственно совершать осевые перемещения при температурных удлинениях ролика. На фиксированной подшипниковой опоре печного ролика подшипник устанавливают с гарантированным натягом на цапфу и дополнительно крепят в осевом направлении гайкой. Цапфу охлаждают водой через осевое отверстие в ней, тем самым обеспечивая необходимую температуру эксплуатации подшипника.

«Плавающая» опора ролика проходной печи, выполненная в виде люнета, состоит из корпуса, в котором зафиксированы два пальца с установленными на них двухрядными сферическими подшипниками. Цапфа ролика свободно лежит на катках, что исключает стеснение температурных удлинений роликов. Для уменьшения износа цапфы, изготовленной из достаточно мягких жаропрочных сталей, на нее напрессовывают закаленную втулку. Контактующие с втулкой поверхности катков также должны иметь достаточную твердость. Кроме того, эти поверхности смазывают маслом, залитым в корпус люнета. Проушины в корпусе могут быть выполненными открытыми (разомкнутыми), что упрощает замену катков люнета без его демонтажа. Отключение охлаждения цапфы практически не влияет на температуру и надежность подшипников люнета.

Таким образом, использование люнетов в качестве опор роликов позволяет отказаться от охлаждения цапф при температуре в рабочем пространстве печи до 1050 °С.

УДК 669.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТРАЖАЮЩЕГО СЛОЯ В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ

Лебедев Н.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Целью настоящего исследования является изучение возможностей совершенствования работы нагревательных методических печей. Тепловые агрегаты в прокатном производстве являются основным оборудованием. К

сожалению, возведение новых печей требует больших затрат и очень долго окупается, поэтому в настоящее время актуальны исследования по совершенствованию работы тепловых с целью снижения расхода топлива, увеличения срока службы агрегата, повышения качества нагрева металла.

В работе предлагается использование теплоотражающего слоя на внутренней поверхности печи в томильной зоне.

На рисунке изображена схема распределения тепловой энергии факела. Тепловая энергия идёт на нагрев металла и кладки. Излучения факела на кладку частично отражается (т.е. идёт на нагрев металла) и частично поглощается футеровкой, в результате чего кладка достигает высоких температур, и сама излучает тепловую энергию на металл. Часть теплоты уходит в окружающую среду за счёт конвективного теплообмена воздушных потоков и внешней поверхности футеровки.

При нанесении теплоотражающего слоя доля поглощенного теплового потока резко снизится, а, следовательно, снизятся и потери в окружающую среду и излучение футеровки на металл, зато доля отражённого теплового потока увеличится. Т.к. тепловые потери через стенку в окружающую среду снизятся, то исходя из закона сохранения энергии, можно сделать вывод что: $\Delta q_{отр} = \Delta q_{соб} + \Delta q_{пот. о.с.}$, и результирующий тепловой поток увеличится на разность значений потерь тепла через кладку.

Это мероприятие позволит нагревать металл более равномерно. Основные причины неравномерности нагрева – это торцевой вид отопления, гидрозатворы у печей с шагающими балками и т.п. Более высокая равномерность нагрева позволит экономить электроэнергию, питающую прокатные валки, повысит срок службы валков и уменьшит время простоев из – за поломки клетей.

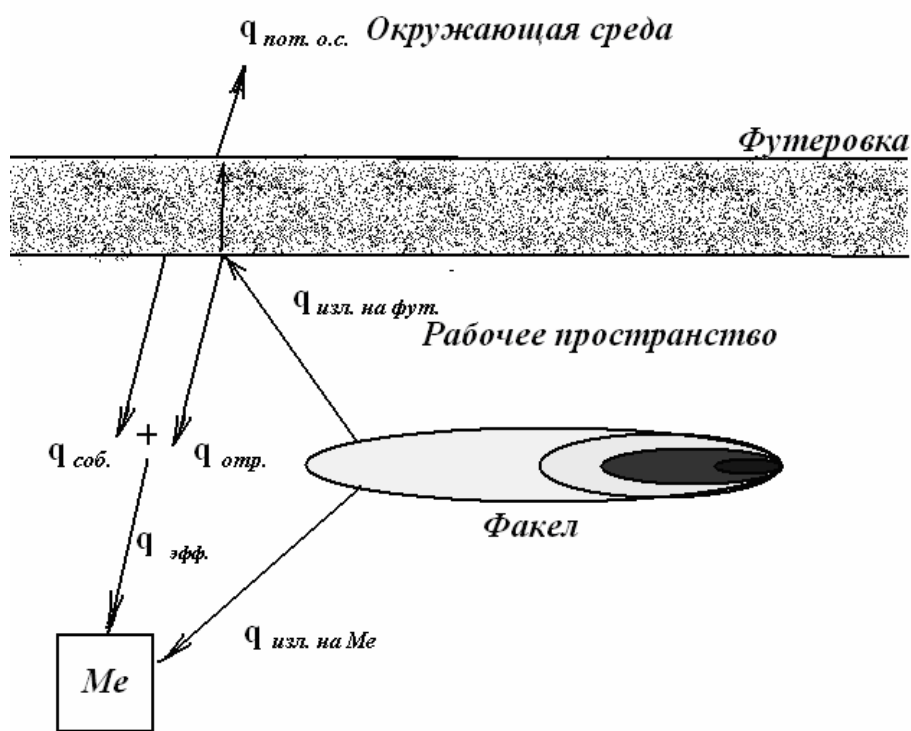


Рисунок – Схема распределения тепловых потоков в рабочем пространстве печи

Из – за уменьшения доли поглощенного тепла температурное поле по сечению огнеупора будет меньше, а из – за снижения расхода газа снизится температура рабочего пространства. Эти факторы повысят срок службы огнеупоров, а, значит, и увеличится время между капитальными ремонтами.

Кроме того, следует отметить экологический аспект работы: в результате внедрения данного предложения снизится количество выбрасываемых в атмосферу продуктов сгорания и сократятся удельные выбросы оксидов азота (NO_x) – основного вредного компонента в продуктах сгорания.

Для нанесения теплоотражающего слоя можно применять нанопорошок глинозёма (Al_2O_3). Достоинство этого материала: он очень тугоплавок, имеет коэффициент отражения при температуре 1300°C до 0,9, а также противостоит оседанию на футеровке различных примесей, содержащихся в топливе. Единственный недостаток этого материала – это чувствительность к колебаниям температур при нанесении слоя в томильной зоне методической печи, где максимально возможные перепады температур ограничиваются 300°C . Срок службы этого слоя составляет более 5 лет.

Затраты на внедрение этой разработки составляют около 500 тыс. рублей на 100м^2 . Например, при нанесении этого слоя на свод толкательной печи № 2 мелкосортного стана 250–2 ОАО «ЗСМК» расходы топлива снизятся на 6% , что примерно равно 2,5 млн. рублей за год.

УДК 621.733(075)

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Гармаш М.А., Грабовский А.Ю., Лебедев Н.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

За последние 15 лет мировое потребление стали выросло фактически в два раза и в настоящее время приближается к 1500 млн. тонн в год. На протяжении последних 5 лет его рост составляет 5 – 8 %. В России же производство стали падает из-за медленного роста качества и высокой себестоимости. Единственный выход из сложившейся ситуации - это переоснащение металлургических предприятий, перевод их оборудования на автономную работу, что позволит снизить себестоимость за счёт снижения затрат ресурсов, ненужной рабочей силы, повысить производительность и качество.

Основным оборудованием прокатных цехов металлургических заводов являются методические печи. По классификации методические печи – это пламенные нагревательные печи проходного типа. Методические печи

можно также классифицировать по траектории движения металла на прямолинейные и криволинейные (кольцевые).

Методические печи служат для нагрева металла под обработку металлов давлением, обеспечивая, в силу своих теплотехнических особенностей, методический, т.е. постепенный нагрев. В этих печах нагревают заготовки (слябы, блюмы, штрипсы, круглые и фигурные изделия и др.) толщиной от 60 до 400мм, шириной от 60 до 2000мм, длиной от 0,8 до 16 м и массой от 50 кг до 40т.

Целью данной работы было разработать универсальную схему расчёта и сбора исходных данных для расчета методических печей. Были рассмотрены основные типы печей - это толкательные печи, печи с шагающими балками и шагающим подом, а также различные их комбинации. Мы постарались предусмотреть все возможные конструктивные особенности.

Перед расчетом необходимо определиться со следующими данными:

- Марка стали, теплофизические характеристики
- Форма и размеры заготовок
- Цель нагрева
- Начальная и конечная температура нагрева
- Допустимый перепад температур по сечению заготовки в конце нагрева
- Характеристика топлива (состав, теплота сгорания)
- Топливосжигающие устройства (ТСУ) – их количество, расположение, расход окислителя
- Схема и характер теплообмена
- Система дымоудаления (количество и расположение дымоотводящих каналов)
- Воздухопровод (система подвода воздуха и дутьевые устройства)
- Посадка, выдача металла
- Утилизация тепла продуктов сгорания
- Общая конструкция печи (фундамент, каркас, кладка)
- Характеристика футеровки (материалы, толщина кладки)
- Расположение печи в цехе и в технологической схеме производства
- Конструктивные особенности (механизмы перемещения металла по длине печи в процессе нагрева, уборки окалины, подъема заслонки и т.п.)

Расчёт горения топлива.

Расчёт любого теплового агрегата начинается с расчёта горения топлива. Горение - это процесс окисления топлива с выделением тепловой энергии. Горение может быть полное и неполное. Неполное горение используется для создания восстановительной атмосферы в печи и, как следствие, снижения окисления и обезуглероживания стали при нагреве. Расчёт горения производится по зонам в случае использования различных ТСУ, при различном типе горения или вида топлива, а также окислителя или его расхода.

В качестве топлива в методических печах используют, как правило, газообразное топливо - природный, коксовый, конвертерный, генераторный, доменный газы и всевозможные их смеси в зависимости от заданной теплоты сгорания. Конвертерный газ использовать проблематично в связи с сложностью его улавливания. Используют также и жидкое топливо в виде мазута или смесь жидкого топлива с газообразным. Реже используют твёрдое топливо в порошкообразном виде. Исследования этого направления довольно перспективны из-за дороговизны, дефицита и ограниченных запасов газообразного топлива. В качестве окислителя, в основном, используют подогретый воздух, но для повышения калориметрической температуры и снижения выбросов оксидов азота можно использовать обогащенный кислородом воздух или чистый кислород. Это позволит поднять калориметрической температуру и снизить затраты топлива и выбросы оксидов азота. Для повышения калориметрической температуры можно подогреть топливо и окислитель уходящими продуктами сгорания. Итогом расчёта горения топлива является определение калориметрической температуры.

Теплообмен.

Процесс теплообмена в печи условно разделяют на внешний и внутренний.

Внешний теплообмен представляет собой передачу теплоты от печного пространства к поверхности нагреваемого материала. Внешний теплообмен представлен двумя составляющими: конвективная и лучистая. Конвективная осуществляется путём передачи тепла за счёт обтекания металла движущимися продуктами сгорания, лучистая - за счет переноса тепловой энергии на металл от кладки, продуктов горения и от самого металла (в случае не сплошного расположения металла в печах с шагающим подом или балками). При высоких температурах конвективная составляющая намного меньше лучистой и принимается как часть лучистой или списывается на неучтенные потери тепла.

Внутренний теплообмен - это передача теплоты теплопроводностью от внешней поверхности в толщу нагреваемого материала за счет разности температур поверхности и внутренних слоев материала. Прогрев массы материала зависит от его свойств, формы и размеров. Внутренним теплообменом управлять труднее, чем внешним.

Цель расчёта внешнего теплообмена - это определение характеристик теплообмена (угловых коэффициентов излучения и др.)

Цель расчёта внутреннего теплообмена – это определение времени нагрева металла, исходя из режима нагрева металла, и уточнение размеров печных зон.

Тепловой баланс.

Целью этого расчёта является определение расхода топлива для проектируемых печей и анализ работы уже действующих.

Статьи прихода тепла:

- 1 Химическое тепло от горения топлива
- 2 Физическое тепло, вносимое с подогретыми топливом и окислителем
- 3 Экзотермическое тепло от окисления нагреваемого металла
- 4 Физическое тепло заранее нагретого металла

Статьи расхода тепла:

- 1 Полезное тепло, расходуемое на нагрев металла
- 2 Тепло, уносимое продуктами сгорания
- 3 Тепло, уносимое с окалиной
- 4 Тепло, теряемое вследствие химической неполноты сгорания
- 5 Тепло, теряемое вследствие механической неполноты сгорания
- 6 Потери тепла теплопроводностью через футеровку
- 7 Потери тепла излучением через открытые окна
- 8 Потери тепла с охлаждающей водой
- 9 Тепло, затраченное на нагрев транспортирующих средств
- 10 Неучтенные потери

Большое значение в расчёте теплового баланса имеют конструктивные особенности печи: футеровка, условия посадки и выдачи металла, система охлаждения, смотровые окна, затворы и т.п.

Посадка и выдача могут быть боковыми и торцевыми, при этом необходимо учесть возможность установки печных роликов, сталкивателя, толкателя, выталкивателя, машины безударной выдачи. Важны форма и размеры окон, охлаждение балок и других водоохлаждаемых элементов, гидрозатворы или песочные затворы.

Тепловой баланс составляется для каждой зоны печи.

Выбор ТСУ.

Зная расход топлива, выбираем ТСУ, их количество и распределение по зонам.

Для сжигания жидкого топлива или смеси жидкого с газообразным топливом используют форсунки, а для газообразного - горелки. В зависимости от типа обогрева (прямой, косвенный, равномерный) выбираем тип горелки (без предварительного смешивания, с частичным предварительным смешиванием, с предварительным смешиванием) и их расположение (боковые, торцевые, сводовые). Горелки можно также подразделить по типу утилизации тепла на рекуперативные и регенеративные (позволяют подогревать газоздушную смесь намного эффективнее рекуператора) и без подогрева; по типу действия - постоянного действия и импульсные, а также на пламенные и беспламенные. Возможны комбинации ТСУ в печи.

Определение теплотехнических показателей.

Расчёт показателей производится с целью оценки теплотехнической характеристики печи и определения рациональности агрегата. Параметры, определяемые при расчете:

Удельный расход тепла на нагрев 1 кг металла

Коэффициент использования топлива (КИТ)

Рабочая тепловая мощность
Мощность холостого хода
Общая тепловая мощность
Коэффициент полезного действия печи (КПД)
Удельный расход условного топлива
Утилизация тепла уходящих газов.

Продукты сгорания покидают печь с температурой около 900°C. Это тепло можно утилизировать на подогрев окислителя и топлива с помощью регенератора или рекуператора (металлический, керамический). Преимущество рекуператора это – постоянство температурного режима подогрева, но регенератор обеспечивает подогрев до более высокой температуры. В случае ненужности подогрева топлива (при использовании высококалорийного топлива или регенеративных и рекуперативных горелок) для более глубокой утилизации тепла можно использовать котёл - утилизатор.

Аэродинамический расчёт.

Аэродинамический расчёт сводится к определению потерь давления при движении продуктов сгорания, топлива и окислителя. Эти потери состоят из потерь на местные сопротивления, потерь на трение и на преодоление геометрического давления. Конечная цель - выбор вентилятора, определение высоты дымовой трубы и, если понадобится, установка эксгаустера. На расчёт оказывают влияние наличие рекуператора, клапана, шиберов, а также схемы дымоотвода: верхний или нижний, расположение дымоотводящих каналов и т.д.

Экологическая часть.

В начале работы мы определили основные этапы расчёта и считаем необходимым добавить ещё один раздел расчёта, связанный с экологическими аспектами работы проектируемого агрегата.

Основной загрязняющий элемент в методических печах - это оксиды азота, выбрасываемые в атмосферу с продуктами горения. Наибольшее количество оксидов азота образуется при температурах более 1500°C. Одним из путей снижения образования оксидов азота является обогащение воздуха кислородом или использование в качестве окислителя чистого кислорода, что позволит практически полностью сократить образование оксидов азота. В дымовой боров также можно подвести распылитель аммиака, нейтрализующего оксиды азота, либо можно использовать горелки с режимом беспламенного горения.

Заключение.

Толкательные печи имеют ряд недостатков (ограниченная производительность, сложность полной выгрузки печи и другие проблемы, возникающие при остановке стана), которых лишены печи с шагающими балками и подом. Предпочтение следует отдать также нижнему дымоотводу, т.к. он обеспечивает лучшую теплоотдачу в методической зоне, боковым посадке и выдаче, что уменьшает потери излучением через

открытые окна. Что касается методики посадки и выдачи, то использование печных роликов, сталкивателя и машины безударной выдачи обеспечит возможность производить возврат в печь со стороны выдачи и выход из печи заготовок со стороны посадки (недостаток: потери тепла из-за большого количества водоохлаждаемых элементов). Рекомендуется производить испарительное охлаждение, так как в этом случае коэффициент теплоотдачи намного выше, чем у водяного охлаждения, при этом снижаются затраты на воду и её химическую очистку. Для более равномерного распределения температуры следует использовать сводовые горелки, а в случае больших габаритов печи использовать боковые горелки. Перспективно использование рекуперативных или регенеративных горелок, которые позволяют добиться более высокой калориметрической температуры и установить котёл-утилизатор для утилизации тепла уходящих газов. Для уменьшения образования окалины и обезуглероживания в томильной зоне предпочтительно создать восстановительную атмосферу путём неполного горения топлива с дожиганием его в следующей зоне. Для снижения выбросов азота можно обогащать воздух кислородом, что также повысит калориметрическую температуру, и использовать беспламенные горелки, которые, помимо снижения образования оксидов азота, обеспечивают более равномерный нагрев металла. Для ускорения прогрева термически массивных тел можно оборудовать методическую зону дополнительными горелками. В случае горячей посадки резко увеличивается производительность (при 800°С производительность печи нагреваемой заготовки квадрата 100мм составляет 180%). Все эти мероприятия позволяют снизить затраты ресурсов и повысить производительность и качество нагрева металла в методических печах.

Итогом настоящей работы является алгоритм расчёта методических печей, представленный в виде структурной схемы. Приведены формульные цепочки расчета основных разделов, изложенных выше, а также представлены рекомендации по выбору оборудования или учета конструктивных и тепловых особенностей работы современных методических печей. Следует отметить также возможность автоматизированного расчета. Структура расчёта линейна за исключением некоторых моментов (расчёт калориметрической температуры горения топлива, расчёт высоты трубы и т.п.), которые решаются простым циклом. Основную сложность составляет выбор оптимальных конструктивных особенностей.

ИЗОЛЯЦИЯ ПОДОВЫХ ТРУБ ПЕЧЕЙ С ШАГАЮЩИМИ БАЛКАМИ

Кан В.А., Табакаев М.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Драничников Н.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время на методических печах с нижним обогревом, установленных в нагревательных отделениях прокатного производства предприятий черной металлургии, существует проблема теплоизоляции подовых труб. В частности, такая проблема имеется на методической печи с шагающими балками (ПШБ) итальянского производства в головной части рельсобалочного цеха ОАО «НКМК».

Подовые трубы сами непосредственно и закрепленная на них теплоизоляция подвергаются вибрационному воздействию. В толкательных печах при перемещении нагреваемого металла вдоль печи с помощью толкателя. В печах с шагающими балками при работе механизма шагания подовых балок. Под действием вибрации хрупкая керамическая структура теплоизоляции растрескивается и элементы теплоизоляции частично или полностью отлетают от поверхности труб. Подовые трубы оголяются. Что, естественно, приводит к повышенному расходу топлива на компенсацию увеличившихся потерь теплоты с охлаждающей водой. К увеличению «темных пятен» на нижней поверхности нагреваемого металла в местах контакта подовой трубы и металла, что может негативно сказаться на качестве проката из-за неравномерного нагрева заготовок по длине.

Кроме негативного воздействия вибрации, изоляция подовых труб методических печей подвергается действию потоков дымовых газов с высокой температурой, а также испытывает знакопеременные по температуре нагрузки при изменении тепловой мощности в рабочем пространстве печи. Это также приводит к разрушению тепловой изоляции подовых труб.

Целью данной работы был поиск альтернативных вариантов футеровки шагающих балок в ПШБ рельсобалочного цеха ОАО «НКМК».

В настоящее время на этой печи для футеровки подовых труб используется специальный огнеупорный бетон ССARBOVIBRO 70 LIN A, который не обеспечивает необходимое качество изоляции подовых труб.

Был проведен патентный и литературный обзор информации по этому вопросу. Существует достаточно большое количество материалов и способов крепления их к подовым трубам ПШБ, изобретенных как отечественными, так и зарубежными разработчиками.

В результате анализа наиболее современных разработок нами был выбран, как наиболее предпочтительный, способ изоляции подовых труб ПШБ с помощью керамоволокнистого материала. Способ позволяет

обеспечить регулирование теплотерь по различным температурным зонам печи за счет применения различной толщины керамоволокнистого материала (количество его слоев) на соответствующих участках труб, повышение механической прочности керамоволокнистого покрытия при сохранении его эластичности и гибкости (что обеспечивает хорошую вибростойкость при достаточно твердой и прочной поверхности изоляции), снижение массы наружного слоя покрытия (что позволяет исключить применение различного рода специального металлического крепежа), повышение срока службы теплоизоляции, эффективное уменьшение потерь теплоты с охлаждаемой водой в подовых рубках. Этот способ требует строгого соблюдения технологии изготовления покрытия, особенно в местах сопряжения труб, идущих в разных направлениях.

Сначала поверхность подовой трубы тщательно очищается. Затем с помощью специального огнеупорного натрийалюмосиликатного клея КОЗ (клей огнеупорный защитный) на поверхность трубы наклеивается первый слой волокнистого огнеупорного материала. Затем последовательно наклеиваются еще несколько слоев волокнистого огнеупорного материала. Причем клей для приклеивания первого слоя (КОЗ-1) имеет рабочую температуру ниже, чем рабочая температура клея для наклеивания последующих слоев (КОЗ-2) и играющего роль своего рода арматуры в волокнистой структуре покрытия. Кажущаяся плотность слоев покрытия не превышает 200 кг/м^3 . Такое покрытие обладает низкой теплопроводностью и, соответственно, хорошими теплоизоляционными свойствами. Рыхлая структура покрытия также обладает хорошей эластичностью и устойчивостью к вибрациям и сотрясениям, характерным для ПШБ во время работы шагающих балок, перемещающих многотонные нагреваемые заготовки от окна посадки к окну выдачи.

После наклеивания нескольких керамоволокнистых слоев, образующих внутреннюю часть изоляционного покрытия, на поверхность последнего слоя клеим КОЗ-2, которым приклеивались второй и последующие слои, создают твердый наружный защитный слой толщиной 2-3 мм. Этот слой обладает, кроме высокой огнеупорности, также хорошей механической прочностью, способной выдержать механическое воздействие осыпающейся с нагреваемого металла окалины. Нанесение защитного слоя выполняется в несколько стадий. Второй слой клея КОЗ-2 наносится после высыхания его первого слоя. В случае необходимости наносится третий слой с таким расчетом, чтобы общая толщина всего защитного слоя составляла 2-3 мм. Если толщина защитного слоя превышает 2-3 мм, то наблюдается его растрескивание в процессе сушки, а при толщине менее 2 мм защитный слой не обладает необходимой механической прочностью. После высыхания защитного слоя все образующиеся при этом трещины затирают клеем КОЗ-2 с добавлением в него шамотной крошки. Окончательную максимальную механическую прочность этот защитный слой приобретает в процессе обжига в действующей печи.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ БОРИДОВ ВОЛЬФРАМА

Заборовский Р.В., Анчутин Р.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

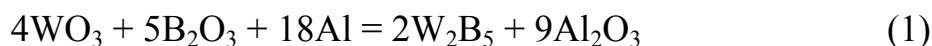
Современная наука ставит задачу совершенствования и развития технологии производства жаропрочных материалов, более широкого использования их в различных областях техники. Традиционные материалы не могут удовлетворить сложным комплексным требованиям высоких температур, нагрузок, скоростей, агрессивных сред. Это стимулирует разработку новых высокотемпературных материалов на основе тугоплавких соединений, среди которых важное место занимают бориды металлов и сплавы на их основе [1].

В связи с этим целью данной работы является анализ современного производства и применения боридов вольфрама, изучение возможности получения борида W_2B_5 алюминотермическим восстановлением смеси оксидов вольфрама и бора, определение адиабатической температуры и термичности этого процесса расчетным путем.

Положение бора в периодической системе элементов, электронное строение его атома, уникальность его свойств в ряду с кремнием и азотом определяют все многообразие структурных типов, в которых кристаллизуются бориды, а также особые свойства боридов и их сплавов. При образовании боридов в момент взаимодействия изолированных атомов изменяется состояние всех электронов, особенно валентных. В последние годы принято считать, что тугоплавкими являются металлы и сплавы, температуры плавления которых лежат выше температуры плавления железа (1535 °С). Таким образом, к тугоплавким боридам относятся соединения бора с температурами плавления выше 1500...1600 °С. Все тугоплавкие соединения, в том числе металлоподобные бориды, обладают высокой химической стойкостью по отношению к действию кислот, их смесей и смесей кислот с окислителями как в холодном, так и в нагретом состоянии. Борид W_2B_5 обладает высокой твердостью и повышенными износостойкостью, окалиностойкостью и красностойкостью. Механические свойства боридов определяются присутствием в них структурных дефектов, примесей, пористости. На прочностные характеристики боридов оказывают существенное влияние размер исходных частиц порошка, скорость нагрева и охлаждения (при изготовлении компактных образцов), размер зерен и пор и другие факторы [1].

Классификация методов получения боридов вольфрама основана на различных типах химического взаимодействия. Основными являются синтез

из элементов, взаимодействие металлосодержащих и борсодержащих соединений, летучих соединений металла и бора в присутствии водорода и электролиз расплавленных сред. За последние годы значительно модифицировались способы осуществления того или иного метода, усовершенствовалось аппаратное оборудование, появились новые источники нагрева и т. д. Синтез боридов непосредственно из элементов — один из самых удобных методов, обеспечивающих наиболее точный состав и максимальную степень чистоты боридов. Основными способами метода прямого синтеза являются спекание, сплавление, горячее прессование, взаимодействие в расплаве металлов и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). В основе синтеза боридов из простых веществ по способу спекания, горячего прессования, осуществляемого при температурах ниже температур плавления исходных веществ, лежит твердофазное взаимодействие. При этом стадией, определяющей параметры процесса, является диффузия бора в металл через слой образующегося продукта. Реальные скорости протекающих диффузионных процессов при образовании боридов определяются кинетическими факторами: крупностью частиц исходных порошков металла и бора, степенью однородности смеси, плотностью прессовок, наличием и толщиной оксидных плёнок, присутствием адсорбированных газов, средой, в которой осуществляется синтез, и многими другими параметрами. Для получения боридов вольфрама наряду с традиционными методами применяют металлотермию. Эти процессы привлекают своей универсальностью, способностью получать материалы непосредственно из минерального сырья за счет высокой температуры, не достигаемой при обычном нагреве. Вместе с тем, вопросы синтеза боридов вольфрама при использовании минеральных концентратов остаются малоизученными. В работе [2] синтез боридов вольфрама вели алюминотермическим восстановлением шеелитового концентрата (60% WO_3), металлического алюминиевого порошка марки А7 (размер частиц 80 мкм); борирующим компонентом служил химически чистый B_2O_3 :



Исследованиями фазового состава продуктов синтеза установлено, что при использовании B_2O_3 даже с 50% избытком происходит преимущественные образования низших боридов вольфрама, при этом полученный материал отвечает составу (WB , W_2B , W_2B_5 , Al_2O_3). Химические реакции между твердыми веществами, как правило, экзотермичны, поэтому в процессе синтеза часто наблюдается резкое возрастание температуры смеси и ее спекание, приводящее к торможению диффузионных процессов и снижению скорости боридообразования. Для предотвращения таких явлений используют медленный нагрев смеси и проведение процесса в две стадии с промежуточным измельчением продукта реакции. Высокая экзотермичность реакций взаимодействия простых веществ использована в широко развиваемом в последние годы самораспространяющемся высокотемпературном синтезе, основанном на

использовании самопроизвольного распространения волны химической реакции в смесях порошковых реагентов [3].

В данной работе рассчитаны следующие характеристики получения борида W_2B_5 по реакции (1). Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов

| Вещество | $C_p(T)$, Дж/моль · К | ΔH^0_{298} , кДж/моль W_2B_5 | $T_{ад}$, 0K | D, кДж/кг _{шихты} |
|----------|---------------------------|---|---------------------|-------------------------------|
| W_2B_5 | 146876 | -18281,71 | 2348,3 | 10363,78 |

Следует отметить, что при температуре плавления оксида алюминия энтальпия значительно ниже теплового эффекта реакции. Также стоит сказать, что при полном его расплавлении энтальпия составляет 4283,49 кДж, что по-прежнему меньше теплового эффекта реакции. Следовательно, оксид алюминия плавится полностью, и расплав его перегревается, адиабатическая температура превышает 2322^0K . Термичность также очень велика. Здесь целесообразно применение инертной добавки, в качестве которой можно использовать тугоплавкий инертный карбид кремния. В этом случае возможно получение композиционного материала $W_2B_5 - Al_2O_3 - SiC$.

Новые этапы развития современной техники требуют создания материалов, эксплуатационные возможности которых определяют развитие ракетной техники и авиации, создание легких, высоко- и жаропрочных материалов – сплавов алюминия, титана, пластмасс, а также композиционных материалов и керметов. Современные материалы должны обеспечить работу машин, механизмов и аппаратуры при повышенных температурах, напряжениях, скоростях, в условиях агрессивных сред и абразивного износа. Всем этим требованиям отвечают бескислородные тугоплавкие соединения, среди которых важное место занимают бориды вольфрама и материалы на их основе [4].

Библиографический список

1. Серебрякова Т.И. Высокотемпературные бориды / Т.И. Серебрякова, В.А. Неронов, П.Д. Пешев. – М.: Metallurgy, Челябинское отделение, 1991. – 368 с.
2. Тугоплавкие соединения : справочник / под ред. Г.В. Самсонова, И.М. Винницкого. – М.: Metallurgy, 1976. – 560 с.
3. Электронный каталог России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.bibliofond.ru]. – Загл. с экрана.
4. Электронный каталог России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://specmetal.ru/]. – Загл. с экрана.

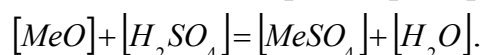
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НЕЙТРАЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОГАРКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦИНКА

Дюнова Д.Н.

*Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(Государственный технологический университет)
г. Владикавказ*

Выщелачивание продуктов обжига – основной технологический процесс производства цинка гидрометаллургическим способом, который в значительной мере определяет технико-экономические показатели производства в целом, в первую очередь извлечение металла, расход электроэнергии, себестоимость цинка. Основная цель процесса – возможно более полное извлечение цинка и других полезных компонентов сырья в раствор при минимальном его загрязнении вредными примесями.

В основе промышленного выщелачивания цинкового огарка лежит реакция взаимодействия его компонентов и раствора серной кислоты:



В гидрометаллургии цинка, как правило, выделяются две ступени. Первая, нейтральная, заканчивается, когда рН пульпы составляет $4,8 \div 5,4$. Вторая, кислая, завершается при содержании в растворе 2-3 г/л свободной серной кислоты.

Продуктами нейтрального выщелачивания являются верхний слив нейтральных сгустителей (ВНС) и нижний слив нейтральных сгустителей (НСНС). К числу основных параметров контроля и регулирования первой ступени относятся химический состав продуктов выщелачивания и сгущения, температура растворов и пульп, их кислотность, а также величина ж:т в ННС, скорость отстаивания пульпы и ряд других режимных параметров. Переменными состояниями процесса являются показатели количества и состава ВНС и ННС. Управляющими воздействиями являются потоки огарка, отработанного электролита и ВСКС.

Математическую модель процесса выщелачивания в стационарном режиме представим в виде совокупности балансовых соотношений по твердой и жидкой фазам и по отдельным компонентам.

Баланс по твердому определяется соотношением:

$$F_{НСНС_т} = F_1 (C_{ZnO}^1 \alpha_1 + C_{2ZnOSiO_2}^1 \alpha_1 + C_{ZnS}^1 + C_{ZnO \cdot Fe_2O_3}^1 + C_{CuS}^1 + C_{CuS \cdot Fe_2O_3}^1 + C_{PbO}^1 + C_{PbSO_4}^1 + C_{CdS}^1 + C_{CdO \cdot Fe_2O_3}^1 + C_{SiO_2}^1 + C_{Fe_2O_3}^1 + C_{np}^1), \quad (1)$$

где $F_{НСНС_т}$ – расход твердой фазы нижнего слива нейтральных сгустителей, т/сут; F_1 – расход огарка, т/сут; C_{ZnO}^1 – концентрация в огарке

оксида цинка, %; $C_{2ZnO \cdot SiO_2}^1$ - концентрация силиката цинка в огарке, %; C_{ZnS}^1 - концентрация в огарке сульфида цинка, %; $C_{ZnO \cdot Fe_2O_3}^1$ - концентрация в огарке феррита цинка, %; C_{CuS}^1 - концентрация в огарке сульфида меди, %; $C_{CuO \cdot Fe_2O_3}^1$ - концентрация феррита меди в огарке, %; C_{PbO}^1 - концентрация оксида свинца в огарке, %; $C_{PbSO_4}^1$ - концентрация сульфата свинца в огарке, %; $C_{Fe_2O_3}^1$ - концентрация в огарке оксида железа (III), %; C_{np}^1 - концентрация прочих компонентов в огарке, %; α_1 - доля оксида цинка, перешедшего в раствор.

Баланс по жидкой фазе:

$$\begin{aligned} Q_{BCHC} \rho_{BCHC} &= Q_{BCKC} \rho_{BCKC} + F_0 + Q_{O.Э.} \rho_{O.Э.} - F_{HCHC_T} - Q_{HCHC_ж} \rho_{HCHC_ж} = \\ &= Q_{BCKC} \rho_{BCKC} + F_0 + Q_{O.Э.} \rho_{O.Э.} - F_{HCHC_T} - F_{HCHC_T} \alpha_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где Q_{BCHC} - расход верхнего слива нейтральных сгустителей, м³/сут; ρ_{BCHC} - плотность верхнего слива нейтральных сгустителей, кг/м³; Q_{BCKC} - расход верхнего слива кислых сгустителей, м³/сут; ρ_{BCKC} - плотность верхнего слива кислых сгустителей, кг/м³; F_0 - расход концентрата, т/сут; $Q_{O.Э.}$ - расход отработанного электролита, м³/сут; $\rho_{O.Э.}$ - плотность отработанного электролита, кг/м³; $Q_{HCHC_ж}$ - расход жидкой фазы нижнего слива нейтральных сгустителей, м³/сут; $\rho_{HCHC_ж}$ - плотность жидкой фазы верхнего слива нейтральных сгустителей, кг/м³; α_2 - величина ж:т в нижнем сливе нейтральных сгустителей.

Балансовое соотношения по цинку в растворах:

$$(Q_{BCKC} + Q_{HCHC_ж}) C_{Zn}^{BCHC} = Q_{BCKC} C_{Zn}^{BCKC} + Q_{O.Э.} C_{Zn}^{O.Э.} + [(1 - \alpha_1) F_1 (C_{ZnO}^1 z_1 + C_{2ZnO \cdot SiO_2}^1 z_2) + F_1 C_{ZnSO_4}^1 z_3] \cdot 1000 \quad (3)$$

где C_{Zn}^{BCHC} - концентрация цинка в верхнем сливе нейтральных сгустителей, г/л; C_{Zn}^{BCKC} - концентрация цинка в верхнем сливе кислых сгустителей, г/л; $C_{Zn}^{O.Э.}$ - концентрация цинка в отработанном электролите, г/л; z_1, z_2, z_3 - стехиометрические коэффициенты пересчета; $C_{ZnSO_4}^1$ - концентрация сульфата цинка в огарке, %.

Балансовое соотношение по меди в растворе:

$$(Q_{BCKC} + Q_{HCHC_ж}) C_{Cu}^{BCHC} = Q_{BCKC} C_{Cu}^{BCKC} + [F_1 (C_{CuO}^1 z_4 + C_{CuSO_4}^1 z_5)] \cdot 1000, \quad (4)$$

где C_{Cu}^{BCHC} - концентрация меди в верхнем сливе нейтральных сгустителей, г/л; C_{Cu}^{BCKC} - концентрация меди в верхнем сливе кислых сгустителей, г/л; z_4, z_5 - стехиометрические коэффициенты пересчета; $C_{CuSO_4}^1$ -

концентрация сульфата меди в огарке, %; C_{CuO}^1 - концентрация оксида меди в огарке, %.

Балансовое соотношение по кадмию в растворе:

$$(Q_{BCKC} + Q_{HCHC_{ж}})C_{Cd}^{BCHC} = Q_{BCKC} C_{Cd}^{BCKC} + [F_1(C_{CdO}^1 z_6 + C_{CdSO_4}^1 z_7)]1000, \quad (5)$$

где C_{Cd}^{BCHC} - концентрация кадмия в верхнем сливе нейтральных сгустителей, г/л; C_{Cd}^{BCKC} - концентрация кадмия в верхнем сливе кислых сгустителей, г/л; z_6, z_7 - стехиометрические коэффициенты пересчета; $C_{CdSO_4}^1$ - концентрация сульфата кадмия в огарке, %; C_{CdO}^1 - концентрация оксида кадмия в огарке, %.

Баланс по компонентам, образующим твердую фазу нижнего слива нейтральных сгустителей:

$$F_{HCHC_T} C_{ZnO}^{HCHC_T} = \alpha_1 F_1 C_{ZnO}^1, \quad (6)$$

$$F_{HCHC_T} C_{2ZnO \cdot SiO_2}^{HCHC_T} = \alpha_1 F_1 C_{2ZnO \cdot SiO_2}^1, \quad (7)$$

$$F_{HCHC_T} C_{ZnS}^{HCHC_T} = F_1 C_{ZnS}^1, \quad (8)$$

$$F_{HCHC_T} C_{ZnO \cdot Fe_2O_3}^{HCHC_T} = F_1 C_{ZnO \cdot Fe_2O_3}^1, \quad (9)$$

$$F_{HCHC_T} C_{CuS}^{HCHC_T} = F_1 C_{CuS}^1, \quad (10)$$

$$F_{HCHC_T} C_{CuO \cdot Fe_2O_3}^{HCHC_T} = F_1 C_{CuO \cdot Fe_2O_3}^1, \quad (11)$$

$$F_{HCHC_T} C_{PbSO_4}^{HCHC_T} = F_1 (C_{PbSO_4}^1 + C_{PbO}^1 z_8), \quad (12)$$

$$F_{HCHC_T} C_{CdS}^{HCHC_T} = F_1 C_{CdS}^1, \quad (13)$$

$$F_{HCHC_T} C_{CdO \cdot Fe_2O_3}^{HCHC_T} = F_1 C_{CdO \cdot Fe_2O_3}^1, \quad (14)$$

$$F_{HCHC_T} C_{SiO_2}^{HCHC_T} = F_1 C_{SiO_2}^1, \quad (15)$$

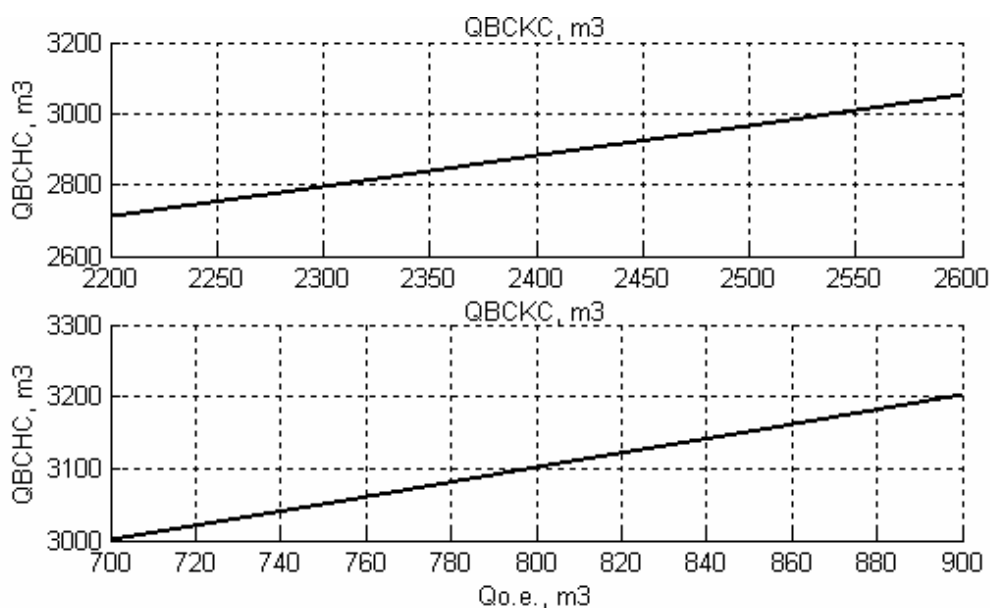
$$F_{HCHC_T} C_{Fe_2O_3}^{HCHC_T} = F_1 C_{Fe_2O_3}^1, \quad (16)$$

$$F_{HCHC_T} C_{np}^{HCHC_T} = F_1 C_{np}^1, \quad (17)$$

где $C_{ZnO}^{HCHC_T}$ - концентрация оксида цинка в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{2ZnO \cdot SiO_2}^{HCHC_T}$ - концентрация силиката цинка в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{ZnS}^{HCHC_T}$ - концентрация сульфида цинка в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{ZnO \cdot Fe_2O_3}^{HCHC_T}$ - концентрация феррита цинка в твердой фазе

нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{PbSO_4}^{HCHC_T}$ - концентрация сульфата свинца в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{CdS}^{HCHC_T}$ - концентрация сульфида кадмия в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{CdO-Fe_2O_3}^{HCHC_T}$ - концентрация феррита кадмия в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{SiO_2}^{HCHC_T}$ - концентрация кремнезема в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{Fe_2O_3}^{HCHC_T}$ - концентрация оксида железа (III) в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; $C_{np}^{HCHC_T}$ - концентрация прочих компонентов в твердой фазе нижнего слива нейтральных сгустителей, %; Z_8 - стехиометрический коэффициент пересчета.

Разработанная математическая модель позволяет получить статические характеристики процесса нейтрального выщелачивания цинковых огарков. На рисунке показаны зависимости $Q_{BCHC}(Q_{BCKC})$, $Q_{BCHC}(Q_{O.Э.})$.



Статические характеристики процесса
нейтрального выщелачивания цинковых огарков

Разработанная математическая модель может быть использована при проектировании новых и анализа функционирования действующих гидрометаллургических систем, а также для решения вопросов по установлению расходных норм по сырью, технологическим показателям и определению неучтенных потерь компонентов сырья в условиях промышленной эксплуатации.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ДИССОЦИАЦИИ ДОЛОМИТА МЕТОДОМ ДЕРИВАТОГРАФИИ

Белоусов М.В., Муллагулов М.Ф.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ракипов Д.Ф.

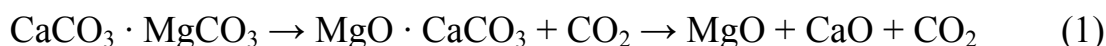
*Уральский государственный технический университет - УПИ имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина
г. Красноурьинск*

В соответствии со стратегией развития металлургической промышленности России на период до 2020 года увеличение спроса на магний будет происходить в соответствии с развитием высокотехнологичных отраслей экономики – авиа- и ракетостроения, судостроения, автомобильной промышленности, нефтегазодобывающей отрасли. В целом перспективный спрос на магний для нужд российской экономики оценивается в 75-80 тыс. т. В условиях увеличения объемов производства магния и сохранения экспортных поставок на уровне 2007 года, емкость внутреннего рынка магния к 2020 году должна составить 100 тыс. т. На сегодняшний день в России магний получают исключительно электролитическим способом и объем производства составляет около 23 тыс. тонн в год.

Электролитическое производство магния относится к производствам с высоким уровнем энергетических и материальных затрат, в связи с чем представляет интерес рассмотреть менее энергоемкий процесс производства магния силикотермическим способом. Доломит – это основное сырье для получения магния по силикотермическому способу, обжиг которого является важной стадией в технологии производства [1,С.287]. Результаты исследований химического и фазового состава доломитов Никитинского (Бойцовского) и Чернореченского месторождений, подтверждающие пригодность их использования для получения магния, были рассмотрены в нашей предыдущей работе. Поэтому целью данной работы является исследование механизма диссоциации доломита Никитинского и Чернореченского месторождений методом дериватографии.

Относительно сущности процесса термического разложения доломита существуют различные точки зрения.

Первая гипотеза: по данным Л.Г. Берга [2,С.133] Ле-Шателье и Митчелл считают, что в процессе термического разложения образуется основная соль $MgO \cdot CaCO_3$ (реакция 1).



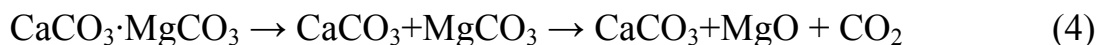
Вторая гипотеза: А.А. Байков указывает, что диссоциация доломита происходит с выделением оксида магния и CO_2 , оставшийся доломит представляет собой твердый раствор избыточного кальцита и доломита (реакция 2). Этой же гипотезы придерживаются П.В. Гельд и О.А. Есин и С.В. Потапенко (для мелкокристаллических доломитов).



Повышение температуры до 910°C вызывает разложение твердого раствора по реакции 3:



Третья гипотеза: крупнокристаллический доломит, по мнению С.В. Потапенко и Л.Г. Берга [2, С.133], распадается при 750°C на свободные карбонаты кальция и магния. Карбонат магния немедленно разлагается с большой скоростью на MgO и CO₂ (реакция 4), так как давление диссоциации при этой температуре близко к 75 атм., а давление диссоциации равное 1 атм., лежит на 130-150°C ниже [2,С.133-134]. Следовательно, в результате частичного разложения доломита при 750°C образуется механическая смесь оксида магния, карбоната кальция и, если процесс не закончился, неразложившегося доломита.



Вторая стадия диссоциации доломита связана с разложением карбоната кальция и протекает при температуре 930°C по реакции 5:



В данной работе исследование диссоциации доломита осуществляли с помощью дериватографа Q – 1500D. Опыт проводили в платиновом тигле на воздухе. Навеска составляла ~ 842 мг (образец №1 - Чернореченское месторождение) и 804 мг (образец №2 - Никитинское месторождение), скорость нагрева – 5 град/мин, максимальная температура нагрева 1000°C. Чувствительность ДТА устанавливалась максимальной.

Полученные данные показали (рис. 1), что разложение доломита Чернореченского месторождения протекает в две стадии: на кривой ДТА видны два чётких эндотермических эффекта, а также на кривой ДТГ присутствуют два пика при температурах 770°C и 925°C, температуры пиков на обеих кривых практически совпадают.

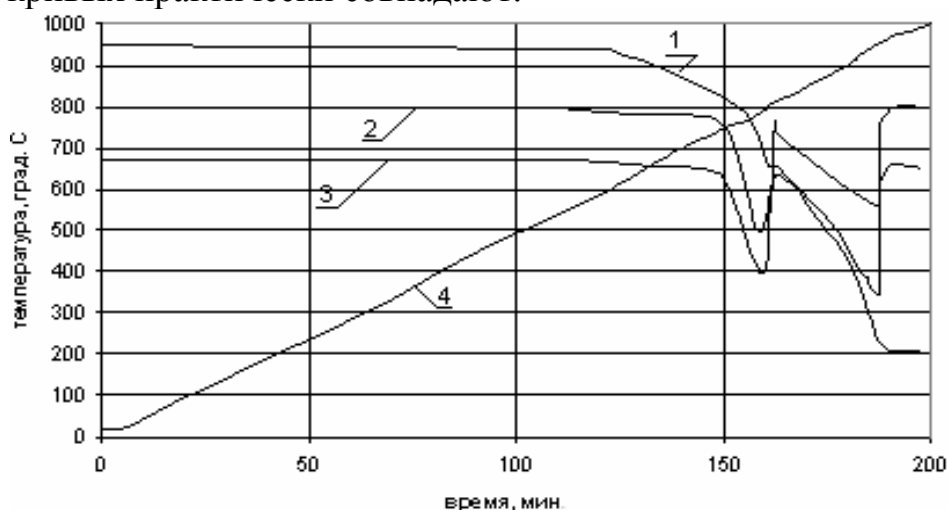


Рисунок 1 – Дериватограмма образца доломита Чернореченского месторождения: 1 – кривая ТГ, 2 – кривая ДТГ, 3 – кривая ДТА, 4 – кривая Т

По дериватограмме определены температурные интервалы протекания первой стадии диссоциации 733 – 813 °С и второй - 877 – 969 °С. На кривой ТГ имеются две ступеньки, отражающие убыль массы исходных веществ. Изменение массы исследуемого образца относительно начальной массы навески на первой стадии составляет 20,55 %, на второй – 26,6 %. Суммарное изменение массы образца – 47,15 %. На кривой ДТА между двумя эндотермическими пиками виден острый экзотермический тепловой эффект, который может быть связан с переходом продукта разложения образовавшегося после первой стадии процесса из аморфного состояния в кристаллическое [2, С.117].

Аналогично прошел процесс диссоциации доломита Никитинского месторождения (рис. 2). Температурный интервал протекания первой стадии диссоциации 743 – 800 °С, второй - 887 – 943 °С.

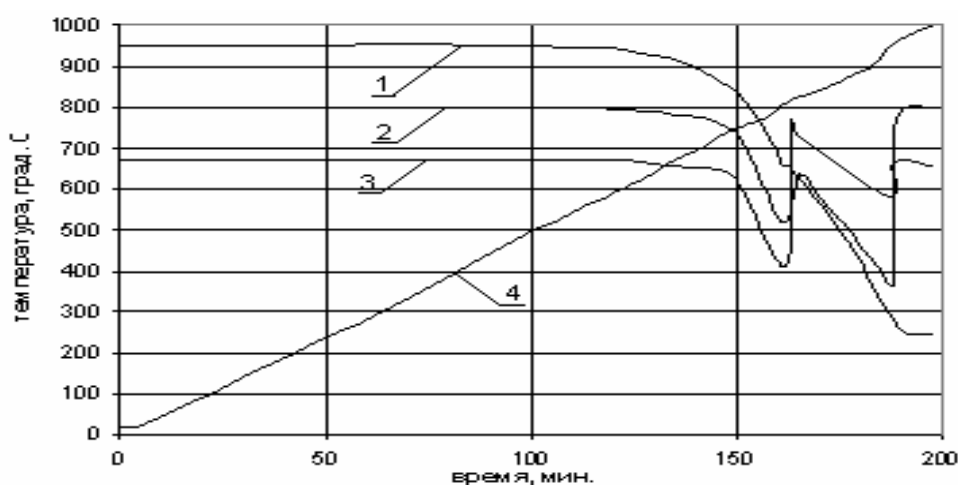


Рисунок 2 – Дериватограмма образца доломита Никитинского месторождения: 1 – кривая ТГ, 2 – кривая ДТГ, 3 – кривая ДТА, 4 – кривая Т

На кривых ДТА и ДТГ снятых при охлаждении тепловые эффекты отсутствуют, масса образца не меняется. Изменение массы, определенное взвешиванием тигля с пробой до и после опыта ($\Delta m=388$ мг.) несколько меньше, чем рассчитанное из кривой ТГ ($\Delta m=397$ мг.), поскольку при охлаждении вещество, по-видимому, поглощает из атмосферы пары воды и/или CO_2 .

Согласно двум первым гипотезам, в процессе диссоциации остающаяся фаза доломита непрерывно меняет свой состав, вследствие чего первый процесс является дивариантным и температура разложения зависит от внешнего давления и состава. В действительности, по данным Л.Г. Берга [2,С.133-134], температура первого эффекта термического разложения доломита совершенно не зависит от внешнего давления в пределах от 1,0 мм. рт. ст. до 100 атм, и равна 730 – 750⁰ С, но температура второго эффекта меняется весьма значительно, как это и должно быть в случае диссоциации. Таким образом этот факт подтверждает, что первый эффект распада доломита является сложным, причем процессу диссоциации карбоната

магния на оксид магния и CO_2 предшествует распад доломита на свободные карбонаты. Поскольку при таком распаде не образуется газообразных продуктов, температура данного процесса не зависит ни от внешнего давления, ни от парциального давления CO_2 .

Таким образом, можно сделать вывод о том, что механизм диссоциации доломитов Никитинского (Бойцовского) и Чернореченского месторождений происходит согласно третьей гипотезе.

Обжиг доломита в силикотермическом способе производства магния проводится до полного разложения карбонатов и удаления CO_2 . Это требование обусловлено особенностями протекания дальнейшего процесса восстановления магния из оксида. Исходя из анализа полученной дериватограммы диссоциации доломита, можно предположить, что полная диссоциация карбонатов происходит при температуре 970°C .

Заключение

Исследован механизм диссоциации доломитов Никитинского (Бойцовского) и Чернореченского месторождений методом дериватографии. Зафиксированы две стадии диссоциации доломита в интервале температур $733 - 813^\circ\text{C}$, $877 - 969^\circ\text{C}$ соответственно, а также определены два пика диссоциации: первый при температуре 770°C , второй - 925°C . По дериватограмме определен температурный интервал полной диссоциации доломита Чернореченского месторождения - $960 - 970^\circ\text{C}$ и Никитинского месторождения - $950 - 960^\circ\text{C}$.

Библиографический список:

1. Стрелец Х.Л. *Металлургия магния*. Х.Л. Стрелец, А.Ю. Тайц, Б.С. Гуляницкий, под ред. С.М. Черноброва – 2-е изд. – М.: Metallurgizdat. 1960. – 480 с.
2. Берг Л.Г. *Введение в термографию*. под ред. А.Е. Арбузова – 2-е изд. – М.: Наука. 1969. – 395 с.

УДК 669.4.053

НОВАЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СВИНЦОВЫХ КЕКОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО СВИНЦА

**Сергеев В.А., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Антонович Ю.Ф.
Научный руководитель: д.т.н., профессор Карелов С.В.**

*Уральский государственный технический университет – УПИ имени
первого Президента России Б.Н.Ельцина
г. Екатеринбург*

К свинецсодержащим промпродуктам относятся свинцовые кеки, образующиеся в цинковом производстве при выщелачивании вельцооксидов.

Помимо ценных компонентов (оксидов цинка, свинца), в них присутствуют оксидные соединения примесных металлов (железа, меди, олова, никеля и др.). При сернокислотном выщелачивании эти компоненты, а также ферриты, силикаты цинка и минералы пустой породы не растворяются, загрязняя и разубоживая образующийся свинцовый кек.

На цинковых и медеплавильных заводах России в виде техногенных месторождений накоплены десятки тысяч тонн свинецсодержащих отходов, комплексная переработка которых актуальна не только по экономическим, но и по экологическим причинам. Например, на ОАО «Электроцинк» свинцовые кеки долгое время не перерабатывались и складировались на территории. К настоящему времени предприятием накоплено свыше 100 тыс. тонн свинецсодержащих техногенных отходов - лежалых свинцовых кеков с переменными по площади и глубине залегания влажностью и химическим составом. Усредненный состав лежалых и текущих свинцовых кеков предприятия представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Усредненный состав кеков ОАО «Электроцинк», %

| № пробы | Pb | Zn | Cu | Fe |
|-----------|------|------|------|-------|
| 1-лежалый | 10,4 | 16,5 | 1,75 | 21,35 |
| 2-текущий | 27,8 | 10,1 | 0,90 | 12,46 |

На заводе был опробован способ переработки лежалых свинцовых кеков, который заключается в их добавлении в шихту вельцевания, что позволило увеличить сквозное извлечение цинка и обогатить свинцовые кеки по основному компоненту – свинцу на 18-20%.

Приведенные в литературе технологические и экологические недостатки пиromеталлургической схемы извлечения свинца из свинцовых техногенных отходов и промпродуктов определяют необходимость изыскания более совершенных путей для переработки комплексного свинецсодержащего сырья [1]. Зарубежные предприятия проводят активный поиск альтернативных технологий получения рафинированного свинца и его сплавов с использованием гидрометаллургических и электрохимических приемов.

На кафедре металлургии тяжелых цветных металлов УГТУ – УПИ разработан новый альтернативный гидрометаллургический способ получения металлического свинца из кеков цинкового производства и опробован в условиях научно-исследовательской лаборатории ОАО «Электроцинк». Предложенная технология (рис. 1) состоит из трех основных блоков: выщелачивание, очистка полученного раствора и электроэкстракция свинца с возвратом растворителя в голову процесса.

В лабораторных условиях проведены исследования по выщелачиванию свинцовых кеков с определением оптимальных параметров ведения процесса: исходная концентрация трилона Б 100 г/дм³, рН 7, соотношение Ж:Т = 7-8, температура 20-25°С. При этих условиях извлечение свинца в

раствор близко к 96%, цинка - 30%, меди - 20%, железо количественно остается в кеке [2].

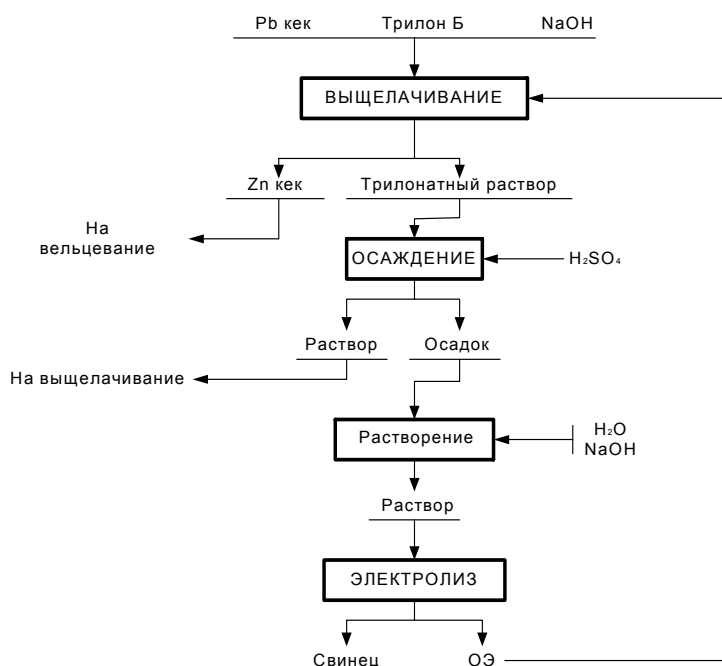


Рисунок 1 – Схема переработки свинцового кека

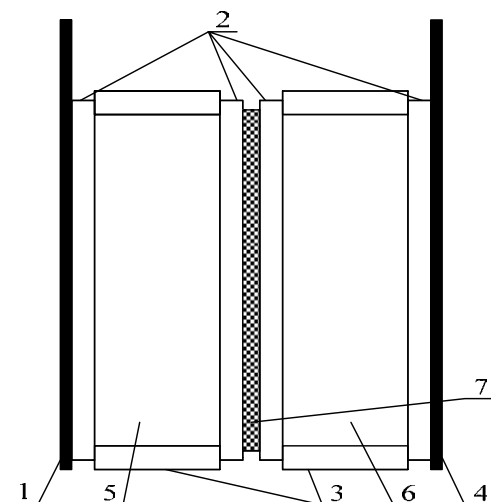
Очистка полученного трилонатного раствора от металлов-примесей (в основном цинка и меди) основана на разнице в растворимости солей ЭДТА при изменении кислотности среды. При понижении рН до 1,5-1,0 происходит разрушение трилонатных комплексов с образованием осадка – молекулярной формы ЭДТА. Подкисление раствора целесообразно проводить серной кислотой для соосаждения совместно с ЭДТА свинца в сульфатной форме, при этом цинк и медь остаются в растворе в форме сульфатов. Полученный осадок фильтровали и промывали подкисленной водой (во избежание растворения и потери ЭДТА с промывными водами) от металлов-примесей и обрабатывали щелочным раствором из расчета получения готового электролита с концентрацией свинца 40 г/дм³ и рН 10 [3].

Электроэкстракцию свинца проводили в двухкамерном закрытом электролизере с перегородкой из катионообменной мембраны марки МК – 40 (рис. 2). Катодом служил раствор трилоната свинца, анолитом – слабокислый сульфатный раствор. Мембрана предназначена для предотвращения попадания анионов ЭДТА в анодную камеру и их окисления в результате протекания электрохимических реакций. При проведении лабораторных испытаний через электроэкстракционную ячейку протекал ток силой 0,45 А; рабочие площади катода (нержавеющая сталь) и анода (платинированный титан) составляли 0,006 м².

Полученные результаты свидетельствуют о возможности получения при электроэкстракции губчатого свинца, который после водной отмывки и

переплавки под слоем покровного флюса соответствовал марке С1 по ГОСТ 1467-93. Выход по току составляет 93%, расход электроэнергии 3100 кВтч/т свинца.

Полученный при электроэкстракции отработанный электролит содержит: Pb-2,3 г/дм³, Zn-68,9 мг/дм³, Cu-0,27 мг/дм³, Fe-11,8 мг/дм³ и после корректировки pH и содержания комплексообразователя может быть использован в голове процесса для выщелачивания исходных свинцовых кеков.



1 – катод; 2 – уплотнитель; 3 – корпус ячейки; 4 – анод;
5 – катодит; 6 – анолит; 7 – мембрана

Рисунок 2 – Схема электролизера для электроэкстракции свинца

В условиях научно-исследовательской лаборатории (НИЛ) на площадке завода ОАО «Электроцинк» (г. Владикавказ) проведены испытания технологии для выявления возможности переработки как накопленных, так и текущих свинцовых кеков, а также подтверждения ранее полученных лабораторных результатов. В результате испытаний получен губчатый свинец состава, %: Ag<0,00001, Cu 0,0256, As 0,0010, Sb 0,00032, Sn 0,00015, Zn 0,00077, Bi 0,0058, соответствующий марке С1 по ГОСТ 1467-93. Напряжение на ячейке составило 11,24 В, выход по току 93%, затраты электроэнергии 3100 кВтч/т катодного свинца [4].

Библиографический список

1. Тарасов А.В., Бессер А.Д., Мальцев В.И., Сорокина В.С. *Металлургическая переработка вторичного свинцового сырья* / под ред. А.В. Тарасова. М.: Гинцветмет, 2003. 224 с.
2. Карелов С.В., Анисимова О.С., Мамяченков С.В., Сергеев В.А. // *Известия вузов. Цветная металлургия*. 2008. №2. С. 20.
3. Карелов С.В., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Сергеев В.А. // *Известия вузов. Цветная металлургия*. 2008. №3. С. 13.
4. Карелов С.В., Сергеев В.А., Паньшин А.М., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. // *Цветные металлы*. 2009. №6. С. 29.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КВАРЦИТОВ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Владимирцева Е.Н., Морозов А.С., Лазаревский П.П.
Научный руководитель: д.т.н., профессор Рожихина И.Д.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Важным фактором Российской экономики является создание и поддержание на необходимом уровне собственной минерально-сырьевой базы.

Высокие технико-экономические показатели производства и возможность получения металла с самыми высокими свойствами вызвали непрерывное повышение роли электрометаллургии в сталеплавильном производстве. Наряду с этим получили дальнейшее развитие фундаментальные теоретические и экспериментальные исследования электроферросплавных процессов, внедряются в производство принципиально новые технологические процессы получения и рафинирования ферросплавов, введены новые стандарты на ферросплавную продукцию, решается ряд проблем комплексного использования сырья и охраны окружающей среды.

Электроферросплавное производство является одной из крупнейших отраслей промышленности, будущее которой связано с дальнейшим наращиванием электроэнергетической базы.

Для значительного повышения качества металла, его прочностных характеристик и эксплуатационных свойств, чистоты металла по содержанию вредных примесей и неметаллических включений важная роль отводится производству кремнистых ферросплавов. Без этих сплавов невозможно получение не только легированных, но и рядовых углеродистых сталей; они широко используются для производства сталей, характеризующихся специальными свойствами: трансформаторных, рессорно-пружинных, коррозионностойких, износостойких и других сталей.

Изучение физико-химических свойств кварцитов различных месторождений позволит расширить рудно-минеральную базу России [1].

Процесс получения кремния и его сплавов осуществляется в электрических дуговых печах с применением относительно чистого сырья. Рудным компонентом типичной шихты являются кварциты с высоким содержанием кремнезема. Поэтому, в настоящее время, по-прежнему остро стоит проблема интенсификации и оптимизации производства кремния. Одним из путей интенсификации электротермического производства кремния является использование новых видов шихтовых материалов и композиций из них, обладающих улучшенными технологическими характеристиками. В связи с этим изучаются зависимости технико-экономических показателей восстановительной плавки кремния от физико-

химических свойств сырьевых материалов, составляющих шихту.

Установлено, что содержание примесей в рудном сырье определяет не только качество товарного продукта, но и представляет собой фактор реакционной способности сырья. Если кварциты содержат большое количество шлакообразующих примесей, образуются трудновосстановимые вязкие шлаки, снижающие скорость восстановления кремния. Наиболее важным требованием к рудному сырью для выплавки кремния является низкое содержание шлакообразующих примесей и, в первую очередь, CaO, Al₂O₃, MgO и др [3].

В лаборатории кафедры металлургии черных металлов, стандартизации и сертификации СибГИУ были проведены исследования по определению кинетики восстановления кремния из кварцитов различных месторождений. Химический состав кварцитов приведен в таблице 1. Исследования проводились при различных температурах [1].

Таблица 1 – Химический состав исходных кварцитов

| Наименование месторождения | Компонентный состав | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------------------|-------------------|------------------|-------|-------------------------------|-------|-------|--------|-------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | TiO ₂ | Na ₂ O | K ₂ O | MnO | P ₂ O ₅ | Ba+Cs | Sr | Nb | Сумма |
| А (Иркутская обл.) | 98,91 | 0,31 | 0,2 | 0,12 | <0,05 | 0,01 | 0,21 | 0,04 | <0,01 | <0,01 | <0,02 | 0,002 | <0,003 | 99,9 |
| Б (Забайкалье) | 98,61 | 0,49 | 0,29 | 0,13 | <0,05 | 0,01 | 0,2 | 0,03 | <0,01 | <0,01 | <0,02 | 0,004 | <0,003 | 99,98 |
| В (Урал) | 98,73 | 0,56 | 0,13 | <0,01 | <0,05 | 0,02 | 0,2 | 0,21 | <0,01 | <0,01 | <0,02 | 0,002 | <0,003 | 99,96 |
| Г(Кемеровская обл.) | 98,54 | 0,31 | 0,2 | 0,12 | <0,05 | 0,01 | 0,21 | 0,04 | <0,01 | <0,01 | <0,02 | 0,002 | <0,003 | 99,9 |

В качестве восстановителя использовался кокс производства НКМК. Химический состав восстановителя представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав восстановителя

| Восстановитель | W _r ^t | A ^d | V ^{daf} | C _{ТВ} | Состав золы | | | | |
|----------------|-----------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | SiO ₂ | CaO+MgO | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | P ₂ O ₅ |
| Кокс НКМК | 5 | 11,2 | 1,8 | 79 | 50 | 4 | 23 | 22,7 | 0,30 |

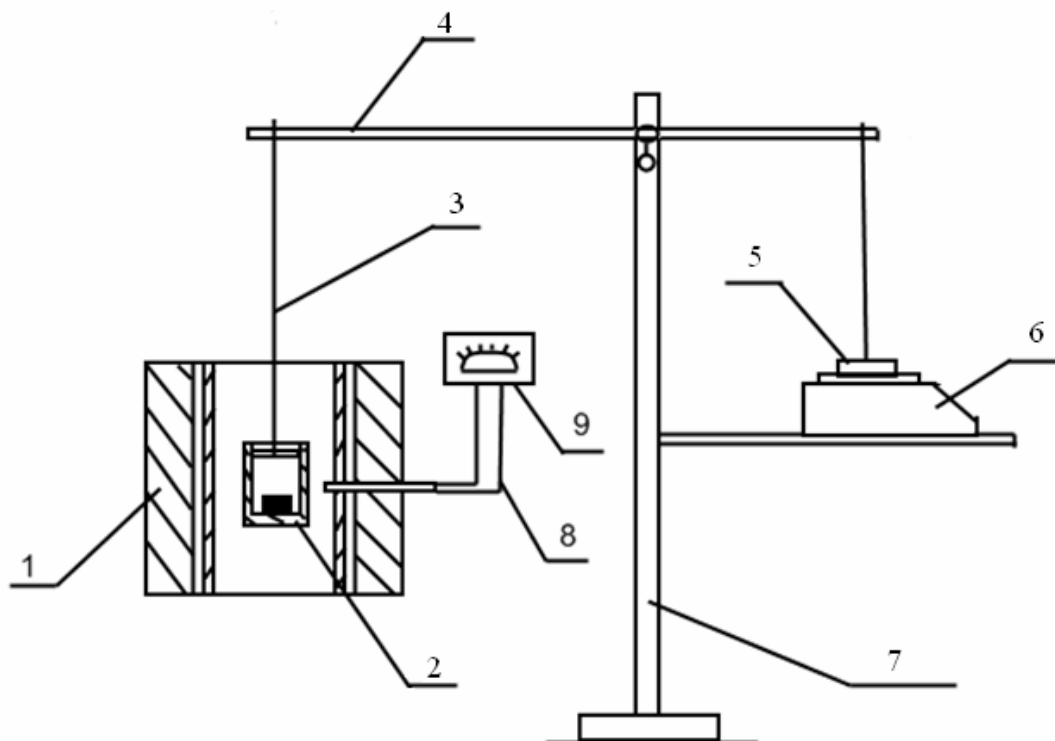
Для изучения кинетики восстановления кремнезема из кварцитов применялся метод непрерывного взвешивания компонентов. Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

Графитовый тигель с навеской помещался в заранее разогретую до необходимой температуры электропечь сопротивления с графитовым нагревателем. Эксперименты проводились при различной температуре в

интервале 1773 – 2073 К, фракция кварцитов 10 мм, кокса 5 мм. С помощью подвески тигель подвешивался за рабочий конец разноплечевого коромысла таким образом, чтобы он не касался стенок нагревателя. На противоположный конец коромысла подвешивался контргруз так, чтобы уравновесить вес тигля с навеской кокса и кварцита, и, в тоже время, электронные весы, на которые опирается груз, должны находиться в нулевом положении и обеспечивать определенный ход весов для регистрации изменения массы навески с тиглем в процессе опыта. В процессе опыта массу тигля с его содержимым точно регистрировали через каждую минуту для построения кривых восстановления. Потеря массы образцов при осуществлении процесса была связана с образованием газовой фазы, состоящей из монооксида углерода (CO) и монооксида кремния (SiO). Степень восстановления кремния α рассчитывали как отношение количества кислорода m_O , удаленного из образца, к общему количеству кислорода $\Sigma(m_O)$ в восстанавливаемом кварците. По полученным результатам рассчитана степень восстановления [2]:

$$\alpha = \frac{m_O}{\Sigma(m_O)} \cdot 100\%, \quad (1)$$

Графические зависимости изменения степени восстановления кремния из кварцитов различных месторождений от времени при температуре от 1773 до 2073 К и фракции 10 мм представлены на рисунках 2 – 5.



- 1 – печь Таммана; 2 – графитовый тигель; 3 – подвеска; 4 – коромысло;
 5 – противовес; 6 – электронные весы непрерывного взвешивания;
 7 – опорная стойка; 8 – термопара; 9 – потенциометр

Рисунок 1 – Установка для изучения кинетики восстановления руд

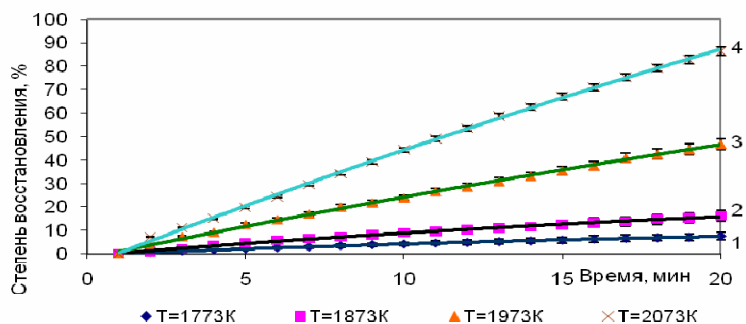


Рисунок 2 – Зависимости продолжительности выдержки и температуры на степень восстановления кремнезема кварцитов месторождений А

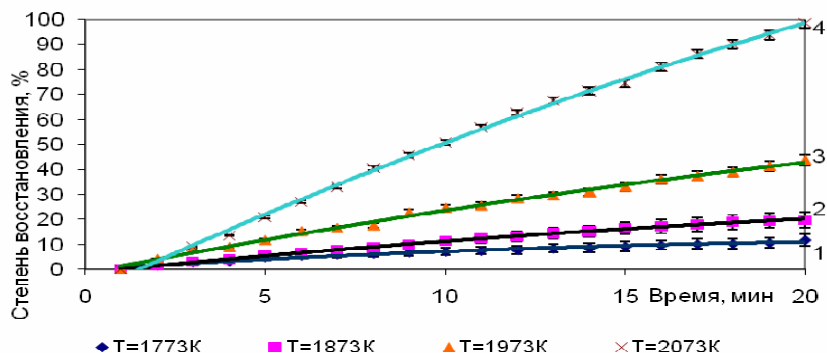


Рисунок 3 – Зависимости продолжительности выдержки и температуры на степень восстановления кремнезема кварцитов месторождений Б

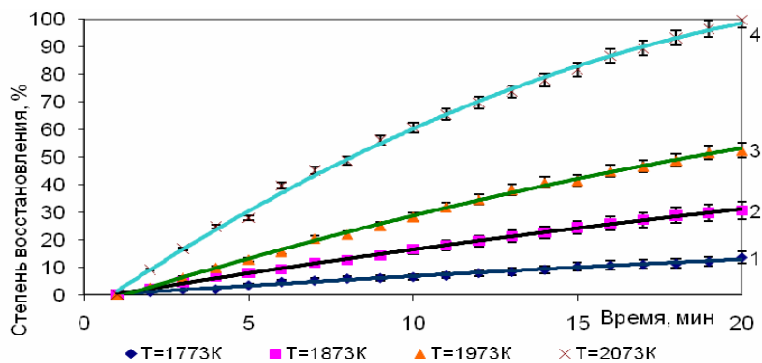


Рисунок 4 – Зависимости продолжительности выдержки и температуры на степень восстановления кремнезема кварцитов месторождений В

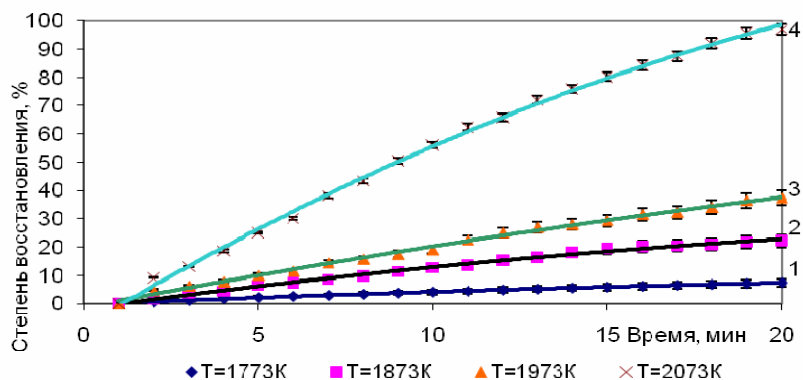


Рисунок 5 – Зависимости продолжительности выдержки и температуры на степень восстановления кремнезема кварцитов месторождений Г

Из приведенных на рисунках 2 – 5 зависимостей следует, что кремнезем кварцитов месторождения А восстанавливается не хуже кремнезема кварцитов месторождений Б, В, Г.

Однако после выдержки уже при температуре 1773 К на кусочках кварцита А оплавливались грани, что, вероятно, объясняется большим количеством примесей в кварците. С повышением температуры до 1873, 1973 К образцы всех кварцитов после изотермической выдержки одинаково оплавливались, причем на кусочках кокса при температуре 1973 К явно виден зеленый налет. Рентгенофазовый анализ показал наличие карбида кремния, наличие которого соответствует реакции карбидообразования [4]:



По данным Н.В. Толстогузова температура начала реакции составляет 1973 К. Проведенные эксперименты еще раз доказали, что восстановление кремнезема идет через процесс газификации кремнезема:



Эта реакция объясняет убыль массы образца.

Библиографический список

1. Зельберг Б.И. Шихта для электротермического производства кремния [Текст] / Б.И. Зельберг, А.Е. Черных, К.С. Елкин. – Челябинск: Металл, 1994. – 320 с.
2. Водопьянов А.Г. Кинетика взаимодействия двуокси кремния с углеродом [Текст] / А.Г. Водопьянов, С.В. Баранов, Г.Н. Кожеников // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 1981. – №3. – С.6 – 9.
3. Кинетика взаимодействия антоновских кварцитов с графитом [Текст]: темат. отраслевой сб. №4 Производство ферросплавов / М.С. Хрущев, В.В. Васильев, Г.А. Кошкин. – М.: Металлургия, 1975. – 210 с.
4. Толстогузов Н.В. Теоретические основы и технология плавки кремнистых и марганцевых сплавов [Текст] / Н.В. Толстогузов. – М.: Металлургия, 1992. – 239с.

УДК 622.6

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА АЛМАЗА

Федулов И.А., Яковлев Р.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Алмаз – минерал, кубическая аллотропная модификация чистого углерода. Алмаз обладает самой высокой из всех известных в природе

материалов твёрдостью, благодаря которой он применяется во многих важных отраслях промышленности, главным образом, в качестве абразивного инструмента.

Целью данной работы является анализ электротермических характеристик камеры высокого давления для синтеза алмаза.

Из всех материалов алмаз имеет самую высокую теплопроводность – 2000 Вт/(м·К), которая зависит от дисперсности исходной структуры. Термостойкость различна в вакууме и на воздухе, снижается с ростом дефектности и количества примесей. При $T > 1600$ К в вакууме начинается быстрая объемная графитизация. Окисление на воздухе начинается при 650 – 750 К, достигая максимального развития при 870 – 1180 К. Твёрдость алмаза меняется в зависимости от направления в кристалле и колеблется от 56 – 60 ГПа до 110 – 135 ГПа. Предел прочности на сжатие кристаллов синтетических алмазов без видимых включений составляет 17 – 17,5 ГПа [1].

Кристаллизация и спекание сверхтвёрдых материалов осуществляется при давлениях 4 – 12 ГПа и температурах 1200 – 2000⁰С. Аппараты размещаются в рабочем пространстве мощных гидравлических прессов с усилием в 5 – 100 МН, а в ряде случаев – 140 и 500 МН [1]. В промышленном производстве сверхтвёрдых материалов широко используются аппараты следующих конструкций: цилиндрические аппараты типа «белт» и аппараты типа наковален [2].

Основные требования, предъявляемые к аппаратам высокого давления:

- долговечность;
- постоянство объема и геометрической формы рабочей полости на протяжении всего срока службы аппарата высокого давления;
- простота и относительно небольшое время сборки-разборки и замены аппарата в установке;
- безопасность для обслуживающего персонала при внезапной разгерметизации рабочего объема;
- экономически оправданная стоимость и технологичность изготовления при массовом выпуске сверхтвёрдых материалов заданного качества;
- экологичность утилизации расходных материалов.

В качестве характеристик камеры высокого давления типа «чечевица» выделяют: геометрические (объем полости высокого давления, объем реакционной зоны, удельный объем), температурные, также учитывается суммарное давление синтеза [4]. Но данных характеристик не достаточно, чтобы описать процесс синтеза в таких камерах. Поэтому следует также учитывать электротермические характеристики (скорость нагрева шихты и удельную электрическую мощность). Скорость нагрева шихты в первые несколько секунд обеспечивает температурный режим, необходимый для протекания синтеза [4]. Удельная электрическая мощность представляет собой отношение подведенной электрической мощности к объёму реакционной зоны. Минимально допустимый предел удельной электрической мощности

W, обеспечивающий превращение графита в алмаз, равен 3,75 кВт/см³. Такое значение удельной электрической мощности очень велико и не свойственно больше никакому другому электротермическому процессу [3].

Обзор и анализ производственных данных показывает, что для аппарата высокого давления типа «чечевица» характерна следующая зависимость выхода алмаза от удельной электрической мощности (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость выхода алмаза при каталитическом синтезе от удельной электрической мощности

| Значения удельной электрической мощности W, кВт/см ³ | Выход алмаза B, % |
|---|-------------------|
| 3,52 | 17,0 |
| 3,75 | 22,0 |
| 4,02 | 24,0 |
| 4,63 | 27,0 |
| 5,02 | 33,0 |
| 5,41 | 36,0 |
| 5,84 | 38,2 |
| 6,21 | 40,2 |
| 6,63 | 42,8 |
| 7,01 | 44,0 |

Обозначим выход алмаза (B) за y, а значение удельной электрической мощности (W) за x.

Найдём коэффициенты b₁ и b₀:

$$b_1 = (10 \cdot 1789,2 - 52,04 \cdot 324,2) / (10 \cdot 284,3 - 52,04) = 7,576;$$

$$b_0 = (324,2 - 7,576 \cdot 52,04) / 10 = -7,005.$$

Далее найдём коэффициент корреляции по формуле:

$$r^* = b_1 \cdot (n \cdot \sum x_i^2 - [\sum x_i]^2)^{0,5} / (n \cdot \sum y_i^2 - [\sum y_i]^2)^{0,5},$$

$$r^* = 7,576 \cdot (10 \cdot 284,3 - 02708,2)^{0,5} / (10 \cdot 11306,1 - 105,105,6^2)^{0,5} = 0,986.$$

Таблица 2 – Расчётные коэффициенты

| № | x | Y | x ² | xy | y ² | x+y | (x+y) ² |
|----|-------|-------|----------------|--------|----------------|-------|--------------------|
| 1 | 3,52 | 17,0 | 12,39 | 59,84 | 289,0 | 20,52 | 421,07 |
| 2 | 3,75 | 22,0 | 14,06 | 82,5 | 484,0 | 25,75 | 663,06 |
| 3 | 4,02 | 24,0 | 16,16 | 96,48 | 576,0 | 28,02 | 785,12 |
| 4 | 4,63 | 27,0 | 21,44 | 129,64 | 729,0 | 31,63 | 1000,46 |
| 5 | 5,02 | 33,0 | 25,2 | 165,66 | 1089,0 | 38,02 | 1445,52 |
| 6 | 5,41 | 36,0 | 29,27 | 194,76 | 1296,0 | 41,41 | 1714,78 |
| 7 | 5,84 | 38,2 | 34,11 | 223,09 | 1459,2 | 44,04 | 1939,52 |
| 8 | 6,21 | 40,2 | 38,56 | 249,64 | 1616,0 | 46,41 | 2153,89 |
| 9 | 6,63 | 42,8 | 43,96 | 283,76 | 1831,8 | 49,43 | 2443,42 |
| 10 | 7,01 | 44,0 | 49,14 | 308,44 | 1936,0 | 51,01 | 2602,02 |
| Σ | 52,04 | 324,2 | 284,3 | 1789,2 | 11306,1 | 376,2 | 15168,8 |

Коэффициент корреляции близок к единице, таким образом, зависимость между x (W) и y (B) можно считать линейной и представить в виде:

$$B = 7,576 \cdot W - 7,005.$$

Таким образом, получено уравнение зависимости выхода алмаза от подводимой электрической мощности.

Библиографический список

1. Витязь П.А. Синтез и применение сверхтвердых материалов / П.А. Витязь, В.Д. Грицук, В.Т. Сенють. – Мн.: Бел. Наука, 2005. – 359 с.
2. Галевский Г.В. Аппараты высокого давления для синтеза сверхтвердых материалов / Г.В. Галевский, А.М. Германский, В.В. Работнов. – Л.: изд. ЛТИ им. Ленсовета, 1985. – 36 с.
3. Дигонский С.В. Неизвестный водород / С.В. Дигонский, В.В. Тен. – СПб.: Наука, 2006. – 292 с.
4. Галевский Г.В. Физико-химические основы технологии каталитического синтеза сверхтвердых материалов / Г.В. Галевский, А.М. Германский. – Л.: изд. ЛТИ им. Ленсовета, 1987. – 36 с.

УДК 621.928.9

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕПАРАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЦИКЛОНОВ ДЛЯ ЧАСТИЦ МИКРОННЫХ РАЗМЕРОВ

Пивнева Л.А., Пивнева Н.А.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Стерлигов В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Циклон является одним из наиболее распространенных пылеулавливающих аппаратов. Однако с высокой эффективностью циклоны способны улавливать пыль только размером 15–20 мкм и более.

Циклоны используют для улавливания сравнительно крупнодисперсных частиц пыли в различных областях металлургического производства, например, в агломерационном производстве, для очистки дымовых газов за печью для обжига известняка и др.

На частицу пыли при раскручивании потока действует центробежная сила, а ей противодействует при радиальном движении частицы центростремительная сила трения (сила Стокса). При их равенстве частица останавливается («зависает»).

Нашей целью является определение условий равновесия и создание графика обобщенной зависимости радиуса равновесия от диаметра частиц при различных параметрах работы циклона, таких как скорость входного потока, радиус циклона, размеры входного патрубка, плотность частиц, степень сжатия циклона и другие.

Распределение радиальной и тангенциальной скоростей плоского кругового вихря по сечению циклона

Поскольку скорость является величиной в обеих силах (центробежной и силе трения), то нужно исследовать распределение скоростей.

Из литературы [1, С. 7-24] известны формулы для определения скоростей кругового вихря.

Для определения тангенциальной скорости W_{φ} :

$$\text{при } R \leq a \quad W = \frac{\omega \cdot R}{2} = \frac{W_{\text{ex}} \cdot R}{2 \cdot (0,7 \cdot m)^2 \cdot R_{\text{ex}}}; \quad (1)$$

$$\text{при } R > a \quad W = \frac{\omega \cdot a^2}{2 \cdot R} = \frac{W_{\text{ex}} \cdot a^2}{2 \cdot (0,7 \cdot m)^2 \cdot R_{\text{ex}} \cdot R}, \quad (2)$$

где a – граница кругового вихря (зона нулевого давления).

$$a = 0,7 \cdot r_{\text{вхл}},$$

где $r_{\text{вхл}}$ – радиус выхлопного патрубка, м.

Радиальная скорость определяется по следующей формуле:

$$W_r = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot H}, \quad (3)$$

где Q – расход, м³/с, $Q = W_{\text{ex}} \cdot F_{\text{ex}}$

H – высота циклона, м. Принимаем $H = 1$ м;

R – радиус циклона, м.

Для получения единой обобщенной зависимости используем ранее разработанную методику [2, С. 106-109].

Для этого в качестве стандартного значения принимаем значения входных скоростей $W_{\text{вх}}$.

Нормированное значение определяется:

$$\bar{W} = \frac{W_i}{W_{\text{ex}}},$$

где W_i – тангенциальная или радиальная скорость при различных значения радиуса и при разных входных скоростях;

W_{ex} – скорость входного потока.

Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

Из диаграммы видно, что нормированные значения при разных скоростях входного потока равны и при построении ложатся на одну кривую.

Полученная обобщенная кривая (рисунок 1) позволяет определить значение радиальной и тангенциальной скоростей на разных радиусах циклона при любых значениях скоростей входного потока. Зная скорость потока, можно определить скорость, с которой должны удаляться частицы с радиуса, на котором они находятся в состоянии равновесия.

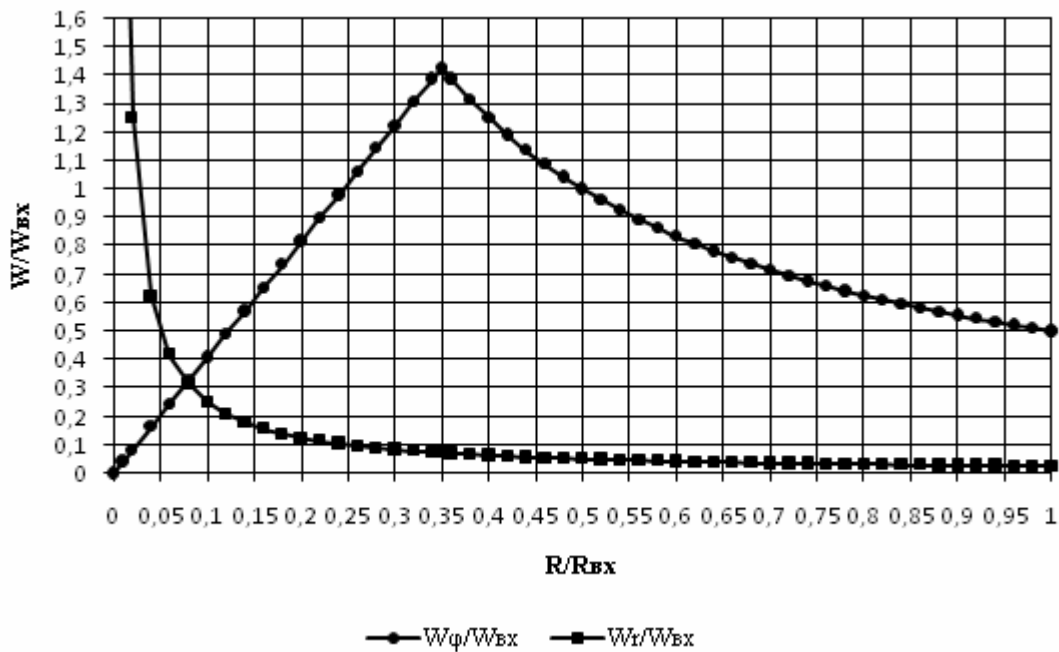


Рисунок 1 – Обобщенный график распределения тангенциальной и радиальной скоростей кругового плоского вихря по радиусу циклона

Математическая модель условий равновесия

На основании уравнений (1) и (2) определяем величину центробежной силы, а используя уравнение (3) – величину силы трения (силы Стокса).

По формуле Стокса сила трения для частицы сферической формы

$$F_{mp} = 3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot W_R \cdot d_c \quad (4)$$

Центробежная сила определяется как

$$F_{цб} = \frac{m \cdot W_\phi^2}{R} = \frac{\rho_m \cdot V \cdot W_\phi^2}{R} = \frac{\pi}{6} \cdot \rho_m \cdot \frac{W_\phi^2 \cdot d^3}{R}, \quad (5)$$

где ρ_m – плотность частицы, кг/м³;

$V = \frac{\pi}{6} \cdot d_c^3$ – объем частицы, м³.

Приравняв уравнения (4) и (5), получим условия равновесия для частицы

$$3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot W_R \cdot d_c = \frac{\pi}{6} \cdot \rho_m \cdot \frac{W_\phi^2 \cdot d_c^3}{R},$$

которое будет решаться относительно R .

Эти решения дают:

а) для квазипотенциального течения (зона А)

$$R = \frac{d_c \cdot R_{ex}}{3} \sqrt{\frac{\pi \cdot W_{ex} \cdot \rho_m}{\mu \cdot \delta_{ex}}}, \quad \text{м.} \quad (6)$$

б) для зоны квазитвёрдого вращения (зона В)

$$R = \frac{1,47 \cdot m^2 \cdot R_{ex}}{d_q} \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \frac{\mu \cdot \delta_{ex}}{\rho_m \cdot W_{ex}}}, \text{ м.} \quad (7)$$

В относительных координатах:

а) для квазипотенциального течения

$$\frac{R}{R_{ex}} = \frac{d_q \sqrt{\pi}}{3} \sqrt{\frac{W_{ex} \cdot \rho_m}{\mu \cdot \delta_{ex}}} \quad (6a)$$

б) для квазитвёрдого вращения

$$\frac{R}{R_{ex}} = \frac{1,47 \cdot m^2}{d_q \sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{\mu \cdot \delta_{ex}}{\rho_m \cdot W_{ex}}}. \quad (7a)$$

Если в уравнениях (6) и (7) под знак корня внести d_q , то получим под корнем безразмерный комплекс, состоящий из различных величин – критерий подобия.

$$\frac{W_{ex} \cdot \rho_m \cdot d_q^2}{\mu \cdot \delta_{ex}} \left[\frac{\text{м/с} \cdot \text{кг/м}^3 \cdot \text{м}^2}{\text{кг/(м} \cdot \text{с)} \cdot \text{м}} \right] = [0]$$

Ранее он не упоминался в литературе, а значит, мы можем дать ему название – число Стокса – Sk :

$$Sk = \frac{W_{ex} \cdot \rho_m \cdot d_q^2}{\mu \cdot \delta_{ex}},$$

где W_{ex} – скорость входного потока, м/с;

ρ_m – плотность материала частиц, кг/м³;

d_q – диаметр частиц, находящихся в состоянии равновесия, м;

μ – коэффициент динамической вязкости среды, кг/(м·с);

δ_{ex} – ширина входного патрубка, м.

Используя полученный критерий, выражения (6a) и (7a) можно записать в следующей форме:

а) для квазипотенциального течения:

$$\frac{R}{R_{ex}} = \frac{\sqrt{\pi}}{3} \cdot \sqrt{Sk}.$$

б) для квазитвердого вращения:

$$\frac{R}{R_{ex}} = \frac{1,47 \cdot m^2}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{\sqrt{Sk}}.$$

По данным расчетов с использованием уравнений (6) и (7) строим график зависимости радиуса равновесия частиц от диаметра частиц в обобщенном виде, полученный на основе метода аффинных преобразований [2] (рисунок 2).

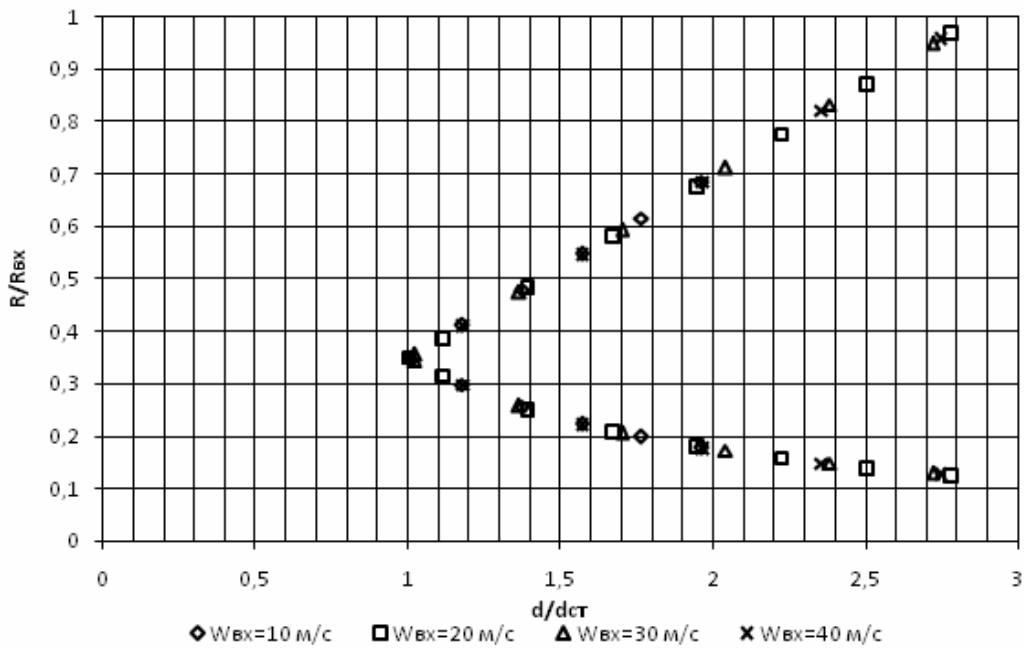


Рисунок 2 – Обобщенная зависимость радиуса равновесия от диаметра частиц $R/R_{ex}=f(d/d_{cm})$

Данный график позволяет определить радиус, на котором находятся частицы определенного диаметра в состоянии равновесия. На основе рисунка 1 и рисунка 2 можно построить номограмму (рисунок 3), которая позволяет определить все условия проведения технологического процесса улавливания частиц микронного размера.

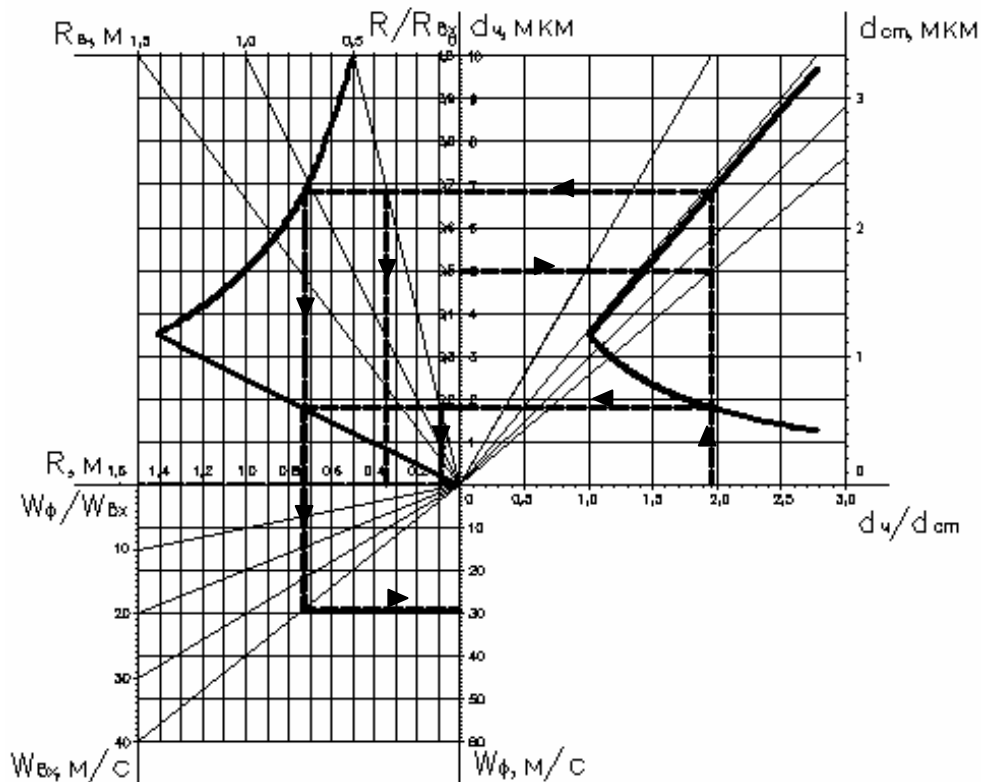


Рисунок 3 – Номограмма для расчета сепарации частиц

Выводы

1. Показана возможность получения обобщенных динамических характеристик циклонов, обладающих различными конструктивными и эксплуатационными характеристиками.

2. Показана возможность удержания частиц микронного размера в циклоне и извлечения их из объема аппарата для использования в новых технологиях (например, нанотехнологии).

3. Предложена математическая модель для определения условий равновесия («зависания») микронных частиц, получено решение для определения радиуса равновесия или размера частиц, которые могут удерживаться на заданном радиусе.

Библиографический список

1. Ляховский Д.Н. Аэродинамика закрученных струй и ее значение для факельного сжигания газа. – Теория и практика сжигания газа. – Л. Гостоптехиздат, 1958, с. 7–24.

2. Стерлигов В.В., Рудерфер В.И. Создание обобщенной методики оценки гидравлического сопротивления циклонно-вихревых устройств. – «Известия вузов. Черная металлургия», 1983, №10, с. 106–109.

УДК 669.621.78.062

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА

Зенкова О.В., Чичик Е.Б., Хлыстова М.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Коротков С.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Сжигание топлива в теплоэнергетических установках и промышленных печах приводит к выбросу в атмосферу продуктов сгорания органического топлива, содержащих токсичные NO_x (главным образом монооксид NO и в меньшей степени диоксид NO_2).

Количество образующихся оксидов азота зависит от характеристик топлива, режимных и конструктивных параметров топливо сжигающих устройств и топочной камеры. Поэтому на стадии проектирования тепловых установок необходимо проводить расчеты ожидаемых выбросов оксидов азота и предусматривать меры по снижению их до величин, не превышающих нормативы.

В уходящих газах паровых и водогрейных котлов монооксид азота NO составляет 95-99% общего выброса NO_x , в то время как содержание более токсичного диоксида азота NO_2 не превышает 1-5%. После выброса дымовых газов в атмосферу под воздействием природных факторов большая

часть NO конвертирует в NO₂.

Источниками оксидов азота является молекулярный азот воздуха, используемый в качестве окислителя при горении, и азотосодержащие компоненты топлива. В связи с этим принято делить оксиды азота на воздушные и топливные. Воздушные в свою очередь можно разделить на термические, образующиеся при высоких температурах за счет окисления молекулярного азота воздуха, и так называемые «быстрые» оксиды азота, образующиеся во фронте факела при сравнительно низких температурах в результате реакции углеводородных радикалов с молекулой азота.

В данной работе были произведены расчеты концентрации NO_x в дымовых газах при следующих условиях: первое- на примере пылеугольного котла ТП-87. Топливо- кузнецкий тощий уголь со следующими характеристиками: зольность $A^r=20,3\%$; влажность $W^r=9,7\%$; содержание азота $N^r=1,5\%$; выход летучих $V^{daf}=14\%$; теплота сгорания $Q_i^r=22,06$ МДж/кг. Горелки вихревые: коэффициент избытка воздуха $\alpha_r=1,1$; доля первичного воздуха $\alpha_l=0,2$; степень рециркуляции дымовых газов через горелки $R=0\%$; температура за зоной активного горения $T''_{заг}=1680-2180$ К; соотношение скоростей в выходном сечении горелок $w_2/w_1=1,4$; присосы в топку $\Delta\alpha_T=0,1$; третичное дутье $\alpha_{III}=0$; теоретический объем газов $V_r^0=6,25$ м³/кг; теоретический объем воздуха $V_B^0=5,87$ м³/кг; объем водяных паров $V_{H_2O}=0,1-0,6$ м³/кг.

Второе - произведен расчет концентрации оксидов азота при сжигании природного газа в котле ТГМП-204ХЛ, на номинальной нагрузке для трех вариантов: 1- с вводом газов рециркуляции; 2- с вводом газов рециркуляции и впрыском воды; 3- двухступенчатое сжигание с вводом газов рециркуляции (рис. 5). Режимные параметры равные для всех трех вариантов: теплота сгорания топлива $Q_i^r=35,3$ МДж/м³; теоретический объем воздуха, необходимого для полного сжигания топлива, $V_E^0=9,52$ м³/ м³; теоретический объем продуктов сгорания при $\alpha=1,0$ $V_r^0=10,68$ м³/ м³; коэффициент избытка воздуха на выходе из топки $\alpha_T''=1,05$ для 2 и 3 варианта, а для первого варианта $\alpha_T''=1,07$; присосы холодного воздуха в топку $\Delta\alpha_T=0$; температура горячего воздуха $t_{ГВ}=360^\circ\text{C}$; температура холодного воздуха $t_{ХВ}=30^\circ\text{C}$; доля газов рециркуляции, подаваемых в топку, $R=0,05$; температура газов рециркуляции $t_{ГР}=390^\circ\text{C}$. Режимные параметры для рассмотренных вариантов: для третьего варианта доля воздуха, подаваемого во вторую ступень горения $\delta=0,33$; для второго варианта водотопливное отношение (по массе) $G_{ВЛ}/G_{ТЛЛ}=0,17$ кг/кг; температура воды, подаваемой в топку, $t_{ВЛ}=20^\circ\text{C}$.

Пересчет массовой концентрации оксидов азота на стандартные условия, г/м³ производился в соответствии с методикой ОАО «ВТИ» [2]:

$$\text{NO}_2^{\text{ст.у}} = \text{NO}_2^{\text{м}} \cdot \frac{V_{\Gamma}^{\text{R.g}}}{[V_{\text{сг}}^{\text{o}} + (1,4-1) \cdot V_e^{\text{o}}] \cdot (1+R)},$$

где $V_2^{\text{R.g}}$ - объем продуктов сгорания, образовавшихся при сжигании 1 кг жидкого (1 м³ газообразного) топлива при вводе в зону активного горения газов рециркуляции и влаги, м³/кг (м³/м³);

V_e^{o} - теоретическое количество воздуха при $\alpha = 1,0$, м³/кг (м³/м³);

$V_{\text{сг}}^{\text{o}}$ - объем продуктов сгорания, образовавшихся при $\alpha = 1,0$, м³/кг (м³/м³);

R - доля рециркуляции дымовых газов в зону активного горения (0-0,35).

Массовая концентрация оксидов азота (в пересчете на NO₂) во влажных продуктах сгорания при нормальных условиях определяется по формулам:

при сжигании газа:

$$\text{NO}_2^{\text{ст.у}} = 2,05 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\Gamma} [26,0 \cdot \exp(0,19 \frac{\bar{T}_{\text{заг}} - 1700}{100}) - 4,7] \cdot [\exp(q_{\text{заг}}^{\text{отр}}) - 1] \cdot [13,0 - 79,8 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,07)^4 + 18,1 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,07)^3 + 59,4 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,07)^2 + 9,6 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,07)] \bar{T}_{\text{заг}};$$

при сжигании мазута:

$$\text{NO}_2^{\text{ст.у}} = 2,05 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\Gamma} \{ [24,3 \exp(0,19 \frac{\bar{T}_{\text{заг}} - 1650}{100}) - 12,3] \cdot [\exp(q_{\text{заг}}^{\text{отр}}) - 1] \cdot [15,1 - 131,7 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,09)^4 + 72,3 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,09)^3 + 73,0 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,09)^2 + 2,8 \cdot (\alpha_{\text{заг}} - 1,09)] \bar{T}_{\text{заг}} + \Delta \text{NO}_2^{\text{тпл}} \};$$

где $\bar{T}_{\text{заг}}$ - среднеинтегральная температура продуктов сгорания в зоне активного горения, К;

$q_{\text{заг}}^{\text{отр}}$ - отраженный тепловой поток в зоне активного горения, МВт/м²;

$\alpha_{\text{заг}}$ - коэффициент избытка воздуха в зоне активного горения;

$\bar{T}_{\text{заг}}$ - время пребывания продуктов сгорания в зоне активного горения, °С;

K_{Γ} - коэффициент, учитывающий конструкцию горелочного устройства;

$\Delta \text{NO}_2^{\text{тпл}}$ - член, учитывающий количество топливных оксидов азота при превышении содержания азота в составе мазута 0,3 %, рассчитываемый как:

$$\Delta \text{NO}_2^{\text{тпл}} = \frac{650 \cdot (N^{\Gamma} - 0,3)}{V_{\Gamma}}$$

где V_{Γ} - объем продуктов сгорания в ЗАГ.

Результаты расчетов представлены в графической форме (см. рис. 1,2,3,4,5).

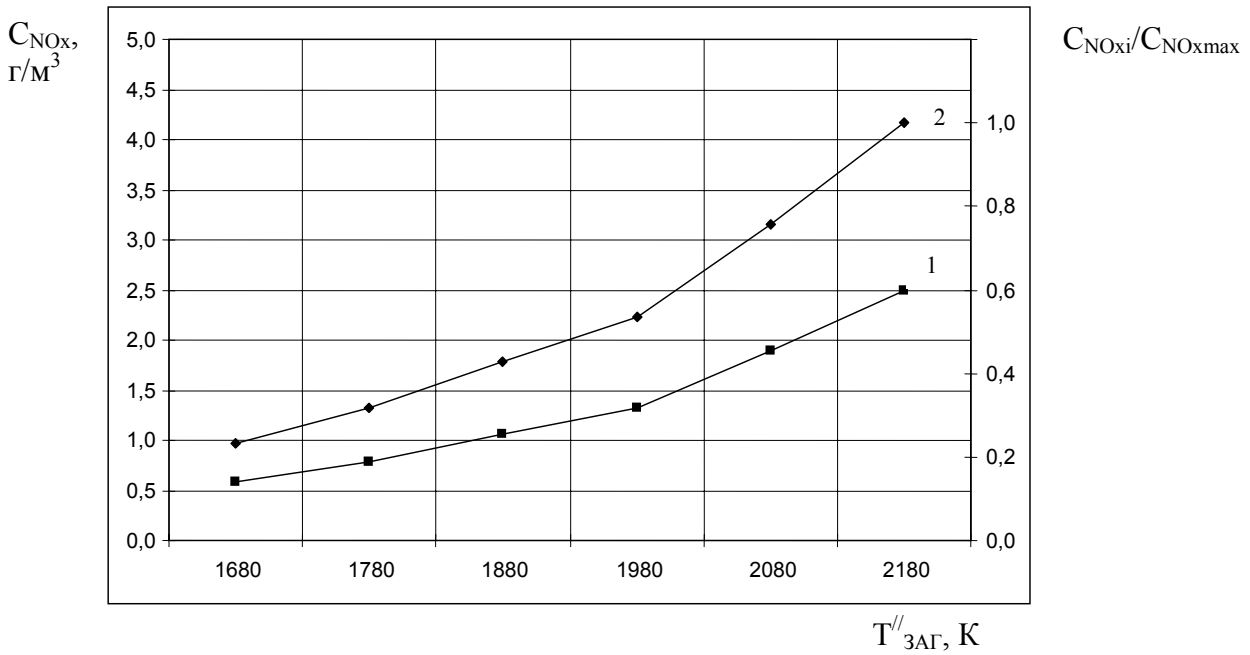
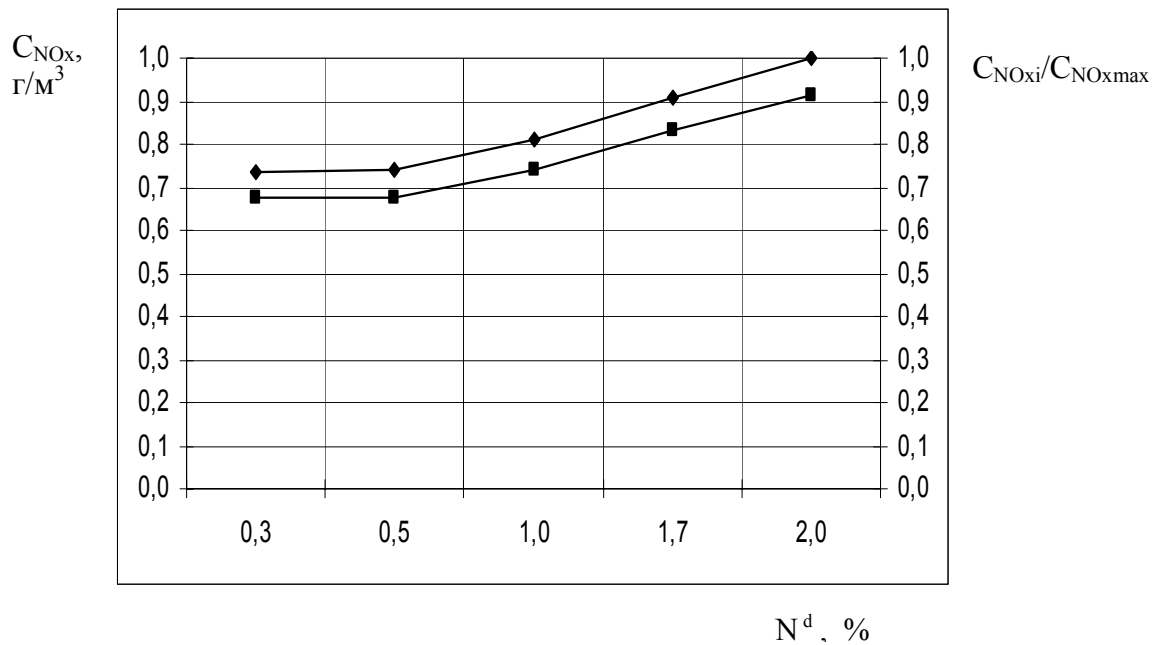
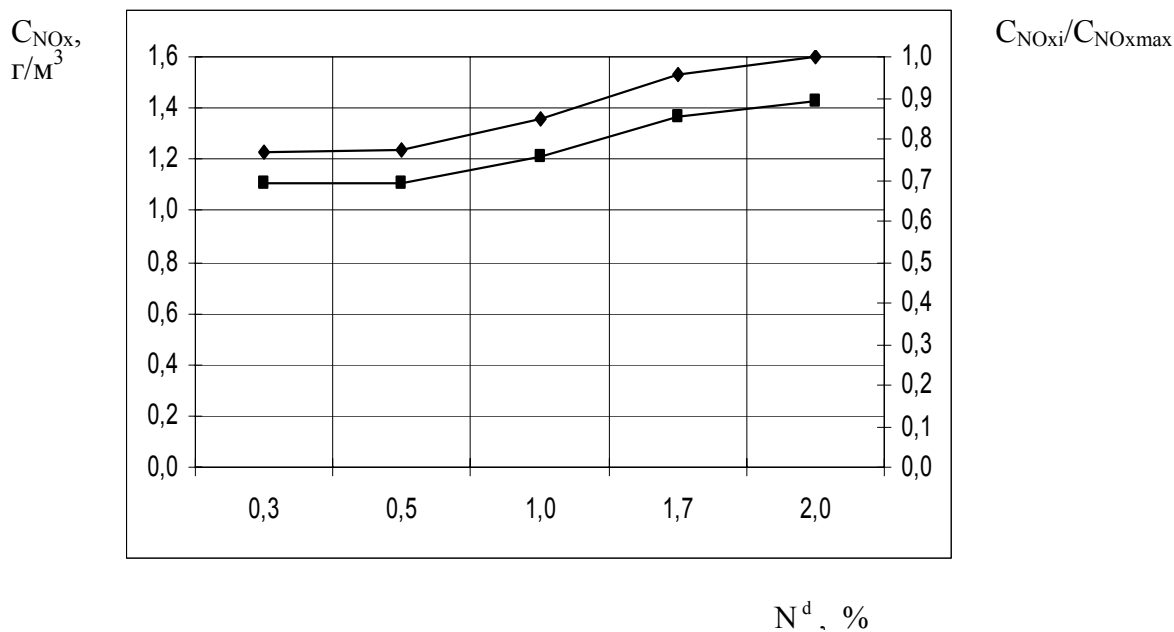


Рисунок 1 – Зависимость абсолютной и относительной концентраций NO_x в дымовых газах от температуры за зоной активного горения
1- абсолютная концентрация NO_x ; 2- относительная концентрация NO_x .

Выход оксидов азота при горении топлива увеличивается с ростом температуры подогрева воздуха, с повышением теплоты сгорания топлива и с повышением температуры рабочего пространства печи.



■- абсолютная концентрация; ◆- относительная концентрация
Рисунок 2 – Зависимость абсолютной и относительной концентрации NO_x в дымовых газах от содержания азота в топливе без учета «подсветки» угля мазутом



■- абсолютная концентрация; ◆- относительная концентрация
 Рисунок 3 – Зависимость абсолютной и относительной концентрации NO_x в дымовых газах от содержания азота в топливе с учетом «подсветки» угля мазутом

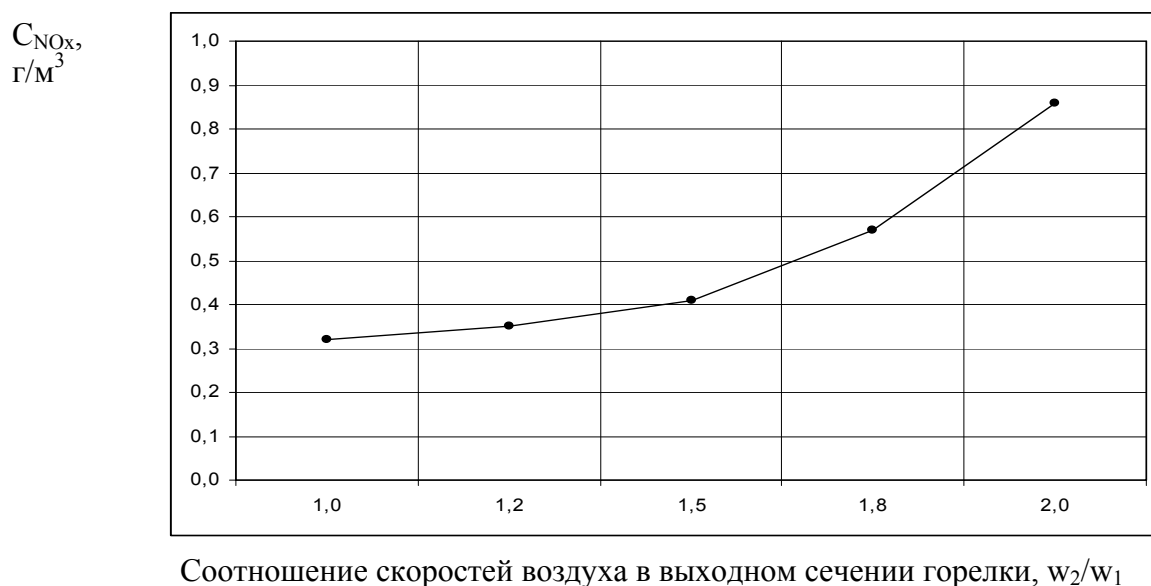


Рисунок 4 – Зависимость выхода оксидов азота от соотношения скоростей первичного w_1 и вторичного w_2 воздуха в выходном сечении горелки

Снижение выхода NO_x при уменьшении w_2/w_1 объясняется снижением уровня температур на первой стадии горения из-за неполноты сгорания топлива, вызванное замедлением процессов смесеобразования.

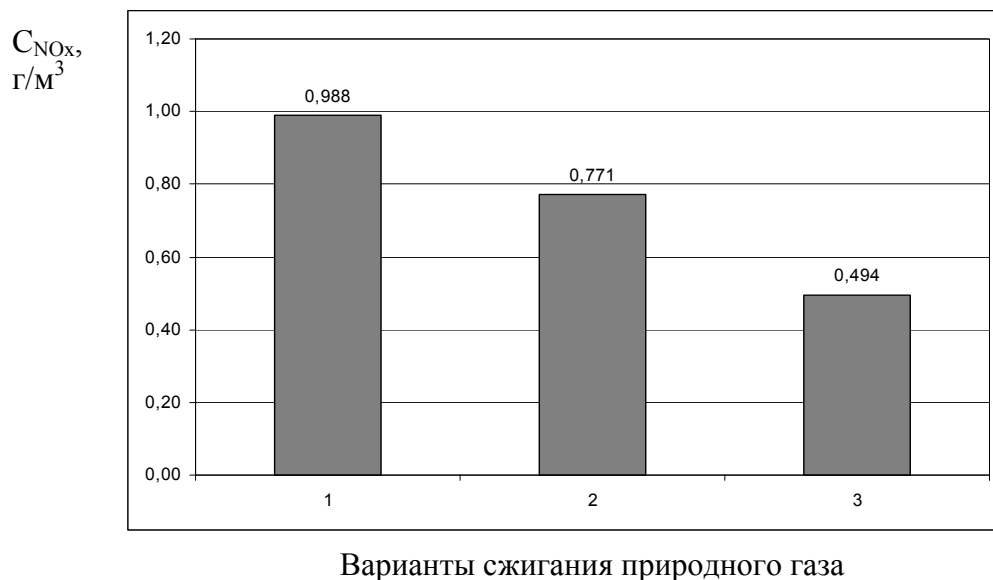


Рисунок 5 – Концентрация оксидов азота при сжигании природного газа для трех вариантов

Библиографический список

1. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива.- 2-е изд., перераб. и доп.- Л.:Недра, 1988.- 312 с.: ил.
2. Котлер В.Р., Енякин Ю.П. и др. методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами. Стандарт организации СО 153-34.02.304-2003, М.: ОАО «ВТИ», 2005.-19 с.

УДК 662.74:628.56

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ЦЕХА ХИМУЛАВЛИВАНИЯ КХП И ПУТИ ЕЕ УЛУЧШЕНИЯ

Лупенко В.Г., Медведская О.О.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Павлович Л.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Цехи улавливания химических продуктов коксования предназначены для отсоса прямого коксового газа из коксовых печей, улавливания химических продуктов коксования с целью выделения из газа аммиака, фенолов, легких пиридиновых оснований, бензольных углеводородов (сырого бензола), каменноугольной смолы, серной кислоты.

Коксовый газ в смеси с водяными парами и химическими продуктами коксования (смолой, аммиаком, бензольными углеводородами и другими компонентами) от коксовых батарей поступает в сепараторы и первичные

газовые холодильники цеха химулавливания, в которых из него конденсируются надсмольная вода и смола, направляемые затем для отстаивания в механизированные осветлители.

Охлажденный коксовый газ после трубчатых холодильников транспортируется нагнетателями машинного зала в сульфатное отделение, где из него улавливается аммиак путем орошения серной кислотой с получением конечного продукта – сульфата аммония.

Цех химулавливания с момента пуска состоял из пиридиновой установки и обесфеноливающего скруббера. В цехе химулавливания имелось около 100 воздушников. Суммарный выброс вредных веществ в атмосферу от этих воздушников составлял 635 т в год. Содержание вредных выбросов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание выбросов от технологических источников цеха химулавливания.

| Источник выбросов | Кол-во воздушников | Содержание вредных компонентов, т/год | | | | | | |
|---|--------------------|---------------------------------------|-------|------------------|--------|----------|-------|--------------------------------|
| | | NH ₃ | HCN | H ₂ S | бензол | нафталин | фенол | H ₂ SO ₄ |
| Мехосветлители | 7 | 146,1 | 95 | 1,1 | 0 | 7,9 | 0 | 0 |
| Конденсатор-отводчики | 41 | 134,6 | 14,9 | 44,89 | 11,63 | 0,261 | 0 | 0 |
| Сборники (надсмольной воды, конденсата газа и смолы) | 10 | 20,1 | 28,2 | 35 | 1,9 | 78,1 | 0 | 0 |
| Сборники (пиридиновая установка, бессатураторная установка, склада реак.) | 32 | 2,922 | 1,898 | 5,475 | 0,1 | 0 | 0,4 | 0,6 |
| Сборники сульфатной установки | 10 | 1,9 | 1,3 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итого: | 100 | 305,62 | 141,3 | 80,06 | 13,63 | 86,261 | 0,4 | 0,6 |

Исследования Медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий (г. Свердловск, 1991 г.) показали, что основным вредным профессиональным фактором в цехах химулавливания является наличие в воздухе производственных помещений токсичных газов и паров, таких, как бензол, толуол, ксилол, фенол, аммиак, пиридин, возгоны каменноугольных смол (ВС), бенз(а)пирен (БП), фенол, пары серной кислоты, а также цианистые соединения, концентрации которых на ряде рабочих мест значительно превышали допустимые величины (таблица 2).

Таблица 2 – Состояние воздушной среды на рабочих местах цеха химулавлиания №1 КХП ЗСМК

| Рабочее место, выполняемая операция | NH ₃ | бензол | толуол | ксилол | фенол | HCN | CO | H ₂ S | СВ | БП | H ₂ SO ₄ |
|--|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|--------------------------------|
| Машинный зал, раб. место машиниста, турбогазодувка, транспортировка коксового газа | 4,45 | 28,46 | 2,88 | следы | 0,34 | 0,37 | 3,10 | 1,29 | 2,2 | 0,98 | 0 |
| Сульфатное отделение, насосная БСУ, раб. Место аппаратчика | следы | 26,2 | следы | следы | 0,04 | 0,35 | следы | следы | 1,0 | 0,21 | следы |
| Сульфатное отделение, раб. Место машиниста центрифуг, выделение сульфата аммония | 15,78 | 27,3 | следы | следы | следы | 0,36 | следы | следы | 1,7 | 0,6 | 0.15 |
| Сульфатное отделение, пиридиновая установка, раб. место аппаратчика, выделение пиридиновых оснований | 10,3 | 22,0 | следы | следы | следы | 0,34 | следы | следы | 1,8 | 0,68 | следы |
| Обесфеноливающая установка, раб. место аппаратчика, выделение фенолов | следы | следы | следы | следы | 1,2 | следы | следы | следы | 1,1 | 0,3 | следы |
| Склад реактивов, раб. Место аппаратчика | следы | следы | следы | следы | 0,32 | следы | следы | следы | следы | следы | 0.12 |

Так, в цехехимулавливания особенно неблагоприятные условия труда обнаружили в сульфатном отделении и машинном зале, где содержание бензола в воздухе превышало ПДК по средним показателям в 4,4-5,7 раз, смолистых возгонов – в 5-11 раз, БП – до 6,5 раз, цианидов – в 1,1-1,2 раза.

Кроме того, в рабочую зону машиниста центрифуг и аппаратчика пиридиновой установки сульфатного отделения поступало значительное количество аммиака и пиридина. Концентрации последних с учетом суммации их действия на организм составили по максимальным величинам 2,6 ПДК. Повышенное содержание фенола (на уровне 4-6 ПДК) выявлено в воздухе рабочей зоны аппаратчика обесфеноливающей установки. ПДК по БП составляет 150 нг/м³, превышение ПДК по БП наблюдалось на всех рабочих местах, кроме склада реактивов, и составляло 1,4-6,5 ПДК.

Анализ БП, выполненный Западно-Сибирским испытательным

центром (г. Новокузнецк) на рабочих местах в 2004 году при эксплуатации 5 коксовых батарей, показал кратность превышения ПДК БП 1,18 раз - в цехе химулавливания на одном рабочем месте машиниста центрифуг в сульфатном отделении (помещение центрифуг). Содержание БП на рабочих местах цеха представлено в таблице 3. Проведена герметизация большей части оборудования – укрытие конвейера сульфата аммония, форонок пробоотборников, дверей и лючков центрифуг. Щит КИП выведен в отдельное помещение – защита временем, воздушники наружного оборудования собраны в коллекторную систему.

Таблица 3 – Результаты замеров бенз(а)пирена на рабочих местах цеха химулавливания ОАО «ЗСМК»

| Рабочее место | Место отбора | Выполняемые операции | Результат испытания, нг/м ³ 2004 г. | Кратность превышения ПДК, раз 2004 г. | Результат испытания, нг/м ³ 2007 г. |
|---------------------------------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| Аппаратчик отделения конденсации | Отделение конденсации смолы | Наблюдение за работой насосов, мехоосветителей | 41,0 | - | 22,17 |
| Машинист газодувных машин | Машинный зал | Контроль за работой нагнетателей коксового газа | 22,6 | - | 30,77 |
| Аппаратчик пиридиновой установки | Сульфатное отделение | Выделение технологического процесса получения пиридиновых оснований | 109,0 | - | нет* |
| Машинист центрифуг | Сульфатное отделение, помещение центрифуг | Ведение технологического процесса получения сульфата аммония | 177,5 | 1,18 | нет* |
| Аппаратчик получения сульфата аммония | Сульфатное отделение, БСУ | Контроль за работой технологического оборудования | 113,5 | - | 124,15 |
| Аппаратчик | Склад реактивов | Перекачка кислоты | 44,4 | - | 26,42 |

*) выведено из эксплуатации

С целью улучшения эффективности газоочистки выбросов введена в эксплуатацию «малая» коллекторная система сбора и очистки выбросов емкостного оборудования сульфатного отделения ОАО «ЗСМК». Для организации коллекторной системы воздушники 8 емкостей:

циркуляционных сборников первой и второй ступени, сборников смолоотделителей, сборников питающих растворов и конденсаторов парожекторных насосов, - трубопроводами присоединены к центральному коллектору. Воздушники отглушены от атмосферы, при отказе работы коллектора воздушники открываются в атмосферу. Центральный коллектор соединяется со скруббером Вентури, в который через форсунку подается техническая вода на орошение воздушных выбросов с целью абсорбции органических загрязнителей.

Воздушные выбросы после очистки в скруббере выбрасываются в атмосферу. Проведен анализ данных выбросов на содержание аммиака, цианистого водорода, фенола и нафталина.

Через год эксплуатации линия сбора и транспортировки выбросов конденсаторов парожекторных насосов (воздушников) была отглушена от центрального коллектора. Эксплуатация этой линии коллектора затруднялась высоким содержанием нафталина в выбросах, приводящим к забиванию трубопроводов и созданию взрывоопасных ситуаций; для нее был дополнительно установлен конденсатор, сконденсировавшиеся пары из которого стекают в кислый конденсат, а несконденсировавшиеся пары через воздушник выбрасываются в атмосферу на отметке 17 м.

В случае работы всей системы по проекту степень очистки составляла, %: цианистый водород – до 29, фенолы – до 82, по нафталину очистка отсутствовала. После отключения линии выбросов конденсаторов парожекторных насосов система стала более работоспособна, и все исследования проводились в этом варианте эксплуатации 8 источников. Вода в промывателе запитана на техническую воду на переток, установлен гидрозатвор, поддерживающий уровень воды в пределах 1,24-1,36 м. Количество загрязняющих веществ в выбросах зависело от разрежения в системе и чистоты абсорбирующего агента – воды. Минимальные концентрации загрязняющих веществ в выбросах наблюдались при разрежении 9-12 мм.вд.ст. Степень очистки выбросов зависела от уровня и периодичности смены воды в скруббере. Наибольшая степень очистки наблюдалась при работе системы с уровнем воды в скруббере 1,0-1,63 м и ежесменной замене скрубберной воды. Ежесменная смена воды в цикле скруббера позволила поддерживать уровень рН воды нейтральным, снизить содержание общего фенола и роданидов в 2-3 раза.

После проведенной реконструкции эффективность работы скруббера по анализируемым компонентам составляла, %: по аммиаку – 40,9, по цианистому водороду – 0-34,6, по фенолам – 0-93,5, по нафталину – 0-55,2. В отдельных случаях наблюдалось отсутствие очистки выбросов от фенолов и нафталина; очистка от аммиака наблюдалась постоянно и наиболее нестабильной была очистка от цианистого водорода.

С выводом из эксплуатации пиридиновой и обесфеноливающей установки, герметизацией оборудования, реконструкцией сульфатного отделения и снижением на 18 штук количества воздушников емкостного

оборудования, согласно замерам выбросов на рабочих местах в 2007 году, содержание БП не превышало ПДК. Данные представлены в таблице 3.

Таким образом, использование скруббера для очистки выбросов коллекторной системы малоэффективно, степень очистки порядка 30-40%. Уменьшение количества воздушников на 18 штук и вывод из эксплуатации пиридиновой и обесфеноливающей установок создало нормальные условия на рабочих местах по БП.

Необходимо организовать сбор выбросов в цехе химулавливания в коллекторную систему и подвергать выбросы более эффективной очистке. Для таких многокомпонентных выбросов наиболее рациональна каталитическая очистка, либо подача в газопровод прямого коксового газа через систему клапанов.

УДК 669.187.2

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕЗАМАСЛЕННОЙ ОКАЛИНЫ В БРИКЕТЫ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ

Волков Е.С.

Научный руководитель: д.т.н. Загайнов С.А.

Уральский государственный технический университет – УПИ

им. первого президента РФ Ельцина Б.Н.

г. Екатеринбург

По масштабам негативного воздействия на окружающую среду черная металлургия занимает 4-е место среди других отраслей промышленности. Большинство отходов, образующихся на предприятиях отрасли, относятся к повышенному классу опасности и отрицательно влияют на окружающую среду. Важно детальное изучение основ структурообразования отходов, создание на базе последних достижений науки и техники новых энергосберегающих технологий и конструкций с высокими теплотехническими характеристиками.

Так стальная окалина различного происхождения, содержащая значительное количество оксидов железа, отправляется в отвалы, хотя может быть возвращена в сталеплавильное производство.

Окалина – это продукт высокотемпературного окисления металла. Окалинообразование развивается интенсивно при температурах более 900⁰ – 1000⁰С. При прокатке оно приводит к потере металла до 3 – 4 %%. Результаты химического анализа показали, что самыми богатыми по железу материалами являются окалины (65-75% Fe_{общ}).

По опыту российских и зарубежных предприятий оптимальным местом утилизации отходов метзаводов является их собственное производство, т.к.:

1) по содержанию основных компонентов улавливаемые мелкие отходы (в основном пыли и шламы) близки к используемой в данном производстве шихте;

2) менее жесткие требования при использовании отходов в собственном производстве, чем в случае их отправки сторонним организациям;

3) наличие на метзаводах свободных мощностей и развитой инфраструктуры;

4) большие трудности (и даже невозможность) транспортировки мелкодисперсных и влажных отходов, шлама на далекие расстояния.

Одним из перспективных способов окускования мелких железосодержащих материалов является брикетирование под давлением, которое отличается от традиционных способов окускования экологической безопасностью.

По сути оксидожелезоуглеродосодержащие брикеты предназначены заменить чугун или лом в сталеплавильном производстве. Поэтому расширение применения брикетов, частично заменяющих шихтовые материалы для электропечей, весьма актуально.

Были проведены лабораторные испытания. Шихта брикетировалась на лабораторной установке, и полученные брикеты подвергались металлизации в силитовой печи, моделирующей промышленную вращающуюся вельц – печь. Результаты испытаний представлены в таблицах 1 и 2.

Испытания брикетов, состоящих из незамасленной окалина, для последующей их металлизации

Таблица 1

| № опыта | Состав шихты, % | | Влажность брикетов, масс. % | Прочности сырых брикетов | | | | Прочности сухих брикетов, кг/бр. | | | | Прочности брикетов после прокаливания (1300°C), кг/бр. | | Продувка CO ₂ , л/мин. | |
|---------|------------------|----|-----------------------------|--------------------------|--------------------|---|--------------------|----------------------------------|--------------------|---|--------------------|--|-------|-----------------------------------|------------|
| | | | | Сжатие по образующей | | Высота, с которой производили сбрасывание | | Сжатие по образующей | | Высота, с которой производили сбрасывание | | Рсж., после часов выдержки в печи | | Для 3 часов | Для 1 часа |
| | | | | Р _{сж.} кг/бр. | Н _{0,3 м} | Н _{1 м} | Н _{1,5 м} | Рсж. | Н _{0,3 м} | Н _{1 м} | Н _{1,5 м} | 3 часа | 1 час | | |
| 1 | Окалина | 78 | 4,0* | 2,6 | 8,6 | 2,6 | 2,0 | 300 | >50 | >50 | >30 | 320 | 272 | 1,5 | 1,5 |
| | Коксик | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| | КБТ | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| | H ₂ O | 6 | | | | | | | | | | | | | |

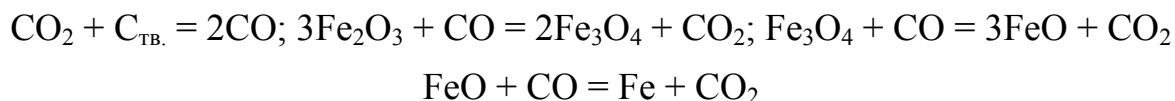
Таблица 2

| Время металлизации, ч. | Вес материала в кувете, гр. | | Избыточный коксик кл. - 5 мм, гр. | Навеска из брикетов для проведения химического анализа, гр. | | | Масса магнитной и немагнитной частей после восстановления, гр. | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------------|---|------|--------|--|----------------------|
| | Брикеты (65 мас. %) | Коксик (35 мас. %) | | Класс фракции | гр. | мас. % | M ^{бр.} _{Me} | M ^{немагн.} |
| 3,0 | 544,4 | 300,0 | 130,0 | + 0,315 | 56,9 | 66,3 | 412,2 | 245,0 |
| | | | | - 0,16 | 28,9 | 33,7 | | |
| 1,0 | 611,0 | 330,0 | 160,0 | + 0,315 | 68,2 | 61,1 | 403,6 | 385,0 |

Шихта весом 3 кг после усреднения в ней компонентов оказалась переувлажненной (воду впитывал только сухой лигносульфонат). Ни коксик (в виду плохой смачиваемости), ни тем более окалина воду не впитывали. Поэтому влажность шихты была доведена до 4,0 мас. % путем сушки на нагретой плите в течение 20 – 25 мин при постоянном перемешивании.

Навеска шихты для получения брикета диаметром 30 мм и высотой 28 мм составила 64 гр. Усилие прессования - 31,8 кН/бр. (450 кг/см²). Брикеты получались без поперечных и продольных трещин, хорошо выходили из пресс-формы, не прилипали к ее кромкам. Сырые брикеты испытаны на весах под грузом на прочность при сжатии, а также на прочность при сбрасывании с высот 0,3 м, 1,0 м, 1,5 м. Часть брикетов просушивалась в сушильном шкафу при температуре 105⁰С в течение 6 часов. После сушки они были испытаны на прочность при сжатии на разрывной машине и на прочность при сбрасывании с высот 0,3 м, 1,0 м, 1,5 м.

Оставшаяся партия брикетов в количестве 10 штук загружалась слоями в кувету (65,0 мас. %). Производилась присыпка коксика класса -5 мм (35,0 мас. %) + его дополнительная присыпка в верхнюю и нижнюю части куветы по 80 гр. соответственно (для предотвращения ее излишнего перегрева). Осуществлялся нагрев и дальнейшая выдержка брикетов (температура 1300⁰С) в течение 1 и 3 часов в силитовой печи. Восстановление окалины (FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄) проводили при помощи подачи в кувету с брикетами углекислоты (газа CO₂) через специальную трубку, вставленную в слой брикетов и коксика. Металлизация железа протекала по следующим реакциям:



После проведения процесса выдержки брикеты извлекались из печи и проходили стадию закалки в холодной воде. Затем содержимое промывали на сите 0,5 мм и в специальной посуде просушивали в сушильном шкафу. Магнитная и немагнитная части отделялись, взвешивались. Из металлизированных брикетов готовилась химическая проба (стадии дробления,

истирания, просеивания на ситах 0,315 мм и 0,16 мм. Фракции класса + 0,315 мм – это корольки железа, а фракция класса – 0,16 мм возможно оксиды железа с некоторым содержанием чистого железа). Проба отдана на химический анализ.

Предложенная технология позволяет: утилизировать накопленные отходы, т.е. дает возможность в течение 10-12 лет освободить шламохранилища; исключить поступление текущих отходов в отвал; обеспечить экономию основных материалов, а также значительно уменьшить негативное воздействие отходов на окружающую среду. Поэтому технология может применяться в промышленных условиях.

Библиографический список

1. Лисин В.С., Юсфин Ю.С. Ресурсо-экологические проблемы XXI века и металлургия. - М.: Высшая школа, 1998.
2. Носков В.А. Роль брикетирования в проблеме утилизации металлургических отходов //Теория и практика производства чугуна: Сб. тр. межд. науч.-техн. конф. - Кривой Рог., 24-27 мая 2004 г.. - С. 591-594.

УДК 658.567.1: 504.064

УСТАНОВКА СУШКИ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ

Зырянов И.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Драничников Н.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время в мире и в том числе и в России есть проблемы, связанные с экологией среды, окружающей человека. Загрязнение среды промышленными выбросами и отходами достигли угрожающих масштабов, которые не могут не тревожить человечество. К предприятиям, загрязняющим среду, относятся ГРЭС и ТЭЦ. В частности они, кроме выбросов дымовых газов в атмосферу, загрязняют окружающую среду отходами в виде золы. Вокруг давно действующих ГРЭС и ТЭЦ существуют гигантские территории, занятые старыми, заброшенными и новыми действующими золоотвалами. Эти золы разносятся ветрами, загрязняя поверхность земли и открытые водоемы и реки на большом расстоянии. Между тем зола является хорошим сырьем для производства строительных материалов, в частности для изготовления шлакоблоков. В состав зол ГРЭС и ТЭЦ входит такая ценная составляющая, как микросферы, которые представляют собой остеклованные шарики диаметром от 0,2 до 500 мкм. Они в основном состоят их оксидов кремния и алюминия. Эти микросферы являются хорошим алюмосиликатным сырьем для производства алюмосиликатных огнеупоров и цемента. Причем цемента

высококачественного – вплоть до марки «1400». Выяснилось также, что они могут быть использованы для производства лакокрасочных изделий и взрывчатых веществ.

К сожалению, сами ГРЭС и ТЭЦ в настоящее время не занимаются широко утилизацией своей золы. Хотя есть данные о том, что они могли бы производить собственные огнеупоры для ремонта своих котлов и на продажу. При этом экономия бюджета ГРЭС или ТЭЦ на закупке огнеупоров может достигать 20-30%. В России в настоящее время проблемой улучшения экологической ситуации путем переработки золы ГРЭС и ТЭЦ заинтересовались предприятия малого и среднего бизнеса.

Целью данной исследовательской работы являлась проработка информации по утилизации микросфер золы ГРЭС и ТЭЦ и проектная разработка новой установки для сушки алюмосиликатных зольных микросфер. В результате выполнения обзора литературы и патентной проработки была выявлена и проанализирована информация по методике сбора микросфер на золоотвалах ГРЭС и ТЭЦ и по подготовке собранных микросфер для коммерческой реализации как в зарубежной, так и в отечественной практике.

На основании полученной информации была выбрана методика, включающая гидросепарацию микросфер в золоотвальном водоеме, сбор алюмосиликатных микросфер с помощью плавучих понтонных насосов с предварительным обезвоживанием пульпы в пористых контейнерах, с дальнейшей сушкой микросфер в сушильном барабане, где в качестве греющего теплоносителя применяется горячее воздушное дутье. Лимитирующим звеном является период обезвоживания мокрых микросфер путем отстаивания в контейнерах со стенками из пористой ткани с отверстиями не более 10 мкм.

Размеры и, соответственно, производительность проектируемого комплекса сбора и сушки микросфер были выбраны такими, чтобы обеспечить хорошую мобильность такого комплекса с помощью автомобильных прицепов и платформ. При этом предусматривается независимость электрических установок комплекса от местных линий электропередач, которые в реальных условиях в местах, где необходимо собирать микросферы, отсутствуют. Для этого предложено при отсутствии линии электроснабжения использовать мобильную электростанцию необходимой и достаточной мощности, работающую на дизельном топливе. Имеется принципиальная возможность применения такого комплекса и в зимнее время с сооружением обогреваемого укрытия над площадью понтонного поддона, с соответствующей теплоизоляцией отводящего трубопровода пульпы из мокрых зольных микросфер и обеспечением обогрева во всей технологической цепи до сушильного барабана.

Был выполнен теплотехнический расчет сушильного барабана повышенной производительности. Разработана общая компоновка размещения установки с сушильным барабаном на автомобильной

платформе. Общая схема установки представлена на рисунке 1.

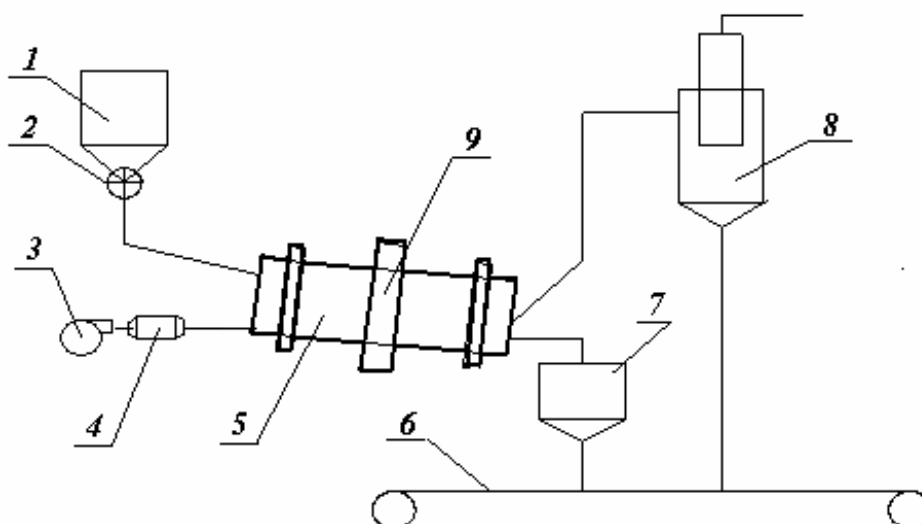


Рисунок 1 – Общая схема сушки алюмосиликатного сырья: 1 – бункер; 2 – питатель; 3 – вентилятор; 4 – электронагреватель с кварцевыми трубами; 5 – сушильный барабан; 6 – транспортер; 7 – бункер готового сырья; 8 – циклон; 9 – зубчатая передача привода вращения барабана

УДК 621.355.8

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ КАДМИЙСОДЕРЖАЩЕГО ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Барашев А.Р., Антонович Ю.Ф., Фролова Р.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Карелов С.В.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Настоящая работа посвящена разработке новой альтернативной технологии переработки вторичного техногенного сырья, в частности Fe-Cd источников питания, и связанных с этим исследований по подбору оптимальных параметров изучения физико-химических превращений.

В настоящее время наблюдается стремительный рост объёмов производства Fe-Cd источников питания, которые находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. В свою очередь, с ростом экономики, с каждым годом увеличиваются объёмы пылей и других техногенных промпродуктов цветной металлургии, содержащих кадмий. В связи с этим всё острее стоит проблема их комплексной переработки.

Рассматриваемая проблема актуальна для многих стран, в связи с широким использованием подобных батарей в электронике, электротехнике и транспорте. Общемировые объёмы образующегося скрапа оцениваются на уровне нескольких миллионов тонн.

Наибольшее распространение из пирометаллургических методов, основанных на отгонке газообразных соединений кадмия, получила вакуумная дистилляция. Кроме чрезвычайной экологической опасности данного производства, дистилляция характеризуется получением оксида кадмия низкого качества и вторичных отходов, использование которых в других отраслях проблематично.

Мировой опыт переработки кадмийсодержащих отходов показал перспективность гидрометаллургических методов, основанных, в большинстве своем, на использовании растворов серной кислоты, аммиака, солевых композиций.

Применение гидрометаллургических операций позволит решить как экологические проблемы по утилизации кадмийсодержащих отходов, так и обеспечить потребности машиностроения и металлургии в качественном оксиде кадмия.

Недостатками серноокислотного способа являются: низкая степень извлечения кадмия за счет потерь его с железосодержащим промпродуктом, технологические трудности очистки промышленных растворов. Применение аммиака ограничено его летучестью и проблематичностью регенерации.

На кафедре металлургии тяжелых цветных металлов УрФУ была проведена научно исследовательская работа, по результатам которой создана альтернативная технология переработки кадмийсодержащих отходов (Рис.1).

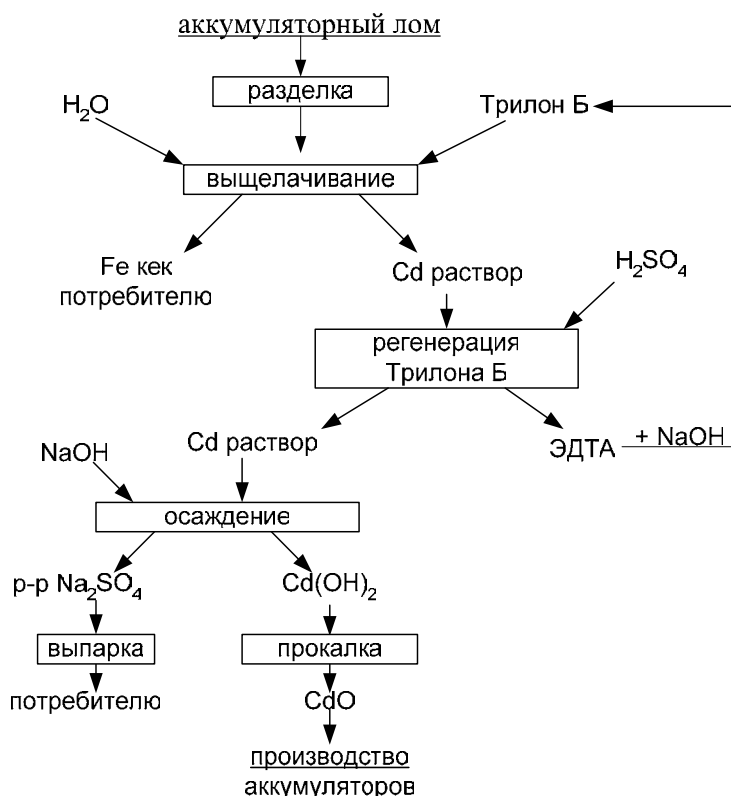


Рисунок 1 – Технологическая схема

Технология основана на использовании в качестве выщелачивающего (комплексообразующего) реагента этилендиаминтетраацетата натрия

(ЭДТА). Этот растворитель отличается высокой селективностью при выщелачивании кадмия из активных масс аккумуляторов, поскольку область комплексообразования с железом и кадмием находятся в разных значениях рН среды: кадмия - в щелочной, а железа - в кислой. Следовательно, при применении щелочного раствора этилендиаминтетраацетата обеспечивается избирательное растворение оксида кадмия, а оксиды железа и другие примеси практически в неизменном виде остаются в твердой фазе.

При проведении потенциометрических исследований выщелачивания CdO в 0,1 М растворе Трилона Б нами было установлено, что с понижением уровня рН трилонатного раствора, скорость образования комплекса увеличивается. Для кислой области (рН < 3) становится характерно химическое растворение оксида.

Опыты с выщелачиванием FeO, Fe_{мет} (наличие которых возможно в исходном сырье) показали, что этилендиаминтетраацетат с ионами Fe (II) и Fe (III) в диапазоне рН от 3,7 до 10, комплексов не образует. При выщелачивании Fe₂O₃ в 0,1 М растворе Трилона Б, при рН < 7 наблюдался очень слабый «захват» железа в комплекс.

Для определения влияния исходного рН раствора на скорость образования трилонатных комплексов проведены исследования с применением метода потенциометрического титрования 0,01 М раствора сульфата кадмия и 0,01 М раствора сульфата железа с переменным рН_{нач} 0,1 М раствором этилендиаминтетраацетата (рН= 5,36) (Рис. 2). Использовали титратор «Аквилон» с компьютерной системой управления, сбора и обработки данных.

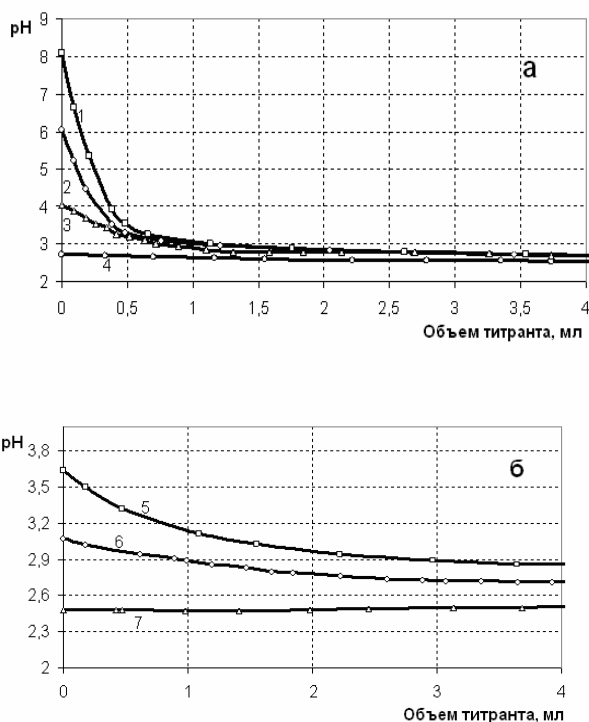


Рисунок 2 – Кривые потенциометрического титрования:
а - раствора CdSO₄; б - раствора FeSO₄

Образование трилонатных комплексов кадмия сопровождается повышением кислотности раствора вплоть до величин $pH < 3$, что связано с переходом в раствор ионов H^+ из карбоксильных групп этилендиаминтетраацетата. Существование двузамещенных комплексов кадмия наиболее вероятно в диапазоне pH 4–8 (кривые 1-3), что и проявляется в исследованной области. Ход кривой 4 ($pH < 3$) свидетельствует о низкой вероятности комплексообразования кадмия в этой области. При $pH > 5$ (кривые 1-2) происходит диссоциация иона водорода от бетаинового азота, что позволяет организовывать ковалентную координационную связь металл-лиганд. Расход титранта при комплексообразовании в этой области pH свидетельствует о соотношении в соединении металл : лиганд = 1:1.

Снижение pH раствора при титровании раствора сульфата железа (II) имеет менее выраженный характер, однако кривые титрования показывают возможность образования трилонатных комплексов в диапазоне pH 2,65-3,65 (до точки начала гидролитического осаждения основного сульфата и гидроксида железа) (кривые 5,6). При $pH < 2,6$ (кривая 7) не происходит изменения pH при увеличении концентрации лиганда, что свидетельствует об отсутствии комплексообразования между железом (II) и ЭДТА.

Для устранения влияния случайных факторов на скорость процесса нами была проведена серия опытов по выщелачиванию навески смеси реактивных оксидов кадмия и железа при их соотношении 1:4 в течение 10 мин в растворе, содержащем 100 г/дм^3 ЭДТА при фиксированных значениях pH в диапазоне от 4 до 11. Полученные данные (Рис. 3) свидетельствуют о том, что в области pH раствора выше 7,0 существование растворимых трилонатных комплексов железа невозможно, тогда как скорость выщелачивания кадмия значительно возрастает с увеличением $pH_{нач}$.

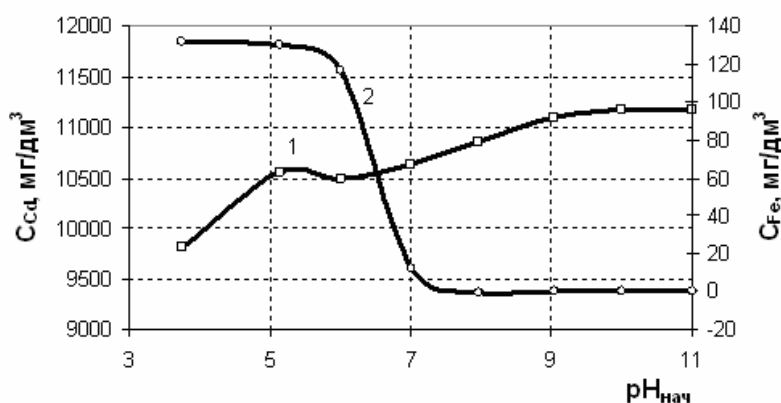


Рисунок 3 – Зависимость концентрации кадмия (1) и железа (2) в растворе от $pH_{нач}$ при выщелачивании смеси оксидов кадмия и железа

Изменение хода кривых « pH -концентрация» в интервале pH 5-6 показывает конкурентность ионов кадмия и железа при комплексообразовании: при $pH > 5$ наблюдается явное преобладание (в 10 раз) концентрации кадмия в растворе выщелачивания над концентрацией железа, которое в этой области существует только в форме

гидроксосоединений. Следовательно, проведение процесса в нейтральной и слабощелочной среде позволит селективно переводить кадмий в раствор, количественно оставляя железо в твердой фазе.

Лабораторные исследования выщелачивания активной массы щелочных аккумуляторов проводили в термостатированном (20-60°C) реакционном стакане с мешалкой. Использовали раствор 100 г/дм³ ЭДТА с начальным рН = 7; соотношение Ж:Т = 7:1, что обеспечивало стехиометрическое соотношение Cd:ЭДТА=1:1 и получение растворов с максимальной концентрацией кадмия.

Полученные результаты (Рис. 4) подтверждают предположения об особенностях комплексообразования в системе «железо-кадмий-ЭДТА». Присутствие железа в растворе заметно в первые 7-10 мин опыта, что определяется скоростью перехода кадмия в раствор и конкурентным комплексообразованием.

Повышение температуры от 20 до 60°C способствует увеличению скорости и полноты выщелачивания кадмия, а также максимальной скорости гидратообразования железа. Максимальное извлечение кадмия в раствор (99,2%) достигается при 60°C за 60 минут. При этом в растворе содержится около 30 г/дм³ кадмия и следы железа, что позволяет значительно упростить последующие операции очистки растворов и регенерации растворителя.

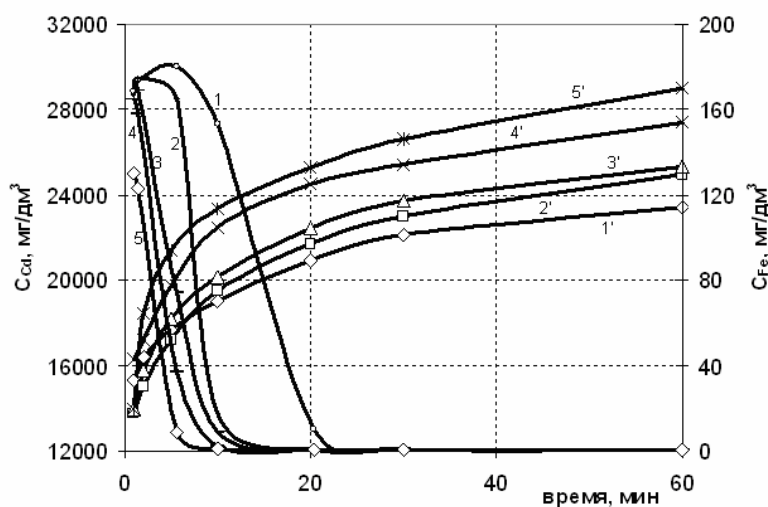


Рисунок 4 – Изменение концентрации кадмия (1'-5') и железа (1-5) при выщелачивании активной массы щелочных аккумуляторов. Температура, °C: 1,1' – 20; 2,2' – 30; 3,3' – 40; 4,4' – 50; 5,5' – 60

Таким образом, в процессе выщелачивания отработанных ламелей Fe-Cd аккумуляторов раствором Трилона Б достигается высокая степень извлечения кадмия в раствор, и получение качественного железосодержащего продукта.

Метод регенерации растворителя основан на том, что в кислой среде при рН раствора 1,0-1,6 этилендиаминтетраацетат приобретает молекулярную кислотную форму, практически нерастворимую в воде, что

позволяет полностью отделить его от кадмийсодержащего раствора.

При нейтрализации раствора сульфата кадмия до pH 9-10 происходит количественное осаждение кадмия в виде гидроксида, который после промывки и сушки прокаливают, получая оксид кадмия, соответствующий требованиям ГОСТ 11120-75, пригодный для изготовления щелочных аккумуляторных батарей.

Впервые были выявлены особенности комплексообразования в системе «железо-кадмий-ЭДТА». Получена зависимость скорости и полноты выщелачивания кадмия от температуры, времени и показателя pH среды. Подобрано оптимальное значение pH, при котором железо практически не переходит в раствор, а кадмий максимально полно извлекается.

Разработанная технология отличается высокой степенью извлечения кадмия в товарный продукт, экологической безопасностью, возможностью полной регенерации растворителя, отсутствием вредных стоков и вторичных отходов.

УДК 621.791.92

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ ЗАКАЛИВАЮЩИМИСЯ СТАЛЯМИ

Каутер А.П.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Малущин Н.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В вопросе снижения материалоемкости продукции важная роль принадлежит наплавке. Для износостойкой наплавки деталей металлургического оборудования широко используют в качестве наплавочных материалов теплостойкие хромовольфрамовые закаливающиеся стали.

Существующие способы наплавки закаливающих сталей недостаточно эффективны и трудоемки, так как для предотвращения образования холодных трещин обязательно применяется предварительный и сопутствующий высокотемпературный подогрев до температуры 350-700°C и замедленное охлаждение наплавленного изделия. Получение низкопрочных и достаточно пластичных продуктов распада аустенита позволяет избежать образования холодных трещин. Наплавленные детали после наплавки и отпуска имеют неравномерную твердость и низкую износостойкость. В итоге высокие эксплуатационные свойства наплавленного металла на основе закаливающих хромовольфрамовых сталей используются недостаточно полно.

Поэтому повышение эффективности применения в качестве наплавочных материалов хромовольфрамовых закаливающих сталей на основе устранения существующих недостатков технологии их наплавки

является одной из актуальных задач в области наплавки деталей металлургического оборудования.

Целью предлагаемой работы являлась обоснование выбора способа многослойной наплавки закаливающимися сталями, исключающего применение высокотемпературного подогрева и последующей закалки, обеспечивающего высокую стойкость наплавленного металла против образования холодных трещин и максимально приближающего свойства металла наплавки к закаленным сталям.

В последние годы повышенный интерес среди способов упрочнения вызывает плазменная наплавка, которая активно внедряется в различные отрасли промышленности и в настоящее время выходит на одно из ведущих мест. Многие ведущие отечественные и зарубежные фирмы активно занимаются разработкой плазменного наплавочного оборудования, технологических процессов наплавки различными материалами, поиском оптимальных вариантов применения плазменной наплавки в металлургии, машиностроении и других отраслях.

Резкое расширение объема и областей применения плазменной наплавки за последние годы обусловлено повышением качества упрочненных деталей и их высокой эксплуатационной стойкостью.

Повышение интереса в нашей стране и передовых развитых странах к плазменной наплавке как способу нанесения износостойких покрытий с целью упрочнения новых и восстановления изношенных деталей объясняется рядом преимуществ перед другими способами наплавки: такими как высокая производительность, широкая возможность легирования наплавленного металла, возможность применения различных наплавочных металлов, большой диапазон регулирования ввода теплоты в основной и наплавляемый металлы, пригодность плазменной наплавки к автоматизации с применением электронной системы регулирования плазменного процесса. Перечисленные положительные стороны способов плазменной наплавки не только существенно расширяют технологические возможности их применения, но и позволяют получать значительный экономический эффект за счет наплавки слоев с минимальной глубиной проплавления и сохранения первоначальных физико-механических свойств при меньшем количестве наплавленного металла.

Технологические особенности и область применения плазменной (сжатой) дуги во многом определяет распределение теплового потока в пятне нагрева. Количественные значения коэффициента сосредоточенности теплового потока сжатых дуг, используемых при наплавке, находятся в пределах $10000-60000 \text{ м}^2$.

Если вдали от источника тепла температурное поле в изделии не зависит от характера распределения теплового потока, то на расстояниях, соизмеримых с размерами пятна нагрева, распределение теплового потока существенно влияет на температурное поле, определяя геометрию наплавляемого валика, глубину проплавления основного металла, величину зоны структурных превращений. При наплавке в этой области развиваются

процессы, изменяющие свойства основного и направленного металла у зоны оплавления и в значительной степени влияющие на кристаллизацию наплавленного металла, диффузионные процессы, образование прослоек, рост зерна аустенита.

Большое влияние на технологические возможности процесса наплавки оказывает полярность сжатой дуги. Прямая полярность обуславливает низкую тепловую нагрузку на электрод плазмотрона, высокую пространственную устойчивость столба дуги, но при этом для получения хорошего смачивания поверхности изделия наплавленным металлом и отсутствия в нем дефектов необходима тщательная подготовка поверхности изделия под наплавку.

Использование сжатой дуги обратной полярности позволяет устранить трудоемкие, усложняющие технологический процесс наплавки операции по предварительной очистке поверхности изделия. Очистка наплавленной поверхности от загрязнений происходит в этом случае непосредственно в процессе наплавки за счет эффекта катодного распыления, и тем самым обеспечиваются необходимые условия смачиваемости поверхности изделия наплавленным металлом и бездефектное формирование наплавленного слоя. При наплавке на обратной полярности достигается и меньшее разбавление наплавленного металла основным,

Особенностью сжатой дуги, как источника тепла, является то, что ее тепловые и газодинамические характеристики могут легко регулироваться в широких пределах. Это обеспечивает решение многих технологических задач по восстановлению и упрочнению деталей машин и инструмента, приданию им особых эксплуатационных свойств. На основе использования в качестве источника тепла сжатой дуги и наплавочных материалов в виде проволок и порошков разработано много способов плазменной наплавки, которые обладают большими возможностями регулирования теплового воздействия на изделие и наплавленный металл и достаточно высокой производительностью.

Плазменная наплавка проволокой осуществляется по самым разнообразным схемам, которые различаются количеством проволок, наличием или отсутствием их подогрева, электрической взаимосвязью между дугой, проволокой и изделием. При этом различна степень их сложности и надежности в работе. Наиболее прост и легко осуществим способ наплавки сжатой дугой прямого действия, горящей между электродом и наплаваемой поверхностью, с подачей в сварочную ванну нетоковедущей присадочной проволоки. Этот способ характеризуется несколько повышенной глубиной проплавления основного металла и рекомендуется для наплавки в случаях, когда наплаваемый металл мало отличается по химическому составу от основного и когда повышенная глубина проплавления не сказывается негативно на работоспособности наплавленной детали. Глубина проплавления может быть уменьшена при использовании дуги обратной полярности и специальных технологических приемов наплавки.

Качество наплавленного слоя и свойства наплавленного металла зависят от параметров режима и условий наплавки: чистоты наплавляемой поверхности, вида плазмообразующего и защитного газов, химического состава присадочного металла, рода тока, полярности и т.д.

Обеспечение качественного формирования поверхности наплавленного слоя особенно важно при наплавке тонких слоев, при наплавке материалов с высокой твердостью, обработка которых обычным металлорежущим инструментом затруднена, либо невозможна, при наплавке деталей, которые при хорошем формировании поверхности наплавленного слоя могут ставиться в работу без механической обработки.

Тепловое состояние изделия и термические циклы, испытываемые наплавляемым металлом, определяются эффективной тепловой мощностью сжатой дуги и распределением теплового потока в пятне нагрева, конфигурацией и массой изделия, температурой предварительного и сопутствующего подогрева, условиями естественной теплоотдачи либо принудительного охлаждения, скоростью наплавки и др. Обеспечение определенного теплового состояния изделия и термических циклов наплавленного металла необходимо для получения наплавленного металла с заданными структурой и эксплуатационными свойствами, исключения образования трещин.

Наиболее эффективно, на наш взгляд, для решения ряда технологических задач при наплавке тел вращения (роликов, валков, валов) применение процесса плазменной наплавки в защитно-легирующей среде азота с нетоковедущей присадочной порошковой проволокой.

Использование азота в качестве защитного газа по сравнению с аргоном позволяет не только снизить затраты на наплавку, но и эффективно легировать наплавленный металл азотом из газовой фазы непосредственно в процессе наплавки, что существенно повышает его твердость и износостойкость. Предотвращение образования пор в наплавленном металле достигается введением в порошковую проволоку элементов, имеющих большее сродство к азоту и связывающих его в стойкие нитриды.

Для плазменной наплавки в защитно-легирующей среде азота в Сибирском государственном индустриальном университете на кафедре МиТСП разработаны порошковые проволоки, обеспечивающие широкую гамму химических составов и эксплуатационных свойств наплавленного металла. При наплавке сжатой дугой в азотсодержащих газовых средах наблюдается интенсивное кипение сварочной ванны, т.к. взаимодействие жидкого металла сварочной ванны с газовой фазой в процессе наплавки приводит к насыщенности металла азотом. При кристаллизации металла растворимость азота в нем резко уменьшается, избыточный азот выделяется и из-за быстротечности процесса наплавки способствует образованию пористости. Для устранения пористости в состав сердечника порошковой проволоки вводят алюминий, связывающий избыточный азот в нерастворимые в жидком металле соединения. Такие соединения частично всплывают на поверхность сварочной ванны, а также остаются в

наплавленном металле и могут выступать в роли дополнительной упрочняющей фазы.

Для уменьшения склонности к порообразованию, вызванному водородом, в состав сердечника порошковой проволоки дополнительно вводят кремнефтористый или алюмофтористый натрий (Na_2SiF_6 , Na_3AlF_6), связывающие водород в соединение [HF].

Разработанные порошковые проволоки обеспечивают получение наплавленного металла типа теплостойких сталей высокой твердости таких как, P18, P6M5, P2M9 и т.п. Такие порошковые проволоки предназначены для плазменной наплавки в защитно-легирующей среде азота с целью восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся деталей оборудования и металлообрабатывающего инструмента, когда требуется особенно высокая твердость и износостойкость рабочих поверхностей. Твердость направленного металла HRC 52 -60, твердость наплавленного металла после термической обработки (отпуска) -HRC 62 - 66.

Возможность использования в качестве защитного газа азота взамен аргона позволяет снизить материальные затраты, повысить производительность наплавки, дополнительно упрочнить наплавленный металл за счет легирования его азотом из газовой фазы непосредственно в процессе наплавки.

Для предотвращения образования холодных трещин при наплавке теплостойких сталей предложено использовать эффект кинетической пластичности («сверхпластичности») в момент протекания мартенситного или бейнитного превращений. Наплавка производится по определенному термическому циклу, который может быть реализован применением высококонцентрированных источников нагрева (например, сжатой дугой) и сопутствующего охлаждения. Для получения наплавленного металла с низкой склонностью к образованию трещин регулируется уровень временных напряжений в процессе наплавки путем временного снижения температуры подогрева $T_{под}$ ниже температуры начала мартенситного превращения M_H . При этом временные напряжения снижаются за счет частичной релаксации в момент протекания мартенситного превращения. Это позволяет получить наплавленный металл в закаленном состоянии с низким уровнем остаточных напряжений. При этом упрощается процесс наплавки по сравнению с традиционной технологией, повышается производительность наплавки, максимально используются свойства наплавленного высоколегированного слоя.

Большие технологические возможности, присущие способам плазменной наплавки, позволяют с успехом использовать их для решения самых разнообразных технологических задач при обеспечении высокого качества наплавленных деталей.

Таким образом, на основе требований к термическому циклу наплавки и чистоте наплавленного слоя в качестве способа наплавки закаливающимися сталями предлагается использовать плазменную наплавку в защитно-легирующей среде азота с нетоковедущей присадочной

порошковой проволокой.

УДК 621.784.063

ИЗУЧЕНИЕ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАКАЛОЧНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИМЕРА «ТЕРМОВИТ-М»

**Серкова И.В., Шайдурова Е.Ю., Тертых А.А.
Научный руководитель: Шорохова О.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При заклке легированных сталей и различных сплавов до недавнего времени традиционно использовали минеральные масла. В последнее время активно разрабатываются новые охлаждающие среды и устройства, методы оценки охлаждающей способности и сравнения с традиционными средами с целью их замены [1, 2]. Не последнюю роль здесь сыграли как экономические, так и экологические аспекты нежелательного дальнейшего использования горючих сред – минеральных масел. В связи с этим всё большее число промышленных предприятий заменяют масло на синтетические закалочные среды, представляющие собой растворы полимерных соединений и органических веществ. Закалочная полимерная среда, используемая вместо индустриального масла, должна обладать следующими преимуществами:

- не ухудшать экологическую обстановку предприятий;
- обеспечивать такой же, как минеральные масла, комплекс свойств закаливаемого металла;
- быть дешевле;
- превышать время эксплуатации.

Целью настоящей работы явилось изучение охлаждающей способности закалочных растворов с различной концентрацией полимера «Термовит-М» производства ЗАО НПО «Промэкология» г. Омск, изготовленного по ТУ 2219-040-23763375-2006.

По сравнению с минеральными маслами, среда «Термовит-М» обладает следующими преимуществами:

- термостабильна и коррозионно-неагрессивная;
- нетоксичная, негорючая;
- не требует периодически полной замены и утилизации;
- устойчива к перепадам температур;
- не требуется промывки закалённых деталей;
- фактическая прокаливаемость закалённых деталей возрастает на 15 %;
- прочность изделий выше на 10 %;
- расход среды «Термовит-М» на 1 тонну закалённых деталей – 2,5

кг, а минеральных масел – до 25 кг на 1 тонну;

– низкая стоимость [3].

От ближайших аналогов «Термовит-М» отличается долговременной стабильностью, более высокой воспроизводимостью показателя твёрдости изделий. Закалочный раствор, приготовленный на основе концентрата, при соответствующем контроле и корректировке способен работать без замены не менее года, «пропуская» при этом количество закаливаемых изделий по массе в соотношении к массе закалочного состава как 70:1 [4].

В данной работе охлаждающую способность водополимерной среды изучали при помощи прибора «Компатон», который представляет собой термометр цифровой и датчик температуры шаровидной формы, имеющий в своём геометрическом центре термопару. Датчик нагревается до температуры нагрева под закалку данной стали, затем переносится в закалочную среду. При этом производится запись измерений значений температуры с заданным интервалом времени. Для сравнительных испытаний использовались 2, 5 и 8 %-ные растворы закалочных сред, нагретых до температур 20, 30, 40, 50 и 60 °С. В результате были получены кривые охлаждения с заданными концентрациями водополимерной закалочной среды «Термовит-М» в сравнении с индустриальным маслом И-20А (рисунки 1 - 5).

Анализируя кривые охлаждения индустриального масла и водополимерных растворов при температуре 20 °С, установлено, что наиболее приближен к охлаждающей способности масла 8 % раствор «Термовит-М». Низким значением охлаждающей способности, относительно масла, в данном случае обладает 5 % раствор полимера (рисунок 1). В остальных же случаях (при температурах закалочной среды 30, 40, 50 и 60 °С), наоборот, 8 % раствор обладает низким значением охлаждающей способности относительно масла (рисунки 2 - 5).

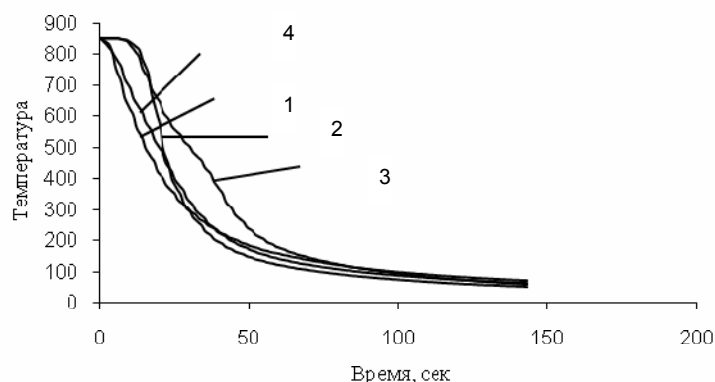


Рисунок 1 – Охлаждающая способность закалочных сред при 20 °С:

1 – масло; 2 – 2 % раствор; 3 – 5 % раствор; 4 – 8 % раствор

Особое внимание из полученных результатов заслуживает закалка в 5 % водополимерном растворе в интервале температур 30 – 60 °С, так как его охлаждающая способность в этих случаях наиболее приближена к охлаждающей способности масла (рисунки 2 - 5).

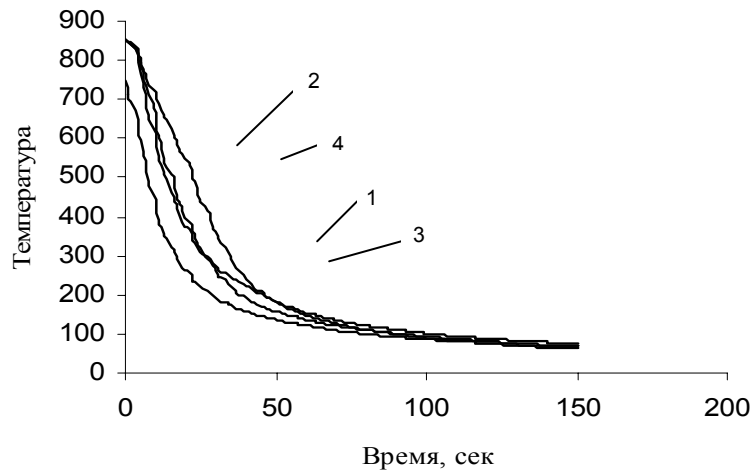


Рисунок 2 – Охлаждающая способность закалочных сред при 30 °С:
1 – масло; 2 – 2 % раствор; 3 – 5 % раствор; 4 – 8 % раствор

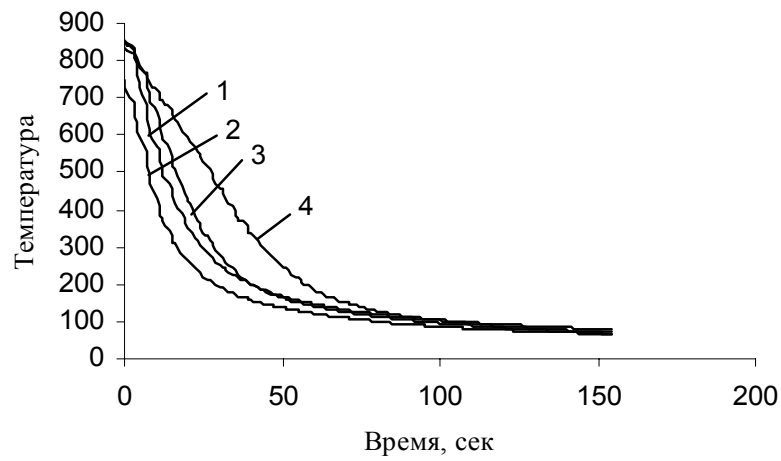


Рисунок 3 – Охлаждающая способность закалочных сред при 40 °С:
1 – масло; 2 – 2 % раствор; 3 – 5 % раствор; 4 – 8 % раствор

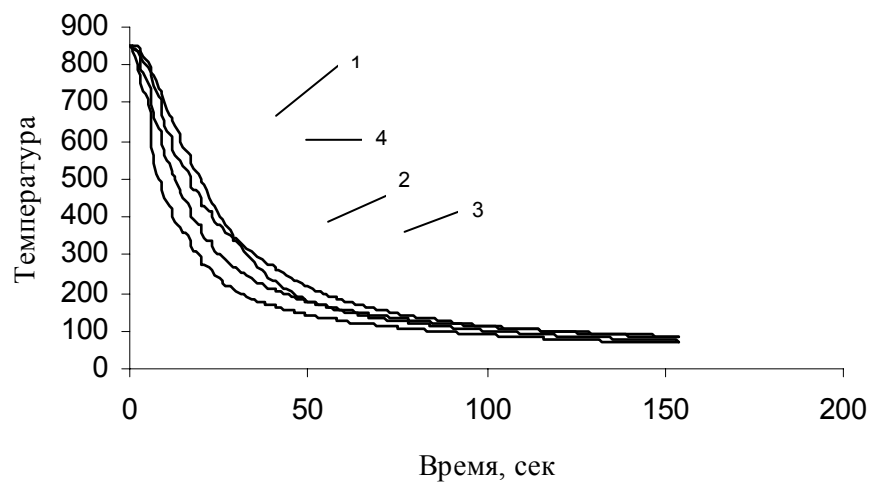


Рисунок 4 – Охлаждающая способность закалочных сред при 50 °С:
1 – масло; 2 – 2 % раствор; 3 – 5 % раствор; 4 – 8 % раствор

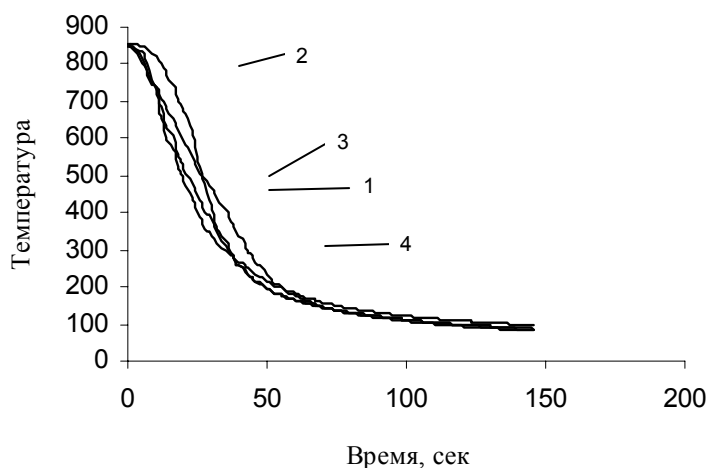


Рисунок 5 – Охлаждающая способность закалочных сред при 60 °С:
 1 – масло; 2 – 2 % раствор; 3 – 5 % раствор; 4 – 8 % раствор

Известно, что наилучшей закалывающей способностью обладает масло, нагретое до температуры 40 – 60 °С [5]. Согласно проведённым исследованиям охлаждающих способностей 2, 5 и 8 % растворов закалочных сред на основе полимера «Термовит-М», можно сделать вывод, что в качестве закалочной среды, альтернативной маслу, целесообразно использовать 5 % раствор «Термовит-М» с рабочей температурой 30 – 60 °С. Дальнейшее увеличение температуры среды ведёт к уменьшению охлаждающей способности при закалке, что отрицательно сказывается на структуре и свойствах сталей.

Библиографический список

1. Люты В. Закалочные среды: / В. Люты – Справочник. Челябинск: Металлургия, 1990. – 328 с.
2. Эйсмонтт Ю.Г. Исследование охлаждающих сред, альтернативных закалочным маслам / Ю.Г. Эйсмонтт // МиТОМ. – 2000. - № 11. – С.32 – 36.
3. Астащенко В.И. Особенности охлаждающей способности водных растворов полимеров / В.И. Астащенко // Социально-экономические и технические системы. – 2007. - № 1. – С. 73 – 78.
4. Домнина Н.В., Помельникова А.С. Современные закалочные среды для термической обработки различных сталей / Н.В. Домнина, А.С. Помельникова // Изв. Вузов. Чёрная металлургия. – 2003. - № 10. – С. 23 – 26.
5. Осколкова Т.Н. Использование водополимерной охлаждающей среды при закалке твёрдого сплава ВК10КС / Т. Н. Осколкова // Изв.вузов. Чёрная металлургия. – 2006. - № 4. – С. 40 – 42.

III. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 669.046:669.715

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ДОЭВТЕКТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ С КРЕМНИЕМ

Анников Е.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Особое место среди алюминиевых сплавов занимают сплавы системы алюминий-кремний. Одним из достоинств этих сплавов является низкое значение коэффициента линейного расширения (КЛР). Пригодность сплавов алюминия с кремнием определяется прежде всего их легкостью, литейными свойствами и низкой себестоимостью [1]. Применяют их для ответственных отливок, сложных и крупногабаритных деталей, работающих при больших нагрузках (картер двигателя внутреннего сгорания), для литья мало и средненагруженных деталей приборов, агрегатов и двигателей, а также для бытовых изделий [2].

Важной задачей для современного материаловедения является разработка сплавов, обладающих хорошим сочетанием физико-механических свойств. Известно, что такие технологические факторы, как пластическая деформация, обработка расплава, легирование и термическая обработка существенно влияют на структуру сплавов и их физико-механические свойства.

Поэтому целью настоящей работы является исследование влияния технологических факторов на коэффициент линейного расширения доэвтектического сплава на основе Al – 11 % Si.

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить влияние легирования и последующей деформации на коэффициент линейного расширения сплава Al – 11 % Si.
2. Изучить влияние пластической деформации и последующего наводороживания на коэффициент линейного расширения силуминов.
3. Изучить влияние условий деформации на линейное расширение силуминов.

На рисунке 1 показано влияние добавок свинца, сурьмы и условий деформации на линейное расширение сплава Al – 11 % Si. Из полученных результатов видно, что легирование свинцом и холодный прокат дают незначительное снижение КЛР во всем исследуемом температурном интервале (50 – 450 °С). Коэффициент линейного расширения при

легировании свинцом совместно с сурьмой резко снижается в интервале температур 150 – 350 °С до $4,6 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹. Следовательно, можно с помощью малых добавок свинца и сурьмы, введенных совместно, получить низкое значение КЛР. Холодный прокат сплава Al – 11 % Si без легирующих элементов снижает коэффициент линейного расширения во всем температурном интервале, минимальное значение $4,4 - 4,5 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ при температуре испытания 350 - 400°С.

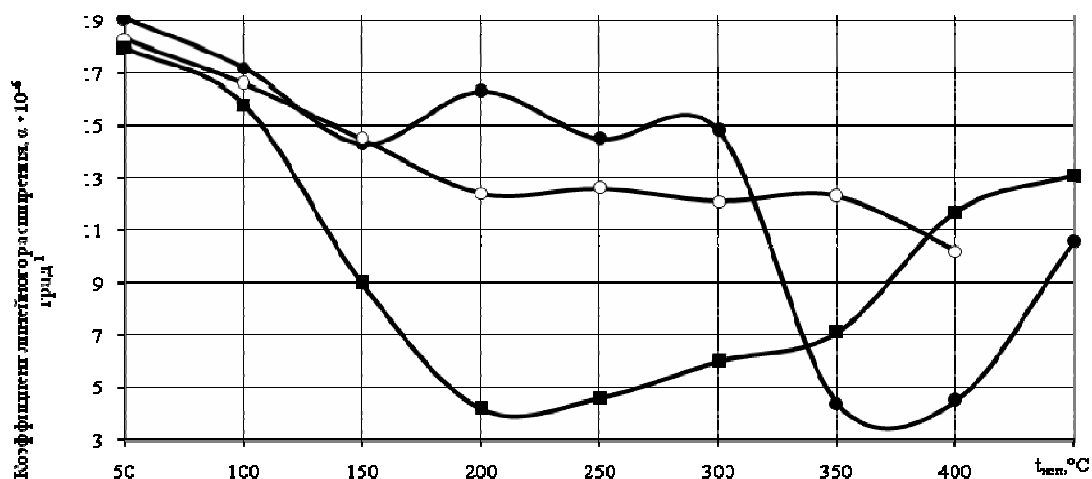


Рисунок 1 – Влияние легирования и пластической деформации на линейное расширение сплава А7 - 11 % Si: -●- - холодный прокат; -○- - 0,3 % Pb, холодный прокат; -■- - 0,5 % Pb + 1 % Sb, холодный прокат

Из рисунка 2 а видно, чтоковка вручную дает резкое снижение коэффициента линейного расширения, максимальное снижение наблюдается в интервале температур 150 – 200 °С ($6,7-7,6 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹) и 400 – 450 °С ($3,3 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹).

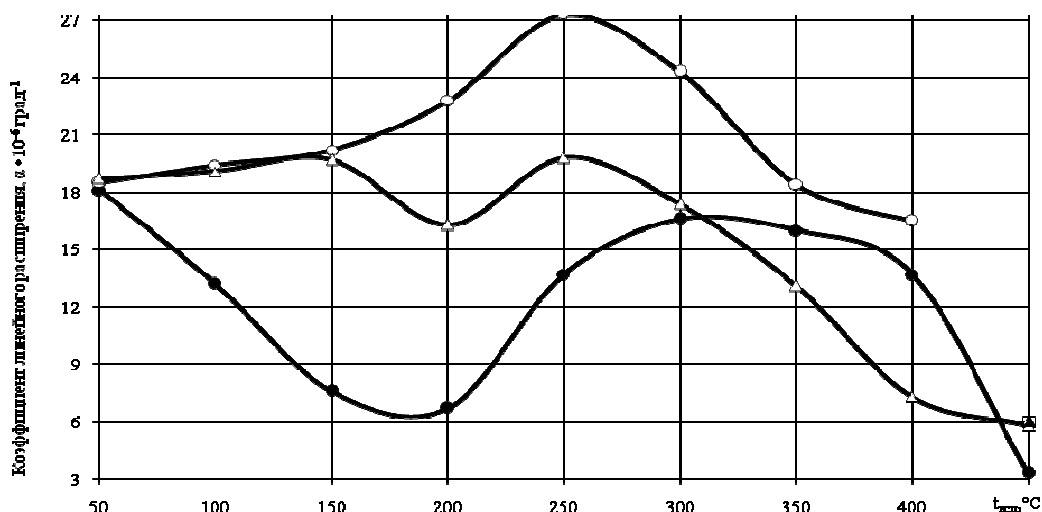


Рисунок 2а – Влияние наводороживания и пластической деформации на линейное расширение сплава Al – 11 % Si: -●- - ковка вручную с охлаждением; -Δ- - холодный прокат с обжатием 50%; -○- - наводороживание, ковка молотом

Холодная ковка предварительно наводороженного сплава дает высокие значения коэффициента до 300 °С, затем наблюдается снижение КЛР ($5,9 - 6,5 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹). При холодном прокате с обжатием 50% снижение коэффициента происходит в интервале температур 350 – 450°С. Наводороживание и ковка молотом приводят к повышению значения коэффициента линейного расширения. Холодная ковка наводороженного образца (рисунок 2 б) приводят к повышению коэффициента линейного расширения в интервале температур 50 - 450, минимальное значение КЛР - $6,0 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ (в интервале температур 300 – 450 °С).

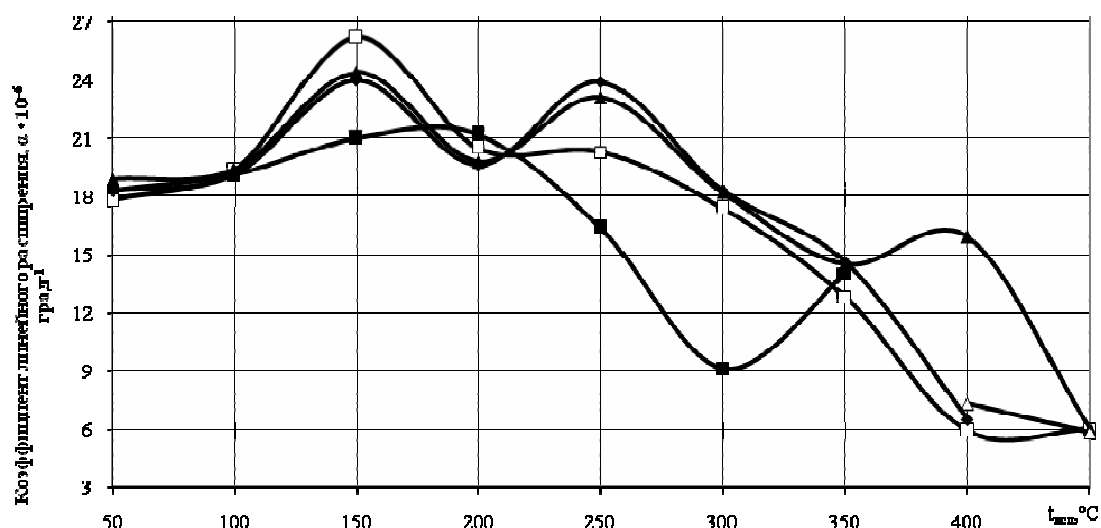


Рисунок 2б – Влияние наводороживания и холоднойковки на линейное расширение сплава Al – 11 % Si: -□- - образец 1; -■- - образец 2; -◆- - образец 3; -▲- - образец 4

На рисунках 3 и 4 показано влияние условий деформации на линейное расширение сплава Al – 11 % Si.

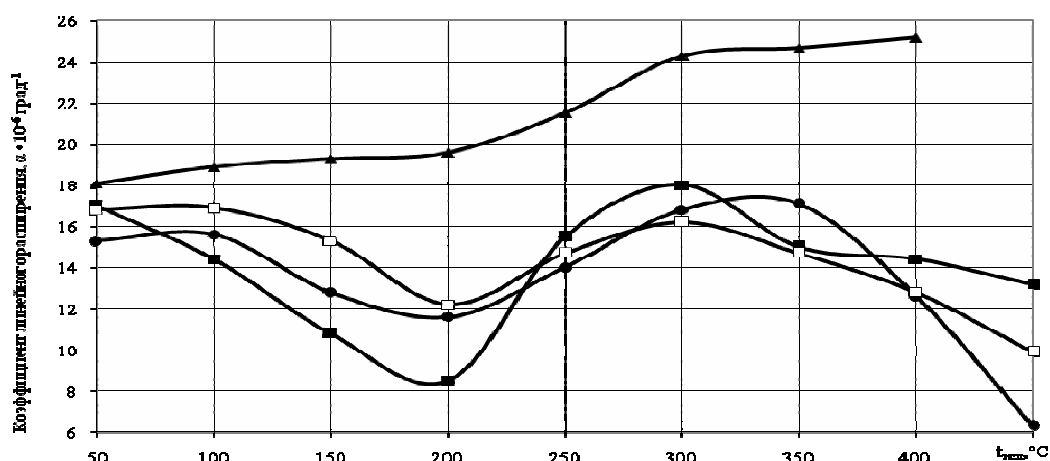


Рисунок 3 – Влияние условий деформации на линейное расширение сплава Al – 11 % Si: -●- - ковка, холодный прокат; -■- - ковка, холодный прокат 7x7, ковка; -□- - ковка, холодный прокат 4x4; -▲- - горячая ковка молотом

Установлено, что увеличение степени пластической деформации способствует снижению коэффициента линейного расширения во всем температурном интервале (50 - 450°C). На рисунке 3 при деформации (ковка, холодный прокат 7x7, ковка) коэффициент линейного расширения уменьшается до $8,5 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ при температуре испытания 200 °С, затем происходит увеличение значения КЛР. Горячая ковка молотом дает повышение коэффициента линейного расширения во всем интервале температур (максимальное значение $25,2 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹).

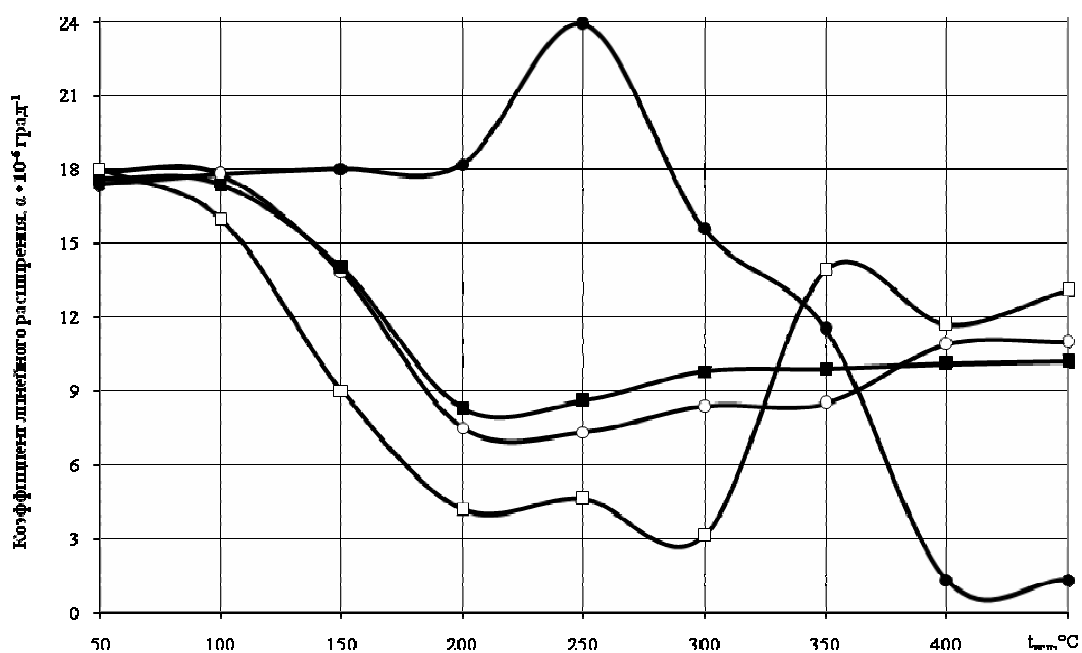


Рисунок 4 – Влияние условий деформации на линейное расширение сплава А7 - 11 % Si - 0,5 % Pb – 1 % Sb: -●- - горячий прокат, -○- - холодный прокат, -□- - холодный прокат; -■- - холодный прокат

Из рисунка 4 видно, что прокат сплава А7 – 11 % Si - 0,5 % Pb – 1 %Sb во всем интервале температур снижает коэффициент линейного расширения, это особенно заметно в интервале температур 150 – 350 °С. При горячем прокате этого сплава коэффициент увеличивается в интервале температур 200 – 300 °С, затем наблюдается резкий спад до $1,3 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ при температуре испытания 400 °С.

Анализируя полученные результаты можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что легирование 0,5 % Рb + 1 % Sb с последующим холодным прокатом существенно снижает коэффициент линейного расширения в интервале температур испытания 150 – 350 °С (минимальное значение $4,6 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ при 350 - 400 °С).

2. Установлено, что холодная ковка наводороженного образца значительно снижает коэффициент линейного расширения в интервале температур 150 - 200 °С ($6,7-7,6 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹) и 400 – 450 °С ($3,3 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹).

3. Установлено, что ковка + холодный прокат + ковка образца

снижает коэффициент в интервале температур 150 – 200 °С ($8,5 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ при температуре испытания 200 °С)

4. Установлено, что холодный прокат сплава Al - 11%Si - 0,5%Pb - 1%Sb снижает коэффициент линейного расширения в интервале температур 150 – 350 °С, а горячий прокат в интервале 350 – 450 °С.

Библиографический список

1. Афанасьев В.К. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием [Текст] / В.К.Афанасьев, М.В.Попова, В.В.Герцен, М.К. Сарлин– Абакан: Хакасское кн. издательство, 1998. – 192 с.

2. Алюминиевые сплавы. Металловедение алюминия и его сплавов: справочник [Текст] / под ред. М.Н. Фридляндера. - М.: Металлургия 1983.- 280с.

УДК 669.12

ПОЛУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ И ЖЕЛЕЗА ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ЧИСТОТЫ

Бояскина А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Чистое железо, благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая пластичность и магнитомягкость, нашло применение в промышленности и в исследовательской деятельности, однако, в основном железо применяется в виде сплавов: сталей и чугунов, которые составляют около 95% всей металлургической продукции. В стали же и чугуны, в свою очередь, вводятся разнообразные добавки. Увеличение числа легирующих элементов приводит к повышению стоимости готовой продукции, но не дает качественного изменения свойств материала.

1.1 Получение железа технической чистоты

Производство железа в мартеновских печах. Шихтой служат бракованные слитки стали Ст3. Среднее содержание серы в металлической шихте составляет около 0,043, а углерода – 0,20%. После полного расплавления содержание этих примесей в металле составляет примерно 0,017 и 0,025% соответственно. Продувка ванны сжатым воздухом приводит к ее прогреву (1650 °С). Концентрация серы снижается до 0,014, а углерода – до 0,015%. Присадка окислы в шлак позволяет снизить содержание углерода в железе до 0,01%.

Внепечное вакуумирование. Метод основан на понижении давления над расплавом, в результате чего повышается раскислительная способность углерода; это позволяет получать металл с низким содержанием углерода и

кислорода. Метод внепечного вакуумирования позволяет получить технически чистое железо с 0,002 – 0,01% С в 0,004% О.

Электровакуумное плавление. Вакуумное индукционное плавление позволяет снизить содержание газов, углерода, а также летучих примесей (Mn, Cr, Cu и др.). Сочетание вакуумного плавления с дополнительной обработкой жидкого металла водородом и последующим его удалением позволяет очистить железо от некоторых примесей (таблица 1.2).

Электроннолучевое плавление дает возможность снизить концентрацию углерода, кислорода, серы и других примесей железа. Электроннолучевой переплав железа, выплавленного в вакуумной индукционной печи, снижает произведение [С]·[О] примерно в два раза.

Недостатком литой структуры железа, полученного электроннолучевым плавлением, является крупнозернистость и столбчатость структуры слитков; этот недостаток легко устраняется введением малых добавок алюминия.

Таблица 1.1 – Химический состав железа, очищенного вакуумным плавлением [5]

| Примеси, % мас | С | N | О | Н | Si | Mn |
|--|---------------|---------------|-------|-------------------|---------------|-------|
| Электролитическое железо (исходное) | 0,015 | 0,01 | 0,044 | следы | 0,016 | 0,008 |
| После вакуумного плавления с обработкой в водороде | 0,002 – 0,004 | 0,001 – 0,002 | 0,002 | $5 \cdot 10^{-6}$ | 0,002 – 0,003 | 0,004 |

Таблица 1.2 – Химический состав железа, рафинированного электроннолучевым плавлением [5]

| Примеси, % мас | С | О | N | Si | S | Mn | Cu |
|------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
| Железо исходное | 0,037 | 0,008 | 0,011 | 0,15 | 0,023 | 0,13 | 0,15 |
| После электроннолучевого плавления | 0,002 | 0,003 | 0,006 | 0,05 | 0,008 | 0,01 | 0,01 |

Карбонил-процесс. При этом методе обеспечивается получение химическим путем в промышленных масштабах железа, сравнительно чистого по фосфору, сере, мышьяку и металлическим примесям, исключая никель. Процесс осуществляется в две стадии. В первой – исходное железосодержащее сырье. Во второй – непосредственное получение порошкового карбонильного железа, он содержит примеси кислорода, углерода и азота (до 1 % каждого).

Электролиз. Метод электролиза подразделяют на электролиз расплавленных солей и электролиз водных растворов.

Электролиз расплавленных солей. Электролитическое рафинирование в расплавленных средах позволяет очищать железо от ряда примесей (С, Р, S, Mn, Si, С и др.). Разработана технология получения

железного порошка с содержанием железа 99,94 – 99,99% электролизом расплавленных хлоридов.

Электролиз водных растворов. Электролитическое железо получают электролизом водных растворов солей железа. Электролитическое осаждение проводят в растворах FeSO₄ или FeCl₂.

В процессе осаждения на катоде одновременно с железом осаждается водород, он может быть удален из железа отжигом в вакууме.

Таблица 1.3 – Химический состав железа, %, рафинированного электролизом расплавленных солей

| Анодный металл | Состав катодного металла, % | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Fe | Si | Ni | Mn | Cr | O | C | N | S | P |
| Чугун | 99,95 | 0,004 | 0,003 | следы | 0,004 | 0,006 | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,001 |
| | | – | – | – | – | – | – | | | |
| | | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | | | |
| Губчатое железо прямого восстановления | 99,99 | следы | следы | следы | следы | 0,006 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,001 |
| | | | | | | – | – | | | |
| | | | | | | 0,01 | 0,002 | | | |

Таблица 1.4 – Химический состав, %, железа, рафинированного электролизом водных растворов солей

| Характеристика электролита | Fe | C | P | S | Mn | Cu | Si | O | H ₂ |
|--------------------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|--------------------|--------------------|----------------|
| Сульфатный | 99,8 | 5·10 ⁻³ | 10 ⁻³ | 3·10 ⁻³ | 5·10 ⁻³ | – | 10 ⁻² | 2·10 ⁻² | 100 |
| | – | – | | – | | | | | – |
| | 99,9 | 2·10 ⁻² | | 1·10 ⁻² | | | | | 180 |
| Хлоридный | 99,8 | 10 ⁻³ | 5·10 ⁻³ | – | 10 ⁻² | – | 2·10 ⁻² | 2·10 ⁻² | 56 |
| | – | – | | | | | | | |
| | 99,9 | 10 ⁻² | | | | | | | |
| Из перекристаллизованных солей | 99,97 | 10 ⁻⁵ | 2·10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁴ | 2·10 ⁻³ | – | 10 ⁻⁴ | 2·10 ⁻² | 100 |

1.2 Получение железа высокой чистоты

Дистилляция основана на различии упругости паров основного металла и примесей. Интенсивная очистка происходит от Mn, Mg, Cu, Si, P, N, O и C.

Зонное плавление. Эффективность очистки металла от примеси зависит от коэффициента распределения. Одним из главных факторов, оказывающих влияние на степень очистки металла, является выравнивание состава жидкой фазы. Для выравнивания состава жидкой фазы ее перемешивают, что способствует очистке металл.

Зонная очистка в твердом состоянии основана на различии растворимости примеси в соприкасающихся фазах очищаемого вещества. Главной характеристикой, определяющей интенсивность перераспределения углерода в твердом состоянии, является равновесный коэффициент распределения.

Рафинирование в водороде. Очистка сводится к получению возможно более чистого железа различными металлургическими способами с последующим его рафинированием в атмосфере водорода.

Образцы железа обрабатываются в замкнутом циркуляционном контуре; кроме печи с образцами железа, в этом контуре находится печь, в которую помещен гидрид циркония. При нагревании гидрид циркония разлагается, и система заполняется чистым водородом. Водород взаимодействует с содержащимися в железе углеродом, азотом, серой и кислородом. Таким образом, при помощи водорода осуществляется перенос углерода, азота, серы и кислорода от железа к цирконию.

Отжиг в высоком вакууме. При дегазации электролитического железа в вакууме объем выделяющихся газов растет с повышением температуры. Происходит десорбция водорода. Удаление адсорбированного водорода начинается с комнатной температуры и ускоряется с повышением температуры, достигая максимума при 300 – 350 °С.

Восстановление хлоридов. Метод восстановления галогенидов используется для получения нитевидных кристаллов и является одним из способов получения чистого железа.

Электроперенос осуществляется через слой закиси железа. С помощью электропереноса в твердом состоянии через слой FeO железо может быть очищено от P, Mn, V, Mo, Ti, S, Cr, As, Ga, Nb, Sn, Sb.

2. Условия эффективной очистки

Сочетание различных методов очистки. В настоящее время не существует метода, который позволил бы достаточно полно очистить железо от всех сопутствующих ему примесей. Для получения железа высокой степени чистоты используют сочетание операций, каждая из которых удаляет из железа определенную группу примесей. Так, сочетание карбонильного и электролитического способов очистки железа позволяет получить железо более чистое, чем при использовании каждого из этих методов. Электролиз, зонное плавление, карбонильный и другие процессы сочетаются с последующим рафинированием в водороде, при котором металл дополнительно очищается от C, N, S, и O. Выбор подходящего сочетания методов рафинирования железа зависит от того, от каких примесей необходимо его очистить. При этом следует иметь в виду, что примеси оказывают взаимное влияние на их удаление из металла.

О предельных возможностях глубокой очистки. Глубокая очистка железа от примесей C, N, O и S достигается длительным рафинированием его в водороде, выделенном из гидрида циркония.

Все рассмотренные выше и применяемые в настоящее время на практике методы очистки основаны на создании условий, при которых равновесие в данном теле окружающей средой смещается в сторону более низких концентраций примесей. Чистота железа, имеющегося в настоящее время, еще далека от той, которая может быть получена при разумной практически достижимой величине энергетических затрат. Еще не исчерпаны возможности существующих методов очистки и их сочетаний. Проблема получения веществ высокой степени чистоты включает в себя и проблему их хранения. Отсюда вытекает целесообразность проведения анализов и исследований свойств железа сразу же после окончания его очистки.

3. Области применения чистого железа

Железо высокой степени чистоты нашло применение при изготовлении приборов, предназначенных для космических и ядерных исследований.

Железо и его сплавы высокой чистоты могут быть использованы при изготовлении деталей, от которых требуется большая пластичность, высокая коррозионная стойкость, высокая прочность и коррозионная стойкость под напряжением и т. д.

Исследования железа высокой степени чистоты показали, что малые примеси могут во многих случаях повлиять на свойства металла не в меньшей степени, чем большие содержания легирующих добавок.

Технически чистое железо – материал для сердечников электромагнитов и якорей электромашин, пластин аккумуляторов. Карбонильное железо используют для нанесения тончайших пленок и слоев на магнитофонные ленты, как катализатор, антианемическое средство и др. Из губчатого железа выплавляют высококачественные стали. Железный порошок используют для сварки, а также для цементации меди.

Заключение

Игнорирование присутствия водорода, азота, кислорода в качестве основных легирующих элементов является первопричиной получения низких физических, механических и химических свойств нелегированных железоуглеродистых сплавов. Для того чтобы более полно реализовать возможности сталей и чугунов, необходимо начинать их изучение с определения возможностей повышения свойств железа и, постепенно применяя накопленный опыт по железу, развивать теоретические и практические положения по формированию свойств сталей и чугунов.

Металлургию будущего не без основания часто называют водородной. В настоящее время водород обходится дорого. Однако, можно получать водород с такой низкой себестоимостью, что «водородная металлургия» обретет надежную экономическую основу. А если учесть полную экологическую безопасность водородных методик, то сомнение в том, что именно они определяют будущее металлургии ни у кого не возникает.

Библиографический список

1. Производство низкоуглеродистого железа [Текст] / Р.Б. Гутнов [и др.]. - М. : Metallurgy, 1973. – 376 с.
2. Физические и химические свойства металлов высокой чистоты [Текст] : пер с фр. - М. : Metallurgy, 1964. - 343 с.
3. Эффективность внепечной вакуумной обработки нераскисленной стали [Текст] / Л.М. Новик, А.И. Лукутин, Е.З. Кацов, О.В. Мартынов, С.М. Горлов // Сталь. – 1974. - № 5. - С. 429 - 432.
4. Мовчан Б.А. Электроннолучевая плавка и рафинирование металлов и сплавов [Текст] / Б.А. Мовчан, А.Л. Тихоновский, Ю.А. Курапов. – Киев : Наукова думка, 1973. - 239 с.
5. Волков В.Л. Карбонильное железо [Текст] / В.Л. Волков, В.Г. Сыркин, И.С. Толмасский. - М. : Metallurgy, 1969. - 256 с.
6. Сучков А.Б. Электролитическое рафинирование в расплавленных средах [Текст] / А.Б. Сучков. - М. : Metallurgy, 1970. - 255 с.
7. Баймаков Ю.В. Электролиз в гидрометаллургии [Текст] / Ю.В. Баймаков, А.И. Журин. - М. : Metallurgizdat, 1963. - 616 с.
8. Чистые и сверхчистые металлы [Текст] / В.Е. Иванов [и др.]. - М. : Metallurgy, 1965. – 364 с.
9. Вакуумная дистилляция металлов с конденсацией на нагретой поверхности [Текст] / В.М. Амоненко, Б.М. Васютинский, В.В. Лебедев, Б.И. Шаповал // Физика металлов и металловедение. - 1959. - Т. 7, вып. 6. - С. 862 - 867.
10. Пфанн В.Д. Зонная плавка [Текст] / В.Д. Пфанн. - М. : Мир, 1970. – 366 с.
11. Парр Н. Зонная очистка и ее техника [Текст] / Н. Парр. - М. : Metallurgy, 1963. - 220 с.
12. Зонная плавка [Текст] : пер с англ., нем., фр. / под ред. В.Н. Вигдоровича - М. : Metallurgy, 1966. – 230 с.
13. Каменецкая Д.О. Железо высокой степени чистоты [Текст] / Д.О. Каменецкая, И.Б. Пилецкая, В.И. Ширяев. – М. : Metallurgy, 1978. – 248с.
14. Свойства железа высокой степени чистоты [Текст] / В.И. Ширяев, Д.С. Каменецкая, И.Б. Пилецкая, В.В. Гладилин // Металловедение и термическая обработка материалов. – 1974. - № 12. - С. 2 - 8.
15. Ширяев В.И. Получение железа особо чистого по содержанию углерода и азота [Текст] / В.И. Ширяев, И.А. Томилин // Изв. АН СССР. Металлы. – 1968. - № 1. - С. 79 - 83.
16. Беляев А.И. Физико-химические основы очистки металлов и полупроводниковых материалов [Текст] / А.И. Беляев. - М. : Metallurgy, 1973. - 222 с.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА Al – 11 % Si

Козлов В.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время общепризнанным является мнение о том, что в металлической жидкости формируются все свойства сплавов. Поэтому любые воздействия на металлическую жидкость, изменяющие в ней соотношения атомов основы и примесных элементов, будут приводить к естественному изменению физических, химических и механических свойств сплавов окончательного состава. К числу таких воздействий следует в первую очередь отнести предварительную обработку шихты, обработку расплава водяным паром, выстаивание в кислородной среде.

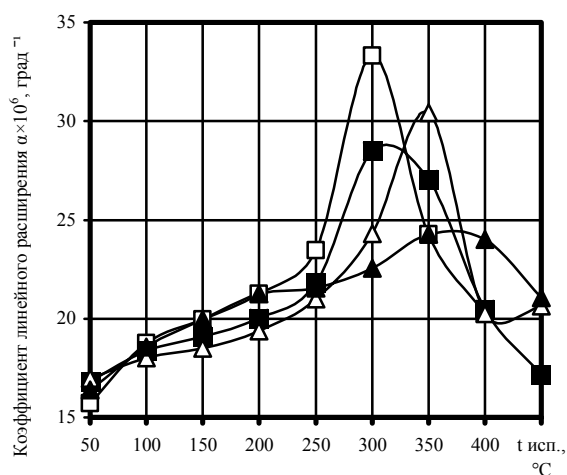
Было изучено влияние предварительной обработки шихтового кремния на коэффициент линейного расширения и микроструктуру сплавов системы алюминий - кремний. Было установлено, что нагрев шихтового кремния в воздушной атмосфере в интервале 930 – 1400 °С приводит к аномалии КЛР в интервале температур испытания 200 – 300 °С.

Для усиления высокотемпературного окисления был применена обработка, заключающаяся в высокотемпературном нагреве кремния в атмосфере водяного пара. Такая разогретая атмосфера, содержащая повышенное количество кислорода, в большей мере, по сравнению с нагревом на воздухе, окисляет кремний. Поэтому при введении такого кремния в расплав происходит частичное разложение образующейся кремнистой фазы и как следствие, увеличивается содержание водорода в закристаллизованном сплаве.

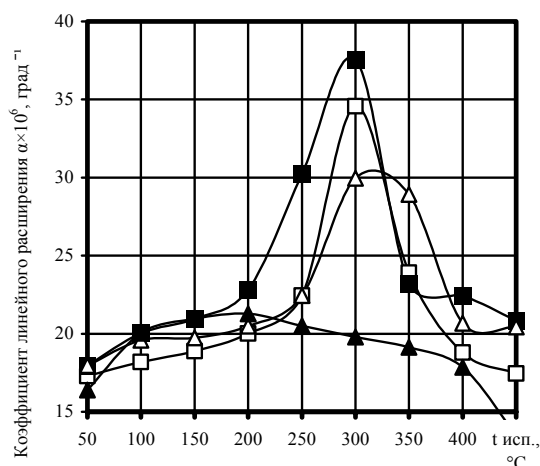
Предварительная обработка шихтовых материалов предусматривает косвенное воздействие на расплав и, несмотря на это, как показано выше, может эффективно влиять на линейное расширение сплавов окончательного состава. Прямое воздействие на расплав с помощью различных физических, механических и химических способов также изменяет соотношение примесных элементов в расплаве, которые при кристаллизации будут управлять формированием свойств твердого металла. Несмотря на большое количество работ по наследственности свойств в металлах и сплавах, вопрос о влиянии обработки расплава на линейное расширение изучен в наименьшей мере.

В настоящей работе была изучена зависимость между линейным расширением доэвтектического силумина Al – 11 % Si и обработкой расплава графитовым блоком, смоченным в H₂O.

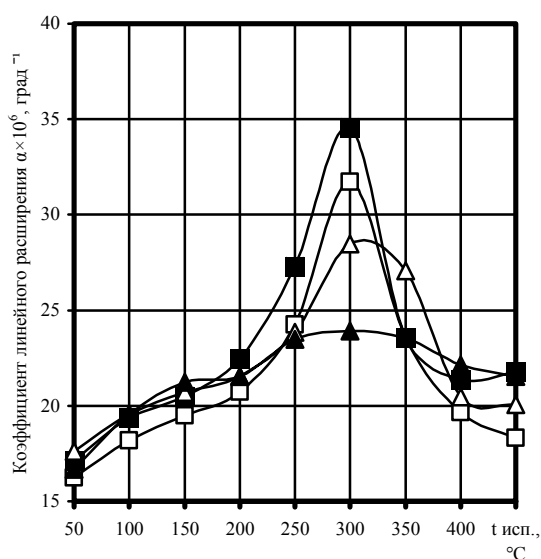
Расплав обрабатывался влажным графитовым блоком в течение 10 мин, 30 мин, 1 ч, 2 ч. Далее была проведена термообработка, заключающаяся в нагреве образцов при 577 °С, выдержка в течение 5 ч, 10 ч с последующим охлаждением в воду и старением в течение 84 ч. Далее у образцов измеряли коэффициент линейного расширения в интервале температур 50 – 450 °С на дифференциальном dilatометре Шевенара. Результаты испытания приведены на графике 1 а - г.



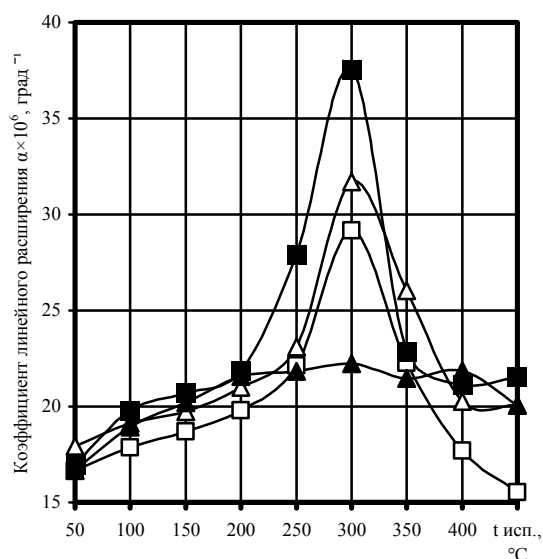
а



б



в



г

Рисунок 1 – Влияние термической обработки на линейное расширение сплава АК12 (наводороживание графитовым блоком, а - $\tau = 10$ мин; б - $\tau = 30$ мин; в - $\tau = 1$ ч; г - $\tau = 2$ ч): -□- - без обработки; -Δ- - нагрев при 577 °С, 10 ч, охлаждение в воду; -■- - нагрев при 577 °С, 5 ч, охлаждение в воду; -▲- - нагрев при 577 °С, 5 ч + старение 84 ч.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующий вывод: снижение коэффициента линейного расширения в интервале температур 50 – 450 °С достигается за счет обработки расплава графитовым блоком с выдержкой 30 минут совместно с нагревом при температуре 577 °С в течение 5 ч, охлаждением в воду и старением в течение 84 ч. Максимальное снижение КЛР наблюдается при температуре испытания 50°С – $\alpha = 15,9 \times 10^{-6}$ град⁻¹.

Библиографический список

1. Афанасьев В.К. Легкие сплавы с малым тепловым расширением [Текст] / В.К. Афанасьев. Кемерово.: Кузбассвуиздат, 2000. – 376 с.
2. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. [Текст] / И.И. Новиков. М.: Металлургия, 1986. - 480 с.

УДК 669.046.516:669.71

О ВЛИЯНИИ ЛЕГИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ АЛЮМИНИЯ

Ивайкина Е.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В наше время уже трудно найти отрасль промышленности, где бы, благодаря своим свойствам, не использовался алюминий и его сплавы.

Алюминиевые сплавы отличаются хорошей пластичностью и высокой технологичностью, хорошо деформируются. Наряду с высокой прочностью, сплавы алюминия имеют небольшую плотность, поэтому по удельной прочности они значительно превосходят стали. По электропроводности алюминий уступает лишь серебру, меди и золоту. Кроме этого, он обладает достаточно высокой коррозионной стойкостью. Поэтому неудивительно, что производство и потребление алюминия непрерывно возрастает [1].

Современная промышленность ставит новые задачи перед инженерами. Во многих отраслях должны применяться металлы и сплавы с низким коэффициентом линейного расширения. Но известно, что алюминий имеет высокий коэффициент линейного расширения (КЛР). Для того чтобы его использование было возможным, КЛР снижают путем легирования алюминия дорогостоящими элементами и применением сложной термической и химико-термической обработки.

Исходя из этого в настоящей работе была поставлена цель – показать возможность снижения коэффициента линейного расширения алюминия за счет использования альтернативных режимов обработки и более

перспективных материалов в качестве легирующих элементов.

Объектом исследования был выбран алюминий А7. Его химический состав приведен в таблице 1. Расплав алюминия обрабатывали известняком (CaCO_3) и вводили добавки меди, кремния и оксида кремния.

Таблица 1 – Химический состав алюминия А7 (ГОСТ 11069 - 2001)

| Al, % не менее | Примеси, % не более | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| | Si | Fe | Cu | Mg | Mn | Zn | Ga | Ti | прочие |
| 99,7 | 0,15 | 0,16 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить влияние обработки расплава известняком на линейное расширение алюминия А7.
2. Изучить влияние добавок меди, кремния и оксида кремния на линейное расширение алюминия А7.
3. Изучить совместное влияние легирования и термической обработки на линейное расширение алюминия А7.

Результаты изменения значений КЛР алюминия А7 приведены на рисунках 1 – 4.

Установлено, что обработка расплава известняком дает значительное снижение коэффициента линейного расширения алюминия в интервале температур 50 – 100 °С по сравнению с исходным (рисунок 1).

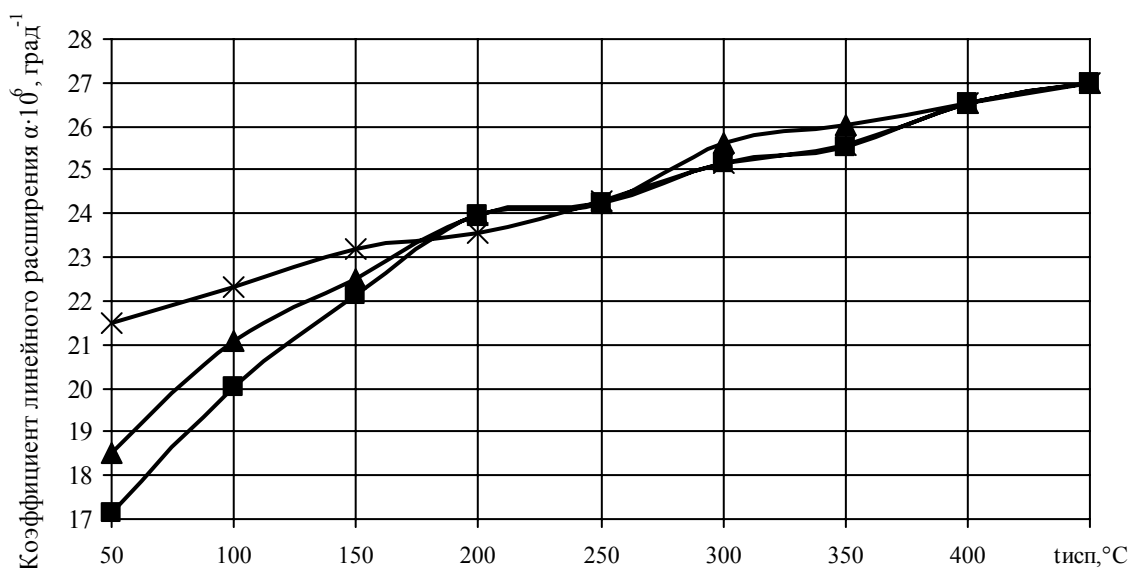


Рисунок 1 – Влияние обработки расплава известняком (CaCO_3) на линейное расширение алюминия А7 ($t_{\text{зал}} = 660 \text{ °C}$): — * — без обработки; —▲— CaCO_3 ; —■— CaCO_3

Так, для температуры испытания 50 °С КЛР алюминия без обработки равен $21,48 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$, а после обработки расплава CaCO_3 КЛР составил уже $18,51 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$. В области высоких температур 300 – 450 °С обработка

расплава CaCO_3 практически не влияет на линейное расширение алюминия А7.

Дополнительное снижение КЛР алюминия достигается при введении в расплав кремния в количестве 1 и 5 %. При температуре испытания 50 °С в первом случае КЛР равен $18,13 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$, а во втором – $17,61 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$ (рисунок 2). Такое же значение КЛР наблюдается в сплаве алюминия с 11% кремния, но без обработки расплава известняком. Следовательно, обработка расплава позволяет снизить содержание кремния в расплаве и, тем самым, получить более экономически выгодный материал.

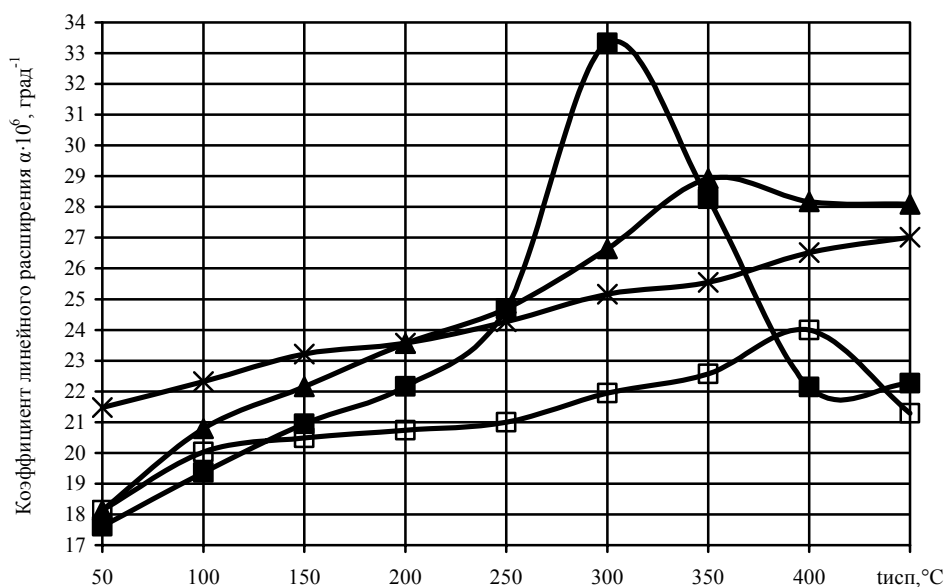


Рисунок 2 – Влияние добавок кремния на линейное расширение алюминия А7: —×— без обработки; —▲— CaCO_3 + 1 % Si; —■— CaCO_3 + 5 % Si; —□— Al – 11 % Si

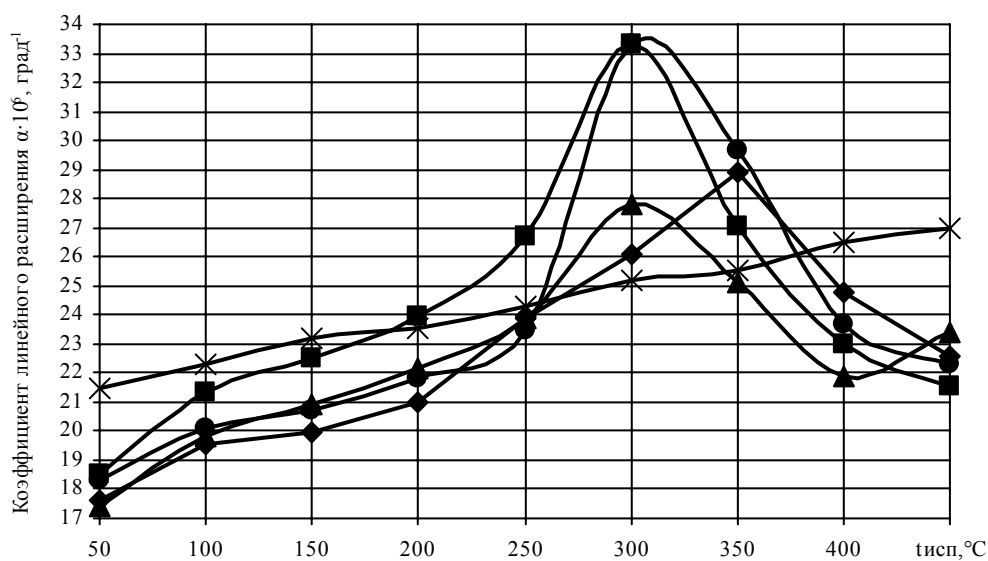


Рисунок 3 – Влияние добавок оксида кремния (SiO_2) на линейное расширение алюминия А7 (обработка расплава CaCO_3): —×— без обработки; —▲— CaCO_3 + 5 % SiO_2 ; —■— CaCO_3 + 5 % SiO_2 + 550 °С, 1 ч, вода; —●— CaCO_3 + 10 % SiO_2 ; —◆— CaCO_3 + 10 % SiO_2 + 550 °С, 1 ч, вода

При совместном влиянии обработки расплава известняком, добавок оксида кремния (5 или 10 %) и нагрева до 550 °С, выдержке 1 ч и охлаждении в воду КЛР практически во всем интервале температур испытания снижается. Только в интервале 250 – 350 °С наблюдается anomальное повышение значений КЛР. Наиболее эффективное снижение КЛР алюминия в интервале температур испытания 50 – 250 °С наблюдается при содержании в расплаве 10 % SiO₂. Среднее значение КЛР расплава после такой обработки в интервале температур 50 – 250 °С составляет $20,39 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹, в то время, как средний КЛР алюминия без обработки в этом же интервале температур – $22,97 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹.

В наибольшей же мере на коэффициент линейного расширения влияет введение в расплав А7 200 г меди (рисунок 4). Причем, нагрев на 550 °С и охлаждение в воду еще сильнее снижает КЛР. Так, его значение при температуре испытания 50 °С достигает $15,72 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹.

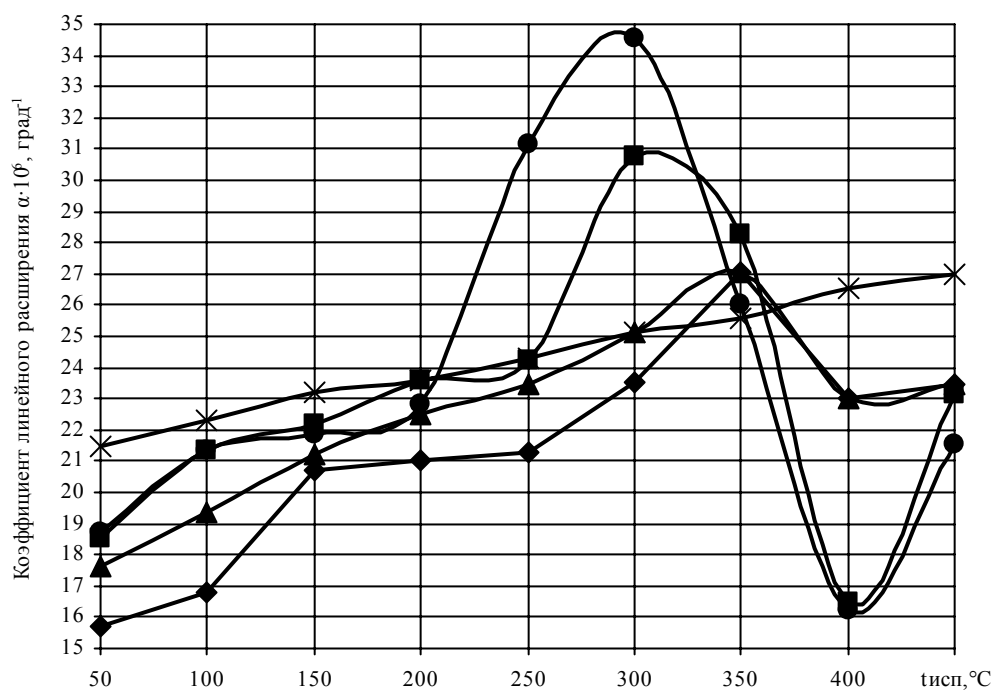


Рисунок 4 – Влияние добавки меди и термической обработки на линейное расширение алюминия А7: —×— без обработки; —▲— CaCO₃ + 200 г Cu; —■— CaCO₃ + 200 г Cu + 550 °С, 1 ч, вода; —●— CaCO₃ + 200 г Cu (переплав); —◆— CaCO₃ + 200 г Cu + 550 °С, 1 ч, вода (переплав)

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать выводы:

1. При обработке расплава алюминия известняком коэффициент линейного расширения снижается. Особый интерес вызывает тот факт, что он снижается в интервале температур испытания 50 – 150 °С, что может быть ценным при применении алюминия в приборостроении.

2. При введении добавок кремния и оксида кремния в обработанный расплав алюминия удается достичь более значительного снижения КЛР. Но

кремний намного дороже, чем оксид кремния. Поэтому, стремясь получить недорогие материалы с заданными свойствами, оксид кремния является незаменимым материалом в качестве легирующего элемента для снижения коэффициента линейного расширения алюминия.

3. Совместное влияние добавок меди и термической обработки на снижение КЛР алюминия оказалось эффективнее всего в настоящей работе.

Перспективность и необходимость дальнейших исследований по снижению коэффициента линейного расширения не вызывает сомнений. Можно с уверенностью сказать, что в ближайшем будущем алюминий станет одним из самых ценных материалов с заданными свойствами и, возможно, в некоторых отраслях промышленности заменит другие, более дорогостоящие конструкционные материалы.

Библиографический список

1. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов [Текст] / Б.А. Колачев, В.А. Ливанов, В.И. Елагин. – М.: Металлургия, 1981. – 416 с.

2. Афанасьев В.К. Легкие сплавы с малым тепловым расширением / В.К. Афанасьев, М.В. Попова, А.А. Ружило, В.Ф. Фролов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 376 с.

УДК 669.046: 669.71.017

ВЛИЯНИЕ КИПЯЧЕНИЯ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Махонина Е.Н., Быкова О.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время, в связи с широким развитием приборостроения, существует проблема создания легких и недорогих материалов с низким коэффициентом расширения. В этом отношении особое внимание уделяется сплавам на основе системы алюминий-кремний. Эти сплавы имеют ряд преимуществ: во-первых, они обладают хорошими литейными свойствами, такими как высокая жидкотекучесть и герметичность, хорошо свариваются и паяются; во-вторых, они наиболее доступны к использованию, так как содержание кремния и алюминия в земной коре наибольшее по сравнению с другими элементами (29,5 % и 8,05 % соответственно). Именно это в ближайшем будущем определит наибольшую пригодность этих сплавов для изготовления различных изделий новой техники [1].

Существенным достоинством легирования алюминия кремнием является уменьшение удельного веса и коэффициента линейного

расширения (КЛР), так как Si имеет малую плотность ($\rho \sim 2330 \text{ кг/м}^3$) и низкие значения КЛР, которые много меньше, чем у других элементов ($\alpha_{0-100} - 2,40 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$). Наиболее ярко этот эффект проявляется при высоких содержаниях кремния. Однако механические свойства высококремнистых силуминов неудовлетворительные, что обусловлено присутствием в их структуре хрупких выделений кремнистой фазы.

С целью получения необходимого уровня физико-механических и химических свойств алюминиевых сплавов, предложены различные способы термической обработки, включающие высокотемпературный нагрев и длительные выдержки. Но, учитывая большую трудоемкость и высокие расходы электроэнергии таких способов, требуются новые режимы термообработки, основанные на нетрадиционном представлении о формировании свойств металлов и сплавов [2].

На данный момент имеется ряд практических разработок новых режимов обработки. Например, в работах 2-4 подробно описаны способы обработки алюминиевых сплавов, позволяющие получить экономический эффект при сохранении механических свойств.

В настоящей работе было исследовано влияние кипячения на коэффициент линейного расширения сплава Al – 20 % Si. Цель работы - показать возможность снижения КЛР путем термической обработки, в частности, кипячения выбранного сплава.

Операция кипячения была выбрана по следующим причинам. Во-первых, она осуществляется при низких температурах ($-100 \text{ }^\circ\text{C}$). Именно в нем наблюдается максимальная подвижность водорода. Во-вторых, кипячение активизирует перераспределение водорода в сплаве и приводит к изменению его содержания, что оказывает влияние на КЛР сплава.

В качестве исходных материалов для производства сплава использовали алюминий марки А7 и кремний – Кр0. Образцы из данного сплава подвергали кипячению в воде, водных растворах хлорида натрия и перманганата калия в течение 1 - 10 ч. Измерения коэффициента линейного расширения проводили на оптическом дифференциальном dilatометре системы «Шевенар».

На рисунках 1 - 3 показано влияние кипячения в различных средах на линейное расширение данного сплава.

Из приведенных на рисунке 1 данных следует, что кипячение в воде приводит к снижению значений коэффициента линейного расширения сплава по сравнению с исходными значениями. Кипячение в течение 1 ч снижает КЛР в интервале температур испытания 150 - 350 $^\circ\text{C}$. Повышение времени кипячения до 10 ч способствует снижению коэффициента расширения только при температурах испытания 350 - 450 $^\circ\text{C}$. Минимальное значение при этом составляет $12 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$.

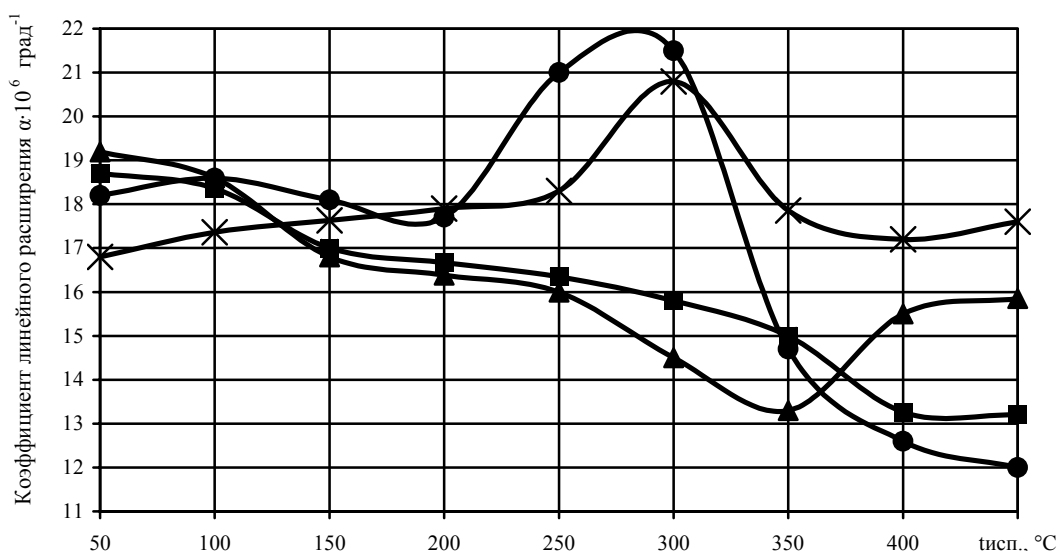


Рисунок 1 – Влияние времени кипячения в воде на линейное расширение сплава Al – 20 % Si: —x— без обработки; —▲— 1 ч; —■— 5 ч; —●— 10 ч.

Результаты кипячения в 0,1 % водном растворе $KMnO_4$ представлены на рисунке 2, из которого видно, что КЛР сплава снижается по сравнению с исходным только после кипячения в течение 1 ч в интервале 300 - 450 °С.

Кипячение в течение 1 ч в 3 % водном растворе NaCl (рисунок 3) приводит к снижению линейного расширения в широком интервале температур испытания 150 - 450 °С. С увеличением времени кипячения до 5 ч происходит резкое снижение КЛР с $19,7$ до $8,7 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$. Дальнейшее увеличение времени кипячения приводит к незначительному снижению КЛР.

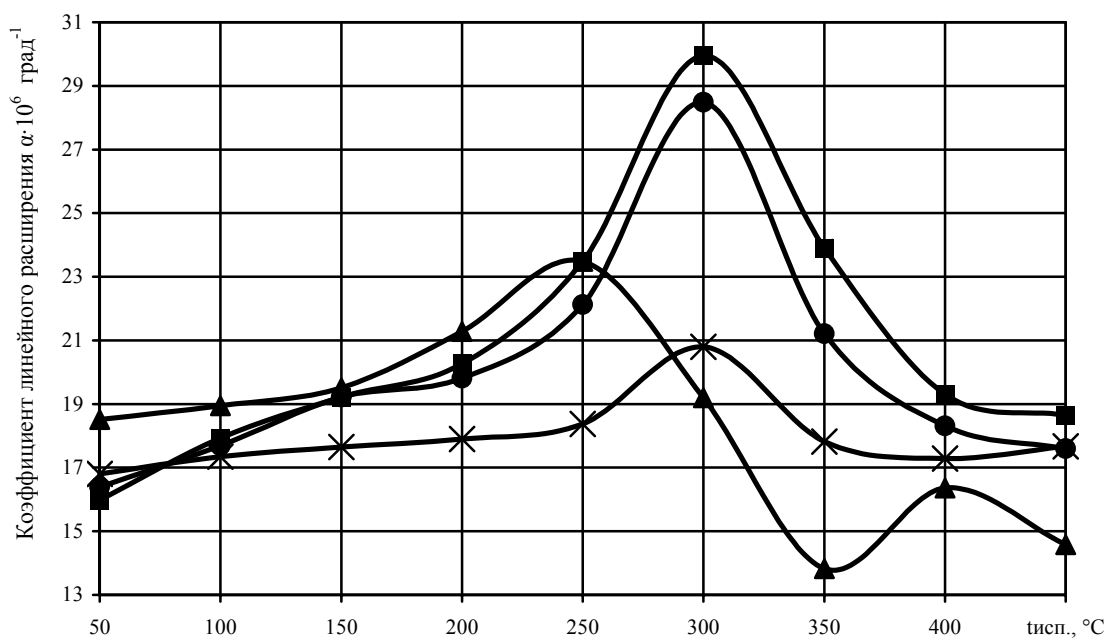


Рисунок 2 – Влияние времени кипячения в 0,1 % водном растворе $KMnO_4$ на линейное расширение сплава Al - 20 % Si: —x— без обработки; —▲— 1 ч; —■— 5 ч; —●— 10 ч.

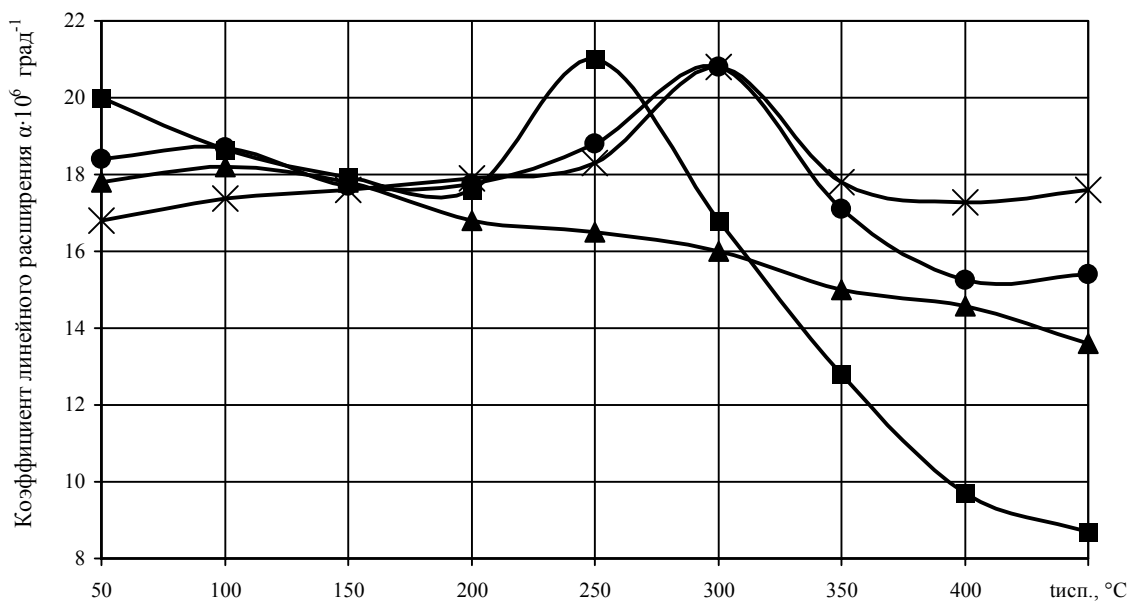


Рисунок 3 – Влияние времени кипячения в 3 % водном растворе NaCl на линейное расширение сплава Al – 20 % Si: —x— без обработки; —▲— 1 ч; —■— 5 ч; —●— 10 ч

При сравнении исследуемых сред обработки было установлено, что оптимальной средой кипячения, позволяющей снизить КЛР, является вода при времени обработки 1 ч (рисунок 4). При этом а понижается в интервале 150 - 350 °С с 17,5 до 13,28·10⁻⁶ град⁻¹. При кипячении в течение 5 ч (рисунок 5) наиболее эффективно КЛР снижает 3 % раствор хлорида натрия (а понижается в интервале 250 - 450 °С с 21 до 8,7·10⁻⁶ град⁻¹).

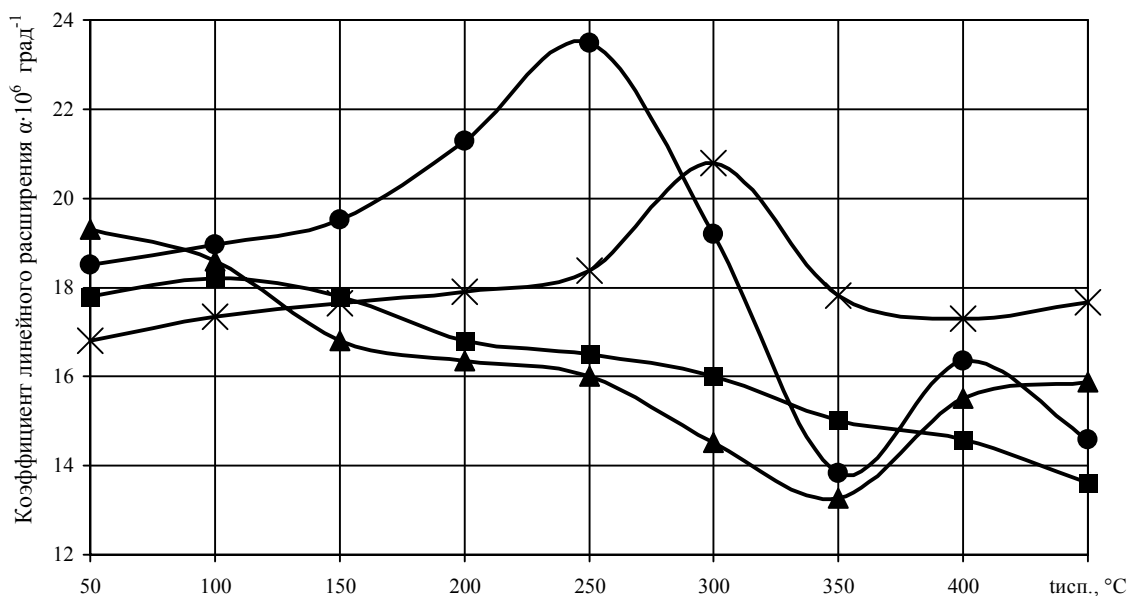


Рисунок 4 – Влияние среды кипячения (τ = 1ч) на линейное расширение сплава Al – 20% Si: —x— без обработки; —▲— кипячение в воде; —■— кипячение в 3 % водном растворе NaCl; —●— кипячение в 0,1 % водном растворе KMnO₄

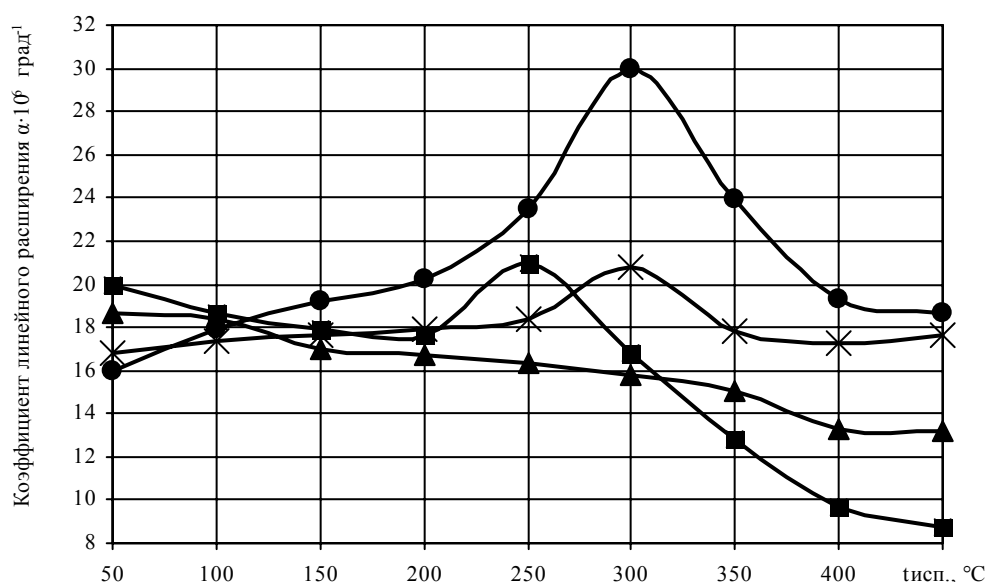


Рисунок 5 – Влияние среды кипячения ($\tau = 5$ ч) на линейное расширение сплава Al – 20 % Si: —x— без обработки; —▲— кипячение в воде; —■— кипячение в 3 % водном растворе NaCl; —●— кипячение в 0,1 % водном растворе KMnO₄

Выводы. Кипячение как в воде, так и в водных растворах KMnO₄ и NaCl может быть использовано для снижения коэффициента линейного расширения заэвтектических силуминов. Оптимальное время кипячения составляет 1 - 5 ч. Следовательно, данный способ обработки дает возможность применять данные сплавы в областях, в которых их использование было затруднено из-за высоких значений коэффициента линейного расширения, в частности, в приборной технике.

Сравнение исследуемых сред кипячения показало, что наиболее эффективно в широком интервале температур испытания КЛР снижает вода, но наименьшие значения наблюдаются в более узком температурном интервале после кипячения в водном растворе NaCl.

Библиографический список

1. Афанасьев В.К. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием [Текст] / В.К. Афанасьев, И.Н. Афанасьева, В.В. Герцен, М.В. Попова, М.К. Сарлин. - Абакан: Хакаское кн. изд-во, 1998. -192 с.
2. Афанасьев В.К. Нетрадиционные способы термической обработки алюминиевых и железных сплавов [Текст] / В.К. Афанасьев, С.В. Долгова, Н.Б. Лаврова, В.Н. Толстогузов, Д.М. Чибряков // Обработка металлов.-2009.- № 3.- С. 3 – 9.
3. А.с. 1198977, С22F1/04 Способ термической обработки алюминиевых сплавов / В.К. Афанасьев, Л.З. Еловикова, П.И. Позднякова. - № заявки 3684854/22-02; Опубл. 04.01.84.
4. Патент РФ № 2007487. Способ обработки алюминиевых сплавов / В.В. Ушакова, М.В. Попова, С.С. Шараев, Н.Е. Тимохина. - заявл. 5.05.91; опубл. 15.02.94. Бюл.№3.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ СЕРОГО ЧУГУНА

Кузьмин С.В., Насонов А.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Развитие современного материаловедения предусматривает поиск новых материалов и сплавов с особыми свойствами, одним из которых является низкое значение коэффициента линейного расширения; улучшение качества продукции, что связано с разработкой новых технологических процессов. Чаще всего это заканчивается применением дорогостоящего легирования. В связи с резко возросшим спросом на легирующие элементы ведется их интенсивная добыча из руд. Это ведет к истощению ресурсов, поскольку количество металлов в земной коре ограничено. В настоящее время все легирующие элементы в большей или меньшей степени стали дефицитными, в связи с этим повышается их стоимость. Следовательно, актуальной проблемой в металлургии в настоящее время является разработка конструкционных материалов без использования легирования с целью экономии дорогостоящих металлов. Перспективный материал в этом отношении - серый чугун. Однако, отличаясь хорошими литейными свойствами и низкой стоимостью, чугун обладает существенными недостатками. Отрицательным фактором при характеристике чугуна как конструкционного материала считаются его низкие механические свойства, что обусловлено присутствием в структуре включений графита.

Одним из эффективных методов повышения свойств чугуна является термоциклическая обработка. В то же время воздействие элементов внедрения (H, N, O) на структуру и свойства чугуна приобретает все большее значение и является одним из путей повышения качества и снижения себестоимости отливок.

В настоящей работе было изучено влияние низкотемпературной термоциклической обработки на коэффициент линейного расширения серого чугуна СЧ-20 производства ОАО «ЗСМК». Химический состав чугуна СЧ-20 приведен в таблице 1 и соответствует ГОСТ 1412 - 85.

Таблица 1 – Химический состав серого чугуна производства ОАО «ЗСМК»

| Марка чугуна | Содержание элементов, % | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | C | Si | Mn | S | P | Cr | Ni | Ti | V |
| СЧ-20 | 3,65 | 1,77 | 0,56 | 0,021 | 0,16 | 0,32 | 0,19 | 0,04 | 0,05 |

Термоциклическую обработку проводили следующим образом: 1 цикл представляет собой нагрев от комнатной температуры до (80 - 100) °С,

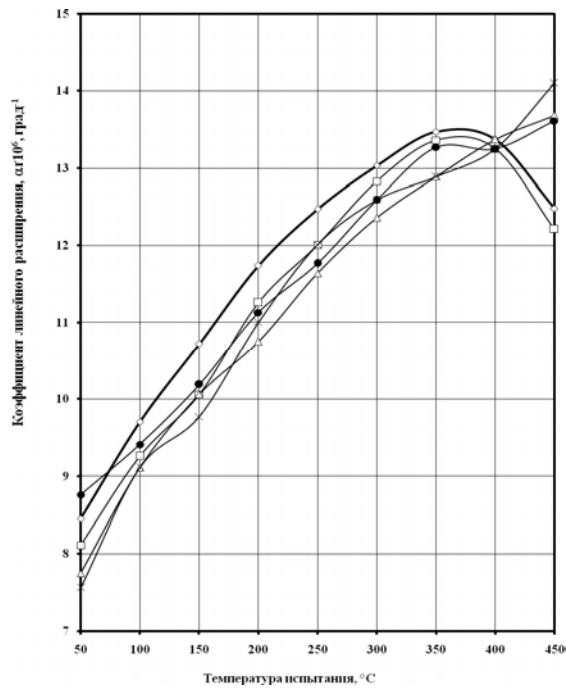
выдержка в течение 1 ч, охлаждение в различных средах (вода, кипящая вода, воздух, печь).

Всего было проведено 20 циклов обработки. После каждого пяти циклов измеряли коэффициент линейного расширения (КЛР).

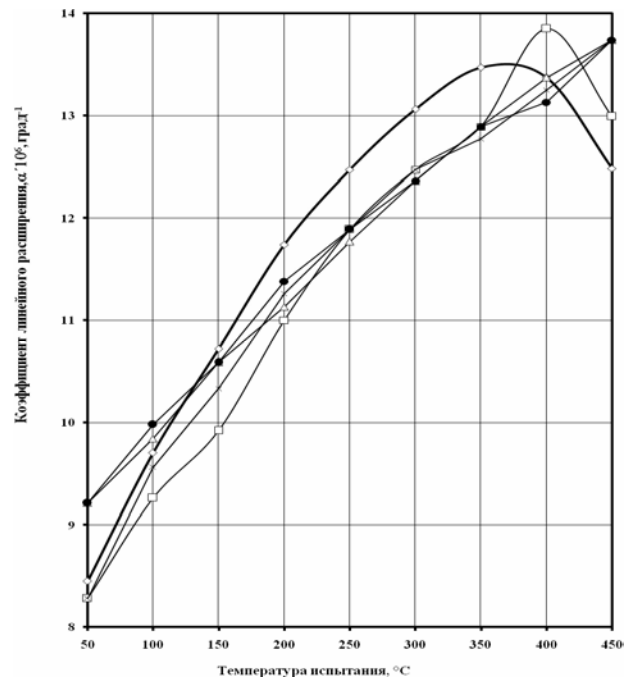
Таблица 2 – Влияние термоциклической обработки на линейное расширение серого чугуна (1 цикл - 80 – 100 °С, 1 ч)

| Число циклов | Коэффициент линейного расширения, $\alpha \times 10^6$ град ⁻¹ при температуре, °С | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 |
| без обработки | 8,45 | 9,70 | 10,72 | 11,74 | 12,47 | 13,06 | 13,47 | 13,37 | 12,48 |
| охлаждение в воде | | | | | | | | | |
| 5 | 8,28 | 9,26 | 9,92 | 11,00 | 11,89 | 12,47 | 12,89 | 13,85 | 12,99 |
| 10 | 9,21 | 9,84 | 10,59 | 11,13 | 11,77 | 12,36 | 12,89 | 13,37 | 13,74 |
| 15 | 8,28 | 9,56 | 10,33 | 11,26 | 11,89 | 12,47 | 12,77 | 13,25 | 13,74 |
| 20 | 9,21 | 9,98 | 10,59 | 11,38 | 11,89 | 12,36 | 12,89 | 13,13 | 13,74 |
| охлаждение в кипящей воде | | | | | | | | | |
| 5 | 8,11 | 9,26 | 10,06 | 11,26 | 12,01 | 12,83 | 13,36 | 13,25 | 12,21 |
| 10 | 7,75 | 9,11 | 10,06 | 10,75 | 11,64 | 12,36 | 12,89 | 13,37 | 13,68 |
| 15 | 7,56 | 9,11 | 9,77 | 11,00 | 12,01 | 12,59 | 12,89 | 13,25 | 14,10 |
| 20 | 8,76 | 9,41 | 10,19 | 11,13 | 11,77 | 12,59 | 13,27 | 13,25 | 13,61 |
| охлаждение на воздухе | | | | | | | | | |
| 5 | 7,75 | 8,49 | 9,77 | 10,75 | 11,77 | 12,59 | 13,12 | 13,73 | 14,22 |
| 10 | 8,60 | 9,56 | 10,33 | 11,13 | 12,01 | 12,71 | 13,36 | 13,73 | 14,10 |
| 15 | 7,17 | 10,51 | 9,02 | 10,06 | 11,14 | 12,11 | 13,27 | 13,89 | 11,80 |
| 20 | 8,76 | 9,41 | 9,77 | 10,88 | 11,89 | 12,36 | 12,65 | 13,13 | 13,24 |
| охлаждение с печью | | | | | | | | | |
| 5 | 8,28 | 8,95 | 9,92 | 10,88 | 11,64 | 12,36 | 12,77 | 13,25 | 13,61 |
| 10 | 8,60 | 9,41 | 10,46 | 11,38 | 12,12 | 12,94 | 13,36 | 13,73 | 14,22 |
| 15 | 7,37 | 9,11 | 10,46 | 11,74 | 12,47 | 13,06 | 13,27 | 13,25 | 12,08 |
| 20 | 7,93 | 9,11 | 9,92 | 11,26 | 12,01 | 12,47 | 12,89 | 13,49 | 13,98 |

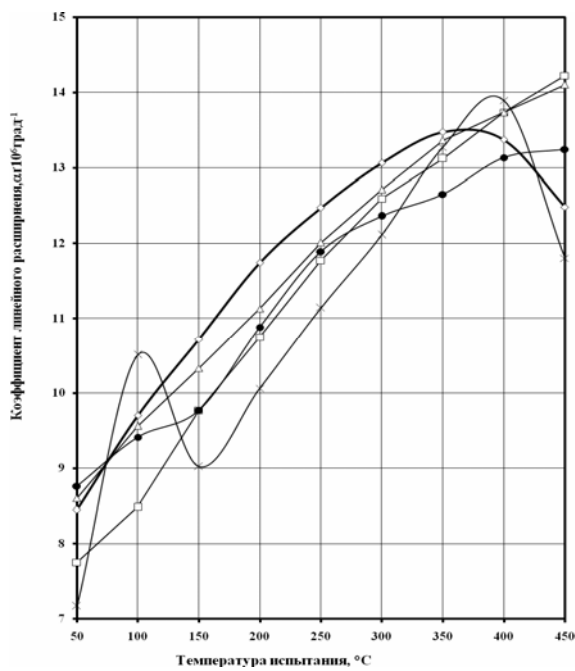
Анализ полученных результатов показывает, что после 5 циклов ТЦО с охлаждением в воде КЛР уменьшался в температурном интервале испытаний от 50 до 350 °С по сравнению со значениями чугуна в литом состоянии на 2 ÷ 7 %. В интервале 400 ÷ 450 °С значения коэффициента возрастали на 4 % (рисунок 1 а, таблица 2). 10 циклов термоциклической обработки увеличили КЛР в интервале 50 – 100 °С на 9 %, и уменьшили в интервале 200 – 350 °С на 5 %. Кривая температурной зависимости коэффициента после 15 циклов ТЦО расположена ниже исходной кривой во всем температурном интервале испытания, кроме 450 °С. Снижение КЛР при этом достигало 2 ÷ 5 %. 20 циклов обработки увеличили коэффициент в



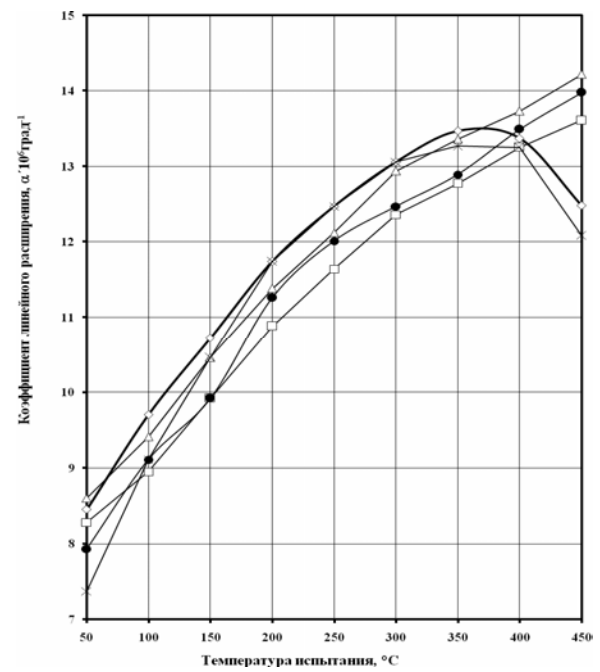
а



б



в



г

Рисунок 1 – Влияние термоциклической обработки на линейное расширение серого чугуна: а – охлаждение в воду; б – охлаждение в кипящую воду; в – охлаждение на воздухе; г – охлаждение с печью (1 цикл -80 - 100°C, 1 ч): —◇— без обработки, —□— 5 циклов, —△— 10 циклов, —×— 15 циклов, —●— 20 циклов

интервале температур 50 - 100 °С и 400 - 450 °С, в интервале 150 – 400 °С КЛР уменьшился на 2 ÷ 5 %. Использование кипящей воды в качестве охлаждающей среды привело к тому, что после 5 циклов ТЦО коэффициент линейного расширения уменьшался при всех температурах испытания. Как видно из рисунка 1 б, линия температурной зависимости КЛР повторяет ход исходной кривой, но располагается ниже ее. 10 - 20 циклов обработки также уменьшают коэффициент на 6 - 10 %, кроме температуры испытания 450 °С (таблица 2). После 5 циклов ТЦО с охлаждением на воздухе наблюдалось более значительное снижение коэффициента 3 - 12 %, кроме температур испытания 350 – 400 °С. Увеличение числа циклов до 15 привело к снижению КЛР на 15 - 16 % при $t_{исп} = 50$ °С, 150 °С (рисунок 1 в, таблица 2). ТЦО с охлаждением с печью способствует уменьшению коэффициента в интервале температур испытания 50 – 350 °С максимум на 12 % (рисунок 1 г, таблица 2). Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что циклическая обработка серого чугуна с нагревом в интервале 80 – 100 °С привела к снижению коэффициента линейного расширения в температурном интервале испытания от 50 до 350 °С. Максимально КЛР уменьшается на 15 % ($\alpha = 7,17 \times 10^{-6}$ град⁻¹ по сравнению со значением в нетермообработанном состоянии $\alpha = 8,45 \times 10^{-6}$ град⁻¹) при температуре испытания 50 °С после 15 циклов ТЦО с охлаждением на воздухе.

Библиографический список

1. Афанасьев В.К. Свойства чугунов. Часть 1. Общие сведения и физические свойства [Текст] / В.К. Афанасьев, М.В. Чибряков, А.В. Кольба, М.М. Сагалакова, А.В. Сочнев. – СибГИУ: Новокузнецк, 2002. - 116 с.
2. Чугун: Справ. Изд. [Текст]/ Под ред. А.Д. Шермана.- М.:Металлургия,1991.-576с.
3. Неижко И.Г. Графитизация и свойства чугуна [Текст]/ И.Г. Неижко. – Киев: Наукова думка, 1989.-205с.
4. Справочник по машиностроительным материалам в 3-х томах. Т.3. Чугун [Текст] /Под ред. Г.И. Погодина – Алексеева. - М.: Машгиз, 1959.-357с.

УДК 669.131.7.017

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ

Богданова Т.М., Никонов А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Одним из наиболее значительных достижений в области литейного

производства является разработка способа получения чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ). Для ЧШГ характерны значительная пластичность и вязкость, которые обусловлены шаровидной формой включений графита, получаемой в литом состоянии.

Все марки ЧШГ имеют высокий модуль упругости при значительно большей, по сравнению со сталями, демпфирующей способности. По способности выдерживать наиболее высокие механические нагрузки при наименьших деформациях и массе ЧШГ значительно превосходит ковкий чугун (КЧ), сталь и особенно серый чугун (СЧ). Масса литых деталей из ЧШГ может быть на 5 - 10 % ниже по сравнению с КЧ и литой сталью, на 10 - 20 % меньше по сравнению со стальными поковками и штамповками. [1,2]

Исходные свойства и микроструктура высокопрочного чугуна с шаровидным графитом представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Свойства чугуна с шаровидным графитом

| Плотность $\rho \cdot 10^3$, кг/м ³ | Механические свойства | | |
|--|-----------------------|----------------------|---------------|
| | σ_B , Мпа | $\sigma_{0,2}$, Мпа | Твердость HRC |
| 7,1 | 510 | 400 | 27 |

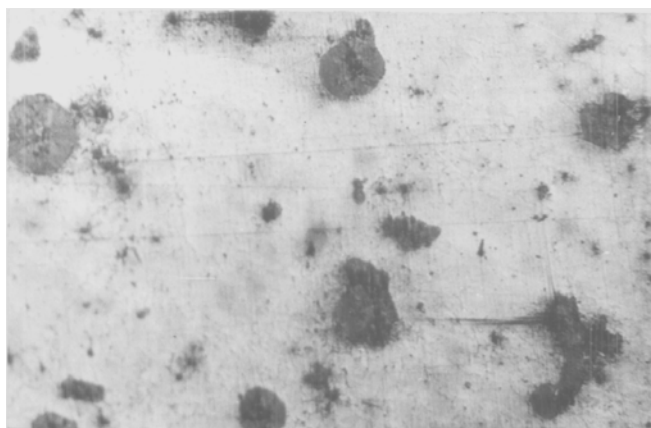


Рисунок 1 – Исходная микроструктура ЧШГ, x110

В настоящей работе для ЧШГ проводилась следующая термообработка: нагрев в течение 1 часа в интервале температур 20 - 1000 °С с последующим охлаждением в воду, на воздухе, с печью.

После проведенных исследований можно сделать вывод, что твердость чугуна с шаровидным графитом достигает максимального значения при температуре нагрева 900 °С и охлаждении в воду - 53 HRC. Охлаждение на воздухе лишь слегка повышает твердость - 37 HRC по сравнению с исходной 27 HRC. Охлаждение с печью приводит к монотонному падению твердости, по мере увеличения температуры нагрева (рисунок 2).

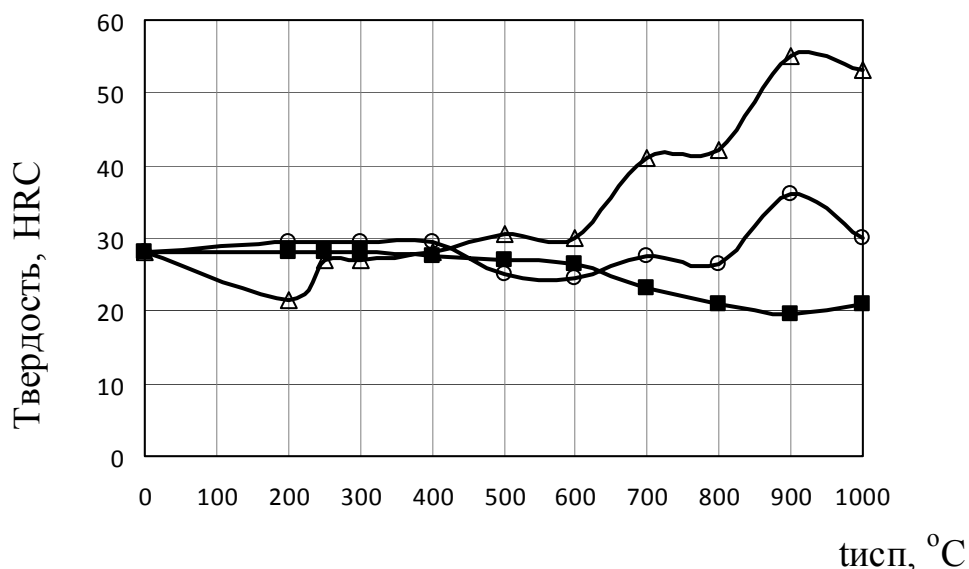


Рисунок 2 – Влияние нагрева и охлаждения на твердость чугуна с шаровидным графитом, выдержка 1 ч: -Δ- - охлаждение в воду; -○- - охлаждение на воздухе; -■- - охлаждение с печью

Влияние продолжительности выдержки при температуре 900 °С на твердость высокопрочного чугуна представлено на рисунке 3. Максимальная твердость достигается после выдержки в течение 1 ч, при дальнейшем увеличении времени выдержки твердость значительно падает.

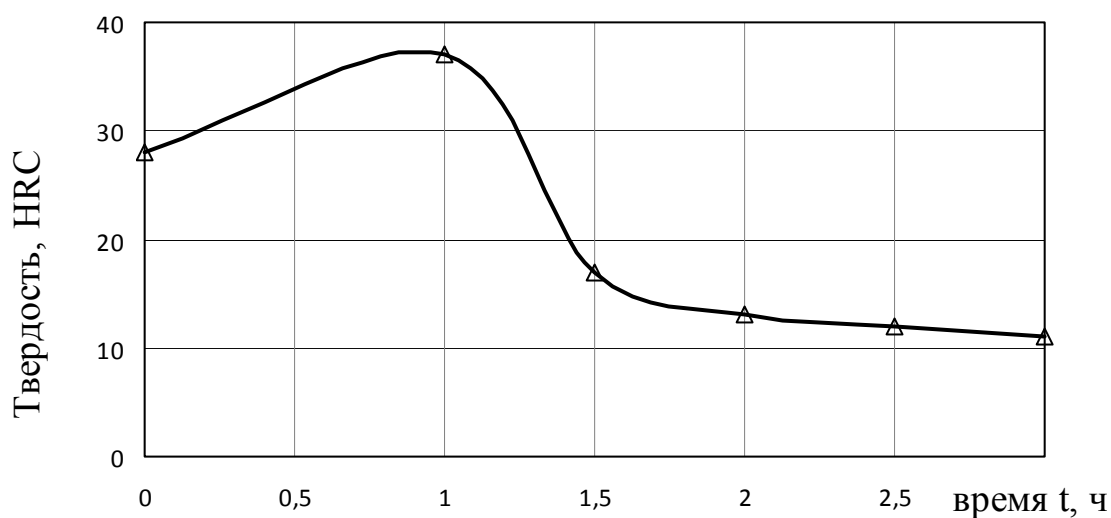


Рисунок 3 – Влияние продолжительности выдержки при $T = 900$ °С на твердость чугуна с шаровидным графитом, охлаждение на воздухе

Влияние нагрева и последующего охлаждения на плотность чугуна с шаровидным графитом показано на рисунке 4. При увеличении температуры нагрева происходит снижение плотности чугуна. Однако при нагреве и охлаждении в воду наблюдается несколько «пиков» при температуре 200, 400, 600, 900 °С на фоне общего снижения плотности.

При нагреве при 900 °С и охлаждении на воздухе наблюдается резкое

падение плотности при температуре испытания 900 °С. При охлаждении с печью в интервале температур 200 - 400 °С плотность слегка повышается, а затем монотонно падает.

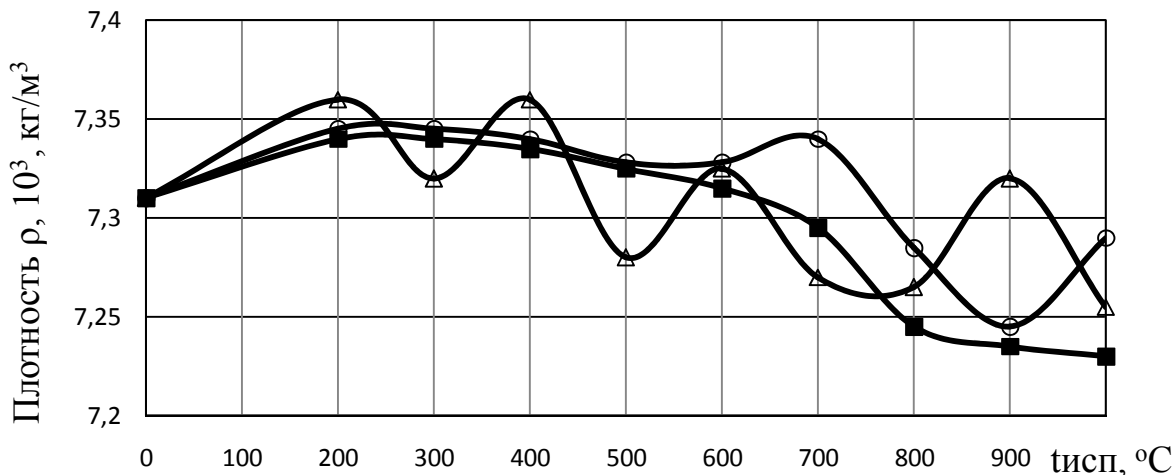


Рисунок 4 – Влияние нагрева при 900 °С и охлаждения на плотность в чугуна с шаровидным графитом, выдержка 1 ч: -Δ- - охлаждение в воду; -○- - охлаждение на воздухе; -■- - охлаждение с печью

Изменение объемной доли в зависимости от нагрева и охлаждения представлено на рисунке 5. Можно сказать, что общая тенденция - снижение объемной доли по мере увеличения температуры нагрева.

При нагреве и охлаждении с печью объемная доля постепенно уменьшается с увеличением температуры нагрева. При охлаждении в воду и на воздухе максимально снижение плотности наблюдается при температуре испытания 400 и 1000 °С.

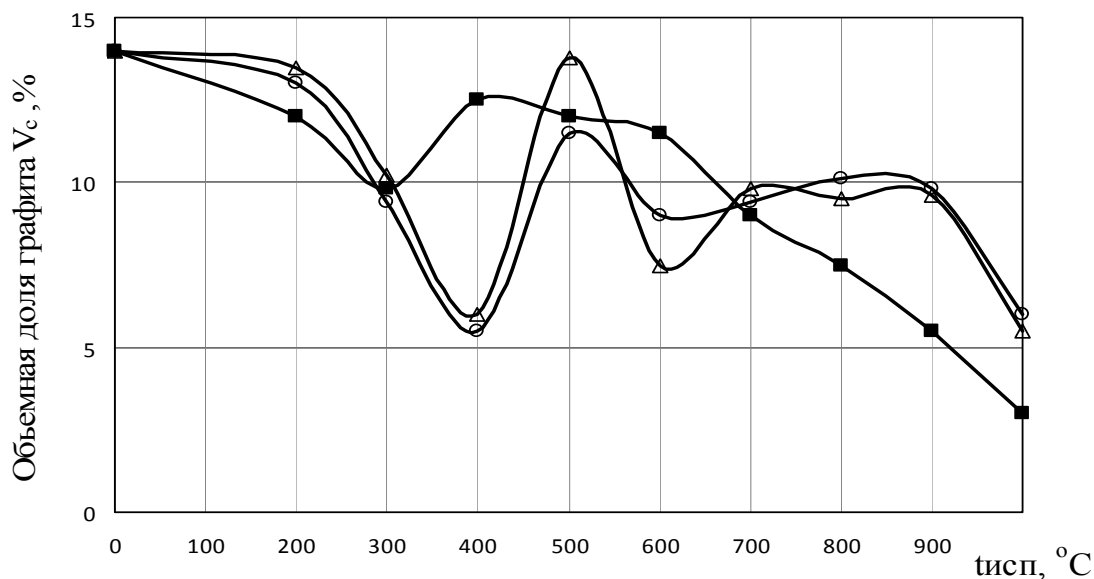


Рисунок 5 – Влияние нагрева и охлаждения на объемную долю графита в высокопрочном чугуна, выдержка 1 ч: -Δ- - охлаждение в воду; -○- - охлаждение на воздухе; -■- - охлаждение с печью

Библиографический список

1. Чугун. Справочник [Текст] / Под ред. А.Д. Шермана, А.А. Жукова. - М.: Металлургия, 1991. – 575 с.
2. Любченко А.П. Высокопрочные чугуны [Текст] / А.П. Любченко - М.: Металлургия, 1982. – 118с.

УДК 669.713

О ПЕРЕЖОГЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Подлужная А.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Среди алюминиевых сплавов особое внимание уделяется сплаву АМг6. При изготовлении из него полуфабрикатов при термической обработке, сварке и других операциях, предусматривающих нагрев, возможно развитие пережога, который отрицательно влияет на механические, технологические и эксплуатационные свойства [1].

Пережог металла возникает при более высоких температурах нагрева, чем перегрев, и является неустранимым видом брака. Явления пережога протекают в области околосолидусных температур, при которых возникает высоко-температурная хрупкость, характеризующаяся резким снижением прочностных и пластических свойств. При механическом воздействии, в том числе и деформации, разрушение происходит по границам аустенитных зерен [2].

В настоящей работе проанализированы особенности изменения микроструктуры сплава АМг6 после нагрева в интервале температур, обеспечивающих развитие пережога. Для этого использовали листовые заготовки и литые образцы, которые вырезали из специально приготовленных заготовок. Термическая обработка заключалась в нагреве при 500 °С и далее через 20 °С до оплавления с выдержкой при каждой температуре в течение 1 ч и последующем охлаждении в холодную воду. Приготовление сплавов, их микроскопический и фрактографический анализы проводили по методике, изложенной в работе [1].

Литые алюминиево-магниевые сплавы содержат частицы β-фазы, количество и размер которых увеличиваются с повышением содержания магния. Как правило, они расположены на границах зерен и в межосных пространствах.

При повышении температуры гомогенизации до 450 – 480 °С в двойных сплавах в местах β-фазы образуется микропористость и усиливается травимость границ зерен. Микропористость выявляется только после электрополирования и травления. Однако образование примесных

сегрегации приводит к увеличению доли межзеренного разрушения. При дальнейшем повышении температуры резко усиливается микропористость в зерне, а в местах ранее образовавшихся микропор появляются макропоры. Макропоры отчетливо наблюдали на механически полированных шлифах [3].

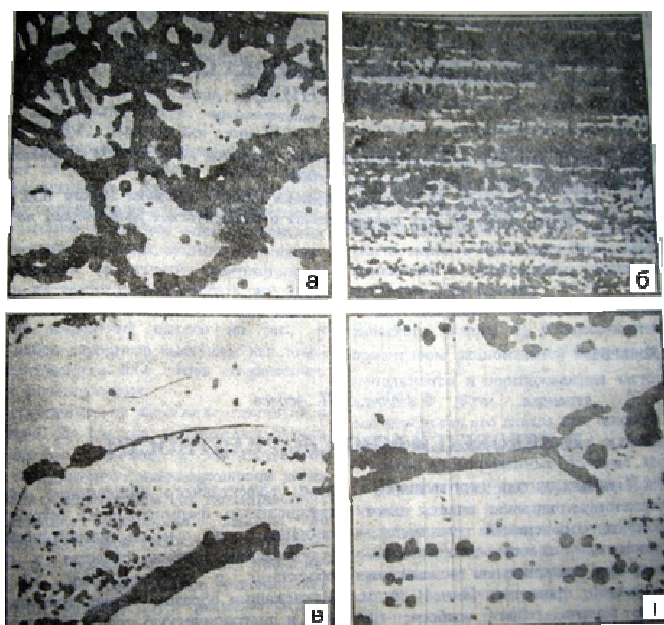


Рисунок 1 – Микроструктуры сплава АМг6: а - начальная стадия пережога; б и в - начальные стадии пережога, имеющие вид полосчатости; г - конечная стадия пережога [3]

Дальнейшее повышение температуры приводит к полному исчезновению неоднородной травимости и оплавлению границ зерен (рисунок 1а). Зарождение и распространение трещин в образцах с такой микроструктурой происходит по участкам оплавления [1].

Образование сегрегации по местам β -фазы и границам зерен следует считать начальной стадией пережога, а образование макропористости - конечной.

Повышение содержания магния и увеличение времени гомогенизации уменьшают температуру начала пережога. Однако характер изменения микроструктуры литых и гомогенизированных сплавов при пережоге одинаков. Соответственно с указанным изменением микроструктуры резко снижается прочность и пластичность литых и закаленных сплавов.

Изучение изломов и микроструктуры образцов в зоне разрушения показало, что на ранней стадии пережога происходит смешанное разрушение. Доля внутриверенного разрушения, характерного для гомогенизированных сплавов, уменьшается. Это обусловлено тем, что образующиеся сегрегации облегчают зарождение и распространение трещин по границам зерен. В этом случае в изломе на границах зерен наблюдали примесные скопления.

При образовании макропор на конечной стадии пережога разрушение еще больше облегчается. В изломе видны участки скола по оплавлениям на

границах, разделенные темным веществом неизвестного происхождения. При визуальном исследовании на поверхности изломов наблюдали «черноту».

Металлографическое исследование разрывных образцов с структурой раннего пережога позволило установить, что магистральная трещина распространяется только по границам зерен с малой пластической деформацией [3].

Процессы, протекающие при термической обработке алюминиевых сплавов, обычно рассматриваются как взаимодействие между алюминием и легирующими добавками. При этом не учитывается высокая газонасыщенность этих сплавов, рассмотренная, например, в работе, а следовательно, непосредственное участие таких элементов, как водород, азот, кислород, в указанных процессах. Из всех газов, содержащихся в алюминиевых сплавах, водороду, как правило, отводится ведущая роль [4].

При нагреве двойных сплавов без плотной окисной пленки водород диффундирует к границам зерен и блоков. Здесь в начале пережога образуется микропористость, а затем и макропористость [3].

С увеличением степени наводороживания оплавление усиливается по границам и уменьшается в зерне, и в большей мере развивается пористость.

По образованию пористости установлено, что на начальной стадии пережога водород перераспределяется внутри сплава, а на конечной — диффундирует к границам зерен, переходит в молекулярное состояние и частично выходит в атмосферу [4].

Анализ микроструктуры листовых заготовок из сплава АМгб позволил установить, что на ранней стадии пережога неоднородная травимость, имеющая вид полосчатости (рисунок 1 б, в), уменьшается пористость; разрушение в этом случае происходит по границам зерен. При оплавлении листов (конечная стадия пережога) полосчатость исчезает, наблюдаются оплавления по границам зерен (рисунок 1 г) и хрупкое разрушение по этим оплавлениям.

Таким образом, установлено, что развитие пережога сплава АМгб связано с уменьшением неоднородной травимости в литом и полосчатости в деформированном состояниях и образованием участков оплавления, по которым происходит хрупкое разрушение [1].

Выводы:

1. Пережог в Al – Mg – сплавах происходит в две стадии. На ранней стадии образуется микропористость в двойных сплавах, уменьшается неоднородность травимости и выявляются границы дендритных ячеек в более легированных сплавах. На конечной стадии появляется макропористость в двойных и оплавление в более легированных сплавах.

2. Термически обработанные сплавы сохраняют наследственность литой структуры. В двойных сплавах микро- и макропоры образуются по местам β -фазы. В более легированных - оплавление происходит в участках с повышенной травимостью.

3. По мере развития пережога характер разрушения изменяется от вязкого (у закаленных сплавов) до межкристаллитного на ранней стадии и смешанного (по оплавлениям) - на поздней стадии пережога.

Библиографический список

1. Афанасьев В. К. О некоторых особенностях пережога сплава АМгб [Текст] / В.К. Афанасьев, Н.В. Жилина, П.Б. Рудаева. // Изв. вуз. Черная металлургия,- 1996. № 4, с. 46.

2. Дефекты и качество рельсовой стали: Справ. изд. [Текст] / В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева и др. – М.: Теплотехник, 2006 – 218 с.

3. Афанасьев В.К. Изменение структуры и свойств сплавов системы Al-Mg при пережоге [Текст] / В.К. Афанасьев, Е.А. Акулов, В.Н. Борисов, Н.Б. Лаврова, Л.В. Перфилова. // МиТОМ,- 1976. № 7, с. 18.

4. Афанасьев В.К. Металлографическое исследование пережога силумина [Текст] / В.К. Афанасьев, С.А. Строганова, О.В. Рябцев. // МиТОМ,-1984. № 4, с. 62.

УДК 621.785.5:669.18

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОЛОКИ ИЗ ТЕРМОЦИКЛИРОВАННОЙ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ 10КП

Спирин А.С., Копытько А.А., Роголёв М.Н.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Как известно, наиболее распространенными проводниковыми материалами, используемыми на сегодняшний день, являются медь и алюминий ($\rho_{Cu} = 0,0172$ мкОм·м; $\rho_{Al} = 0,028$ мкОм·м; $\rho_{Fe} = 0,098$ мкОм·м). [1]

Медь является сравнительно дорогим и дефицитным материалом. Поэтому она как проводниковый материал все шире заменяется другими металлами в особенности алюминием.

Алюминий примерно в 3,5 раза легче меди, он обладает пониженными по сравнению с медью свойствами, как механическими, так и электрическими. При одинаковых сечениях и длине, электросопротивление алюминиевого провода больше, чем медного в 1,63 раза. [1]

В силу дороговизны основных проводниковых материалов, в настоящее время актуальной становится проблема разработки новых материалов с особыми электротехническими свойствами. Так в ряде случаев необходимо, наоборот, высокое сопротивление материала (нагревательные элементы, электрические сопротивления). Широко используемый сейчас

сплав нихром (X20H80) имеет высокую себестоимость. Поэтому требуются новые материалы, не уступающие по характеристикам нихрому, но которые будут значительно дешевле.

А так как сталь в промышленности имеет наибольшее применение, то придание ей наилучших качеств – первоочередная задача. В этом плане особый интерес представляют углеродистые стали. В настоящее время используют различные методы для упрочнения сталей: лазерное упрочнение, термообработка, термомагнитная обработка, различные покрытия.

Одним из способов, позволяющих улучшать свойства сталей, является термоциклическая деформация.

Используемым материалом исследования является сталь 10кп. Двенадцатитонный слиток из стали 10кп был изготовлен в литейном цехе ОАО «ЗСМК». При изготовлении слябов из двенадцатитонного слитка этой стали применялся метод дегазации с целью более глубокого выравнивания структуры путем термоциклической обработки и деформации. Слиток после нагрева до 1300 °С подвергся деформации на прессе усилием 2000 тонн в кузнечно-термическом цехе ОАО «ЗСМК». В результате были изготовлены заготовки для изготовления проволоки в условиях ОАО «Западно-Сибирского Metallургического Комбината».

Для термоциклической деформации использовались методическая печь и гидравлический пресс ковочный усилием 2000 тонн.

Один цикл обработки включает следующие операции:

1. Нагрев исходных заготовок до температуры 1300 °С ($\tau = 2$ ч);
2. Ковка ($\varepsilon = 6 - 8$ %);
3. Охлаждение до температуры 200 – 300 °С;
4. Количество циклов – 9 - 11.

Химический состав стали 10кп приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав опытной стали 10кп [1]

| Материал | Изделие | Содержание элементов, % мас. | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------|------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|
| | | Fe | C | Mn | Si | S | P | Ni | Cr | Cu | Al |
| ТЦК сталь 10кп | Проволока $d = 3$ мм | 99,086 | 0,07 | 0,50 | 0,23 | 0,012 | 0,016 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,006 |

Электросопротивление измеряли методом двойного моста Томпсона. [2]

Анализ экспериментальных данных показывает, что кипячение в H_2O (рисунок 1, а) в течение 5 часов приводит к падению удельного электросопротивления до $13,286 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Увеличение времени кипячения приводит к тому, что сопротивление повышается и достигает максимального своего значения при 10 часах – $13,463 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Минимум удельного электросопротивления получен при кипячении образцов в H_2O в течение 15 часов и составляет $\rho = 13,253 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

При кипячении в 3%-ном водном растворе H_2O_2 (рисунок 1, б) в течение

Удельное электросопротивление $\rho \cdot 10^{-8}$ Ом·м

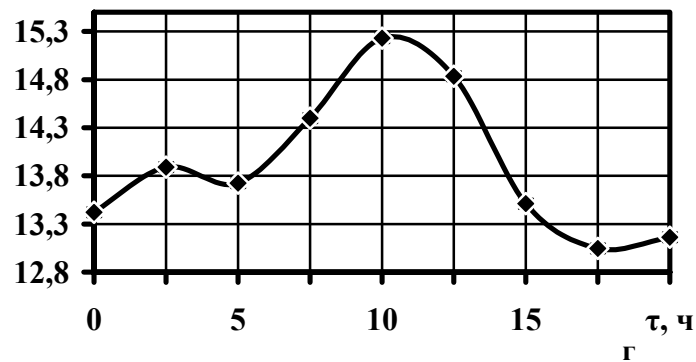
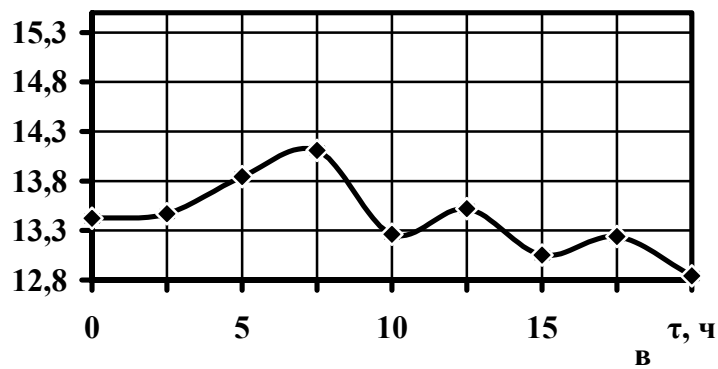
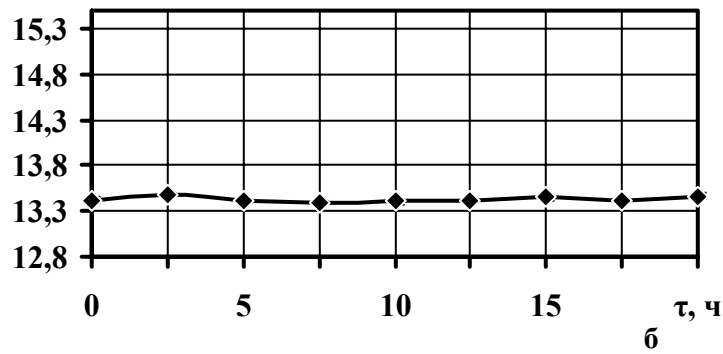
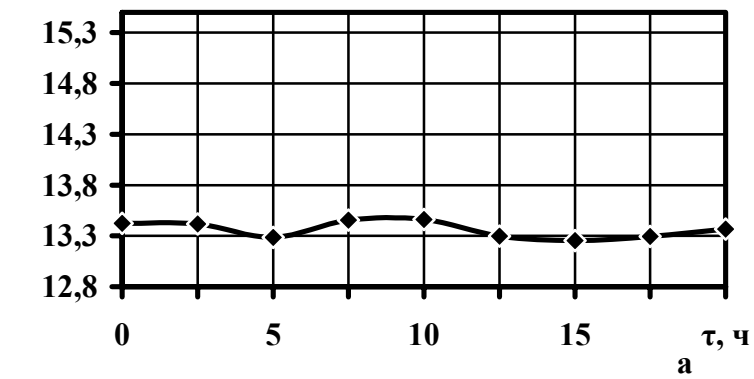


Рисунок 1 – Влияние среды и времени кипячения на удельное электросопротивление стали 10 кп: б – в 3%-ном водном растворе H_2O_2 ; в – в 5%-ном водном растворе CH_3COOH ; г – в 15%-ном водном растворе CH_3COOH .

всего времени испытания, удельное электросопротивление практически не меняется. Минимум удельного электросопротивления достигнуто при времени нагрева 7,5 часов – $\rho = 13,390 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

При кипячении в 5%-ном водном растворе CH_3COOH (рисунок 1, в), от 0 до 7,5 часов, электросопротивление возрастает. При этом наблюдается максимум удельного электросопротивления - $14,110 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

При дальнейшем увеличении времени кипячения наблюдается общая тенденция к снижению удельного электросопротивления, но в интервалах с 10 до 12,5 и с 15 до 17,5 часов происходит некоторое повышение электросопротивления. Эксперимент установил, что минимум электросопротивления достигается при максимальном времени кипячения в течение 20 часов и составляет $12,841 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Кипячение в 15%-ном водном растворе CH_3COOH (рисунок 1, г) в течение 10 часов приводит к тому, что удельное электросопротивление повышается до максимума, равного $15,232 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Дальнейшее увеличение времени кипячения приводит к снижению электросопротивления. Минимальное значение электросопротивления получено при кипячении в течение 17,5 часов. В данном случае, удельное электросопротивление упало до $13,045 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Анализируя результаты проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Подвергая сталь 10кп химико-термической обработке, можно изменять удельное электросопротивление как в сторону его увеличения, так и в сторону снижения.

2. Установлено, что наиболее оптимальным режимом для снижения удельного электросопротивления, является кипячение в 5 %-ном водном растворе CH_3COOH в течение 20 часов, так как после данной химико-термической обработки происходит максимальное снижение удельного электросопротивления, составляющее 4,3% по сравнению с исходным значением.

3. Кипячение в 15%-ном водном растворе CH_3COOH течение 10 часов позволяет максимально повысить удельное электросопротивление термоциклированной стали, при этом прирост электросопротивления составляет 13,5 %.

Библиографический список

1. Электротехнические материалы: справочник в 3-х т. Т.1. Общие вопросы [текст] / В.Г. Герасимов [и др.]. – 7-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 488 с.

2. Львов В.С. Методическое указание к лабораторной работе «Определение зависимости удельного электросопротивления стали от температуры отпуска методом двойного моста Томсона» по курсу «Физические и механические свойства металлов» [текст] / В.С. Львов. - Лаборатория СМИ: Новокузнецк, 1976. – 8 с.

3. Лившиц Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов [текст] / Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий. - М.: Металлургия, 1980. – 320 с.

О ПРИМЕНЕНИИ ЛЕГИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНВАРОВ

Чевозёрова А.К.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

По мере совершенствования приборов и роста требований к их точности и эксплуатационной надежности во многих случаях лимитирующим фактором становится коэффициент линейного расширения. В связи с этим одной из важных проблем современной металлургии является создание сплавов с особыми тепловыми свойствами, в частности, сплавов, обладающих минимальными значениями теплового коэффициента линейного расширения.

Первый сплав с низким коэффициентом линейного расширения (КЛР) был разработан в конце XIX века французским исследователем Ш. Гильомом. Он содержал, наряду с железной основой, 36 % никеля и имел аномально низкие значения КЛР ($\alpha=1,0 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹) в интервале температур от -196 до 100 °С. Этот сплав был назван инваром. [1, С. 5]

Большинство сплавов с минимальным КЛР создано на основе системы железо – никель с содержанием никеля 30 - 40 %. Наиболее распространенные сплавы типа инвар следующие: суперинвар, платинит и ковар. Химический состав, физические и механические свойства приведены соответственно в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав, % (остальное - железо), нормируемые значения ТКЛР (ГОСТ 10994-74) [4, С. 78]

| Марка сплава | Содержание элементов, % | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-----------|------|---------|-----------|----------|---------|
| | Ni | C | Si | Mn | Co | Cr | Cu |
| 36Н | 35,0-37,0 | 0,05 | 0,03 | 0,3-0,6 | - | 0,15 | - |
| 36Н-ВИ | 35,5-37,0 | 0,03 | 0,3 | 0,4 | - | - | - |
| 32НКД | 31,5-33,0 | 0,05 | 0,2 | 0,4 | 3,3-4,2 | - | 0,6-0,8 |
| 36НГТ* ¹ | 35,0-37,0 | 0,08-0,15 | 0,35 | 2,5-3,5 | - | - | - |
| 36НГ6 | 35,0-37,0 | 0,06-0,10 | 0,25 | 6,0-7,0 | - | - | - |
| 39Н | 38,0-40,0 | 0,05 | 0,30 | 0,3-0,6 | - | - | 0,20 |
| 35НКТ* ² | 34,0-35,0 | 0,05 | 0,5 | 0,2-0,4 | 5,0-6,0 | - | 0,2-0,4 |
| 54К9Х | - | - | - | - | 53,5-54,5 | 8,85-9,1 | - |
| 30НПд* ³ | 29,0-31,0 | - | - | - | - | - | - |

Примечание. Сера и фосфор – не более 0,02%, железо – остальное.
*¹ 0,8 – 1,2% Ti, *² 2,2 – 2,8 Ti, *³ 6,0 – 10,0 Pd.

Таблица 2 – Физические и механические свойства сплавов инварного типа [2, С. 216, 217]

| Сплав | ρ , (Ом·мм ²)/м | λ , кал/(см с °С) | $\theta_{С}$, °С | V_s , Гс | H_c , Э | E | | δ , % |
|-------|-------------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------|--------------|-----|-----------|--------------|
| | | | | | | ГПа | МПа | |
| 36Н | 0,80 | 0,03 | 230 | 8700 | 0,16 | 150 | 440-480 | 35-40 |
| 32НКД | 0,78 | 0,032 | 220 | 10600 | 0,16 | 144 | 440-480 | 38-45 |
| 35НКТ | 0,85 | 0,033 | 210 | 5900 | 0,19 | 164 | 1150-1200 | 8-10 |
| 28НК | 0,50 | 0,040 | 440 | 13500 | 0,93 | 145 | 480-600 | >23 |
| 30НКД | 0,50 | 0,049 | 400 | 13600 | 0,9 | 140 | 480-600 | >23 |
| 38НКД | 0,50 | 0,045 | 405 | 13000 | 0,42 | 150 | 450-550 | >23 |
| 47НД | 0,45 | 0,045 | 550 | 13000 | 0,28 | 150 | 450-550 | >23 |
| 47НХР | 0,90 | 0,043 | 350 | 7000 | 0,38 | 140 | 450-550 | 20-25 |
| 47НХ | 0,40 | 0,048 | 410 | 13000 | 0,29 | 140 | 450-550 | 20-25 |
| 34НК | 0,50 | 0,048 | 390 | - | - | 145 | 480-600 | 20-25 |
| 42Н | 0,58 | - | - | - | - | 142 | 450-550 | - |

Сплавы инварного класса традиционно легируют кобальтом, хромом, молибденом, медью и марганцем, однако их введение в инвар даже в небольших количествах приводит к повышению КЛР (рисунок 1). [2, С. 212] На рисунке 2 показаны значения КЛР сплавов типа инвар при различных температурах.

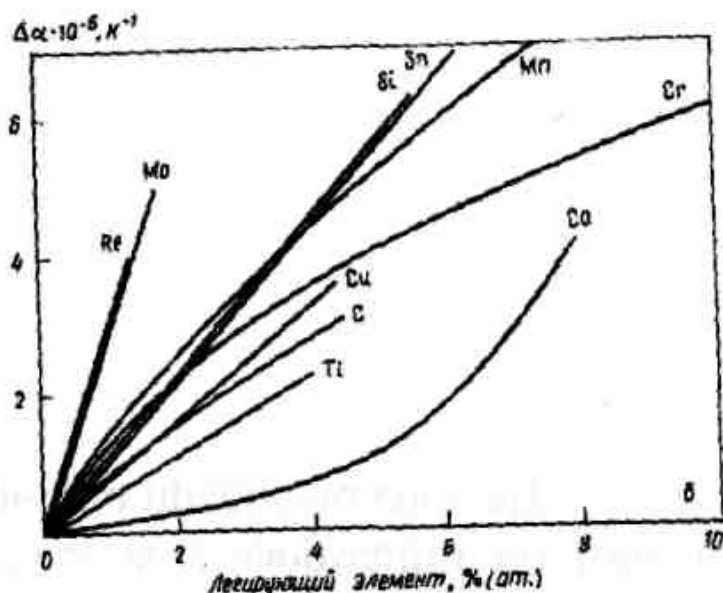


Рисунок 1 – Зависимость прироста КЛР для сплавов инварного состава при введении легирующей добавки, % [2, С. 217]

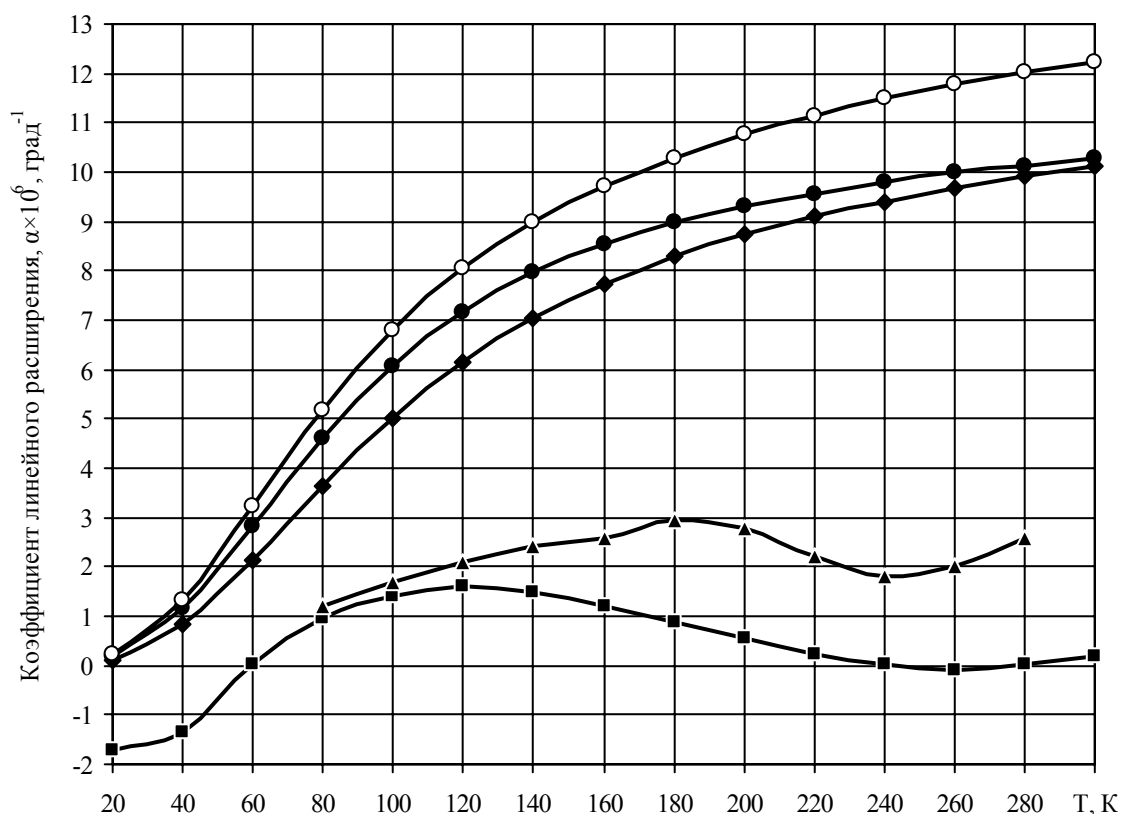


Рисунок 2 – Коэффициент линейного расширения сплавов инварного класса: -■- Fe – 36 % Ni, -▲- Fe – 42 % Ni, -◆- Fe – 29 % Ni, -●- Fe – 50 % Ni, -○- Fe – 79 % Ni [3, С. 56]

В настоящее время разработка сплавов с низким коэффициентом линейного расширения ведется путем легирования всеми доступными элементами с целью получения оптимального сочетания тепловых и технологических свойств. Так, разработан сплав на основе Fe - Ni с низким коэффициентом линейного расширения, содержащий такие легирующие элементы как Al, Cu, Mo, W, V, Nb, Ta, Ti, Zr и Hf < 10 %. Такой сплав имеет после отжига $\sigma_B = 750$ МПа, $\sigma_{0,2} = 430$ МПа, $\alpha = 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ в интервале 30 - 100 °С. [3]

На данный момент разработан высокопрочный сплав системы Fe - Ni - Co с низким коэффициентом линейного расширения, обладающий высокими значениями твердости, предела прочности на растяжение, сопротивления деформации, гибкости. [3]

Применение такого легирования дает свои результаты. Современные инвары могут иметь прочность, которая по своей величине не будет уступать прочности конструкционных сталей.

Существуют инварные сплавы, легированные азотом, такие как Fe – Ni – N, Fe – Ni – Cr – N. Исследования показали, что углерод (содержание C в сплаве < 2 %) увеличивает КЛР в интервале 373 - 500 К. Повышение наблюдается для сплавов Fe – 34 – 40 % Ni. Для сплавов Fe – 27 – 30 % Ni КЛР снижается в интервале 450 - 750 К при содержании углерода до 3,42 %.

[6, С. 24 - 26]

Таким образом, легирование проводится всеми элементами периодической системы. Одной из новейших разработок являются сплавы Fe - Pt, Fe - Pd с низким КЛР, содержащие соответственно 25 и 31 % драгоценных платины и палладия.

Однако традиционное легирование имеет ряд существенных недостатков, таких как удорожание готовой продукции и сложная технологическая обработка.

Альтернативой традиционному легированию является легирование элементами внедрения, которое может осуществляться различными способами, в том числе и путем термической и химико-термической обработки.

Как правило, термическая и химико-термическая обработка инваров проводятся для улучшения их механических характеристик, как и деформация. Однако для снижения КЛР она, в большинстве случаев, не применяется.

В связи с этим возникает необходимость замены дорогостоящих и нетехнологичных сплавов системы Fe - Ni более доступными материалами, такими как железо, сталь, чугун.

На кафедре Физики металлов и новых материалов ведутся работы в более перспективном направлении, т.е. легирование элементами внедрения.

Библиографический список

1. Афанасьев В.К. Инвары : учеб. пособие / В.К. Афанасьев, М.В. Попова, С.А. Гладышев [и др.] ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2006. – 126 с.
2. Прецизионные сплавы : справочник / под ред. д.т.н. проф. Б.В. Молотилова. - 2-е изд. – М. : Metallurgia, 1983. – 439 с.
3. Scott J. High strength low thermal expansion alloy : Пат. 5688471 США, МПК C22C38/08 // Inco Alloys International, Inc. - № 696487 ; заявл. 14.08.96 ; опубл. 18.11.97. – Реф.: Высокопрочный сплав с низким термическим расширением // Metallurgia : РЖ / ВИНТИ. – 1999. - 7И257П.
4. Справочник по машиностроительным материалам. В 4 т. Т.1. Сталь / под ред. Г.И. Погодина-Алексеева. – Москва, 1959. – С. 792 - 802.
5. Надутов В.М. Влияние углерода на термическое расширение (ГЦК) Fe-Ni-сплавов / В.М. Надутов, Е.О. Свистунов // Metallofiz. i nov. tehnol. - 2002. - № 12. - С. 1639-1649.
6. Новикова С.И. Тепловое расширение твердых тел / С.И. Новикова. - М. : Наука, 1974.- 424 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ САМОЛЕТОВ В УСЛОВИЯХ ОАО «ИРКУТСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ЗАВОД-ФИЛИАЛ»

Кокорев С.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Корочкин А.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Элементы конструкции самолета должны обладать высокой прочностью, так как они подвержены воздействию больших нагрузок при полете, посадке и движении самолета по земле. В то время как форма стационарных наземных сооружений, например зданий или мостов, может быть определена конструктором из соображений прочности и экономичности, конструкция самолета должна, кроме того, удовлетворять ряду жестких дополнительных требований, в частности аэродинамических.

Второй характерной особенностью авиационно-космических конструкций является стремление снизить их вес до минимально возможного. По этой причине проектирование и расчет авиационно-космических конструкций проводят с такой точностью, что допускается только тот вес, который совершенно необходим для прочности. Столь малый вес конструкции может быть достигнут только в результате использования тонких и удлинённых конструктивных элементов из высокопрочных материалов.

Одним из таких элементов конструкции является ушной болт, крепящий двигатель к мотогондole, рисунок 1.

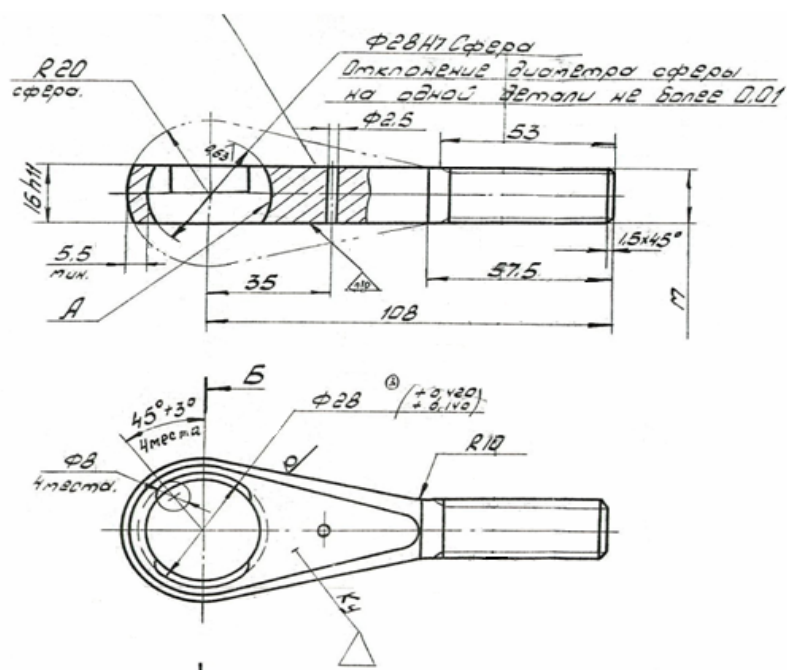


Рисунок 1 – Эскиз детали «ушной болт» ОСТ 1 14636-88

Ушные болты работают при температуре 600°C и в процессе эксплуатации могут подвергаться разрыву перемычки резьбы, смятию контактной поверхности, ползучести.

Предел длительной прочности при 600 °C $\sigma_{100} = 250$ МПа, при 100-часовом нагружении.

Для изготовления болтов были предложены жаропрочные аустенитные стали с интерметаллидным упрочнением: X12H22T3MP (ЭП33 или ЭИ696М) и X12H20T3P (ЭИ696), химический состав приведен в таблице.

Таблица – Химический состав стали ЭИ696 (X12H22T3MP) и ЭИ696 (X12H20T3P), %

| Марка стали | C | Cr | Ni | Ti | Mo | Fe | Si | Mn | Al | B | S | P |
|-------------|------|---------|-------|---------|---------|--------|----------|-----|-----|-------|-------|-------|
| | | | | | | | Не более | | | | | |
| ЭП33 | ≤0,1 | 10-12 | 21-25 | 2,6-3,2 | 1,0-1,6 | основа | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,002 | 0,010 | 0,020 |
| ЭИ696 | ≤0,1 | 10-12,5 | 18-21 | 2,6-3,2 | - | основа | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,002 | 0,02 | 0,035 |

Сталь выбирается исходя из требований к механическим характеристикам при различных температурах работы термически обработанной детали.

При рассмотрении влияния легирующих элементов на жаропрочные стали наиболее эффективным упрочнителем является титан, который при благоприятных температурных условиях, взаимодействуя с никелем, образует γ' -фазу, что сильно повышает твердость и прочностные свойства стали. Интерметаллидная фаза по химическому составу точно отвечает формуле Ni₃Ti. Сопоставление данных по измерению твердости в процессе старения и фазового анализа (рисунок 2) показывает, что упрочнение стали ЭП33 происходит в результате образования интерметаллидной γ' -фазы типа β -Ni₃Ti с небольшим количеством железа. С образованием γ' -фазы при старении связано упрочнение хромоникелевой стали типа 10-25 с 2,5% Ti и изменение других характеристик, что показано на рисунке 3.

Максимальная твердость и количество γ' -фазы после 100-час. старения почти совпадают и относятся к температуре старения 750-775°C. При более высоких температурах твердость и количество γ' -фазы в интерметаллидном осадке уменьшаются, что связано с коагуляцией и растворением γ' -фазы. При 875°C γ' -фаза полностью растворяется в γ -твердом растворе. Кроме основной упрочняющей γ' -фазы в хромоникелевых сложнолегированных сталях встречается фаза Fe₂Ti. Рентгеноструктурным анализом осадков, выделенных в специальном электролите, установлено что наряду с метастабильной γ' -фазой в хромоникельтитанистых сталях выделяется другая интерметаллидная фаза (Fe, Ni)₂Ti на основе интерметаллида Fe₂Ti. Эта фаза выделяется в виде крупных скоагулированных частиц, содержит большое количество Ti и не растворяет Cr. Образование этой фазы сопровождается резким падением твердости, т.е. разупрочнением стали.

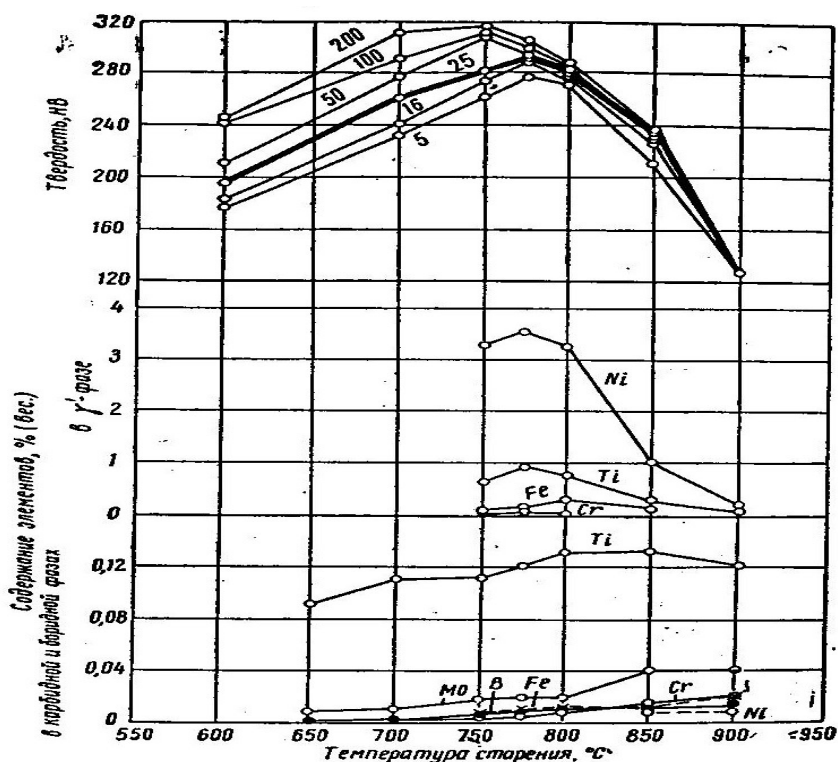


Рисунок 2 – Влияние температуры старения на изменение твердости и содержание элементов в γ карбидной и боридной фазах стали ЭП33

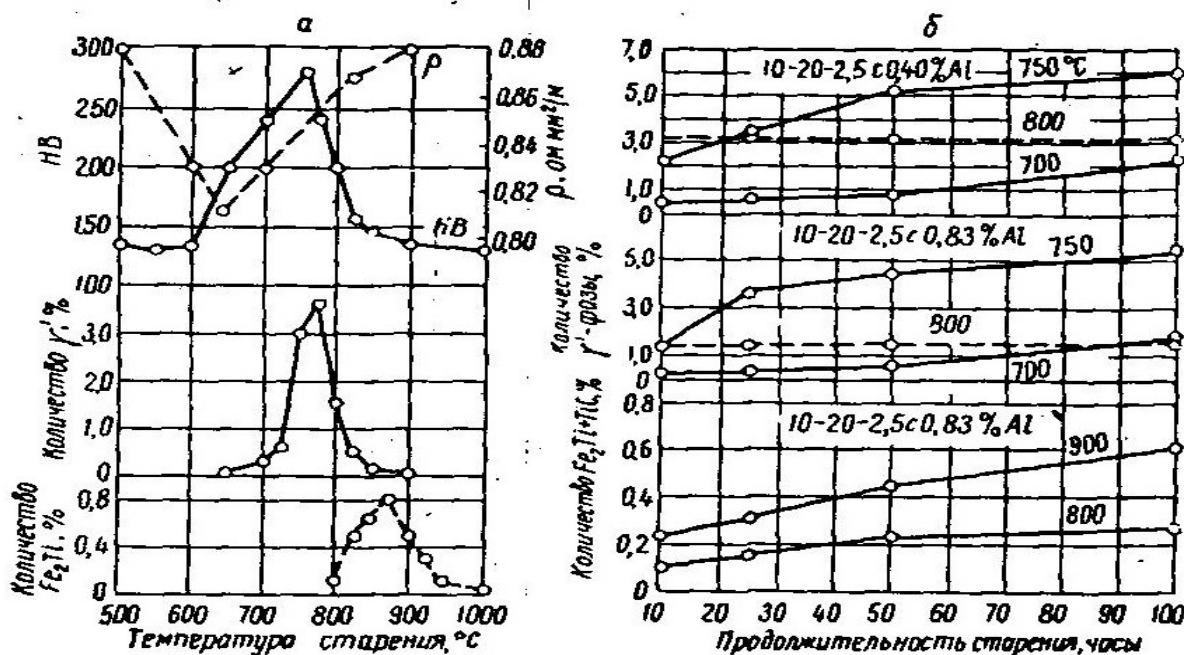


Рисунок 3 – Изменение фазового состава и свойств стали 10-23-2,5 Ti с 0,008% В при старении: а – 16 час.; б – 700-900 °С

Введение молибдена в хромоникелевые стали с титаном или титаном и алюминием улучшает жаропрочность сложнолегированных сталей. Его добавка повышает температуру рекристаллизации твердого раствора, меняет

распределение фаз в твердом растворе, а также, входя в состав этих фаз, повышает их термическую стойкость. Таким, образом, добавка молибдена увеличивает не только длительную прочность сложнолегированной стали, но и пластичность. Чрезмерная присадка молибдена (6%) оказывает отрицательное влияние, несколько понижая время до разрушения.

Таким образом, легирование молибденом (1,6%) в стали ЭПЗЗ оказывает значительное влияние на длительную прочность и пластичность, в отличие от стали ЭИ696, в которой молибдена нет, что является положительным фактором при выборе марки стали.

Также существенным отличием стали ЭПЗЗ от ЭИ696 является наличие боридной фазы, в состав которой входят молибден и хром $(Mo, Cr)_5B_4$. Бор оказывает положительное влияние на длительную прочность, что хорошо видно из рисунка 4.

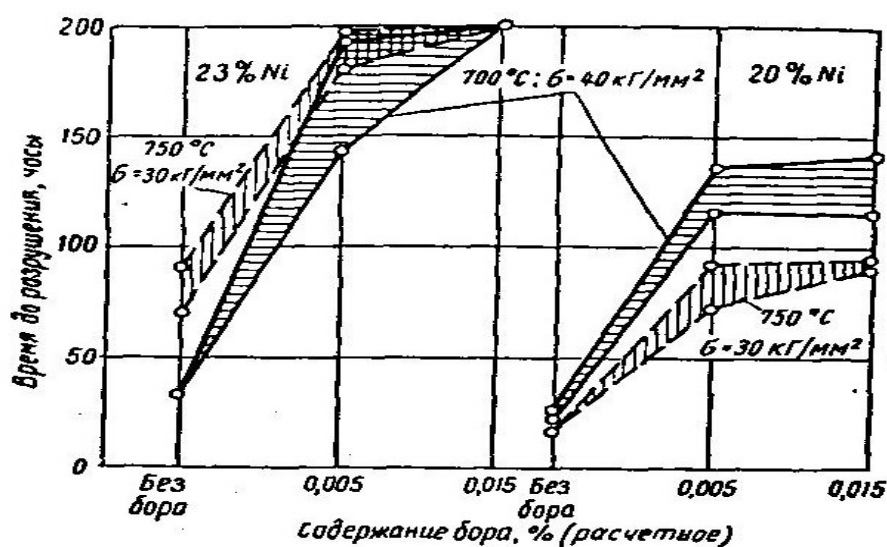


Рисунок 4 – Влияние бора на длительную прочность стали ЭПЗЗ с никелем при различных температурах испытаний. Термическая обработка: закалка с 1170 °C + старение при 780 °C 16 час

Упрочнение стали наблюдающееся при старении в интервале 600-700°C, связано с процессами упорядочения, происходящими в пределах твердого раствора. Упорядочению границ зерен способствует выделение боридной фазы, что затрудняет зернограничную диффузию. Боридная фаза, судя по содержанию в ней молибдена и хрома, участвует в процессах старения. Также бор является сильным раскислителем, поэтому при его присутствии уменьшается содержание газов и неметаллических включений в стали.

В результате анализа приведенных данных, а также заводской технологии термической обработки жаропрочных сталей было выявлено, что наилучшим материалом для изготовления таких деталей как элемент крепежа двигателя самолета является сталь ЭПЗЗ. Именно эта сталь после упрочняющей термической обработки гарантирует полный комплекс механических и технологических свойств, обеспечивающих длительный

срок эксплуатации деталей.

В качестве упрочняющей термической обработки деталей предложена закалка без полиморфного превращения после механической обработки и двойное старение.

Старение жаропрочных сталей обеспечивает: достаточную жаропрочность стали для работы в заданных условиях; достаточное интерметаллидное упрочнение стали, что обеспечивает высокое сопротивление ползучести и смятию.

Для старения деталей типа «ушной болт» из стали ЭП33 было рекомендовано использовать вакуумная печь УВН 1500 мощностью 600 кВт с максимальной рабочей температурой 900^oC, при этом одной из главных задач являлось максимальная механизация и автоматизация производственных процессов с целью их интенсификации и снижения доли ручного труда.

Новый подход к проектированию установки «УВН 1500» предусматривал существенные изменения в конструкции установки, вакуумной системе, системе охлаждения и АСУ ТП, что позволило существенно расширить технологические возможности, повысить технический уровень и надёжность.

Система управления (СУ) установки «УВН 1500» построена на базе промышленного компьютера (верхний уровень) и программируемого логического контроллера (ПЛК) Direct Logic компании PCL Direct by Coyo Inc (нижний уровень).

Система управления обеспечивает работу установки в нескольких режимах: «Наладка», «Ручное управление», «Программирование», «Автоматический».

В режиме «Наладка» управление механизмами установки осуществляется от мнемопанели пульта оператора. Режим реализован аппаратно, без контроллера, используется только при пуско-наладочных, ремонтно-профилактических работах и внештатных ситуациях.

Режим «Ручное управление» реализован на базе контроллера и обеспечивает безопасную эксплуатацию установки с соблюдением всех блокировок. Режим обеспечивает завершение автоматизированного цикла в случае его сбоя.

Режим «Программирование» обеспечивает просмотр, ввод и редактирование программ нагрева с любым количеством участков в графическом и цифровом виде. Оператор имеет возможность визуального контроля управляющей программы. Хранение программ организовано на жёстком диске промышленного компьютера.

Автоматический режим реализует рабочий цикл термической обработки при условии ввода оператором паспортных данных на изделия. СУ интегрирует весь поток информации: организацию интерфейса с оператором и технологом (терминальная задача); последовательно-параллельное управление механизмами вакуумной системы (логическая

задача); программное управление процессом нагрева (технологическая задача), идентификацию состояния технологической системы (диагностическая задача), документирование технологического процесса (архивная задача), математическое моделирование технологического процесса (задача оптимизации), диспетчеризацию приведённых выше задач (системная задача).

Программное обеспечение ПЛК обеспечивает многоконтурное регулирование температуры с любым количеством участков управляющей программы по ПИД - закону, расширенный диапазон изменения скорости нагрева и охлаждения от 25 до 200 градусов в час, адаптивное управление нарастанием температуры с организацией обратной связи по давлению - остановка нагрева до набора рабочего вакуума.

Алгоритм управления процессом вакуумного старения, учитывающий обратные связи по давлению и температуре в рабочей камере, минимизирует нестабильность процесса, обеспечивает существенное уменьшение потребляемой мощности и экономию электроэнергии.

Для повышения производительности труда были предложены различные средства механизации и автоматизации процесса термической обработки изделий.

Терминальная задача в составе системы управления термической установки во многом определяет функциональные возможности и удобство управления. К верхнему порту процессорного модуля подключена сенсорная панель EZTouch, программное обеспечение которой обеспечивает многооконный интерфейс оператора. Цветной графический многооконный интерфейс оператора реализован средствами языка Visual Basic 6 и работает под управлением операционной системы Windows 2000. Для визуального наблюдения за состоянием механизмов вакуумной схемы и значениями контролируемых параметров используется мнемосхема установки, на которой отображается динамика процесса старения. Программное обеспечение верхнего уровня, разработанное средствами языка Visual Basic 6 в среде операционной системы Windows 2000, обеспечивает:

- симуляцию работы установки в автоматизированном режиме;
- симуляцию процесса вакуумной откачки на базе математической модели;
- формирование архивного и аварийного файлов, файла событий;
- обработку информации технологических параметров и состояния элементов технологической системы;
- советчик оператора;
- коррекцию настроек регуляторов температуры;
- диагностику достоверности текущих значений температуры и вакуума;
- регистрацию и хранение параметров технологического процесса с привязкой к конкретному изделию и реальному времени;
- конвертирование сформированной базы данных в формат таблицы

Excel;

- вывод на принтер паспорта на проведенный процесс;
- применение алгоритмов нечёткой логики при формализации операций управления элементами вакуумной системы, позволяющее имитировать действия опытного оператора при возникновении нештатных ситуаций;
- автоматическое измерение натекания рабочей камеры;
- контроль событий, ошибок и аварийных ситуаций с записью на электронный носитель с функциями «чёрного» ящика.

Исходя из сказанного выше, можно сделать вывод, что в результате разработанных мероприятий термическая обработка изделий типа «ушной болт» полностью автоматизирована.

УДК 622.6

АНАЛИЗ ФАЗОВОЙ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ГРАФИТ – АЛМАЗ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ

Гвоздева М., Громова К.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В основе промышленного производства синтетических алмазов лежат способы, основанные на полиморфном превращении графита в алмаз, осуществляемые в области термодинамической стабильности алмаза, т. е. при воздействии на исходный материал соответствующего высокого статического давления и температуры в присутствии катализаторов. Цель данной работы – рассмотреть известные варианты фазовых диаграмм графит – алмаз, проследить их совершенствование, выявить новые подходы и технологические прогнозы.

Синтезом алмазов занимались многие ученые. Ведущая роль принадлежит советскому физику О.И. Лейпунскому, который в 1938 г. провел теоретический анализ условий образования алмаза из графита и определил области стабильного существования алмаза. Он впервые доказал необходимость сочетания условий термодинамической устойчивости алмаза с кинетическими условиями его синтеза и наличием определенной среды. Таким образом, были получены необходимые условия проведения кристаллизации [1]. О.И. Лейпунский опубликовал точные параметры, при которых графит должен превращаться в алмаз: $5,5 \cdot 10^9$ Па и 1750 К. В результате им была получена диаграмма состояния алмаз – графит, которая явилась основой для научного решения проблемы синтеза синтетических алмазов. Диаграмма представляет собой зависимость давления от температуры, кривые на которой показывают, что для превращения графита

в алмаз нужно давление, при котором алмаз является более устойчивой фазой, чем графит, и температура, при которой возможны перестройки в кристаллической решетке графита и переход его в алмаз [1].

Ф. Банди и Р. Уэнторф продолжили изучение этой диаграммы [2]. В современном виде диаграмма состояния углерода впервые была предложена именно ими (рисунок 1). Ф. Банди и Р. Уэнторф использовали усовершенствованное оборудование, благодаря чему им удалось уточнить термобарические характеристики процесса синтеза алмазов. Они проводили опыты по синтезу алмаза из графита в присутствии различных расплавленных металлов-катализаторов. Их использование позволяет выращивать алмазы в условиях, близких к равновесным.

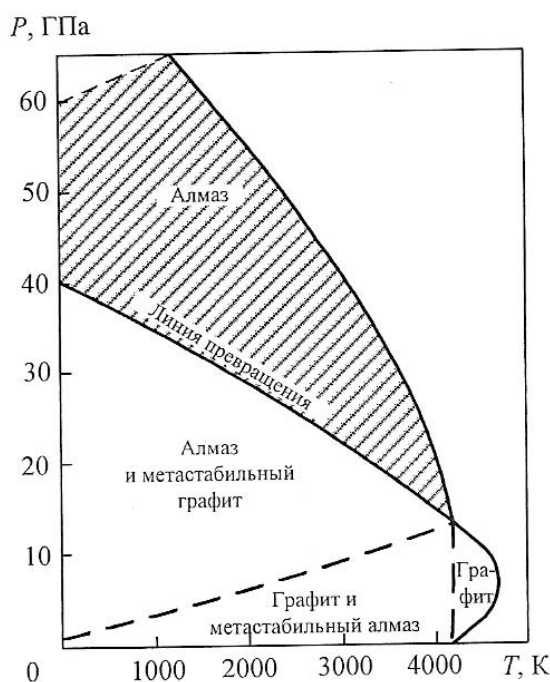


Рисунок 1 – Фазовая диаграмма состояния графит – алмаз
Ф. Банди и Р. Уэнторфа

Работы авторов, приведенные выше, не учитывали размер кристаллов контактирующих фаз. Однако в случае кристаллов малых размеров условия фазового равновесия могут существенно отличаться. Д.В. Федосеев и Э.Ф. Чайковский построили диаграмму состояния углерода в координатах $P - T - r$ (рисунок 2). Наряду с температурой и давлением авторы ввели еще два параметра: размер кристаллита r и эксцентриситет e . Параметр r представляет собой размер кристаллов контактирующих фаз; e рассчитывается как $e = H / 2r$, где H — высота цилиндра. Учет этих параметров свидетельствует об изменении условий фазового равновесия [2].

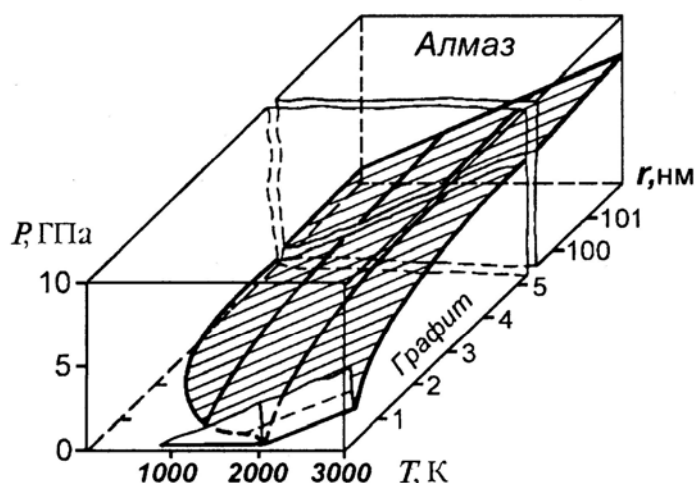


Рисунок 2 – Фазовая диаграмма состояния графит – алмаз
Д.В. Федосеева и Э.Ф. Чайковского

Особенности рассмотренных вариантов диаграммы фазового равновесия графит – алмаз отражены в таблице 1. Подтвержденная Д.В. Федосеевым и Э.Ф. Чайковским зависимость параметров равновесия графит – алмаз от размера частиц открывает большие возможности для реализации нанотехнологий в производстве сверхтвердых материалов.

Таблица 1 – Сравнение известных вариантов диаграмм фазового состояния углерода

| Авторы | Достижения | Инновационный результат | Параметры синтеза алмаза |
|---------------------------------|--|---|---|
| О.И. Лейпунский | Впервые прогнозированы необходимые условия проведения кристаллизации | Вычислив значения температуры плавления графита в зависимости от давления, построил фазовую диаграмму состояния углерода | $T=1750\text{ К}$ $P=5,5 \cdot 10^9\text{ Па}$ |
| Ф.Банди и Р.Уэнторф | Для экспериментов применялись камеры высокого давления; уточнены равновесные параметры | Проводили синтез в присутствии расплавленных металлов-кристаллизаторов превращения углерода в алмаз | Уточнены значения параметров P и T |
| Д.В. Федосеев и Э.Ф. Чайковский | Впервые учли влияние размера частиц углеродного материала на положение линий равновесия графит-алмаз | При $r \leq 10$ нм поверхность фазовых равновесий отклоняется в сторону малых давлений, а при $r = 1$ нм алмаз стабилен и при атмосферном давлении до температур $T \leq 2000\text{ К}$ | Учтены новые параметры: эксцентриситет e и радиус частицы r |

Есть несколько наноструктурных объектов, такие как

субмикророшки, особо тонкие нанорошки, наночастицы углерода, которые используются в процессе синтеза алмазов в виде добавок - кристаллизаторов. Метод синтеза с заменой металла - кристаллизатора на наноматериал интересен тем, что позволяет получать композиционные материалы с различными (управляемыми) размерами сверхтвердой компоненты, а также возможностью получения целого ряда новых перспективных материалов [3].

Библиографический список

1. Галевский Г.В. Теория синтеза алмазов профессора О.И. Лейпунского: научная статья (к 100-летию со дня рождения профессора О.И. Лейпунского и 70-летию его великого открытия) / Г.В. Галевский, Е.Г. Дементьева, В.В. Руднева / Вестник горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии : сб. науч.тр. / СибГИУ – Новокузнецк, 2009. – Вып. 24. – С. 142-151.
2. Витязь П.А. Синтез и применение сверхтвердых материалов / П.А. Витязь, В.Д. Грицук, В.Т. Сенють. – Мн.: Бел. наука, 2005. - 359 с.
3. Электронный каталог России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [[http:// ifftp.bas-net.by/files](http://ifftp.bas-net.by/files)]. – Загл. с экрана.

УДК 669.715.24

ВЛИЯНИЕ НИКЕЛЯ НА ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ

Обухов Г.В., Лейс В.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В ряду материалов с заданным значением теплового коэффициента линейного расширения (инвары, элинвары, суперинвары и др.) сплавы Al-Ni возможно займут немаловажное значение. По сравнению с применяемыми в настоящее время сплавами, они имеют меньший удельный вес и повышенную пластичность и при сохранении необходимой прочности обладают сравнительно низким КЛР [1, 2]. Удельный вес является одной из регламентированных характеристик в космической технике и приборостроении, а повышенная пластичность уменьшает вероятность хрупкого разрушения.

В настоящей работе изучалось влияние никеля на линейное расширение технического алюминия. На рисунке 1 показано влияние различных добавок никеля на КЛР алюминия. Установлено, что с увеличением содержания никеля коэффициент линейного расширения технического алюминия снижается. В наибольшей мере КЛР снижается при

добавлении 40% Ni, при 450 °С он составляет приблизительно $\alpha = 16,92 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ по сравнению с алюминием технической чистоты ($\alpha = 27 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹). Минимальное значение коэффициента наблюдается при добавлении 40% Ni – $\alpha = 12,63 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ при температуре испытания 50 °С.

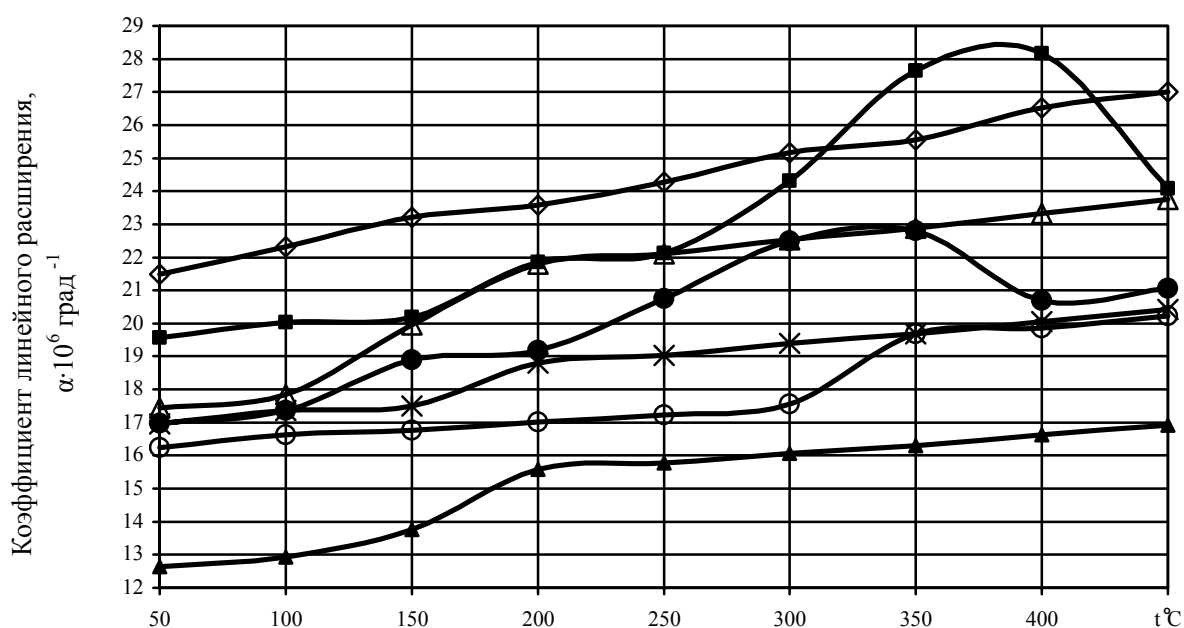


Рисунок 1 – Влияние никеля на линейное расширение алюминия
 -◇- Al7; -□- Al - 5% Ni; - Δ- Al - 10% Ni ; -●- Al - 15% Ni; -×- Al - 20% Ni; -o- Al - 30% Ni; -▲- Al - 40% Ni

Также в было изучено влияние термической обработки (нагрев в интервале 100 ÷ 500°С, выдержка 5 ч) на тепловое расширение сплавов алюминия с различным содержанием никеля.

На рисунках 2 а, б показано влияние термообработки на КЛР сплава Al – 5 % Ni. Так нагрев до 400 °С и выдержка в течение 5 ч, снижает коэффициент линейного расширения до $17,61 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ по сравнению с исходным $19,58 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ (рисунок 2 б).

В сплаве Al – 15 % Ni (рисунок 3 а), нагрев до 250 °С выдержка в течение 5 ч снижает коэффициент линейного расширения до $16,39 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹; аномальное повышение КЛР наблюдалось при 350 °С после нагрева при 600 °С, и составило $32,22 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ (рисунок 3 б).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что увеличение содержания никеля в сплавах Al – Ni приводит к уменьшения КЛР этих сплавов. Термическая обработка сплавов Al – 5 % Ni и Al – 15 % Ni не оказывает сильного воздействия на снижение КЛР сплавов алюминия с никелем.

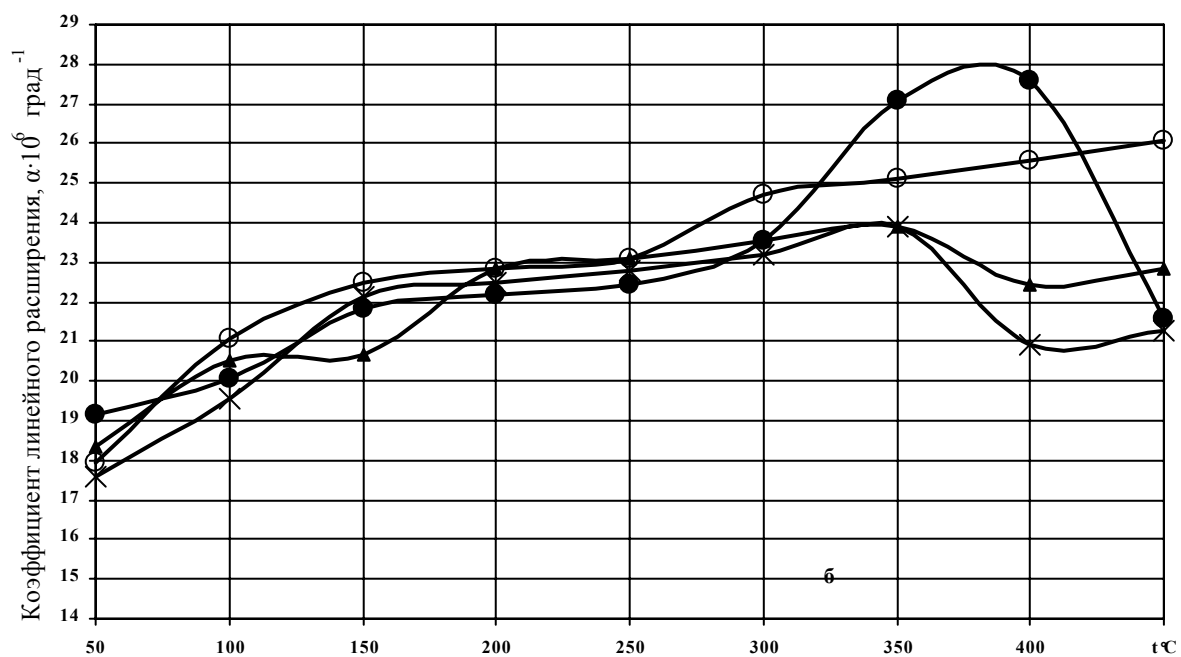
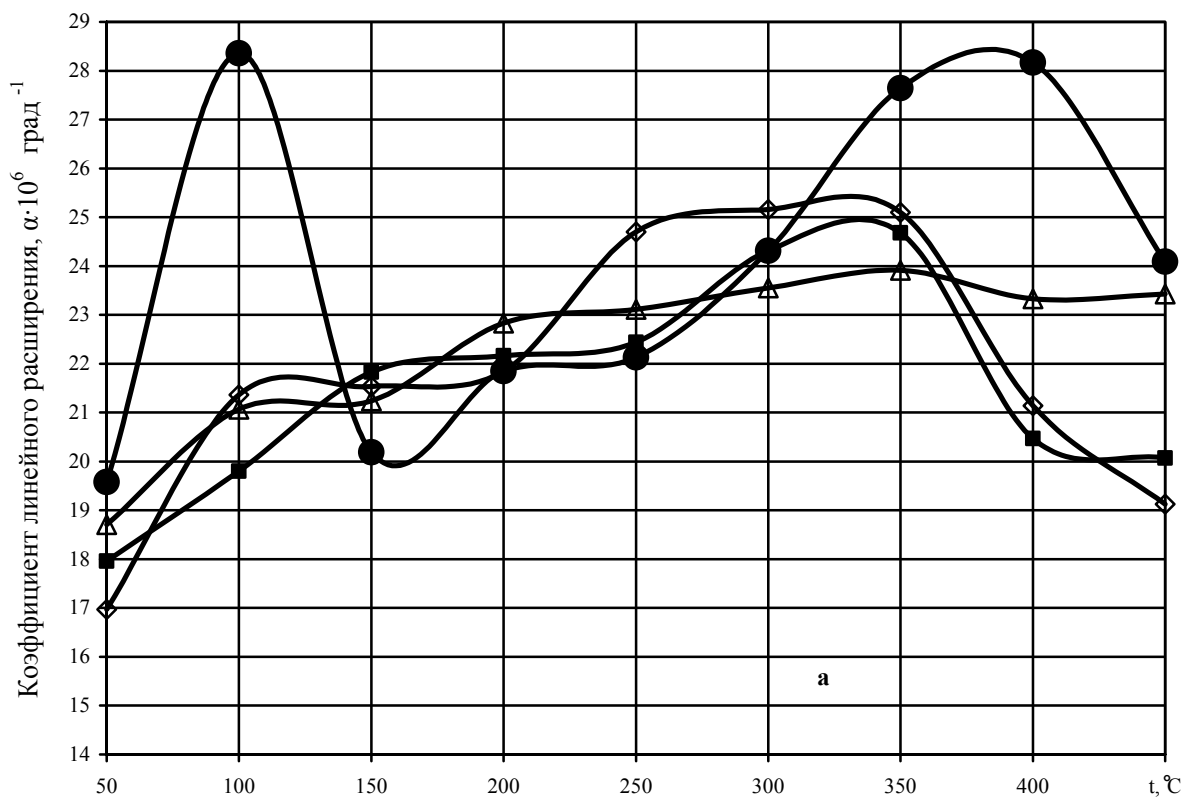


Рисунок 2 – Влияние предварительного нагрева ($\tau = 5 \text{ ч, °C}$) на линейное расширение сплава Al - 5% Ni: -●- без нагрева; -◇- 100; -□- 200; -△-250; -▲- 300; -×- 400; -○- 500

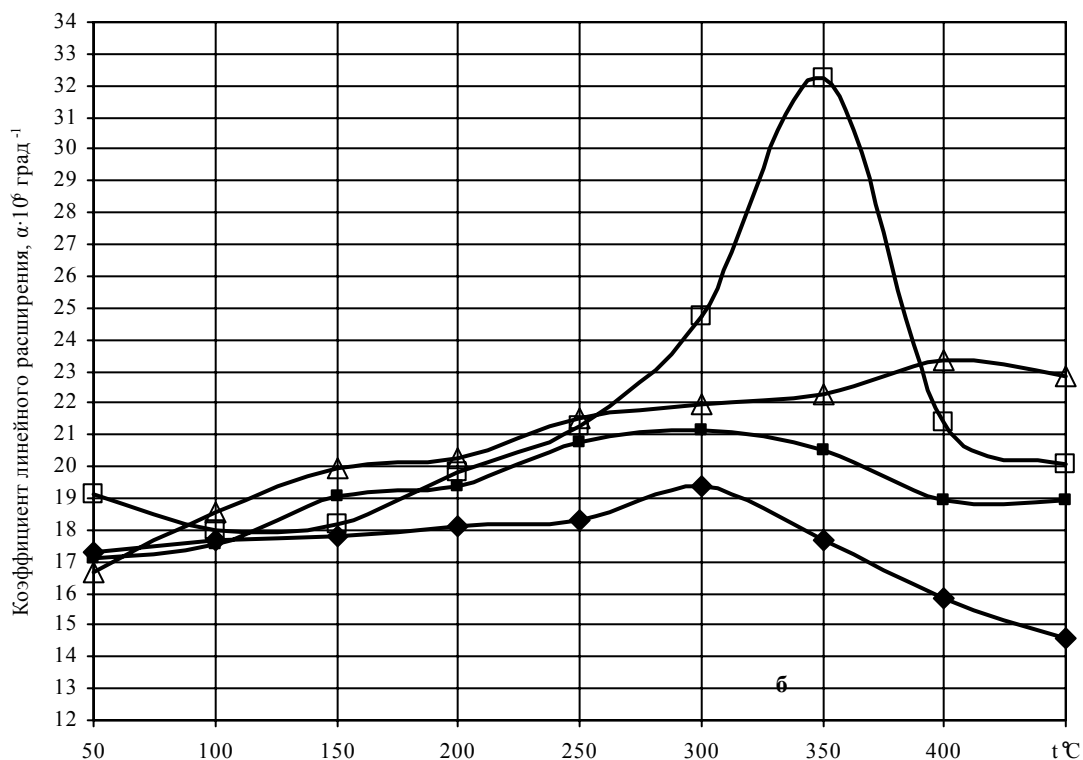
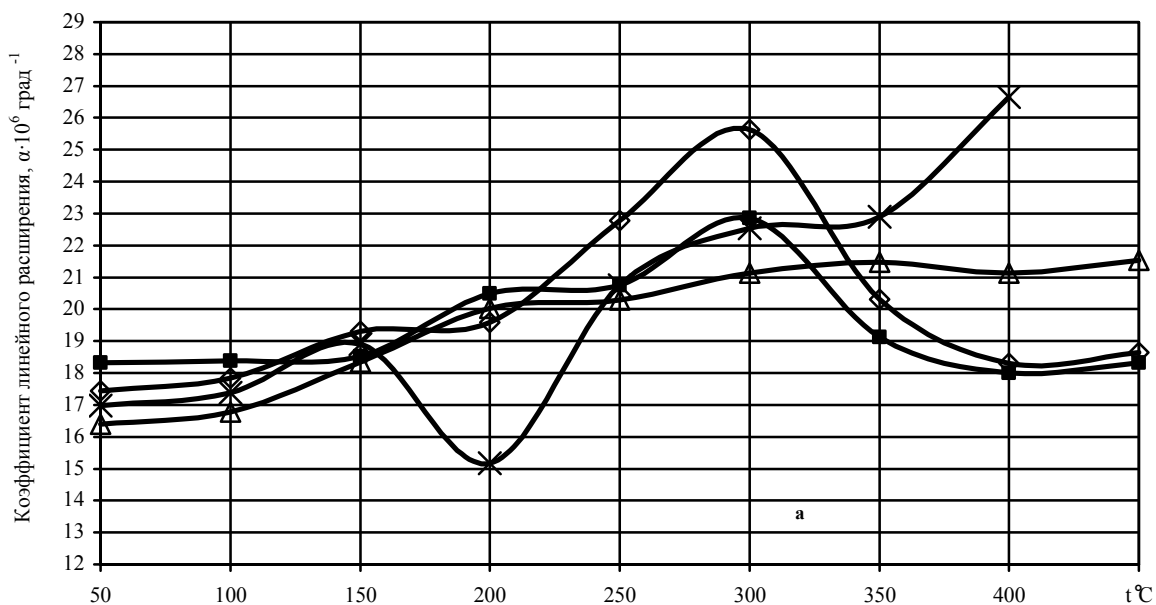


Рисунок 3 – Влияние предварительного нагрева ($\tau = 5$ ч, $^{\circ}\text{C}$) на линейное расширение сплава Al - 15% Ni: -x- без нагрева; - \diamond - 100; - \blacksquare - 200; - Δ - 250; - \blacklozenge - 300; - \square - 400; - Δ - 500; - \square - 600

Библиографический список

1. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавах [Текст] / Л.Ф. Мондольфо. – М.: Металлургия, 1979. – 639 с.
2. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных

металлов и сплавов [Текст] / Б.А. Колачев, В.А. Ливанов, В.И. Елагин. – М.: Металлургия, 1981. – 416 с.

3. Хансен М. Структура двойных сплавов [Текст] / М. Хансен, К. Андерсен. – М.: Металлургия, 1962. – 608 с.

УДК 622.6

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ НАНОАЛМАЗОВ

Амзоров А.С., Жуков А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В данной работе проведен анализ современного состояния производства наноалмазов детонационным методом, описаны их свойства, структура, физико-химические основы производства и применение в промышленности.

Наноалмаз – это сверхмалые частицы алмаза шаровидной формы размером 4 – 10 нанометров (нанометр – одна миллиардная метра).

В настоящее время использование наноалмазов получило большое развитие, так как они обладают уникальными свойствами, в которых нуждается современная промышленность. Основные области применения наноалмазов: финишное полирование, гальваника, добавки к различным маслам.

Структура наноалмазов

Наноалмазы представляют собой очень сложный объект, имеющий, по крайней мере, трехслойную структуру [1]:

- алмазное ядро размером 4-6 нм, охватывающие 70-90 % углеродных атомов;
- переходную углеродную оболочку вокруг ядра из рентгеноаморфных структур углерода толщиной 0,4-1,0 нм, в которую может входить 10-30 % углеродных атомов;
- поверхностный слой, включающий, кроме углеродных атомов, и другие гетероатомы (N, O, H), образующие широкий спектр разнообразных функциональных группировок. Азот достаточно равномерно распределен по всем слоям.

Химические, физические и механические свойства наноалмазов

Как правило, размер наноалмазных частиц составляет 3-10 нанометров в зависимости от условий протекания процесса синтеза. Наряду с тем, что наноалмазы в таком размерном интервале являются очень устойчивой кристаллической формой углерода, их поверхность обладает высокой

активностью, обусловленной функциональными группами, причем от химического состояния этих групп зависят свойства самих алмазных частиц. Главным образом, два основных свойства наноалмаза, а именно – малый размер и очень высокая поверхностная активность – определяют их свойства модифицировать различные материалы, в которых они распределены, изменяя физико-химические и механические свойства самих материалов. Известно, что химическое, механическое (физическое) и температурное воздействие на наноалмазы могут модифицировать поверхность алмазных частиц, меняя их свойства. Это дает возможность получать наноалмазы с заданными характеристиками [2].

Высокая поверхностная энергия и наличие полифункционального покрова на поверхности наноалмаза обуславливают повышенную склонность наноалмаза к агрегации, причем агрегация имеет место, как в сухих порошках, так и в суспензиях. Вследствие этого химическая очистка наноалмаза приводит к образованию довольно крупных агрегатов. При этом образуются более прочные первичные агрегаты и менее прочные вторичные.

Средний размер получаемых наноалмазов составляет 4,2 нанометра. Количество атомов, содержащихся в такой частице, оценить достаточно трудно из-за неидеальности кристалла, сложности определения реального количества функциональных групп и их типа, а также неопределенности переходной углеродной оболочки нанокристалла [3]. Оценочное число атомов углерода для частиц 4,2 нанометра в зависимости от представления авторов менялось от трехсот штук до двадцати тысяч.

Таблица 1 – Физико-химические свойства синтезируемых наноалмазов

| | | |
|---|---|-------------------|
| Размер первичного кристалла | 4 – 6 | нм |
| Размер агрегатов | 20 – 50 | нм |
| Удельная поверхность | 300 – 450 | м ² /г |
| Плотность (пикнометрическая) | 3,1 – 3,2 | г/см ³ |
| Насыпной вес | 0,4 – 0,6 | г/см ³ |
| Константа кристаллической решетки | 0,3573 + 0,0005 | нм |
| Начало окисления на воздухе (зависит от чистоты наноалмаза) | 450 | °С |
| Температура начала графитизации в вакууме | 1100 | °С |
| Химический состав: углерод – азот – водород – кислород | 75 – 99; 0,1 – 3; 0,1 – 2; до 10 | % |
| Физический состав: доля кубических наноалмазов, доля гексагональных наноалмазов | 80 – 100; 0 – 20 | % |

Технология производства наноалмазов

Производство наноалмазов включает в себя: детонационный синтез, химическую очистку и отмывку наноалмазов от кислоты и кондиционирование продукта. В структуру производства входят также

системы улавливания и утилизации кислых паров и газов, подготовки и рецикла азотной кислоты, водоподготовка. Схема детонационного синтеза представлена на рисунке 3.

При детонации ВВ в среднем развивается температура до 4000 К и давление – до 30 ГПа. Существует три основных способа детонационного синтеза наноалмазов:

- в среде собственных продуктов детонации или в среде инертных газов;
- в водной оболочке вокруг заряда ВВ;
- в ледяной бронировке заряда.

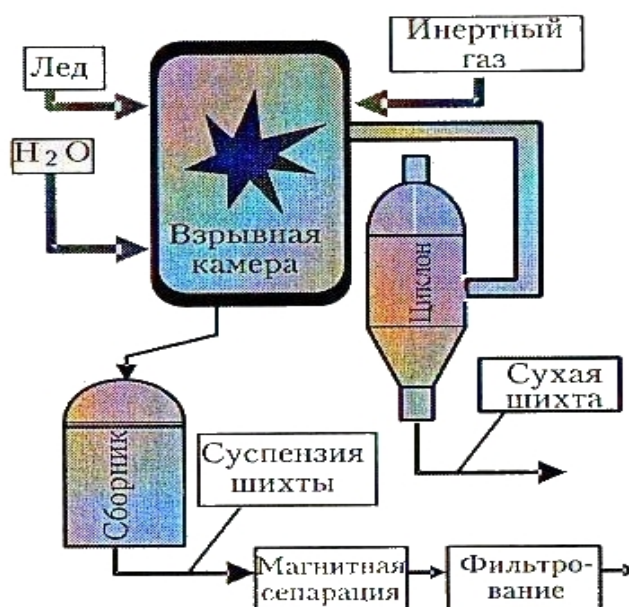


Рисунок 3 – Схема детонационного синтеза наноалмазов

К недостаткам получения наноалмазов детонационным методом относится наличие взрывных работ, изготовление и транспортировка зарядов [1]. Однако уникальные свойства наноалмазов гарантируют им присутствие в современных технологиях.

Библиографический список

1. Долматов В.Ю. Современная промышленная технология получения детонационных наноалмазов (НА) и основные области их использования // Нанотехнологии – производству – 2006: Труды конференции, 29 ноября – 30 ноября 2006 г. – М.: «Янус-К», 2006. – С. 113 – 143.
2. Витязь П.А. Синтез и применение сверхтвердых материалов / П.А. Витязь, В.Д. Грицук, В.Т. Сенють. – Мн.: Бел. Наука, 2005. – 359 с.
3. Жуков М.Ф. Новые материалы и технологии. Экстремальные технологические процессы / М.Ф. Жуков, В.А. Неронов, В.П. Лукашов. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1992. – 183 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ ШИХТ В ПРОИЗВОДСТВЕ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

Павлова Л.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Кубический нитрид бора (КНБ) – второй по твердости после алмаза синтетический материал, получаемый при высоких давлении и температуре. Исторически КНБ был разработан для замены искусственного алмаза для обработки твердых и железосодержащих материалов.

Целью данной работы является изучение физико-химических свойств и способов получения кубического нитрида бора и обоснование возможности использования гексагонального нитрида бора плазменного синтеза в качестве сырья при производстве кубического нитрида бора.

Кубический нитрид бора, как и алмаз, представляет собой многоатомную систему, в которой каждый атом, находясь в состоянии sp^3 -гибридизации, пристраивается в тетраэдрической гибридации к другому атому своими прочными ковалентными связями. Каждый атом (бора и азота) находится в состоянии sp^3 -гибридизации и дает три обычные и одну донорно-акцепторную ковалентную связь. Вследствие этого химическая связь в кубическом нитриде бора не только ковалентная, но и частично ионная. В настоящее время не существует единой точки зрения на механизм полиморфного превращения гексагональной модификации нитрида бора в кубическую в условиях высоких статических давлений и температур в присутствии катализатора. Г. Самсонов считал [1], что каталитическое действие добавок состоит в передаче своих нелокализованных электронов атомам бора и повышении статистической массы sp^3 -конфигураций, обеспечивающих образование кубической модификации нитрида бора. Этим объясняется эффективность применения в качестве катализаторов легко отдающих свои электроны щелочных и щелочноземельных металлов. Однако, по его мнению, нитриды металлов не являются средами-растворителями, с помощью которых происходит перекристаллизация графитоподобного нитрида бора в кубическую модификацию. Группа российских исследователей (Н. Филоненко и др.) [1] рассматривают металл как третий компонент системы азот - бор - металл и полагают, что он при высокой температуре должен разлагать нитрид бора с образованием нитридов и боридов металла. Изучение шлифов спеков, полученных в разных термодинамических условиях, показало, что между компонентами смеси (Mg - B - N) протекают последовательно и параллельно несколько реакций. Суммарная реакция, по мнению российских исследователей, выглядит следующим образом: $10Mg + 6BN \rightarrow MgB_6 + 3Mg_3N_2$. Согласно

предположениям В. Фарафонтова и Я. Калашникова [1], в условиях высоких давлений и температур происходит взаимодействие нитрида бора и катализатора с образованием аддуктов с ослабленным по сравнению с BN_Γ – межсеточным взаимодействием, вследствие чего ароматические боразотные слои могут разориентироваться относительно друг друга. Катализатор как основание способствует разрушению делокализованной системы p_z -электронов BN_Γ вследствие образования с шестиугольными ароматическими фрагментами не очень сильных донорно-акцепторных связей. Предложенная схема полиморфного превращения дает возможность, по мнению авторов [1], обосновать природу катализаторов, которые должны быть основаниями, способными образовывать с BN_Γ нестойкие аддукты. Таким образом, схематически механизм полиморфного превращения гексагональной модификации нитрида бора в кубическую сводится к процессу разрушения делокализованной системы p_z -электронов BN_Γ , что способствует замене типа гибридизации sp^2 на sp^3 , т.е. обеспечивает превращение слоистого графитоподобного нитрида бора в плотную кубическую модификацию. Этот переход может происходить и без участия катализатора, что, однако, потребует больших энергетических затрат. Катализатор способствует протеканию полиморфного превращения $\text{BN}_\Gamma \rightarrow \text{BN}_{\text{сф}}$ при более низких энергетических параметрах, что и учитывается при разработке промышленных процессов синтеза кубического нитрида бора и материалов на его основе.

Для синтеза кубического нитрида бора в России используют камеру высокого давления типа «чечевица», состоящую из двух матриц с плавными углублениями на рабочих поверхностях. Эти углубления и образуют камеру высокого давления. В нее помещают контейнер с реакционной смесью. Матрица запрессовывается в систему, состоящую из трех стальных колец. Они необходимы для предохранения установки от разрушения при высоких давлениях. Давление в камере создается за счет действия на блок-матрицу пресса, приводимого в действие при помощи гидросистемы. Нагрев осуществляется пропусканием электрического тока через систему опорных плит, блок-матрицу и реакционную смесь, содержащуюся в контейнере [2].

В последние годы при изучении фазовых превращений графитоподобного нитрида бора в кубическую модификацию в условиях высоких давлений и температур большое внимание уделяется дисперсности исходных порошков и степени совершенства их кристаллической структуры [4]. При использовании поликристаллических или однозеренных частиц гексагонального нитрида бора размером $(1-5) \cdot 10^3$ нм получается, что с уменьшением размера частиц BN_Γ возрастает степень и скорость прямого фазового превращения $\text{BN}_\Gamma - \text{BN}_{\text{сф}}$, в результате чего зерна кубического нитрида бора вырастают до больших размеров. Основной проблемой получения абразивных порошков $\text{BN}_{\text{сф}}$ из относительно крупнозернистых порошков гексагонального нитрида бора с высокой степенью трехмерного упорядочения в присутствии катализатора является повышение выхода

крупных фракций $\text{BN}_{\text{сф}}$ при одновременном увеличении общей степени превращения $\text{BN}_{\Gamma} - \text{BN}_{\text{сф}}$. Учитывая диффузионный характер этого превращения и его связь с параметрами реальной структуры и размерными характеристиками исходных порошков BN_{Γ} , можно предположить, что использование нанопорошков BN_{Γ} с размером частиц <10 нм и высокой степенью их турбостратности в смеси с хорошо закристаллизованным гексагональным нитридом бора позволит направленно влиять на скорость и степень фазового перехода $\text{BN}_{\Gamma} - \text{BN}_{\text{сф}}$, а возможно, и на размер получающихся при этом абразивных зерен. При таком подходе не потребуется значительной перестройки существующего промышленного процесса получения абразивных порошков кубического нитрида бора [3]. В этой связи представляло интерес исследование влияния добавок плазмохимического нитрида бора со средним размером частиц 10 нм и высокой степенью турбостратности в обычную промышленную шихту из крупнокристаллического BN_{Γ} на основные характеристики процесса перехода ее в $\text{BN}_{\text{сф}}$. Одна из распространенных точек зрения на действие таких катализаторов, как соединения щелочных металлов, связана с представлением о растворении BN_{Γ} в расплаве катализатора с последующей кристаллизацией $\text{BN}_{\text{сф}}$ из раствора, которая лимитируется стадией образования зародышей новой фазы. Добавка плазмохимического нитрида бора в исходную шихту должна повлиять на скорость роста зерен $\text{BN}_{\text{сф}}$, а также на их размер, поскольку плазмохимический нитрид бора содержит фрагменты с тетраэдрической координацией атомов, которые могут являться центрами гетерогенной кристаллизации. При различных P, T было проведено несколько серий экспериментов [3]: с содержанием MgB_2 5 – 30 масс.%, $\text{BN}_{\text{пл}}$ 0,1 – 30 масс.%. Результаты этих исследований показали, что добавка нанодисперсного нитрида бора не повлияла на границы области образования $\text{BN}_{\text{сф}}$ в системе $\text{BN}_{\Gamma} - \text{BN}_{\text{сф}}$. Как и в случае с ГНБ совершенной структуры, следы $\text{BN}_{\text{сф}}$ обнаруживались при минимальных параметрах по давлению и температуре. Выход $\text{BN}_{\text{сф}}$ резко возрастал по мере удаления от граничной линии к центру области его образования. Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением количества плазмохимического нитрида бора растет степень превращения $\text{BN}_{\Gamma} - \text{BN}_{\text{сф}}$. Распределение зерен $\text{BN}_{\text{сф}}$ по размерам при добавке $\text{BN}_{\text{пл}}$ сдвигается в сторону больших размеров кристаллов с увеличением их общего содержания. Наибольший выход крупных фракций наблюдается при добавке $\text{BN}_{\text{пл}}$ в шихту в количестве 2,5 – 5,0 масс.%. При добавке в шихту плазмохимического нитрида бора в тех же условиях по давлению, температуре и времени выдержки увеличивается скорость превращения BN_{Γ} . Степень превращения гексагонального нитрида бора в кубическую модификацию с использованием в качестве добавки в реакционную шихту плазмохимического нитрида бора увеличивается на 10 – 20 масс.%, при этом выход крупных фракций возрастает на 20 – 50%. Поэтому целесообразнее для синтеза КНБ использовать шихту с добавлением плазмохимического

нитрида бора, так как резко возрастает количество крупной фракции КНБ.

По имеющимся данным, при синтезе КНБ в камерах высокого давления типа «чечевица» с использованием шихты, содержащей добавки нанодисперсного ГНБ, прослеживается следующая зависимость выхода КНБ от содержания в шихте НГНБ (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость выхода (В, % масс.) КНБ при каталитическом синтезе от массы (М, % масс.) добавки НГНБ

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| М | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| В | 40,5 | 42,6 | 44,3 | 45,3 | 46,8 | 47,0 | 48,0 | 48,5 | 48,9 |

Таблица 2 – Результаты экспериментальных расчетов

| № опыта | М | В | М ² | МВ | В ² | М + В | (М+В) ² |
|---------|------|-------|----------------|---------|----------------|-------|--------------------|
| 1 | 0.1 | 40.5 | 0.01 | 4.05 | 1640.25 | 40.6 | 1648.36 |
| 2 | 0.5 | 42.6 | 0.25 | 21.3 | 1814.76 | 43.1 | 1857.61 |
| 3 | 1.0 | 44.3 | 1.0 | 44.3 | 1962.49 | 45.3 | 2052.09 |
| 4 | 1.5 | 45.3 | 2.25 | 67.95 | 2052.09 | 46.8 | 2190.24 |
| 5 | 2.0 | 46.8 | 4.0 | 93.6 | 2190.24 | 48.8 | 2381.44 |
| 6 | 2.5 | 47.0 | 6.25 | 117.5 | 2209.0 | 49.5 | 2450.25 |
| 7 | 4.0 | 48.0 | 16.0 | 192.0 | 2304.0 | 52.0 | 2704.0 |
| 8 | 4.5 | 48.5 | 20.25 | 218.25 | 2352.25 | 53.0 | 2809.0 |
| 9 | 5.0 | 48.9 | 25.0 | 244.5 | 2391.21 | 53.9 | 2905.21 |
| Σ | 21.1 | 411.9 | 75.01 | 1003.45 | 18916.29 | 433.0 | 20998.2 |

Используем полученные в таблице суммы для определения коэффициентов b_0 и b_1 :

$$b_1 = \frac{9 \cdot 1003.45 - 21.1 \cdot 411.9}{9 \cdot 75.01 - 21.1^2} = 1.479; \quad b_0 = \frac{411.9 - 1.479 \cdot 21.1}{9} = 42.3.$$

Определим выборочный коэффициент корреляции:

$$r^* = 1.479 \sqrt{\frac{9 \cdot 75.01 - 445.21}{9 \cdot 18916.29 - 169661.61}} = 0.935.$$

Коэффициент корреляции очень близок к единице, следовательно, зависимость между выходом КНБ при каталитическом синтезе от массы добавки НГНБ является практически линейной в изученном диапазоне и имеет вид: $\hat{B} = 42,3 + 1,479M$.

Библиографический список

1. Поляков В.П. Алмазы и сверхтвердые материалы: учеб. пособие / В.П. Поляков, А.В. Ножкина, Н.В. Чириков. – М. : Металлургия, 1990. – 327 с.
2. Галевский Г.В. Аппараты высокого давления для синтеза

сверхтвердых материалов: текст лекций / Г.В. Галевский, А.М. Германский, В.В. Работнов. – Л., 1985. – 38 с.

3. Б.М. Соколовский, В.Н. Троицкий, Е.С. Богородский. Высокодисперсные порошки тугоплавких соединений – компоненты сверхтвердых материалов / Плазмохимические процессы в технологии неорганических материалов. – ИНХП АН СССР. – М., 1981. – С. 39-49.

4. Германский А.М. Влияние неупорядоченной структуры графитоподобного нитрида бора на синтез его кубической модификации / Нитриды: методы получения, свойства и области применения. – ВНИИАШ. – Ленинград, 1984. – С. 104-105.

УДК 622.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

Ширяева Л.С., Романова И.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Твёрдость – это свойство, определяющее способность вещества сопротивляться пластической деформации при внедрении в его поверхность другого инородного тела. Являясь воспроизводимой и относительно легко получаемой величиной, твёрдость часто является первой характеристикой веществ и материалов, по которой судят о многих физико-технических свойствах. Известно много способов измерения твёрдости, однако приемлемыми следует считать только те, в которых имеет место выполнение следующего закона подобия [1]:

$$\frac{P}{d^2} = \text{const}, \quad (1)$$

где P – давление (внешняя сила);
 d – диаметр (диагональ отпечатка).

Все методы измерения твёрдости можно разделить на две группы в зависимости от вида движения индентора – статические методы и динамические. Наибольшее распространение получили статические методы определения твёрдости. Статическим методом определения твёрдости называется такой метод, при котором индентор медленно и непрерывно вдавливаются в испытуемый материал с определённым усилием. К ним относятся следующие методы: определение твёрдости по Бринеллю, определение твёрдости по Роквеллу, определение твёрдости по Виккерсу. Наиболее распространённым является метод измерения твёрдости по Виккерсу (микротвёрдость). Этот метод основан на вдавливании под

действием небольшой нагрузки (до 100 г) в течение определенного времени (до 15 секунд) четырехгранной алмазной пирамиды. Одно из главных достоинств этого метода заключается в том, что твердость по Виккерсу определяют на образцах с тщательно отполированной поверхностью. Толщина образца должна быть $< 1,5$ диагонали отпечатка. Метод Виккерса даёт высокую точность при измерении твердости тонких слоёв, поскольку диагонали отпечатка примерно в 7 раз больше его глубины, поэтому даже при небольшой глубине проникновения пирамиды отпечаток получается достаточно чётким.

Целью данной работы является рассмотрение возможностей определения твердости синтетических материалов расчетным методом и сопоставление результатов с экспериментальными. Такой подход позволяет прогнозировать твердость новых материалов. Расчеты основаны на зависимости твердости веществ от наиболее важных их кристаллохимических характеристик, предложенной А.С. Поваренных [2]:

$$H_{15} = 100k\alpha\beta\gamma W_A W_B / d^2 \quad (2)$$

где H_{15} – твердость вещества по улучшенной 15-балльной шкале;

k – коэффициент, учитывающий долю ковалентной связи;

α – коэффициент отталкивания атомов в кристаллах;

β – коэффициент ослабления химической связи за счет не участвующей в этой связи части валентных электронов;

γ – коэффициент плотности упаковки атомов;

W_A и W_B – формульная валентность атомов в предположении, что тип химической связи чисто ионный;

d – кратчайшее межатомное расстояние, нм.

Результаты использования формулы (2) для некоторых известных веществ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения параметров уравнения (2) и сравнение расчетных значений твердости с экспериментальными

| Параметры | | Химические соединения | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------|-----------|------------------|------|------|
| | | Al ₂ O ₃ | C (алмаз) | B ₄ C | TiC | β-BN |
| Межатомное расстояние d, нм | | 1,89 | 1,54 | 1,59 | 2,20 | 1,57 |
| Формульная валентность | W_A | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| | W_B | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Коэффициент отталкивания α | | 3,9 | 1,72 | 1,78 | 1,72 | 1,70 |
| Коэффициент ослабления химической связи β | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Состояние ионовалентной связи | Доля ковалентной связи | 0,41 | 1,00 | 0,94 | 0,90 | 1,00 |
| | Коэффициент прочности связи k | 1,41 | 2,00 | 1,94 | 1,90 | 2,00 |

Продолжение таблицы 1.

| Параметры | Химические соединения | | | | |
|---|--------------------------------|------------|------------------|-----------|-----------|
| | Al ₂ O ₃ | C (алмаз) | B ₄ C | TiC | β-BN |
| Коэффициент плотности упаковки атомов γ | 1 | 0,65 | 0,75 | 1 | 0,65 |
| Твердость по 15-балльной шкале Н ₁₅ | 9,1 | 15,0 | 12,35 | 10,56 | 13,5 |
| Экспериментальное значение микротвердости, Нμ ГПа | 20,0-24,0 | 90,0-100,0 | 50,0-58,0 | 30,0-34,0 | 70,0-80,0 |

Особый научный и прикладной интерес представляет применение расчетного метода к синтезируемым впервые сверхтвердым веществам. В связи с этим оценим микротвердость недавно синтезированных авторами работы [3] карбонитрида бора состава с-BC₂N. Используя данные, приведенные в таблице 1, и формулу (2), получим:

$$H_{c-BC_2N} = 2 \cdot 1,71 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 2,25 / 0,591^2 = 14,3.$$

Видно, что с-BC₂N по твердости действительно превосходит β-BN (H_{β-BN} = 13,5), но уступает по твердости алмазу (H_{алмаза} = 15). Можно сделать вывод об успешном применении формулы (2) для определения твердости новых синтезированных сверхтвердых материалов.

Таким образом, расчетный метод учитывает наиболее важные кристаллохимические факторы, определяющие твердость, позволяет предвидеть свойства не только существующих, но и гипотетических веществ. Комбинируя химические элементы с различными параметрами, можно добиться одной и той же твердости при сочетаниях разных элементов, что дает возможность учесть экономические показатели при синтезе твердых сплавов и абразивных материалов. Можно предположить, что расчетные значения твердости являются более точными, в отличие от экспериментальных, так как исключают погрешности, вызванные следующими факторами: анизотропией твердости кристаллов (в различных кристаллографических направлениях твердость неодинакова), инструментальными и методическими погрешностями, микро- и макродефектами кристаллического строения.

Библиографический список

1. Галевский Г.В. Теоретические основы сверхтвердых материалов: конспект лекций / Г.В. Галевский, А.М. Германский, В.В. Работнов. – Ленинград : ЛТИ им. Ленсовета, 1986. – 45 с.
2. Гаршин А.П. Абразивные материалы / А.П. Гаршин, В.М. Гропянов, Ю.В. Лагунов. – Ленинград : Машиностроение, 1983.
3. Витязь П.А. Синтез и применение сверхтвердых материалов / П.А. Витязь, В.Д. Грицук, В.Т. Сенють. – Мн. : Бел. наука, 2005. – 359 с.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ БОРИДА АЛЮМИНИЯ

Пархомюк А.В., Кислицина Т.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В данной работе проведен анализ современного состояния производства боридов алюминия методом алюмотермического восстановления борного ангидрида, описаны их свойства, структура, физико-химические основы производства и применение в промышленности.

Бориды алюминия имеют сложные кристаллические структуры, свойственные структурам кристаллического бора, α - В и β - В. Додекаборид алюминия AlB_{12} кристаллизуется в виде двух кристаллов – α - AlB_{12} и γ - AlB_{12} . Додекаборид α - AlB_{12} имеет сложную структуру, пространственная группа α - AlB_{12} $R4_12_12$, $Z=43,5$ ($a=1,0158$ нм, $c=1,4270$ нм). Элементарная ячейка состоит из восьми икосаэдров B_{12} и четырех полиэдров B_{19} , тринадцати атомов алюминия и четырех отдельных атомов бора.

Наиболее изученное соединение системы Al - В – додекаборид алюминия AlB_{12} представляет практический интерес в связи с высокой температурой плавления, химической стойкостью, низкой плотностью, большим поперечным сечением захвата тепловых нейтронов, высокой удельной прочностью, твердостью и полупроводниковыми свойствами [1].

Додекаборид является представителем сверхтвердых материалов. Твердость по минералогической шкале находится между 9 и 10, т.е. кристаллы соединения тверже, чем корунд и мягче алмаза. Микротвердость составляет 36.9 ± 1.7 ГПа. Предел прочности зерен размером 160 - 200 мкм при сжатии составляет 2.68 ГПа, при растяжении – 0.335 ГПа [2].

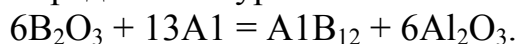
Показатели механических свойств AlB_{12} и других тугоплавких соединений по отношению к электрокорунду белому приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные показатели механических свойств тугоплавких соединений по отношению к электрокорунду белому

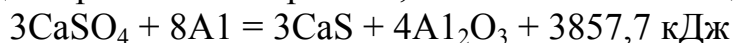
| Характеристика | SiC | TiC | ZrC | NbC | W ₂ B ₅ | CaB ₆ | AlB ₁₂ | Алмаз AC2 | Электро- корунд белый |
|---------------------------|------|------|------|------|-------------------------------|------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| Микротвердость | 1.47 | 1.36 | 1.25 | 0-9 | 1.17 | 2.1 | 1.62 | 4 | 1 |
| Абразивная способность | 1.68 | 1.36 | 0.65 | 1.18 | 1.20 | 1.88 | 1.74 | 3.3 | 1 |
| Разрушающая нагрузка | 1.48 | 0.81 | 0.67 | 0.68 | 1.29 | 1.0 | 1.3 | 0.6 | 1 |

Первое систематическое исследование химических свойств α - AlB_{12} различной дисперсности показало высокую устойчивость соединения в HCl и H_2SO_4 даже при температуре кипения. В концентрированной и разбавленной HNO_3 при нагревании порошок с размером частиц до 4 мкм практически полностью растворяется в течение 10 – 15 мин. При комнатной температуре растворимость значительно замедляется. По окислостойкости α - AlB_2 превосходит аморфный и кристаллический бор. Заметное окисление начинается при 500 °С, при 700 – 800 °С оно замедляется вследствие образования защитной пленки из оксидов бора и алюминия. В вакууме при 1400 – 1500 °С α - AlB_{12} диссоциирует на бор и алюминий, причем последний вследствие высокой упругости пара удаляется, а в нагреваемом образце остается бор [3].

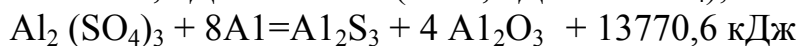
При получении боридов алюминия использование в шихте большего содержания алюминия принципиально не меняет картину: образуется в основном AlB_{12} . В реакции $2/3\text{B}_2\text{O}_3 + 4/3\text{Al} = 4/3\text{B} + 2/3\text{Al}_2\text{O}_3$ кроме бора образуется AlB_{12} . С учетом изложенного брутто-процесс алюминотермического восстановления борного ангидрида при соотношениях компонентов шихты, обычно используемых на практике, можно представить уравнением



В качестве подогревающих добавок чаще всего используют порошкообразные смеси прокаленных гипса и сернокислого алюминия. Реакции протекают энергично, с большим тепловыделением:



или 6182,2 Дж/г шихты (9455,1 Дж/г CaSO_4);



или 6757,5 Дж/г шихты (11025,1 Дж/г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) [2].

Шихту помещают в графитовый тигель, который для удобства извлечения продуктов реакции имеет небольшую конусность. Иницирование процесса осуществляют любым известным способом (электрической дугой, спиралью, запальной смесью). По мере реагирования на зеркало металлического расплава добавляют новые порции шихты. При подсыпке следует соблюдать осторожность, так как горение рыхлой шихты происходит бурно и сопровождается выбросами раскаленных продуктов реакции. После прекращения процесса на затвердевшую и окисленную поверхность слитка выдавливаются порции сплава, образующие так называемый вторичный слиток, легко отделяющийся от основного и состоящий практически из алюминия и небольших количеств AlB_2 (либо $\text{AlB}_2 + \text{AlB}_{12}$). Извлечение продуктов реакции из тигля и отделение металлического слитка от шлака не вызывают особых затруднений. Оксидную пленку, образующуюся на внешней поверхности слитка, не соприкасающейся со шлаком, удаляют зачисткой на абразивном круге. Наиболее трудоемкой операцией является очистка слитка от шлаковых включений, проникших в поверхностные углубления. Для этого слиток

подвергают обработке 3...5%-ным раствором соляной кислоты, в результате которой происходит разложение сульфидного шлака и облегчается его отделение. Очищенный от шлака слиток дробят до кусков размером 10...20 мм, которые обрабатывают соляной кислотой до полного растворения свободного алюминия [1]. Технологический процесс получения AlB_{12} показан на рисунке 1.

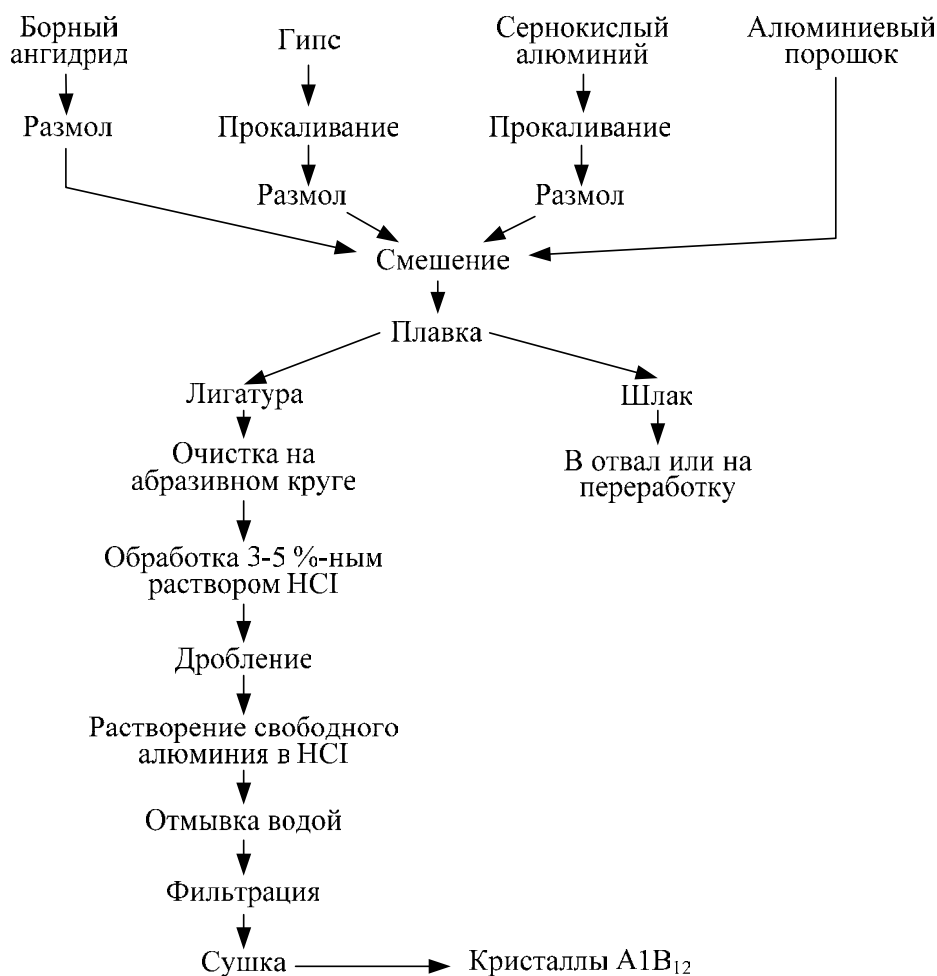


Рисунок 1 – Схема процесса получения додекаборида алюминия

Библиографический список

1. Кислый П.С. Бориды алюминия / П.С. Кислый, В.А. Неронов, В.А. Прихна. – М.: Издательское объединение высшая школа, 1983. – 159 с.
2. Серебрякова Т.И. Высокотемпературные бориды / Т.И. Серебрякова, В.А. Неронов. – М.: Челябинское объединение, 1991. – 367 с.
3. Самсонов Г.В. Тугоплавкие соединения / Г.В. Самсонов, В.А. Неронов, В.П. Лукашов. – М.: Металлургия, 1972. – 557 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ГЛУБИНОЙ ПРОПЛАВЛЕНИЯ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Сафонов С.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Полторацкий Л.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Стабилизация геометрических размеров шва способствует повышению качества сварного соединения. Но не во всех случаях это условие можно считать единственным критерием качества. Например, при сварке материалов, склонных к закаливанию или к образованию горячих или холодных трещин, важным фактором является также поддержание заданного термического цикла в процессе сварки, обеспечивающего необходимую скорость охлаждения металла. Только при этом условии можно получить требуемую структуру сварного шва и околошовной зоны. Заданный термический цикл и геометрические размеры шва можно считать обобщенным критерием качества. Закон изменения их зависит от погонной энергии дуги q .

Качество сварного соединения обуславливается его механическими и коррозионными свойствами, зависящими от геометрических размеров и формы сварного шва.

В свою очередь, закон регулирования $q/V_{св}$ зависит от типа действующих возмущений на объект «источник питания - дуга- сварочная ванна».

В системах, обрабатывающих технологические возмущения, действующие на питающую систему и дугу, для получения качественного сварного соединения, обеспечивалось условие $q=const$, благодаря стабилизации электрических параметров дуги.

Оценку влияния различных, возмущений на качество сварного соединения в таких системах можно оперативно провести одной из методик для автоматов общего назначения, связывающей отклонения параметров шва с вызвавшими их возмущениями через коэффициенты качества регулирования. Например, отклонения глубины проплавления и ширины шва при известных возмущения по напряжению сети, и длине дуги можно определить зная соответствующие коэффициенты связи

Необходимо располагать таблицами или графиками, характеризующими зависимость коэффициентов от режимов сварки. Варьируя параметрами режима, можно выбрать такое их сочетание, при котором какое-либо возмущение вызовет отклонение, например, глубины проплавления, не превышающее допустимого. Ценность методики состоит в том, что она при конкретных возмущениях позволяет оценить эффективность применения тех или иных дуговых автоматов.

Более сложный закон изменения $q \setminus V_{\text{св}}$ для получения качественного сварного соединения требуется при технологических и конструктивных возмущениях, действующих непосредственно на сварочную ванну (шов). Влияние этих возмущений на качество сварного соединения не может быть компенсировано с помощью систем автоматической стабилизации параметров режима сварки. Их влияние условно может быть оценено эквивалентным изменением коэффициента $\eta_{\text{э}}$, характеризующим изменение условия тепловложения в свариваемый материал.

Измерение конструктивных и технологических возмущений связано со значительными трудностями из-за их относительной рассредоточенности и удаленности от стыка. Частичное устранение влияния конструктивных возмущений можно обеспечить путем измерения и записи их с помощью специального датчика в период холостого прохода стыка и затем корректировки в процессе сварки параметров режима по записанной программе. Однако из-за тепловой деформации детали в процессе сварки такая программа часто малоэффективна. Поэтому наиболее приемлемым способом является введение в систему регулирования обратной связи по некоторому обобщенному параметру, на который в процессе сварки влияют как конструктивные, так и технологические возмущения. В качестве такого параметра можно принять температуру металла сварочной ванны или околошовной зоны. Температуру можно регулировать изменением погонной энергии в системе «источник питания- дуга- сварочная ванна». Задача регулирования при этом сводится к стабилизации подвижного температурного поля. С точки зрения теории автоматического регулирования температурное поле как объект регулирования описывается апериодическим звеном. Постоянная времени этого звена определяется параметрами свариваемого материала (теплоемкость, теплопроводность и т.д.). Температуру можно измерить лишь на некотором расстоянии от сварочной дуги, что обуславливает появление погрешностей измерения относительно реальной температуры под дугой и запаздывание в передаче сигнала управления.

Для измерения температуры целесообразно применение бесконтактных датчиков, действие которых основано на измерении интенсивности излучения с поверхности металла. Использование контактных датчиков (например, скользящей термопары, одной ветвью которой является стержень или ролик, катящийся по поверхности металла, а другой — свариваемый металл), приводит к большим погрешностям из-за инерционности датчика и отсутствия постоянного контакта между ним и металлом. Применение бесконтактных датчиков позволяет приблизить точку измерения температуры (площадку визирования датчика) к сварочной дуге.

Однако имеются ограничения на приближение площадки визирования к сварочной дуге, так как полезный сигнал «забивается» помехами, вызванными прямым или отраженным излучением дуги. Иногда удобен вариант размещения площадки визирования датчика с обратной стороны

шва, при этом необходимо обеспечить защиту датчика от пыли, повреждения расплавленным металлом, температурного воздействия окружающей атмосферы. Необходимо также проектировать устройства, упрощающие операцию визирования датчика на точку измерения температуры.

Чувствительным элементом датчиков является фотоэлемент. Все датчики содержат защитный кожух, фокусирующую и передающую оптику. В некоторых конструкциях кожух датчиков дополнительно охлаждается либо только водой, либо струёй газа и водой вместе. Газ в процессе сварки используется также для защиты обратной стороны шва. Струя газа, не влияя на спектр лучистого потока, предохраняет входной зрачок датчика от запыленности.

Из-за сложности визирования датчика с обратной стороны шва в ряде случаев необходимо изыскивать возможности построения бесконтактных датчиков, устанавливаемых со стороны дуги. Основным условием работоспособности датчика в этом случае является наличие корреляции между сигналом с датчика и выбранным критериальным параметром шва (например, размером обратного валика при сварке со сквозным проплавлением). Возможности использования таких датчиков расширяются при аргонодуговой сварке металлов толщиной 1-6 мм, если стабилизирована внешняя длина дуги.

При плазменной сварке известен способ регулирования проплавления по контролю с обратной стороны изделия параметров факела ионизированных газов.

Параметры факела измеряют либо с помощью фотоэлемента, либо по разности потенциалов между свариваемым изделием и искусственно вводимой под деталь контактной подложкой.

Экспериментально установлена линейная зависимость между шириной обратного валика и измеряемыми параметрами факела. Известен также способ определения размеров сварочной ванны со стороны дуги. Модулированным источником света освещают поверхность сварочной ванны шириной. Поскольку поверхность свариваемой детали отражает свет значительно слабее, чем жидкая ванна, то энергия отраженного светового сигнала зависит от размера ванны. Отраженный от сварочной ванны световой поток фиксируется фотоприемником.

Известен оригинальный способ получения информации о качестве проплавления по интенсивности излучения спектральной линии базового элемента (например, линии хрома). Интенсивность спектральной линии базового элемента связана с проваром изделия в зоне стыка. При сварке разнородных материалов для регулирования глубины проплавления используют световой поток, излучаемый сварочной ванной. Затем с помощью специальной аппаратуры его разлагают в спектр и по интенсивности спектральной линии базового элемента устанавливают требуемый регулирующий параметр. Для применения этого способа

измерения при сварке однородных, материалов на поверхность одной из кромок перед сваркой наносят контрастное вещество.

При наличии информации о качестве проплавления для построения системы регулирования в каждом конкретном случае необходимо еще правильно выбрать регулирующие воздействия. В простейшем случае это может быть один параметр, например ток (в непрерывном и импульсном режимах), скорость сварки, амплитуда поперечных колебаний электрода, а также параметры магнитной системы при управлении дугой магнитным полем, скорость подачи электродной проволоки и т.д. В более сложных случаях требуется комбинированное управление (сила тока - скорость сварки, скорость подачи электрода - длина вылета, сила тока - амплитуда поперечных колебаний и т. д.).

При выборе регулирующего воздействия (воздействий) необходимо всесторонне проанализировать влияние его на качество сварного соединения - форму шва, структуру металла, зону термического влияния и т. д. Иногда для эффективного регулирования требуется не только правильно выбрать регулирующее воздействие и подобрать остальные параметры режима сварки, но и применять дополнительные технологические приемы, расширяющие возможности способа сварки. К ним можно отнести повышение пространственной устойчивости дуги (например, наложением на нее коротких по длительности импульсов или магнитного поля), управление кристаллизацией металла шва с помощью электромагнитного перемешивания (ЭМП), удержание металла сварочной ванны с помощью магнитного поля, управление пространственным положением дуги относительно линии стыка с помощью механических и электромагнитных устройств.

Особое внимание при создании автоматического оборудования заслуживают способы сварки с периодически изменяющимся током. Основные из этих способов: импульсно-дуговая сварка со свободной и проникающей дугой; импульсно-дуговая сварка плавящимся и неплавящимся электродами; сварка модулированным током. Сварка на постоянном токе в импульсном режиме помимо повышения проплавляющей способности дуги позволяет уменьшить сварочные деформации вследствие малого времени существования сварочной ванны и малой зоны нагрева, обеспечить сходство химического состава металла шва с составом основного металла, уменьшить вероятность прожогов. Режим в этом случае регулируется изменением скважности импульсов, т. е. изменением отношения

Сварка модулированным током также обеспечивает изготовление тонколистовых конструкций и высококачественное формирование вертикальных и потолочных швов. При модулированном токе сварки проплавляющая способность дуги меньше зависит от изменения ее длины.

ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Губарева О.Г.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Полторацкий Л.М.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Сварные конструкции контролируют на всех этапах их изготовления. Кроме того, систематически проверяют приспособления и оборудование. При предварительном контроле подвергаются проверке основные и вспомогательные материалы, устанавливается их соответствие чертежу и техническим условиям.

По ГОСТ 15467-79 качество продукции есть совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество сварных изделий зависит от соответствия материала техническим условиям, состояния оборудования и оснастки, правильности и уровня отработки технологической документации, соблюдения технологической дисциплины, а также квалификации работающих. Обеспечить высокие технические и эксплуатационные свойства изделий можно только при условии точного выполнения технологических процессов и их стабильности. Особую роль здесь играют различные способы объективного контроля, как производственных процессов, так и готовых изделий. При правильной организации технологического процесса контроль должен быть его неотъемлемой частью. Обнаружение дефектов служит сигналом не только к отбраковке продукции, но и оперативной корректировке технологии.

После заготовительных работ детали подвергают чаще всего наружному осмотру, т.е. проверяют внешний вид детали, качество поверхности, наличие заусенцев, трещин, забоин и т.п., а также измеряют универсальными и специальными инструментами, шаблонами, с помощью контрольных приспособлений. Особенно тщательно контролируют участки, подвергающиеся сварке. Профиль кромок, подготовленных под сварку плавлением, проверяют специальными шаблонами, а качество подготовки поверхности - с помощью оптических приборов или специальными микрометрами.

Во время сборки и прихватки проверяют расположение деталей друг относительно друга, величину зазоров, расположение и размер прихваток, отсутствие трещин, прожогов и других дефектов в местах прихваток и т.д. Качество сборки и прихватки определяют главным образом наружным осмотром и обмером.

Наиболее ответственным моментом является текущий контроль выполнения сварки. Организация контроля сварочных работ может

производиться в двух направлениях: контролируют сами процессы сварки либо полученные изделия.

Контроль процессов позволяет предотвратить появление систематических дефектов и особенно эффективен при автоматизированной сварке (автоматическая и механизированная дуговая, электрошлаковая и др.). Существуют следующие способы контроля сварочных процессов.

Контроль по образцам технологических проб. В этом случае периодически изготавливают образцы соединений из материала той же марки и толщины, что и свариваемое изделие, и подвергают их всесторонней проверке: внешнему осмотру, испытаниям на прочность соединений, просвечиванию рентгеновскими лучами, металлографическому исследованию и т.д. К недостаткам такого способа контроля следует отнести некоторое различие между образцом и изделием, а также возможность изменения сварочных условий с момента изготовления одного образца до момента изготовления следующего.

Контроль с использованием обобщающих параметров, имеющих прямую связь с качеством сварки, например использование дилатометрического эффекта в условиях точечной контактной сварки. Однако в большинстве случаев сварки плавлением трудно или не всегда удастся выявить наличие обобщающего параметра, позволяющего достаточно надежно контролировать качество соединений.

Контроль параметров режима сварки. Так как в большинстве случаев определенных обобщающих параметров для процессов сварки плавлением нет, то на практике контролируют параметры, непосредственно определяющие режим сварки. При дуговой сварке такими параметрами в первую очередь являются сила тока, дуговое напряжение, скорость сварки, скорость подачи проволоки и др. Недостаток такого подхода заключается в необходимости контролирования многих параметров, каждый из которых в отдельности не может характеризовать непосредственно уровень качества получаемых соединений.

Контроль изделий производят пооперационно или после окончания изготовления. Последним способом обычно контролируют несложные изделия. Качество выполнения сварки на изделии оценивают по наличию наружных или внутренних дефектов. Развитие физики открыло большие возможности для создания высокоэффективных методов дефектоскопии с высокой разрешающей способностью, позволяющих проверять без разрушения качество сварных соединений в ответственных конструкциях.

В зависимости от того, нарушается или не нарушается целостность сварного соединения при контроле, различают неразрушающие и разрушающие методы контроля.

В процессе образования сварных соединений в металле шва и зоне термического влияния могут возникать различные отклонения от установленных норм и технических требований, приводящие к ухудшению работоспособности сварных конструкций, снижению их эксплуатационной

надежности, ухудшению внешнего вида изделия. Такие отклонения называют дефектами. Дефекты сварных соединений различают по причинам возникновения и месту их расположения (наружные и внутренние). В зависимости от причин возникновения их можно разделить на две группы. К первой группе относятся дефекты, связанные с металлургическими и тепловыми явлениями, происходящими в процессе образования, формирования и кристаллизации сварочной ванны и остывания сварного соединения (горячие и холодные трещины в металле шва и околошовной зоне, поры, шлаковые включения, неблагоприятные изменения свойств металла шва и зоны термического влияния).

Ко второй группе дефектов, которые называют дефектами формирования швов, относят дефекты, происхождение которых связано в основном с нарушением режима сварки, неправильной подготовкой и сборкой элементов конструкции под сварку, неисправностью оборудования, недостаточной квалификацией сварщика и другими нарушениями технологического процесса. К дефектам этой группы относятся несоответствия швов расчетным размерам, непровары, подрезы, прожоги, наплывы, незаваренные кратеры и др. Дефектами формы и размеров сварных швов являются их неполномерность, неравномерные ширина и высота, бугристость, седловины, перетяжки и т.п.

Эти дефекты снижают прочность и ухудшают внешний вид шва. Причины их возникновения при механизированных способах сварки - колебания напряжения в сети, проскальзывание проволоки в подающих роликах, неравномерная скорость сварки из-за люфтов в механизме перемещения сварочного автомата, неправильный угол наклона электрода, протекание жидкого металла в зазоры, их неравномерность по длине стыка и т.п. Дефекты формы и размеров швов косвенно указывают на возможность образования внутренних дефектов в шве.

Наплывы образуются в результате натекания жидкого металла на поверхность холодного основного металла без сплавления с ним. Они могут быть местными - в виде отдельных застывших капель, а также иметь значительную протяженность вдоль шва. Чаще всего наплывы образуются при выполнении горизонтальных сварных швов на вертикальной плоскости. Причины образования наплывов - большой сварочный ток, слишком длинная дуга, неправильный наклон электрода, большой угол наклона изделия при сварке на спуск. При выполнении кольцевых швов наплывы образуются при недостаточном или излишнем смещении электрода с зенита. В местах наплывов часто могут выявляться непровары, трещины и др.

Подрезы представляют собой продолговатые углубления (канавки), образовавшиеся в основном металле вдоль края шва. Они возникают в результате большого сварочного тока и длинной дуги. Основной причиной подрезов при выполнении угловых швов является смещение электрода в сторону вертикальной стенки. Это вызывает значительный разогрев металла вертикальной стенки и его стекание при оплавлении на горизонтальную

стенку. Подрезы приводят к ослаблению сечения сварного соединения и концентрации в нем напряжений, что может явиться причиной разрушения.

Прожоги - это сквозные отверстия в шве, образованные в результате вытекания части металла ванны. Причинами их образования могут быть большой зазор между свариваемыми кромками, недостаточное притупление кромок, чрезмерный сварочный ток, недостаточная скорость сварки.

Непроваром называют местное несплавление кромок основного металла или несплавление между собой отдельных валиков при многослойной сварке. Непровары уменьшают сечение шва и вызывают концентрацию напряжений в соединении, что может резко снизить прочность конструкции. Причины образования непроваров - плохая зачистка металла от окалины, ржавчины и загрязнений, малый зазор при сборке, большое притупление, малый угол скоса кромок, недостаточный сварочный ток, большая скорость сварки, смещение электрода от центра стыка. Непровары выше допустимой величины подлежат удалению и последующей заварке.

Трещины, также как и непровары, являются наиболее опасными дефектами сварных швов. Они могут возникать как в самом шве, так и в околошовной зоне и располагаться вдоль или поперек шва. По своим размерам трещины могут быть макро- и микроскопическими. На образование трещин влияет повышенное содержание углерода, а также примеси серы и фосфора.

Шлаковые включения, представляющие собой вкрапления шлака в шве, образуются в результате плохой зачистки кромок деталей и поверхности сварочной проволоки от оксидов и загрязнений. Они возникают при сварке длинной дугой, недостаточном сварочном токе и чрезмерно большой скорости сварки, а при многослойной сварке - недостаточной зачистке шлаков с предыдущих слоев. Шлаковые включения ослабляют сечение шва и его прочность.

Газовые поры появляются в сварных швах при недостаточной полноте удаления газов при кристаллизации металла шва. Причины пор - повышенное содержание углерода при сварке сталей, загрязнения на кромках, использование влажных флюсов, защитных газов, высокая скорость сварки, неправильный выбор присадочной проволоки. Иногда они выходят на поверхность шва в виде воронкообразных углублений, образуя так называемые свищи. Поры также ослабляют сечение шва и его прочность, сквозные поры приводят к нарушению герметичности соединений.

Микроструктура шва и зоны термического влияния в значительной степени определяет свойства сварных соединений и характеризует их качество.

Сделанный в работе анализ дефектов сварных соединений позволяет правильно выбрать метод контроля, позволяющий более полно оценить качество сварного соединения и эффективность контроля для дальнейшей эксплуатации сварной конструкции.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Норкин В.Л.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Рудаков С.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В последнее время в мире ведутся интенсивные исследования, направленные на разработку эффективных методов распознавания дефектов. Математическими основами существующих методов анализа радиационных изображений являются теория распознавания образов и теория цифровой обработки изображений. Аппаратная реализация систем распознавания дефектов возможна на базе современных компьютеров и микроконтроллеров.

С точки зрения безопасности эксплуатации изделий и конструкций большое значение имеет проблема обеспечения высокого качества сварных швов. Эффективным методом контроля качества сварных швов является радиационный контроль, с помощью которого могут быть обнаружены скрытые в металле дефекты. Решение о пригодности изделия принимается на основе анализа радиационного изображения, который традиционно осуществляется человеком, визуальным оценивающим качество сварного шва. Способ радиационного контроля качества имеет свои недостатки, связанные с такими психологическими особенностями человека, как невозможность постоянно концентрировать внимание на одном объекте, переутомление и субъективные искажения при визуальном восприятии. Применение системы автоматического распознавания дефектов на радиационных изображениях позволит исключить негативное влияние человеческого фактора и обеспечит надежность, постоянство и повторяемость результатов контроля.

Общая структура процесса автоматического распознавания дефектов. Автоматическое распознавание дефектов на радиационном изображении сварного шва представляет собой цифровую обработку полутонового радиационного изображения, результатом которой является текстовый список дефектов сварного шва, содержащий такие данные о дефектах, как их месторасположение на изображении, параметры и классы (трещина, пора, непровар и т. д.).

На основе анализа работ процесс автоматического распознавания дефектов можно представить в виде последовательности трех основных процедур, предварительная обработка изображения; обнаружение дефектов; классификация дефектов. Предварительная обработка радиационного изображения выполняется для улучшения его визуального качества. Обнаружение дефектов состоит в выявлении на изображении областей с неоднородностями функции яркости, соответствующих дефектам сварного

соединения. На этапе классификации для каждого обнаруженного дефекта на изображении определяется его класс.

Предварительная обработка радиационного изображения. Исходные радиационные изображения характеризуются высоким уровнем шумов и низким контрастом. Поэтому для повышения достоверности распознавания дефектов обычно производят предварительную обработку радиационного изображения с целью улучшения его визуального качества и информативности. Улучшение качества достигается с помощью повышения контраста изображения и подавления шумов.

Оценка достоверности обнаружения дефектов производится экспериментально, поскольку для аналитической оценки требуется построить формальную спецификацию задачи, а задача обнаружения дефектов является существенно неформальной. Экспериментальная оценка достоверности состоит в том, что исследуемый алгоритм обнаружения дефектов проверяют на тестовом наборе радиационных изображений.

Для повышения контраста радиационных изображений применяется линейное контрастирование, эквализация гистограммы и адаптивное контрастирование.

Обнаружение дефектов. Дефекты сварных швов на радиационных изображениях имеют вид локальных неоднородностей по яркости на фоне более однородных бездефектных областей сварного шва. Размер и форма этих неоднородностей соответствуют форме и размерам дефектов в той степени, в какой теневое радиационное изображение отображает структуру сварного шва. Исходя из этого, процедуру автоматического обнаружения дефектов можно представить как процесс нахождения на изображении областей с неоднородностями по яркости, соответствующих дефектам сварного шва.

В методах статистической классификации решение о том, к какому классу отнести исследуемую область изображения, принимается на основе анализа статистической выборки — набора изображений дефектов. Для идентификации дефектов применяются следующие методы статистической классификации: линейная, пороговая, полиномиальная, байесовская классификация, метод к-ближайших соседей.

Основным показателем, характеризующим достоверность обнаружения, является процент обнаруженных дефектов. Согласно проведенным исследованиям, для существующих методов значение этого показателя при проверке на тестовых изображениях составляет 90...96%. Кроме процента обнаруженных дефектов, важным параметром является минимальный размер обнаруживаемых дефектов. В работе было измерено значение этого параметра для круглых пор. Для исследованного в этой работе метода при использовании изображений, полученных с помощью рентгеновской пленки, минимальный размер обнаруживаемых дефектов был равен 0,3 мм, а при использовании рентгенотелевизионных изображений - 0,46 мм.

Отдельного рассмотрения требует вопрос сравнения достоверности автоматического обнаружения дефектов и достоверности обнаружения дефектов человеком. Исследование этих двух способов контроля представлено в работе, где одни и те же радиационные изображения были проверены на наличие дефектов группой дефектоскопистов и алгоритмом автоматического обнаружения дефектов. В результате исследования установлено, что с помощью методов автоматического обнаружения может быть достигнута такая же высокая достоверность обнаружения, которая свойственна человеку. Однако было установлено, что опытный дефектоскопист довольно хорошо обнаруживает очень маленькие дефекты (поры диаметром менее 0,3 мм), в то время как алгоритм автоматического обнаружения не мог отличить поры диаметром менее 0,3 мм от ложных обнаружений, вызванных шумовыми выбросами. Отсюда можно сделать вывод, что существенным недостатком разработанных алгоритмов автоматического обнаружения является низкая достоверность обнаружения дефектов небольших размеров.

Автоматическая классификация дефектов. Алгоритм классификации дефектов должен определять, к какому классу принадлежит обнаруженный дефект. В исследованиях, посвященных автоматической классификации, дефекты сварных швов делятся на следующие классы: пора, шлаковое включение, трещина, непровар, подрез, прожог. Принятие решения об отнесении обнаруженного дефекта к определенному классу принимается на основе анализа значений его информативных признаков. Информативные признаки вычисляются на основе изображения дефекта и выбираются таким образом, чтобы по их значениям можно было правильно разделить дефекты на классы.

Информативные признаки, которые используются для классификации обнаруженных дефектов, можно разделить на два типа: яркостные и геометрические. Яркостные признаки характеризуют распределение яркости на изображении дефекта. Геометрические признаки несут информацию о форме и размерах дефекта, а также о его пространственном расположении относительно сварного шва.

В настоящее время используют следующие яркостные признаки: средняя яркость дефекта; среднеквадратическое значение яркости дефекта; диапазон яркости в области дефекта; специальные инвариантные моменты (инвариантные к пространственной ориентации и размерам дефекта). Из геометрических признаков применяют следующие: большая и малая ось эквивалентного эллипса (наименьшего эллипса, который может быть описан вокруг изображения дефекта); площадь дефекта; периметр дефекта; радиус эквивалентной окружности; среднее расстояние от точек дефекта до его центра; угол между большой осью эквивалентного эллипса дефекта и горизонтальной линией; ширина и длина эквивалентного прямоугольника; площадь эквивалентного прямоугольника; расстояние от центра дефекта до центра сварного шва.

В представленных в литературе алгоритмах автоматической классификации дефектов используются три основных метода классификации:

- классификация с помощью искусственной нейронной сети;
- статистическая классификация;
- классификация с помощью экспертной системы с нечеткой логикой.

В известных на сегодня методах распознавания дефектов процесс распознавания состоит из трех основных процедур: предварительной обработки исходного изображения, обнаружения дефектов и классификации дефектов.

Предварительная обработка позволяет повысить достоверность распознавания. Для повышения контрастности исходного изображения наиболее эффективными оказались методы адаптивной эквализации гистограммы и адаптивного контрастирования, а для подавления шумов - морфологическая обработка и вейвлет-преобразование.

Для выделения области сварного шва на изображении наиболее перспективным является применение искусственной нейронной сети. Такой подход обеспечивает высокую устойчивость к искажениям, возникающим из-за шумов и сложной формы сварного шва. Среди методов сегментации радиационного изображения для выделения дефектов перспективными можно считать следующие: адаптивную пороговую обработку, выделение границ областей на основе вейвлет-преобразования, сегментацию с помощью искусственной нейронной сети.

Для классификации дефектов в настоящее время применяют следующие методы: классификация с помощью искусственной нейронной сети, статистическая классификация, классификация с помощью экспертной системы с нечеткой логикой. Согласно экспериментальным данным, все эти методы имеют приблизительно одинаковую эффективность, процент верных классификаций для них составляет 81...92 %.

Для сканирования промышленной рентгеновской пленки рекомендовано использовать систему LS 85.

Система сканирования промышленной рентгеновской пленки KODAK INDUSTREX Film Digitizer позволяет сканировать пленки шириной до 35 см со скоростью 120 пленок в час с разрешением 2048 пикселей на линию. Система не требует калибровки, так как в ней предусмотрена функция автоматической самокалибровки.

Таким образом, рассмотренные методы автоматизации в распознавании дефектов при выполнении сварочных работ могут снизить трудоемкость контроля и повысить качество сварных соединений.

ПОТЕРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ ПРИ НАСЫЩЕНИИ ЕЕ ВОДОРОДОМ

Джапаров Н.А.

**Научные руководители: д.т.н., профессор Полторацкий Л.М.,
к.т.н., профессор Рудаков С.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Механические свойства отожженной проволоки, как передельной, так и товарной, всегда строго регламентированы. Однако наблюдаются случаи, когда в проволоке, протянутой с малыми степенями обжата, не успевают полностью пройти процессы рекристаллизации, и она имеет повышенную прочность, низкую пластичность при испытаниях и неудовлетворительную микроструктуру.

Кроме того, из-за разных режимов отжига возникают организационные трудности: необходимо формировать партии проволоки, уменьшать производительность печей при настройке температурных режимов. В связи с этим была поставлена задача разработать унифицированный режим рекристаллизационного отжига проволоки всей названной широкой марочной гаммы низкоуглеродистой сварочной проволоки.

В лабораторных и промышленных условиях опробовали отжиг в подкритической (580-700⁰С) и в межкритической областях (720-750⁰С), а также отжиг с фазовой перекристаллизацией (нагрев до 760⁰С, охлаждение и изотермическая выдержка при 600-650⁰С). Анализ результатов контрольных испытаний механических свойств и микроструктуры проволоки показал, что наиболее технологичен отжиг по последнему режиму с температурой по зонам печи (в зоне 3 подача топлива отключается):

Таблица 1 – Распределение температуры по зонам печи

| Зона | 1 | 2 | 4 | 5 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| Температура | 760 | 700 | 650 | 620 |

При отжиге холоднодеформированной проволоки по этому режиму происходит полная рекристаллизация структуры и сфероидизация цементита и обеспечиваются требования стандартов по механическим свойствам проволоки при всех используемых стандартных маршрутах волочения (числители-требования стандарта, знаменатели-фактические значения):

Таблица 2 – Механические свойства проволоки

| Вид проволоки, ГОСТ, размер | Предел прочности, Н/мм ² |
|--|-------------------------------------|
| Сварочная, ГОСТ 2246-70, сталь 08Г2С, диам. 1,6мм | 880-1275 |
| | 880-1175 |

Предложенный унифицированный режим отжига позволил получать проволоку необходимого качества, с микроструктурой рекристаллизованного металла, обуславливающей хорошую диффузию водорода и, таким образом, делающей ее устойчивой к водородному охрупчиванию.

Аттестационные испытания показали стабильность механических свойств проволоки по партиям-плавкам и однородность их по длине мотков. Микроструктура металла, полученного по рекомендуемой технологии, также является удовлетворительной с точки зрения его устойчивости к водородной хрупкости.

Рассматривали дополнительный механизм (кроме наличия металлургических дефектов или дефектов поверхности), снижающий технологическую пластичность металла, и причины его реализации, тесно связанные с технологической цепочкой изготовления проволоки.

Технология изготовления проволоки, кроме волочения и промежуточных рекристаллизационных отжигов, включает ряд операций подготовки исходного материала (катанки): химическое удаление окалины с поверхности, нанесение подмазочного слоя и сушку. Химическое удаление окалины проводят в растворах серной и соляной кислот. Такая операция сопровождается интенсивным наводороживанием металла. Прямые измерения методами низкотемпературной вакуумной экстракции и вакуум-плавления показали, что содержание водорода возрастает по отношению к исходному в 3...5 раз и дает абсолютную величину до 15 см^3 на 100г металла после нахождения катанки в травильной ванне с соляной кислотой 40...50 мин. Наличие таких содержаний водорода, которые значительно превышают равновесные, позволяет привлечь для обсуждения причин возникновения трещин известные и хорошо описанные механизмы снижения пластичности под влиянием водорода.

Экспериментальное подтверждение влияния водорода на снижение технологической пластичности может быть установлено на последовательном исключении причин, традиционно объясняющих зарождение и формирование трещин.

Для сравнения испытаний использовали образцы проката и проволоки из стали 08А и 08Г2С производства Западно-Сибирского металлургического комбината. С поверхности металла удаляли механическим способом возможные дефекты. Образцы подвергали нормализации в одинаковых условиях, затем обычному и электростимулированному волочению с различной степенью деформации при различных способах подготовки поверхности. Травление образцов в тех случаях, когда окалину и дефекты поверхности удаляли механическим путем, имитировали получасовой выдержкой в 20%-ном растворе соляной кислоты, что позволяло получить концентрацию водорода в металле $9...11 \text{ см}^3$ на 100 г металла. Образцы подвергали стандартным механическим испытаниям.

Изменение содержания водорода от 5 до 10 см^3 на 100 г металла

повышало на 5...8% прочностные характеристики, снижало в 2...3 раза относительное удлинение и на 30...40% относительное сужение. Образцы, не подвергавшиеся травлению, показали значительный рост пластичности после дополнительной деформации волочением. Этот результат позволяет предположить, что потеря технологической пластичности является следствием двух процессов - насыщения металла водородом и последующего его перераспределения в объеме металла при холодной пластической деформации волочением.

Исходя из анализа напряженно-деформационного состояния металла при волочении, можно представить, что присутствующий в сверхравновесной концентрации в цилиндрическом объеме металла водород под влиянием холодной пластической деформации волочением начнет перераспределяться внутри этого объема. При этом процесс перераспределения будет носить сложный характер, зависящий от напряженного состояния в сечении проволоки. Объем металла, в котором действуют растягивающие напряжения, имеет в силу специфики схемы деформирования форму кольца и расположен на некотором расстоянии от поверхности металла.

УДК 621.791

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО ТЕПЛОСТОЙКОГО МЕТАЛЛА ТИПА Р2М8 В ПРОЦЕССЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ

**Арясов Е.А., Рогов И.В., Овчинников Д.Д. Захаров М.И., Гурьев Д.В.
Научный руководитель: к.т.н., доцент Вострецов Г.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Процессы формирования структуры и свойств различных металлов и сплавов во многом определяются деформационными процессами происходящими при нагреве и охлаждении. В некоторых случаях деформационное упрочнение рабочих поверхностей деталей машин широко применяется, как отделочная операция при изготовлении цельнометаллических деталей, а также при реставрации деталей, изношенных рабочие поверхности которых восстанавливаются наплавкой. В последнем случае наплавка выполняется с целью восстановления геометрии деталей и наплавленный металл близок по прочностным характеристикам к материалу изделия. Представляет практический и научный интерес изучение технологических возможностей сочетания наплавки износостойкими, с высокой твердостью материалами (в частности теплостойкими инструментальными сталями) и дополнительного поверхностного деформационного упрочнения наплавленного металла обкаткой.

При пластической деформации закаленных сталей с мартенсито-аустенитной структурой, какими и являются наплавляемые, в рассматриваемом случае, материалы, происходит распад остаточного аустенита и его превращение в мартенсит, что сопровождается интенсивным ростом твердости.

Таким образом, при обработке наплавленного металла с мартенсито-аустенитной структурой упрочнение не является следствием только пластической деформации. В этом случае в деформированном слое происходит дополнительное повышение твердости, обусловленное распадом остаточного аустенита и превращением его в мартенсит и, к тому же, образованием в процессе деформации высокодисперсных карбидов, блокирующих сдвиги по плоскостям скольжения.

Поверхностное пластическое деформирование наплавленного слоя валков при обработке, в результате наложения обоих видов упрочнения, должно обеспечить существенное повышение поверхностной твердости рабочего слоя валков и их эксплуатационной стойкости.

Пластическое деформирование поверхности может быть осуществлено различными способами при статическом (обработка роликами и шариками) или ударном (наклеп дробью, чеканка) приложении нагрузки. Для упрочнения наплавленного слоя прокатных валков с цилиндрической бочкой наиболее приемлемым с точки зрения технологичности является статическое приложение нагрузки с использованием в качестве деформирующего инструмента стальных закаленных шариков. Большим преимуществом обкатки шариком является возможность получения высокого класса высоты обработанных поверхностей. Это позволит свести к минимуму съем упрочненного слоя при чистовой шлифовке перед постановкой валков в клеть и тем самым повысить их срок эксплуатации.

Параметрами режима процесса обкатки шариками являются: диаметр шарика; шаг подачи; скорость обработки (линейная скорость перемещения деформирующего инструмента относительно обрабатываемой поверхности); усилие на шарик; число проходов.

Усилие на шарик является основным параметром режима, поскольку определяет величину давления в зоне контакта шарика с обрабатываемой поверхностью, степень деформации металла и величину его упрочнения. При очень высоком усилии на шарик в процессе обработки может наблюдаться наклеп металла, сопровождающийся появлением поперечных трещин, шелушения и отслаивания металла. Допустимое давление должно быть меньше критического, которое устанавливается главным образом опытным путем для данного материала и условий обработки.

Число проходов определяет количество условных деформаций, вызывающих изменение поверхностей твердости. Влияние числа проходов следует рассматривать с учетом давления в контакте и шагом подачи. Если давление ниже оптимального, то повторные проходы могут повышать поверхностную твердость.

Для определения оптимальных, с точки зрения достижения максимальной поверхностной твердости при минимальной продолжительности обработки, усилия на шарик и числа проходов проводили исследования на плоских дисковых образцах с наплавленным слоем. Наплавку образца (сталь 30ХГСА) выполняли порошковой проволокой ПП-9Х4В2М8ФЮ диаметром 3,7мм. Режимы наплавки: ток сжатой дуги – 240А; скорость подачи проволоки – 44 м/ч; скорость наплавки 12 м/ч; расход плазмообразующего газа (аргон) 6 л/мин; расход защитного газа (азот) 18л/мин. Наплавку осуществляли в три слоя без перегрева, с шириной слоя – в один валик.

Для получения скоростей охлаждения наплавленного металла, обеспечивающих получение наплавленного металла в закаленном состоянии, наплавку выполняли в специально разработанном приспособлении с охлаждением тыльной торцевой поверхности образца проточной водой. Перед обкаткой поверхность наплавленного кольцевого слоя шлифовали до получения площадки шириной 18-22мм. Обкатывали как наплавленный металл в состоянии после наплавки, так и двукратного отпуска при температуре 560 °С с выдержкой 1 час и охлаждением на воздухе. Твердость наплавленного металла измеряли перед обкаткой и после деформационного упрочнения согласно ГОСТ 299-75 на приборе ТП-7Р-1.

Обкатку образцов выполняли в специально разработанном приспособлении, смонтированном на горизонтально-фрезерном станке. Для обкатки использовали стальной закаленный шарик диаметром 15мм; скорость обкатки составляла 1,1 м/с; шаг подачи – 0,12мм.

В первой серии опытов определяли зависимость твердости упрочненного обкаткой слоя от усилия на шарик и количество проходов. Усилие на шарик варьировали в пределах 6500-8000Н, число проходов до четырех.

При усиллии на шарик превышающем 7600Н, как для наплавляемого металла без термообработки, как и после отпуска, при обкатке происходит наклеп деформируемого слоя, сопровождающейся шелушением и отслоением металла. Максимально допустимое усилие на шарик, при котором не происходит наклепа и достигается максимальная твердость (HV 1160) составляет 7600Н. При максимально допустимом усиллии на шарик максимальная твердость достигается уже после первого прихода. Выполнение последующих второго, третьего и четвертого проходов не увеличивает твердости, но для наплавленного металла, прошедшего термообработку может привести к чрезмерному наклепу. При обкатке наплавленного металла с усиллии на шарик меньшим максимально допустимого для достижения максимальной твердости требуется выполнение большего числа проходов, причем при нагрузке на шарик менее 92% от P_{\max} максимальная твердость достигается независимо от числа проходов. Таким образом, в рассмотренном случае оптимальным вариантом следует считать обкатку в один проход с усиллии на шарик 7600Н.

Во второй серии опытов изучалась влияние технологических схем комбинированного упрочнения (наплавка + отпуск + обкатка и наплавка + обкатка) на глубину упрочненного слоя.

После выполнения каждой из указанных технологических операций измерялась твердость поверхности $HV_{\text{пов.}}$ образцов. После обкатки дисковый образец с наплавленным металлом с помощью электроискровой резки разделялся на 16 частей и при послойной шлифовке (0,15мм на сторону) в сочетании с замерами твердости определялась глубина упрочненного обкаткой поверхностного слоя. При этом за глубину упрочненного слоя принимали расстояние от поверхности, на котором твердость становилась равной твердости основы $HV_{\text{осн.}}$ (наплавленного металла).

В результате проведенных исследований установлено, что поверхностная твердость наплавленного слоя после деформационного упрочнения возрастает до HV 1160, как в случае упрочнения наплавленного металла и металла после отпуска, так и наплавленного металла без термообработки, хотя их твердость в исходном состоянии перед обкаткой существенно различается (HV 870 и HV 730 соответственно). Это определяет и разную степень повышения поверхностной твердости – 33% в первом случае и 59% во втором. Полученные данные указывают на наличие зависимости степени повышения поверхностной твердости от исходной структуры деформированного металла. Высокий прирост упрочнения наплавленного металла связан с тем, что на упрочнение от пластической деформации накладывается упрочнение от превращения остаточного аустенита в мартенсит. По величине, достигаемой после деформационного упрочнения твердости, наплавленный металл типа 9X4B2M8ФЮ приближается к сплавам KB-6, KB-8, твердость которых HV 1300-1350.

Глубина упрочненного слоя для первой технологической схемы составляет 1,5мм, для второй 2,1мм, т.е. наплавленный металл с меньшей исходной твердостью упрочняется на большую глубину. При этом эффективная глубина упрочненного слоя, как в том, так и в другом случае одинакова – 0,6мм.

Исходя из полученных экспериментальных данных, технологическую схему комбинированного упрочнения наплавленного слоя, включающую наплавку, отпуск и обкатку можно рекомендовать для изготовления валков холодной прокатки сталей, работающих при высоких контактных напряжениях.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИЛЬМЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОДОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Давыдов А.В., Кузнецова О.В., Подшивалов И.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Игушев В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

До 90-х годов в покрытиях электродов общего назначения с рутиловым покрытием основным составляющим был рутиловый концентрат. Количество его составляло 45-50%. В качестве газообразующих использовали мрамор, целлюлозу, древесную муку. Основным раскислителем и легирующим в рутиловых покрытиях использовали низкоуглеродистый ферромарганец. В качестве связующего применяли натриево-калиевое или калиево-натриевое жидкое стекло. Шлакообразующими в этих покрытиях кроме рутилового концентрата были мрамор, тальк, каолин, слюда мусковит.

В России залежей минералов, содержащих рутил, очень мало. Все они находятся на стадии разработки. В настоящее время из имеющихся месторождений в России добывается только ильменит, который содержит меньше окислов титана и больше окислов железа и кремния по сравнению с рутилом.

Учитывая вышеизложенное, начиная с 90-х годов, научно-исследовательские организации стали разрабатывать и внедрять в производство электроды с меньшим содержанием рутила и с ильменитовым концентратом.

В работе разрабатывали состав покрытия с ильменитовым концентратом с привлечением местных источников сырья. Наиболее применяемым способом разработки электродов является экспериментальный подбор покрытия при выбранном составе электродного стержня. В зависимости от технических требований к электроду такой экспериментальный подбор требует большего или меньшего количества проверяемых вариантов достигает нескольких десятков, а в ряде случаев проверяется более сотни различных композиций. Естественно, что это длительный и весьма дорогостоящий эксперимент.

Число требуемых экспериментов для решения такой задачи можно сократить, используя накопленный при разработке сварочных электродов опыт, а также применяя некоторые расчеты, позволяющие выделить наиболее вероятные области составов, заслуживающих проверки при создании новых покрытий.

В таких расчетах могут быть оценены необходимые количества компонентов в покрытии, которые должны обеспечивать следующие технологические характеристики:

- возможность устойчивого горения дуги и плавление электрода на

постоянном (при прямой или обратной полярности) и переменном токе;

- достаточную защиту расплавляемого металла электрода и сварочной ванны от накопления в них вредных примесей и защиту от окружающей среды;

- возможность выполнения сварки при различном положении швов в пространстве;

- обеспечение легкой отделяемости шлака с поверхности швов;

- возможность получения хорошо сформированных валиков (швов) с достаточно мелкочешуйчатой наружной поверхностью и плавными переходами от шва к кромкам основного металла;

- исключение выделения такого количества газов и пылевидных частиц, которое повышает установленные нормы с точки зрения обеспечения санитарно-гигиенических условий для персонала, выполняющего сварку;

- достаточную стойкость покрытий против механических повреждений.

При разработке состава покрытия электрода, включающего в себя местные компоненты, руководствовались следующим.

Электрод предназначен для сварки углеродистых и низколегированных сталей должен обеспечивать свойства наплавленного металла, отвечающего типу Э-46 по ГОСТ 9466-75.

Количество связующих, формирующих добавок, желаемой концентрации элементов в наплавленном металле, примем по общим соображениям на основании сопоставления с уже имеющимися материалами.

При выбранном составе электродного стержня легирование наплавленного металла марганцем должно производиться через покрытие. Кремний в металл перейдет из шлака за счет кремневосстановительного процесса.

Одним из основных вопросов, который необходимо решить при разработке составов покрытий, это правильный выбор шлаковой системы.

Получающийся в результате сварки шлак в основном формируется за счет покрытий, хотя нельзя исключить изменение состава шлака в результате наполнения его окислами и другими соединениями, поступающими из металлических составляющих покрытия, металла стержня или основного, в результате реакций, происходящих при сварке.

Шлакообразующие, вводимые в состав покрытия, весьма разнообразны. Это различные окислы – CaO, MnO, MgO, FeO, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, Na₂O, K₂O и другие соединения.

Сварочные шлаки должны обладать определенными физико-химическими свойствами. Физические свойства шлаков характеризуются:

- температурой плавления и размягчения, теплостойкостью, скрытой теплотой плавления и теплосодержанием шлака;

- вязкостью в жидком состоянии и ее изменением с температурой;

- газопроницаемостью, свойствами, определяющими отделяемость шлака от металла шва в твердом состоянии.

Одной из наиболее важных характеристик шлака является его вязкость

в расплавленном состоянии. От вязкости зависят характер формирования шва, глубина проплавления основного металла, выход газов из зоны плавления и др. Шлаки изменяют вязкость в довольно широком диапазоне температур, поэтому и их температура плавления является как бы условной. Шлаки, образующиеся при ручной дуговой сварке покрытыми электродами, должны хорошо смачивать поверхность ванны жидкого металла, не собираться комочками (склонны тугоплавкие основные шлаки) и не оголять жидкий металл (к этому склонны кислые длинные шлаки).

В процессе сварки шлаки должны иметь температуру плавления, незначительно отличающуюся от температуры плавления металла. Обычно наиболее благоприятна температура плавления шлака, при которой он переходит в жидкотекучее состояние, на 200-300°С меньше температуры плавления металла.

Другой важной характеристикой шлака является плотность и газопроницаемость. При меньшей плотности шлак легче удаляется из металла сварочной ванны, всплывая на ее поверхность. Это способствует получению сварных швов, чистых от неметаллических включений экзогенного характера, т.е. запутавшихся в растущих дендритах металла частичек шлака. Шлаки должны иметь высокую газопроницаемость. Это способствует лучшему удалению через шлак газов, выделившихся из кристаллизующегося металла. Газопроницаемость шлака влияет и на его форму и формирование.

Состав покрытия влияет на отделимость шлаковой корки от поверхности шва. Легкая отделимость шлаковой корки – необходимое условие высокой производительности сварочных работ. При плохой отделимости шлака приходится затрачивать немало труда и времени на зачистку поверхности швов, особенно при многопроходной сварке.

При разработке составов покрытия ильменитового типа электродов общего назначения были использованы местные компоненты: мрамор, тальк и ильменит.

В работе было показано, что местные компоненты – мрамор и тальк соответствуют ГОСТу и их можно использовать в составах покрытий электродов. Ильменитовые концентраты местных месторождений необходимо обогащать с целью повышения содержания окислов титана и удаления примесей.

Была изготовлена опытная партия электродов, исследованы сварочно-технологические свойства электродов. Исследовали формирование сварного шва, отделимость шлака, стабильность горения дуги и склонность металла шва к образованию пор.

Результаты испытаний показали, что предлагаемое электродное покрытие обеспечивает хорошие сварочно-технологические свойства электродов. Данными электродами можно варить на постоянном и переменном токе. Электроды не склонны к образованию козырька, что связано с правильно подобранной шлаковой системой, имеющей температуру плавления в пределах 1250-1300°С.

IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 658.52.011.56:553.98

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА SIEMENS SIMATIC PCS 7 ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГАЗОВОГО ПРОМЫСЛА ГП-10 УРЕНГОЙСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Минаев А.В., Комар Ю.С.

*Группа компаний «СМС-Автоматизация»
г. Самара*

Рассматривается автоматизированная система технологического процесса газового промысла Уренгойского газоконденсатного месторождения ГП-10, спроектированная и внедренная группой компаний «СМС-Автоматизация».

Газовый промысел Уренгойского газоконденсатного месторождения ГП-10 эксплуатируется более полутора десятка лет, в 2002 году было начато строительство дополнительных технологических объектов, которые позволили завести на установку УКПГ-10 (установка комплексной подготовки газа) газ сеноманской залежи Таб-Яхинского участка. Для управления процессом предусматривалось создание АСУ ТП ГП-10 Уренгойского ГКМ как многоуровневой децентрализованной распределенной системы управляющего типа.

Создание АСУТП было решено провести в два этапа - на первом этапе автоматизация объектов Таб-Яхинского участка (площадка переключающее аппаратуры (ППА), насосная метанола, цех очистки газа (ЦОГ)), связь с системой телемеханики, на втором этапе - реконструкция АСУТП УКПГ-10 и вспомогательного производства, реконструкция и интеграция в АСУТП ГП-10 системы управления дожимной компрессорной станции (ДКС).

Оперативный контур управления технологическим оборудованием реализуется на автоматизированных рабочих местах оператора-технолога (АРМ ОТ), в операторной блока вспомогательных помещений (БВП) расположены рабочие места оператора, учета газа, технолога, принтеры рапортов и аварийных сообщений, 2 резервированных сервера и инженерная станция (ИС), которую при необходимости можно использовать как АРМ ОТ. В операторной дожимной компрессорной станции (ДКС) также расположены рабочие места оператора, технолога и принтеры рапортов и аварийных сообщений.

Каждое АРМ ОТ организовано на основе промышленного персонального компьютера, оснащено двумя цветными жидкокристаллическими мониторами с размерами экрана 19 дюймов, клавиатурой и устройством координатного указания - трекболом.

Инженерная станция представляет промышленный персональный компьютер, оснащенный двумя 19" жидкокристаллическими мониторами, клавиатурой и устройством координатного указания («мышь»). Два сервера имеют один 17" монитор, одну клавиатуру и одно устройство координатного указания («тачпад»), которые переключаются через переключатель SWITCH KVM в зависимости от того, с каким сервером работает администратор системы.

Автоматизированные рабочие места операторов, сервера данных и инженерная станция работают под управлением Windows NT. На каждой станции установлено программное обеспечение (ПО) SIMATIC PCS7 версии 5.2 в соответствии с выполняемыми функциями.

Обмен данными между станциями осуществляется по локальной сети Ethernet со скоростью 10/100 Мбит/с. Сетевое оборудование выбрано таким образом, что позволяет объединить операторную БВП и операторную ДКС с помощью оптоволоконных линий.

Распределение оборудования на функциональные зоны произведено исходя из территориального и функционального распределения задач АСУТП с целью повышения функциональной отказоустойчивости системы и минимизации информационных потоков между подсистемами АСУТП.

Распределенный ввод-вывод реализован на резервированных станциях SIMATIC ET200M. Оборудование со станциями распределенного ввода-вывода территориально распределено по территории установки с целью экономии кабельной продукции от датчиков и исполнительных механизмов до модулей ввода-вывода системы управления. К каждой станции распределенного ввода-вывода ET200M подключается до восьми модулей ввода-вывода, которые обеспечивают:

- прием унифицированных токовых сигналов (0-5 тА, 4-20 тА, 0-20 тА);
- прием натуральных сигналов ЭДС от термоэлектрических преобразователей (термопар); ^
- прием натуральных сигналов термосопротивлений (50Cu, 100Pt);
- прием дискретных сигналов 24 VDC/AC;
- прием дискретных сигналов типа «сухой контакт»;
- выдачу унифицированных управляющих токовых сигналов (4-20 тА);
- выдачу (коммутацию) дискретных сигналов 24 VDC, на нагрузку до 0,5 А;
- межканальное гальваническое разделение входных и выходных дискретных сигналов;
- межканальное гальваническое разделение входных и выходных аналоговых сигналов;
- самодиагностику каналов модулей (аналогового ввода-вывода) в процессе штатной работы для формирования признака достоверности их функционирования.

Для нормализации входных-выходных сигналов от полевых датчиков и из схем управления электрооборудованием, которые не могут быть обработаны модулями ввода- вывода напрямую, применяется терминальное оборудование в виде преобразователей, промежуточных реле и оптических развязок.

Для приема сигналов от систем управления и оборудования других производителей и смежных систем по информационным шинам предусмотрены коммуникационные процессоры.

Оборудование КТС АСУТП размещено в шкафах производства фирмы Rittal и питается от источников бесперебойного питания, которые обеспечивают время работы от батарей в течении не менее 30 минут.

УДК 004.9:378

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА «ЛОГОС»

Федотов А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Гулевич Т.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Веб-портал кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ разработан с использованием языка программирования PHP. Модульная структура позволяет постепенно наращивать функциональность портала. Система разграничения доступа основана на особенностях строения и функционирования портала sa.sibsiu.ru.

В соответствии с программной структурой портала вызов любого модуля и функции осуществляется посредством передачи пользователем параметров mode и code в CGI-запросе. В движке портала используется так называемый «wrapper»-подход. Под «wrapper»-ом подразумевается корневой модуль, производящий из себя вызов функций другого модуля. Вся работы пользователя с сайтом происходит именно через этот модуль. Поэтому существует возможность централизованно на прикладном уровне запретить тому или иному пользователю доступ к тому или иному модулю и его функции.

В случае сайта sa.sibsiu.ru wrapper-ом является корневой модуль index.php (рисунок 1). В нем вначале происходит обработка CGI запроса (отсечение лишних пробелов, служебных символов и т.п.), ведь большинство уязвимостей программного обеспечения, как известно, возникает вследствие отсутствия проверки вводимых пользователем данных. Затем из обработанного запроса формируется переменная \$sa->input, являющаяся массивом всех параметров CGI-запроса. После этого «wrapper» с помощью метода require() производит вызов всех запрашиваемых функций и модулей.

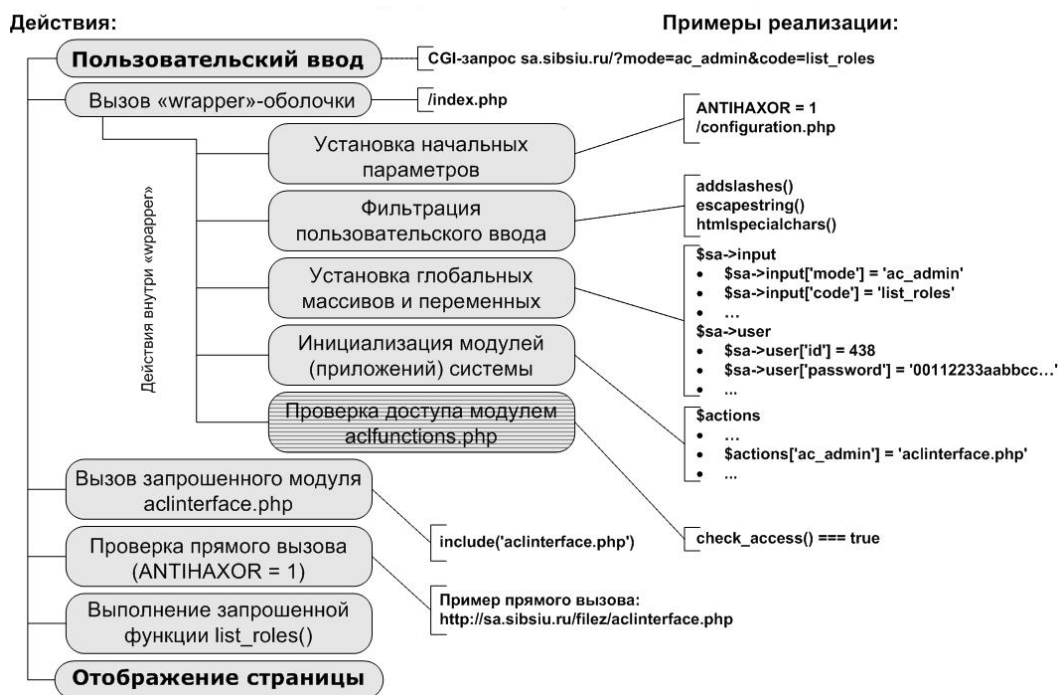


Рисунок 1 – Функциональная схема портала

Для контроля за доступом пользователей к функциям сайта была разработана и внедрена оригинальная система управления доступом. В данной редакции она основана на использовании пока только двух обработанных параметров запроса: `$sa->input['mode']` и `$sa->input['code']`.

Из-за отсутствия встроенных механизмов контроля за сессией, необходимо осуществлять полную проверку пользователя и возможности доступа его к содержанию при каждом новом HTTP-запросе. Всем пользователям в системе присваивается определенная роль. При этом роли могут наследовать и перекрывать разрешения друг друга. Эти особенности оказали влияние на разработку движка системы управления доступом, и заставили обратить внимание на вопрос оптимизации ее быстродействия.

Структура ролей имеет древовидную структуру. Потребовалось найти такой способ представления и обработки иерархически организованных данных, использование которого не являлось бы проблемой ни для вычислительной техники, ни для программиста, реализующего логику работы системы разграничения доступа.

Было рассмотрено два основных метода представления деревьев: в виде списка смежных вершин (Adjacency List Mode) и метод вложенных множеств (Nested Sets).

Преимущество второго метода перед первым заключается в сравнительной простоте выборки данных из таблицы с иерархически организованными данными, а поскольку такую выборку требуется проводить при каждом запросе любой страницы, то этот метод и был реализован. Внутреннее представление пользователей, ролей и списка доступа показано на рисунке 2.

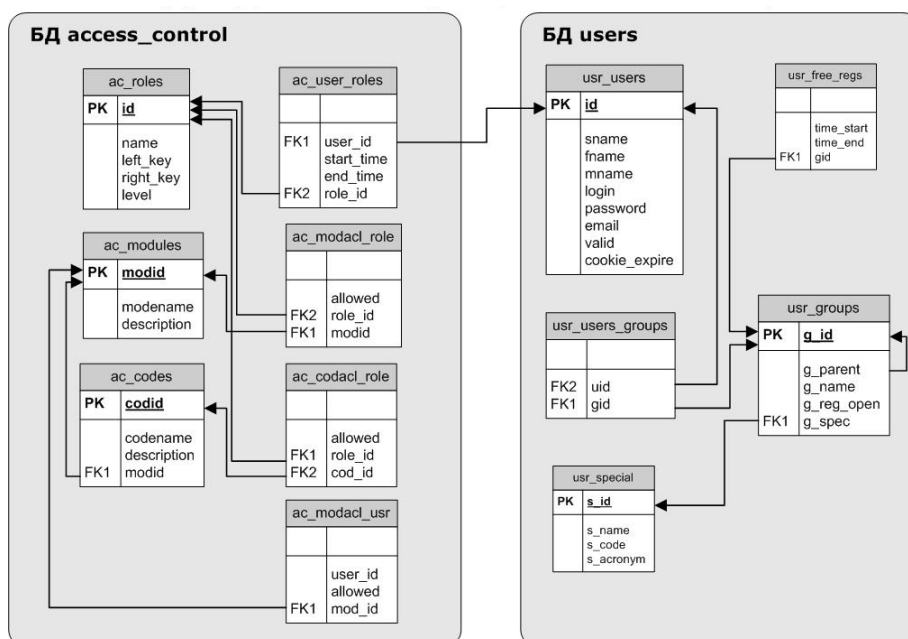


Рисунок 2 – Связи между таблицами в подсистеме разграничения доступа

В процессе решения поставленных задач были выработаны и реализованы следующие правила разграничения доступа (ПРД):

1. В списках доступа роли могут быть модули и функции модулей сайта. Если указывается доступ к модулю, то фактически указывается доступ к функции по умолчанию этого модуля. Например, при следующем запросе: <http://sa.sibsiu.ru/?mode=news>, – фактически выполняется функция `list_news()` модуля `news.php`. Она же может выполняться и при таком запросе: http://sa.sibsiu.ru/?mode=news&code=list_news.

2. Если пользователь присутствует в списке пользователей роли, то ему явно указан тип доступа модулям или функциям, находящимся в списке доступа этой роли.

3. Тип доступа, указанный в списках доступа может принимать следующие значения: «разрешить» или «запретить». Таким образом, пользователю, для которого явно указан тип доступа, может быть разрешен либо запрещен доступ к функциям в списках доступа роли.

4. Если в списках доступа роли не указан запрашиваемый ресурс (модуль или функция), то считается, что пользователям этой роли ресурс недоступен.

5. Каждый пользователь может входить в списки пользователей нескольких ролей, а может не входить ни в один список.

6. Доступ к модулям и функциям этого модуля осуществляются отдельно. Т.е. если непосредственно к модулю доступ отсутствует, это значит, что он отсутствует только к функции `default` (по умолчанию), но никак не влияет на доступ к другим функциям *этого же* модуля.

Замечание: в существующем интерфейсе предполагается, что задавать доступ к функция модуля можно только после задания доступа к самому модулю, хотя, используя адресную строку, можно задать соответствующий доступ к функциям модуля без предварительного задания доступа к нему самому.

7. Если некоторый субъект имеет две роли, в одной из которых доступ к запрашиваемому объекту разрешен, а в другой не указан, то доступ к этому объекту для пользователя разрешен.

8. Тип доступа «запретить» имеет больший приоритет над типом доступа «разрешить». Это значит, что если некоторый субъект имеет две роли, в одной из которых тип доступа к элементу – «запретить», а другой к этому же элементу «разрешить», то субъекту доступ к этому элементу запрещен.

9. Если пользователь входит в некоторую роль, и запрашивает ресурс, тип доступа к которому в родительской роли (или родительской для родительской и т.д.) – «запретить», то пользователю доступ запрещен. При этом совершенно никакого значения не имеет, разрешен ресурс в списке доступа роли пользователя, либо в вышестоящих ролях.

В результате мы получили систему состоящую из двух модулей, написанных на языке PHP:

1) `aclfunctions.php` – ответственен за непосредственное решение о предоставлении или запрещении доступа к элементу портала. Содержит функции `get_user()`, `get_ip()`, `check_access()`;

2) `aclinterface.php` – реализует функции управления разрешениями, ролями и пользователями, а именно: создание ролей; удаление ролей; перемещение ролей; добавление пользователей в роль; удаление пользователей из ролей; перемещение пользователей из роли в роль; добавление модулей и функций в портал; удаление модулей и функций из состава портала; редактирование модулей и функций; добавление разрешений для ролей; удаление разрешений из списков доступа ролей; смена типа разрешений (запретить/разрешить).

В общих словах алгоритм проверки, реализованный в системе управления доступом следующий (рисунок 3):

1. Извлекаем все роли, в которые входит пользователь.
2. Для каждой роли определяем всех непосредственных ролей-родителей.
3. Производим проверку доступности запроса для каждой из выбранных ролей.
4. Предыдущий пункт вернет количество разрешений и запрещений к запрашиваемому ресурсу для проверяемого пользователя. Возможны несколько результатов:
 - а) запрещений и разрешений не найдено. В таком случае доступ к запрашиваемому ресурсу запрещен;
 - б) разрешения найдены, запрещенные – нет. Как следствие, пользователю доступ разрешен;
 - в) запрещенные найдены, при этом неважно, были ли найдены разрешения. Доступ в этом случае запрещен.

Несмотря на то, что сам модуль разграничения доступа сравнительно прост, без эффективного инструмента, позволяющего создавать, удалять, перемещать роли, редактировать их списки доступа и пользователей,

добавлять, удалять и изменять модули в системе, он бесполезен.

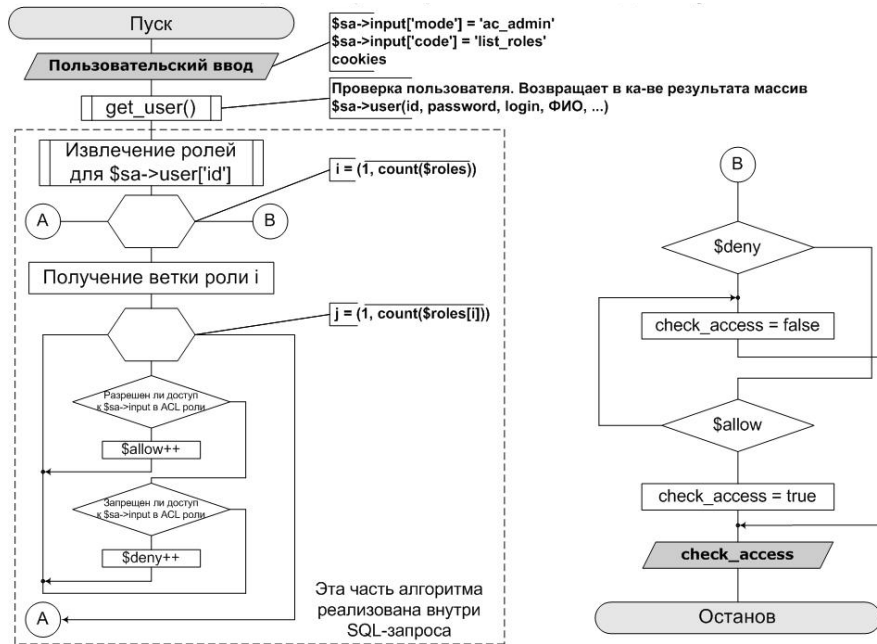


Рисунок 3 – Алгоритм разграничения доступа

Модуль aclinterface.php как раз и является таким инструментом. Выполняя функции, перечисленные в начале раздела, он обеспечивает целостность таблиц доступа и данных, что для системы разграничения доступа является критически важным.

Являясь модулем, он подчиняется тем же правилам доступа, что и остальные модули портала. Поэтому для получения доступа к данному инструменту необходимо сперва пройти авторизацию на сайте. Снимки экрана с административным интерфейсом подсистемы разграничения доступа представлены на рисунке 4.

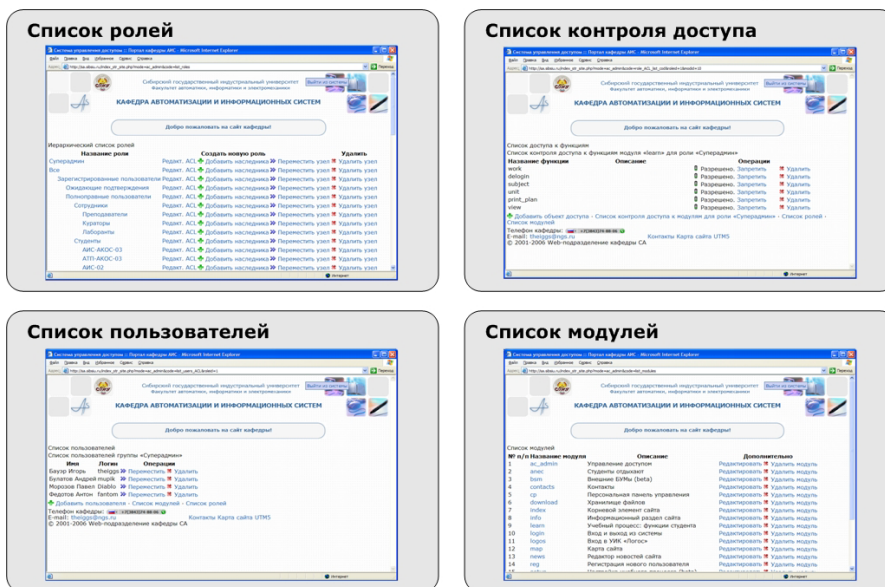


Рисунок 4 – Интерфейс системы разграничения доступа

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ КАК СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Тагильцев К.В., Макаров Г.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Евтушенко В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Существует множество организационных систем, характеризующихся большими наборами данных (параметров), нуждающихся в их отображении и хранении, таких, как информация о состоянии и работе системы. На производстве для этих целей используются SCADA-системы, но они не всегда рациональны для использования. Например, если система является распределенной на большой площади, не принадлежащей одной организации и нет смысла прокладывать единую специализированную сеть, закупать дополнительное дорогостоящее оборудование и программное обеспечение, настраивать их.

Раньше вся работа осуществлялась традиционными «бумажными» методами, а также ненадежными электронными носителями данных – дискеты, компакт-диски и т.д. Отчетность и информация хранились в бумажных архивах. В связи с этим возникали очевидные сложности, такие, как большая вероятность ошибок, утери и порчи документов, различные формы их заполнения, необходимость места для хранения этой информации и многие другие. В результате работа удлинялась, появлялось запаздывание, ошибки и нельзя было говорить об оперативности действий, а значит, и актуальности информации. Так же невозможно демонстрировать эту информацию большому числу людей, удаленных от места ее хранения, являющихся потребителями, сотрудниками, учащимися или другими связанными с системой людьми.

Также организационные системы дополнялись различным программным обеспечением, которое, безусловно, повышало качество работы, но и приводило к новым проблемам. Таким, как сложность работы с ним, ошибки, привязанность к определенной системе. Также ненадежными являются устройства хранения – такие, как дискеты, диски, в том числе и жесткие.

Примером такой системы является организационное подразделение университета СибГИУ – факультет автоматизи, информатики и электромеханики. В настоящий момент работа происходит с совмещением традиционных методов и информационных технологий. Но программное обеспечение имеет свойство устаревать, быть несовершенным и всегда есть возможность его улучшить.

Предлагаются следующие улучшения:

- Внедрение информационного ресурса, отражающего наиболее важные аспекты взаимодействия структурного подразделения (факультета) с

консументами (потребителями, т.е. людьми и структурами, каким-либо образом связанными с его работой);

- Создание удобного и функционального интерфейса для работы с ресурсом, возможностью своевременного обновления информации и доступа к ней;

- Разработка баз данных (БД) для хранения данной информации;

- Создание файлообменного ресурса для хранения и распространения шаблонов/образцов документов, учебных материалов и т. п.;

- Разграничение доступа к порталу, т.е. создания гостевого раздела сайта, при котором возможен только просмотр информации, и разделов, доступ к которым будет иметь только определенный пользователь, наделенным правом редактирования информации только в нем.

Это позволит достичь следующих целей:

- Обеспечить своевременную реакцию консументов на изменяющиеся условия среды (изменение способов оформления документов, внутриинститутские новости, успеваемость, проведение мероприятий);

- Хранить и распространять информацию, необходимую для организации и проведения учебного процесса, внеучебной, научной работы и т.д.;

- Повысить доступность электронных материалов для студентов вне зависимости от их местоположения;

- Обеспечить независимость информационного продукта от установленной системы и набора программ, т.е. кроссплатформенность (поддержка различными системами) и кроссбраузерность (поддержка различными браузерами) – сейчас это особенно актуально в связи с переходом на бесплатное программное обеспечение;

- Снизить возможность вмешательства посторонних людей в работу системы;

- Повысить надежность хранения информации за счет хранения ее на сервере, являющимся более надежным местом хранения информации, чем съемные носители или обычные пользовательские ПК.

На этой основе был разработан проект информационного портала факультета автоматики, информатики и электромеханики как примера системы организационного контроля.

Информационный портал факультета АИЭ включает в себя клиентскую часть и систему управления. Портал будет модернизируемым, обновляемым и простым для работы. В управляющую подсистему предусмотрено 2 уровня доступа: для модераторов и для администратора. Администратор может менять пароли модераторам, менять структуру сайта. Так же ему доступны все функции всех модераторов. Доступ для модераторов предусматривает обновление информации, добавление новой, через конкретные действия в каком-либо разделе, за который он отвечает.

Дизайн информационного портала факультета разрабатывается с учетом необходимости в подаче информации, т.е. представляет собой

пример «информационного дизайна», который позволяет уменьшить время загрузки страниц, а, значит, и доступ к информации.

«Особенности информационного дизайна:

- «Живет» на всю ширину экрана.
- Грузится за секунды и работает везде.
- Идеально подходит для ежедневного использования.
- Не требует времени на изучение — все сразу понятно.» [1]

При создании портала будет использован, предположительно, сервер СибГИУ. Будут задействованы следующие технологии: HTML, JavaScript, PHP, MySQL. Данная «связка» технологий позволит сделать сайт более «живым», функциональным. Технологии JavaScript предполагают стандарт Web2.0, что упрощает пользователю работу с сайтом и поддерживается большинством современных браузеров.

Информационный портал факультета является, безусловно, необходимым. Прототипом служит единственная, к тому же устаревшая по всем показателям, страница на сайте университета, что негативно сказывается на престиже факультета, его статусе среди других и мнении как абитуриентов, так и студентов СибГИУ, а так же их коллег из других ВУЗов.

Информационный портал факультета автоматизирует, информатики и электромеханики, в котором учтены требования времени и пожелания сотрудников и учащихся факультета имеет возможность доработки и дальнейшего роста, гибкую структуру и дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс как использования, так и управления.

Библиографический список

1. Лебедев А. «Ководство», § 56. Информационные и презентационные сайты (<http://www.artlebedev.ru/kovodstvo/sections/56/>)
2. Википедия, статья «PHP», <http://ru.wikipedia.org/wiki/PHP>

УДК 004.9:377

ИГРОВАЯ АПРОБАЦИЯ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА УЧРЕЖДЕНИЯ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ГОУ СПО)

Миронова Е.В.

*Прокопьевский электромашиностроительный техникум
г. Прокопьевск*

Научный руководитель: д.т.н., профессор Кулаков С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Осуществляемый в настоящее время переход к новым образовательным

стандартам вызывает необходимость создания новых механизмов управления и стимулирования деятельности преподавателей. Натурная апробация этих механизмов представляет собой довольно длительный и дорогостоящий процесс, который может занять нескольких лет. В современных условиях процесс апробации можно ускорить посредством математического и игрового моделирования.

Введение. В Прокопьевском электромашиностроительном техникуме (ПЭМСТ) была многократно проведена деловая игра, которая позволила провести предварительную апробацию нового механизма управления деятельностью ППС в течение относительно короткого промежутка времени. Испытываемый механизм подробно описан в работе [1].

Тема игры: Испытание нового механизма рейтингового управления деятельностью педагогического коллектива СПО.

Общие цели игры:

- оценить эффективность предложенного механизма управления деятельностью ППС;
- выявить «узкие места» в предлагаемом механизме.

Частные цели игры (по фрагментам):

Первый фрагмент: планирование деятельности. Цель: освоение процедуры составления планов работы ППС на предстоящий период.

Второй фрагмент: запуск процесса реализации планов работы. Цель: оценивание вклада отдельных работ игроков в достигнутый коллективный результат.

Третий фрагмент: корректировка планов работы. Цель: научиться своевременно анализировать выполнение планов и вносить в них изменения.

Четвертый фрагмент: подготовка отчетных документов. Цель: научиться заполнять и предоставлять необходимые отчетные документы.

Определение исходной (стартовой) ситуации.

В игре принимают участие руководитель, ассистенты (один или два), группа студентов старшего курса, каждый из которых играет роль преподавателя. Игра проводится во время основного учебного процесса. Перед студентами ставится задача – выполнить функцию преподавателя. Качество выполненных работ необходимо оценить в баллах. Для того, чтобы заинтересовать студентов, устанавливается система стимулов, которая заключается в получении зачета, или льготных условий во время экзаменационной сессии. При этом особо оговаривается, что чем больше баллов набирает игрок, тем большие льготы он получает. Игра проводится в течение 1 недели, что соответствует 1 учебному году в реальном масштабе времени.

Сценарий проведения игры[2].

А: Подготовительный этап.

Руководитель игры совместно с ассистентами осуществляет подбор игровых заданий, а так же задает важность и сложность работ, а так же плановую трудоемкость. Подбор заданий осуществляется в соответствии с

таблицей 1, исходя из подобия и по аналогии с работами реальных преподавателей, а так же с учетом потребностей и пожеланий игроков.

Таблица 1 – Соответствие модельных заданий для студентов категориям деятельности преподавателей.

| Категории деятельности преподавателей | Виды заданий для студентов, подобных работам преподавателей |
|---------------------------------------|--|
| Научно – исследовательская работа | - выполнение расчетов по готовым алгоритмам, - подготовка докладов по заданной теме, - подготовка конспектов лекций. |
| Учебная деятельность | - оформление отчетов по практическим работам, - переписывание в конспект отсутствующих тем, - проверка заданий по готовым шаблонам, - выполнение дополнительных лабораторных работ. |
| Методическая работа | - подготовка тестовых заданий по теме, - составление контрольных вопросов по теме. |
| Внеаудиторная работа | - рисунки, стихи, интересные истории по предмету, - мелкий ремонт в учебном кабинете. |

Параллельно осуществляется подбор студентов, желающих принять участие в игре, и сообщается им о дате ее начала.

Б: Этап проведения игры.

В первый игровой день руководитель собирает группу игроков, проводит консультацию по заполнению плановой таблицы и раздает карточки заданий. При этом накладываются следующие ограничения:

- задания должны охватывать не менее трех категорий деятельности
- общее количество заданий должно быть не менее 5
- одновременно игрок может получить не менее трех заданий
- последующие задания игрок получает только после выполнения не менее двух заданий. В случае неверного выполнения задания оно возвращается на доработку.

Во второй игровой день руководитель и ассистенты контролируют правильность выполнения заданий, выдают новые, либо возвращают на доработку задания, выполненные неверно.

В третий игровой день руководитель собирает группу игроков и сообщает им о возможности заменить задание, если кто-то из игроков не может с ним справиться. Однако, при этом дополнительно сообщается, что замененные задания будут считаться внеплановыми и количество баллов за их выполнение будет меньше, чем за выполнение плановых заданий. Игрокам так же сообщается, что если они выполнили 5 заданий и охватили три категории деятельности, то последующие задания будут считаться сверхплановыми и оцениваться выше, чем запланированные. Количество сверхплановых заданий не ограничено.

Четвертый игровой день предполагает контроль правильности выполнения и выдачу новых заданий.

В пятый игровой день предполагается контроль правильности выполнения и незначительная доработка заданий. Новые задания уже не выдаются. В конце дня руководитель собирает группу и сообщает игрокам о месте и времени подведения итогов.

В: Подведение итогов.

Данный этап предполагает обработку отчетных документов, подсчет количества баллов, набранных игроками, а так же распределение стимулов. Результаты деятельности игроков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты деятельности игроков

| Результат деятельности | Поощрения и бонусы | % игроков |
|--|--|-----------|
| Выполнение только плановых заданий | Зачет «автоматом» по среднему баллу | 50 |
| Перевыполнение плана | Зачет «автоматом» по среднему баллу + 1 балл, уменьшение расчетной части практической работы | 8,4 |
| Выполнение плановых, сверхплановых и внеплановых заданий | Повышение оценки за месяц на 1 балл, зачет по среднему баллу «автоматом» | 8,4 |
| Не выполнили план | Уменьшение расчетной части практической работы | 8,3 |
| Отказ от стимулирования | ----- | 16,6 |
| Не смогли принять участие в игре | ----- | 8,3 |

Заключение. По итогам проведения игр можно сделать вывод о том, что предлагаемый механизм деятельности ППС может быть рекомендован для натурального эксперимента.

Библиографический список

1. Бондарь Н.Ф. О механизме управления деятельностью преподавательского состава ГОУ СПО /Н.Ф. Бондарь, Е.В. Миронова // Сборник трудов VII Всероссийской научно – практической конференции «Системы автоматизации в образовании, науке, производстве».- Новокузнецк: издательство СибГИУ, 2009.-с. 292-296.

2. Платов В.Я. Деловые игры: разработка, организация, проведение. /В.Я. Платов.- Москва: ИФО Профиздат, 1991.- 190 с.: ил.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Журавлев А.А., Егунов А.Е.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Пугачев Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Многолетняя эксплуатация на угледобывающих предприятиях многофункциональной шахтной информационной системы «Микон 1Р», производства фирмы «ИнГорТех», позволила накопить достаточный опыт для объединения подземных автономных подсистем, а также подземную часть с наземной, для решения задачи контроля и управления процессом добычи угля, в целом.

В настоящее время активно ведутся работы по совершенствованию шахтных автоматизированных систем оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ). Функции шахтной АСОДУ не могут быть реализованы каким-либо одним программно-техническим комплексом, поэтому все известные АСОДУ строятся как многоуровневые и многокомпонентные, объединяя разнотипное оборудование и специализированные системы в единый информационно-управляющий комплекс. Этот комплекс реализует процесс автоматического, технологического и противоаварийного управления, сбора информации о параметрах технологических процессов и оборудования, обработки, хранения и отображения полученной информации. Тем самым обеспечивается множественный и распределенный доступ к информации и средствам управления на разных уровнях: от пульта управления отдельным агрегатом до диспетчерской.

В марте 2010 года ООО «ИнГорТех» запустила в серийное производство новую газоаналитическую систему третьего поколения «Микон III». Эта шахтная информационная система является более совершенной и универсальной. Ее «открытая архитектура» позволяет прежнюю систему «Микон 1Р» трансформировать в «Микон III», путем замены отдельных элементов. Более того, в процессе эксплуатации, можно расширить подземное вычислительное устройство (ПВУ) до необходимого уровня, путем «наращивания» новых модулей. Это позволяет снизить затраты, так как вместо приобретения новой системы, предприятие просто модернизирует имеющуюся.

Структурообразующим элементом системы «Микон» третьего поколения, является особовзрывобезопасная система передачи информации (СПИН), которая позволяет увеличить скорость передачи данных от подземного вычислительного устройства на наземное устройство приема и передачи информации (НУППИ). Основным элементов СПИН является подземный узел связи, в состав которого входят Ethernet-коммутатор и

преобразователи интерфейсов, смонтированные в едином защитном корпусе. Ethernet-коммутатор обеспечивает высокоскоростную передачу данных и ее резервирование, формирование портов с искробезопасными интерфейсами и подключения к магистральным высокоскоростным линиям связи.

Особенностью шахтной аппаратуры «Микон III» также является ее открытость, т.е. обеспечение совместимости не только с системами «Микон IР», «аппаратурой контроля эффективности работы газоотсасывающих установок и дегазационных систем» (КРУГ), «системой позиционирования горнорабочих и транспорта» (СПГТ-41), но и с другими системами, выпускаемыми отечественными и зарубежными предприятиями, например с системами контроля положения персонала; системами распределенного ввода/вывода (Деконт-Ех, и др.), системами цифрового контроля и управления, встраиваемые в КРУВ; системой управления конвейерным транспортом (ELSAP). Все это позволяет реализовать полнофункциональную шахтную АСОДУ, обеспечивающую максимальную гибкость и оптимальную стоимость. Иными словами к этой аппаратуре можно подключить достаточно большой перечень устройств.

Практически на всех шахтах конвейерные линии автоматизированы на базе комплекса аппаратуры «АУК-1М», созданного еще в прошлом веке. Однако более современные и продуманные системы могут успешно заменить «АУК». Например, система автоматизации конвейеров «ELSAP-05», особенностью которой является то, что с ее помощью можно с поверхности управлять и контролировать процесс грузоперевозок, на основе программируемых контроллеров, что позволяет минимизировать количество обслуживающего персонала в подземных условиях. Обмен данными между датчиками и блоками управления отдельными конвейерами и контроллером осуществляется через проводное соединение, по которому передается аналоговый или цифровой сигнал. Компьютер горного диспетчера служит для визуализации технологического процесса и управления. Обмен данными между управляющим компьютером и контроллерами, входящими в состав искробезопасной системы автоматизации «ELSAP-05», осуществляется через проводное соединение по электрическому кабелю с помощью интерфейса RS-485 или по оптоволоконному кабелю сети «Profibus». Использование стандартных интерфейсов и протоколов связи позволяет подключать с помощью OPC-серверов любые общепромышленные системы «SCADA», «ERP», «MES». С целью обеспечения быстрого восстановления системы и снижения затрат на эксплуатацию, при реализации системы использован принцип взаимозаменяемости однотипных составных частей. Отказ отдельных компонентов автоматизированной системы передачи данных не приводит к потере всей измеряемой и ретроспективной информации.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ СИСТЕМ ИНФОРМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ СИБГИУ

Маслова Е.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Соловьева Ю.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Современные задачи поддержки образовательного процесса учебных заведений носят актуальный характер, так как позволяют повысить уровень научно-образовательного потенциала ВУЗа, уровень профессиональной подготовки специалистов, обеспечить тесную связь преподавателей, студентов, родителей, интересующихся учебой своих детей. Сейчас для решения этих задач широко применяются информационные технологии, в частности, веб-технологии для удаленного доступа к материалам. Веб-страницы имеют многие кафедры, но они не являются полноценной системой, так как предоставляют минимум информации. Возможности системы гораздо шире, нежели возможности обычного веб-сайта. Это информация об учебной, внеучебной, научной деятельности, сведения для абитуриентов, возможность просмотра расписания занятий, списков академических групп, электронные журналы, УМК в электронном виде. Все это доступно из любой точки планеты посредством интернет-связи.

Рассмотрим, как это организовано в других вузах нашей страны. Например, в СПбГУ ИТМО (кафедра систем управления и информатики), рисунок 1.



Рисунок 1 – Главная страница сайта кафедры СУИ СПбГУ ИТМО

Здесь можно узнать не только об истории кафедры, но и более подробно о научной деятельности. Имеется полный список научных работ, достижений и проектов сотрудников кафедры и лабораторий. Также есть информация о группах, ведущих научную работу под руководством профессоров и доцентов кафедры, где указаны тематика работ, прикладные разработки, публикации, ссылки на веб-сайты данных групп. Есть раздел для абитуриентов, рассказывающий о специальностях кафедры, по которым проводится подготовка студентов, о знаниях и умениях выпускников, о перспективах получения ими престижных должностей, имеются ссылки на различные образовательные порталы и системы дистанционного образования. Перечислены зарубежные университеты, с которыми кафедра поддерживает научные связи. Любой желающий может ознакомиться с учебными планами специальностей. В разделе «Новости» представлена информация о проходящих олимпиадах и конференциях с датами, местами, правилами их проведения, списками их участников. Все разделы сайта открыты любому человеку.

Сайт кафедры безопасности ИТ (Южный федеральный университет представлен на рисунке 2).

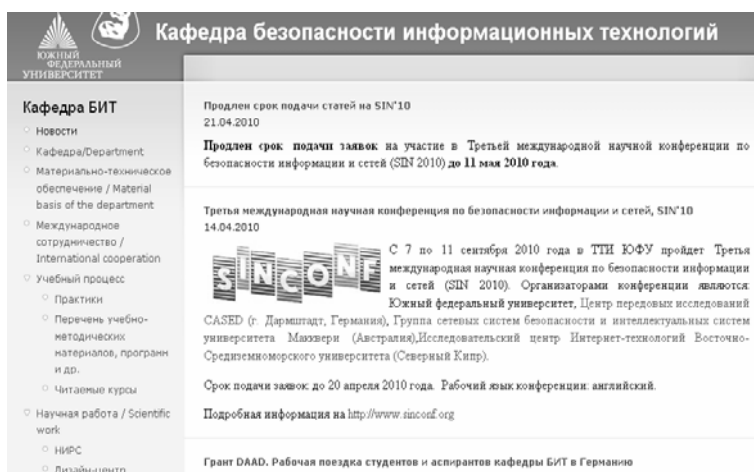


Рисунок 2 – Первая страница сайта кафедры БИТ ЮФУ

От предыдущей системы отличается тем, что есть возможность просмотра и скачивания учебных материалов, государственных стандартов на выполнение дипломных работ, списков рекомендованной литературы и дистрибутивов программных средств, необходимых в процессе обучения.

На рисунке 3 показана структура сайта кафедры дискретной математики и информатики Новосибирского государственного университета. Представлено множество учебных материалов, история кафедры, информация о научной деятельности.

На рисунке 4 представлена главная страница сайта кафедры вычислительной математики и математической физики МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Этот сайт содержит множество разделов, в частности, «О кафедре»,

где представлены специальности, по которым возможно обучение, краткая история кафедры, основные научные направления. В разделе «Адреса», помимо почтового адреса, дан электронный адрес сайта.

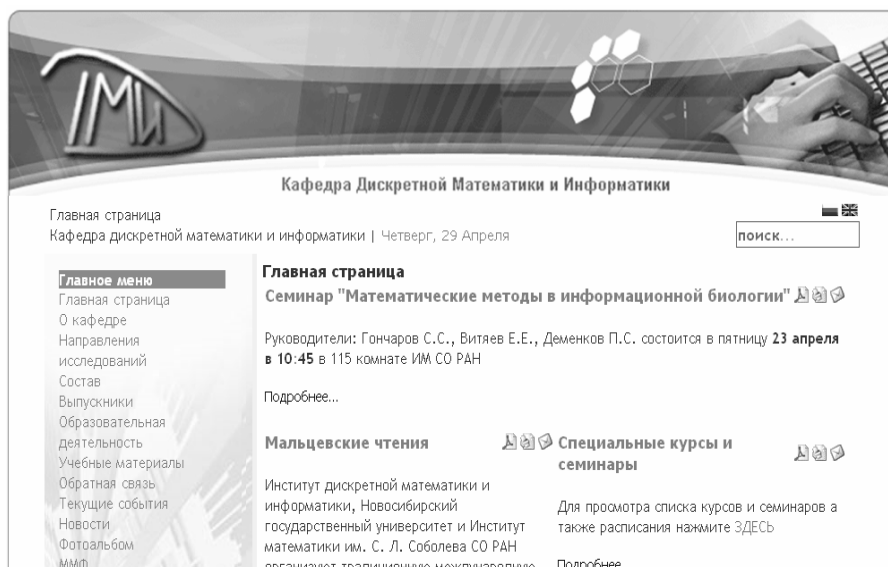


Рисунок 3 – Первая страница сайта кафедры дискретной математики и информатики НГУ



Рисунок 4 – Главная страница сайта кафедры вычислительной математики и математической физики МГТУ им. Н.Э. Баумана

В ходе выполнения работы решаются две задачи. Первая из них - построение базы данных для системы. В качестве исходных данных имеются потоки данных, характеризующих объект информатизации (сведения о преподавателях, студентах, научных статьях и учебно-методических работах). В качестве СУБД для реализации методом многокритериального выбора была выбрана СУБД MySQL. База данных построена в рамках технических средств СибГИУ. Проведено инфологическое моделирование предметной области. На рисунке 5 приведена схема базы данных.

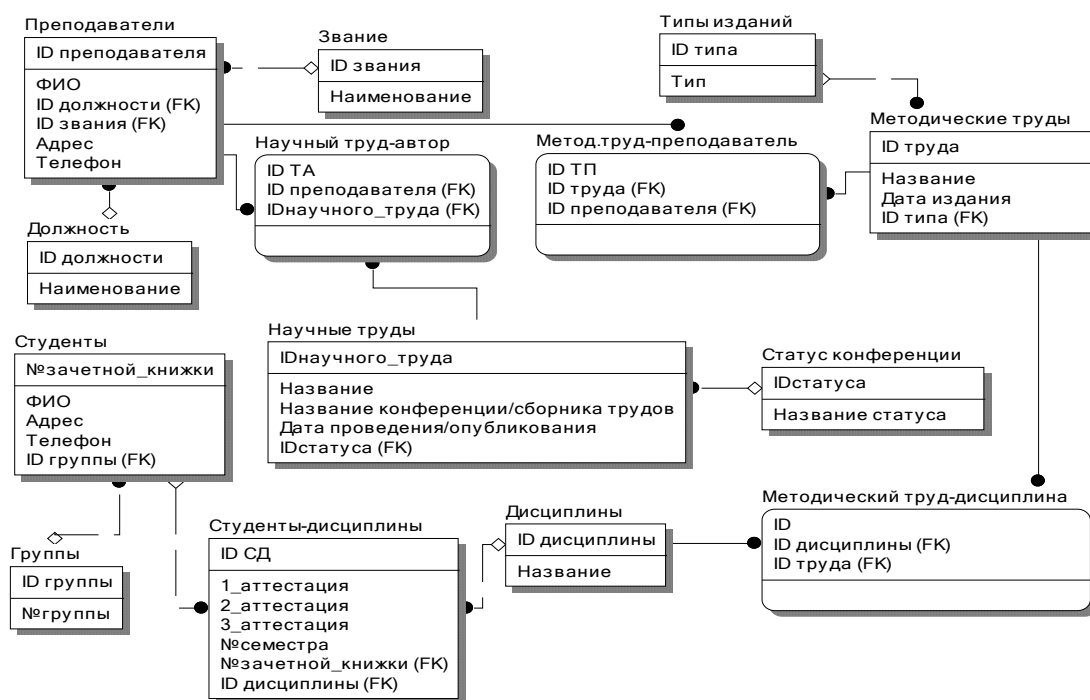


Рисунок 5 – ER-диаграмма базы данных

В качестве системы-прототипа взята действующая система кафедры, которая не является автоматизированной. Использованы уже созданная база данных, структура сайта, которая была разработана совместно с сотрудниками кафедры и ими одобрена. Ограничений два: необходимость оповещения сотрудников кафедры об истечении срока действия учебных материалов и шаблоны основной учебной документации. Для реализации была выбрана система управления контентом CMS «Joomla!». Это свободно распространяющийся программный продукт, а также существует множество бесплатных компонентов расширяющих ее возможности. Она проста в использовании ориентирована на СУБД MySQL.

Библиографический список

1. Официальный сайт кафедры систем управления и информатики Санкт-Петербургского университета информационных технологий, механики и оптики [электронный ресурс] URL: <http://csi.ifmo.ru/> (время обращения 25.10.2009)
2. Официальный сайт кафедры информационных систем Южно-Уральского государственного университета [электронный ресурс] URL: <http://www.kafis.ru/> (время обращения 25.10.2009)
3. Официальный сайт кафедры безопасности информационных технологий Южного федерального университета [электронный ресурс] URL: <http://bit.tsure.ru/> (время обращения 25.10.2009)
4. Официальный сайт кафедры автоматизированных систем управления Московского института стали и сплавов [электронный ресурс] URL: <http://asu.misis.ru/> (время обращения 25.10.2009)
5. Официальный сайт кафедры дискретной математики и информатики

Новосибирского государственного университета [электронный ресурс] URL: <http://www.nsu.ru/dmi/> (время обращения 25.10.2009)

6. Официальный сайт кафедры вычислительной математики и математической физики МГТУ им.Н.Э.Баумана [электронный ресурс] URL: <http://hoster.bmstu.ru/~fn11/index.htm?http://hoster.bmstu.ru/~fn11/proba.htm> (время обращения 25.10.2009)

7. Обзор CMS [электронный ресурс] рассматриваются различные виды CMS, их преимущества и недостатки URL: <http://cmslist.ru/> (время обращения 25.10.2009)

8. Обзор CMS [электронный ресурс] рассматриваются различные виды CMS, их преимущества и недостатки URL: <http://www.cmsobzor.ru/> (время обращения 25.10.2009)

УДК 62-50

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РЯДОВ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ УРОВЕНЬ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ ДО ОДНОГО ГОДА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Косенко И.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Киселёва Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Уровень первичной заболеваемости детей в возрасте до одного года возрастает в г. Новокузнецке от года к году по наиболее распространенным болезням. Чтобы улучшить это положение необходимо своевременно выявлять участки данных, на которых уровень заболеваемости устойчиво возрастает, находить причины роста уровней заболеваний и принимать меры по устранению развития нежелательных тенденций. Для анализа были взяты показатели таких наиболее распространенных заболеваний, как заболевания нервной системы, мочеполовой системы, кожи и подкожных заболеваний, системы пищеварения, инфекционных и паразитарных заболеваний, которые зарегистрированы с 2004 по 2009 г.г. ежемесячно.

Предварительный анализ заключался в выявлении зависимостей уровня заболеваний по районам города, от сезонности и пола. При анализе уровня заболеваний по районам города было выявлено, что наиболее высокий уровень заболеваний приходится на Центральный район, на втором месте находится Заводской, а наиболее благоприятным оказался Кузнецкий район. При выявлении влияния сезонности было установлено, что уровень, например, инфекционных и паразитарных заболеваний зимой и весной выше по сравнению с летом и осенью. Болезнь мочеполовой системы, начиная с 2007 года, проявляется выше летом, чем зимой, и с конца 2006 года - выше

осенью, чем весной. При анализе заболеваний в зависимости от пола выявлено, что, например, у мальчиков, начиная с 2007 года, наблюдается устойчивая тенденция к возрастанию инфекционных и паразитарных заболеваний, у девочек же за этот период видно некоторое снижение уровня этой болезни. Болезнь мочеполовой системы у мальчиков резко возростала, начиная с 2004 года с 300 случаев в месяц до 2000 случаев к 2009 году; у девочек уровень данной болезни немного снизился за тот же период и т.д.

Для увеличения надежности распознавания моментов начала роста уровня какого-либо заболевания были одновременно использованы методы структурного анализа и методы прогнозирования. Среди известных методов структурного анализа взяты наиболее популярные: разнотемповые сглаживатели и осцилляторы типа Моменты и Конвергенции/Дивергенции (MACD) с сигнальной линией [1]. Прогнозатор был построен на базе нейросетевых технологий в виде многослойного персептрона [2], так как он зарекомендовал себя как наиболее точно прогнозирующий данные нестационарных реализаций. Прогноз осуществлялся на один, два и три месяца.

При использовании методов структурного анализа фиксировались моменты, соответствующие началу возрастающей тенденции (особые точки). Для запуска методов вначале определялись их оптимальные настроечные параметры с привлечением так называемой эталонной кривой, роль которой выполняла условно-образцовая кривая [1], построенная на участке реализации. В качестве критерия оптимизации настроек было взято среднеквадратическое отклонение, при этом учитывалось число выделенных ложных особых точек и число пропущенных особых точек в сравнении с выделенными точками на условно-образцовой кривой.

Таким образом были получены настроечные параметры для разнотемповых сглаживателей, в качестве которых использовали скользящее экспоненциальное среднее с настройками, отличающимися друг от друга в 2-4 раза. При этом оптимальными настроечными параметрами оказались значения $\alpha_1 = 0,1$; $\alpha_2 = 0,4$. Для осциллятора Моменты (M) наилучшая настройка – длина скользящего отрезка $m = 15$. Осциллятор MACD определяется как разность между двумя сглаженными значениями, полученными при использовании разнотемповых сглаживателей с настройками, указанными выше. Сигнальная линия этого осциллятора соответствует его сглаженной кривой, полученной с помощью скользящего экспоненциального сглаживателя с настройкой $\alpha = 0,2$. Сигнальная линия совместно с кривой MACD позволяет более надежно определять моменты изменения тенденций (особые точки) и уточнить координаты особых точек.

На рисунке 1 приведены результаты распознавания особых точек на реализации уровня заболеваний мочеполовой системы, зарегистрированных ежемесячно, с помощью кривой Моменты, построенной с наилучшей настройкой m , равной 15 отсчетам. На верхних графиках этого рисунка приведена условно-образцовая кривая с выделенными на ней особыми

точками и их координатами.

Когда тенденция начинает возрастать, кривая Момент пересекает нулевую отметку и переходит в положительную область. На рисунке 1 это соответствует 25-му и 43-му отсчетам.

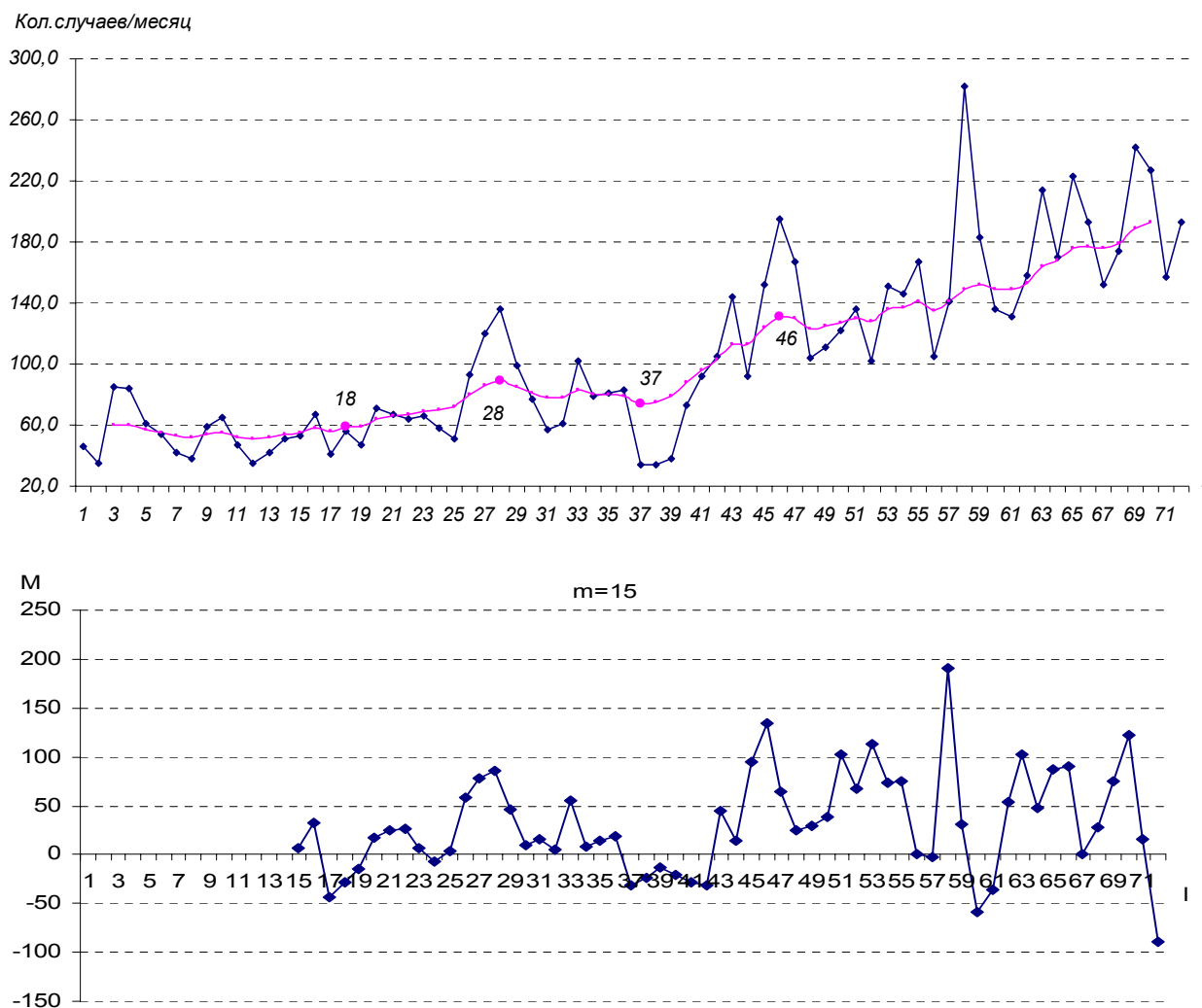


Рисунок 1 – Реализация уровня заболеваний мочеполовой системы, условно-образцовая кривая с выделенными особыми точками и их координатами (верхний рисунок) и кривая Момент (нижний рисунок)

Задача построения нейронного прогнозатора заключается в следующем. В начале делается предварительный анализ исследуемых реализаций, отображающих изменения уровня наиболее распространенных заболеваний, в зависимости от которого выбирается структура нейронного прогнозатора и количество слоев многослойного персептрона. Затем прогнозатор необходимо обучить и проверить точность прогнозирования на контрольной выборке.

Постановка задачи построения нейропрогнозатора.

Дано: 1. Реализации данных, характеризующих уровни заболеваний.

2. Результаты предварительного анализа, по которым выбираются

входные и прогнозные переменные.

3. Программный продукт, моделирующий искусственные нейронные сети, – STATISTICA Neural Networks.

4. Тип обучения нейронной сети – обучение с учителем.

5. Известные алгоритмы обучения.

6. Ограничение на интервал изменения весовых коэффициентов: $w \in [-1; 1]$.

7. Критерий обучения: среднеквадратическая ошибка, полученная на каждом шаге обучения, – целевая функция вида:
$$E(w) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N (X_j(n) - \hat{X}_j(n, w))^2}{J \cdot N}},$$

где $\hat{X}_j(n, w)$, $X_j(n)$ – прогнозные и фактические значения уровня j -го заболевания; причем в общем случае $j = \overline{1, J}$; $n = \overline{1, N}$, n – текущий номер в реализации длиной в N значений; w – значения весов нейронной сети.

8. Критерий оценивания точности прогноза: среднемодульная ошибка прогноза:
$$СМО = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |X(n) - \hat{X}(n)|.$$

Требуется: Построить нейронный прогнозатор в виде многослойного персептрона для прогнозирования уровня заболеваний на один, два и три месяца, который удовлетворяет ограничению и минимизирует критерий, а именно: 1) выбрать структуру нейропрогнозатора; 2) обучить сеть; 3) выбрать наилучший алгоритм обучения по значению целевой функции в локальном минимуме, по количеству эпох для достижения минимума и времени обучения; 4) проверить работу прогнозатора и оценить его точность на контрольной выборке.

Приведем структуру прогнозатора, полученную по результатам предварительного анализа, на примере уровня заболеваемости мочеполовой системы. Из предварительного анализа выявлено влияние на этот вид заболеваемости сезонности и полового признака. Нейронная сеть была построена в виде персептрона с одним промежуточным слоем; сеть имеет 5 входов и количество нейронов в промежуточном слое, зависящее от числа входов, равное 11; количество выходов определяется длительностью прогноза, в данном случае, поскольку прогноз делается на один, два и три месяца, число выходов равно трем.

При выборе алгоритма обучения использовались наиболее известные из них: алгоритм сопряженных градиентов, обратного распространения ошибки и алгоритм быстрого распространения. По указанным выше показателям выбран алгоритм сопряженных градиентов.

Пример прогнозирования на один месяц для данного вида заболевания приведен на рисунке 2, где вертикальная линия разделяет обучающий ряд от контрольного ряда.

Среднемодульная ошибка, полученная при прогнозе этого вида заболевания на один, два и три месяца, приведена в таблице 1.



Рисунок 2 – Исходная реализация и прогнозная кривая, полученная с помощью многослойного персептрона

Таблица 1 – Значения среднемодульной ошибки при прогнозировании на один, два и три месяца

| Прогноз | СМО, случаев/мес. | Относительная ошибка, % |
|---------------|-------------------|-------------------------|
| на один месяц | 19,98 | 7,44 |
| на два месяца | 24,13 | 8,98 |
| на три месяца | 26,43 | 9,85 |

Из анализа результатов точности прогнозирования, представленных в таблице, видно, что с увеличением интервала прогнозирования качество его падает. Однако, как следует из анализа относительной ошибки прогноза (в %), даже при прогнозировании на три месяца, точность считается приемлемой, так как относительная ошибка не превышает допустимого значения, равного 10 %.

Совместный комплексный анализ результатов, полученных с помощью методов структурного анализа и прогнозирования, заключается в следующем. На исследуемой реализации запускаются одновременно методы структурного анализа и нейросетевой прогнозатор. Если методы структурного анализа распознали начало тенденции на возрастание уровня заболевания, а прогноз на три месяца в это же время подтверждает рост уровня заболеваемости, то вырабатывается рекомендация аналитическому отделу КМИАЦ о выяснении причин роста заболеваемости; возможное установление района, где данное заболевание больше всего себя проявило; пол, а также причины, связанные с текущим месяцем, на основе анализа данных, хранящихся в базы данных КМИАЦ, содержащих подобные сведения. Далее формируется обращение к соответствующим органам здравоохранения о принятии мер по предотвращению развития нежелательной тенденции.

Библиографический список

1. Киселева Т.В. Структурный анализ динамических рядов данных для принятия решений при управлении организационными системами: учебное пособие / Т.В. Киселева, Т.В. Пучкова. – Новокузнецк, 2010. – 172 с.
2. Назаров А.В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А.В. Назаров, А.И. Лоскутов. – СПб.: Наука и техника, 2003. – 384 с.

УДК 004.62

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ШКОЛЫ ИНФОРМАТИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Соловьева А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Соловьева Ю.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Школа информатики и программирования при Сибирском государственном индустриальном университете была создана в октябре 2009 года и до сих пор процедура приема документов и ведение всей текущей документации а также аналитическая работа по оценке эффективности этой школы ведутся с использованием лишь пакета прикладных программ Microsoft Office. При этом отсутствует электронный ресурс, связанный со школой. В связи с этим работа по созданию автоматизированной информационной системы является актуальной.

Деятельность Школы осуществляется по процессу, который представлен на рисунке 1.

В качестве системы-прототипа была взята действующая система Школы информатики и программирования. Как видно из схемы, основными входящими информационными потоками являются данные об учащихся, их родителях и преподавателях. Исходящими информационными потоками являются документы по сопровождению процесса обучения учащихся.

Вся информация хранится в БД на файловом сервере университета. Удаленный пользователь может работать с системой через Интернет. Сотрудники факультета и администратор сайта могут осуществлять работу с системой через ЛВС университета и в удаленно режиме.

Ядром любой АИС является БД. В результате инфологического моделирования была построена модель сущность-связь, диаграмма которой в стандарте IDEF1X показана на рисунке 2.

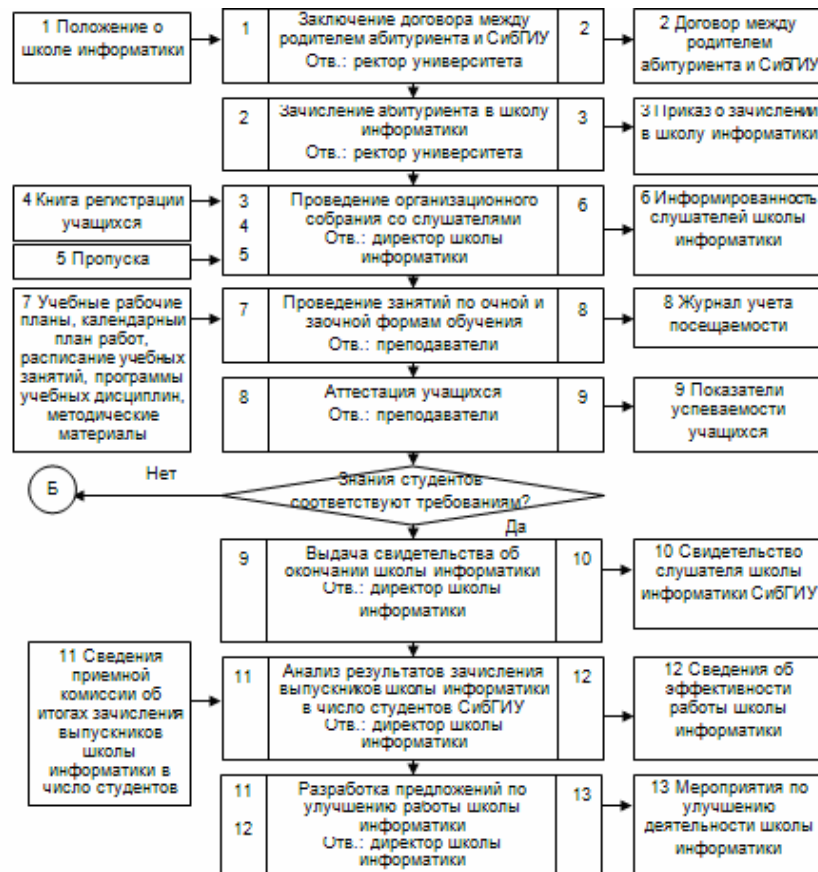


Рисунок 1 – Схема процесса обучения

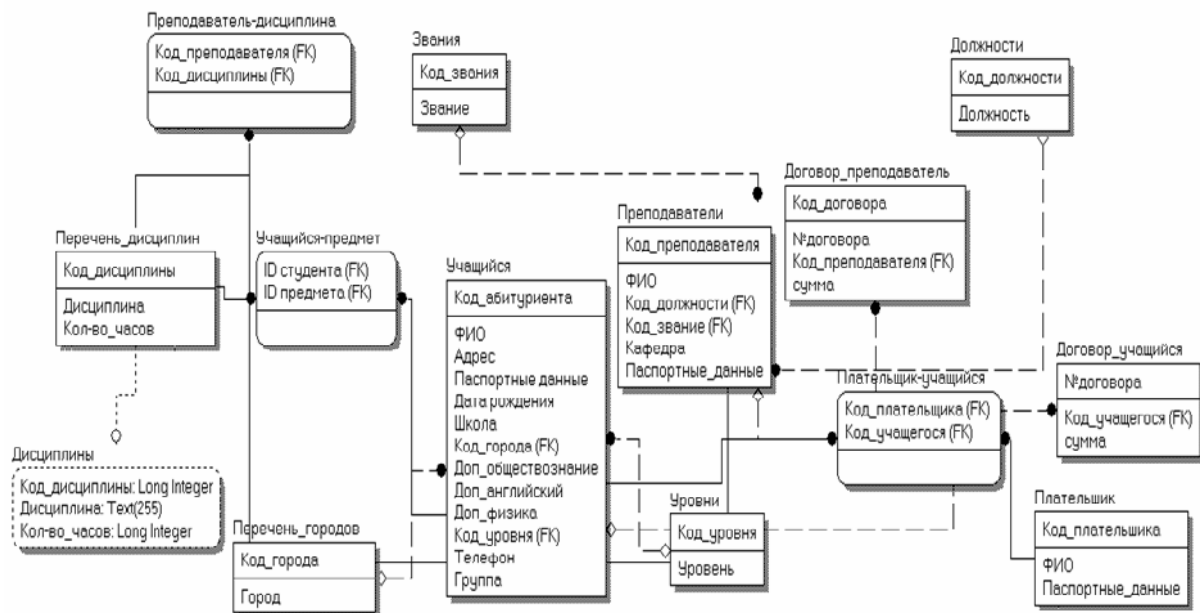


Рисунок 2 – Структура базы данных АИС ШИП

Сущность «Ученик» хранит данные для формирования документации: адрес проживания, паспортные данные. Для оформления договора

необходимо также знать перечень тех дополнительных дисциплин, которые собирается посещать ученик. Кроме того, необходима информация о плательщике. Эти сведения располагаются в сущности «Плательщик». Для связи с учениками в БД хранится контактный телефон и адрес электронной почты учащегося.

Сущность «Преподаватель» содержит необходимую информацию о тех сотрудниках, которые ведут занятия в Школе. Для формирования договора и акта потребуются паспортные данные преподавателя, его адрес проживания, а также сведения о дисциплинах, которые он преподает.

В результате многокритериального выбора вариантов для реализации проекта была выбрана СУБД MySQL. Для интерфейсной части – среда программирования Borland Delphi. А электронный ресурс был создан с помощью системы управления сайтами Joomla.

На рисунке 3 представлен сайт Школы, который позволяет поддерживать интерактивный информационный обмен с широкой заинтересованной аудиторией.

Скриншот главной страницы сайта Школы информатики и программирования СибГИУ. В верхней части сайта размещены логотипы пчел и название «School of I&P». В центре — заголовок «Школа информатики и программирования» и текст о приглашении учащихся старших классов и курсов профессионального образования. Слева — панель «Регистрация» с полями для логина и пароля, кнопкой «Войти» и меню «Главное меню» с пунктами: «Главная», «О Школе», «Как строится обучение?», «Основной курс», «Спецкурсы», «Учебный процесс», «Преподаватели Школы», «Пофорентация», «Подать заявку на обучение», «Форум». Справа — блок «Новости» с информацией о мероприятиях и «Полезные ссылки» на сайт СибГИУ, сайт ФДП и сайт конференций. Внизу — опрос «Какой браузер вы используете чаще всего?» с вариантами Opera, Internet Explorer, Fire Fox и кнопками «OK» и «Итого».

Рисунок 3 – Главная страница сайта ШИП

Система состоит из следующих разделов:

- **Новости** - в этом разделе учащийся может познакомиться с последними новостями Школы, узнать о текущих событиях университета.
- **Полезные ссылки** – содержит ссылки на сайты – партнеры Школы: приемную комиссию университета, сайт СибГИУ, сайты различных конференций.

➤ Обновления – в этом разделе представлены некоторые учебные пособия по дисциплинам Школы, архивы полезных программ.

➤ Главное меню – содержит общие сведения о Школе, основных и дополнительных дисциплинах Школы, сведения о преподавателях. В закрытом разделе «Учебный процесс» можно познакомиться с расписанием занятий и учебными планами по каждой из дисциплин. Кроме того, предусмотрена возможность дистанционной подачи заявки на обучения и общения учащихся как между собой, так и с преподавателями на форуме Школы.

Базовая часть ИС посвящена автоматизации процесса документообеспечения деятельности Школы.

ИС состоит из 2 частей. Первая часть предназначена для ведения базы данных и оформления документов с учащимися школы, а вторая – с преподавателями.

На рисунке 4 представлена главная форма системы. С ее помощью можно записать в базу данных сведения об ученике, дополнительных предметах, которые он посещает, и сведения о плательщике. Кроме того, система позволяет автоматически создавать текущую документацию: договор с учеником, приказ о зачислении и об отчислении группы учащихся, формирование пропусков и сертификатов об окончании Школы.



Рисунок 4 – Главная форма системы

С помощью формы «Преподаватели» можно заносить в БД сведения о преподавателях, тех дисциплинах, которые он преподает. Система также позволяет сформировать договор с преподавателем и акт сдачи-приема оказания услуг.

Таким образом, данная система позволяет повысить информированность учащихся о деятельности Школы, облегчает процесс формирования сопровождающей документации, предоставляет возможность удаленного доступа к ресурсам Школы. Кроме того, существует

возможность проведения on-line консультаций, что способствует увеличению количества учащихся Школы информатики и программирования.

В настоящее время система установлена на файловом сервере университета и работает в режиме тестирования.

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ИЗДАНИЯ (ЭУИ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

Титова А.К.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Фетинина Е.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Актуальность темы определена тем, что развитие информационных технологий предоставило новую, уникальную возможность проведения занятий - внедрение дистанционной формы обучения. Она, во-первых, позволяет самому обучаемому выбрать и время и место для обучения; во-вторых, дает возможность получить образование лицам, лишенным получить традиционное образование в силу тех или иных причин; в-третьих, использовать в обучении новые информационные технологии; в-четвертых, в определенной степени сокращает расходы на обучение. С другой стороны, дистанционное образование усиливает возможности индивидуализации обучения.

Типовая структура разработанного модуля состоит из теоретического ядра – сформированного учебного материала в форме последовательности кадров; справочной информации в виде списка терминов и дополнительной информации по ходу текста, содержащейся в слоях; теоретических контрольных вопросов по материалу каждой главы и по всему курсу, также тестовые задания по материалу каждой главы и по всему курсу.

В таблице 1 приведено содержание, разработанной части ЭУИ, с указанием количества кадров по каждому из пунктов.

Таблица 1 – Содержание ЭУИ и количество кадров по пунктам (фрагмент)

| Содержание | Число кадров |
|---|--------------|
| Как пользоваться учебником | 1 |
| Введение | 1 |
| Глава 1. Качество как объект управления | |
| 1.1. Обоснование необходимости управления качеством | 1 |
| 1.2. Понятие качества | 1 |
| 1.2.1. Пирамида качества | 1 |

Продолжение таблицы 1

| Содержание | Число кадров |
|---|--------------|
| 1.2.2. Оценка качества | 1 |
| <i>Итого кадров по параграфам 1.1 и 1.2</i> | 4 |
| 1.3. Качество как объект управления | |
| 1.3.1. Система управления качеством | 1 |
| 1.3.2. Процесс обеспечения качества | 1 |
| <i>Итого кадров по параграфу 1.3</i> | 2 |
| Контрольные вопросы к первой главе | 1 |
| Тестирование для самоконтроля 1 | 1 |
| Тестирование для самоконтроля 2 | 1 |
| <i>Итого кадров по 1 главе</i> | 9 |
| Итого по ЭУИ | 33 |

На рисунке 1 приведён граф технологического сценария первой главы ЭУИ «Управление качеством».

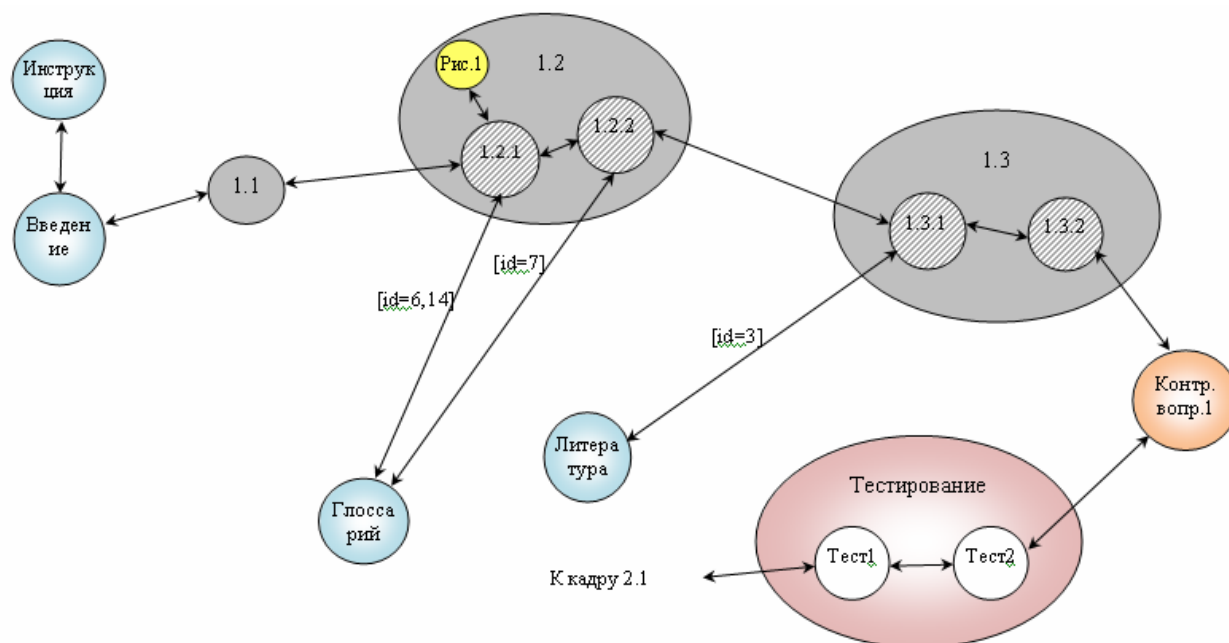


Рисунок 1 – Графовое представление первой главы ЭУИ

Разработанная часть ЭУИ построена на гипертекстовой основе. Кадры сформированы в виде Web-страниц посредством редактора Macromedia Dreamweaver MX 2004.

Перемещение по кадрам осуществляется как посредством кнопок навигации, так и посредством активизации нужных пунктов содержания.

Контейнер HTML состоит из двух других вложенных контейнеров: заголовка документа (*head*) и тела документа (*body*) (таблица 2).

Таблица 2 – Структура кадра

| | |
|----|---|
| 1 | <html> |
| 2 | <head> |
| 3 | <title>Название</title> |
| 4 | <link rel=stylesheet type="text/css" href=" ../Common/base.css" title="base css"> |
| 5 | <script language="JavaScript" src=" ../Common/functcom.js"></script> |
| 6 | <script language="JavaScript"> |
| 7 | var prevFile = " ../Lectons/1/1_1.htm"; |
| 8 | var nextFile = " ../ Lectons/1/1_2.htm"; |
| 9 | </script> |
| 10 | </head> |
| 11 | <body onLoad="init()"> |
| 12 | <h2>Название</h2> |
| 13 | <p>.....</p> |
| 14 | </body> |
| 15 | </html> |

В ЭУИ рисунки, ссылки на термины, источники литературы, а также слоёв вставлены с помощью гиперссылок и слоёв (рисунок 2).

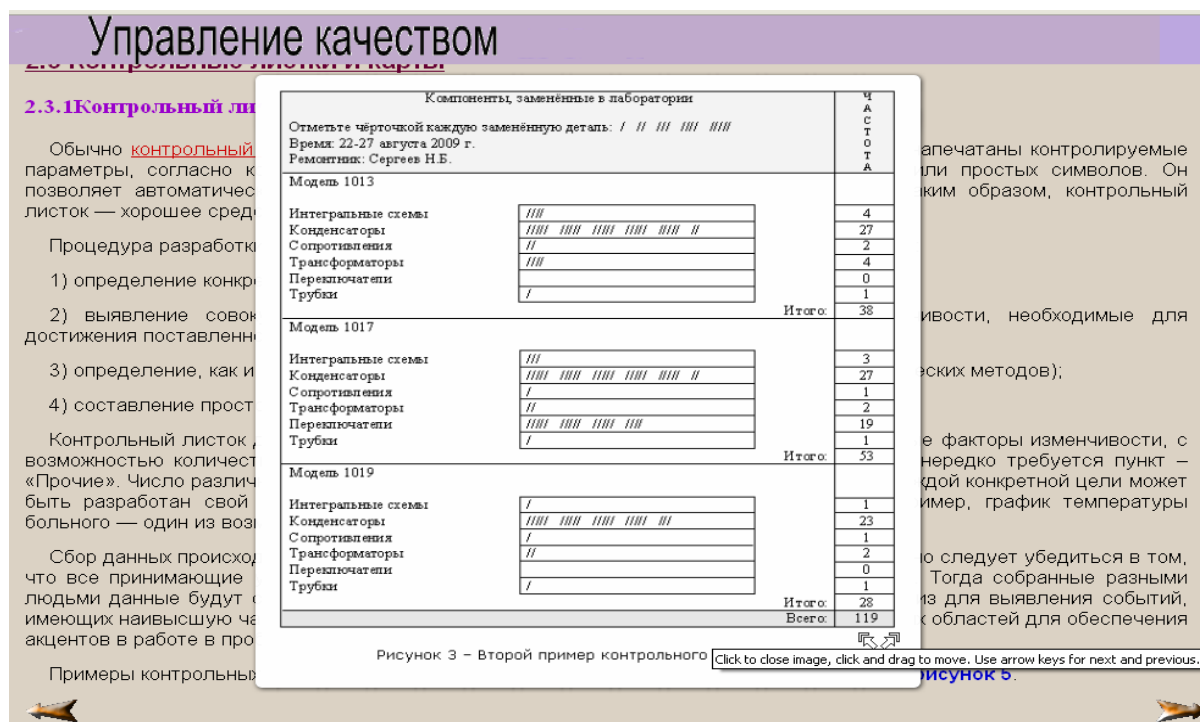


Рисунок 2 – Гиперссылка на рисунок

Контрольные вопросы по первой и второй главам организованы соответственно размещённому в тексте ЭУИ теоретическому материалу, без задания уровня сложности, без подключения внешних файлов, в простой формулировке по теории учебника (рисунок 3). Тестовые задания также

касаются теоретического материала ЭУИ.

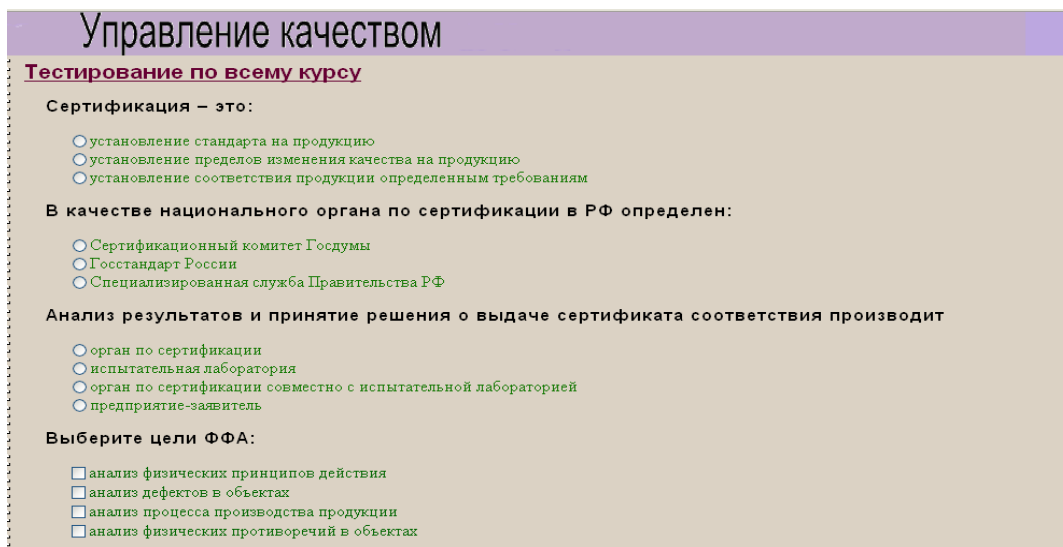


Рисунок 3 – Фрагмент страницы с текстовыми вопросами

В ходе их осуществления были построены базы данных «Материалы ЭУИ» и «Тестирование» (рисунок 4) в СУБД MySQL.

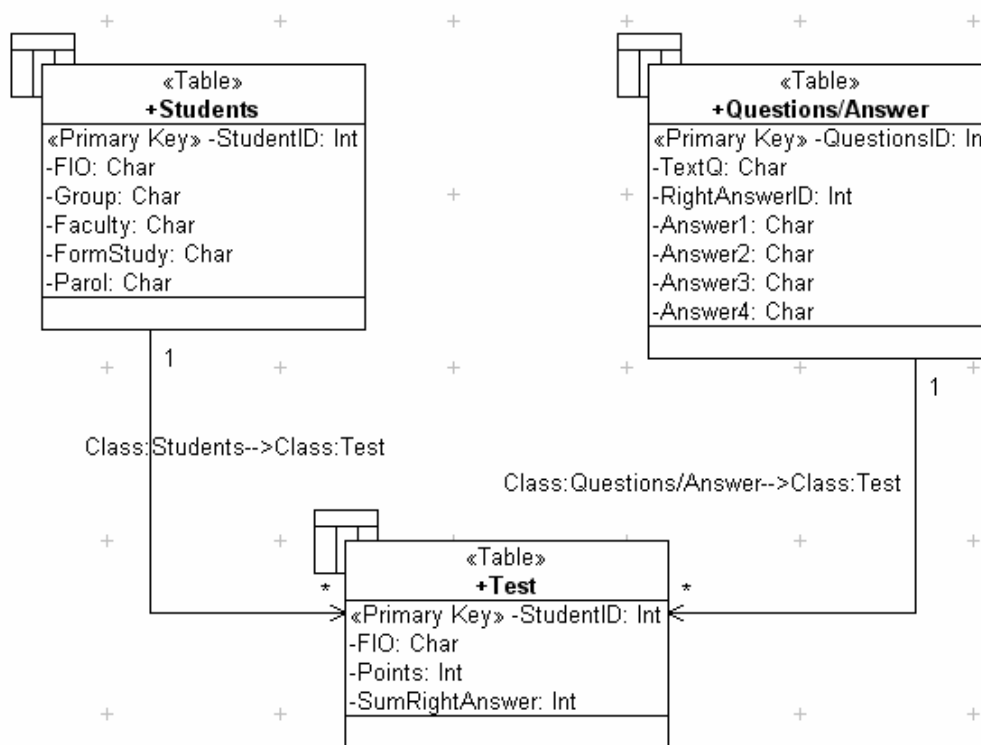


Рисунок 4 – Инфологическая модель базы данных «Тестирование»

В результате работы были выполнены следующие основные требования к разработке ЭУИ:

- электронное учебное издание содержит систематизированный

материал по дисциплине «Управление качеством»;

– выполнены требования к исполнению и художественному оформлению, полноте информации, качеству методического инструментария, качеству технического исполнения, наглядности, логичности и последовательности изложения;

– требования к облегчению понимания и запоминания (причем активного, а не пассивного) наиболее существенных понятий, утверждений и примеров, за счет вовлечения в процесс обучения иных, нежели обычный учебник, возможностей человеческого мозга, в частности, слуховой и эмоциональной памяти, а также за счет использования компьютерных объяснений;

– учебник включает в себя текстовый материал, разбитый на модули и оснащённый системой гиперссылок на различные электронные текстовые и графические образовательные материалы, глоссарий, базы данных и тесты;

– глоссарий представляет собой набор терминов, которые выходят за рамки тех, что встречаются в тексте; тесты включают в себя задания нескольких типов: закрытые тесты, тесты-тренинги, контрольные вопросы.

УДК 681.3.06(075)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ВАЛЮТ НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ ФОРЕКС

Коновалов Д.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кораблина Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Повышение эффективности краткосрочных операций с валютой - одна из важных задач в деятельности банков и других инвесторов. Ежедневно (а иногда и несколько раз в день) банки продают и покупают различные валюты в значительных объемах, стремясь придать движение имеющимся в наличии свободным валютным резервам с целью получения прибыли.

Эффективность валютных операций существенным образом зависит от надежности прогнозов колебания курсов валют. Именно поэтому краткосрочное прогнозирование курсов имеет большое практическое значение для оперативной деятельности банков и прочих инвесторов, а вопрос о возможности применения различных методов прогнозирования для этой цели представляется актуальным и естественным.

В целях повышения оперативности обработки и качества получаемых результатов, а также для наиболее полного извлечения полезной информации предлагается использовать средства, алгоритмы и методы интеллектуального анализа данных (Data Mining) [1].

Data Mining позволяет исследовать и обнаружить машинными

средствами скрытые знания в исходных данных. Все задачи, решаемые Data Mining, делятся на два класса: описательные и предсказательные. При решении описательных задач основное внимание уделяется вопросу *понимания* анализируемых данных. Суть предсказательных задач заключается в *построении моделей* на основе имеющихся данных и последующего их использования для предсказания результатов на основании новых наборов данных.

В ходе исследования для анализа были взяты данные обменного курса евро/доллар, одного из крупнейших и наиболее надежных дилинговых центров России – Алпари (Alpari). Выборка данных соответствовала 300 банковским дням, за период с 12.11.2008г. по 11.01.2010г.

Как было установлено, основным принципом для работы трейдера, является прогнозирование изменений на рынке. Для повышения доходности работы трейдера, предлагается использовать методы классического прогнозирования, а так же нейронные сети.

Одним из подходов, применяемых для прогноза динамических рядов данных, являются автопрогнозаторы. Основу автопрогнозаторов составляют модели, разработанные под определенные типы временных рядов.

Для того, чтобы определить какие из автопрогнозаторов следовало использовать для прогноза значений ряда, был проведен предварительный анализ данных. Это позволило выявить стационарность ряда, тесноту связи между различными последовательными отсчетами ряда, а так же сезонность ряда [2].

Из предварительного анализа были получены выводы о том, что ряд является нестационарным по среднему и дисперсии, что впоследствии снизило качество прогноза. Но по результату анализа скользящего среднего можно сказать, что в ряде данных присутствует тренд, так как вид автокорреляционной функции свидетельствовал о том, что сезонная составляющая отсутствует. Из всего вышесказанного были сделаны выводы о том, что следует воспользоваться линейно-аддитивной прогностической моделью и соответствующими ей методами.

Применяя классические автопрогнозаторы (метод Холта, метод Холта с модификацией Муира, метод двойного сглаживания Брауна, метод адаптивного сглаживания Брауна), имеющийся ряд данных делился на две выборки в соотношении 80:20. Первая выборка использовалась для настройки методов, на второй проводилось непосредственно прогнозирование. После применения всех методов был проведен сравнительный анализ и сделаны выводы (таблица 1), говорящие о том, что наилучшим автопрогнозатором для данного ряда данных является метод Холта с модификацией Муира. Данный метод при расчетах дал наименьшее значение целевой функции, в качестве которой было использовано среднемодульное отклонение O_{CM} . Так же, полученные результаты подтверждают тот факт, что в исследуемых реализациях присутствуют очень сильные линейные автосвязи между соседними отсчетами ряда [3].

Таблица 1 – Результаты проведенных прогнозов с помощью классических прогнозаторов

| Наименование автопрогнозатора | Осм |
|--------------------------------------|--------|
| Метод Холта | 0,0062 |
| Метод Холта с модификациями Муира | 0,0060 |
| Метод двойного сглаживания Брауна | 0,0062 |
| Метод адаптивного сглаживания Брауна | 0,0075 |

После прогнозирования курса валют классическими автопрогнозаторами был использован прогнозатор, основанный на использовании нейронных сетей.

Построение нейронной сети выполнялось в несколько этапов.

1) Предварительная обработка данных.

Необходимо найти компромисс между глубиной погружения d и количеством отсчетов необходимых для обучения, так как, чем больше d , тем, соответственно, меньше число примеров.

Для решения поставленной задачи глубина погружения выбрана равной 25 дням.

Вся имеющаяся выборка была разделена на три части: обучающую, тестовую и контрольную. Установлено, что наилучшее качество прогноза достигается при соотношении объема выборок 60:20:20. Таким образом, объем обучающей выборки был взят равным 165 отсчетам, объем тестовой и контрольной выборок по 55 отсчетов.

2) Выбор архитектуры нейронной сети.

Задача прогнозирования может быть качественно решена с помощью многослойного персептрона (MLP). В данном случае многослойный персептрон состоит из 3 слоев, во входном слое – 25 нейронов по количеству значений, на основе которых строится прогноз, в скрытом слое – 172 нейрона, в выходном слое – 1 нейрон.

3) Выбор алгоритма обучения нейронной сети.

В качестве алгоритма обучения выбран алгоритм обратного распространения ошибки, как самый известный и наиболее надежный.

4) Поиск оптимальных настроечных параметров.

Для многослойного персептрона настроечными параметрами является коэффициент скорости обучения η и момент α . В качестве целевой функции выбрана среднеквадратическая ошибка прогноза (E). Оптимальными считаются те значения настроечных параметров, при которых целевая функция минимальна. После обучения настроенную сеть (сеть с оптимальными настроечными параметрами) применяют к контрольному множеству. На контрольном множестве проверяется адекватность модели по относительной ошибке прогноза (в процентах). Если эта ошибка меньше 10 %, то построенная модель считается адекватной [4].

В таблице 2 представлены различные значения настроечных

параметров и значения целевой функции соответствующей им.

Таблица 2 – Настраечные параметры многослойного персептрона

| α | η | $E(об)$ | $E(оцен)$ |
|----------|--------|---------|-----------|
| 0,1 | 0 | 0,196 | 0,214 |
| 0,5 | 0 | 0,142 | 0,145 |
| 0,9 | 0 | 0,121 | 0,150 |
| 0,01 | 0,1 | 0,188 | 0,206 |
| 0,1 | 0,1 | 0,116 | 0,122 |
| 0,5 | 0,1 | 0,140 | 0,217 |
| 0,9 | 0,1 | 0,153 | 0,185 |
| 0,01 | 0,5 | 0,182 | 0,206 |
| 0,1 | 0,5 | 0,142 | 0,159 |
| 0,5 | 0,5 | 0,181 | 0,186 |
| 0,9 | 0,5 | 0,130 | 0,147 |
| 0,01 | 0,9 | 0,131 | 0,158 |
| 0,1 | 0,9 | 0,141 | 0,152 |
| 0,5 | 0,9 | 0,127 | 0,153 |
| 0,9 | 0,9 | 0,150 | 0,178 |

Таким образом, оптимальные значения настроечных параметров для многослойного персептрона $\eta=0,1$, $\alpha=0,1$. Относительная ошибка прогноза для многослойного персептрона равна 8,54 %.

Были проведены исследования применимости классических прогнозаторов и нейронных сетей на выбранном ряде данных. В результате получены данные свидетельствующие о том, что применение классических методов для прогнозирования изменения курса валют является более предпочтительным по сравнению с нейронными сетями [5].

Лучшим методом для прогнозирования оказался метод Холта с модификацией Муира. Он предназначен для прогнозирования рядов данных с линейно-аддитивным трендом, к которым можно отнести ряды данных о курсах валют на валютном рынке Форекс.

Метод нейронных сетей так же может быть применен для прогнозирования изменения курса валют, но его результаты оказываются хуже, чем у классического прогнозатора, о чем свидетельствует величина среднемодульного отклонения O_{CM} . Для разработанной нейронной сети среднемодульное отклонение $O_{CM} = 0,01$, а для классического прогнозатора $O_{CM} = 0,006$.

Библиографический список

1. Баргесян А.А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP/ А.А. Баргесян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – Минск : ВХВ, 2008. – 384 с.

2. Siu Nin Lam. Discovering Association Rules in Data Mining [Электронный ресурс] / Siu Nin Lam. – Электрон. текстовые дан. – Illinois. : University of Illinois at Urbana-Champaign, 2007. – Режим доступа: <http://www.raymond-lam.com/CS411.doc>, свободный.

3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.

4. Бодянский Е.В. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучения, применения / Е.В. Бодянский, О.Г. Руденко. – Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004. – 369 с.

5. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: Вильямс, 2001. – 287 с.

УДК 628.8.02:536.24

ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ПОМЕЩЕНИЯ

Дюпин А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Корепанов Е.В.

*Ижевский государственный технический университет
г. Ижевск*

От состояния микроклимата в помещении во многом зависит здоровье и работоспособность человека. Это отражается на собственном бюджете, бюджете семьи и государства, поэтому поддержание теплового комфорта является как государственной задачей, так и задачей каждого человека. Особенно актуальна задача исследования режимных, конструктивных факторов и методов управления микроклиматом помещения в настоящее время, потому что она связана с проблемой энергосбережения зданий, экономикой строительства и экологичностью материалов. Задача управления микроклиматом помещения включает вопросы учета самочувствия человека как одни из приоритетных, и поэтому требуется решать задачи не только поддержания условий микроклимата в допустимых пределах, но и задачи управления параметрами теплового режима с учетом желаний потребителя, т.е. осуществить переход к концепции «диктатуры потребителя».

Задача оптимизации и управления тепловым режимом решалась многими авторами с использованием таких управляющих воздействий как расход жидкости в нагревательном приборе, изменение температуры теплоносителя, расход приточного вентиляционного воздуха и др. [1-2]. В качестве управляемого параметра обычно выбирается температура внутреннего воздуха, а критерием управления является поддержание параметров в допустимых пределах. В настоящей работе в качестве критерия оптимизации рассматривается балл комфортности B , полученный эмпирическим путем [3]:

$$B = t_K (1,413 - 0,00438 \cdot q_{nom}) + 0,1559 \cdot q_{nom} - 43,169,$$

где: t_K – средневзвешенная температура кожи, °C; $q_{пот}$ – теплопотери человека, Вт/м².

Для управления режимом работы системы обеспечения микроклимата здания разработана структура факторов системы управления параметрами, которые характеризуют микроклимат помещения и влияют на самочувствие человека. Субъектом такой системы является человек и его ощущения тепловой обстановки помещения, при которой обеспечивается минимальное напряжение механизмов терморегуляции, что является целью управления (рис. 1).

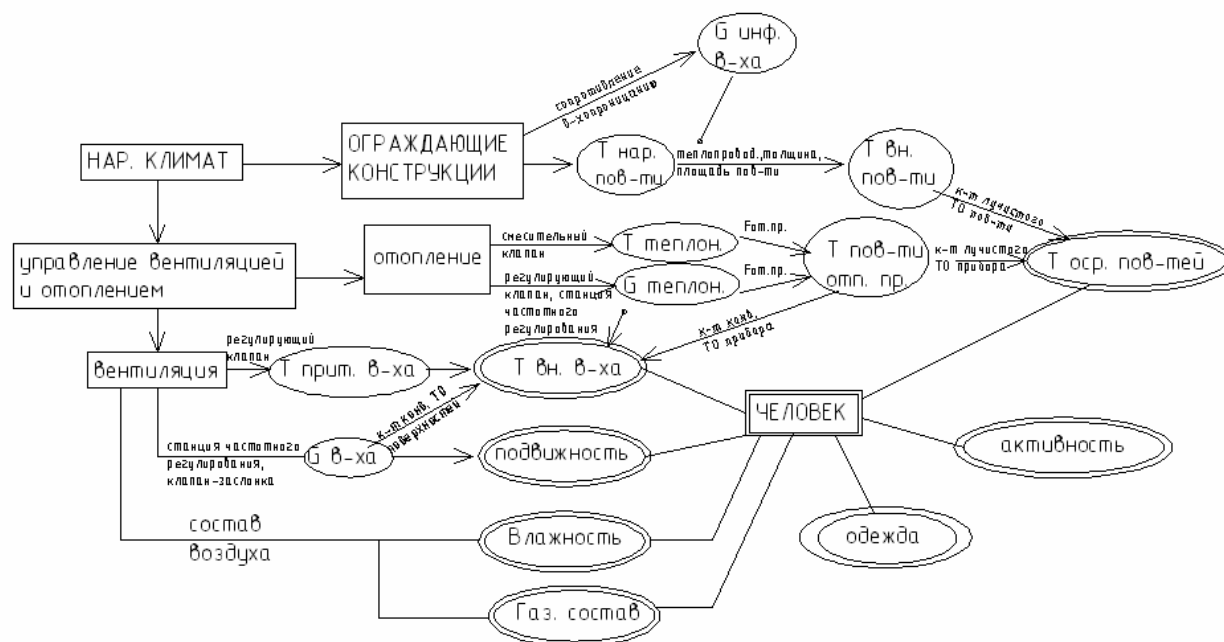


Рисунок 1 – Структура факторов управления микроклиматом помещения

Как видно из схемы, основными факторами, влияющими на самочувствие человека являются: средневзвешенная температура воздуха в помещении, осредненная по всем поверхностям ограждений радиационная температура помещения, относительная влажность и подвижность воздуха, гигиенический состав воздуха, одежда и работа, энергоотдача человека.

Для функционального описания системы требуется определить подсистемы, определить характеристики их состояния и задать внешние связи. Сложная многоуровневая система поддержания микроклимата помещения включает следующие подсистемы: подсистема ограждающих конструкций; подсистема вентиляции; подсистема отопительных приборов; подсистема оценки теплоощущений человека; подсистема контроля наружных климатических воздействий.

Математическая модель, необходимая для постановки и решения задачи регулирования теплового режима включает:

- уравнение теплового баланса помещения

$$c_{\epsilon} \rho_{\epsilon} V_n \frac{\partial t_{\epsilon}}{\partial \tau} = \sum_i^{N=ок} k_{oki} (t_n - t_{\epsilon}) (1 + \sum \beta) F_{oki} + \sum_i^{N=озп} c_i \sqrt[3]{(t_{\epsilon} - \tau_i)} (t_{\epsilon} - \tau_i) F_i + \\ + \sum_i^{N=озп} \alpha_{луч} (\tau_i - \tau_R) F_i + \sum_{i=1}^n Q_{тпi}.$$

• уравнение теплопроводности с граничными условиями третьего рода:

$$\frac{\partial t_i}{\partial \tau} = \frac{\lambda_i}{c_i \rho_i} \left(\frac{\partial^2 t_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t_i}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t_i}{\partial z^2} \right) \\ - \lambda_i \frac{\partial t_i}{\partial x_i} \Big|_{x=0} = \alpha_n (t_n - \tau_{n,n}) \\ - \lambda_i \frac{\partial t_i}{\partial x_i} \Big|_{x=\delta} = \alpha_{\epsilon} (t_{\epsilon} - \tau_{\epsilon,n}) + \alpha_l (\tau_{\epsilon,n} - \tau_R);$$

• уравнение теплового баланса человека:

$$\frac{\partial t_v}{\partial \tau} = (q_{носм} - q_{ном}) F_m / c_m m_m$$

Здесь: $c_{\epsilon}, \rho_{\epsilon}$ – плотность и теплоемкость воздуха соответственно; V_{II} – объем помещения, m^3 ; $t_n, t_{\epsilon}, \tau_{\epsilon n}, \tau_{n n}, \tau_i, \tau_R, t_v$ – температура наружного и внутреннего воздуха, наружной и внутренней поверхности ограждения, i -ой поверхности, осредненная по поверхностям средняя радиационная температура помещения, средневзвешенная температура тела, °С; τ – время, сек; $k_{ок}$ – коэффициент теплопередачи окна, Вт/(m^2K); β – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери ограждений; c_i – безразмерный коэффициент, принимаемый в зависимости от положения поверхности; $\alpha_{\epsilon}, \alpha_{луч}$ – конвективный коэффициент теплоотдачи, коэффициент лучистого теплообмена, Вт/(m^2K); $F_{ок}, F_i$ – площадь окна, i -го ограждения, m^2 ; $Q_{тпi}$ – тепловыделения человека, Вт; $q_{носм}$ – теплоступления, человека, Вт/ m^2 ; F_m, c_m, m_m – площадь поверхности, теплоемкость, масса тела человека, δ – толщина ограждения, м.

Решение данной системы уравнений дает возможность: подобрать оптимальные конструкционные решения ограждений, обеспечивающих комфортные условия, решения по теплоснабжению помещения; время допустимого пребывания человека в условиях пониженной температуры и других неблагоприятных факторов (авария на теплотрассе, теплоснабжение скачками, ввод здания в эксплуатацию и т.д.). При заданных условиях понижается температура воздуха в помещении, температура поверхности тела человека и ощущение комфортности, которая выражается баллами от 1 до 7.

Рассмотрено 7 вариантов конструкций наружного ограждения, типичных для строительства в регионе Удмуртия (кирпичные, железобетонные стены, сайдинг, утеплитель снаружи, внутри).

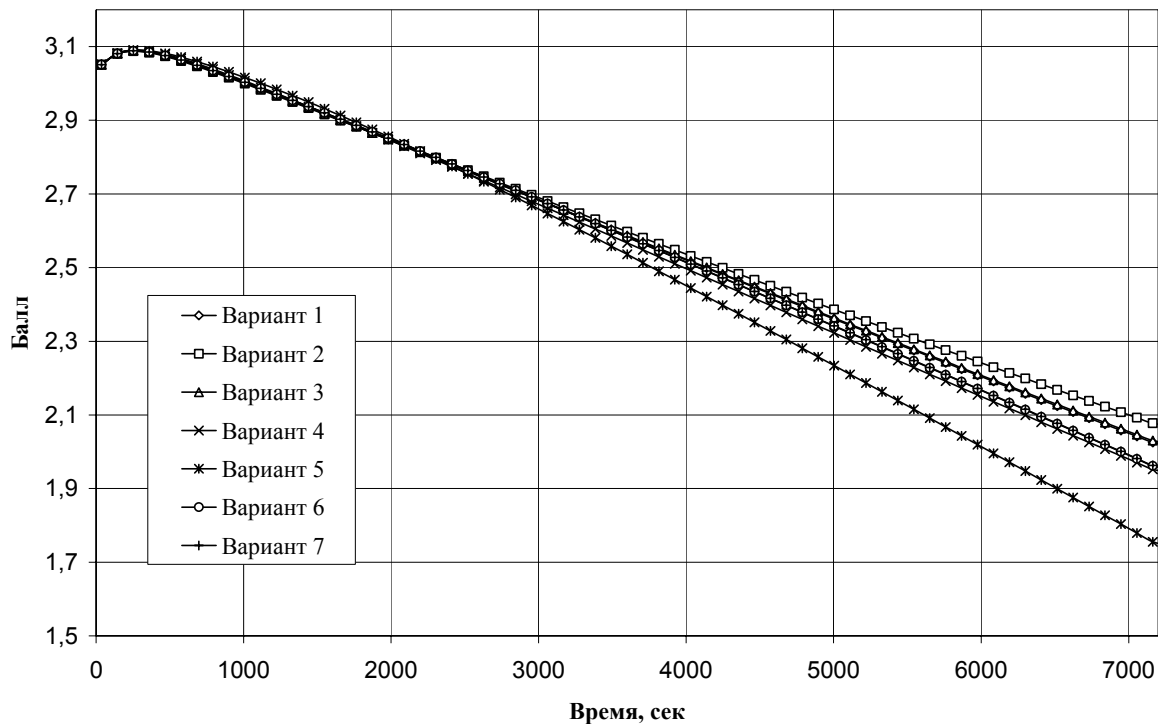


Рисунок 2 – Зависимость комфортности от времени пребывания человека в условиях отключенной системы отопления

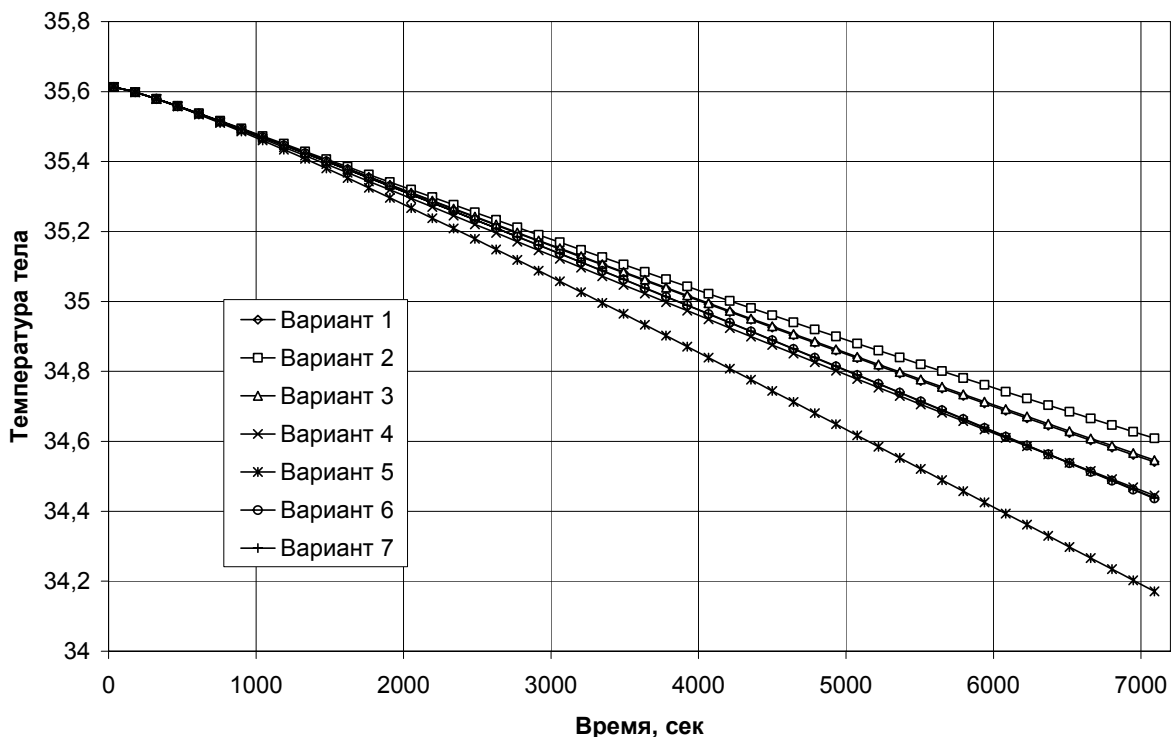


Рисунок 3 – График зависимости температуры тела человека от времени пребывания человека в условиях отключенной системы отопления

На рисунке 2 видно, что для всех вариантов балл комфортности сначала возрастает, а далее снижается с различным уклоном для разных

вариантов. В течении 40 минут значения для всех вариантов приблизительно одинаковы, поэтому при отключении системы отопления на краткосрочный период (до 40 минут) различия в применяемых конструкциях, при одинаковом значении коэффициента сопротивления теплопередачи, нет. В случае отключения на долгосрочный период (более часа) самым эффективным с точки зрения сохранения балла комфортности является вариант «железобетон с утеплителем снаружи», обладающий максимальной теплоаккумулирующей способностью.

Кривые, построенные для значений температуры тела, изображены на рисунке 3. Температура тела в течение двух часов плавно снижается на 3 %. При данных условиях человек определяет обстановку как «прохладно». График температуры тела так же как и график балла комфортности свидетельствует о аналогичных результатах.

Анализируя приведенные выше графики, можно сделать вывод, что в случае отключения отопления на долгосрочный период (более часа) самым эффективным с точки зрения сохранения температуры внутреннего воздуха, а, соответственно, и более комфортного пребывания человека в условиях отключенной системы отопления является вариант из железобетона и утеплителя, т.е. тяжелые материалы с высокой теплоемкостью и утепляющим материалом, расположенным снаружи. Графики показывают, что варианты расположения утеплителя с внутренней стороны являются для данной задачи самыми неэффективными, а так же вариант быстровозводимых конструкций типа «сайдинг» или легких материалов.

Увеличение времени комфортного пребывания человека в условиях отключенной системы отопления для более легких конструкций может быть достигнута использованием в них теплоаккумулирующих материалов с фазовым переходом.

Библиографический список

1. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.
2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. – 2 изд. – М.: Высшая школа, 1982. – 415 с.
3. Делль Р.А., Афанасьева Р. Ф., Чубарова З.С. Гигиена одежды. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 160 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ОПОРНОЙ ГИПЕРПОВЕРХНОСТИ

Борило И.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Калайда В.Т.

*Томский государственный университет
г. Томск*

Идентификация человека по изображению его лица является важной составляющей автоматизированных систем безопасности. Подобные системы применяются для ограничения доступа к помещениям и информации, обеспечения безопасности в местах массового скопления людей, автоматизированного паспортного контроля и др. В настоящее время существует большое количество методов для идентификации человека по изображениям [1–4], однако всем им присущ общий недостаток — существенная зависимость точности распознавания от условий получения изображения (угол наблюдения, уровень освещенности и т.д.).

Одним из подходов для идентификации человека по изображению лица является метод опорной гиперповерхности. В данном методе каждому изображению ставится в соответствие вектор признаков. Компонентами вектора являются моменты $m_{\alpha\beta}$ и центральные моменты $\mu_{\alpha\beta}$ различных порядков:

$$m_{\alpha\beta} = \iint_{\infty} f(x, y) x^{\alpha} y^{\beta} dx dy, \quad \alpha, \beta = 0, 1, \dots,$$

$$\mu_{\alpha\beta} = \iint_{\infty} f(x, y) (x - x_c)^{\alpha} (y - y_c)^{\beta} dx dy, \quad \alpha, \beta = 0, 1, \dots,$$

где $f(x, y)$ — функция яркости изображения; α, β — порядки моментов; x_c, y_c — координаты центра масс, определяемые выражениями:

$$x_c = m_{10} / m_{00}, \quad y_c = m_{01} / m_{00}.$$

Использование моментов для описания изображения базируется на следующей теореме [5].

Теорема. Бесконечная последовательность моментов изображения $\{\mu_{\alpha\beta}\}$, $\alpha, \beta = 0, 1, 2, \dots$, однозначно определяется функцией яркости $f(x, y)$, и, наоборот, функция $f(x, y)$ однозначно определяется последовательностью $\{\mu_{\alpha\beta}\}$.

Если ограничить бесконечную последовательность моментов изображения конечным набором длиной n , то можно аппроксимировать изображения с выбранной точностью. Обозначим через $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ вектор выбранных моментных характеристик, где x_i — моментные характеристики $m_{\alpha\beta}$ и $\mu_{\alpha\beta}$.

В зависимости от условий получения изображения значения

компонент вектора признаков будут различными. Введем понятие класса изображений лица. Под классом изображений будем понимать множество одномасштабных изображений лица одного и того же человека, полученных в различных условиях съемки. Для описания класса задается область в пространстве признаков, которая в идеале содержит все векторы данного класса. Данная область задается с помощью опорной гиперповерхности и функции плотности распределения отклонений векторов класса от опорной гиперповерхности.

Опорной гиперповерхностью называют гиперповерхность, заданную из условия минимального отклонения по одной переменной для заданного набора точек. Условие для опорной гиперповерхности первого порядка будет записано в виде:

$$\sum_{j=1}^M \left(\sum_{k \neq \text{norm}}^n A_k x_k^j + x_{\text{norm}}^j + A_0 \right)^2 \rightarrow \min,$$

где $\sum_{k \neq \text{norm}}^n A_k x_k^j + x_{\text{norm}}^j + A_0 = 0$ — уравнение гиперповерхности первого порядка, нормированное на один из коэффициентов гиперплоскости; A_i — коэффициенты опорной гиперповерхности первого; $x^j = (x_1^j, x_2^j, \dots, x_n^j)$ — реализация вектора параметра для j-го изображения; M — количество изображений в классе.

Значение коэффициентов опорной гиперповерхности первого порядка находим из решения неоднородной системы линейных уравнений:

$$\begin{aligned} a_1 \sum_{j=1}^M x_1^j x_1^j + a_2 \sum_{j=1}^M x_2^j x_1^j + \dots + a_n \sum_{j=1}^M x_n^j x_1^j + a_0 \sum_{j=1}^M x_1^j &= - \sum_{j=1}^M x_{\text{norm}}^j x_1^j, \\ a_1 \sum_{j=1}^M x_1^j x_2^j + a_2 \sum_{j=1}^M x_2^j x_2^j + \dots + a_n \sum_{j=1}^M x_n^j x_2^j + a_0 \sum_{j=1}^M x_2^j &= - \sum_{j=1}^M x_{\text{norm}}^j x_2^j, \\ &\dots \\ a_1 \sum_{j=1}^M x_1^j + a_2 \sum_{j=1}^M x_2^j + \dots + a_n \sum_{j=1}^M x_n^j + a_0 M &= - \sum_{j=1}^M x_{\text{norm}}^j. \end{aligned}$$

Отклонение вектора от класса по одной переменной для случая опорной гиперповерхности первого порядка:

$$\delta_j = \sum_{k \neq \text{norm}}^n A_k x_k^j + x_{\text{norm}}^j + A_0$$

Аналогичным образом рассчитываются параметры и для гиперповерхностей больших порядков.

Функции плотности распределения отклонений векторов класса от опорной гиперповерхности:

$$p(x) = \frac{1}{M \cdot c} \sum_{i=1}^M \Phi \left(\frac{\delta - \delta^i}{c} \right),$$

где $\Phi(x)$ — ядерная функция; c — коэффициент размытости ядерной функции; δ — отклонение от опорной гиперповерхности претендента; δ_i — отклонение от опорной гиперповерхности i -го изображения класса.[6]

Важной характеристикой метода являются вероятности ошибок первого рода и второго рода. Ошибка первого рода — решение, при котором претендент, принадлежащий классу, идентифицирован как не принадлежащий классу. Ошибка второго рода — решение, при котором претендент, не принадлежащий классу, идентифицирован как принадлежащий классу.

Оценка ошибок первого и второго рода проводится эмпирически. Для этого используется база данных изображений лиц человек. В данной работе используется база из 1987 изображений лиц людей. Изображения получены в различных условиях. Расчет вероятностей ошибки первого, второго рода для заданного класса проводится следующим образом. Изображения, принадлежащие одному классу, делят на две группы. Первая группа используется для расчета параметров опорной гиперповерхности и параметров функции плотности распределения отклонений от опорной гиперповерхности. Вторая группа используется для расчета вероятности ошибки первого рода. Вероятность ошибки первого рода рассчитывается как отношение числа изображений идентифицированных как изображения, не принадлежащие к классу, к общему числу изображений во второй группе. Для расчета ошибки второго рода используется набор изображений, не принадлежащих рассматриваемому классу. Вероятность ошибки второго рода рассчитывается как отношение числа изображений идентифицированных как изображения, принадлежащие классу, к общему числу изображений, не принадлежащих классу.

Метод был реализован следующим образом. При анализе метода для формализованного описания изображения лица человека использовалось девять моментных характеристик[7]. При решении нормальной неоднородной системы использовался алгоритм, основанный на методе разложения матрицы в виде $\mathbf{a} = \mathbf{USV}^T$ (сингулярное разложение), обладающей высокой точностью и устойчивостью вычислительного процесса[8]. Здесь матрица \mathbf{U} сформирована из n ортонормированных собственных векторов, соответствующих n наибольшим собственным значениям матрицы \mathbf{aa}^T ; матрица \mathbf{V} сформирована из ортонормированных собственных векторов матрицы $\mathbf{a}^T\mathbf{a}$; \mathbf{S} — неотрицательные значения квадратных корней из собственных значений матрицы $\mathbf{a}^T\mathbf{a}$.

Для выбора порядка опорной гиперповерхности были построены зависимости ошибок первого и второго рода для гиперповерхностей первого, второго порядка от числа векторов, по которым рассчитывали параметры гиперплоскостей. Данные зависимости представлены на следующих графиках.

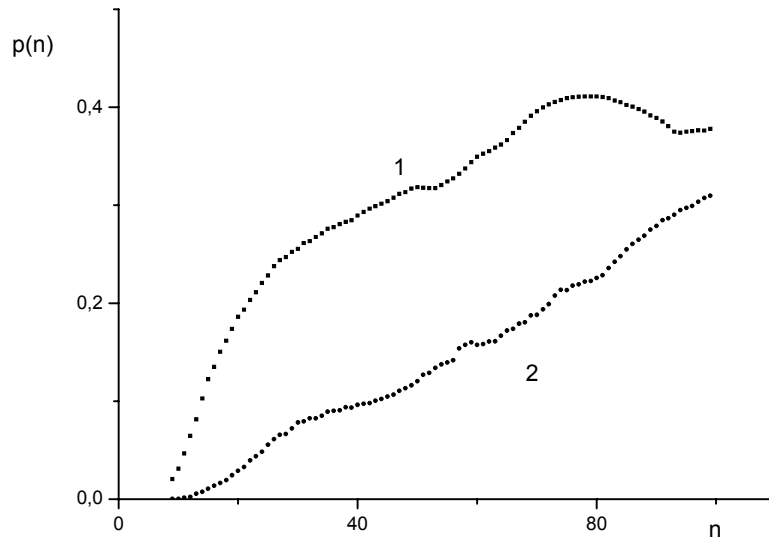


Рисунок 1 – График зависимости вероятности $p(n)$ ошибки первого рода для гиперповерхностей первого(1), второго(2) порядка от числа векторов n , по которым рассчитывали параметры гиперплоскостей

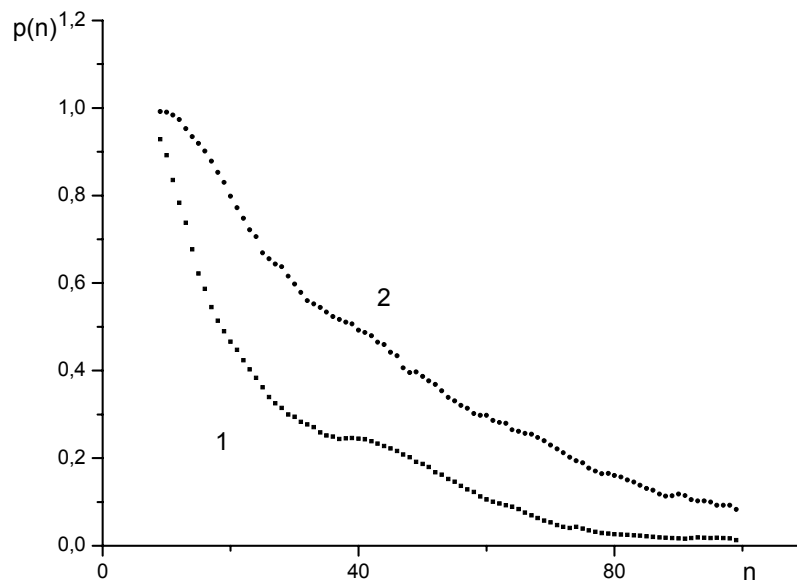


Рисунок 2 – График зависимости вероятности $p(n)$ ошибок второго рода для гиперповерхностей (1), второго(2) порядка от числа векторов n , по которым рассчитывали параметры гиперплоскостей

Из графиков видно, что вероятность ошибки первого рода с увеличением числа векторов возрастает, а вероятность ошибки второго рода уменьшается. Значение вероятности ошибки первого рода для гиперповерхности первого порядка больше чем для гиперповерхности

второго порядка при одинаковых значениях числа обучающих векторов. Ошибка второго рода для гиперповерхности второго порядка больше чем для гиперповерхности первого порядка при одинаковых значениях числа обучающих векторов.

Важно отметить, что для большинства прикладных задач необходимо в первую очередь уменьшить ошибку второго рода. С этой точки зрения, очевидно, что использование гиперповерхности второго порядка позволяет получить меньшие значения вероятности ошибки второго рода, чем в случае использования гиперповерхности первого порядка. При этом чтобы достичь малых значений вероятности ошибки первого рода требуется большее число изображений в классе для расчета параметров опорной гиперповерхности и функции плотности распределения отклонений от опорной гиперповерхности. На практике класс изображений формируется из небольшого числа изображений. Одним из возможных решений является использование вместо опорной гиперповерхности, взаимно ортогональных гиперповерхностей первого порядка.

Библиографический список

1. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. СПб.: Политехника, 2001. 240с.
2. Saco H., Whitehouse M., Smith A., Sutherland A. Real-time facial feature tracking based on matching techniques and its application // Proc. of IAPR. 1993. Vol. 2. P. 320–324.
3. LeCun Y., Bengio Y. Covolutional networks for images, speech, and timeseries // The Handbook of Brain Theory and Neural Networks. 1995 P. 255 – 258.
4. Kruizinga P., Petkov N. Optical flow applied to person identification // Proc. of Conf. on Massively Parallel Processing Applications and Development. Netherlands, 1994. P. 871–878.
5. Hu M.K. Recognition on moment invariants // IRE Trans. on Information Theory. 1962. N 2.
6. Непараметрические системы классификации / А.В. Лапко, В.А. Лапко, М.И. Соколов, С.В. Ченцов. Новосибирск: Наука, 2000. 240 с.
7. Калайда В.Т. Применение методов морфологического анализа для задач идентификации полутоновых изображений // Оптика атмосферы и океана. 2003. Т. 16, № 9. С. 862–865.
8. Уилкинсон Дж., Райнш К. Справочник алгоритмов на языке АЛГОЛ. Линейная алгебра. М.: Машиностроение, 1976. 389 с.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ «ПАРАД-М»**

**Емельяненко В.А., Емельяненко А.А., Бородин А.В.
Научный руководитель: д-р.т.н., профессор Катаев М.Ю.**

*Томский университет систем управления и радиоэлектроники
г. Томск
«Кузбассавтомодизель»
г. Новокузнецк*

К процессному подходу в управлении чаще всего обращаются руководители или собственники компаний, которые имеют слабый потенциал для роста и развития, а также те, кто желает дальнейшего процветания своего предприятия. В поисках правильного решения необходимо производить перестановки в организационной структуре компании, переподчинять отделы и подразделения. Со стороны эта деятельность часто напоминает попытку добиться слаженной игры оркестра путем пересаживания музыкантов.

«С самого начала и до сих пор изучение принципов организации базировалось на представлении, что существует – или должен существовать – некий единственно правильный тип организационной структуры. Представление о ней неоднократно менялось, но ее поиски продолжаются и по сей день» [1, 2]. Большинству компаний не удастся добиться серьезных долгосрочных результатов путем организационных перестановок и повышения интенсивности труда исполнителей. В этой ситуации процессный подход рассматривается как одно из возможных средств улучшения деятельности организации. Однако на этом сущность процессного подхода не исчерпывается.

Для того чтобы определить, какие процессы будут выделены в организации, необходимо их классифицировать и установить, по каким требованиям или критериям будут строиться система управления бизнес-процессами. Требования, которые необходимо учитывать при выделении процессов, в большей степени зависят от самой организации, ее размера, способа управления. Построение системы управления бизнес-процессами плохо поддается алгоритмизации. Однако можно сформулировать некоторые общие правила выделения процессов организации. Процессы организации могут быть разделены на три основных типа по характеру деятельности и создаваемому продукту:

- Основные бизнес-процессы;
- Вспомогательные бизнес-процессы;
- Бизнес-процессы управления организацией.

К основным бизнес-процессам организации относят процессы производства, сбыта и снабжения. К основным бизнес-процессам следует

относить процессы, добавляющие ценность продукции для потребителя. Вспомогательные процессы напрямую не добавляют стоимости и являются по своей сути затратными. К таким процессам обычно относят подготовку кадров, сервисное обслуживание оборудования, административно-хозяйственное обеспечение, обеспечение безопасности и так далее. Управление организацией в ряду процессов стоит отдельно. Согласно рекомендациям многих источников по процессному подходу, в каждой организации должны быть выделены процессы управления, планирования, улучшения, коммуникации и так далее. Все вышеперечисленные процессы следует рассматривать как один цикл управления.

Данная методика была внедрена на предприятии ООО «Кузбассавтодизель», торгово-производственной компании среднего размера. Работа была разбита на два этапа: выделение бизнес-процессов и регламентирование их. При выделении бизнес-процессов принимались в расчет:

- Организационная структура компании;
- Фактическое подчинение подразделений руководителям;
- Выполняемые функции;
- Численность сотрудников и значимость работ;
- Возможность создания систем учета, планирования и управления для выделяемых процессов.

Результатом данного этапа является организационная структура предприятия, где выделены основные процессы, вспомогательные процессы и процессы управления. Затем полученные процессы были описаны и регламентированы. Это позволило определить взаимосвязь между объектами управления и определить порядок работ и порядок принятия решения руководителями. Пересмотрены и дополнены должностные инструкции предприятия.

В ходе исследования была поставлена задача разработки автоматизированной системы управления бизнес-процессами предприятия. Функциональное назначение программных продуктов, присутствующих сегодня на рынке и позиционируемых как «программа управления предприятием», условно можно представить в виде трех групп.

Группа 1 – информационные системы. Эти продукты также встречаются под названием: корпоративные информационные системы (КИС). К ним относят программные продукты, которые способны собирать информацию о деятельности организации, обобщать ее, осуществлять управленческий и/или бухгалтерский учет, предоставлять руководителям информацию для принятия управленческих решений в удобном для них виде. Иногда эти программы имеют в своем составе модуль «Планирование». К таким информационным программным продуктам относят: продукты компании «1С», продукты корпорации «Парус», SAP R/3, BAAN и другие.

Группа 2 – программные продукты для моделирования бизнес-

процессов. Они позволяют отобразить бизнес-процессы организации в графическом или табличном виде. Основное их назначение – визуализация технологических и управленческих цепочек действий, событий и функций. Чаще всего такие программные продукты применяют при реорганизации и реинжинирингу бизнес-процессов. Наиболее распространенные программные продукты этого типа: ARIS Toolset, BPWin и другие.

Группа 3 – программное обеспечение класса DocFlow и WorkFlow. Фактически эти программные продукты выполняют функции хранения, учета, передачи информации и обеспечивают контроль за прохождением потока документов и работ. Алгоритм работы с данными в этих программных продуктах приходится адаптировать под нужды конкретной компании в соответствии с ее целью, структурой и принятой технологией.

После рассмотрения множества программных продуктов, авторами статьи и акционерами компании было принято решение о разработке автоматизированной системы управления бизнес-процессами своими силами. Основной причиной этому послужил тот факт, что программные продукты более ориентированы на средние и крупные предприятия, которые могут себе позволить содержание специалистов для поддержки работы данных программ, а также требуют привлечения специалистов высокой квалификации для обучения персонала компании работы с программой.

В основе работы программного обеспечения лежит цепочка стандартных технологических процессов, система электронного документооборота предприятия, которая учитывает особенности технологического цикла и позволяет ответственному лицу видеть организационные диаграммы работы предприятия в целом, а также отдельные его части с одной стороны и позволяет контролировать процесс в текущий момент времени, с другой стороны. Также, важно отметить, что технологический цикл строится на основе процессно-ориентированных принципов.

В основу человеко-машинного интерфейса был положен график, по вертикальной оси которого располагаются процессы, а по горизонтальной – время. Пользователь имеет возможность получать полную информацию о любом из процессов по каждому из рабочих дней, путем нажатия на соответствующее поле сетки графика, стоящее на пересечении интересующего его процесса и дня.

Так как в создаваемой системе необходимо было реализовать механизм контроля выполнения технологических операций то в интерфейсе предусмотрена система отображения текущих документов, посредством выделения их различными цветами, а также механизм оповещения работника о тех документах, которые необходимо обработать в текущий рабочий день. В случае если работник не успевает обработать один из документов, все прочие работники имеющие отношение к данному документу будут проинформированы автоматически.

На этапе заполнения документа, в нем отображаются уже выполненные функции и, те с которыми необходимо ознакомиться и

функции, которые не были исполнены. Это позволяет работнику предприятия планировать и контролировать свой рабочий день.

Планируется, в сочетании с технологическим циклом, выполнять математико-экономическое моделирование, позволяющее оптимизировать работу предприятия.

Программа разрабатывалась как клиент-серверное приложение, с интуитивно понятным интерфейсом, минимальными опционными настройками, чтобы даже пользователь невысокой квалификации легко смог работать с данной программой.

Библиографический список

1. Друкер Питер Ф. Задачи менеджмента в XXI веке: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.
2. Елиферов В.Г., Репин В.В. Процессный подход к управлению: Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004.

УДК 622.6

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ РЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «ГАЗТУРБОСЕРВИС»

Белоножко С.Ю.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ивашко А.Г.

*Предприятие с иностранными инвестициями
Открытое акционерное общество «Газтурбосервис»
г. Тюмень*

В настоящее время на многих сервисных предприятиях машиностроительного комплекса, в развитии корпоративных информационных систем, внедряются аналитические системы поддержки принятия управленческих решений (СППР). Целью их внедрения первоначально являлось получение достоверной информации о положении производственной деятельности организации и повышение эффективности принятия управленческих решений. Однако, специфика ремонта многономенклатурных изделий единичного изготовления вызывает цикличность производственного процесса и неопределенность в сроках выполнения заказа. В данной статье, предлагается использовать фрагментарную автоматизацию бизнес-процессов, основанную на комплексном плане, учитывающем требования различных подразделений, участков и структур, связанных в один технологический процесс восстановительного ремонта изделия. Это позволит руководителями организации, в режиме «one line», получать достоверную информацию от структурных подразделений и корректировать краткосрочный производственный план предприятия, обеспечивая тем самым равномерную загрузку производственных цехов.

ОАО «Газтурбосервис» представляет собой единый производственно-технологический и конструкторский комплекс, в рамках которого решаются вопросы технического обслуживания судовых двигателей, их диагностики, восстановительного ремонта и испытания, а также усовершенствования конструкции. Для реализации целей предприятия – развитие бизнеса и получение прибыли, было решено параллельно с разработкой технологии ремонта изделий и организацией производственного процесса, создавать корпоративную информационную систему с функциями контроля и управления. В целом задачи, которые решались, были связаны с повышением операционной эффективности завода, эффективности управления и производительности труда. Основанный на современных информационных технологиях и опыте кадровых менеджеров, программный комплекс должен был позволить планировать загрузку производственных мощностей предприятия, как в отдаленной, так и в ближней перспективе, а так же оперативно представлять информацию для принятия своевременного управленческого решения.

Поэтому на классический вопрос с чего начинать автоматизацию? однозначно решено: с разработки генерального плана развития информационных технологий предприятия, который является частью стратегии развития организации в целом, с учетом рыночных реалий и перспектив.

При определении степени автоматизации учитывалась, прежде всего, экономическая эффективность и целесообразность в условиях ремонтного производства. Ведь объем работы, рядовых сотрудников, увеличился из-за ввода в систему результатов трудовой деятельности. Труд специалиста приобретает новую качественную окраску, становится более сложным и содержательным. Центр тяжести управленческой деятельности менеджеров смещается на аналитически-распорядительную деятельность. Однако, происходит увеличение качества принимаемых руководящих решений, за счет своевременной и достоверной производственной информации.

На этапе моделирования бизнес- процессов ремонтного предприятия, было решено формировать СППР на функционально-технологическом подходе, который подразумевает группировку функции по процессам или по этапам принятия управленческих решений. То есть идти по пути создания системы управления предприятия из настраиваемых стандартных программных модулей.

Изначально квалифицированно организованное ядро системы позволяет безболезненно интегрировать в неё множество дополнительных приложений, надобность в которых может возникать в процессе развития предприятия. Причём зачастую эти приложения могут поставляться разными производителями, поскольку современная системная интеграция стремится к единым стандартам. Этот подход позволил интегрировать образующие систему модули с существующими на предприятии «локальными» решениями, как стандартными офисными приложениями (типа MS Access или MS Excel), так и специализированными программами

(1С, AutoCAD, Компас и т.п.). Грамотная разработка системы «своими силами» для ремонтного предприятия со специфичными бизнес – процессами, значительно экономит средства компании, по сравнению с внедрением готовой информационной системы. При таком структурированном подходе к формированию информации, естественно, что практически все подразделения предприятия, в различной степени, используют в своей работе отдельные компоненты КИС «Навигатор».

Программный комплекс позволил сделать первый, но, пожалуй, наиболее важный шаг - построить организационную модель предприятия: подробное структурное описание компании, выстроенное по иерархии управления и исполняемым функциям, направленным на достижение определенных целей. Созданная модель производственной деятельности предприятия с детализацией по отделам легла в основу процесса сертификации системы международных стандартов ISO 9001.

Ценность модели предприятия, основанной на функционирующей программной её реализацией еще и в том, что она одновременно содержит все отношения «функция – исполнитель», позволяя настраивать «степень разрешения» взгляда на компанию, применительно к конкретной управленческой задаче. Система позволяет осуществлять постоянный управленческий учет функций исполняемых подразделениями.

Безусловно, имеется прямой экономический эффект от внедрения и широкого использования КИС «Навигатор». Для ОАО «Газтурбосервис» решающую роль в расчете эффективности создания корпоративной информационной системы своими силами играют следующие показатели:

- снижение объема складских запасов на 3-6% в год по результатам внедрения контура «Управление цепочками поставок»;
- снижение операционных издержек на 2-5% в год по результатам внедрения новых модулей системы и модернизации эксплуатируемых. (снижение операционных и управленческих затрат, увеличение оборота средств в расчетах и т.п., а также эффект от нормирования технологических операций и материальных затрат, позволяющих снизить расходы на услуги сторонних организаций).

Будущее за полной и комплексной автоматизацией всего технологического процесса ремонтного предприятия в целом как единого организма, с необходимой детализацией до производственной единицы. И следуя плану развития информационных технологий предприятия, используя накопленный опыт, осознавая серьезности задач автоматизации, необходимо осуществлять корректировку СППР и продолжать дальнейшее развитие самого процесса автоматизации на новом качественном уровне.

Крайне важно понимать, что автоматизация предприятия сама по себе – не панацея и что ни одна система поддержки принятия решения не может заменить здравого смысла и управленческой грамотности в управлении сложным сервисным предприятием. И только соблюдение тонкого баланса между необходимостью и достаточностью автоматизации, позволит

сервисному предприятию, с минимальными затратами на создание СППР, обладать соответствующими конкурентными преимуществами. И эта грань для каждого предприятия – своя!

УДК 651.77

МНОГОВАРИАНТНЫЙ ПРОГНОЗ РЯДОВ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПОТРЕБЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЕМ Г. НОВОКУЗНЕЦКА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Дружилов А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Киселёва Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время актуальным является вопрос об эффективном использовании государственных и муниципальных средств, выделяемых на здравоохранение. Основой для этого служит финансовое планирование на базе прогнозирования, в частности, это касается планирования закупок препаратов в муниципальные аптеки и аптечные пункты при больницах г. Новокузнецка. Зачастую закупки делаются на основе предыдущего заказа медицинских препаратов. В таком случае количество препаратов в аптеке часто либо превышает спрос, либо является недостаточным.

Целью работы является разработка процедуры прогнозирования потребности в лекарствах для создания единой системы заказов на медицинские препараты. В качестве системы-прототипа рассматривается действующая автоматизированная информационная система (АИС) «Поликлиника», разработанная в муниципальном учреждении «Кустовой медицинский информационно-аналитический центр». АИС «Поликлиника» предназначена для автоматизации учета и анализа заболеваемости населения и посещаемости амбулаторно-поликлинической службы, учета работы врачей, фельдшеров и другого медицинского персонала.

Предполагается внедрение дополнительной подсистемы прогнозирования в АИС «Поликлиника» для того, чтобы более объективно учитывать реальный спрос на медикаменты и прогнозировать потребление тех или иных препаратов. В качестве методов прогнозирования выбраны нейронные сети, а также классические алгоритмы прогнозирования, такие как: алгоритм экспоненциального сглаживания с экстраполяцией; простая сдвигка; алгоритм Холта; алгоритм Холта-Муира.

Нейросетевые прогнозаторы были построены с использованием многослойного персептрона [1], радиальной нейронной сети и нейронной сети Кохонена.

Для многослойного персептрона выбор числа весовых коэффициентов L производился по следующей формуле:

$$\frac{m \cdot N}{1 + \log_2 N} \leq L \leq m \left(\frac{N}{m} + 1 \right) (n + m + 1) + m \quad (1)$$

где N – число элементов обучающей выборки; m, n – число выходных и входных величин.

Для радиальной нейронной сети (НС) и сети Кохонена предварительный выбор числа весов производился по аналогичным формулам, выстроенным с учётом их топологии. Окончательное число нейронов в слоях определялось после нескольких экспериментов. Эмпирическим путём выбиралась наилучшая конфигурация.

Прогнозирование проводилось на 1, 2, ..., 5 месяцев. Качество прогнозов оценивалось по среднемодульной ошибке и по коэффициенту детерминации, который показывает степень близости прогнозных оценок к исходным данным.

Результаты использования классических алгоритмов прогнозирования приведем на примере прогноза потребления церебролизина (по критерию относительной ошибки при прогнозировании на один месяц):

1) экспоненциальное сглаживание со сдвижкой – 18,36 %; 2) простая сдвижка – 7,8 %; 3) алгоритм Холта – 5,4 %; 4) алгоритм Холта-Муира – 7,5 %.

Динамика помесячного потребления церебролизина (в относительных единицах) и его прогноз, сделанный наилучшим прогнозатором – алгоритмом Холта, приведены на рисунке 1.

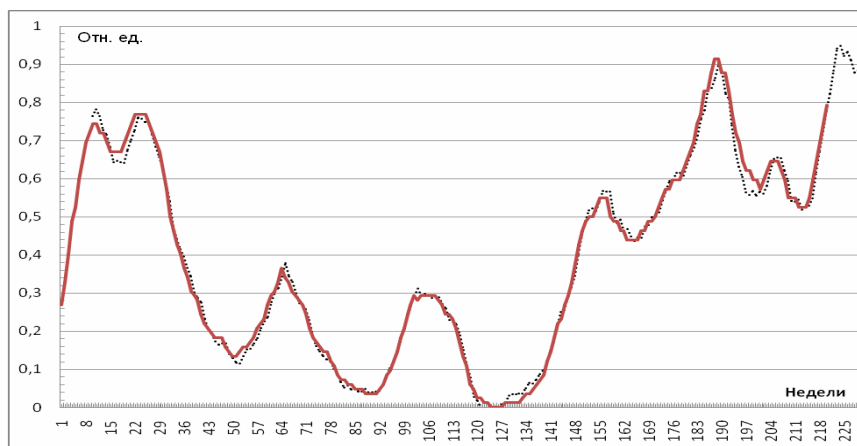


Рисунок 1 – Исходный ряд и прогноз, сделанный прогнозатором Холта

Нейросетевые алгоритмы показали следующие результаты: для многослойного персептрона относительная ошибка прогноза составила 9,2%; для радиальной НС - 6,3%; для НС Кохонена - 18,6%; методом группового учёта факторов (последовательное использование нескольких многослойных персептронов) относительная ошибка равна 5,2%.

При этом алгоритм Кохонена применялся к сглаженным данным (распознавание классов этой сетью значительно повышается). Зависимость среднемодульного критерия от коэффициента сглаживания при прогнозировании сетью Кохонена приведена на рисунке 2.

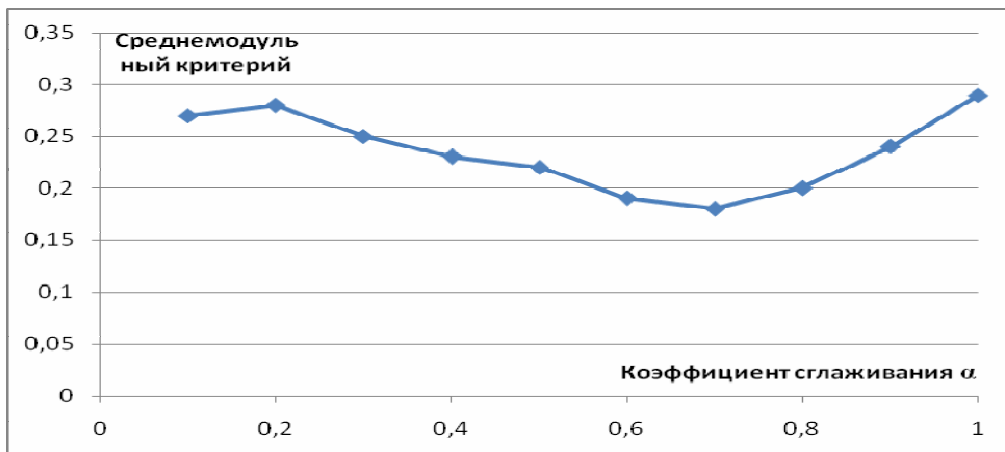


Рисунок 2 – Зависимость среднемодульного критерия от коэффициента сглаживания при прогнозировании сетью Кохонена

Наиболее качественный прогноз получен алгоритмами многослойного персептрона, методом группового учёта факторов, алгоритмом Холта и радиальной нейронной сетью.

Изменение коэффициента детерминации для этих алгоритмов в зависимости от числа шагов прогнозирования (месяцев прогноза) приведено на рисунке 3. Из рисунка видно, что для всех алгоритмов прогнозирования существенно снижается точность прогноза при изменении числа шагов прогнозирования.

Для получения устойчивого качественного прогноза предложена структура многовариантного прогнозатора [2], включающего все указанные выше алгоритмы прогнозирования. Итоговый прогноз на каждом шаге является суммой результатов, полученных каждым алгоритмом, взятых с весовыми коэффициентами, которые корректируются на каждом шаге прогноза в зависимости от текущей точности работы каждого варианта.

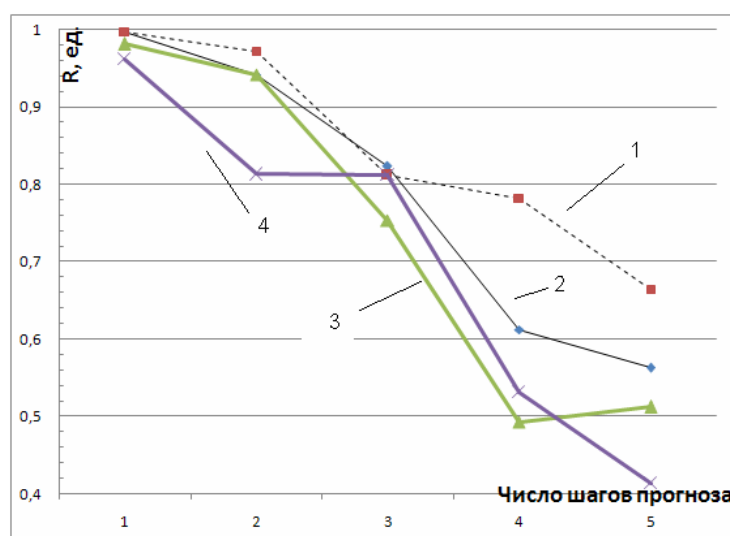


Рисунок 3 – Изменения коэффициентов детерминации при многошаговом прогнозе: 1) метод группового учёта факторов с НС; 2) радиальной НС; 3) алгоритм Холта; 4) многослойный персептрон

Структура многовариантного прогнозатора показана на рисунке 4.

В многовариантном прогнозаторе выполняются следующие операции:

1) параллельно производится прогноз по всем используемым алгоритмам, результаты которых привлекаются для формирования первичных вариантов прогнозных оценок;

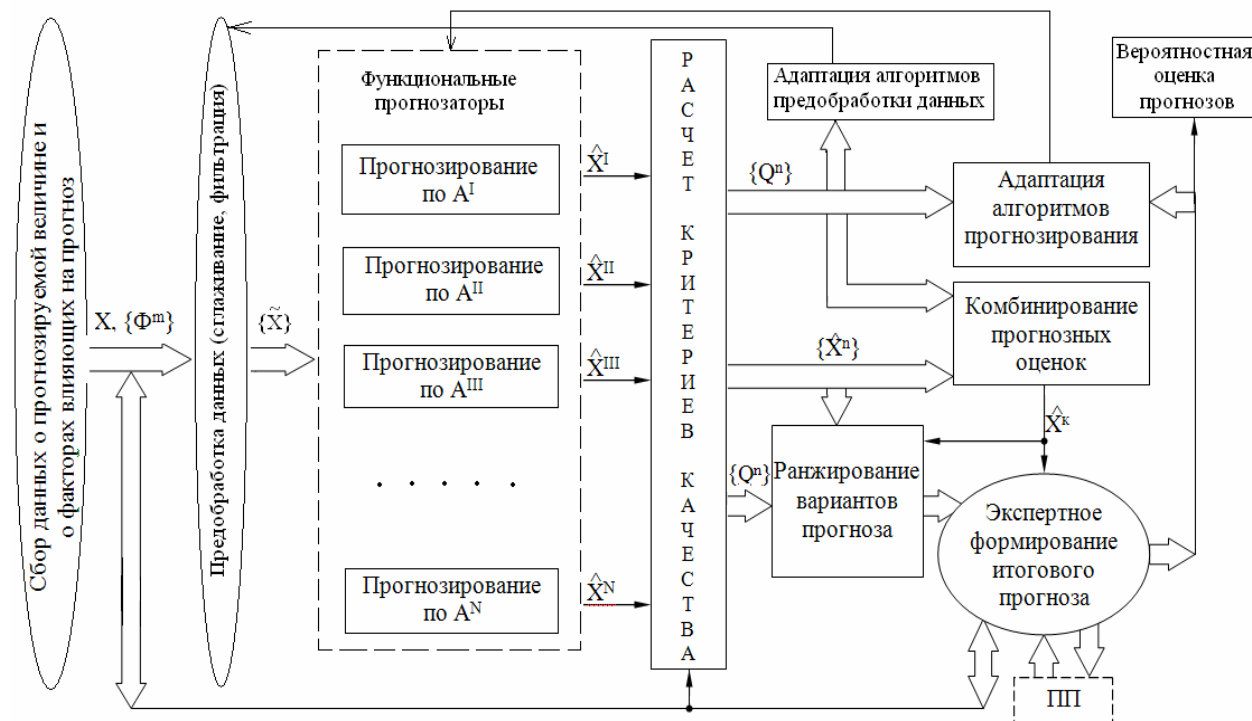


Рисунок 4 – Структура многовариантного прогнозатора

2) в блоке расчета критериев качества оцениваются значения текущих показателей точности прогноза (среднемодульная ошибка и коэффициент детерминации). По этим показателям определяются весовые коэффициенты, с которыми результаты объединяются в многовариантный прогноз; 3) полученный результат сравнивается с предыдущими и, если качество прогноза ухудшилось, то с привлечением эксперта производится адаптация к новым условиям, которая заключается в следующем: а) изменение настроечных параметров алгоритмов прогнозирования; б) изменение структуры алгоритмов прогнозирования (гибридизация алгоритмов, элиминирование тех, которые систематически не обеспечивают заданную точность; в) присоединение новых алгоритмов; г) выявление и добавление новых факторов, положительно влияющих на прогноз.

На рисунке 5 показан результат прогнозирования с помощью многовариантного прогнозатора.

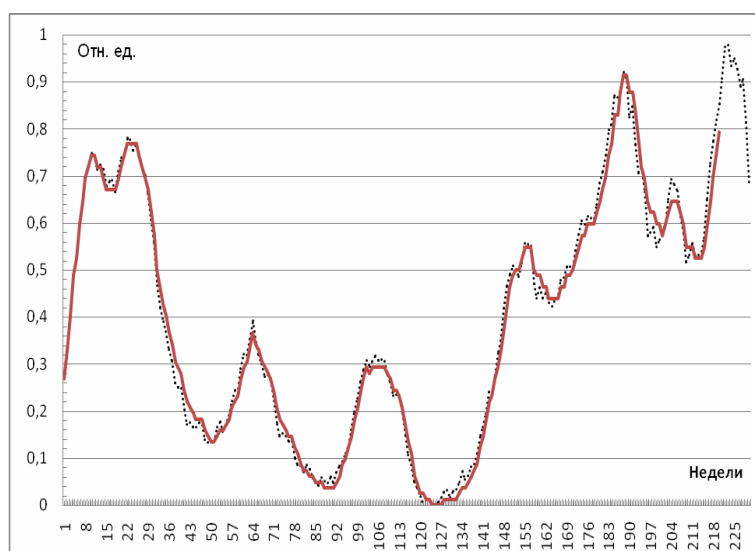


Рисунок 5 – Исходный ряд данных и прогноз, сделанный по схеме многовариантного прогнозатора

Точность прогноза, оцененная с помощью относительной ошибки для реализации недельного потребления церebroлизина на контрольной выборке составила 4,1 % при прогнозе на 1 месяц; на два месяца этот показатель равен 5,8 %; при прогнозе на 3 месяца – 7,1 %, а при прогнозе на 5 месяцев – 9,2 %, что является приемлемой величиной.

Библиографический список

1. Назаров А.В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А.В. Назаров, А.И. Лоскутов. - СПб.: Наука и техника, 2003. - 384 с.
2. Бондарь Н.Ф. Многовариантное прогнозирование расчетных показателей / Н.Ф. Бондарь, В.П. Авдеев, С.М. Кулаков. - Новокузнецк: СибГИУ, 1998. - 239 с.

УДК 004.621: 681.3.01:336.144.36

АЛГОРИТМЫ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ПРИ АНАЛИЗЕ РЯДОВ ДАННЫХ БИРЖЕВЫХ КОТИРОВОК

Жердева Ю.Ю.

Научный руководитель к.т.н., доцент Кораблина Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Финансовые рынки и биржи генерируют невероятно богатые эмпирические данные, вбирающие в себя в каждый момент времени огромный объем поступающей информации макро- и микроэкономического, политического и социального характера. Каждая новость в различной степени может повлиять на изменение котировок. Финансисты и экономисты

уже на протяжении многих десятилетий пытаются проанализировать риск на рынках капитала, объяснить его, оценить количественно, построить модели и, в конечном счете, извлечь выгоду [1 – 7].

Результаты корреляционного анализа рядов данных, характеризующих деятельность бирж и финансовых рынков за различные периоды наблюдения, свидетельствует о наличии сильных линейных автосвязей. Поэтому было принято решение перейти к рассмотрению выделенных структурно однородных составляющих сигнала.

В русле разработок научно-прикладного направления «Вариантика» для выделения структурно-однородных составляющих, опираясь на приобъектно-пересчетную и рекурсивно-слоистую многовариантные структуры, конкретизированы алгоритмические структуры для выделения этих составляющих и анализа их свойств с динамическим оцениванием их скользящих и структурных характеристик (рисунки 1 и 2).

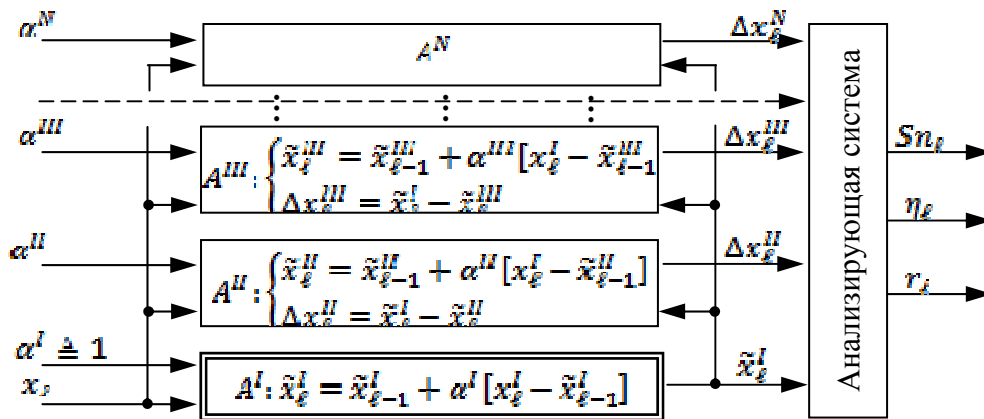


Рисунок 1 – Алгоритмическая структура для выделения структурно однородных составляющих и анализа автосвязей на базе многовариантной структуры приобъектно-пересчетного типа

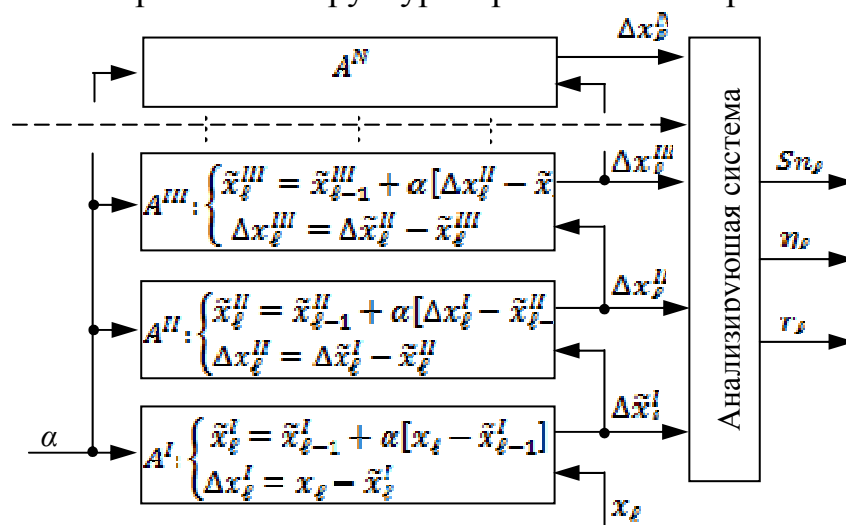


Рисунок 3 – Алгоритмическая структура для выделения структурно однородных составляющих и анализа автосвязей на базе многовариантной структуры рекурсивно-слоистого типа

Анализирующая система, в основу которой положен аппарат многовариантных функций детерминации (МвФД-аппарат) и входящая в неё технология многовариантного анализа данных (МвАД-технология) [8 – 10], обеспечивает оценку характера автосвязей исходного ряда и выделенных структурно однородных составляющих. В начале выбирается та составляющая с наименьшим порядковым номером, у которой коэффициент автокорреляции $r(\ell)$ меньше 0,3. Далее для нее производится расчет скользящих оценок показателя степени детерминированности $\eta(\ell)$ и показателя степени нелинейности $Sn(\ell)$. На рисунке 3 представлены автокорреляционные функции для структурно однородных составляющих, выделенных с помощью многовариантной структуры слоисто-рекурсивного типа.

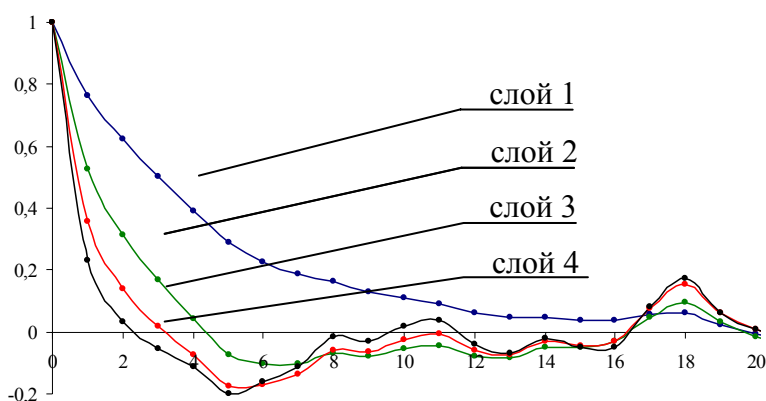


Рисунок 3 – Автокорреляционные функции структурно однородных составляющих, выделенных с помощью многовариантной структуры слоисто-рекурсивного типа с $\alpha = 0,2$

Исследование свойств структурно однородных компонент рядов данных позволяет предположить наличие фрактально-хаотического механизма их порождения [1 – 5], что делает необоснованной применение чисто линейных моделей, особенно в условиях неопределенности, свойственной кризисным периодам. Правомерность использования многовариантных структур для исследования финансовых рядов данных подтверждается высказыванием Бенуа Мандельброта [1]: «...случайность имеет более одного «состояния» или более одной формы, и каждая, если бы реализовалась на финансовом рынке, совершенно по-другому повлияла бы на поведение цен»

Были проанализированы значения биржевых котировок основных индексов как российских, так и мировых рынков за 11 лет, включая три кризисных периода (1998 год, 2001– 2003 годы, мировой финансовый кризис 2008-2009 года). Выявлено, что моменты времени, в которых скользящие оценки показателя степени нелинейности достигают наибольших значений, соответствуют моментам смены движения рынка [11].

В роли показателя степени детерминированности используется относительная доля изменчивости определяемой величины, объясняемая

учитываемыми определяющими факторами. В аспекте преемственности установлено и сделано так, что этот показатель при строго линейных связях равен модулю коэффициента корреляции, а при двухаргументных нелинейных связях он практически совпадает с корреляционным отношением. Весь упор сделан на представления нелинейной динамики, в том числе на многовариантный детерминированный хаос, а не на традиционные математико-статистические представления.

Расчет общевыборочных и внутригрупповых статистик, таких как средние, дисперсии, коэффициенты корреляции, показатели степени детерминированности и показатели степени нелинейности, может производиться по данным попавшим в окно скольжения с использованием обычных алгоритмов, а может с использованием, так называемой, динамической версии. В этом случае все эти статистики оцениваются по типу скользящих оценок преимущественно рекуррентными алгоритмами, то есть без детальных повторяющихся обработок сдвигаемых выборок данных, например, расчет внутригрупповых средних (1), дисперсий (2) и коэффициентов ковариации (3) производится по формулам

$$\tilde{x}_j = (1 - \alpha) \cdot \tilde{x}_{j-1} + \alpha \cdot x_j \quad (1)$$

$$d_j = (1 - \alpha) \cdot d_{j-1} + \alpha \cdot (x_j - \tilde{x}_j)^2 \quad (2)$$

$$R_j = (1 - \alpha) \cdot R_{j-1} + \alpha \cdot (x_j - \tilde{x}_j) \cdot (y_j - \tilde{y}_j) \quad (3)$$

Блок-схема динамической версии алгоритма представлена на рисунке 4.

Тестирование динамической версии алгоритма расчета показателей степени детерминированности и степени нелинейности производилось на модельных примерах, в качестве которых взяты базовые модели нелинейной динамики, такие как логистическое отображение (4) и сдвиг Бернулли (5), а также на различных натуральных данных, характеризующих работу технологических и экономических систем.

$$x_{\ell+1} = 4 \cdot c \cdot x_\ell \cdot (1 - x_\ell); 0 \leq c \leq 1; 0 < x_\ell < 1 \quad (4)$$

$$x_{\ell+1} = 2 \cdot x_\ell \bmod 1; 0 < x_\ell < 1 \quad (5)$$

Задача выделения моментов времени, в которых меняются свойства сигнала, – *особых точек*, решается с использованием методов структурного анализа [9]. Они наилучшим образом позволяют определять координаты особых точек в условиях эффективного рынка, при боковом тренде с малыми флуктуациями и, наоборот, при резких скачках значений исследуемой переменной особые точки вообще не распознаются или имеет место существенное запаздывание их выделения. Использование традиционных инструментов структурного анализа совместно со скользящими оценками показателя степени детерминированности и степени нелинейности в качестве индикаторов предстоящей смены тенденции, рассчитываемых с применением предлагаемых алгоритмических структур выделения

структурно однородных составляющих и анализа автосвязей (рисунки 2, 3), позволит повысить надежность прогноза будущих состояний рынка и эффективность принимаемых решений, например, при управлении инвестиционным портфелем. Как показали исследования, предлагаемый индикатор в условиях неэффективного рынка подает сигнал о смене тенденции с существенным опережением по сравнению с алгоритмами структурного анализа [11, 12].

Таким образом, можно констатировать, что использование алгоритмов нелинейной динамики позволит успешно оценивать разнотемповые, разномасштабные изменения степени нелинейности, асимметрии, нестационарности и предсказуемости самых разных рядов данных, характеризующих экономические системы. Это даст возможность в сочетании с классическими алгоритмами статистического и структурного анализа повысить надежность прогноза, выявить и учесть гораздо больше потенциальных и реальных рисков, связанных с фондовым рынком [1 – 7, 10 – 12].

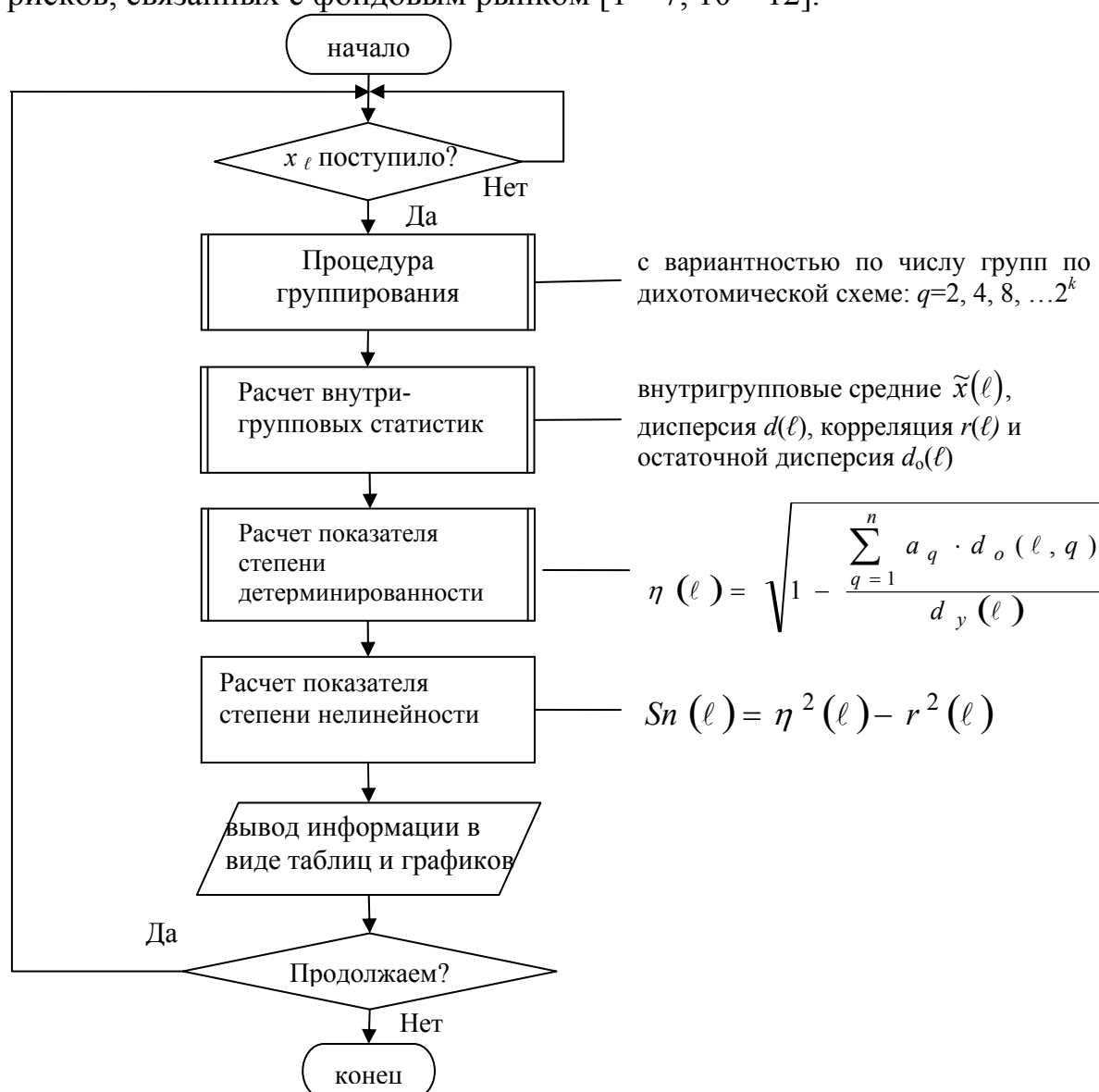


Рисунок 5 – Блок – схема алгоритма динамической версии расчета показателей степени детерминированности и степени нелинейности

Библиографический список

1. Мандельброт Б. (He) послушные рынки: фрактальная революция в финансах: [пер. с англ.]/ Б. Мандельброт, Р.П. Хадсон. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 400 с.
2. Мандельброт Б. Фракталы, случай и финансы: [пер. с англ.]/ Б. Мандельброт. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004. – 256 с.
3. Талеб Н.Н. Черный лебедь. Под знаком неопределенности: [пер. с англ.]/ Н.Н. Талеб. – М.: Колибри, 2009. – 528 с.
4. Ширяев В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. / В.И. Ширяев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 223 с.
5. Ширяев В.И. Математика финансов: Опционы и риски, вероятности, гарантии и хаос: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. / В.И. Ширяев – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 223 с.
6. Мансуров Д.А. Прогнозирование валютных кризисов с помощью методов фрактального анализа// Проблемы прогнозирования. 2008, № 1. С. 145 – 158.
7. Борисов П.А., Виноградов Г.П., Семенов Н.А. Интеграция нейросетевых алгоритмов, моделей нелинейной динамики и методов нечеткой логики в задачах прогнозирования // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2008, № 1. С. 78 – 84.
8. В.П. Авдеев, Л.И. Криволапова, Т.В. Кораблина Комплекс алгоритмов и программ с многовариантными функциями детерминации и нелинейными предикторами //Изв. вузов. Черная металлургия. 2000 № 5. – С. 56 – 77.
9. Киселева Т.В., Кораблина Т.В., Руденкова Е.Г. Комплексный анализ рядов данных: Перспективные промышленные технологии и материалы. науч. тр. Сиб. гос. индустриал. ун-та; Отв. ред. В.Е. Громов, С.М. Кулаков. – Новосибирск: Наука, 2004. – С. 490 – 505.
10. Кораблина Т.В., Огнев С.П. // Современные проблемы информатизации в моделировании и социальных технологиях: Сб. трудов. Вып. 14/ Под ред. д.т.н., проф. О.Я. Кравца. – Воронеж: «Научная книга», 2009. – С.230 – 232.
11. Кораблина Т.В., Жердева Ю.Ю. Анализ финансовых рядов данных с использованием алгоритмов нелинейной динамики // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VII Всероссийской науч.-прктич. конф. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – С. 509-511
12. Кораблина Т.В., Жердева Ю.Ю. Многовариантная технология анализа и прогнозирования рядов данных в системах поддержки принятия решений // Системные проблемы надежности, качества, информационных и электронных технологий в инновационных проектах (Инноватика-2009): Материалы Междунар. конф. и Российской научной школы. Часть 2. – М.: Энергоатомиздад, 2009. С. 15-17

УПРАВЛЕНИЕ КРУПНОСТЬЮ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ФЛОТИРУЕМЫХ ЧАСТИЦ ПОСРЕДСТВОМ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ИМПЕЛЛЕРА

Алексеев В.В.

Научный руководитель: Халимов В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На сегодняшний день важной задачей является удовлетворение потребностей промышленности в цветных, редких, черных, благородных металлах, угле, удобрениях и строительных материалах. Для ее решения требуется увеличение объемов добычи, переработки и обогащения полезных ископаемых. Основными в переработке многих типов, полезных ископаемых являются флотационные методы обогащения. Они используются, например, при обогащении более 95 % руд цветных металлов, угля и других типов минерального сырья. Значение флотационных методов обогащения в настоящее время обусловлено вовлечением в переработку бедных, тонковкрапленных и труднообогатимых руд и углей, необходимостью комплексного и более полного их использования.

Флотация (процесс разделения мелких твёрдых частиц, основанный на различии их смачивания водой) получила широкое применение в различных сферах. Флотационные машины предназначены для разделения взвешенных в жидкости относительно мелких твёрдых частиц (или их выделения из жидкости) по их способности прилипать к вводимым в суспензию газовым пузырькам. Крупность флотируемых частиц обычно не превышает 0,6 мм, а при особых режимах флотации — нескольких миллиметров, из-за чего в хвосты попадает много полезного продукта. Флотация основана на различиях в свойствах разделяемых минералов. При этом используется различие в физико-химических свойствах поверхностей минералов, а именно, различие в их удельных свободных поверхностных энергиях [1].

Существенным фактором в процессе флотации является скорость движения частиц с пузырьком, которая зависит от интенсивности вращения импеллера. Она влияет на вероятность ω_c столкновения частиц с пузырьком и вероятность $\omega_{закр}$ закрепления частицы на пузырьке. При минимальных скоростях, но при достаточном для полной минерализации пузырьков пути их движения в пульпе, достигается максимальная частота столкновения частиц с пузырьками. В результате малых скоростей, всплывание минерализованных пузырьков должно проходить в относительно спокойной среде или в восходящем потоке пульпы (смесь воды и грунта, получаемая при земляных и горных работах гидравлическим способом), что улучшает флотацию крупных частиц.

Снижение ускорений частиц в зоне минерализации пузырьков до $1g$

позволяет повысить крупность флотируемых минералов в 5—6 раз по сравнению с достигаемой в стандартных механических флотационных машинах. В результате снижения интенсивности перемешивания происходит уменьшение сил отрыва от пузырьков, увеличивается вероятность флотации, крупных зерен, уменьшается расход электроэнергии. В то же самое время происходит уменьшение дисперсности пузырьков и трудно растворимых в воде реагентов, аэрированной пульпы и вероятности столкновения частиц с пузырьками. Уменьшение скорости вращения импеллера (агрегата, служащего для превращения мощности внешнего двигателя в кинетическую энергию рабочего тела) флотационной машины улучшает технологические и экономические показатели работы [2].

Интенсивность перемешивания пульпы влияет на равномерность распределения пузырьков в объеме пульпы. За счет сильного и спокойного перемешивания поддерживается контакт грубых частиц с пузырьками воздуха, что обеспечивает максимальное извлечение при минимальном отрыве пузырьков воздуха от частиц [1].

Для повышения крупности флотируемых зерен необходимо увеличить вероятности их закрепления, сохранения частиц на пузырьках и удержания их в пене. Практически, наибольшую крупность минеральные частицы достигают, следующим образом:

- при минимальном ускорении их отрыва от пузырька, т.е. при отсутствии перемешивания пульпы, когда на частицу действует только сила тяжести;
- создание в некоторых конструкциях флотационных машин спокойных восходящих и близких к ламинарным потоков пульпы, облегчающих подъем крупных частиц при резком уменьшении инерционных сил отрыва и увеличении значения вероятности их сохранения.

Осуществление перечисленных мероприятий позволяет увеличить крупность флотируемых зерен сульфидных минералов до 2—3 мм, а угля до 6—13 мм. При этом крупность флотируемых частиц зависит не только от плотности, но и от степени гидрофобности и формы частиц [2]. Во всех случаях максимальная крупность частицы обратно пропорциональна плотности флотируемого минерала.

Учитывая данные факторы и управляя интенсивностью перемешивания, можно обеспечить рост технологических и экономических показателей.

Для управления скоростью вращения вала импеллера на электропривод необходимо установить частотный преобразователь, управляемый апериодическим регулятором, либо соответствующим образом настроить ПИД-регулятор.

Тем самым можно будет управлять интенсивностью перемешивания и контролировать крупность флотируемых частиц. Чтобы концентрат не уходил в хвосты, необходимо определить минимальную и максимальную скорость вращения вала импеллера. Но для этого необходимо построить зависимость скорости вращения от плотности пульпы.

Библиографический список

1. Фоменко Т.Г. Технология обогащения углей: Справочное пособие. / Т.Г. Фоменко, В.С. Бутовецкий, Е.М. Погарцев – М.: Недра, 1985. – 365 с.
2. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения: Учебник для ВУЗов / А.А. Абрамов – М.: Недра, 1984. – 383 с.

УДК 004.9:33

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ

Слажнева К.С.

Научный руководитель: к.п.н., доцент Моисеенко Т.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На сегодняшний момент ничто не сможет конкурировать по темпам развития с компьютерными технологиями, переоценить роль которых в обществе очень трудно. Быстрое развитие западных стран за последнее время связано с распространением информационно – коммуникационных технологий, что оказывает существенное влияние на социальную и экономическую структуру общества. Информационно - коммуникационные технологии представляют собой совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку (сбор, хранение, обработка и распространение информации). По определению специалистов ИКТ – это совокупность компьютеров и телекоммуникационного оборудования. С их помощью решаются три ключевые задачи: числовые вычисления, запоминание и хранение данных, а также передача числовых сигналов по телекоммуникационным сетям. Они позволяют представлять и использовать текстовую, числовую, звуковую и визуальную информацию в цифровой форме. Именно поэтому сейчас широко используется термин «информационное общество», применяемый для обозначения особого вида общественной формации, поздних разновидностей постиндустриального общества и нового этапа развития человеческой цивилизации. В качестве основного условия формирования информационного общества рассматриваются высокотехнологичные информационные сети, действующие в глобальных масштабах.

Современные технологии влияют на хозяйственную жизнь общества в целом, подобно воздействию предшествовавших укладов. Они производят переворот в экономике, как это было в случае с использованием электричества, телефонной связи и т. д. Анализ специалистов Мирового банка позволил им детализировать этот процесс.

Существуют три основных направления такого воздействия со

стороны ИКТ: на структуру капитала (органическое и техническое строения капитала); на отрасли экономики (способствует их развитию); на процессы организации труда и методы управления. Следует обратить внимание не только на последовательность этапов распространения эффектов научно-технического прогресса на общественное производство, но и на единство и взаимосвязь прохождения его процессов в отраслях, производящих и использующих ИКТ, а также взаимозависимость объемов и структуры производства и производительного потребления ИКТ.

Отрасли ИКТ выделяют в отдельный сектор как совокупность наукоемких отраслей обрабатывающей промышленности и сферы услуг, которые обеспечивают сбор, распространение и вывод информации электронными способами. К нему относится производство оборудования офисного, компьютерного и телекоммуникационного, измерительного и оптического, отдельных видов промышленного, бытовой техники, а так же все услуги, связанные с обслуживанием компьютеров, включая разработку программного обеспечения, и услуги связи.

Информационные технологии можно применять по отдельности и в совокупности, сочетая различные комбинации, например, в виде компьютерных сетей. Эти технологии весьма разнообразны, а множественность компонентов делает их границы весьма аморфными, что затрудняет возможности классификации. Тем не менее, приведем одну из попыток аналитической дифференциации, которая имеет серьезную содержательную базу и представлена в виде следующей схемы.



В ее рамках выделяются четыре принципиальные группы: интерфейсы «человек - машина», коммуникационные каналы, устройства обработки информации и устройства памяти. Первая группа включает компьютеры, телефоны, сканеры, телевизоры, дисплеи, принтеры, цифровые фотоаппараты, персональные «вычислительные помощники» - электронные записные книжки. Во вторую группу входят сети Интернета, местные сети, линии телефонной связи, коммутаторы, коаксиальные кабели, волоконная оптика, спутники и системы обеспечения сетевых телефонных аппаратов. К третьей группе относятся компьютерное оборудование (серверы, рабочие места программистов, ПК) и программное обеспечение (для информационных систем, формации). Наконец, четвертая группа представлена твердыми, гибкими и оптическими дисками памяти, магнитными лентами, интегральными схемами и картами памяти.

По данным прессы, на сегодняшний момент США и Япония являются мировым лидером по освоению новых технологий. (Таблица).

| Технология | США | | Япония | |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | млн. чел. (место в мире) | % мирового использования | млн. чел. (место в мире) | % мирового использования |
| Интернет | 155(1) | 26 | 57(3) | 9 |
| Персональный компьютер | 178(1) | 35 | 49(2) | 9 |
| Мобильный телефон | 141(2) | 15 | 81(3) | 9 |
| Телекоммуникации | 18(1) | 19 | 12(3) | 13 |

Современные технологии влияют на жизнь общества в целом. Благодаря ИКТ постоянно растет количество связей между субъектами экономической деятельности, производителями и покупателями. Экономический эффект напрямую зависит от количества пользователей коммуникационных технологий - чем больше связей, тем больше выгод в целом для экономики.

Явление роста эффективности экономики за счет развития информационно-коммуникационных технологий получило название «сетевой эффект». Быстрое распространение ИКТ в разных странах сопровождается еще более быстрым ростом производительности труда. Ускоренный рост производительности труда, вызванный развитием информационно-коммуникационных технологий, их проникновение во все отрасли народного хозяйства, имеет место во всех сферах деятельности.

Решение многих задач интегрирования имеющихся теоретических положений и результатов экспериментов для сохранения традиционных социальных коммуникаций может быть успешно выполнено только на основе единой теории, в рамках которой получает свое обоснование взаимодействие трех базовых составляющих коммуникаций: социальной

структуры, коммуникативных систем и способов коммуникации

Сегодня можно уже смело заявить, что человечество в начале нового тысячелетия вступило в четвертую стадию развития (в век компьютерной технологии), а «четвертая волна» способна захлестнуть весь мир не только бесконтрольными коммуникациями, но и окончательно оторвать от его природной сущности и межличностного общения, перенося его в виртуальную среду.

Библиографический список

1. Sarah E. H. Information technologies in our life /Sarah E. H., Stacey C. S. /Computers, communications and information. – 2001. - № 2. – p.218 – 219;
2. Sarah E. H. Information and communication technologies. Second Edition /Sarah E. H., Stacey C. S. /Communications and information. – 2002. - № 1. – p. 36-38;
3. Timothy J. O. Communication technologies/ Timothy J. O., Toronto K. H., /Interactive Computing. – 2003. - №4. – 108-109.

УДК 622

**КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО
ВОСЬМИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА ШЕСТОГО КЛАССА С
ЗАМКНУТЫМ ИЗМЕНЯЕМЫМ КОНТУРОМ**

Гаряшин В.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На рисунке 1 показана кинематическая схема плоского восьмизвенника шестого класса с замкнутым изменяемым контуром. Движение передаётся от кривошипа 1; трёхпарное звено 2, а так же поводки 3, 5 и 7 имеют сложное плоскопараллельное движение; трёхпарные звенья 4 и 6 имеют качательное движение.

В своей работе [1] С.П. Стариков в числе прочего показал, как для данного восьмизвенника определить скорости всех точек графо-аналитическим методом. На рисунке 2 показан план скоростей этого механизма.

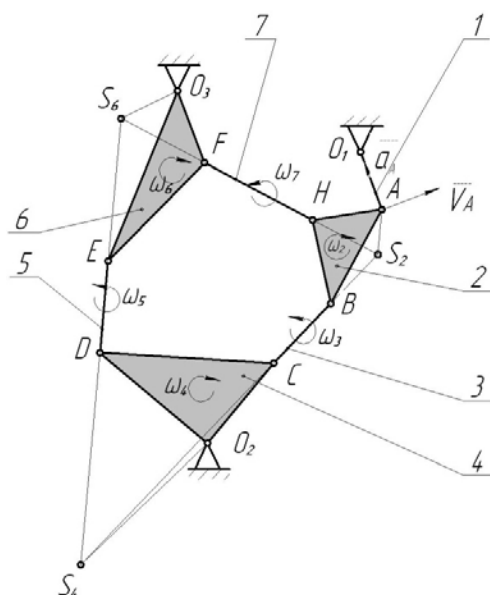


Рисунок 1 – Схема плоского восьмизвального механизма шестого класса

Покажем, как определить ускорения всех точек механизма графо-аналитическим методом используя ложные ускорения.

Изначально нам известно лишь ускорение точки **A**. К тому же нам известны скорости всех точек механизма, а значит мы можем определить угловые скорости звеньев – $\omega = V/l$, что в свою очередь позволит определить нормальные ускорения всех точек – $a_n = \omega^2 l$.

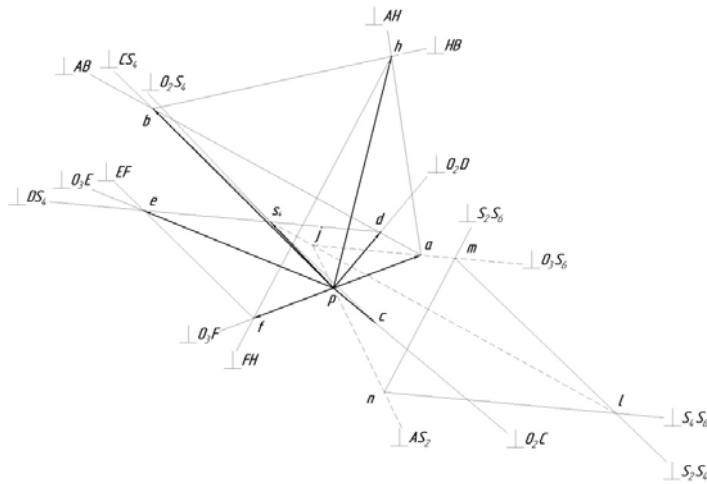


Рисунок 2 – План скоростей плоского восьмизвенного механизма шестого класса

Откладываем на плане (рисунок 3) из точки π вектор ускорения $\overrightarrow{a_A}$ (πa).

Ускорение точки S_2

$$\overrightarrow{a_{S_2}} = \overrightarrow{a_A} + \overrightarrow{a_{S_2A}^n} + \overrightarrow{a_{S_2A}^t}, \text{ где } \overrightarrow{a_{S_2A}^n} \perp S_2A, \overrightarrow{a_{S_2A}^t} \parallel S_2A.$$

Откладываем на плане от конца вектора $\overrightarrow{a_A}$ (πa) вектор $\overrightarrow{a_{S_2A}^n}$ (n_{S_2A}) и из его конца проводим линию $\parallel S_2A$, на рисунке она показана пунктиром. На этой линии произвольно отмечаем ложное положение точки S_2^i .

Теперь мы можем определить ложное ускорение точки S_6^i

$$\begin{cases} \overrightarrow{a_{S_6^i}} = \overrightarrow{a_{S_2^i}} + \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t} \\ \overrightarrow{a_{S_6^i}} = \overrightarrow{a_{S_6^i O_3}^n} + \overrightarrow{a_{S_6^i O_3}^t}; \text{ где } \overrightarrow{a_{S_6^i O_3}^n} \perp S_6 O_3, \overrightarrow{a_{S_6^i O_3}^t} \parallel S_6 O_3. \end{cases}$$

Вектора $\overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^n}$, $\overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t}$ и $\overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^n}$ лежат на одной линии ($\perp S_2 S_6$) и направлены в одну сторону (от S_6 к S_2). Это позволяет нам определить суммарный вектор $\overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^n}$ и отложить его на плане ускорений ($n_{S_6 S_2}$). После чего из конца вектора $n_{S_6 S_2}$ проводим линию $\parallel S_2 S_6$, на которой лежит суммарный вектор $\overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t} = \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_6^i S_2^i}^t}$.

Откладываем на плане из точки π вектор ускорения $\overrightarrow{a_{S_6 O_3}^n}$ ($n_{S_6 O_3}$) и из его конца проводим линию $\parallel S_6 O_3$, точка пересечения которой с линией $\parallel S_2 S_6$ определит конец вектора ложного ускорения точки S_6^i .

После этого определяем ложное ускорение точки S_4^i

$$\begin{cases} \overrightarrow{a_{S_4^i}} = \overrightarrow{a_{S_2^i}} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^t} \\ \overrightarrow{a_{S_4^i}} = \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} \end{cases}$$

$$\text{где } \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^n} = \overrightarrow{a_{S_4^i S_2^i}^n} \perp S_4 S_2,$$

$$\overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} = \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} \parallel S_4 S_6;$$

$$\overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^n} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^t} + \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^n} = \overrightarrow{a_{S_4^i S_6^i}^n} \perp S_4 S_6,$$

$$\overrightarrow{a_{S_4^I D}^T} + \overrightarrow{a_{DE}^T} + \overrightarrow{a_{ES_6^I}^T} = \overrightarrow{a_{S_4^I S_6^I}^T} \parallel S_4 S_6.$$

После этого на линии $\parallel S_2 A$ мы вновь отмечаем ложное положение точки S_2^{II} , отличное от первого, и определяем S_6^{II} и S_4^{II} как было описано ранее.

Можно утверждать, что конец вектора ускорения точки S_4 лежит на прямой $S_4^I S_4^{II}$ (на плане она показана пунктиром). При этом

$$\overrightarrow{a_{S_4}} = \overrightarrow{a_{S_4}^n} + \overrightarrow{a_{S_4}^T}, \text{ где } \overrightarrow{a_{S_4}^n} \perp S_4 O_2, \overrightarrow{a_{S_4}^T} \parallel S_4 O_2.$$

Отложив на плане из точки π вектор ускорения $\overrightarrow{a_{S_4}^n}(n_{S_4 O_2})$ и из его конца проведя линию $\parallel S_4 O_2$ до пересечения с линией $S_4^I S_4^{II}$, получим конец вектора истинного ускорения точки S_4 .

Теперь можно определить истинное ускорение точек S_2 и S_6

$$\begin{cases} \overrightarrow{a_{S_2}} = \overrightarrow{a_A} + \overrightarrow{a_{S_2 A}^n} + \overrightarrow{a_{S_2 A}^T}, \\ \overrightarrow{a_{S_2}} = \overrightarrow{a_{S_4}} + \overrightarrow{a_{S_2 B}^n} + \overrightarrow{a_{BC}^n} + \overrightarrow{a_{CS_4}^n} + \overrightarrow{a_{S_2 B}^T} + \overrightarrow{a_{BC}^T} + \overrightarrow{a_{CS_4}^T}; \\ \overrightarrow{a_{S_6}} = \overrightarrow{a_{S_6}^n} + \overrightarrow{a_{S_6}^T}, \\ \overrightarrow{a_{S_6}} = \overrightarrow{a_{S_4}} + \overrightarrow{a_{S_6 E}^n} + \overrightarrow{a_{ED}^n} + \overrightarrow{a_{DS_4}^n} + \overrightarrow{a_{S_6 E}^T} + \overrightarrow{a_{ED}^T} + \overrightarrow{a_{DS_4}^T}. \end{cases}$$

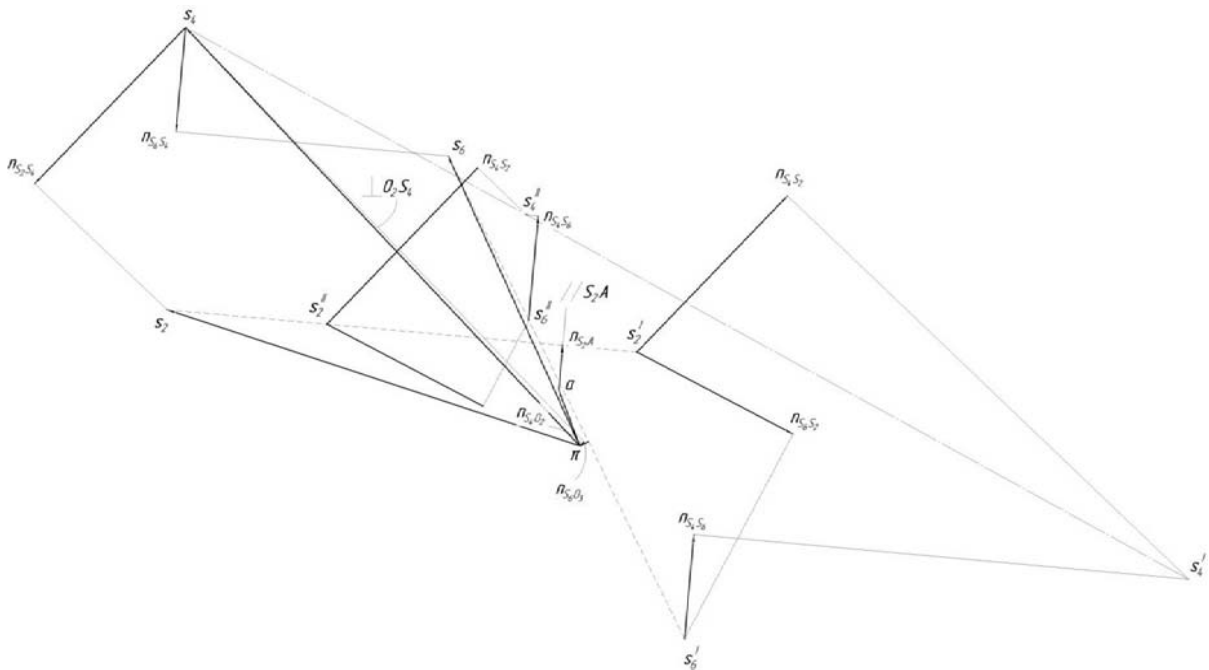


Рисунок 3 – Определение истинных ускорений точек S_2 , S_4 и S_6 .

После этого определяем ускорения точек D и C

$$\begin{cases} \overrightarrow{a_D} = \overrightarrow{a_{S_4}} + \overrightarrow{a_{DS_4}^n} + \overrightarrow{a_{DS_4}^T}, & \text{где } \overrightarrow{a_{DS_4}^n} \perp DS_4, \overrightarrow{a_{DS_4}^T} \parallel DS_4; \\ \overrightarrow{a_D} = \overrightarrow{a_{DO_2}} + \overrightarrow{a_{DO_2}^T}, & \text{где } \overrightarrow{a_{DO_2}^n} \perp DO_2, \overrightarrow{a_{DO_2}^T} \parallel DO_2; \\ \overrightarrow{a_C} = \overrightarrow{a_{S_4}} + \overrightarrow{a_{CS_4}^n} + \overrightarrow{a_{CS_4}^T}, & \text{где } \overrightarrow{a_{CS_4}^n} \perp CS_4, \overrightarrow{a_{CS_4}^T} \parallel CS_4; \\ \overrightarrow{a_C} = \overrightarrow{a_{CO_2}} + \overrightarrow{a_{CO_2}^T}, & \text{где } \overrightarrow{a_{CO_2}^n} \perp CO_2, \overrightarrow{a_{CO_2}^T} \parallel CO_2. \end{cases}$$

Затем определяем ускорения точек H и B

$$\begin{cases} \vec{a}_H = \vec{a}_A + \vec{a}_{HA}^n + \vec{a}_{HA}^t, & \text{где } \vec{a}_{HA}^n \perp HA, \vec{a}_{HA}^t \parallel HA; \\ \vec{a}_H = \vec{a}_{S_2} + \vec{a}_{HS_2}^n + \vec{a}_{HS_2}^t, & \text{где } \vec{a}_{HS_2}^n \perp HS_2, \vec{a}_{HS_2}^t \parallel HS_2; \\ \vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^t, & \text{где } \vec{a}_{BA}^n \perp BA, \vec{a}_{BA}^t \parallel BA; \\ \vec{a}_B = \vec{a}_{S_2} + \vec{a}_{BS_2}^n + \vec{a}_{BS_2}^t, & \text{где } \vec{a}_{BS_2}^n \perp BS_2, \vec{a}_{BS_2}^t \parallel BS_2. \end{cases}$$

И наконец, определяем ускорения точек E и F

$$\begin{cases} \vec{a}_E = \vec{a}_{S_6} + \vec{a}_{ES_6}^n + \vec{a}_{ES_6}^t, & \text{где } \vec{a}_{ES_6}^n \perp ES_6, \vec{a}_{ES_6}^t \parallel ES_6; \\ \vec{a}_E = \vec{a}_{EO_3}^n + \vec{a}_{EO_3}^t, & \text{где } \vec{a}_{EO_3}^n \perp EO_3, \vec{a}_{EO_3}^t \parallel EO_3; \\ \vec{a}_F = \vec{a}_{S_6} + \vec{a}_{FS_6}^n + \vec{a}_{FS_6}^t, & \text{где } \vec{a}_{FS_6}^n \perp FS_6, \vec{a}_{FS_6}^t \parallel FS_6; \\ \vec{a}_F = \vec{a}_{FO_3}^n + \vec{a}_{FO_3}^t, & \text{где } \vec{a}_{FO_3}^n \perp FO_3, \vec{a}_{FO_3}^t \parallel FO_3. \end{cases}$$

Окончательный план ускорений будет иметь вид, показанный на рисунке 4. Полученный результат даёт возможность перейти к кинетостатическому анализу механизма.

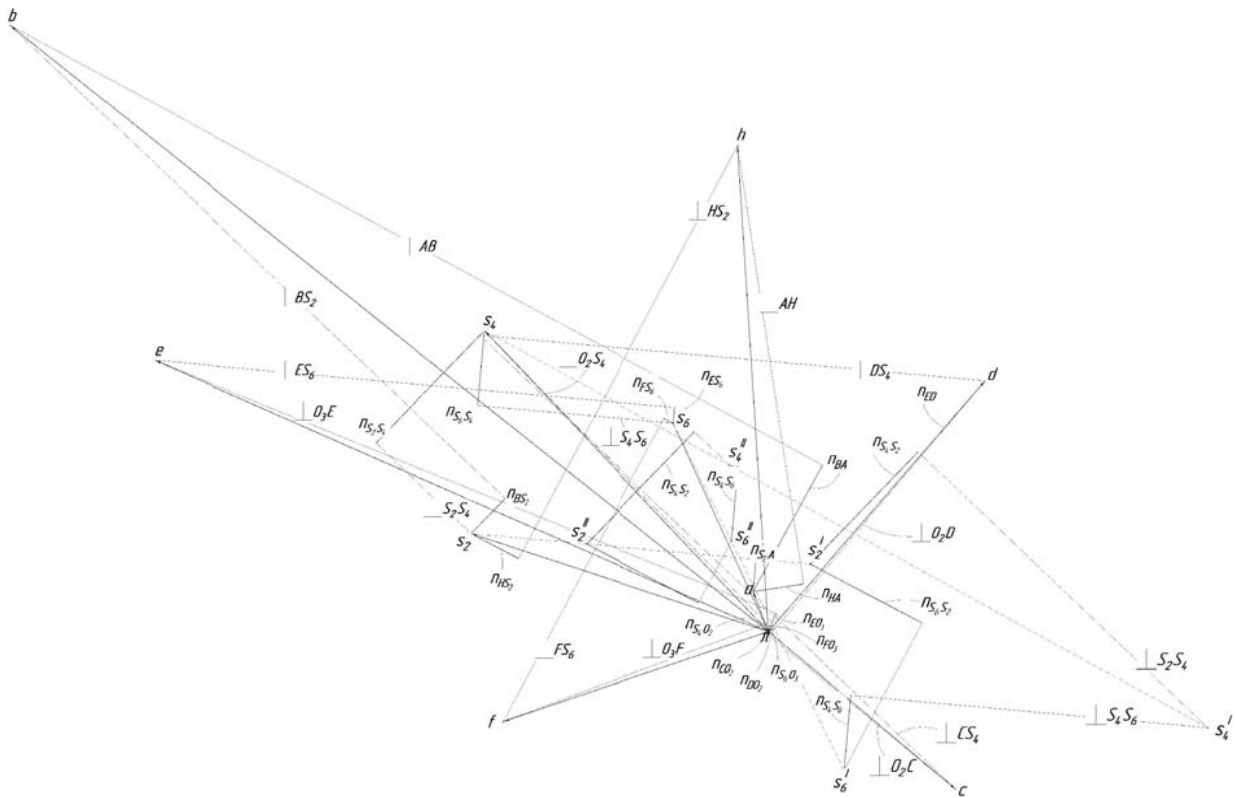


Рисунок 4 – План ускорений

Библиографический список:

1. Стариков С.П. Обоснование кинематической и кинетостатической разрешимости шестизвенных шарнирных плоских групп Ассур / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Новосибирск, 2008. – 20с., ил.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ТОЛКАТЕЛЯ ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Ермолаева Н.Ю.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На рисунке 1 изображен исследуемый четырехзвенный кулачковый механизм. В этом механизме между кулачком 1 и толкателем 3 установлено дополнительное трехпарное звено 2, которое шарнирно соединено с толкателем кинематической парой (2-3) и через две высшие кинематические пары (1-2)₁ и (1-2)₂ опирается на кулачок. Кулачок 1 вращается с заданной постоянной угловой скоростью ω_1 . Движение передается второму звену за счет кинематических пар (1-2)₁ и (1-2)₂. Плоскопараллельно движущееся звено 2, в свою очередь, передает полученное движение толкателю 3.

Рассматриваемый четырехзвенный кулачковый механизм относится к механизмам третьего семейства по Артоболовскому И. И., то есть к плоским механизмам, подвижность которых определяется формулой Чебышева П. Л.

$$W = 3n - 2p_5 - p_4, \quad (1)$$

где W – подвижность механизма,

n – число подвижных звеньев,

p_5 – число одноподвижных кинематических пар,

p_4 – число высших -- двухподвижных кинематических пар.

Так как в механизме число подвижных звеньев $n=3$ (звенья 1, 2 и 3), кинематических пар пятого класса $p_5=3$ (пары 0—1, 0—3 и 2—3), высших пар $p_4=2$ (пары (2—1)₁ и (2—1)₂), то по формуле 1 получим $W = 1$, откуда следует, что если задать звену 1 движение, то звенья 2 и 3 получат также вполне определенные движения.

Для решения задачи об определении скорости толкателя графоаналитическим способом необходимо найти мгновенный центр скоростей в движении звена 2 относительно звена 1. Этот центр скоростей (точка F_2 , принадлежащая звену 2) находится в точке пересечения перпендикуляров n_1n_1 и n_2n_2 , проведенных в точках A и B к касательным $\tau_1\tau_1$ и $\tau_2\tau_2$ к профилю кулачка.

Скорости точек A_1 и B_1 , принадлежащих звену 1, известны как по величине, так и по направлению. Векторы \vec{v}_{A1} и \vec{v}_{B1} перпендикулярны отрезкам l_{OA} и l_{OB} соответственно и направлены в сторону вращения звена 1. Величины этих векторов находятся как

$$v_{A1} = \omega_1 \cdot l_{OA} \text{ и } v_{B1} = \omega_1 \cdot l_{OB}.$$

Величина и направление скорости точки F_2 определится векторными уравнениями

$$\begin{cases} \vec{V}_{F_2} = \vec{V}_{A_1} + \vec{V}_{F_2A_1}, \\ \vec{V}_{F_2} = \vec{V}_{B_1} + \vec{V}_{F_2B_1}, \end{cases}$$

где $\vec{V}_{F_2A_1}$ и $\vec{V}_{F_2B_1}$ - скорости точки F_2 относительно точек A_1 и B_1 соответственно. Известными являются направления этих скоростей.

Скорость точки M_2 , принадлежащей звену 2, теперь может быть определена по уравнениям

$$\begin{cases} \vec{V}_{M_2} = \vec{V}_{M_3}, \\ \vec{V}_{M_2} = \vec{V}_{F_2} + \vec{V}_{M_2F_2}. \end{cases}$$

Направление вектора \vec{V}_{M_3} известно, оно параллельно оси uu .

Относительная скорость точки M_2 - $\vec{V}_{M_2F_2}$ перпендикулярна линии M_2F_2 . Если из точки f_2 на плане скоростей провести линию, перпендикулярную линии M_2F_2 , то на пересечении ее с линией, параллельной uu , найдем точки m_2 . Соединив полюс p плана скоростей с точкой m_2 , получим отрезок, который определяет абсолютную скорость точки m_2 .

Зная скорость точки M_2 , можно найти скорость точки A_2 , принадлежащей звену 2. Скорость этой точки определится векторными уравнениями

$$\begin{cases} \vec{V}_{A_2} = \vec{V}_{M_2} + \vec{V}_{A_2M_2}, \\ \vec{V}_{A_2} = \vec{V}_{A_1} + \vec{V}_{A_2A_1}. \end{cases}$$

Относительная скорость точки A_2 - $\vec{V}_{A_2M_2}$ перпендикулярна отрезку A_2M_2 . Вектор $\vec{V}_{A_2A_1}$ направлен вдоль прямой $\tau_1\tau_1$.

Скорость точки B_2 , принадлежащей звену 2, определится уравнениями

$$\begin{cases} \vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{M_2} + \vec{V}_{B_2M_2}, \\ \vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_1} + \vec{V}_{B_2B_1}. \end{cases}$$

Относительная скорость точки B_2 - $\vec{V}_{B_2M_2}$ перпендикулярна отрезку B_2M_2 . Вектор $\vec{V}_{B_2B_1}$ направлен вдоль прямой $\tau_2\tau_2$.

План скоростей механизма представлен на рисунке 2.

Скорость точки M_3 по величине равна:

$$V_{m_3} = \mu_V \cdot (pm_3),$$

где μ_V - масштаб, выбранный для построения плана скоростей,

pm_3 - отрезок на плане скоростей, определяющий абсолютную скорость точки M_3 .

Угловую скорость звена 2 можно определить, воспользовавшись уравнением

$$\omega_2 = \frac{V_{A_2}}{l_{AF}} = \frac{\mu_V \cdot (pa_2)}{l_{AF}},$$

где pa_2 - отрезок на плане скоростей, определяющий абсолютную скорость точки A_2 .

Таким образом, находя линейную скорость мгновенного центра

поворота звена 2, становится возможным найти все линейные и угловые скорости звеньев.

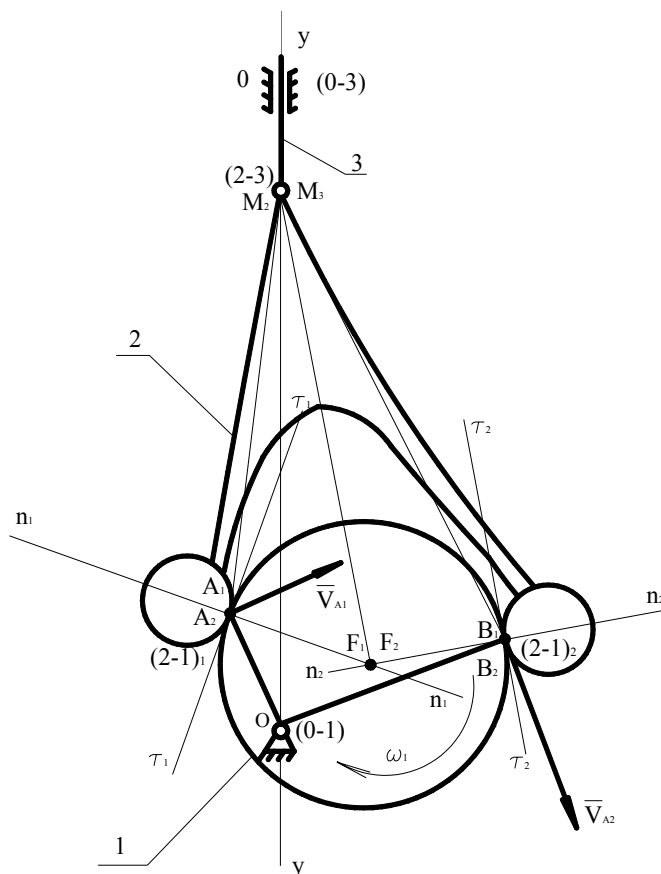


Рисунок 1 – Четырехзвенный кулачковый механизм

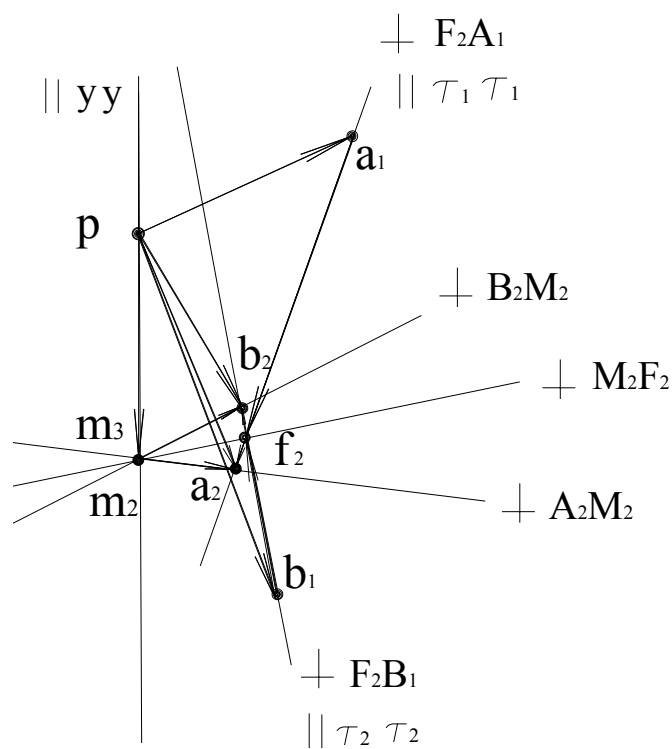


Рисунок 2 – План скоростей механизма

ИЗНОС МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ ИСТИРАНИИ

Цвигун В.Н., Козлов Н.В., Куклин С.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Износ можно определить как нежелательное постоянно происходящее изменение размеров, вызываемое постепенным удалением отдельных частиц материала с контактирующих поверхностей, причиной которого служит механическое действие.

В настоящее время общепринято считать, что существует, по крайней мере пять основных видов износа: адгезионный износ, абразивный износ, коррозионный износ, усталостный поверхностный износ и деформационный износ.

Адгезионный износ часто характеризуется как самый основной, или фундаментальный, вид износа, поскольку он в той или иной степени проявляется во всех случаях контакта трущихся поверхности двух твердых тел и имеется даже тогда, когда других видов износа нет. Явление адгезионного износа можно лучше уяснить, приняв во внимание, что все реальные поверхности независимо от тщательности изготовления и полировки обладают волнистостью, на которую и накладываются местные неровности и шероховатости. Поэтому когда две поверхности вступают в контакт, в действительности соприкасается лишь относительно небольшая часть выступом и *действительная* площадь контакта A_r составляет лишь незначительную часть *кажущейся* площади контакта A_a . Отношение реальной и кажущейся. площадей контакта A_r/A_a находится в диапазоне от 10^{-2} до 10^{-5} .

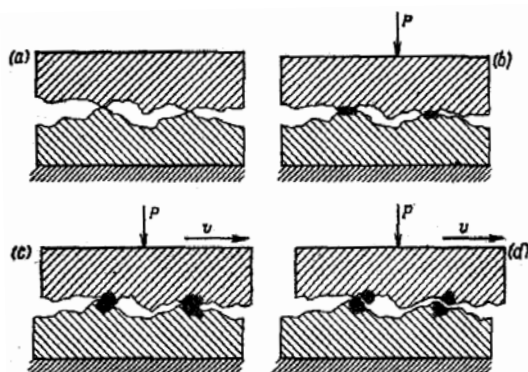


Рисунок 1 – Контакт между двумя твердыми телами и перенос частиц при адгезионном износе, (а) контакт ненагруженных поверхностей; (b) приложенная нагрузка P приводит к пластическому течению и холодному свариванию; (с) скольжение и действие нагрузки приводят к деформационному упрочнению; (d) перенос частиц в результате разрушения шероховатостей ниже сварки

При абразивном износе частицы удаляются с поверхности в результате режущего или царапающего действия шероховатостей более твердой контактирующей поверхности или твердых частиц между трущимися поверхностями. Этот тип износа проявляется в виде образования на поверхности системы канавок и царапин, называемых часто *бороздками*.

В работе Джона Вайли предложена простая модель абразивного износа. В соответствии с этой моделью предполагается, что режущие неровности или частицы имеют коническую форму, как показано на рисунке 2.

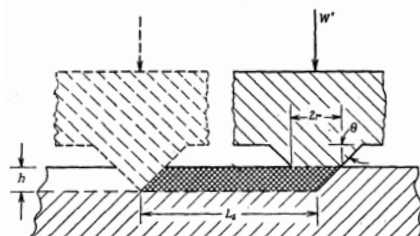


Рисунок 2 – Упрощенная модель абразивного износа

Установка Ц83 для испытания миниобразцов на истирание (рис.3):

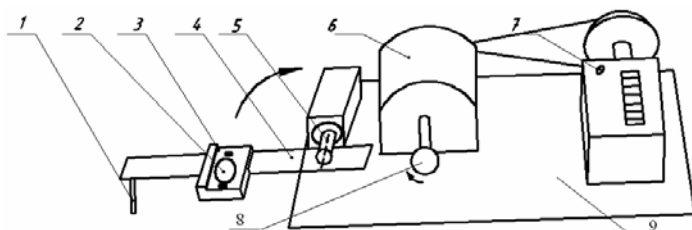


Рисунок 3 – Устройство для размещения грузов; 2 – образец; 3 – устройство для горизонтального и вертикального перемещения образца; 4 – рычаг; 5 – плунжерная пара; 6 – привод постоянного тока; 8 – вращающийся стальной закаленный шарик; 9 – основание

В ходе испытания образцов на износ при их истирании на установке Ц83 получили следующую зависимость (рис.4).

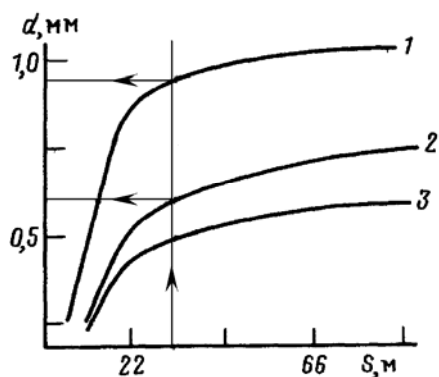


Рисунок 4 – Зависимость диаметра вытираемой на образце лунки от пути трения вращающегося шарика: 1 - нетермообработанная поверхность Ti, 2 - после легирования алюминия, 3 - после легирования никелем

Библиографический список

1. Дж. Коллинз Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 624с., ил.
2. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962. – 375с.

УДК 621.01

О ДЕЛЕНИИ МЕХАНИЗМОВ ВТОРОГО СЕМЕЙСТВА НА ВИДЫ И ПОДВИДЫ

Фомин А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Практически во всех отраслях современной промышленности находят применение механизмы различных семейств. Появление новых механизмов, методов их создания и проектирования является весьма актуальной задачей на сегодняшний день. Огромную важность приобретает при этом разработка теоретических основ для поиска структур и синтеза механизмов.

В настоящей работе впервые рассматривается общий принцип деления механизмов второго семейства по видам и подвидам.

По предложению академика Артоболевского И.И. все механизмы принято делить на пять семейств в зависимости от числа общих наложенных на них связей m [1]. Так как реально допустимыми значениями m являются 0, 1, 2, 3 и 4, все механизмы Артоболевским были разделены на механизмы нулевого ($m=0$), первого ($m=1$), второго ($m=2$), третьего ($m=3$) и четвертого ($m=4$) семейств. Параметр m был обоснован впервые профессором Добровольским В.В. [2] и им же была выведена универсальная структурная формула механизмов, записанная в настоящее время в виде

$$W_m = (6 - m)n - \sum_5^{k-m=1} (k - m)p_k. \quad (1)$$

В этой формуле обозначены

W_m - подвижность механизма, определяющая число его степеней свободы,

m - число общих связей, накладываемых на весь механизм,

p_k - класс кинематических пар, при этом k может принимать значения 1, 2, 3, 4 и 5.

Позже, в 2009 году в работе [3] было предложено делить семейства механизмов на подсемейства в зависимости от вида используемых в них кинематических пар. В механизмах второго семейства могут применяться лишь пары трех классов - p_5 , p_4 и p_3 . В связи с этим они подразделяются на

следующие семь подсемейств

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| нулевое | $W_{2(0)} = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3,$ |
| первое | $W_{2(1)} = 4n - 3p_5 - 2p_4,$ |
| второе | $W_{2(2)} = 4n - 3p_5 - p_3,$ |
| третье | $W_{2(3)} = 4n - 3p_5,$ |
| четвертое | $W_{2(4)} = 4n - 2p_4 - p_3,$ |
| пятое | $W_{2(5)} = 4n - 2p_4,$ |
| шестое | $W_{2(6)} = 4n - p_3.$ |

В докладе «Основы создания развернутой или полной классификации механизмов», прочитанном профессором Дворниковым Л.Т. 2 июля 2010 года на XXI научно-практической конференции по секции механики и машиностроения, было предложено помимо семейств и подсемейств подразделять механизмы на виды и подвида. За параметр, определяющий вид механизмов, был принят параметр τ – наиболее сложное звено кинематической цепи. Этот параметр был использован ранее [4], как основополагающий при составлении универсальной структурной системы и был назван там τ – угольником, где число τ определяет число кинематических пар, которыми это звено соединяется с другими звеньями. Теоретически τ может принимать целые положительные значения от 1 неограниченно. В практике для τ могут быть определены различные пределы.

В соответствии с изложенным в докладе профессора Дворникова Л.Т., было предложено виды механизмов определять значениями τ , равными 1, 2, 3, 4, 5 и т.д. В работе [4] было показано, что число кинематических пар p любой кинематической цепи определяется через τ условием

$$p = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + (\tau - 2)n_{\tau-2} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \quad (2)$$

где n_i – число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар.

К первому виду были отнесены механизмы с $\tau=1$, ко второму с $\tau=2$ и т.д. Т.к. в зависимости от используемого τ в кинематических цепях могут использоваться разные по сложности звенья n_i , то каждый из видов механизмов может разделяться на подвида.

Отметим, что цепи, при условии, что $n_i=0$, не могут быть использованы, как механизмы, т.е. они не могут обеспечить условие $W=1$. Общее число подвигов механизмов описывается формулой

$$\sum V \tau/j = 2^{(\tau-2)}. \quad (3)$$

Обратимся к механизмам второго семейства. Ограничим себя значением $\tau=6$. При $\tau=1$ можно создать единственный механизм второго семейства с параметрами $n=1, p=p_5=1$, т.е. ротор или ползун.

Отметим, что создание такого механизма с одним подвижным звеном ($n=1$) возможно только в третьем подсемействе. Докажем это следующим образом. В уравнение (1) подставим известные параметры: $W_m=W_2=1, n=1,$

$m=2, k=3$

$$1 = 4 \cdot 1 - 3p_5 - 2p_4 - p_3,$$

преобразуя, получим зависимость

$$3p_5 + 2p_4 + p_3 = 3.$$

Чтобы получить в левой части этой зависимости ($3p_5+2p_4+p_3$) число 3, необходимо принять $p_5=1, p_4=0, p_3=0$, либо $p_5=0, p_4=1, p_3=1$, либо $p_5=0, p_4=0, p_3=3$. Однако второй и третий случаи противоречат начальному условию, когда суммарное число кинематических $p=1$ (из формулы (2) при $\tau=1$). Поэтому единственным решением будет $p_5=1, p_4=0, p_3=0$. Использование только пар пятого класса (p_5) относит этот механизм к третьему подсемейству, образованному только парами (p_5).

При $\tau=2$ можно организовать механизм второго вида, описываемый формулой

$$p = 2 + n_1. \quad (4)$$

Этот вид механизмов имеет единственный подвид.

При $\tau=3$ найдем, что

$$p = 3 + 2n_2 + n_1. \quad (5)$$

Данный вид содержит два подвида механизмов, а именно

$$p = 3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 3 + n_1.$$

Четвертый вид механизмов ($\tau=4$) описывается зависимостью

$$p = 4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1.$$

Всего этот вид содержит четыре подвида

$$p = 4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 4 + 3n_3 + n_1,$$

$$p = 4 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 4 + n_1.$$

При $\tau=5$ организуются механизмы пятого вида

$$p = 5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1.$$

Соответственно, восемь подвидов механизмов существует внутри пятого вида

$$p = 5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 5 + 4n_4 + 3n_3 + n_1,$$

$$p = 5 + 4n_4 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 5 + 4n_4 + n_1,$$

$$p = 5 + 3n_3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 5 + 3n_3 + n_1,$$

$$p = 5 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 5 + n_1.$$

Механизмы шестого вида ($\tau=6$) описываются зависимостью

$$p = 6 + 5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1.$$

Подвидов в механизмах шестого вида всего шестнадцать

$$p = 6 + 5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + 5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + n_1,$$

$$p = 6 + 5n_5 + 4n_4 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + 5n_5 + 4n_4 + n_1,$$

$$p = 6 + 5n_5 + 3n_3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + 5n_5 + 3n_3 + n_1,$$

$$p = 6 + 5n_5 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + 5n_5 + n_1,$$

$$p = 6 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + 4n_4 + 3n_3 + n_1,$$

$$p = 6 + 4n_4 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + 4n_4 + n_1,$$

$$p = 6 + 3n_3 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + 3n_3 + n_1,$$

$$p = 6 + 2n_2 + n_1,$$

$$p = 6 + n_1.$$

Деление механизмов второго семейства на виды и подвиды дает возможность находить абсолютно все механизмы ($W=1$), не пропуская ни одной работоспособной структуры.

Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов / И.И. Артоболевский - М.: «Наука», 1965.- 776 с.
2. Добровольский В.В. Теория механизмов. Государственное научно – техническое издательство машиностроительной литературы / В.В. Добровольский - Москва, 1953.-254 с.
3. Дворников Л.Т. К развитию идей В.В.Добровольского и И.И.Артоболевского о делении многообразия механизмов на семейства / Л.Т.Дворников // «Материалы восемнадцатой научно - практической конференции по проблемам механики и машиностроения» / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2009.
4. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов / Л.Т. Дворников - Новокузнецк, 1994.

К ВОПРОСУ О СТРУКТУРНОМ СИНТЕЗЕ МЕХАНИЗМОВ С ПОДВИЖНЫМИ ГИДРОПРИВОДАМИ

Желтухин Д.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В современном машиностроении широкое применение получили механизмы с подвижными гидроприводами. Они применяются практически во всех отраслях промышленности: в металлургической, горной, дорожно-строительной, пищевой, машиностроительной и т.д. Гидропривод позволяет создавать компактные конструкции механизированных крепей, горные машины большой энерговооружённости, увеличивает долговечность, обеспечивает возможность создания многоприводных систем, позволяет реализовывать большие мощности и пусковые моменты, а также обеспечивает точное управление и перемещение механизмов.

Проблема создания подобных механизмов заключается в том, что практические знания опередили теоретические, т.е. пока разработан универсальный метод структурного синтеза многоприводных систем любой сложности с заданными характеристиками. В настоящей работе рассматривается один из подходов, который может лечь в основу решения таких задач.

Принципиальной особенностью плоских многозвенных механизмов с подвижными гидроприводами является наличие в них поступательных кинематических пар пятого класса. Именно наличие таких пар определяет подвижность механизма. Учитывая это, целесообразно разделить все кинематические пары пятого класса на: поступательные p_{II} и вращательные p_{V} . В этом случае станет возможным условие, определяющее подвижность механизмов W с подвижными приводами (МПП), записать в виде

$$W = p_{II} \cdot \quad (1)$$

Если воспользоваться условием $p = p_{II} + p_{V}$, то формулу подвижности Чебышева П.Л., имеющую вид $W = 3n - 2p_5$, можно переписать в виде

$$W = 3n - 2(p_{V} + p_{II}), \quad (2)$$

откуда с учетом (1) можно выразить число вращательных кинематических пар как

$$p_{V} = \frac{3(n - W)}{2}. \quad (3)$$

Для решения задачи структурного синтеза воспользуемся универсальной структурной системой [1], имеющей вид

$$\begin{cases} p_B + p_{II} = \sum_1^5 p_k = \tau + (\tau-1)n_{\tau-1} + (\tau-2)n_{\tau-2} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + n_{\tau-2} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \end{cases} \quad (4)$$

где τ – наиболее сложное (базисное) звено цепи, n_i – число звеньев, которые добавляют в цепь по i кинематических пар.

Сведём (1), (3) и (4) в систему

$$\begin{cases} p_B + p_{II} = \sum_1^5 p_k = \tau + (\tau-1)n_{\tau-1} + (\tau-2)n_{\tau-2} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + n_{\tau-2} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \\ p_B = \frac{3(n-W)}{2}, \\ W = p_{II}. \end{cases} \quad (5)$$

В случае, когда $\tau=3$ (самым сложным звеном является трехпарное), система (5) примет вид:

$$\begin{cases} p_B = 3 + 2n_2 + n_1 - p_{II} = 3 + 2n_2 + n_1 - W, \\ n = 1 + n_2 + n_1 + n_0, \\ p_B = \frac{3(n-W)}{2}, \\ p_{II} = W. \end{cases} \quad (6)$$

Подставим в первое уравнение системы (6) значение p_B получим:

$$3n - 3W = 6 + 4n_2 + 2n_1 - 2W,$$

отсюда:

$$3n = 6 + 4n_2 + 2n_1 + W. \quad (7)$$

Подставим уравнение (7) во второе уравнение системы (6):

$$6 + 4n_2 + 2n_1 + W = 3 + 3n_2 + 3n_1 + 3n_0,$$

отсюда:

$$W + 3 = 3n_0 + n_1 - n_2. \quad (8)$$

Для удобства решения, объединим уравнение (8), второе и третье уравнения системы (6):

$$\begin{cases} W + 3 = 3n_0 + n_1 - n_2, \\ n = 1 + n_2 + n_1 + n_0, \\ p_B = \frac{3(n-W)}{2}. \end{cases} \quad (9)$$

Пусть $W=1$, $n_2=0$ и $n_0=0$, тогда: из первого уравнения системы (9) число звеньев $n_1=4$, из второго уравнения общее число звеньев $n=5$, вращательных кинематических пар $p_B=6$. Полученному решению соответствует следующая схема:

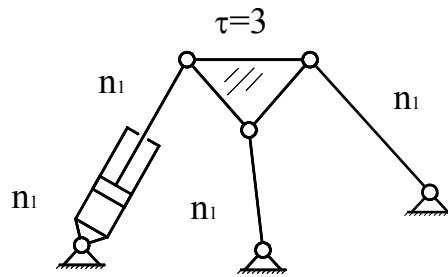


Рисунок 1

Пусть $W=2$, $n_2=0$ и $n_0=0$, тогда: $n_I=5$, $n=6$, $p_B=6$ (Рисунок 2).

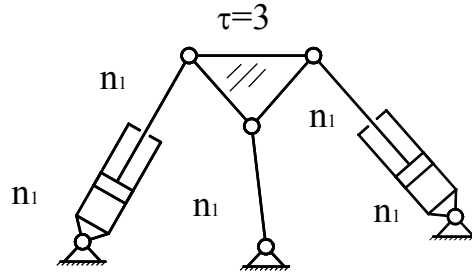


Рисунок 2

При $W=3$, $n_2=0$ и $n_0=0$: $n_I=6$, $n=7$, $p_B=6$ (Рисунок 3).

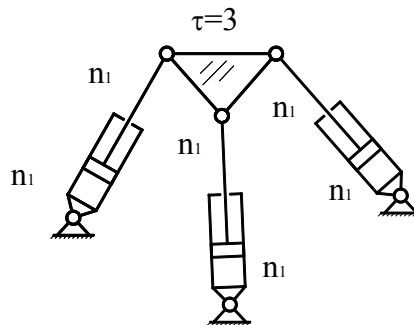


Рисунок 3

и т.д.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов: Учебное пособие/ Новокузнецк, 1994 - 102 с.

УДК 681.3.621.01

АНАЛИЗ СТРУКТУР ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Гнездилов В.К.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Подвижность пространственных механизмов четвертого семейства

определяется зависимостью

$$W = 2n - p_5,$$

где: W – число заданных независимых движений (подвижность) механизма,

n – число подвижных звеньев,

p_5 – число одноподвижных кинематических пар.

В качестве пар p_5 в пространственных механизмах четвертого семейства могут использоваться три вида: винтовые, поступательные и поворотные. Рассмотрим возможность организации таких механизмов.

Кинематические схемы механизмов, являются так же их структурными схемами.

Обратимся к структурным схемам кинематических цепей представленных в виде графов, в которых вершины или узлы графов соответствуют звеньям кинематической цепи, а линии, их при этом соединяющие, определяют связи звеньев, т.е. кинематические пары.

Так на рисунке 1,а показан граф пространственного винтового механизма. Этот механизм шестизвенный – по числу узлов графа.

При этом самым сложным звеном является звено 2, оно входит в кинематические пары со звеньями 1, 3, 4 и 6.

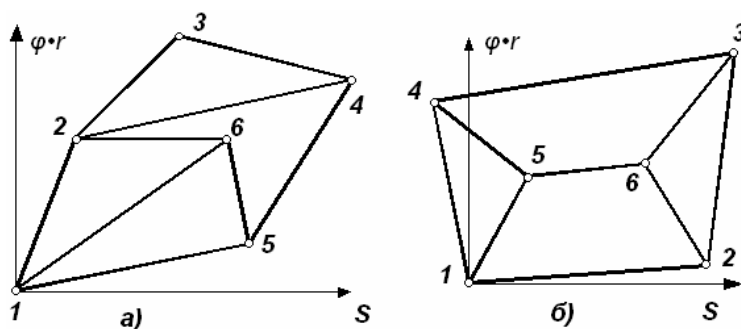


Рисунок 1 – Структурные схемы шестизвенных ПВМ

Граф показанный на рисунке 1,б отличается от предыдущего тем, что все его звенья равнозначны, и имеют по 3 кинематических пары.

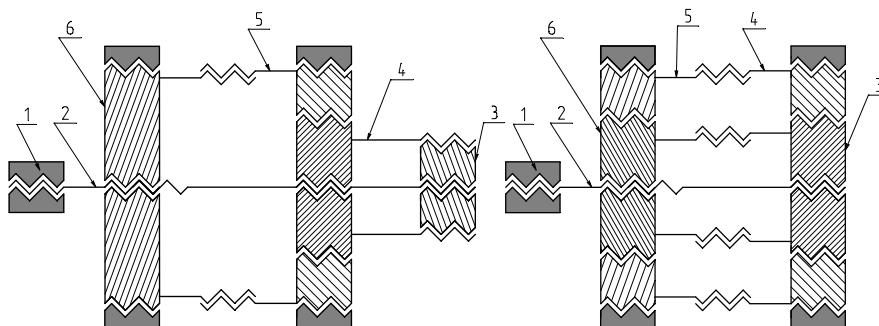


Рисунок 2 – Шестизвенные ПВМ

На рисунке 2 показаны механизмы созданные по графам (рисунок 1) причем звено 1 – стойка.

Чтобы понять порядок компоновки КП в многозвенных механизмах,

будем рассматривать отдельно каждый замкнутый контур, для которого должны быть выполнены некоторые условия работоспособности. Рассмотрим общие условия, справедливые для контуров, образованных любым количеством звеньев.

Если все винтовые КП в контуре будут заменены на поворотные или поступательные КП, то на схеме перемещений он вырождается в вертикальную или горизонтальную линии, то есть относительные осевые или угловые перемещения звеньев не могут быть получены. Из этого соображения следует, что ни одно из звеньев механизма не может иметь все КП только поворотные или поступательные, как минимум одна из кинематических пар должна быть отлична от других.

Рассмотрим условия для контуров с определенным количеством звеньев.

Для трехзвенных контуров показанных на рис1.а.: 1-2-6; 1-5-6; 2-3-4; на рис1.б.: 1-4-5; 2-3-6, в каждом контуре три КП должны быть неодинаковы между собой; то есть не менее чем одна КП должна быть винтовой, при этом в контуре обязательно должны быть использованы поворотные и поступательные КП; если в контуре две винтовые пары, то третья КП может быть поворотной либо поступательной; так же он может содержать 3 винтовые пары с различными параметрами.

Для четырехзвенных контуров показанных на рис1.а.: 1-2-6-5; 2-4-5-6; 2-3-4; на рис1.б.: 1-2-6-5; 3-4-5-6; 1-2-3-4, противоположные стороны контуров могут быть выполнены параллельными, то есть они могут состоять их двух поворотных и двух поступательных пар; угол для смежных сторон может быть равен 0° или 180° , Тогда контур вырождается в трех угольный и тогда к нему можно применять условие для трехзвенного контура.

Для пятизвенных контуров показанных на рис1.а.: 1-2-3-4-5; 2-3-4-5-6; 1-5-4-2-6; 1-2-4-5-6; на рис1.б.: 1-2-3-4-5, справедливы все условия описанные выше, так же, как и для всех контуров состоящих более чем из четырех сторон.

УДК 621.01

СТРУКТУРА И КИНЕМАТИКА ВЫСОКОНАГРУЖЕННОГО КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА СО СЛОЖНЫМ ШАТУНОМ

Серенко Е.К.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Рассмотрим семизвенную ферму Баранова (рисунок 1). Если из нее убрать одно из звеньев, можно получить плоскую шестизвенную группу Ассур с четырехугольным и пятиугольным замкнутыми изменяемыми контурами.

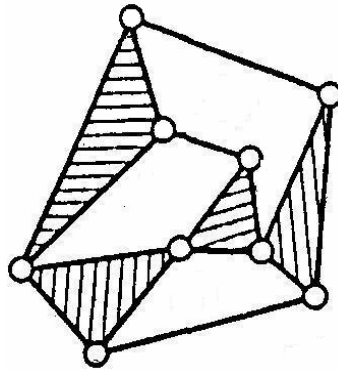


Рисунок 1 – Семизвенная ферма Баранова

Присоединив к одной свободной кинематической паре ведущее звено, а вторую заменив на поступательную пару, получим кривошипно-ползунный механизм со сложным шатуном (рисунок 2.).

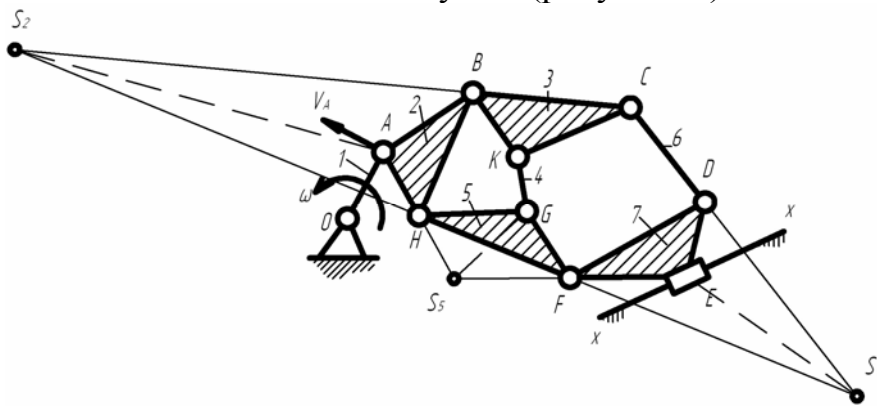


Рисунок 2 – Кривошипно-ползунный механизм со сложным шатуном

Кинематическое решение такого механизма может быть представлено в виде следующего алгоритма:

- 1) Находим точки Ассура второго звена S_2 , пятого звена S_5 и седьмого звена S_7 .
- 2) Откладываем на плане скоростей известную скорость \vec{V}_A (\overline{Pa});
- 3) Из точки «а» проводим линию, перпендикулярную AS_2 , а из полюса «р» проводим линию, параллельную XX и на пересечении находим точку «j»;
- 4) На перпендикуляре к AS_2 на плане скоростей откладываем произвольно точку «п»;
- 5) Через точку «п» проводим линию, перпендикулярную S_2S_7 и на пересечении этой линии и линии, параллельной XX находим точку «т»;
- 6) Из точки «п» проводим линию, перпендикулярную S_2C , а из точки «т» – линию, перпендикулярную S_7C , таким образом, находим точку «l»;
- 7) Для дальнейшего исследования воспользуемся методом ложных скоростей. Зададимся ложным направлением скорости для точки «B» «b'»;
- 8) Находим ложное положение для точки «h»

$$\begin{cases} \overline{V_{H'}} = \overline{V_A} + \overline{V_{H'A}}, & \overline{V_{H'A}} \perp HA, \\ \overline{V_{H'}} = \overline{V_{B'}} + \overline{V_{H'B'}}, & \overline{V_{H'B'}} \perp HB, \end{cases}$$

Через ложное направление скорости для точки «h» и направление для точки «F» находим ложное положение для точки «f», оно также совпадает с положением для точек «d» и «e»;

9) Через ложные положения точек «d» и «b» находим ложное положение скорости для точки «с»;

$$\begin{cases} \overline{V_{C'}} = \overline{V_{D'}} + \overline{V_{C'D'}}, & \overline{V_{C'D'}} \perp CD, \\ \overline{V_{C'}} = \overline{V_{B'}} + \overline{V_{C'B'}}, & \overline{V_{C'B'}} \perp CB; \end{cases}$$

10) Выбираем второе ложное направление скорости для точки «В» и повторяем операции;

11) На плане скоростей проводим линию через точки с' и с''. На этом направлении будет лежать конец истинного вектора скорости точки С;

12) Находим точку пересечения с'с'' и l_j, соединяем эту точку с полюсом плана и получаем значение и направление истинной скорости точки С;

13) Находим истинную скорость точки D;

Дальнейшее решение осуществляется по общеизвестным правилам.

Находим истинные положения для точек H, G, K и B

$$\begin{cases} \overline{V_H} = \overline{V_A} + \overline{V_{HA}}, & \overline{V_{HA}} \perp HA, \\ \overline{V_H} = \overline{V_F} + \overline{V_{HF}}, & \overline{V_{HF}} \perp HF, \\ \overline{V_G} = \overline{V_F} + \overline{V_{GF}}, & \overline{V_{GF}} \perp GF, \\ \overline{V_G} = \overline{V_H} + \overline{V_{GH}}, & \overline{V_{GH}} \perp HG, \\ \overline{V_K} = \overline{V_C} + \overline{V_{KC}}, & \overline{V_{KC}} \perp KC, \\ \overline{V_K} = \overline{V_G} + \overline{V_{KG}}, & \overline{V_{KG}} \perp KG, \\ \overline{V_B} = \overline{V_A} + \overline{V_{BA}}, & \overline{V_{BA}} \perp BA, \\ \overline{V_B} = \overline{V_C} + \overline{V_{BC}}, & \overline{V_{BC}} \perp BC. \end{cases}$$

Таким образом, решена задача кинематики кривошипно–ползунного механизма со сложным шатуном (рисунок 3.).

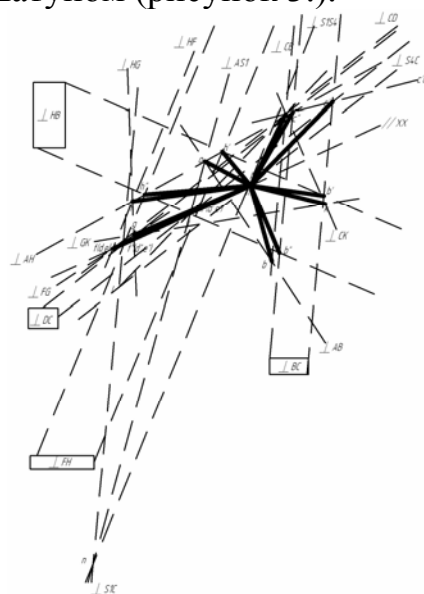


Рисунок 3 – Кинематика кривошипно–ползунного механизма со сложным шатуном

Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Структура, кинематика и кинетостатика многозвенных плоских механизмов/ И.И. Артоболевский. - Госуд. изд-во НКТП СССР, М.-Л.: 1939. - 46 с.
2. Ассур Л.В. Исследование плоских стержневых механизмов с низшими парами с точки зрения их структуры и классификации. / Приложения: Н.Е. Жуковский и И.И. Артоболевский, 1954г.
3. Дворников Л.Т. Опыт структурного синтеза механизмов. // Теория механизмов и машин. 2004. № 2 (4). С. 3-17.
4. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. Учебное пособие, Новокузнецк, 1994. 102с.

УДК 622

О СТРУКТУРЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЧЕТЫРЕХЗВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

Обрядин А.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Пространственный четырехзвенный механизм состоит из трех подвижных звеньев и стойки. Каждое звено добавляет по одной кинематической паре.

Отыщем все возможные варианты структуры пространственных четырехзвенных механизмов, для этого воспользуемся формулой Малышева А.П.:

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1, \quad (1)$$

где W – подвижность механизма, n – число подвижных звеньев, p_5 – число кинематических пар 5-го класса, p_4 , p_3 , p_2 и p_1 – числа кинематических пар соответственно четвертого, третьего, второго и первого классов.

Механизм является работоспособным, при подвижности равной единице ($W=1$), число подвижных звеньев равно 3 ($n=3$), общее число кинематических пар – 4. Подставляя исходные условия, получаем:

$$\begin{cases} 17 = 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 + p_1, \\ 4 = p_5 + p_4 + p_3 + p_2 + p_1. \end{cases} \quad (2)$$

Из второго уравнения системы (2) выразим p_5 :

$$p_5 = 4 - p_4 - p_3 - p_2 - p_1 \quad (3)$$

Подставим (3) в первое уравнение системы (2):

$$4p_1 + 3p_2 + 2p_3 + p_4 = 3. \quad (4)$$

При целочисленных положительных решениях, очевидным является

условие, что $p_1 = 0$. Из равенства коэффициентов при слагаемых уравнения (4), с учетом уравнения (3), получим все возможные решения:

- 1.) $p_2 = 1, p_5 = 3$;
 - 2.) $p_3 = 1, p_4 = 1, p_5 = 2$;
 - 3.) $p_5 = 1, p_4 = 3$.
- (5)

В пространственном четырехзвенном механизме движение может быть передано ведущему звену через:

- пары пятого класса – вращательная пара (плоский шарнир), поступательная (ползун);
- пара четвертого класса – вращательно-поступательная кинематическая пара, выполненная в виде ползуна, имеющего возможность повернуться;
- пара третьего класса – сферический шарнир
- пара второго класса – сферический шарнир, находящийся в цилиндре, таким образом, что может совершать вращения в трех осях, а также поступательно двигаться в цилиндре.

Исходя из вышесказанного, двухповодковые группы, образующие пространственные четырехзвенные механизмы путем присоединения к ним ведущего звена не будут всегда обладать единичной подвижностью, а в зависимости от кинематической пары входящей в ведущее звено могут иметь подвижность равную -3, -2, -1, 0 (при сферическом шарнире в цилиндре, вращательно-поступательной и плоских парах соответственно).

Перебирая варианты последовательности соединения кинематических пар между собой, были найдены все возможные диады, получено 172 диады, из них с нулевой подвижностью – 63, с -1 подвижностью – 66, с -2 подвижностью – 36, с -3 подвижностью – 7. Присоединяя к диадам соответствующие ведущие звенья, получено, что существует 234 различных структурно пространственных четырехзвенных механизма.

Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов. Изд-во «Наука», 1965.

УДК 622

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ НОВОГО ИНЕРЦИОННО-ИМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА ВРАЩЕНИЯ

Макиенко А.В., Садиева А.Э.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В инерционно-импульсных механизмах энергия передается в виде

импульсов от периодического движения вращающегося неуравновешенного звена. На сателлиты устанавливают неуравновешенные грузы. При вращении этих неуравновешенных сателлитов на выходном валу привода создаются не только статический, но и динамический момент. Однако динамические нагрузки передаются элементам привода. Часть динамических нагрузок через центральное колесо с внутренними зубьями передаётся к корпусу редуктора, в результате чего может произойти поломка корпуса.

На кафедре теории механизмов и машин и основ конструирования СибГИУ была поставлена задача: разработать новый уравновешенный инерционно-импульсный механизм.

Была предложена следующая кинематическая схема привода (рисунок 1).

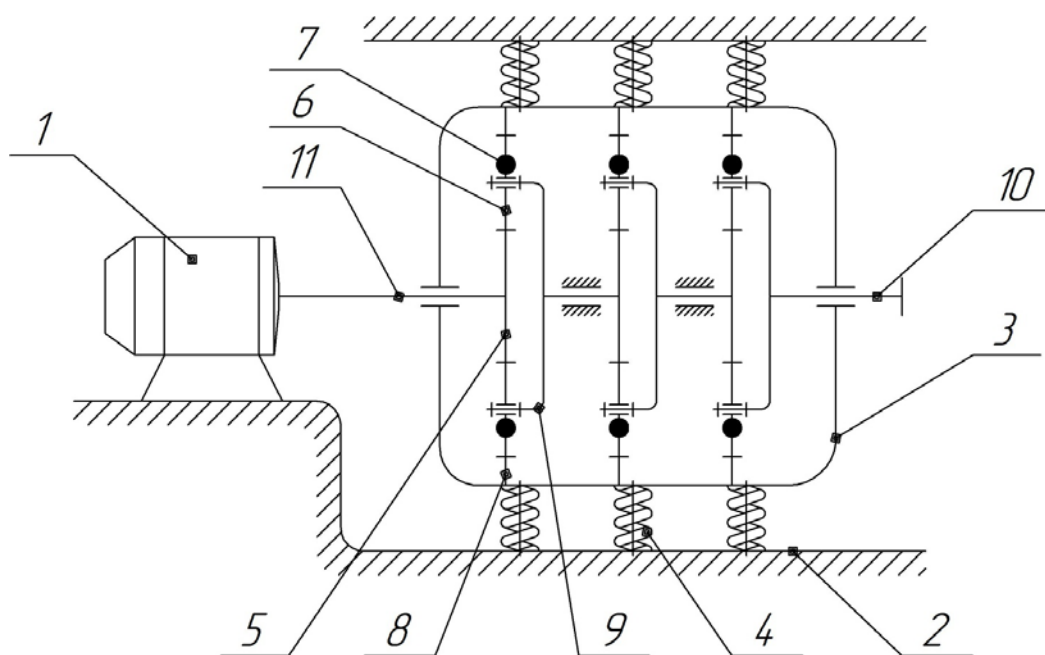


Рисунок 1 – Инерционно-импульсный механизм

Привод состоит из двигателя 1, жестко закрепленного на основании и трёхступенчатого планетарного редуктора, установленного на основании 2 свободно. Корпус 3 редуктора связан с основанием 2 посредством пружин 4. Входной вал 11 и вал двигателя 1 соединены жёстко. Редуктор включает три последовательно соединённых планетарных механизма, образуя три его ступени. Каждая ступень редуктора включает центральное зубчатое колесо 5 с наружными зубьями, взаимодействующие с ним сателлиты 6 с неуравновешенными грузами 7 и центральное зубчатое колесо 8 с внутренними зубьями, взаимодействующее с сателлитами 6 и жёстко связанное с корпусом 3 редуктора. Сателлиты 6 связаны с водилом 9. Водила 9 первой и второй ступени жёстко связаны с центральными колёсами 5 соответственно второй и третьей ступени. Водило третьей ступени жёстко связано с выходным валом 10.

Привод вращения работает следующим образом.

При включении двигателя 1 вращение через центральное зубчатое колесо 5 первой ступени передаётся сателлитам 6 с неуравновешенными грузами 7. При этом на водило 9 воздействуют создаваемые неуравновешенными сателлитами 6 импульсы знакопеременного момента. Импульс, действующий по направлению вращения центрального колеса 5, считается положительным, а импульс противоположного знака – отрицательным. В положительной части цикла импульс знакопеременного момента, слагаясь со статическим моментом, передаётся на центральное колесо 5 второй ступени. При этом сателлиты 6 с неуравновешенными грузами 7 второй ступени также создают на водиле 9 импульс знакопеременного момента, который передаётся центральному колесу 5 третьей ступени. А на водило 9 третьей ступени будет действовать импульс момента, создаваемого при вращении сателлитов 6 с неуравновешенными грузами 7 третьей ступени. Таким образом, динамический момент на выходном валу привода включает динамические моменты, созданные сателлитами 6 с неуравновешенными грузами 7 всех трёх ступеней.

Часть динамических нагрузок, возникающих при вращении сателлитов 6 с неуравновешенными грузами 7, передаются через зубчатое колесо 8 к корпусу 3 редуктора. Эти динамические нагрузки гасятся пружинами 4.

При остановке выходного вала 10, например, при заклинивании рабочего органа бурильной машины, происходит предотвращение поломки привода. Так как корпус редуктора установлен на основании свободно, при работе двигателя происходит проворот корпуса 3 редуктора.

Новое решение поставленной задачи было разработано авторами статьи и в настоящее время имеется решение о выдаче патента на изобретение по заявке 2009143701/11.

Предлагаемый привод обладает большей надёжностью, так как возникающий при вращении сателлитов с неуравновешенными грузами динамический момент гасится пружинами, посредством которых корпус связан с основанием.

УДК 624.042

РАСЧЕТ УСИЛИЙ В СТРЕЖНЯХ ПЯТИСТЕРЖНЕВОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФЕРМЫ СЛОЖНОГО ТИПА

Беляева А.К., Баклушина И.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящем докладе рассматривается способ расчета усилий, возникающих в стержнях пятистержневой строительной фермы сложного типа, представленной на рисунке 1. Известным методом вырезания узлов

данную ферму рассчитать невозможно. Поэтому решим поставленную задачу следующим образом:

Первоначально определим реакции, возникающие в опорах А и В, используя уравнения статики, для этого представим рассматриваемую ферму как двухопорную балку.

Очевидно, что при условии $F_1=F_2$ уравнения статики (2) и (3) показывают, что $R_A=R_B=F$.

$$\begin{cases} R_B = \frac{F_1 \cdot a + F_2 \cdot (a + l)}{L}; \\ R_A = \frac{F_1 \cdot (a + l) + F_2 \cdot a}{L}; \\ a = 0.5 \cdot (L - l) \end{cases} \quad (1)$$

Мы проводим сечение так, чтобы оно пересекло звено AD два раза, звенья AC; CD; DB; AB – один раз, а звено CB осталось непересеченным, для того чтобы построить особые точки k_1, k_2, k_3 . Данные точки получаются путем пересечения направляющих соответствующих звеньев.

В силу симметрии и при одинаковом воздействии внешних сил очевидным становится равенство усилий в стержнях $D_{AD} = D_{BC}$; $O_{AC} = O_{BD}$. Определим неизвестные усилия O_{AC} ; O_{BD} и U_{CD} с помощью моментных точек $k_1; k_2; k_3$ соответственно

Эти зависимости имеют вид:

$$\begin{cases} \sum M_{k_1} = R_B \cdot b_{k_1} + F_1 \cdot l - O_{AC} \cdot r_1 - R_A \cdot L = 0; \\ \sum M_{k_2} = R_B \cdot b_{k_2} + 0.5 \cdot F_1 \cdot l - U_{CD} \cdot r_2 - R_A \cdot b_{k_2} - 0.5 \cdot F_2 \cdot l = 0; \\ \sum M_{k_3} = R_B \cdot b_{k_3} - F_2 \cdot l + O_{BD} \cdot r_3 - R_A \cdot b_{k_3} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Длины стержней при известном угле наклона β определяются как: $l_{AC} = b_{k_1} \cdot \cos \beta$; $l_{DB} = l_{AC}$; $l_{CD} = L - l$. Плечи сил определяются как перпендикуляры к линии действия сил соответствующих моментов в уравнении статики:

$$\begin{cases} r_1 = l \cdot \sin \beta; \\ r_2 = 0.5 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \beta; \\ r_3 = r_1 = l \cdot \sin \beta. \end{cases} \quad (3)$$

Тогда с учетом (1,2,3), окончательные усилия в стержнях AC; BD; CD имеют значения:

$$\begin{cases} O_{AC} = \frac{R_B \cdot b_{k_1} - R_A \cdot L + F \cdot l}{r_1}; \\ U_{CD} = \frac{-R_B \cdot b_{k_2} - 0.5 \cdot F \cdot l + 0.5 \cdot F \cdot l + R_A \cdot b_{k_2}}{r_2}; \\ O_{BD} = \frac{-R_B \cdot b_{k_3} + F \cdot l - R_A \cdot b_{k_3}}{r_3}. \end{cases} \quad (4)$$

Рассматривая симметричную схему очевидно, что усилия в стержнях AD (5) и BC (4) будут иметь одинаковые значения, если усилия F_1 и F_2 равны. Усилия в непересеченных ранее стержнях можно найти методом вырезания узлов.

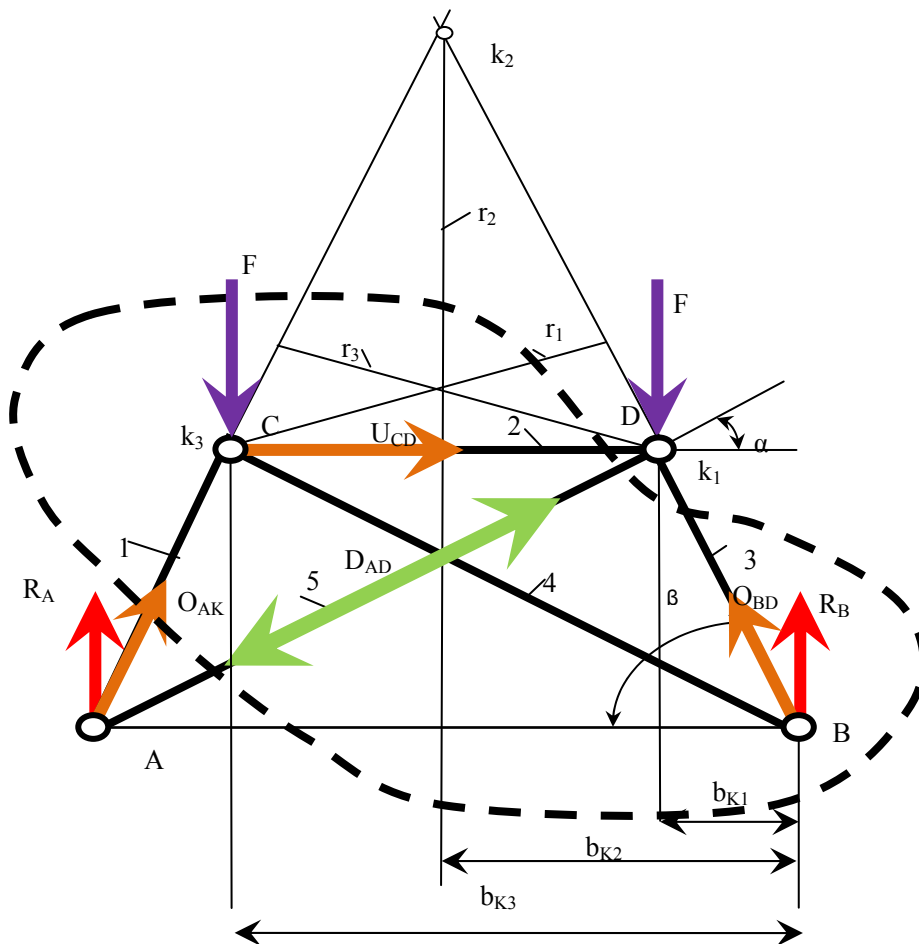


Рисунок 1 – Расчетная схема для определения усилий

УДК 622.233

ЦИЛИНДРОКОНИЧЕСКИЙ БОЕК УДАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Молчанов В.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Жуков И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Рациональный выбор форм бойков ударных систем с учетом свойств объекта разрушения приводит к существенному уменьшению энергоемкости и увеличению производительности бурильных машин.

В работе [1] показано, что при ударе коническим бойком по волноводу в последнем генерируется ударный импульс такой формы, которая является приближенной к оптимальной для разрушения обрабатываемой среды. Однако коническое тело оказывается весьма сложным с точки зрения его встраивания в реальную конструкцию машины, т.к. не содержит поршневой ступени, способной обеспечить ему необходимый запас продольной устойчивости. Устранение этого недостатка можно добиться, сконструировав ударник следующим образом.

Новая форма бойка (рисунок 1) и ее преимущества заключаются в том, что ударник содержит две ступени – цилиндрическую поршневую и коническую ударную, при этом отношение длин ступеней выполнено таким образом, что центр тяжести бойка располагается в цилиндрической части, обеспечивая ему тем самым устойчивое положение в корпусе механизма.

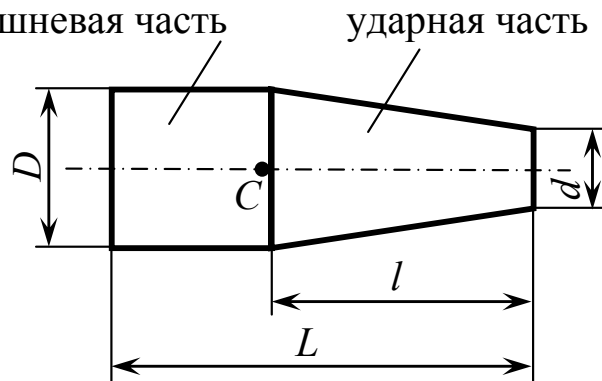


Рисунок 1 – Цилиндрикоконический боек

Рассмотрим процесс формирования ударного импульса в полубесконечном стержне постоянного сечения цилиндрикоконическим бойком.

Продольные колебания в ударной системе описываются волновыми уравнениями

$$\frac{\partial^2 u_1(x,t)}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u_1(x,t)}{\partial t^2} = 0 \text{ – волновод;} \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} + \frac{2q}{qx-1} \cdot \frac{\partial u_2}{\partial x} - \frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2} = 0 \text{ – конический участок бойка;} \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 u_3(x,t)}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u_3(x,t)}{\partial t^2} = 0 \text{ – цилиндрический участок бойка,} \quad (3)$$

где u_1, u_2, u_3 – смещение сечений стержня и бойка вдоль оси x в момент времени T ;

t – переменная, $t = a \cdot T$;

$t = \sqrt{\frac{E}{g}}$ – скорость распространения звука в материалах бойка и

стержня с модулем упругости E и плотностью g ;

q – характеристика конуса, $q = \frac{D-d}{d \cdot l}$.

Решение системы дифференциальных уравнений (1)-(3) с учетом начальных и граничных условий позволит определить форму импульса, генерируемого цилиндрикоконическим бойком.

Отыскание рациональных форм бойков позволяет добиться не только увеличения производительности разрушения обрабатываемых объектов, но и приводит к уменьшению уровня напряжений в отраженных волнах, а тем самым, следовательно, уменьшает динамическое воздействие на волноводы и на машины, приводящие в движение ударники. Наличие различных форм

ударников дает возможность их оптимального выбора для применения в работах различного вида.

Библиографический список

1. Алимов О.Д. Бурильные машины / О.Д. Алимов, Л.Т. Дворников – М.: «Машиностроение», 1976. – 295 с.

УДК 621.01

ОБ ИСКЛЮЧЕНИИ ИЗБЫТОЧНЫХ СВЯЗЕЙ В ШЕСТИЗВЕНННОМ РЫЧАЖНОМ МЕХАНИЗМЕ

Назаров Н.А., Гудимова Л.Н.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Известно, что процесс создания новых машин и механизмов начинается с разработки его структурной схемы, которая должна удовлетворять не только условию заданного рабочего движения, но и гарантированной работоспособности. Последнее может быть обеспечено лишь в том случае, если машина строится на основе чёткого понимания проблемы избыточности связей в ней, со стремлением или полным, или частичного их исключения.

В работах Колчина Н.И. [1] и Решетова Л.Н. [2] были впервые обозначены подходы к созданию вполне работоспособных, самоустанавливающихся (не содержащих избыточных связей) механизмов, удовлетворяющих структурной формуле А.П. Малышева. Однако на практике создание вполне адаптивных механизмов бывает достаточно затратным и даже трудно выполнимым. В ряде случаев для повышения качества работы механизмов достаточно приемлемым становится хотя бы частичное устранение в них числа избыточных связей [3].

В настоящей работе показан метод, позволяющий создавать механизмы с заданной избыточностью связей. Сформулируем задачу так: разработаем метод последовательного уменьшения числа избыточных связей в механизме по заданной её кинематической схеме. В качестве примера используем шестизвенный механизм ($W=1$), показанный на рисунке 1 и состоящий из пяти подвижных звеньев ($n=5$) и семи кинематических пар ($p_5=7$). При решении поставленной задачи исключим применение кинематических пар первого ($p_1=0$) и второго ($p_2=0$) классов, из-за сложности их реализации в механизмах. При этом условии составим систему уравнений

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = \sum p_k, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 - (6n - W) = q, \end{cases} \quad (1)$$

Где W – подвижность механизма,
 N – число подвижных звеньев механизма,
 Q – число избыточных связей,
 P_5 , P_4 , и P_3 – числа кинематических пар, соответственно, пятого, четвертого и третьего классов.

Найдём, какие кинематические пары могут быть применены в рассматриваемом механизме, при условии, что число избыточных связей определяется числом $Q = 6$. Подставим в систему (1) параметры рассматриваемого механизма ($N = 5$, $P_5 = 7$, $W = 1$)

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = 7, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 35. \end{cases} \quad (2)$$

Из первого уравнения системы найдём число кинематических пар третьего класса P_3

$$p_3 = 7 - p_5 - p_4. \quad (3)$$

После подстановки P_3 во второе уравнение системы (2), получим

$$2p_5 + p_4 = 14. \quad (4)$$

Решим (4) относительно числа пар четвертого класса P_4 и из (3) найдём, что

$$p_3 = p_5 - 6. \quad (5)$$

Объединим (4) и (5) в систему

$$\begin{cases} p_4 = 14 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 6. \end{cases} \quad (6)$$

Система (6) имеет единственное решение, при котором $P_5 = 7$, $P_4 = 0$, $P_3 = 0$. На рисунке 1 показан именно шестизвенный механизм с шестью избыточными связями, в котором все звенья соединены в кинематические пары пятого класса P_5 .

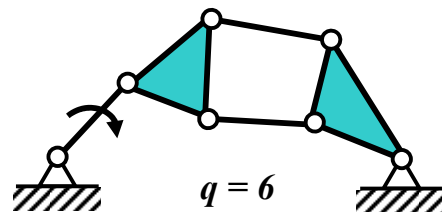


Рисунок 1 – шестизвенный механизм с шестью избыточными связями

В случае, когда число избыточных связей будет уменьшено на одну и станет равным $Q = 5$, проведем аналогичные преобразования системы (2) и

получим

$$\begin{cases} p_4 = 13 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 6. \end{cases} \quad (7)$$

Эта система также даёт единственное решение, а именно, $P_5 = 6, P_4 = 1, P_3 = 0$. Механизм с полученным сочетанием кинематических пар представлен на рисунке 2.

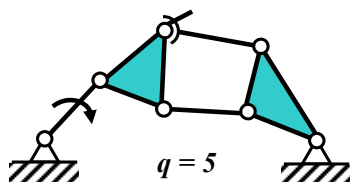


Рисунок 2 – Шестизвенный механизм с пятью избыточными связями

Продолжим решение поставленной задачи при значениях $Q = 4, 3, 2, 1$ и $Q = 0$, поместим результаты решений в таблицу 1.

Таблица 1 – Сочетания кинематических пар в механизме при различных значениях чисел избыточных связей

| Число избыточных связей | Система уравнений (2) | Взаимозависимость между числом пар P_5, P_4 и P_3 | Полученные решения |
|-------------------------|--|--|--|
| 4 | $\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = 7, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 33 \end{cases}$ | $\begin{cases} p_4 = 12 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 5. \end{cases}$ | 1. $P_5 = 5, P_4 = 2, P_3 = 0$; 2. $P_5 = 6, P_4 = 0, P_3 = 1$. |
| 3 | $\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = 7, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 32 \end{cases}$ | $\begin{cases} p_4 = 11 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 4. \end{cases}$ | 1. $P_5 = 5, P_4 = 1, P_3 = 1$; 2. $P_5 = 4, P_4 = 3, P_3 = 0$. |
| 2 | $\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = 7, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 31 \end{cases}$ | $\begin{cases} p_4 = 10 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 3. \end{cases}$ | 1. $P_5 = 5, P_4 = 0, P_3 = 2$; 2. $P_5 = 4, P_4 = 2, P_3 = 1$; 3. $P_5 = 3, P_4 = 4, P_3 = 0$. |
| 1 | $\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = 7, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 30 \end{cases}$ | $\begin{cases} p_4 = 9 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 2. \end{cases}$ | 1. $P_5 = 4, P_4 = 1, P_3 = 2$; 2. $P_5 = 3, P_4 = 3, P_3 = 1$; 3. $P_5 = 2, P_4 = 5, P_3 = 0$. |
| 0 | $\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 = 7, \\ 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 29. \end{cases}$ | $\begin{cases} p_4 = 8 - 2p_5, \\ p_3 = p_5 - 1. \end{cases}$ | 1. $P_5 = 4, P_4 = 0, P_3 = 3$; 2. $P_5 = 3, P_4 = 2, P_3 = 2$; 3. $P_5 = 2, P_4 = 4, P_3 = 1$; 4. $P_5 = 1, P_4 = 6, P_3 = 0$. |

На рисунке 3 показаны все шестизвенные механизмы, соответствующие приведённым в таблице 1 решениям.

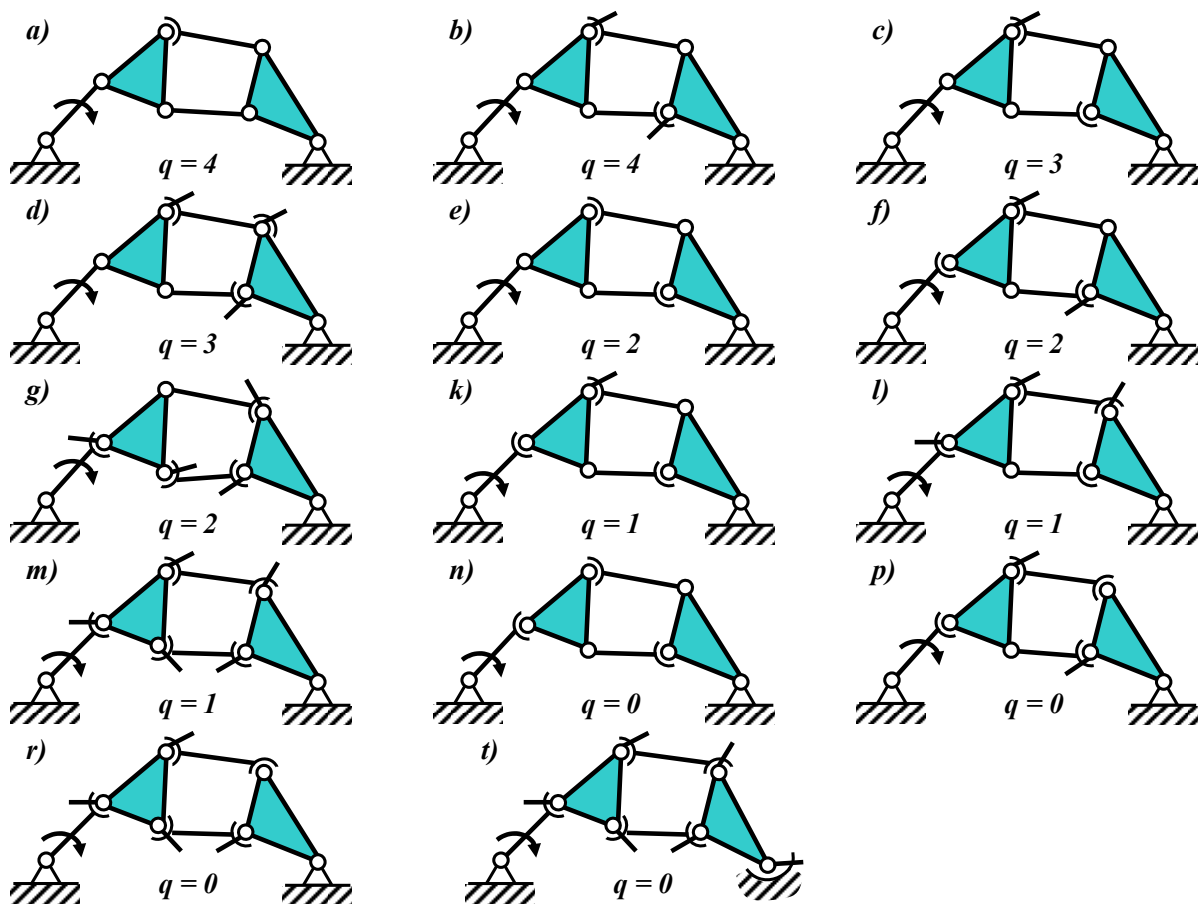


Рисунок 3 – Шестизвенные механизмы с различным числом избыточных связей

При построении механизмов, были использованы три вида пар: P_5 в виде обычно шарнира (рисунок 4, а), P_4 в виде сферического шарнира с пальцем (рисунок 4, б) и P_3 в виде обычного сферического шарнира (рисунок 4, с).

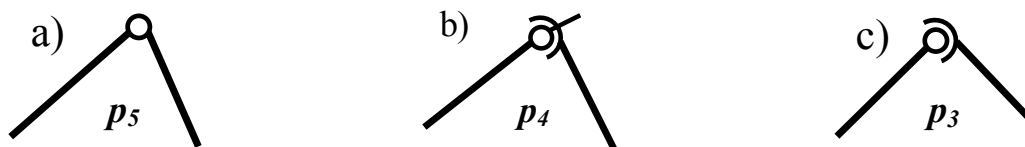


Рисунок 4 – Условные обозначения кинематических пар

Анализ полученных кинематических схем шестизвенных механизмов показывает, что среди приведённых вариантов схем механизмов с заданным числом избыточных связей, есть такие, которые имеют в своём составе три и более трёх кинематических пар четвёртого (P_4) класса (рисунок 4, d, g, l, m, r и t). Реализация перечисленных схем механизмов может представлять определенную трудность в выборе ориентации пальца относительно плоскости движения и в конструктивном исполнении, т. К. Такие пары сложны и требуют очень высокой точности изготовления и сборки всех её

элементов.

Но есть и такие схемы механизмов (рисунок 4, *a, c, e, k, n*), число избыточных связей в которых такое же, что и у перечисленных выше механизмов, однако реализация их не представляет каких-либо трудностей, применение которых может существенно уменьшить износ соприкасающихся поверхностей, увеличить срок службы и снизить требования к точности изготовления отдельных деталей.

Библиографический список

1. Колчин Н.И. опыт построения расширенной структурной классификации механизмов и основанной на ней структурной таблицы механизмов.// анализ и синтез механизмов: Труды второго всесоюзного совещания по основным проблемам теории машин и механизмов – М.: МАШГИЗ, 1960. – С. 85-97.

2. Решетов Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы: справочник, – 2 – е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 272 с.,ил. – (библиотека конструктора).

3. Дворников Л.Т., Гудимова Л.Н. О целесообразности и методе частичного устранения избыточных связей в плоских шарнирных механизмах. Вестник КузГТУ, 2008, №1(65), С. 44 – 46.

УДК 621.01

ЗАДАЧИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ В ШАХТАХ

Князев А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время механизированная крепь представляет собой – горную машину, предназначенную для поддержания пород кровли с целью сохранения призабойного пространства по длине очистного забоя в рабочем и безопасном состоянии, обеспечивающая механизацию процессов крепления и управления кровлей, передвижки и удержания забойного скребкового конвейера или базовой балки вместе с выемочной машиной.

Создание механизированных крепей послужило основой для создания современных систем забойного оборудования – комбайновых и струговых очистных узкозахватных комплексов, а в последующем и очистных агрегатов.

Техническое развитие средств крепления очистных забоев оказало революционное влияние на технологию и рост технико-экономических показателей добычи угля.

Благодаря многочисленным исследованиям и опыту, полученному на практике, можно прийти к выводу, что представляется важным создавать секции механизированных крепей в виде одностепенных, т.е. обладающих одной степенью подвижности кинематических цепей с использованием рычажных дополнений, обеспечивающих высокую жесткость конструкции и заданную определенность движения. Такие секции механизированных крепей, должны приводиться в движение одним гидродомкратом.

Анализируя все схемы можно увидеть, что все они построены по следующей схеме: секция содержит в своем составе распорный гидродомкрат, звено поддержки и козырек. Недостатком таких секций является то, что управление движением поддерживающего звена осуществляется распорным гидродомкратом, шток которого опирается в единственную точку звена поддержки, что приводит к появлению значительного по длине вылета козырька, подверженного изгибу под действием обрушающейся кровли.

На основе указанных недостатков, мы запатентовали новую схему секции механизированной крепи [1]. Общий вид секции механизированной крепи показан на рисунке 1.

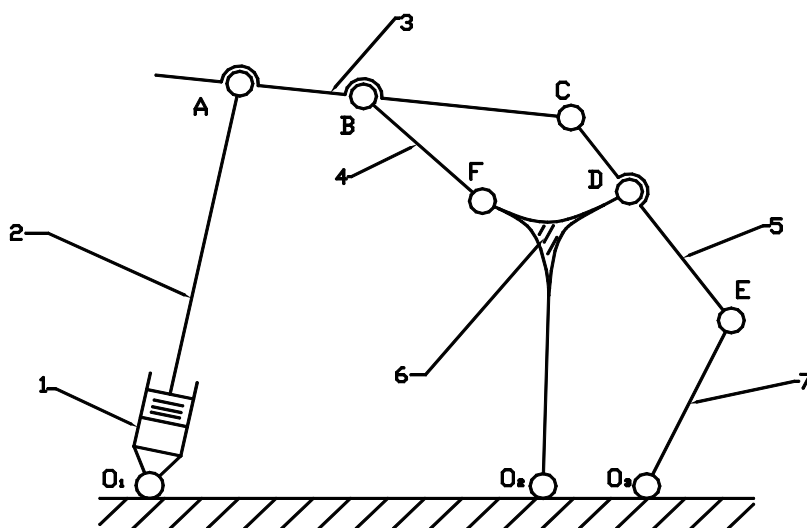


Рисунок 1 – Схема секции механизированной крепи по патенту №2303699

Конструкция состоит из распорного гидродомкрата 1, штока 2 поршня, звена 3 поддержки, шатуна 4, звена 5 ограждения, первого коромысла 6 звена 5 ограждения и второго коромысла 7 звена 5 ограждения, т.е. 7 подвижных звеньев.

Работоспособность предлагаемой секции механизированной крепи определяется согласно известной формуле Чебышева П.Л. [2, стр. 518], имеющей вид:

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_5 = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 10 = 1,$$

где W - подвижность цепи;

n - число подвижных звеньев;

p_5 - число кинематических пар пятого класса.

Т.е. достаточно одного движения – распорного гидродомкрата, чтобы вся конструкция совершала предсказуемые движения.

Работает устройство следующим образом: в распорный гидродомкрат 1 подается жидкость под давлением. Воздействуя на поршень штока 2, жидкость приводит в движение звено 3 поддержки. В свою очередь, звено 3 поддержки передает движение шатуну 4 звена 3 поддержки, которое воздействует на первое коромысло 6 звена 5 ограждения, заставляя его приспособляться к неравномерному давлению кровли. Звено 5 ограждения удерживается первым коромыслом 6 звена 5 ограждения и вторым коромыслом 7 звена 5 ограждения, соединенным шарниром с шатуном 4 звена 3 поддержки.

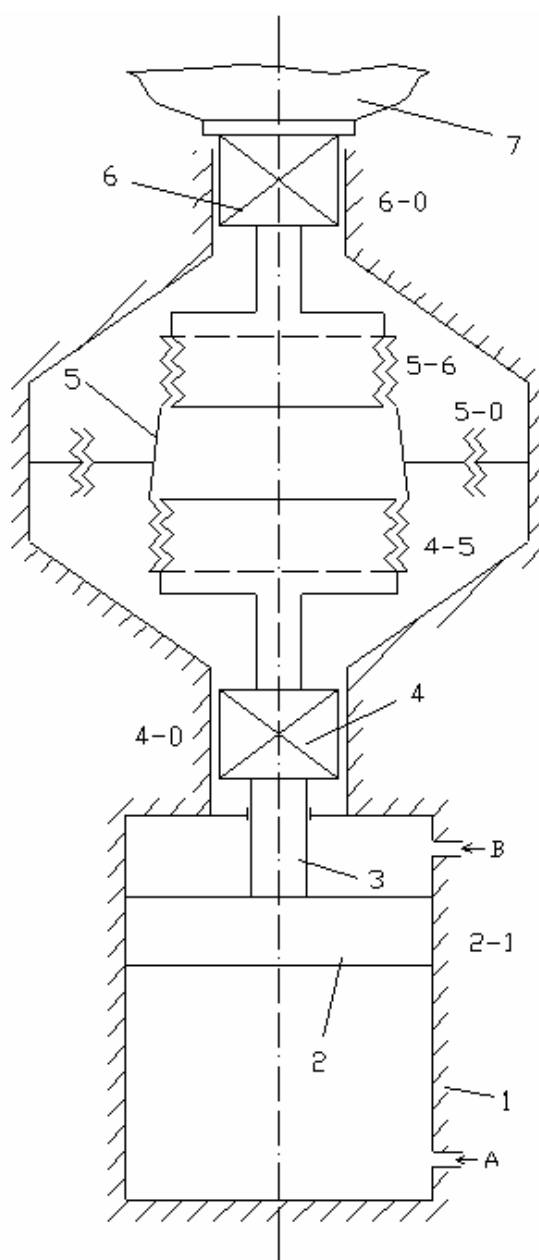


Рисунок 2 – Схема гидродомкрата секции механизированной крепи по патенту №2329381

В настоящее время широкое применение получили гидродомкраты секций механизированных крепей двухстороннего действия [3, стр.106, рис.2.24, б], обеспечивающие принудительное прямое (вверх) и обратное (вниз) движение поршня и содержащие в своей конструкции: гидроцилиндр, поршень, два отверстия для подачи рабочей жидкости сверху и снизу поршня. Если считать, что гидроцилиндр гидродомкрата, на всем протяжении поддержки рабочего пространства находится под давлением рабочей жидкости, то данный гидродомкрат ограничен по усилию, передаваемому на кровлю. А так же в конструкции гидродомкратов используются разгрузочные клапаны (гидрозамки). Они предназначены для пропускания рабочей жидкости в поршневую полость гидростойки при ее распоре. Недостатками разгрузочных клапанов являются незначительный ресурс, вследствие эрозийного размывания пластмассового седла и частые случаи потери герметичности при попадании и внедрении металлической стружки в поверхность рабочей кромки седла. Таким образом, рассматривая данную тему, легко понять, что гидродомкраты необходимо исследовать и усовершенствовать. Проанализировав схему работы гидродомкратов, мы предлагаем внедрять в гидродомкрате редукторы поступательного движения с эффектом самоторможения, тем самым никакого проседания происходить не будет, а так же необходимое усилие будет достигнуто за счет подбора необходимого передаточного отношения в поступательной паре.

На основе указанных недостатков, мы разработали новую схему гидродомкрата секции механизированной крепи [4]. Общий вид гидродомкрата секции механизированной крепи показан на рисунке 2.

Устройство состоит из гидроцилиндра 1, поршня 2, штока 3, входного ползуна 4, гайки 5, выходного ползуна 6, гидроцилиндр 1 имеет входное А и выходное В отверстия.

Работает устройство следующим образом: через отверстие А в гидроцилиндр 1 подается рабочая жидкость под давлением. За счет давления в гидроцилиндре 1 поршень 2 получает смещение, в свою очередь, шток 3 передает смещение входному ползуну 4, который воздействует на гайку 5, заставляя ее сместиться за счет резьбовой пары 4-5. Гайка 5 получив движение, совершает винтовое смещение относительно резьбовой пары 5-0 и заставляет двигаться выходной ползун за счет резьбовой пары 5-6. Так как выходной ползун 6 создан за одно целое с поступательной парой 6-0, то винтовое движение гайки 5 переходит в поступательное движение выходного ползуна 6, который непосредственно воздействует на кровлю выработки 7. Звенья 4, 5 и 6 образуют между собой редуктор поступательного движения.

Если углы подъема резьб в винтовых парах 4-5 и 5-6 выбрать таким образом, чтобы исключить самоторможение, а в паре 5-0 выбрать угол подъема малым (самотормозящимся), то передача движения от гидроцилиндра вверх будет возможна, и первоначальное смещение приведет к конечному поступательному смещению выходного ползуна, которое

определится передаточным отношением редуктора поступательного движения. Обратное движение механизма под действием силы тяжести на звено 6 не произойдет, т.к. винтовая пара 5-0 самотормозящаяся и передача поступательного движения от выходного ползуна 6 к входному ползуну 4 невозможна. Таким образом, механизм в обратном направлении самопроизвольно работать не может, а вернуть его в начальное положение можно только поворотом гайки 5, которого можно достичь путем подачи рабочей жидкости на поршень 2 через отверстие В. Эффект самоторможения позволяет снимать давление в гидроцилиндре 1, под поршнем 2. Таким образом, обратное движение механизма произойдет только в том случае, если подать давление в гидроцилиндр 1 через отверстие В.

Библиографический список

1. Патент №2303699. Секция механизированной крепи / Дворников Л.Т., Князев А.С., Стариков С.П. (РФ) – №2005141748; приоритет от 30.12.2005; опубл. 27.07.2007, Бюл. №21.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.
3. Кантович Л.И., Гетопанов В.Н. Горные машины. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
4. Патент №2329381 Гидродомкрат секции механизированной крепи / Дворников Л.Т., Баклушин Д.С., Князев А.С.(РФ) – приоритет от 22.01.2007, опубл. 20.07.2008, Бюл. №20.

УДК 621.01

КЛАССИФИКАЦИЯ ЦЕПЕЙ ГРЮБЛЕРА ПО ЧИСЛУ СТОРОН ЗВЕНЬЕВ

Федоров А.И.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящей работе рассматривается понятие сторон звеньев цепей Грюблера [1] - λ , как одного из критериев, позволяющих находить отличающиеся друг от друга цепи, подвижность которых определяется зависимостью

$$3n - 2p_5 = 4. \quad (1)$$

Обычный поводок – двухпарное звено, при обходе содержит две стороны, трехпарное звено имеет три стороны, четырехпарное – четыре и т.д. Все эти стороны в цепях могут оказаться либо внутри контуров, либо вне, т.е. быть внутренними $\lambda_{в}$ или наружными $\lambda_{н}$. Известно [2], что общее число сторон λ определяется как

$$\lambda = \sum_2^{n \max} i n_i = 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5 + \dots \quad (2)$$

Если сравнить правые части уравнения Грюблера, определяющего число кинематических пар через числа звеньев цепи и приведенное выше уравнение (2), то можно заметить их полную аналогию.

$$2p_5 = 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5 + \dots, \quad (3)$$

Тогда, очевиден вывод о том, что для любых цепей Грюблера имеет место зависимость

$$\lambda = 2p_5, \quad (4)$$

откуда следует, что если из формулы подвижности (1) выразить $2p_5$, то

$$\lambda = 3n - 4. \quad (5)$$

При принятом $n = 6$, $\lambda = 14$.

Эти стороны могут быть определены как сумма наружных сторон λ_n и внутренних сторон λ_v , т.е.

$$\lambda = \lambda_n + \lambda_v. \quad (6)$$

Т.к. простейшим изменяемым контуром в шарнирных цепях является четырехугольный, то наименьшее число внутренних сторон

$$\lambda_{v \min} = 4\alpha, \quad (7)$$

где α – число контуров.

Для шестизвенных цепей $\lambda_{v \min} = 4 \cdot 2 = 8$.

Наиболее простым наружным контуром может быть четырехугольный т.е. $\lambda_n \min = 4$. Если от λ отнять $\lambda_n \min$, то получим общее число внутренних сторон

$$\lambda_v = \lambda - 4. \quad (8)$$

Для шестизвенных цепей Грюблера $\lambda_v = 14 - 4 = 10$. Это число можно представить как $\alpha_4 + \alpha_6$ и $\alpha_5 + \alpha_5$.

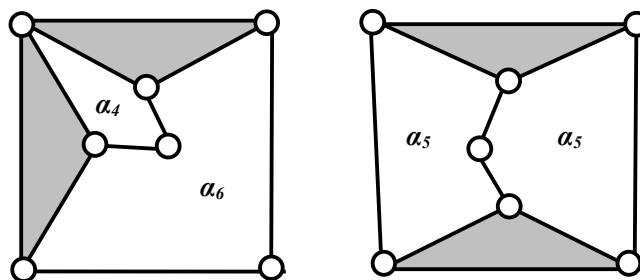


Рисунок – Шестизвенные цепи Грюблера с $\lambda_n \min = 4$.

Таким образом, понятие числа сторон λ позволяет находить отличия цепей Грюблера.

Библиографический список

1. Grübler M.F. Allgemeine Eigenschaften der Zwangläufigen ebenen

Kinematischen Ketten. – Civilingenieur, Berlin, 1883, №29. s167–200.

2. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов: Учебное пособие/ Новокузнецк, 1994 - 102 с.

УДК 656.13+164

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕРМИНАЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Покровская О.Д., Винокуров С.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Контейнерные грузоперевозки – один из самых надёжных и в то же время удобных видов транспортировки товаров на значительные расстояния, где приходится использовать большое количество видов транспортных средств. Перевозки груза контейнерами на сегодняшний день являются наилучшим способом доставить тот или иной груз конечному потребителю.

Сегодня наблюдается увеличение объёма перевозок грузов в среднетоннажных и крупнотоннажных контейнерах. Так, начиная с 2002 года, объем перевозок контейнерами в России ежегодно увеличивается и, по прогнозам аналитиков, будет расти как минимум до 2015 года. Этот рост обусловлен интенсификацией внутрирегионального и межрегионального товародвижения, активизацией импортно-экспортных отношений.

Для повышения эффективности товародвижения в данных условиях необходимо создание современной адекватной системы доставки, основу которой составят терминальные технологии транспортного обслуживания.

Цель работы: обосновать эффективность применения терминальных технологий доставки груза в контейнерах.

Задачи: 1) характеристика контейнерных перевозок; 2) определение понятия «грузовой терминал»; 3) определение основных технико-эксплуатационных показателей при организации перевозок через терминалы и по прямой схеме; 4) анализ результатов расчета; 5) определение экономической эффективности терминальных контейнерных перевозок.

Контейнерные грузоперевозки получили широкое распространение благодаря своему удобству и экономичности. Основные преимущества контейнерных грузоперевозок: 1) сохранность и неприкосновенность груза, 2) возможность использования нескольких видов транспорта при доставке (мультимодальная и др.схемы) за счет унификации типоразмеров контейнеров; 3) сокращение общего времени доставки; 4) сокращение расходов и дополнительных издержек на транспортировку; 5) возможность перевозить большое количество груза; 6) удобство выполнения перегрузочных операций.

Для перевозки контейнеров используют тралы и автопоезда. Преимущество автотранспорта в области контейнерных перевозок по сравнению с традиционным железнодорожным транспортом – отсутствие привязки к расписанию движения поездов и наличия железнодорожных путей.

Терминальные перевозки возникли за рубежом в смешанных системах доставки грузов в междугородном и международном сообщениях. Сущность терминальных технологий организации транспортно-распределительного процесса заключается в доставке грузов потребителю через сеть грузовых терминалов, на которых происходит накопление и переработка грузов и сервисное обслуживание грузопотоков. На терминале, как в центре распределения, совмещаются транспортные, складские и сбытовые функции.

Контейнерный терминал – это специальный комплекс сооружений и технических устройств при предприятии транспорта, предназначенных для выполнения логистических операций, связанных с приемом, перегрузкой, хранением, сортировкой контейнеров, а также коммерческо-информационным обслуживанием грузоотправителей, грузополучателей, перевозчиков и др. логистических посредников в перевозках.

Основными преимуществами использования контейнерного терминала являются: 1) высвобождение автомобилей меньшей грузоподъемности; 2) повышение производительности подвижного состава; 3) уменьшение числа водителей; 4) уменьшение количества автомобилей на линии; 5) уменьшение затрат на единицу транспортной продукции; 6) снижение себестоимости перевозки и продукции; 7) повышение конкурентоспособности на рынке транспортных услуг.

Схема выполнения грузовых операций на контейнерном терминале при использовании автомобилей-самопогрузчиков представлена на рис.1:

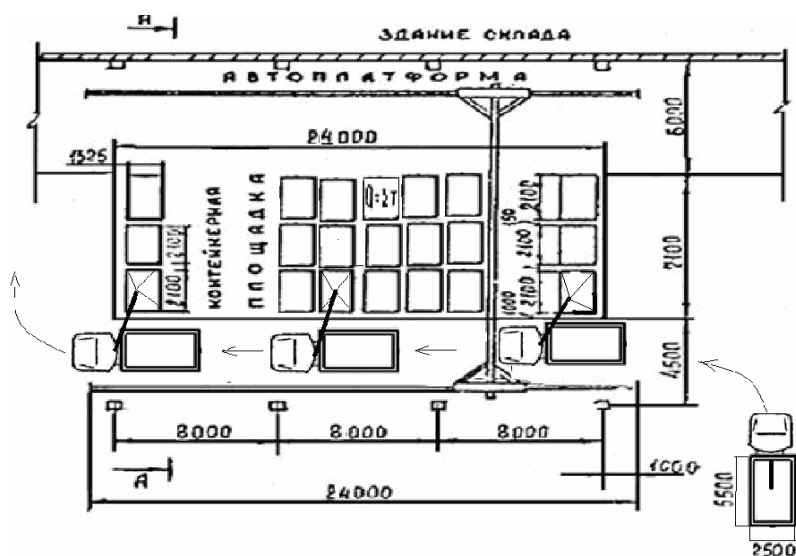
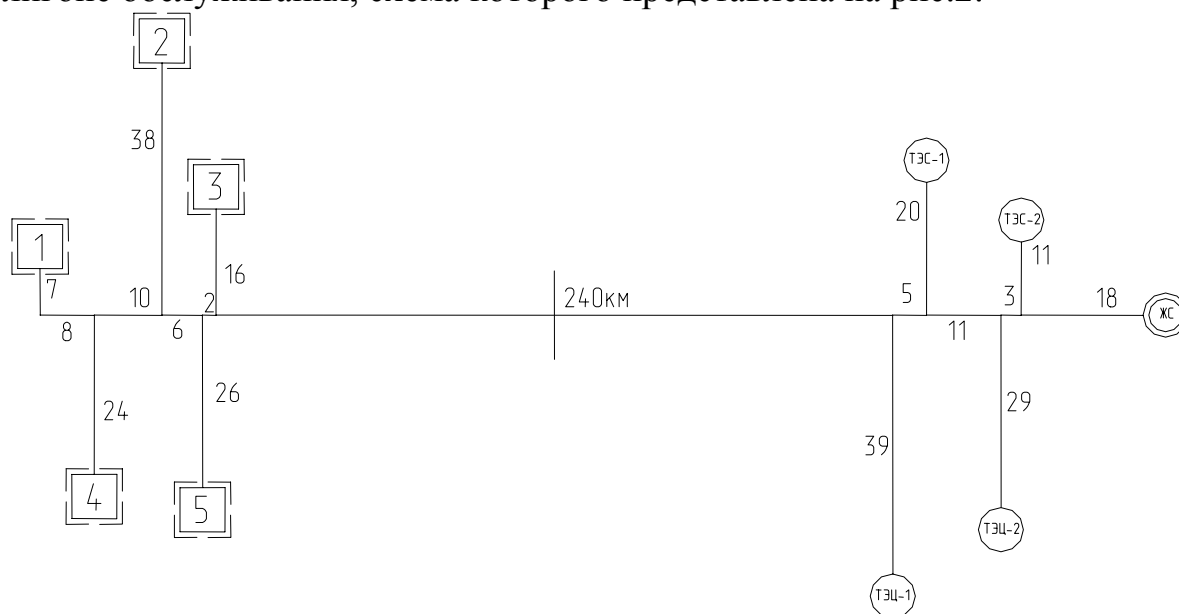


Рисунок 1 – Схема фронта погрузки/разгрузки

В данной работе рассматривается полигон обслуживания, который состоит из двух участков: Участок 1 (поставщики) и Участок 2

(потребители). Поставщики и потребители имеют свой склад, в котором хранятся контейнеры и подъездные пути, на которых осуществляются погрузо-разгрузочные операции (см.рис.1).

Определим эффективность перевозок контейнеров через терминалы на полигоне обслуживания, схема которого представлена на рис.2:



□ - поставщики груза

⊙ - крупный потребитель груза, железнодорожная станция

○ - потребители груза

┌ ┐ - поставщики 1-5 принадлежат одному извлекающему предприятию

Рисунок 2 – Схема полигона

Цифрами обозначены расстояния между пунктами в километрах

По существующим условиям грузодвижение осуществляется по прямой доставке контейнеров автомобилями ISUZU FORWARD с краноманипулятором TADANO. Погрузочно-разгрузочные и перегрузочные операции выполняются способом самопогрузки, что сокращает время нахождения автомобиля на грузовом фронте, упрощает сам процесс погрузки/разгрузки и позволяет экономить на грузовых средствах.

Результаты расчета основных технико-эксплуатационных показателей прямой доставки контейнеров (без использования терминальных технологий) представлены в таблице:

Таблица 1 – Основные технико-эксплуатационные показатели прямой доставки

| Маршрут | Длина маршрута, L_M , км. | Время движения, $t_{об}$, ч. | Время работы водителей, $t_{вод}$, ч. | Время грузовых операций, $t_{п-р}$, ч | Число оборотов, Z , об/сут | Число контейнеров, $q_{конт}$, ед | Количество автомобилей, авт/сут | Пробег автомобилей, $L_в$, км | Число оплачиваемых смен, $n_{см}$, смен/сут. |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------|--|--|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| 1 | 568 | 21,66 | 103,97 | 0,46 | 0,84 | 4 | 4,8 | 2815 | 13 |
| 2 | 596 | 22,36 | 53,66 | | 0,82 | 2 | 2,4 | 1475 | 6,7 |
| 3 | 608 | 22,66 | 56,65 | | 0,81 | 2 | 2,5 | 1566 | 7,1 |
| 4 | 592 | 22,26 | 109,1 | | 0,82 | 4 | 4,9 | 2991 | 13,63 |
| 5 | 604 | 22,56 | 56,4 | | 0,81 | 2 | 2,5 | 1556 | 7,1 |
| 6 | 618 | 22,91 | 114,55 | | 0,80 | 4 | 5 | 3182 | 14,3 |
| 7 | 562 | 21,51 | 51,62 | | 0,84 | 2 | 2,4 | 1393 | 6,45 |
| 8 | 574 | 21,81 | 51,62 | | 0,83 | 2 | 2,4 | 1422 | 6,45 |
| 9 | 558 | 21,41 | 51,38 | | 0,85 | 2 | 2,4 | 1383 | 6,42 |
| 10 | 586 | 22,11 | 106,13 | | 0,83 | 4 | 4,8 | 2901 | 13,27 |
| 11 | 596 | 22,36 | 53,66 | | 0,82 | 2 | 2,4 | 1475 | 6,71 |
| 12 | 614 | 22,81 | 111,77 | | 0,81 | 4 | 4,9 | 3099 | 13,97 |
| 13 | 610 | 22,71 | 224,83 | | 0,81 | 8 | 9,9 | 6221 | 28,1 |
| 14 | 558 | 21,41 | 51,38 | | 0,85 | 2 | 2,4 | 1383 | 6,42 |
| 15 | 598 | 22,41 | 109,81 | | 0,82 | 4 | 4,9 | 3020 | 13,73 |
| 16 | 582 | 22,01 | 105,65 | | 0,83 | 4 | 4,8 | 2882 | 13,21 |
| Итого | | | | | | 52 | 63,4 | 38764 | 176,56 |

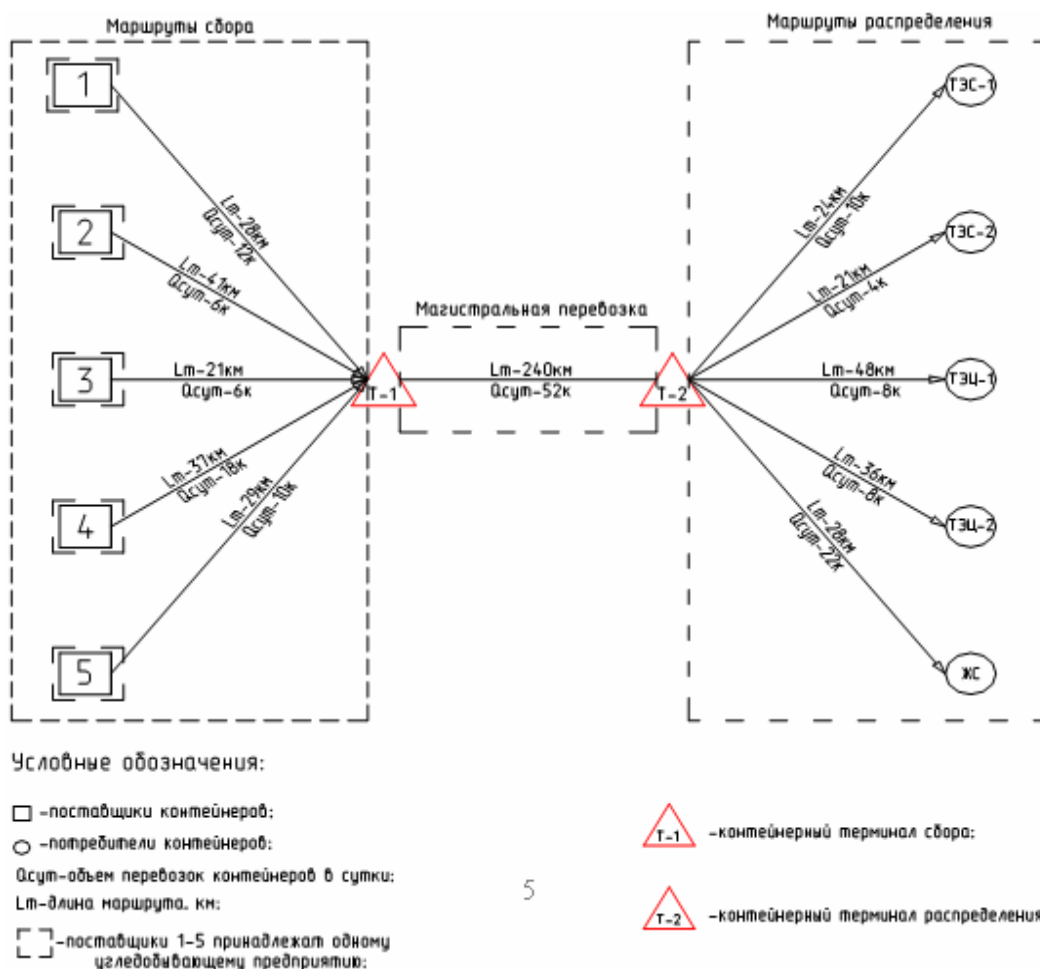
При прямом варианте перевозки контейнеров на полигоне автомобилем ISUZU FORWARD необходимо в сутки 63,4 автомобиля, 177 водителей и пробег составляет 38764 км.

Предлагается организовать перевозку контейнеров через терминалы с целью сокращения количества подвижного состава и суммарных затрат на перевозку. На полигоне создаются два терминала: 1-ый – терминал сбора груза у поставщиков (участок 1); 2-ой – терминал распределения груза потребителям (участок 2).

На маршрутах сбора и распределения (подвоз-развоз контейнеров на/с терминалы/ов) будут работать автомобили малой грузоподъемности – ISUZU FORWARD вместимостью 1 контейнер, а на межтерминальной доставке – большой грузоподъемности: по варианту 1 – автоконтейнеровоз модели 67186 на шасси КАМАЗ-63501 (вместимость 4 контейнера); по варианту 2 – автомобиль Kia Grantor (вместимость 6 контейнеров). Это целесообразно, так как высвобождаются автомобили меньшей грузоподъемности, повышается производительность подвижного состава, сокращается число водителей и количество автомобилей на линии,

следовательно, и суммарные транспортные затраты.

На рис. 3 представлена схема транспортных связей по полигону обслуживания по предлагаемой технологии грузодвижения:



5

Рисунок 3 – Схема транспортных связей по полигону обслуживания по предлагаемой технологии

Результаты расчета основных технико-эксплуатационных показателей доставки контейнеров через терминалы представлены в таблицах:

Таблица 2 – Основные технико-эксплуатационные показатели доставки контейнеров на (с) терминалы (-ов)

| Терминал | Маршрут | Длина маршрута, L_M , км. | Время движения, $t_{дв}$, ч. | Время работы водителя, $t_{вод}$, ч. | Число оборотов, Z , об/сут | Число контейнеров, $q_{конт}$ | Количество автомобилей, A , авт/сут | Пробег автомобилей, $L_в$, км | Число оплачиваемых смен, $n_{см}$, смен/сут. |
|--|---------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---|
| Т ₁ (маршруты сбора груза) | 1 | 56 | 1,4 | 1,4 | 17,14 | 12 | 0,7 | 39,2 | 0,12 |
| | 2 | 82 | 2,05 | 2,05 | 11,71 | 6 | 0,5 | 41 | 0,13 |
| | 3 | 42 | 1,05 | 1,05 | 22,86 | 6 | 0,3 | 12,6 | 0,04 |
| | 4 | 74 | 1,85 | 1,85 | 12,97 | 18 | 1,4 | 103,6 | 0,32 |
| | 5 | 58 | 1,45 | 1,45 | 16,55 | 10 | 0,6 | 34,8 | 0,11 |

Продолжение таблицы 2

| Терминал | Маршрут | Длина маршрута, L_M , км. | Время движения, $t_{об}$, ч. | Время работы водителя, $t_{вод}$ ч. | Число оборотов, Z , об/сут | Число контейнеров, $q_{конт}$ | Количество автомобилей A , авт/сут | Пробег автомобилей, $L_в$, км | Число оплачиваемых смен, $n_{см}$, смен/сут. |
|---------------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| Т-2 (маршруты распределения груза) | 6 | 48 | 1,2 | 1,2 | 20 | 10 | 0,5 | 24 | 0,08 |
| | 7 | 42 | 1,05 | 1,05 | 22,86 | 4 | 0,2 | 8,4 | 0,03 |
| | 8 | 96 | 2,4 | 2,4 | 10 | 8 | 0,8 | 76,8 | 0,24 |
| | 9 | 72 | 1,8 | 1,8 | 13,33 | 8 | 0,6 | 43,2 | 0,14 |
| | 10 | 56 | 1,4 | 1,4 | 17,14 | 22 | 1,3 | 72,8 | 0,23 |
| Итого | | | | | | 52 | 6,9 | 456,4 | 1,44 |

Таблица 3 – Основные технико-эксплуатационные показатели доставки контейнеров между терминалами (магистральная перевозка)

| Маршрут | Длина маршрута, L_M , км. | Время движения, $t_{об}$, ч. | Общее время, $t_{общ}$, ч. | Число оборотов, Z , об/сут | Число контейнеров, $q_{конт}$ | Количество автомобилей A , авт/сут | Время работы водителя, $t_{вод}$ ч. | Число оплачиваемых смен, $n_{см}$, смен/сут. | Пробег автомобиля, $L_в$, км |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| Вариант 1 | | | | | | | | | |
| Т-1→Т-2 | 480 | 11,37 | 24,86 | 0,97 | 52 | 13,4 | 239,32 | 30 | 6856 |
| Вариант 2 | | | | | | | | | |
| Т-1→Т-2 | 480 | 11,55 | 25,04 | 0,96 | 52 | 9,02 | 162,72 | 21 | 4167 |

Таблица 4 – Сводная таблица результатов расчета по вариантам

| Технико-эксплуатационные показатели: | Прямой вариант | Первый вариант | | | Второй вариант | |
|---|----------------|----------------|---------------|---|----------------|------------|
| | | ISUZU FORWARD | ISUZU FORWARD | автоконтейнеровоз КАМАЗ-63501, модель 67186 | ISUZU FORWARD | Kia Granto |
| Марка автомобиля | ISUZU FORWARD | ISUZU FORWARD | ISUZU FORWARD | автоконтейнеровоз КАМАЗ-63501, модель 67186 | ISUZU FORWARD | Kia Granto |
| Вместимость контейнеров, шт | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| Номинальная грузоподъемность, кг | 3000 | 3000 | 3000 | 12050 | 3000 | 18500 |
| Эксплуатационная скорость, км/ч | 40 | 40 | 40 | 45 | 40 | 45 |
| Инвентарное количество автомобилей, авт./сут. | 64 | 10 | 10 | 18 | 10 | 13 |
| Пробег за сутки, км/сут. | 38764 | 456,4 | 456,4 | 6856 | 456,4 | 4167 |
| Количество смен в сутки, см./сут. | 177 | 2 | 2 | 30 | 2 | 21 |

Таблица 5 – Сводная таблица результатов расчета экономических показателей по вариантам

| Экономический показатель | Прямой вариант (1 контейнер) | Первый вариант (1+4 контейнера) | | Второй вариант (1+6 контейнеров) | |
|--|---------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------|
| | Isuzu Forward | Isuzu Forward | автоконтанейнеровоз КАМАЗ-63501, модель 67186 | Isuzu Forward | Kia Grantor |
| Эксплуатационные расходы, Э, тыс. руб./год | 102 210 | 68 857 | | 52 181 | |
| Капитальные затраты, К, тыс.руб. | - | 121607 | | 108 203 | |
| Приведенные затраты, $P_{пр}$, тыс. руб. | 102 210 | 84 450 | | 65 165 | |
| Экономическая эффективность варианта, Э _ф % | | 17 | | 28 | |

Проиллюстрируем итоги расчета на рис.4:

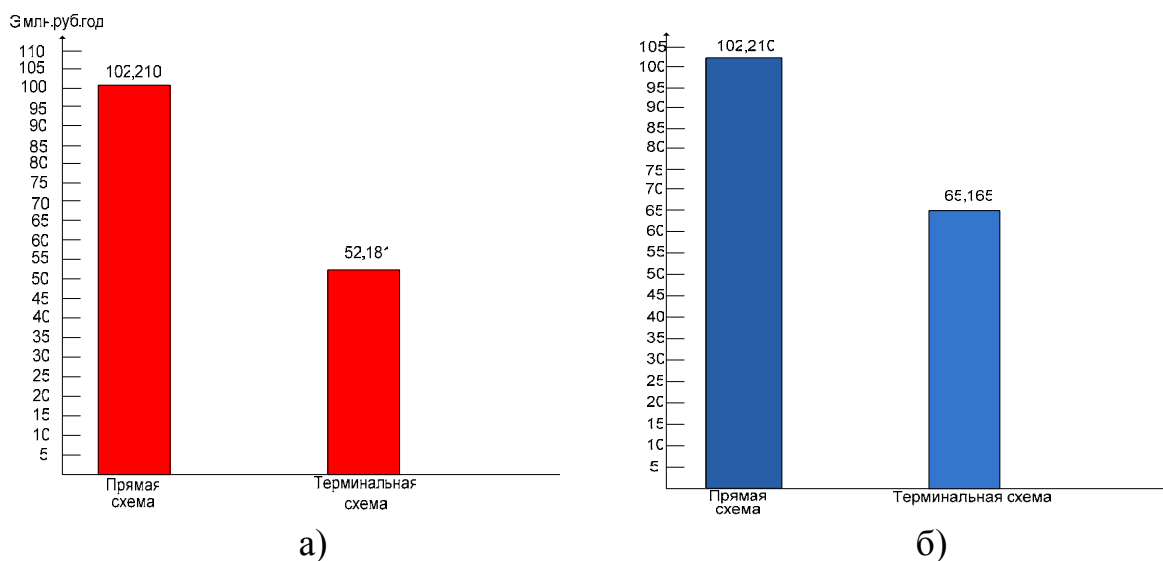


Рисунок 4 – Диаграмма изменения а) эксплуатационных затрат; б) приведенных затрат по вариантам транспортного обслуживания

Основные результаты работы заключаются в следующем.

1. В условиях интенсивного развития контейнерных перевозок и тенденций контейнеризации грузов требуется эффективная дистрибуция грузопотоков. Это вполне достижимо при создании накопительно-распределительных центров - грузоперерабатывающих терминалов.

2. Проанализирован ряд вариантов транспортного обслуживания:

Вариант существующий. Осуществляется перевозка контейнеров по прямой схеме от поставщика до потребителя без использования терминалов. Объем перевозок 52 контейнера в сутки, необходимо 177 водителей и пробег

автомобилей составляет 38764 км. Инвестиции отсутствуют. Задействованы 63 автомобиля-самопогрузчика ISUZU FORWARD грузоподъемностью 4 т.

Вариант 1. Терминальная доставка груза. Объем перевозок 52 контейнера в сутки, необходимо 32 водителя и пробег составляет 7312,4 км. Приобретаются автоконтейнеровозы модели 67186 на шасси КАМАЗ-63501 грузоподъемностью 14,5 т, в количестве 18 единиц, и сооружаются два терминала.

Вариант 2. Терминальная доставка груза. Объем перевозок от всех поставщиков ко всем потребителям 52 контейнера в сутки, необходимо 23 водителя и пробег составляет 4623,4 км. Приобретаются автомобили Kia Granta грузоподъемностью 18,5 т, в количестве 13 единиц, и сооружаются два терминала.

При этом стоимость строительства двух контейнерных терминалов по данным ЗАО «Евросиб-Терминал» составит 90 000 тыс. руб., а затраты на их содержание –25 % от стоимости строительства. Автомобили марки ISUZU FORWARD в количестве 53 единиц реализуются по остаточной цене.

3. Предложено передать накопительно-распределительные функции терминалам и использовать на расстояниях до 58 километров автомобили малой грузоподъемности, на больших – большей грузоподъемности. Перераспределение грузопотоков позволит более эффективно организовать доставку груза конечному потребителю.

4. Экономический эффект при использовании терминальных технологий составил 28% по наилучшему – второму варианту транспортного обслуживания в заданных условиях.

5. После внедрения терминалов был значительно уменьшен парк автомобилей за счет более рационального использования типа подвижного состава, снижены эксплуатационные и приведенные затраты.

УДК 656.073: 658.8

О МЕТОДИКЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СЕТИ (ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ)

Покровская О.Д.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Вопросы создания в регионах терминалов ставились в научной литературе и ранее. Например, в логистических исследованиях Л.Б.Миротина, А.М.Гаджинского, Ю.М.Неруша, В.С.Лукинского, В.А.Гудкова, В.М.Николашина, Б.А. Аникина, Т.А. Прокофьевой, К.Л. Комаровым, а также зарубежных ученых: Стока Д.Р., Ламберта Д.М.; Бауэрсокса Д. Д., Клосса Д. Д.; Шехтера Д., Линдерса М. Р., Шредер Р.

рассматриваются вопросы организации ЛНРЦ и построения на их основе логистикоориентированных систем дистрибуции.

Решаются же, как правило, эти задачи не комплексно, а отдельно: выбор количества терминалов, выбор их дислокации, выбор вида транспорта. Комплексность расчета заключается в возможности по его результатам определять экономический эффект как при использовании прямой и терминальной перевозки, так и при использовании монотранспортной и политранспортной доставки. Математической модели расчета параметров терминальной сети, выбора схемы доставки до сих пор не предложено.

Разработке методики проектирования терминальной сети региона также не уделяется должного внимания. Не находят своего отражения вопросы определения параметров терминальной сети. Вопросы выбора вида транспорта и вида доставки (моно- или политранспортная) для терминальной сети региона не изучены.

Анализ литературных источников показал также, что внимание уделяется, как правило, вопросам создания глобальных логистических систем в масштабе страны (макро-уровень) и логистических систем отдельных предприятий или городов (микро-уровень). Вопросы формирования региональных логистикоориентированных систем на мезо-уровне практически не рассматриваются. Не получила достаточно полной проработки проблема транспортно-экспедиционного обслуживания монорегионов на основе терминальных технологий, хотя в области терминально-логистических технологий доставки имеется научно-практический опыт.

Трудности, связанные с формированием терминальной сети, заключаются в фрагментарности проработки методологических, теоретических и практических вопросов в современных исследованиях, что не позволяет адаптировать их к изменяющимся требованиям участников грузодвижения к транспортно-экспедиционному обслуживанию. Кроме того, при проектировании следует учитывать специфику регионального производства, транспортное развитие, объемы спроса и предложения на региональную продукцию и ряд др. факторов.

В этой связи актуальной научно-практической задачей является концептуально-методическое обеспечение создания терминальной сети для транспортно-логистического сопровождения процессов грузодвижения региона (агломерации).

Задача комплексного формирования терминальной сети региона и определения ее основных параметров прежде не ставилась. Существующие методы не позволяют комплексно определять число и дислокацию терминалов в составе терминальной сети и наилучший вид (сочетание видов) транспорта для ее эффективного обслуживания. Известные методы поиска наилучшего месторасположения склада (метод пробной точки, центра тяжести, сетки и др.) имеют ряд допущений и ограничений, что снижает их

универсальность и объективность.

Методика формирования терминальной сети в регионе, выбора вида транспорта для ее обслуживания и определения числа и дислокации терминалов в составе терминальной сети отсутствует. Вместе с тем, от качества формирования терминальной сети региона зависит эффективность макрологистической системы страны в целом.

Введем ряд понятий.

Под логистическим накопительно-распределительным центром (ЛНРЦ), или грузовым терминалом понимается самостоятельный транспортно-грузовой специализированный комплекс сооружений и технических устройств, организационно и технологически взаимосвязанных и предназначенных для выполнения логистических операций по приему, погрузке-разгрузке, хранению, сортировке, грузопереработке, коммерческому и информационному обслуживанию перевозочного процесса на основе единого экономического, финансового, информационного, кадрового и нормативно-правового обеспечения.

Единое транспортно-экспедиционное пространство региона (ЕТЭП) – комплекс, включающий в себя терминальную сеть и транспортно-дорожную инфраструктуру, и обеспечивающий логистическим сопровождением региональное грузодвижение на основе эффективного управления процессами перевозок и взаимодействия видов транспорта. Пропуск грузопотоков, образуемых и поглощаемых в регионе, через терминальную сеть обеспечит высвобождение складских площадей промышленных предприятий, передачу всех распределительных, логистических и маркетинговых функций грузоперерабатывающим терминалам.

Терминальная сеть региона – совокупность взаимодействующих и централизованно управляемых узлов – терминалов (ЛНРЦ), обеспечивающая межрегиональную интеграцию и выходы на транспортные коридоры страны. Терминальная сеть создает материальную основу транспортной инфраструктуры агломерации, формирует условия для углубленной переработки сырья внутри региона. Терминальная сеть обеспечивает комплексное транспортно-экспедиционное обслуживание перевозок в границах ЕТЭП.

Создание ЕТЭП предполагает рациональное распределение грузовой работы между терминалами в зависимости от эффективности использования различных видов транспорта при работе по терминальной юни- и мультимодальной схеме. Работа региональной сети терминалов сократит площади складов у производителей; обеспечит ритмичность доставки, непрерывность транспортно-грузовых процессов, развитие политранспортного обслуживания потребителей и снижение времени хранения груза. Все это даст мультипликативный эффект в части развития городов, транспортно-дорожной инфраструктуры и рациональных транспортно-хозяйственных связей.

Идея формирования терминальной сети заключается в создании взаимоувязанных и образующих единое пространство обслуживания центров. В ЛНРЦ совмещаются транспортные, складские и сбытовые функции при предоставлении клиентуре полного набора сопутствующих услуг. По терминальной технологии доставка грузов потребителям идет через сеть грузовых терминалов, на которых происходит накопление и переработка грузов, сервисное обслуживание грузопотоков. Грузовые терминалы должны стать региональными фрагментами транспортной сети страны как грузонакопительные, грузоперерабатывающие и перевалочные комплексы. Терминал – важнейшее звено логистической цепи, мощный фактор организации и регулирования грузопотоков, эффективное средство управления запасами.

Основные задачи создания терминальной сети: 1) повышение согласованности работы различных видов транспорта при мультимодальных перевозках, формирование политранспортных систем в регионе; 2) организация качественного транспортного обслуживания потребителей; 3) сокращение длительности и стоимости перевозки грузов; 4) рационализация транспортно-хозяйственных связей; 5) квалифицированная подготовка грузовых партий, мониторинг потребностей, анализ рынков производства и сбыта, эффективное распыление товаропотоков по внешним и внутренним направлениям; 6) сокращение суммарной вместимости складов и время хранения груза; 7) ритмичность доставки, непрерывность транспортно-грузовых процессов, развитие взаимодействия видов транспорта, политранспортного сообщения.

Задачи терминалов состоят в обеспечении единства транспортного процесса, грузопереработки и временного складирования товаров при передаче грузов с магистрального транспорта на транспорт подвоза — развоза грузов и при других перевозках в мультимодальном сообщении. Располагаясь в пунктах стыка различных видов транспорта, терминалы играют роль транспортно-логистических узлов. Их работа обеспечит снижение запасов на складах предприятий и освободит последних от содержания складской инфраструктуры, что снизит в итоге совокупные затраты на хранение при грузодвижении.

Вариант числа терминалов – это возможное число терминалов в регионе (один единственный в регионе, два в регионе и т.д.) из всех назначенных. **Вариант дислокации терминалов** – это возможное размещение терминала (если он один в регионе) или узлов терминальной сети (если их несколько в регионе) (в соответствии с числом терминалов) из всех назначенных. **Вид транспорта** – это вид (сочетание видов) транспорта, средствами которого (которых) транспортное обслуживание варианта опорной терминальной сети (в случае терминальной доставки) или полигона (в случае прямой доставки) осуществляется с наименьшими затратами. **Вариант терминальной сети** – это одно из возможных сочетаний числа и дислокации терминалов. **Наилучший вариант терминальной сети** – это

сочетание числа и дислокации терминалов, и вида (видов) транспорта для их обслуживания, затраты по которому минимальны по сравнению с другими возможными вариантами.

К **пространственно-количественным параметрам** относится состав терминальной сети по числу и дислокации находящихся в ней узлов. К **транспортным параметрам** относится вид транспорта и вид транспортного обслуживания терминальной сети.

Расчетно-аналитическому аспекту рассматриваемого вопроса посвящены работы [3,4]. В данном исследовании ограничимся описанием принципа формирования терминальной сети по предлагаемой методике.

Для проведения расчета предлагается алгоритм принятия решений по количеству и дислокации ЛНРЦ на основе расчета и последующего анализа экономических показателей по методике пошагового принятия решений [4]. В результате принимается решение сразу в двух аспектах: пространственно-количественном (по числу и дислокации ЛНРЦ) и транспортно-организационном (по виду транспорта).

Предлагается методика пошагового решения задачи определения количества и размещения терминалов. В основу расчетной схемы положена оценочная модель. Оцениваются все варианты числа и варианты дислокации терминалов при организации терминальной сети: 1) по числу терминалов – от 1 до n в регионе; 2) по дислокации терминалов – вблизи: а) крупных городов и промышленно-транспортных узлов (рационализация сбора груза у поставщиков); б) пограничных пунктов выхода из области (рационализация дистрибуции груза потребителям); а также: в) сочетания терминалов, ориентированных как на сбор, так и на дистрибуцию груза.

Предварительно выбирается вариант числа и вариант дислокации узлов терминальной сети – ЛНРЦ. Эти варианты назначаются в крупных промышленно-транспортных узлах с учетом зон тяготения к ним как пунктов выхода из региона, так и грузообразующих и грузопоглощающих предприятий. Проводится секторное зонирование региона по зонам тяготения к терминалам предприятий. ЛНРЦ следует размещать в точках, где формирование грузовых партий происходит с минимальными транспортными затратами, и вблизи крупных городов для обеспечения соответствующей инфраструктурой и трудовыми ресурсами. ЛНРЦ могут обслуживаться политранспортно. Регион 1, в котором проектируется терминальная сеть; рассматривается подробно, с учетом реальных условий перевозок и дистрибуции груза. Остальные регионы обслуживания 2, 3 и др. рассматриваются в соответствии с гипотезой.

На рис. 1 представлен процесс комплексного расчета параметров терминальной сети и целесообразности ее создания в регионе по предлагаемой методике:

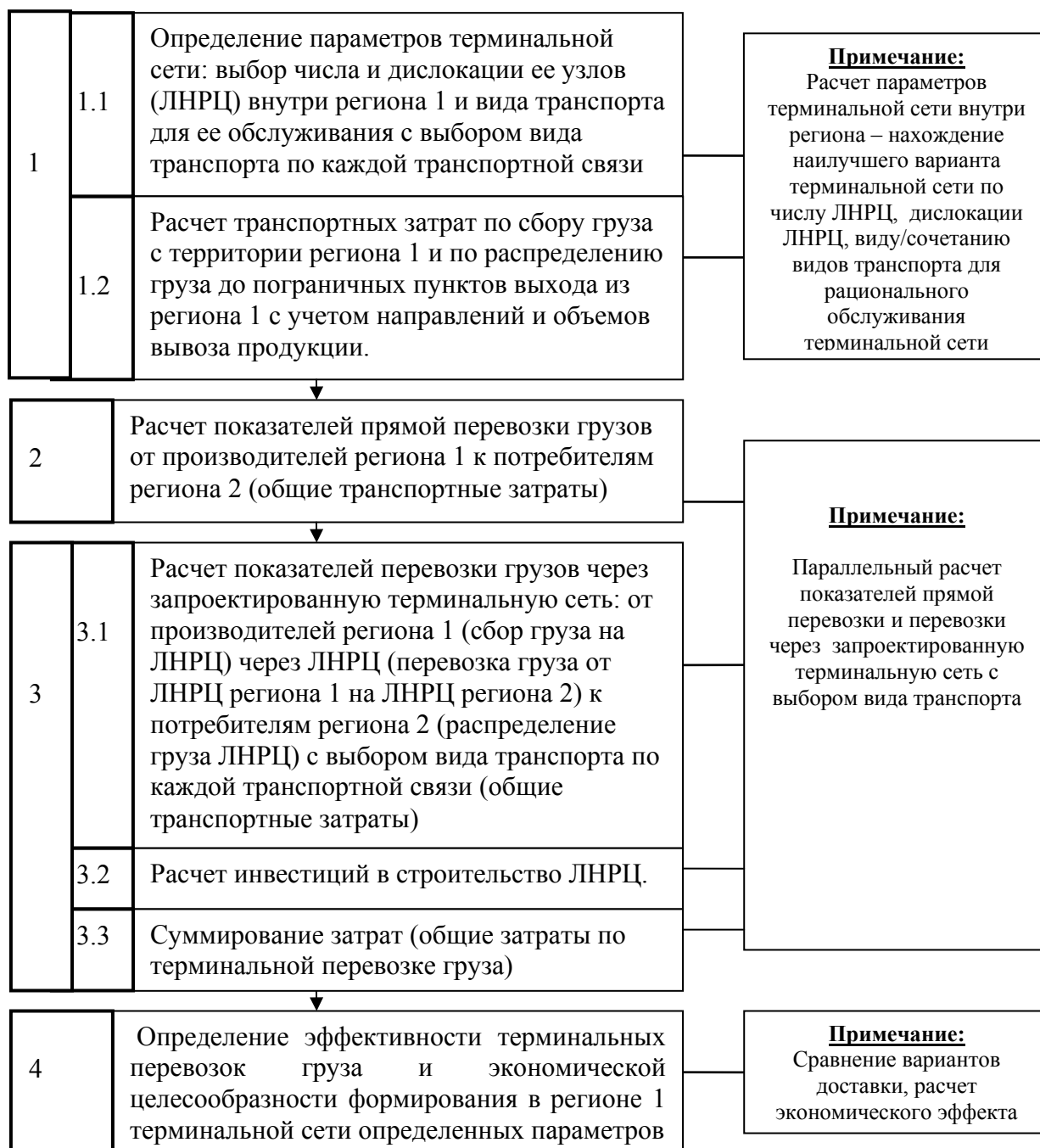


Рисунок 1 – Описание процесса комплексного расчета параметров терминальной сети в регионе

Процесс принятия решений таков: вводится блок исходных данных и назначается вариант числа и дислокации (по сектору или по ближайшему пункту выхода из региона) терминалов; проводится расчет транспортных затрат для автомобильного и железнодорожного транспорта. На основе анализа полученных результатов принимается промежуточное решение о целесообразности политранспортной доставки по сбору или дистрибуции груза по каждой транспортной связи.

Расчет повторяется для каждого назначенного варианта; по итогам всех расчетов принимается решение об эффективности применения того или

иного варианта (по числу и дислокации терминалов и по виду транспорта, средствами которого обслуживание перевозки будет иметь минимальные транспортные затраты). В качестве критерия выбора наилучшего варианта выступает минимум суммарных затрат. Расчеты проводятся параллельно по двум видам транспорта и по двум видам доставки. В итоге на выходе получаем ответ на вопрос: «целесообразна ли организация политранспортных перевозок груза через запроектированную терминальную сеть?»

В данной работе доказана актуальность разработки методики комплексного расчета параметров терминальной сети; кратко охарактеризованы задачи создания терминальной сети; разработана концепция методического обеспечения расчета для принятия экономически целесообразных решений по формированию терминальной сети определенных параметров в регионе.

Библиографический список

1. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): [Текст]. Учебник для транспортных вузов/Под общей ред. Л.Б. Миротина. - М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 448 с.

2. Сервис на транспорте: [Текст]. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Николашин, Н.А. Зудилин, А.С. Сеницына и др., Под ред. В.М. Николашина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.

3. Воскресенская Т.П., Покровская, О.Д. Методика и алгоритмизация принятия решений по формированию терминальной сети в регионе (на примере Кемеровской области). [Текст]. Вестник УрГУПС, № 3 (7). – 2010.

4. Воскресенская Т.П., Покровская, О.Д. Методика и алгоритмизация принятия решений по формированию терминальной сети в регионе (на примере Кемеровской области). [Текст]. Вестник УрГУПС, № 3 (7). – 2010.

УДК 656.073: 658.8

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГРУЗОДВИЖЕНИЯ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КУЗБАССА

Покровская О.Д.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Процессы межрегиональной интеграции и агломерации обострили проблемы несовершенства транспортно-логистических и распределительных систем регионов, затрудняющие схемы обслуживания потребителей.

Уменьшение партий отгружаемой продукции, усложнение транспортно-хозяйственных связей при их политранспортном обслуживании требуют организации в регионах страны терминальной сети как основы единого транспортно-экспедиционного пространства.

В настоящее время производители работают напрямую с потребителями продукции, число которых с разукрупнением промышленных предприятий возросло. Основная часть грузовых операций проводится на грузовых и складских комплексах, входящих в инфраструктуру предприятий. Их содержание повышает себестоимость готовой продукции и затрудняет дистрибуцию последней. Существующая система дистрибуции вызывает рост затрат на перевозку груза. Одним из способов сокращения затрат при грузодвижении является ориентация распределительной работы через сеть терминалов (логистических накопительно-распределительных центров) как рационально построенную систему дистрибуции региона.

Тенденции агломерирования регионов предполагают переход монорегионов с одного вида продукции на разнообразные ее виды. Это позволит, в свою очередь, сократить число городов мононаправленности.

Эффективная система дистрибуции и доставки грузов сформирует условия для развития «передельного» производства для монорегионов страны в целом и для Кузбасса в частности. Это достигается посредством сокращения времени и расстояний доставки грузов. От терминальной сети требуется не только обеспечить эффективную внутрирегиональную дистрибуцию и рациональное управление грузопотоками, но и обеспечить инфраструктурную подготовленность «выхода» продукции на рынки страны и мира.

Это обусловило актуальность данного исследования, целью которого является теоретическое обоснование создания терминальной сети в Кузбассе на примере угледобывающей промышленности.

Анализ современных литературных источников по логистике [1,2 и мн. др.] показал, что под **грузовым терминалом (логистическим накопительно-распределительным центром, далее – ЛНРЦ)** понимается самостоятельный транспортно-грузовой специализированный комплекс сооружений и технических устройств, организационно и технологически взаимоувязанных и предназначенных для выполнения логистических операций по приему, погрузке-разгрузке, хранению, сортировке, грузопереработке, коммерческому и информационному обслуживанию перевозочного процесса на основе единого экономического, финансового, информационного, кадрового и нормативно-правового обеспечения.

Единое транспортно-экспедиционное пространство региона (далее – ЕТЭП) – комплекс, включающий в себя терминальную сеть и транспортно-дорожную инфраструктуру, и обеспечивающий логистическим сопровождением региональное грузодвижение на основе эффективного управления процессами перевозок и взаимодействия видов транспорта. Единая система транспортного обслуживания будет выполнять функции

промежуточного звена как между поставщиками и потребителями региона, так и видами транспорта. ЕТЭП обеспечит комплексное развитие транспортной инфраструктуры, реализацию экономического потенциала региона, «запуск» инновационного механизма интенсификации внутри- и межрегионального грузодвижения и товарообмена.

Рыночное развитие экономики России привело к массовому сооружению и реконструкции складов. Однако формируются они стихийно. Не учитывается реальная потребность в них, не решается задача их позиционирования в транспортной системе региона по числу и дислокации, а также поиска взаимодействия различных видов транспорта для их обслуживания. Это делает невозможным рассматривать подобные комплексы как терминальную сеть. В результате затраты на транспортно-экспедиционное обслуживание перевозок в России выше уровня западных стран в 2-3 раза.

Непосредственно один терминал не решает проблемы дистрибуции. Необходим переход от фрагментарного подхода к управлению грузодвижением и от «стихийного» размещения складских инфраструктур к созданию пространства, объединяющего транспортное, экономическое, информационное и правовое поля грузодвиженческой деятельности региона, где терминал будет главным элементом. Основу этого пространства составит логистикоориентированная терминальная сеть.

Терминальная сеть региона – совокупность взаимодействующих и централизованно управляемых узлов – терминалов (ЛНРЦ), обеспечивающая межрегиональную интеграцию и выходы на транспортные коридоры страны. Терминальная сеть является системой распределения, адекватной мощностям и потребностям клиентуры в перевозках. Терминальная сеть создает материальную основу транспортной инфраструктуры агломерации, формирует условия для углубленной переработки сырья внутри региона. Задача терминальной сети – комплексное транспортно-экспедиционное обслуживание перевозок за счет рационального выбора вида (сочетания видов) транспорта и реализации доставки «точно вовремя» и «от двери до двери».

Среди существующих условий транспортно-экспедиционного обеспечения регионального грузодвижения можно отметить: 1) промышленные и транспортные предприятия работают разрозненно; 2) крупные производители работают напрямую с потребителями продукции; 3) в связи с ростом числа промышленных предприятий (за счет их дробления) растет число потребителей. Это вызывает усложнение транспортно-хозяйственных связей и задач дистрибуции, уменьшение партий отгружаемой продукции; 4) создание грузовых терминалов носит случайный характер. А изолированная работа региональных терминалов не обеспечивает развитие интермодальных перевозок и привлечение инвестиций, что подтверждается зарубежным опытом. Как следствие, они почти не влияют на качество транспортных услуг; 5) в условиях

разукрупнения грузовых партий вполне обосновано нежелание грузовладельцев создавать товарные запасы на каком бы то ни было этапе грузодвижения. В результате, при организации новых предприятий отсутствует возможность быстро сформировать транспортно-складскую инфраструктуру, предприятия вынуждены работать «с колес»; б) основная часть грузовых операций проводится на грузовых фронтах, входящих в инфраструктуру предприятий. Содержание производителем грузовых и складских комплексов повышает себестоимость продукции и затрудняет развитие конкуренции в сфере дистрибуции; 7) следствие самостоятельного решения производителями задач дистрибуции и доставки продукции – высокая доля издержек на распределение в себестоимости продукции.

Отсутствие в регионе грузовых терминалов и, как следствие, крупных транспортно-логистических операторов и финансовых вливаний в транспортно-складскую инфраструктуру приводит к «замораживанию» запасов продукции на складах предприятий, «торможению» развития логистики, неэффективному использованию подвижного состава.

Перечисленные обстоятельства свидетельствуют о необходимости применения грузоперерабатывающих терминалов в процессе доведения продукции до конечного потребителя для того, чтобы аккумулировать мощные промышленные грузопотоки, перерабатывать их, комплектовать партии и распределять их по направлениям и потребителям, освобождая от этих функций производителей и потребителей продукции.

Существующая в регионе складская инфраструктура не способна выполнять функции терминалов в силу того, что склады «привязаны» к конкретным промышленным предприятиям, к определенному виду транспорта и потому неполнодоступны. Так, немалая часть угольных предприятий «привязаны» к железной дороге, и не имеют необходимой инфраструктуры для работы с автомобильным транспортом, роль которого возросла не только при обслуживании мелкопартионных, но и крупных поставок. Этот факт требует поиска путей политранспортного обслуживания грузопотоков: автомобильным транспортом – на расстоянии перевозки до 300 км, железнодорожным – свыше 300 км.

В Кузбассе, как и в большинстве монорегионов страны, немалая часть грузообразующих предприятий ориентирована на преимущественное обслуживание железнодорожным транспортом. Данное обстоятельство привело, с одной стороны, к формированию мощной инфраструктуры железных дорог и складов, и, с другой стороны, к отсутствию развитой автотранспортной сети. Это затрудняет политранспортное обслуживание грузопотоков, что, в свою очередь, негативно отражается на эффективности перевозок и дистрибуции грузов. Примером такой ситуации является угольная промышленность Кузбасса (юг Кемеровской области). Именно на юге области сосредоточено большинство крупных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий.

Ввиду этого необходимо создание условий для развития

политранспортных систем доставки груза, выявления области эффективного применения различных видов транспорта при транспортном обслуживании добывающей промышленности. А это возможно только посредством работы транспорта и клиентуры с терминальной сетью.

В угольной промышленности терминалы могут быть созданы в непосредственной близости от угледобывающих предприятий на базе существующей инфраструктуры (обоганительные фабрики, крупные железнодорожные станции, транспортно-промышленные центры...). Приближение углеперерабатывающих предприятий к местам добычи угля: 1) сформирует гибкую систему дистрибуции и доставки, 2) ускорит оборачиваемость финансовых средств, 3) исключит наличие промежуточных складов, 4) обеспечит вывоз угольной продукции на внешнюю сеть в соответствии с требуемыми объемами, номенклатурой и качеством, 5) приведет к снижению затрат на содержание запаса и себестоимости угольной продукции, 6) обеспечит высокую конкурентоспособность региональной угольной продукции.

Работа ЛНРЦ обеспечит: для клиентуры – рациональную дистрибуцию готовой продукции, эффективное транспортно-складское обслуживание; для перевозчиков видов транспорта – снижение транспортной составляющей в стоимости грузодвижения; для региона – инфраструктурную подготовленность межрегиональной интеграции.

Грузовые терминалы будут работать на территории всего региона и обслуживаться преимущественно автотранспортом (короткие расстояния, мелкие грузовые партии). Это позволит перевести ряд связей в технологические и избавить грузовладельцев от излишних затрат на хранение грузов и выполнения логистических функций [3].

Размещение терминалов внутри региона, несмотря на то, что основные рынки сбыта промышленной продукции находятся в других регионах и за рубежом, объясняется следующим. Так, работа региональной сети терминалов сократит время хранения груза; обеспечит ритмичность доставки, сокращение запасов в обороте, непрерывность транспортно-грузовых процессов, развитие мультимодальных перевозок и политранспортного обслуживания потребителей. Все это даст мультипликативный эффект в части развития городов, инфраструктуры (строительство дорог, грузовых пунктов, контейнерных площадок...) и рациональных транспортно-хозяйственных связей. Кроме того, появится возможность именно в регионе перерабатывать сырье в готовую продукцию. Переработка угля внутри региона, в границах терминальной сети, повышает инвестиционную привлекательность как региона в целом, так и угольной промышленности в частности, обеспечивает создание дополнительных рабочих мест, повышает стоимость продукции, увеличение скорости доставки продукции угольной отрасли до конечного потребителя. В таких условиях перспективное развитие получает политранспортное обслуживание перевозок грузов угольной отрасли.

Таким образом, в данном исследовании на основе анализа транспортно-экспедиционного обслуживания потребителей угольной продукции теоретически обоснована необходимость формирования в регионе сети грузоперерабатывающих терминалов, указаны предпосылки и преимущества создания терминальной сети в условиях Кузбасса.

Все приведенные выше концептуальные положения в части функционирования терминальной сети могут быть использованы для построения и (или) совершенствования системы доставки и дистрибуции промышленной продукции в любом монорегионе страны.

Библиографический список

1. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): [Текст]. Уч. для транспортных вузов / Под общей ред. Л.Б. Миротина. - М.: Экзамен, 2003. – 448 с.
2. Сервис на транспорте: [Текст]. Уч. пособие для студ. Вузов / Под ред. В.М. Николашина. – М.: ИЦ Академия, 2008. – 272 с.
3. Воскресенская Т.П., Покровская О.Д. Инновационно-методологический подход к обоснованию создания в регионе сети терминалов как единого транспортно-экспедиционного пространства (на примере Кемеровской области). [Текст]. Транспорт Урала, № 1 (24). – 2010. – с.23-27.

VI. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. СЕРТИФИКАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 005.6:339

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Баранова М.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Сертификация в РФ актуализировалась начиная с 1992 г. С принятием Закона РФ «О защите прав потребителей», который в первые установил обязательность сертификации безопасности товаров народного потребления, гармонизируя с международной практикой подтверждения соответствия.

На протяжении последующих 10 лет сформировалась законодательная основа подтверждения соответствия различных видов продукции. В составе имущественных комплексов предпринимательской деятельности в соответствии с Гражданским кодексом РФ были две области регулирования качества: качество собственно продукции и качество технологических систем обращения с продукцией (так называемые системы качества) на различных этапах её жизненного цикла.

Основной смысл ФЗ «О техническом регулировании» перевод обязательных требований стандартов в правовую плоскость. При этом обязательные требования только к характеристикам безопасности продукции должны устанавливаться в новом виде законодательных актов — технических регламентах. Соответственно, обязательное подтверждение качества продукции необходимо производить только в отношении требований к безопасности, устанавливаемых в технических регламентах. ФЗ «О техническом регулировании» частично видоизменил предыдущую систему прав и обязанностей участников производственных отношений.

Для проведения сертификации пищевой продукции в рамках Системы сертификации ГОСТ Р заявитель направляет декларацию-заявку на проведение сертификации продукции в соответствующий аккредитованный орган по сертификации. При наличии нескольких органов по сертификации данной продукции заявитель вправе направить заявку в любой из них. Орган по сертификации продукции регистрирует заявку, рассматривает ее и сообщает заявителю решение, которое содержит все основные условия проведения сертификации, в том числе указывается, какая испытательная лаборатория будет проводить испытания продукции или какая экспертная организация, экспертизу продукции, схему сертификации, сроки проведения работы. Орган по сертификации также подготавливает договор на

проведение этой работы. Заявитель после ознакомления с условиями проведения сертификации и при согласии с ними заключает с органом по сертификации договор на ее проведение. При этом оговариваются условия оплаты проведения испытаний, непосредственно по договору заявителя с испытательной лабораторией или через орган по сертификации. Все расходы на проведение сертификации продукции, независимо от их результатов, оплачивает заявитель.

В декабре 2008 года вступил в силу Федеральный закон от 12.06.2008 № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию». Это первый технический регламент на пищевые продукты, введенный в России. Поэтому естественно, что вопросов по его внедрению очень много как у изготовителей, так и у органов по сертификации и контролирующих организаций. Основные положения нового регламента - более жесткие требования к показателям безопасности сырого молока и продуктов его переработки, их производству и технологическим процессам, маркировке, правилам нанесения этикеток на молочную продукцию, процедуре подтверждения соответствия (сертификации и декларированию), функциям органов контроля и надзора.

Кроме того, внедрение систем менеджмента качества (СМК) на производстве хотя и имеет положительную тенденцию, не сможет стать преобладающей практикой в ближайшие годы.

Необходимо учитывать и тот факт, что иностранный заявитель (не имеющий регистрации на российской территории) также лишен возможности принять декларацию о соответствии.

Весьма важно, что проект технического регламента содержит исчерпывающий перечень документов, которые должны быть представлены в орган по сертификации:

- регистрационные документы и реквизиты заявителя (данные о наименовании и местонахождении, копия свидетельства о регистрации, номер телефона, ИНН);

- наименование, общее описание и назначение (при наличии) продукции;

- копия национального стандарта или стандарта организации на продукцию - для отечественных изготовителей, копия международного стандарта или подробное описание продукции с указанием ее основных показателей, условий хранения, сроков годности - для зарубежных изготовителей;

- сертификаты соответствия и/или декларации о соответствии на сырье, компоненты, упаковочные материалы, используемые при изготовлении продукции;

- документы, подтверждающие, что на предприятии организован и проводится производственный контроль, а также что осуществляется контроль предприятия и его продукции со стороны уполномоченных государственных органов;

– другие документы, прямо или косвенно подтверждающие соответствие продукции установленным требованиям и способность предприятия производить безопасную продукцию с точки зрения санитарно - гигиенических требований;

– сертификат соответствия СМК изготовителя;

– товарно - транспортные документы, оформленные в установленном порядке, договор (контракт) на поставку продукции, сертификат происхождения продукции.

Таким образом сертификация продуктов питания, заявителю предоставляет 2 формы: декларирование и обязательная сертификация с целью оптимизации затрат. А наличие различных схем сертификации и декларирования дает возможность изготовителю выбрать оптимальный вариант для любой группы продукции.

Предусмотренные в проекте специального технического регламента процедуры подтвержден соответствия хорошо знакомы отечественным изготовителям, поэтому он обеспечивает преемственность нового законодательства по отношению к ранее действовавшему. Заложенные в проекте требования к организации производственного контроля на предприятиях изготовителях молочной продукции будут стимулировать эти предприятия к сертификации СМК, применению прогрессивных международных стандартов, что в конечном итоге будет способствовать повышению качества и безопасности их продукции.

УДК 658.345

СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Воденеева О.В.

Научный руководитель: академик, профессор Пушница Н.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В древности Сократ говорил, что «...здоровье – это не все, но все без здоровья – ничто». Актуальность рассматриваемой темы курсовой научно – исследовательской работы «Системы охраны здоровья и промышленной безопасности» обусловлена тем, что сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, безопасность производств и производственных объектов для окружающей среды, населения, имущества и иных объектов является предметом государственной политики РФ. Цель - исследовать проблемы промышленной безопасности и здоровья людей, являющиеся главнейшими проблемами, показать, как проводится построение системы промышленной безопасности в РФ.

Пункт 2 статьи 7 Конституции Российской Федерации гласит, что в

Российской Федерации охраняются труд и здоровье людей. В статье 37 Конституции Российской Федерации гарантировано право каждого на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. По оценке Международной Организации Труда ежегодно в мире происходит свыше 250 миллионов несчастных случаев на рабочих местах, результатом которых является временная или постоянная потеря трудоспособности. Иными словами, это - 685 000 несчастных случаев каждый день или 8 - каждую секунду. Ежедневно на рабочих местах погибает 3000 человек, т.е. каждую минуту происходит две трагедии. В настоящее время на каждом предприятиях РФ построена своя система охраны здоровья и промышленной безопасности. Областью применения, которой является - содействие защите работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов, исключению несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом, и профессиональных заболеваний на производстве. Построение систем охраны здоровья и промышленной безопасности в РФ основывается на: Конституции РФ; Трудовом Кодексе РФ; ГОСТ 12.0.230-2007 и OHSAS 18001:2007; Межотраслевых правилах по охране труда, правилах безопасности и других нормативные актах предусмотренные российским законодательством. В России бывшим Минтруда РФ создана и зарегистрирована Система сертификации работ по охране труда (ССОТ), предусматривающая сертификацию организаций на соответствие государственным нормативным требованиям по охране труда. На основе стандарта OHSAS 18001 был разработан российский национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Система стандартов безопасности труда. Требования к управлению охраной труда в организациях». Многие российские предприятия, в частности, работающие в сырьевом секторе, ориентируются на сертификацию создаваемых СМОЗБП, на соответствие стандарту OHSAS 18001. Такой сертификацией на российском рынке занимаются главным образом зарубежные органы по сертификации. В настоящее время, по имеющимся ограниченным сведениям, более десятка российских предприятий получили сертификаты соответствия OHSAS 18001. Современные предприятия в полной мере осознают свою ответственность перед обществом за сохранение жизни и здоровья людей, рассматривая деятельность в области ОТ, промышленной и пожарной безопасности, как неотъемлемую часть бизнеса и обязательное условие для достижения собственной миссии – стать самым эффективным предприятием в мире, которым сможет гордиться Россия. Цели предприятий в области ОТ, промышленной и пожарной безопасности: 1.Стремиться к нулевому риску травматизма и исключению аварийных ситуаций и пожаров. 2.Обеспечить безопасность и здоровье персонала на рабочем месте. 3.Предотвращать риск возникновения случаев профессиональных заболеваний.

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Галямина О.А.

Научный руководитель: профессор Пушница Н.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Системы экологического менеджмента (СЭМ) представляют собой, как указывается в стандарте ISO 14001:2004, часть системы общего менеджмента организации и используются для разработки и внедрения экологической политики и управления экологическими аспектами организации.

Базовым элементом создаваемых СЭМ является экологическая политика организации - совокупность основных принципов, намерений и обязательств организации, создающих основу для разработки собственных экологических целей и задач. Экологическая политика должна быть доступна всем заинтересованным сторонам.

Побудительными мотивами к сертификации СЭМ являются:

- получение конкурентных преимуществ;
- упорядочение процедур взаимодействия с контрольными и надзорными органами в области охраны окружающей среды;
- выполнение пожеланий организации-смежников;
- улучшение имиджа организации в глазах общественности;

Использование основных принципов, обязательств и намерений в экологической политике:

- минимизация отрицательного воздействия на окружающую среду;
- сотрудничество со всеми заинтересованными в экологических аспектах деятельности сторонами;
- доступность объектов и результатов экологической деятельности («экологическая прозрачность»);
- соответствие действующему природоохранному законодательству;
- участие всего персонала в экологической деятельности компании;
- достижение экономической эффективности осуществляемой экологической деятельности;
- рациональное использование ресурсов;
- предупреждение отрицательных воздействий на окружающую среду;
- обеспечение охраны здоровья и безопасности персонала и населения;
- последовательное улучшение во всех областях экологической деятельности;
- эффективное управление экологическими рисками.

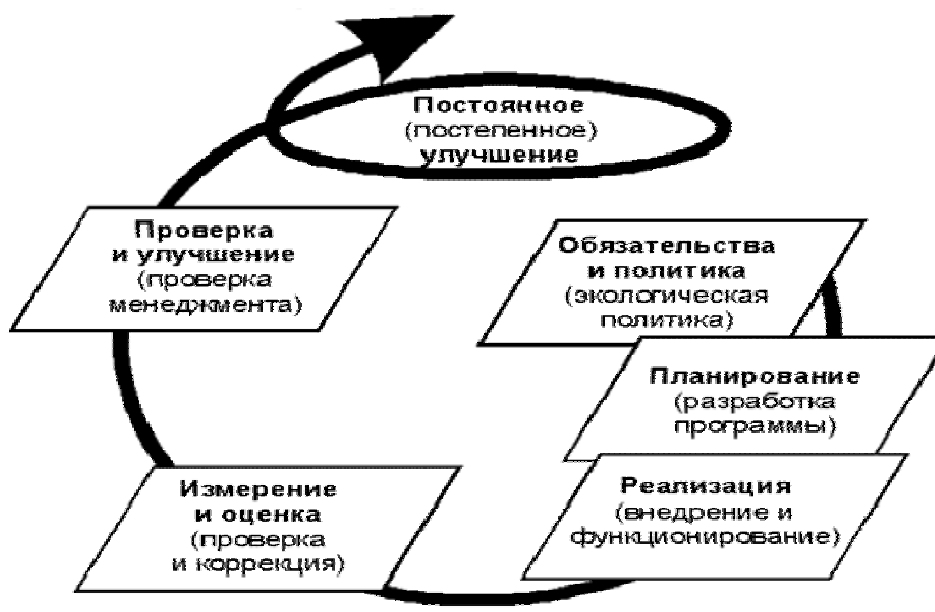


Рисунок – Основные принципы и элементы системы экологического менеджмента (EMS)

Существующая экологическая ситуация и тенденции ее изменения во многом определяются промышленным производством и хозяйственной деятельностью в целом. Несмотря на отдельные успехи и достижения, общая картина здесь продолжает ухудшаться, что ведет к дальнейшему развитию экологического кризиса в мире. Основная причина подобного положения заключается в низкой эффективности используемых механизмов экологического контроля и управления на промышленном производстве, преимущественно основанных на жестких административных методах и принуждении.

Все более очевидной становится необходимость поиска новых путей и подходов к решению экологических проблем промышленного производства. Основным из таких путей в мире общепризнан экологический менеджмент.

В самом общем виде и экологическое управление и экологический менеджмент можно определить как комплексную разностороннюю деятельность, направленную на реализацию экологических целей проектов и программ.

Проблема совершенствования отношений по природопользованию обусловлена экологическими трудностями экономического роста, а также ухудшением природных условий воспроизводства рабочей силы. Суть в том, что, во-первых, растут затраты совокупного труда на получение элементов природной среды, используемых в производстве; во-вторых, происходят большие потери общественного труда в результате нерационального использования сырья, материалов, топлива, составляющих элементы природной среды; в-третьих, возникает необходимость выделения значительного количества совокупного труда для ликвидации негативных последствий воздействия производства на природную среду; в-четвертых, возрастает дефицит природных условий производства.

Все это ставит на повестку дня вопрос о необходимости совершенствования экономического механизма защиты окружающей среды.

Деятельность в области экологического менеджмента уже на первых этапах своего развития (предотвращения воздействия на окружающую среду) способна приводить к существенным экономическим эффектам за счет рационального использования сырья, материалов, энергетических ресурсов; снижения потерь; повышения качества продукции; уменьшения брака; снижения экологических платежей и штрафных санкций; повышения производительности труда; уменьшения аварий и затрат на ликвидацию их последствий. Основные экономические выгоды предотвращения воздействия на окружающую среду и экологического менеджмента определяются разнообразными потенциальными преимуществами и дополнительными возможностями, связанными с подобной деятельностью.

Рациональное использование ресурсов не может не быть выгодным. Меньше добыча полезных сырьевых материалов, потребность в энергии, меньше нагрузка на природные комплексы при разработке полезных ископаемых, получении энергии и т.п. Наконец, больше достанется детям и внукам. К сведению потребителей: менее энергоемкая продукция может стать и более доступной по цене.

УДК 005.6

ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Симонова С.А., Максимова Е.В., Воденеева О.В., Шкиль Е.А.

Научный руководитель: профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Стандартизация образования вызвана необходимостью создания единого образовательного пространства в России, что позволит обеспечить равный уровень образования для всех выпускников образовательных учреждений.

Для определения сущности «образовательных услуг» можно обратиться к понятию «образование». Образование – это сложный процесс, цель которого – выпустить необычную продукцию: подготовленного специалиста. Следовательно, говоря о качестве образования, мы имеем в виду качество выпускника, его образованность, готовность к работе. Но возможно и другое понимание этого термина. В законе № 232-ФЗ «Об образовании» от 24.10.2007 г. сказано, что образование – это процесс обучения и воспитания. И в этом смысле качество образования – это качество организации учебного и воспитательного процесса. Поэтому качество образования в разных контекстах – это и качество специалистов,

которых выпускает система образования, и качество процесса, в ходе которого эти специалисты формируются.

Российская практика реализации законов осуществляется на основе правоприменности. Законодательство РФ не обеспечивает их качественного исполнения, так как законы не имеют прямого действия. Вследствие рождаются подзаконные акты, которые искажают законы. Необходимо создать цепочку, в которой стандарты на образовательные услуги будут реализацией ФЗ «Об образовании». И только тогда стандарты примут новое значение. Но новое, третье поколение законов направлено на компетентность, что даёт определённую свободу учебных заведений (до 50 %).

В настоящее время остались не стандартизированными такие аспекты, как:

1. Технология передачи знаний.
2. Процесс оценки остаточных знаний.
3. Неотработанная процедура мониторинга знаний
4. Нет стандарта на профессию, т.е. в этом должны участвовать сами работодатели.
5. Ни в одном нормативном документе не отмечено, что образовательные услуги должны быть прежде всего безопасными, включая безопасность жизни и здоровья и безопасности для имущества, что можно решить путём применения безопасного оборудования.
6. Конкурентоспособность выпускников.

Рассмотрим всё это подробнее. Основные задачи модернизации российского образования – повышение его доступности, качества и эффективности. Это предполагает не только масштабные структурные, институциональные, организационно-экономические изменения, но в первую очередь – *значительное обновление содержания образования*, прежде всего общего образования, приведение его в соответствие с требованиями времени и задачами развития страны.

Главным условием решения этой задачи является введение Федерального закона «О государственном стандарте общего образования». Вместе с тем по своей социально-педагогической сути данный стандарт – это, во-первых, обеспечение гарантий реализации конституционных прав ребенка на бесплатное полноценное общее среднее образование и, во-вторых, выражение возрастающей ответственности государства за повышение качества образования нации.

Представление образовательной услуги в формате рыночных отношений неизбежно приводит к понятию конкурентоспособности образовательной услуги.

Конкурентоспособность специалиста – это, во-первых, его способность соответствовать требованиям рынка труда, то есть, требованиям работодателя, рабочих мест, а также целям организации. Качества, обеспечивающие эту способность, позволяют специалисту претендовать на

определенное рабочее место (должность, вакансию), участвовать и побеждать (за счет конкурентных преимуществ) в конкурентной борьбе, оказавшись более привлекательным для работодателя по сравнению с соперниками и, в дальнейшем, обеспечивают стабильную востребованность данного специалиста на рынке труда.

При наличии определенной части нуждающихся в трудоустройстве выпускников есть студенты, которые уже «включились» в рыночные отношения, не ожидая получения диплома. Сейчас они имеют ряд преимуществ перед своими товарищами:

- получение профессионального опыта до окончания вуза;
- гарантированное трудоустройство.

Возможностей для формирования успешной профессиональной карьеры у молодых специалистов достаточно. Вопрос в том, как помочь выпускникам открыть и реализовать эти возможности, ведь не все могут/хотят воспользоваться ими.

Ситуация в сфере образования свидетельствует о том, что при использовании нерыночных механизмов в производстве и финансировании образовательных услуг государство становится неэффективным производителем, оно не несет ответственности перед обществом ни за образовательный процесс, ни за результат. То есть, если только стандартизировать аспекты в образовании, система может не работать. Технический регламент должен обеспечить обязательное выполнение таких аспектов в образовании, как:

- безопасность зданий и сооружений;
- безопасность лабораторного практикума;
- безопасность спортивных занятий;
- безопасность питания;
- безопасность электрических приборов и оборудования.

Реформа образования должна предусматривать построение таких экономических отношений, когда образовательные учреждения оказывают образовательные услуги, а государство приобретает их от имени общества как более компетентный потребитель, когда оно финансирует и контролирует и процесс, и результат деятельности образовательных учреждений. Иначе основные направления реформы российской системы образования (увеличение бюджетного финансирования, самостоятельность образовательных учреждений, рост эффективности затрат, повышение качества образования и т. д.) не будут реализованы.

Подводя итог нашей работы, хочется отметить, что отсутствие стандартизации образовательных услуг имеет огромное влияние на экономику. Для решения этой проблемы необходимо открыть узкие специализации в области стандартизации и сертификации, а в нашем случае создание стандартизации и сертификации образовательных услуг.

**ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ
ОРГАНА ПО СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА
КАЧЕСТВА В СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ИНДУСТРИАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

Тутынин А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кольчурина И.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На основании решения Ученого совета в Сибирском государственном индустриальном университете (СибГИУ) образовано новое структурное подразделение – орган по сертификации систем менеджмента качества «Западно-Сибирский сертификационный центр» (ОС СМК «ЗапСибСерт»).

Основная задача функционирования данной структуры – выполнение работ по подтверждению соответствия систем менеджмента качества (СМК) организаций требованиям национальных стандартов ГОСТ Р ИСО серии 9000 версии 2008 года. Итогом является выдача сертификата соответствия СМК организации в системе сертификации ГОСТ Р.

В современных условиях добровольная сертификация системы менеджмента качества организаций позволяет:

- повысить конкурентоспособность;
- увеличить шансы на победу при участии в тендерах, конкурсах, а также при заключении договоров и контрактов;
- повысить доверие со стороны инвестиционных компаний и, как следствие, увеличить объем инвестиций для развития мощностей и совершенствования производственных процессов;
- сформировать положительный имидж организации;
- обеспечить наиболее благоприятные условия выхода на мировой рынок [1].

В настоящее время крупные предприятия Кузбасса, в том числе металлургические гиганты, успешно сертифицировали и поддерживают в рабочем состоянии системы менеджмента качества на основе российских и международных стандартов ИСО серии 9000. В организациях среднего и малого бизнеса СМК либо внедрена, либо находится на стадии формирования. Следующим этапом развития СМК будет их сертификация с привлечением независимой организации – органа по сертификации систем менеджмента качества.

Выбор органа по сертификации зависит, в первую очередь, от его места расположения, стоимости услуг по сертификации, признания на рынке.

Территориальная отдаленность органа по сертификации СМК связана с дополнительными затратами организации-заявителя на оплату

командировочных расходов экспертов, которые обычно не включаются в стоимость работ по сертификации.

Привлечение для сертификации СМК организации, расположенной в регионе, позволяет сократить указанные затраты.

В настоящее время деятельность по сертификации СМК в регионах России развита неравномерно. Так, в Сибирском федеральном округе лидирует Красноярский край, в то время как в Кемеровской области, Алтайском крае, Иркутской области, республике Хакасия функционирует один орган по сертификации систем менеджмента качества либо нет совсем.

Поэтому открытие в г. Новокузнецке органа по сертификации СМК позволит удовлетворить имеющийся спрос на данный вид услуг.

Не менее важное значение имеет и квалификация экспертов – сотрудников органа по сертификации. В ОС СМК «ЗапСибСерт» эксперты по сертификации СМК и технические эксперты (специалисты по определенным видам экономической деятельности) – преподаватели специальных кафедр, уровень квалификации которых подтвержден Высшей аттестационной комиссией Минобразования, а также Регистром системы сертификации персонала Ростехрегулирования.

Опыт работы сотрудников ОС СМК «ЗапСибСерт» в области управления качеством, стандартизации и сертификации составляет около 10 лет с момента создания в СибГИУ системы менеджмента качества. С 1998 г. в университете ведется подготовка инженеров по специальности 200503 «Стандартизация и сертификация», с 2000 г. – инженеров-менеджеров по специальности 220501 «Управление качеством» [2].

Персонал ОС СМК «ЗапСибСерт» постоянно повышает свою квалификацию с целью поддержания высокого профессионализма и компетентности.

Самым важным фактором при выборе конкретного органа по сертификации является наличие у него соответствующей аккредитации на проведение сертификационных работ в заявленной области.

Основной задачей аккредитации является объективное подтверждение компетентности органа по сертификации в заявленной области, оценка профессионализма и квалификации его сотрудников, а также его технического обеспечения. Аккредитация служит гарантией обеспечения качества работы органов по сертификации [3].

В настоящее время подана заявка на аккредитацию ОС СМК «ЗапСибСерт» в Регистр систем качества Системы сертификации ГОСТ Р.

Библиографический список

1. Свиткин М.З. Менеджмент качества на основе стандартов ИСО серии 9000: содержание, проблемы, перспективы / М.З. Свиткин, В.Д. Мацута. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2008.

2. Менеджмент качества [Электронный ресурс]: Сибирский государственный индустриальный университет. – Режим доступа: <http://www.sibsiu.ru/index.php?show=stat&id=37>. – 25.04.2010. – Загл. с

экрана.

3. Сертификация систем управления качеством: учеб. пособие: в 2 ч. / Т.А Белых; Урал. гос. техн. ун-т. – Екатеринбург: УПИ, 2006. – Ч. 2: Аккредитация и качество аккредитации – 2006. – 56 с.: ил.

УДК 005.6:615.012.8

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Вавилова Ю.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В таких областях высокого риска, как медицинские изделия и фармацевтическая продукция, проводится обязательное подтверждение соответствия, которое дает уверенность в том, что продукция, попадающая в аптечную сеть, клинические учреждения и специализированные магазины, не представляет опасности для здоровья пациентов, обслуживающего персонала и общества в целом.

Лекарственные средства отечественного и зарубежного производства, зарегистрированные в установленном порядке и выпускаемые в обращение на территории Российской Федерации, подлежат обязательному подтверждению соответствия требованиям настоящего технического регламента.

Обязательное подтверждение соответствия лекарственных средств требованиям настоящего технического регламента осуществляется в форме принятия декларации о соответствии (далее – декларирование соответствия) или обязательной сертификации.

Форму обязательного подтверждения соответствия лекарственных средств требованиям настоящего технического регламента выбирает заявитель.

Не подлежат обязательному подтверждению соответствия лекарственные средства, изготавливаемые в аптечных учреждениях по рецептам врачей, требованиям учреждений здравоохранения, а также лекарственные средства, предназначенные для проведения клинических исследований или государственной регистрации в установленном порядке.

При декларировании соответствия лекарственных средств заявителем может быть юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, зарегистрированные в соответствии с законодательством Российской Федерации на ее территории.

Для подтверждения соответствия лекарственных средств требованиям настоящего технического регламента устанавливаются следующие схемы

декларирования соответствия:

1) принятие декларации о соответствии лекарственных средств требованиям настоящего технического регламента (далее – декларация о соответствии) на основании собственных доказательств;

2) принятие декларации о соответствии лекарственных средств на основании доказательств, полученных с участием третьей стороны.

Декларация о соответствии и входящие в состав доказательственных материалов документы хранятся у заявителя в течение трех лет со дня окончания срока действия декларации о соответствии. Второй экземпляр декларации о соответствии хранится в федеральном органе исполнительной власти, организующем формирование и ведение единого реестра деклараций о соответствии.

При подтверждении соответствия лекарственных средств требованиям настоящего технического регламента в форме обязательной сертификации заявителем может быть юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, зарегистрированные в соответствии с действующим законодательством, являющиеся изготовителем или продавцом.

Обязательная сертификация лекарственных средств осуществляется органом по сертификации, область аккредитации которого распространяется на лекарственные средства, на основании договора между заявителем и органом по сертификации по схемам, установленным настоящим техническим регламентом.

В зависимости от схемы обязательной сертификации проводится сертификация системы качества (производства). Сертификацию системы качества системы качества (производства) проводит орган по сертификации систем качества, определенный органом по сертификации продукции, либо сам орган по сертификации продукции, если сертификация систем качества входит в его область аккредитации. При положительных результатах сертификации системы качества орган по сертификации систем качества выдает сертификат на систему качества. Сертификат на систему качества может быть выдан организации-производителю лекарственных средств, как на всю выпускаемую продукцию, так и на отдельные ее виды, при условии соблюдения ею правил организации производства и контроля качества лекарственных средств.

Орган по сертификации проводит инспекционный контроль за сертифицированной продукцией в течение всего срока действия сертификата соответствия путем периодических испытаний образцов продукции и периодического контроля за системой качества, если это предусмотрено соответствующей схемой обязательной сертификации.

Для подтверждения соответствия лекарственных средств требованиям настоящего технического регламента устанавливаются следующие схемы обязательной сертификации:

1) обязательная сертификация партии (серии) продукции;

2) обязательная сертификация продукции с проведением испытания

типового образца продукции и инспекционного контроля за сертифицированной продукцией.

Идентификация лекарственных средств проводится при оценке соответствия продукции или в случаях, когда в информации о конкретной продукции содержится неполное описание продукции либо необходимо подтверждение ее достоверности.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением установленных настоящим регламентом требований к лекарственным средствам осуществляет Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития и Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей в части медицинских иммунобиологических препаратов.

Документы, подтверждающие соответствие лекарственных средств, выданные до вступления в силу настоящего регламента, действительны до истечения срока их действия.

Лица, виновные в нарушении требований настоящего регламента, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Из-за отсутствия взаимного признания процедур подтверждения соответствия между отдельными государствами, при пересечении границы необходимо все работы проводить заново. Каждое отдельное предприятие, планирующее расширить сферы своего бизнеса, должно самостоятельно пройти весь сложный путь, который предшествует выходу на зарубежные рынки. Необоснованные барьеры в торговле приводят к неизбежному удорожанию продукции, поэтому правовые организации разных стран работают над проблемами гармонизации законодательства, процедур подтверждения соответствия и стандартов.

УДК 005.6:615

ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

**Вальгер О.В., Кравчук К.О., Кравченко П.Д.
Научный руководитель: профессор Федотов В. М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Особенность стандартизации любого вида деятельности вытекает из целей стандартизации, определённых в Федеральном законе от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (в ред. от 30.12.2009 г.). Главными целями стандартизации медицинских услуг является повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан и обеспечение конкурентоспособности и качества услуг.

Повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан

достигается путём выполнения требований технических регламентов.

Нормативная база российской медицины представлена следующими документами:

1) Федеральный закон от 22.06.1998 № 86-ФЗ «О лекарственных средствах» (в ред. Федерального закона № 309-ФЗ от 30.12.2008).

Этот закон создает правовую основу деятельности субъектов обращения лекарственных средств, устанавливает систему государственных органов, осуществляющих правоприменительную практику в соответствии с данным Федеральным законом, распределяет полномочия органов исполнительной власти в сфере обращения лекарственных средств, регулирует отношения, возникающие в связи с разработкой, производством, изготовлением, доклиническими и клиническими исследованиями лекарственных средств, контролем их качества, эффективности, безопасности, торговлей лекарственными средствами и иными действиями в сфере обращения лекарственных средств.

2) Постановление правительства РФ от 26 января 2010 г. №29 «Об утверждении технического регламента о требованиях безопасности крови, её продуктов, кровезамещающих растворов и технических средств, используемых в трансфузионно-инфузионной терапии».

Данный технический регламент устанавливает:

- требования безопасности объектов технического регулирования;
- правила идентификации донорской крови и ее компонентов;
- правила и формы оценки соответствия объектов технического регулирования требованиям настоящего технического регламента;
- требования к упаковке и маркировке донорской крови и ее компонентов.

При выполнении требований, установленных данным техническим регламентом, обеспечивается необходимый уровень безопасности жизни и здоровья граждан.

3) Проект федерального закона № 286942-5 «Технический регламент «О безопасности изделий медицинского назначения».

В данный момент безопасность изделий медицинского назначения не регулируется федеральными законами.

17 февраля 2010 года в Российском союзе промышленников и предпринимателей (РСПП) состоялось совместное заседание Комиссии РСПП по индустрии здоровья и Комитета торгово-промышленной палаты РФ по предпринимательству в здравоохранении и медицинской промышленности по обсуждению проекта федерального закона № 286942-5 «Технический регламент «О безопасности изделий медицинского назначения», внесенного в Государственную Думу РФ 15 декабря 2009 года. Участники внесли большое количество замечаний и предложений к настоящему законопроекту. Было принято решение, что все предложения будут доработаны редакционной комиссией и на их основании будет сформирована Резолюция, которая будет направлена в Правительство

Российской Федерации, Государственную Думу ФС РФ, Минздравсоцразвития России, Минпромторг России.

Принятие настоящего технического регламента позволит установить на территории Российской Федерации единые требования безопасности и упорядочить меры государственного контроля (надзора), а также будет способствовать гармонизации норм российского законодательства с нормами Всемирной торговой организации.

В проекте федерального закона № 286942-5 технический регламент «О безопасности изделий медицинского назначения» в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды, обеспечения энергетической эффективности и предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, устанавливает:

- требования к безопасности изделий медицинского назначения;
- правила классификации изделий по степени потенциального риска применения;
- формы и схемы оценки и подтверждения соответствия изделий медицинского назначения требованиям данного технического регламента;
- требования к введению в обращение изделий медицинского назначения на территории Российской Федерации;
- требования к вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию изделий медицинского назначения;
- требования к мониторингу безопасности изделий медицинского назначения, находящихся в обращении;
- условия и порядок отзыва изделий медицинского назначения из обращения.

Приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирования) от 05.12.2006 № 288-ст и от 27.12.2006 № 341-ст соответственно утверждены два основополагающих национальных стандарта: ГОСТ Р 52600-2006 «Протоколы ведения больных. Общие положения» (взамен ОСТ 91500.09.0001-1999 «Протоколы ведения больных. Общие положения») и ГОСТ Р 52623-2006 «Технологии выполнения простых медицинских услуг. Общие требования» (взамен ОСТ 91500.01.0004-2000 «Технологии простых медицинских услуг. Общие требования»).

ГОСТ Р 52600-2006 «Протоколы ведения больных. Общие положения» устанавливает общие положения разработки протоколов ведения больных, определяющих объём и показатели качества выполнения медицинской помощи больному при определённом заболевании, с определённым синдромом или при определённой клинической ситуации. ГОСТ 52623-2006 «Технологии выполнения простых медицинских услуг. Общие требования» устанавливает общие положения разработки стандартов технологий выполнения простых медицинских услуг.

Применение национальных стандартов должно способствовать

решению задач, на которые направлены положения всех стандартов. К ним относятся: защита прав пациентов и медицинских работников; планирование объемов медицинской помощи и расчет необходимых затрат; проведение экспертизы и оценки качества медицинской помощи больным с определенным заболеванием, синдромом или в определенной клинической ситуации, планирование мероприятий по совершенствованию медицинской помощи; выбор оптимальных технологий профилактики, диагностики, лечения и реабилитации для конкретного больного.

Одним из направлений повышения конкурентоспособности и качества медицинских услуг является гармонизация национальных стандартов с международными. По уровню гармонизации стандартов мы сравнялись с Евросоюзом — это немногим более 40%, следовательно, в этом направлении ещё предстоит большая работа.

С каждым годом значение медицинских стандартов возрастает, это обусловлено необходимостью обозначения ведущих ориентиров в процессе совершенствования медицинской помощи, самоконтроля в деятельности медицинского работника, обеспечения защиты населения от некачественного медицинского вмешательства, формирования адекватного ресурсного обеспечения.

УДК 005.6:61

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Кравчук К.О.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Пожидаев Ю.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Современные условия функционирования российского здравоохранения, сложившиеся вследствие изменений в экономике нашей страны, определяются развитием рыночных отношений в области здравоохранения, дефицитом государственного финансирования, ростом стоимости медицинских услуг. Это, в свою очередь, привело к снижению качества медицинской помощи, потере ее доступности и нарушений, связанных с оказанием медицинской помощи.

Сегодня существует острая необходимость разработки и внедрения технических систем наблюдения за оказанием медицинских услуг, которые формируются на основе стандартизации. Разработка стандартных режимов лечения пациентов должна впитать в себя традиционные для отечественной медицины подходы к оказанию медицинской помощи. «Индивидуальность» такого лечения должна предусматривать возможные варианты, которые следует максимально обеспечить многофакторными стандартными формами,

с помощью которых как при «распознавании образов», врач должен выбрать свой, но в рамках стандартов, «образ» пациента.

Введение стандартов позволяет сформировать единые подходы к диагностике и лечению заболеваний, четко регламентировать деятельность медработников в соответствии с необходимым перечнем диагностики и лечения. Стандарт выполняет обучающую функцию для врача, является инструментом для контроля, с помощью него можно решать конфликтные ситуации, является информацией для пациентов.

Стандарты должны быть обязательными и едиными для всей страны. Это обеспечит право граждан на равное получение медицинской помощи на территории страны.

Стандарты могут устанавливаться в системе здравоохранения государства (например, стандарт профилактики, диагностики и лечения гипертонической болезни). В отдельном медицинском учреждении может быть также установлен тот или иной стандарт (например, стандарт моделирования и изготовления керамических реставраций, стандарт изготовления металлокерамических конструкций и т.п.). При этом учитываются индивидуальные обстоятельства рассматриваемого экспертизой лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), хотя и не может исключаться определенная доля субъективности. В то же время стандарты могут устанавливаться и извне, например, согласно специальной литературе, оценкам профессиональных общественных организаций врачей, задачам отдельных служб ЛПУ и т.п. Стандарты имеют преимущество в том, что они уже прошли испытания, но не всегда достаточно приспособлены к индивидуальным условиям. Внешние стандарты часто отсутствуют в практике, но и при их наличии должны приниматься во внимание специфические условия ЛПУ или его подразделения.

Качество медицинской помощи зависит от целого комплекса факторов: технологии диагностики и лечения, состояния пациента, профессионализма медицинского персонала и др.

В основе оценки качества медицинской помощи лежит стандарт. В решении Европейского регионального бюро (ЕРБ) ВОЗ было зафиксировано концептуальное положение о том, что качественной должна считаться медицинская помощь, соответствующая стандартам медицинских технологий при отсутствии осложнений, возникших в результате лечения, и пациент должен быть удовлетворен оказанной ему медицинской помощью.

Услуга, в том числе и медицинская услуга, – это категория сугубо экономическая. По существу, услуга – это нематериальный товар, удовлетворяющий определенные потребности. Это объект продажи в виде действий, выгод или удовлетворений. Нематериальные блага при этом реализуются и потребляются, и результат этот выражается во взаимодействии продавца и покупателя путем определения цены услуги. Следовательно, медицинская услуга – это результат деятельности всего медицинского учреждения как хозяйствующего субъекта, востребованный

пациентом.

Медицинские услуги – это наиболее сложный объект стандартизации. Они имеют ряд особенностей по сравнению с другими услугами: индивидуальный характер, врачебную тайну, информированное согласие, своевременность и условия оказания услуги (гигиенические, психологические и другие).

Пациент не должен задумываться о том, что медицинская услуга – это экономический термин, равно как и о том, что качественная медицинская помощь должна осуществляться в рамках определенного стандарта. Однако, получая от врача информацию о состоянии своего здоровья, о степени развития болезни и возможных результатах лечения, пациент формирует представление о возможных рисках и принимает решение о том, готов ли он дополнительно оплатить стоимость снижения риска.

Пока еще нет адекватного соответствия нормативной (стандартизированной) и фактической стоимости оказанных медицинских услуг, нет адекватного их измерения. А поскольку эти измерения пока субъективны, то создаются условия для возникновения ситуаций вознаграждения врачей за некачественные услуги или отсутствие мер воздействия на ЛПУ, особенно негосударственного сектора за низкое качество оказываемых медицинских услуг. Наличие сертификата у врача, к сожалению, не гарантирует стандартного (приемлемого) уровня качества медицинской помощи потребителям. Необходима разработка системы мер воздействия на производителей услуг низкого качества в рамках государственного регулирования рынка.

На практике нередки случаи оказания медицинской помощи неудовлетворительного качества, последствием которой может явиться безрезультатное лечение или причинение вреда жизни и здоровью пациента. В этом смысле некачественное лечение, в том числе и вследствие врачебной ошибки, оказанное с отклонением от принятых стандартов качества, равнозначно причинению вреда, что может стать основанием для привлечения медицинских работников к ответственности.

В нашей стране число случаев врачебных ошибок в медицинской практике огромно. Только часть из них попадает в СМИ. В качестве примера можно привести несколько таких ошибок, взятых по данным Информационного Агентства «REGNUM».

В январе 2010 года в прокуратуру одного из районов Алтайского края обратилась женщина по поводу некачественного оказания медицинской помощи ее маленькому сыну во время новогодних праздников. 21 декабря 2009 года ребенок поступил в детское отделение больницы с диагнозом ОРВИ.

В результате некачественного оказания медпомощи 30 декабря мальчик в тяжелом состоянии был переведен в отделение реанимации, в котором находился до 6 января. После прохождения курса лечения он был выписан из лечебного учреждения.

В ходе проверки доводы, изложенные в обращении, нашли свое подтверждение. Были выявлены серьезные недостатки в организации оказания медицинской помощи в праздничные и выходные дни в отделении анестезиологии-реанимации больницы, а именно: нарушена преемственность дежурных врачей-реаниматологов, записи в медицинской карте недостаточно информативны. Также недооценена степень тяжести состояния пациента врачом-реаниматологом, что привело к недостаточному объему помощи при ухудшении состояния. Имело место нарушение медицинской этики, подчеркивают в прокуратуре.

Другой случай произошёл в Челябинской области. В мае 2009 года житель города Карабаша почувствовал сильную головную боль и вызвал по телефону скорую помощь. Фельдшер скорой помощи оказала первую медицинскую помощь больному, но госпитализировать его отказалась за отсутствием показаний. Через три часа мужчина почувствовал себя хуже, его супруга пыталась вновь вызвать медицинских работников по телефону, но они так и не прибыли к больному.

Ночью мужчина был доставлен в городскую больницу сменившимся фельдшером скорой помощи в бессознательном состоянии. На следующий день он скончался от отека головного мозга.

Прокурором города в адрес исполняющего обязанности главного врача городской больницы внесено представление об устранении нарушений законодательства и привлечении виновных лиц к ответственности, которое находится на рассмотрении.

В 2008 году Мировой суд Кабардино-Балкарии рассмотрел уголовное дело по обвинению врача-педиатра в неоказании помощи 13-летнему мальчику, повлекшем по неосторожности его смерть.

По данным следствия, педиатр одной из больниц республики отказалась госпитализировать пациента, находящегося в тяжелом состоянии. Подростку стало плохо 3 марта 2008 года. Его родители вызвали «скорую помощь», но приехавший фельдшер, сделав мальчику укол, объяснил, что «сейчас уже поздно и врачей в больнице не застать». Но мать отвезла сына в районную больницу, где врач назначила ему амбулаторное лечение от аллергии и отправила домой.

Состояние ребенка ухудшалось. Утром его срочно госпитализировали в Центр по профилактике и борьбе со СПИД, а на следующий день подросток скончался от осложнений в результате скарлатины.

Сегодня для того, что бы уменьшить число ошибок при производстве медицинских услуг, следует внедрять инновации, разрабатывать современные стандарты диагностики и лечения заболеваний.

Несмотря на важность глобальных целей нашей медицины, особое значение сегодня имеет решение проблем качества медицинской помощи населению, и как отдельное направление - снижение числа врачебных ошибок.

С каждым годом значение медицинских стандартов возрастает, это

обусловлено необходимостью обозначения ведущих ориентиров в процессе совершенствования медицинской помощи, самоконтроля в деятельности медицинского работника, обеспечения защиты населения от некачественного медицинского вмешательства, формирования адекватного ресурсного обеспечения. В результате активной деятельности по стандартизации медицинской помощи как у нас в стране, так и за рубежом за последние десятилетия разработаны и внедрены сотни и тысячи различных стандартов.

УДК 005.6:656.079

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ОКАЗАНИИ ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ

Вастьянова А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Особенностью туристского продукта является динамизм его изменения и связи с постоянным изменением потребительского спроса. Это оказывает существенное влияние на планирование, контроль, управление транспортированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе туристской деятельности в процессе производства и доведения до потребителя туристского продукта, а также передачи, хранения и обработки соответствующей информации. Изучением совокупности и оптимизации этих потоков в современной науке занимается логистика. Подключение отечественных туристских рынков к международной туристско-экскурсионной сфере представляет собой довольно сложный организационно-технический и экономический процесс, требующий не только разнообразных знаний в области туризма и профессионализма в туристско-экскурсионной деятельности, но и умения пользоваться новыми прогрессивными методами обработки и передачи-приема материальных и информационных потоков. И как свидетельствует мировой опыт конкурентной борьбе за рынки сбыта турпродукта, сегодня завоевывает тот, кто умело пользуется основополагающими разработками и рекомендациями логистики, владеет ее методами и принципами.

Применительно к туризму можно дать следующее определение логистики. Логистика – наука о планировании, контроле и управлении операциями, совершаемыми в процессе формирования тура, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего, а также в процессе передачи, хранения и обработки соответствующей информации.

Объектами логистического управления и контроля в туризме

становятся процессы формирования, продвижения и реализации туристского продукта, а также связанных с ними финансовых и информационных потоков.

Исходя из концептуальных положений логистики к основным функциям по нашему мнению, можно выделить:

- оперативный анализ, контроль и управление процессами формирования, продвижения и реализации туристского продукта, а также стратегического планирования и прогнозирования деятельности туристских организаций;

- оперативная передача (прием) необходимого объема и качества информации в заданное время и в нужное место;

- оперативный контроль за движением (перемещением) туристов и туристического продукта;

- интеграция обособленно функционирующих информационных систем туристической инфраструктуры (локальные сети, региональные сети, трансконтинентальные сети, и др.) единую логистическую информационную систему;

- на основе анализа и прогнозирования развития негативных тенденций в туристской сфере, расчет и организация финансового буфера на случай наступления экономического форс-мажора;

- обеспечение проведения селекторных совещаний, видеоконференций, симпозиумов и т. п. работников и представителей туристских организаций в местном, региональном и глобальном масштабах.

На конкурентоспособность туристской индустрии оказывает влияние менеджмент организации, который должен включать логистический подход на региональном уровне с учётом:

- 1) природные условия мест отдыха (путешествия);

- 2) имеющейся материальной база и инфраструктура обслуживания: (гостиницы, бары, рестораны, ночные клубы, казино, спорткомплексы, бассейны, сауны, бани и т. п.);

- 3) предоставляемые транспортные услуги;

- 4) используемые ресурсы культурного наследия и гостеприимства.

Успеху туризма в регионе способствуют фольклорные праздники («Масленица», «Иван Купала» и фестивали.

- 5) ценам на туры, их соответствию уровню услуг и обслуживания; ценовым скидкам для отдельных категорий граждан, сегментации потребителей (молодежь, студенты, люди третьего возраста, спортсмены, богатые и не очень и т. п.), т. е. ориентации на потребности определенных групп населения.

В связи с этим в современных условиях возникает необходимость обеспечения быстро развивающейся туристской отрасли профессионально подготовленными кадрами, владеющими современными методами логистического менеджмента.

О СЕРТИФИКАЦИИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Шкиль Е.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Пожидаев Ю.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На рынке присутствуют множество товаров как высокого, так и низкого качества. Защитить потребителя от недобросовестности производителя и продавца некачественной продукции призвана сертификация.

Молоко и молочные продукты – жизненно необходимые продукты питания. Молоко – единственный продукт питания в первые месяцы жизни человека. Исключительно важное значение оно имеет и в питании взрослого. Для ослабевших и больных людей молоко является незаменимой пищей.

Поэтому вопрос качества и безопасности пищевой продукции был и остаётся важнейшим в деятельности организаций, которые работают в сфере стандартизации, аккредитации и испытаний продукции.

В соответствии с законом от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании» *сертификация* – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров. [1]

Сертификация в общепринятой международной терминологии определяется как подтверждение соответствия.

Подтверждение соответствия на территории Российской Федерации может носить добровольный или обязательный характер.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации, которая проводится по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Она может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, сводам правил, системам добровольной сертификации, условиям договоров. [1]

Обязательное подтверждение соответствия проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие требованиям технического регламента.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах:

- принятия декларации о соответствии;
- обязательной сертификации.

При декларировании соответствия заявителем может быть юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, либо являющиеся изготовителем или продавцом. Срок

действия декларации о соответствии и обязательной сертификации определяется техническим регламентом.

Декларирование соответствия осуществляется по одной из следующих схем:

– принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;

– принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств, доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной испытательной лаборатории.[1]

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем, которая проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом. Срок действия сертификата соответствия определяется соответствующим техническим регламентом. [1]

Согласно Федеральному закону от 12 июня 2008г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» (в дальнейшем – техрегламент) *молочная продукция* – продукты переработки молока, включающие в себя молочный продукт, молочный составной продукт, молокосодержащий продукт, побочный продукт переработки молока. [2]

Все национальные стандарты в отношении молока и молочной продукции, процессов их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации применяются в добровольном порядке в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании».

Сертификация молока и молочных продуктов проводится на соответствие техрегламенту. Техрегламент предъявляет требования к безопасности, упаковке, маркировке; требования к специальным технологическим процессам при производстве, хранении, перевозке и утилизации; требования к продуктам переработки молока; требования организации мойки и дезинфекции производственных помещений и оборудования; требования к функционально необходимым компонентам, используемые при производстве продуктов переработки молока, а также требования к продуктам детского питания на молочной основе и процессам их производства и другим аспектам производства молочной продукции.

Сертификация молочных продуктов проводится органами по сертификации, аккредитованными на проведение сертификации в данной области.

Первым этапом и сертификации, и декларирования является идентификация молока и молочных продуктов, чтобы определить, подпадает ли продукт под действие нового технического регламента. Идентификация производится по трем основным параметрам: органолептическим, микробиологическим и физико-химическим свойствам, т.е. анализу подлежат вкус, цвет, запах, содержание составных частей молока в молоке, количество микроорганизмов и так далее. Если все это соответствует стандартам, продукт подлежит обязательной сертификации или

декларированию соответствия.

Согласно новому регламенту в молоке и продуктах из него не должно быть никаких примесей, вредных веществ, вроде токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов. Всяческие ароматизаторы и пищевые добавки также не допустимы. Кроме того, в новом документе введены определения всех видов молочных продуктов.

Необходимым условием для выдачи сертификата соответствия на партию молока и молочных продуктов является ветеринарное свидетельство, а на серийно вырабатываемую продукцию – наличие ветеринарного заключения (акта или регистрационного ветеринарного удостоверения), выданных государственной ветеринарной службой в установленном порядке. [3]

На лицевой стороне каждой упаковки (пакета или бутылки) товаропроизводитель должен четко указать наименование молока или молочной продукции, наименование и место нахождения изготовителя этой продукции, товарный знак изготовителя этой продукции, состав продукта, применяемые добавки и консерванты, категорию, к которой он относится, а также условия хранения, срок годности, срок хранения и дату изготовления, обозначение стандарта, нормативного или технического документа, в соответствии с которыми произведена такая продукция, необходимые предупредительные надписи или манипуляторные знаки – «Беречь от солнечных лучей», «Ограничение температуры», «Беречь от влаги». [4]

В этой связи вся молочная продукция российских предприятий должна получить сертификаты. Сертификаты соответствия может выдавать только организация, которая получила Аттестат аккредитации органа по сертификации, который имеет свой срок действия и подписан руководителем Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Их наличие помогает покупателям в компетентном выборе продукции и является определенной гарантией ее доброкачественности.

Сертификация молочной продукции на соответствие техническому регламенту является обязательной для всех видов молочной продукции.

Молоко и молочные продукты, реализуемые на территории Российской Федерации, подлежат обязательному подтверждению соответствия требованиям настоящего Федерального закона в форме принятия декларации о соответствии или обязательной сертификации.

Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании».
2. Федеральный закон Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».
3. Сертификация продуктов и услуг розничной торговли: Правила сертификации. Гос. регистрация систем сертификации и знаков соответствия. Требования к инф. для потребителей товаров: Законодат. и др.

нормат. акты; Образцы документов. – М.: «Ось-89», 2000. – 159с.

4. Сертификация пищевых продуктов и продовольственного сырья/ ИКЦ «Тест-Принт», Центр испытаний и сертификации, ЗАО «ГИОД». – Санкт-Петербург: Тест-Принт, 1999г. – 138с.

УДК 005.6:613.2

СЕРТИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ

Доронкин Д.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Нохрина О.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Современные условия развития рынка, а, следовательно, и конкуренция между производителями, ставят перед руководством предприятий актуальные проблемы повышения спроса на свою продукцию, роста ее привлекательности среди потребителя. Позитивный имидж предприятия, гарантия высокого качества производимого товара – сильные преимущества в конкурентной борьбе за потребителя и стабильное положение на рынке. Такие преимущества дает процедура сертификации товара или услуг организации. Сертификация получила широкое распространение, стандарты сертификации признаны практически всеми странами мира.

Цели и принципы сертификации

Сертификация продукции – это деятельность по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям. Сертификация может иметь добровольный и обязательный характер. Обязательная сертификация является методом объективного контроля качества продукции, а также средством госконтроля за безопасностью продукции.

Основными целями сертификации являются:

– создание условий для деятельности организаций и предпринимателей на едином товарном рынке РФ, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;

– содействие потребителям в компетентном выборе продукции; защита потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);

– контроль безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;

– подтверждение показателей качества продукции, заявленных изготовителем.

Для достижения указанных целей сертификации должен быть решен ряд важных задач, к числу которых относятся:

– создание систем сертификации однородной продукции путем установления правил сертификации продукции с учетом ее производства, поставки, требований международных систем и соответствующих соглашений;

– определение номенклатуры обязательных показателей: безопасности для потребителя и окружающей среды, совместимости и взаимозаменяемости, введение их в стандарты и другие виды нормативных документов;

– аккредитация действующих испытательных лабораторий, а также создание и аккредитация новых;

– подготовка и аккредитация экспертов;

– разработка требований к стандартам и другим нормативным документам, применяемым для сертификации продукции, процессов и услуг;

– модернизация стандартизированных методов испытаний, в том числе экспресс - методов, отвечающих требованиям международных стандартов;

– установление порядка проведения обязательной и добровольной сертификации;

– международное и региональное сотрудничество в области сертификации, заключение двухсторонних соглашений о взаимном признании результатов сертификации.

При проведении сертификации необходимо руководствоваться следующими принципами:

– наличие законодательной основы сертификации (Законы РФ «О сертификации продукции и услуг», «О защите прав потребителей» и др.);

– гармонизация правил и рекомендаций по сертификации с действующими международными, региональными и национальными системами сертификации других стран;

– компетентность и независимость органов по сертификации, обеспечивающие объективность и достоверность подтверждения соответствия продукции установленным в нормативных документах требованиям;

– добровольность заявителя при выборе органа по сертификации, если функционирует несколько органов по сертификации одной и той же продукции;

– открытость системы сертификации для участия в ней предприятий, учреждений и организаций независимо от форм собственности, признающих и выполняющих ее требования.

Сертификация продукции – процесс подтверждения её соответствия, посредством которой независимая от изготовителя (продавца, исполнителя) и потребителя (покупателя) организация удостоверяет в письменной форме, что продукция соответствует установленным требованиям. Сертификация осуществляется независимыми от изготовителя или продавца организациями, аккредитованными соответствующими министерствами и

ведомствами. Официальным документом, письменно подтверждающим, что сертифицируемая продукция полностью соответствует принятым или установленным государством требованиям к качеству и безопасности продукции, является сертификат соответствия. Его может выдать уполномоченный Орган по сертификации на основании имеющихся и/или подготовленных документов, в том числе: протоколов испытаний, заключений СЭС, технических описаний продукции и технических условий, уставных документов, договоров и пр.

Продовольственная безопасность – одна из основных составляющих социальной и экономической безопасности страны. В последние годы традиционные пищевые технологии уступили место новым, которые характеризуются:

- сокращением производственного цикла за счет снижения пассивных процессов;
- увеличение выхода готового продукта за счет повышения доли вносимой воды;
- имитации свойств, характерных традиционным параметрам, за счет использования пищевых ароматизаторов;
- сокращение доли основного сырья за счет замены дешёвыми, например, соевыми, сывороточными жирами.

Перечисленные плоды прогресса привели к тому, что пищевые продукты не всегда характеризуются высоким качеством и потенциально могут иметь риск причинения вреда.

Установлено, что большинство вредных веществ в организм человека поступает именно с пищевыми продуктами, а вышеперечисленные факторы обостряют ситуацию с обеспечением безопасности и качества пищевой продукции.

Поэтому из всех объектов технологического регулирования пищевые продукты занимают особое место, и производство их является одной из важнейших сфер экономики страны, которая призвана решать задачу удовлетворения потребностей населения страны в безопасных и качественных продуктах питания.

УДК 005.6:504.06

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ

Харина Д.В.

Научный руководитель: Кичигина О.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

За последние годы и на российских предприятиях возросло внимание к проблеме защиты окружающей среды. Вопросы экологии, как и качества

продукции, становятся ведущими направлениями в политике предприятий. Этим вопросам уделяется немало внимания, но экологическая напряженность в стране обусловлена природозатратным уклоном национальной экономики, ориентированной на материалоемкие технологии добычи и переработки полезных ископаемых. Такая экономика оказывает повышенное давление на окружающую среду, вследствие чего вопросы эффективного управления природопользованием и корректного экологического сопровождения хозяйственной деятельности в нашей стране весьма актуальны.

Среди международных документов, устанавливающих принципы обеспечения безопасности, важную роль играют стандарты ИСО серии 14000 «Системы управления окружающей средой», в основном принятые в России в качестве национальных стандартов. Их использование в организациях считается весомым доказательством надлежащей практики ведения бизнеса, а сертификация систем управления окружающей средой организаций на соответствие этим документам является способом достижения преимуществ в конкуренции.

Следует заметить, что стандарты ИСО серии 14000 ориентированы на количественные параметры (объемы выбросов, концентрация опасных веществ и т.п.) и не на технологию (требование использовать или не использовать определенные технологии). Стандарты не содержат никаких абсолютных требований к экологической эффективности, за исключением того, что организация должна объявить о своих стремлениях соответствовать требованиям национальных природоохранных законодательных актов и регламентов.

Российские и международные стандарты ИСО серии 14000 носят добровольный характер, создание и внедрение СУОС по этим стандартам в организациях и на предприятиях РФ способствуют обеспечению перехода России к устойчивому развитию благодаря повышению эффективности природоохранной деятельности предприятий и организаций и рационального использования ими природных ресурсов. К настоящему времени СУОС внедрены на десятках предприятий в различных регионах России.

Создание СУОС является недостаточным. Эффективность функционирования системы должна быть оценена независимой (третьей) стороной, другими словами – сертифицирована и зарегистрирована в соответствующем реестре. Сертификация СУОС – один из основных рыночных инструментов, регулирующих деятельность организации. Более того, создание и сертификация СУОС – обязательное требование при ведении бизнеса, что подтверждается высоким темпом роста числа выданных сертификатов соответствия требованиям стандарта ИСО 14001.

Для создания экономически эффективных программ в помощь бизнесу постоянно разрабатываются и совершенствуются экологические инструменты. Одним из наиболее используемых является экологический менеджмент. Системы экологического менеджмента (СЭМ), построенный на

основе стандарта ИСО 14001, все шире признаются во всем мире. Обусловлено это положительным эффектом от ее использования для компании: развитие системы управления, налаживание внутри- и внешнеорганизационных связей, уменьшение рисков, улучшение имиджа компании и пр. В сертификации СЭМ существует ряд существенных выгод: использование сертификата в маркетинговой политике, возможность ее продвижения на новых международных рынках, удовлетворение требований потребителя в отношении «экологичности» продукции и компании, ее производящей. Одной из наиболее распространенных мотиваций внедрения и последующей сертификации СЭМ является желание компаний завоевывать позиции на международных рынках, а расширение деятельности – большое подспорье в конкурентной борьбе.

Сертификация невозможна без предварительного «строительства» СЭМ. Не рассматривая вопрос эффективности внедрения и сертификации СЭМ, можно выделить ряд ее косвенных конкурентных преимуществ: улучшение контроля и управления производственными процессами, повышение качества производимой продукции (и услуг), снижение ресурсных затрат на единицу продукции, а следовательно уменьшение себестоимости продукции, повышение квалификации персонала за счет обязательного (в рамках СЭМ) обучения, что создает основу для дополнительной мотивации, а значит ведет к повышению ответственности, сознательности работников и улучшению качества выполняемой работы.

Вопросы планирования в рамках СЭМ и системы менеджмента профессиональной безопасности и охраны труда основываются на оценке риска нанесения вреда здоровью и окружающей среде. Исследователи отмечают, что в вопросе интеграции на промышленном предприятии наиболее подходят друг другу системы ИСО 14001:2004 и OHSAS 18001:2007, целесообразно выбирать единые подходы при разработке методики идентификации экологических аспектов и опасностей для здоровья персонала, с последующей их оценкой. Экологические аспекты представляют собой риски для окружающей среды, а опасности несут риск для здоровья персонала.

Для промышленных предприятий наиболее эффективным способом для успешного развития и последовательного улучшения всех аспектов деятельности является проведение правильной политики в области качества, промышленной безопасности, охраны труда, здоровья и окружающей среды. Инструментом реализации такой политики на гидроэнергетических предприятиях может служить внедрение интегрированных систем менеджмента, которые в обязательном порядке должны включить требования МС ИСО серии 14000 и OHSAS. Эти стандарты успешно применяются как на Российских, так и на зарубежных предприятиях. Например, широкое применение эти стандарты нашли на предприятиях гидроэнергетики Таджикистана. Гидроэнергетические предприятия могут всецело опираться на требования МС ИСО 14001 в части разработки,

внедрения и поддержания в рабочем состоянии документированных процедур регулярного мониторинга и измерения основных характеристик тех операций, которые могут оказывать воздействие на окружающую среду. Данные процедуры включают в себя документирование информации для мониторинга параметров работы, применяемых мер оперативного контроля и соответствия целевым и плановым экологическим показателям организации. Правильное осуществление природоохранных мероприятий способствует достижению целевого экологического показателя в развитии гидроэнергетики.

Одной из самых важных проблем безопасного и устойчивого развития является организация мониторинга, прогнозирования и раннего предупреждения стихийных и техногенных катастроф. Следовательно, эффективная система управления окружающей средой подразумевает правильную оценку экологического состояния объектов гидроэнергетики, которая является важным фактором при мониторинге как на действующих гидроэлектростанциях, так и на стадии проектирования. Правильное осуществление природоохранных мероприятий способствует достижению целевого экологического показателя в развитии гидроэнергетики.

В последние годы ведущие промышленные компании мира демонстрируют существенные результаты в области уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду при одновременном увеличении объемов производства, снижении удельных расходов сырья и материалов, экономии энергоресурсов, повышении качества продукции. Эти достижения в большой степени обусловлены функционированием на предприятиях систем экологического менеджмента. Россия, как и все мировое сообщество, вступает в период новой цивилизации: появились новые экологические концепции. Вопросы экологии, как и качества продукции, становятся ведущими направлениями в политике предприятий.

В России, как и за рубежом, в настоящее время активно ведутся работы по внедрению на предприятиях современных экологических систем менеджмента, которые открывают путь к экономическому развитию организации. По данным Общественного Регистра на середину 2009 года было зарегистрировано около 100 таких предприятий по всей России.

В качестве примера приведен «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат». В конце мая 2004 г. прошел сертификационный аудит СЭМ на соответствие требованиям стандарта ИСО 14001:1996. ОАО «Ураласбест» - один из крупнейших производителей и поставщиков в России и за рубежом хризотил-асбеста. Уральский асбест сегодня экспортируют в десятки стран Европы, Азии, Африки, Южной Америки, стран СНГ. Конкурентоспособность продукции, притягательность и открытость предприятия поддерживает не только система менеджмента качества (СМК), но и СЭМ. Аудит был проведен сертификационным органом Евросерт-Урал, предоставляющем услуги по лицензионному соглашению с членом международной сети по сертификации IQNet. Система

экологического менеджмента ОАО «Ураласбест» была признана эффективной, приспособленной к гибкому и оперативному решению вопросов охраны окружающей среды в масштабах города, области и предприятия.

Система экологического менеджмента позволяет:

- разработать собственную экологическую политику;
- идентифицировать экологические аспекты и определить их значимость;
- идентифицировать требования законодательных и нормативных актов;
- разработать программу внедрения экологической политики;
- адаптироваться к изменяющимся обстоятельствам;
- получить дополнительные экономические выгоды в результате признания деятельности предприятия в области охраны окружающей среды со стороны потребителей, поставщиков, населения и общественности.

Последовательное применение требований, возможности эффективного внедрения и бесперебойного функционирования, где важную роль играет документация и управление ею, а также своевременное проведение проверок позволяют связать экологические цели и задачи с определенными финансовыми результатами и таким образом обеспечить наличие ресурсов там, где они принесут наибольшую выгоду как в финансовом, так и в экологическом плане.

УДК 005.6:339

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ТОРГОВЫХ УСЛУГ

Шутенко М., Галямина О., Новиков Г.

Научный руководитель: профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В последние годы наметилась тенденция к расширению применения международных стандартов ИСО серии 9000 в различных сферах услуг, таких как общественное питание, полиграфические услуги, торговля, услуги автосервис и др. В Системе сертификация МАК «СоВАСК» впервые в России были сертифицированы системы качества услуг ряда московских и ресторанов и торговой фирмы г. Москва.

Особый интерес стали проявлять ведущие зарубежной компании к сертификации систем качества организаций, продвигающих их продукцию и услуги на российский рынок. Это позволяет обрести большую уверенность в надежности партнерской деятельности российских организаций-дилеров. В основном дилерами зарубежных компаний выступают небольшие (малые) предприятия.

Распространению стандартов ИСО 9000 в сфере услуг способствовала

разработка в 1991 г. ИСО 9004-2 «Общее руководство качеством и элементами системы качества часть 2: Руководящие указания по услугам». Этот стандарт содержит рекомендации, конкретизирующие положения ИСО 9004-1 «Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 1: Руководящие указания» применительно к сфере услуг.

Качество услуги рекомендуется понимать как синтез таких показателей, как качество используемых для производства услуги технических средств и других материальных объектов, а также уровень предлагаемого клиенту сервиса. Причем, последний показатель является решающим в оценке клиентом качества обслуживания на фирме.

Требования к качеству услуг могут задаваться национальными стандартами, нормативно-техническими документами международных, в том числе профессиональных организаций, а также в рамках систем качества действующих на фирмах.

Процесс управления качеством в сфере услуг рассматривается как составная часть деятельности по предоставлению услуги, надежно гарантирующая постоянное соответствие услуги требованиям спецификаций полное удовлетворение запросов пользователя, что достигается путем контроля за показателями процесса предоставления услуги и корректировкой деятельности, позволяющей поддерживать их в пределах установленных допусков.

В системах качества (сертификация Казань) выделяются следующие компоненты, подлежащие постоянно контролю: планирование процесса управления качеством, распределение ответственности за предоставление услуги, утверждение нормативно-технической документации (спецификаций), оценка и учет степени удовлетворения пользователя.

Руководство фирм сферы обслуживания должно распределять ответственность за предоставление услуг, постоянно учитывая фактор управляемости качества и оценки услуг пользователем.

Предоставление услуги пользователю предполагает утверждение спецификации на способы услуги, контроль за ее соблюдением и коррекцию процессов при возникновении отклонений. В этой связи деятельность по управлению качеством включает наблюдение и контроль за процессом на всех этапах предоставления услуги для предупреждения нежелательных явлений, в том числе случайных и систематических ошибок и неудовлетворенности пользователя. Конечная оценка услуги проводится на этапе контакта пользователя и производителя услуги, что позволяет последнему составить объективное мнение о качестве услуги.

Описанные в стандарте ИСО 9004-2 основные понятия и принципы системы качества применимы ко всем формам предоставления услуг, подразумевающим как услугу в чистом виде, так и услугу, реализуемую в совокупности с производством или поставкой изделия.

Понятие и принципы, содержащиеся в настоящем стандарте, применимы как для крупных, так и для мелких предприятий обслуживания.

Несмотря на то, что мелкое предприятие обслуживания не располагает и не нуждается в сложной структуре, необходимой для сложного предприятия, им используются те же оперативные элементы и учитываются те же факторы на всех этапах, начиная с изучения рыночного спроса и заканчивая предоставлением услуги. Существует лишь разница в уровне и масштабах применения. По мере расширения сферы деятельности соответствующие изменения происходят со структурой предприятия и его производственными ресурсами при сохранении тех же принципов и основ управления качеством.

Следует отметить различие в мотивации внедрения систем качества по ИСО 9000 предприятий сферы услуг. Для российских предприятий сферы обслуживания и торговли рынок пока не выдвигает «жестких» требований к наличию сертифицируемой системы качества услуг по ИСО 9000.

Особенности внедрения системы качества по ИСО 9000 на фирмах услуг и торговли определяются спецификой внедрения для малых (по численности персонала) предприятий.

Политика в области обеспечения качества услуг определяет стратегию, приоритетные цели и обязательства перед потребителями и обществом в обеспечении качества предоставляемых услуг. Политика в области качества является составной частью корпоративной политики фирмы.

Руководство качеством основано на формулировке политики в области качества. Людские ресурсы, помимо того, что должны быть в наличии и соответствующим образом подобраны, обучены и расставлены, должны получить соответствующее стимулирование, поощрение и осознавать меру ответственности за качество.

Материальные ресурсы должны быть сформированы исходя из характера услуги: оборудование и имущество должны иметься в наличии, обеспечены складские, транспортные, информационные системы, приборы и инструменты, программное обеспечение, техническая документация. Система качества должна содержать систему документации и контроль за документацией, должны проводиться внутренние проверки качества и подобные мероприятия (например, аттестация работников и рабочих мест).

УДК 005.6

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К МЕНЕДЖМЕНТУ

Вальгер О.В.

Научный руководитель: профессор Пушница Н.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Применение в организации системы процессов наряду с их

идентификацией и взаимодействием, а также менеджмент процессов, направленный на получение желаемого результата, могут быть определены как «процессный подход».

Система менеджмента качества, создаваемая в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2008, использует процессный подход. Стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2008 направлен на применение процессного подхода при разработке, внедрении и улучшении результативности системы менеджмента качества в целях повышения удовлетворённости потребителей путём выполнения их требований.

Процесс – совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы. Входами к процессу обычно являются выходы других процессов.

Модель процесса представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Модель процесса

Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

Процессы организации можно разделить на основные и вспомогательные процессы. Основные процессы лежат на пути следования продукции сначала в виде маркетинговой информации, проекта, затем в виде материального объекта (детали, товара, программного продукта, услуги и т. д.). Основных процессов должно быть не более чем 7 ± 2 . Эта цифра исходит из того, что высший руководитель, как любой человек, не может эффективно руководить и воспринимать информацию от большего количества основных направлений деятельности. Вспомогательные процессы напрямую не контактируют с продукцией и предназначены для обеспечения нормального функционирования основных процессов. К таким процессам относятся процесс подготовки, обучения и аттестации персонала, процесс управления документацией, процессы обеспечения и др. Количество вспомогательных процессов не должно быть более чем 5 ± 2 . В ином случае высший руководитель теряет управление организацией по той же самой причине.

Для реализации процессного подхода необходимо:

- определить процесс для достижения желаемого результата;
- идентифицировать и измерить входы в процесс и его результаты;
- определить взаимодействие процесса с функциями предприятия;
- оценить риски, последствия и влияние процесса на потребителей и другие заинтересованные стороны;
- чётко установить права, полномочия и ответственность за управление процессом;
- определить внутренних и внешних потребителей, поставщиков и другие заинтересованные стороны;
- уделять внимание при проектировании процесса всем его этапам, их обеспечению ресурсами, измерению (проверкам), определению потребности в обучении персонала.

К получаемым при реализации процессного подхода преимуществам можно отнести:

- 1) снижение затрат и сокращение времени цикла за счёт эффективного использования ресурсов;
- 2) улучшенные, согласованные и прогнозируемые результаты;
- 3) возможность сконцентрироваться на выборе объектов улучшения и определении их приоритетности;
- 4) выявление процессов, которые наилучшим образом приводят к достижению желаемых результатов;
- 5) возможность сосредоточить усилия на соответствующих процессах;
- 6) создание чувства доверия у основных заинтересованных сторон к результативности и эффективности деятельности организации.
- 7) непрерывность управления, которую процессный подход обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках их системы, а также при их комбинации и взаимодействии;
- 8) повышение качества управления за счет проектирования и согласования процессов;
- 9) обеспечение стратегической направленности деятельности.
- 10) возникновение языка описания деятельности, доступного и понятного всем участникам процесса;
- 11) переход к процессному подходу позволяет рассматривать деятельность в системе менеджмента качества не в статике, а в динамике, когда деятельность в системе должна постоянно улучшаться на основе соответствующих измерений и анализа.

Выявление, понимание и менеджмент взаимосвязанных процессов как системы содействуют результативности и эффективности организации при достижении её целей.

К условным недостаткам процессного подхода можно отнести:

- сложность реализации (документирование и согласование процессов, разработка управленческих регламентов и стандартов, преодоление стереотипов командного, функционального управления);

– потребность специального обучения и освоения навыков.

На практике возникает немало проблем, связанных с внедрением требований стандарта ISO 9001. Нередки случаи, когда организации, стремясь облегчить свою задачу, формально подходят к реализации требований стандарта ISO 9001, ограничиваясь разработкой минимально необходимой документации. Это происходит тогда, когда ставится задача быстрого получения сертификата и с его помощью нужного заказа. Далеко не всегда присутствует грамотная постановка целей и задач систем менеджмента качества (СМК) на различных управленческих уровнях организации. Часто встречается поверхностное, фрагментарное внедрение процессного подхода. Схемы взаимодействия процессов слабо связаны с реальной деятельностью организаций. В результате, такие процессы не создают единого механизма, необходимого для достижения взаимосвязанных целей и задач СМК.

По данным обзора Международной организации по стандартизации ISO в России в конце 2007 года было сертифицировано около 12000 СМК российских организаций. Прирост в 2006-2007 гг. в среднем составлял 3 тыс. и, следовательно, в конце 2008 г. число сертифицированных СМК, вероятно, составило около 15 тысяч. Число сертифицированных организаций составило малую долю – около 1% от общего числа организаций в России.

При этом нужно учитывать, что процесс сертификации СМК на соответствие требованиям стандарта ISO 9001 длится уже более 20 лет. Можно сказать, что достигнуть всего 1% после стольких лет активной работы – слабый результат.

УДК 373.014.6

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ

Колягина Е.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Управление качеством — одна из важнейших составляющих менеджмента современного предприятия. Управлять — значит планировать, организовывать исполнение и исполнять, контролировать, анализировать результаты и разрабатывать меры по улучшению. Эффективное выполнение этих задач возможно на основе международного стандарта на системы менеджмента качества ИСО 9001. В основе требований стандарта — ориентация на потребителя, удовлетворение потребностей, которого составляет смысл деятельности любого предприятия.

Одним из городов, который внедрил систему менеджмента качества по

ISO 9001:2000 во все процессы деятельности Администрации стал город Шахты («Город будущего»), в результате чего получил сертификаты соответствия менеджмента качества (рисунок 1). Административная реформа – одно из ключевых направлений реформирования системы государственного и муниципального управления современной России. Концепция административной реформы в РФ и План мероприятий по ее проведению в 2006-2010 годах одобрены Распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2005 года. Ответственный за проведение административной реформы Кузнецов Сергей Геннадьевич, заместитель Главы Администрации (Губернатора) области по организационной, кадровой работе и вопросам местного самоуправления.

Административная реформа была принята и одобрена, в связи с тем, что по результатам опроса граждан города Шахты на вопрос «удовлетворяет ли Вас работа государственных служащих», были получены следующие результаты: 14% ответили, что довольны и 71% - недовольны.



Рисунок 1 – Сертификаты соответствия менеджмента качества

Концепция дает общие ориентиры работы субъектов РФ в этой сфере. Каждый регион вправе самостоятельно определять круг вопросов административной реформы на своей территории.

А началось построение «Города будущего» с трех этапов:

1 этап. «Хочешь изменить город начни с себя» так решила новая команда руководителей и в качестве ориентира своей работы выбрала международный стандарт. Первой среди российских органов местного самоуправления администрация города Шахты адаптировала и внедрила в свою деятельность систему менеджмента качества (далее СМК), а затем прошла процедуру сертификации на соответствие требованиям

международного стандарта качества. В 2006 г. СМК администрации города Шахты по итогам внешнего аудита признана соответствующей международному стандарту ISO 9001:2000 «в отношении оказания муниципальных услуг». В 2007 г. сертификацию прошли все отраслевые (функциональные) подразделения администрации и Дума г. Шахты.

2 этап. «Ориентация на потребителя». Планируя первоочередные направления оптимизации деятельности, администрация города провела анализ обращений граждан в органы местного самоуправления.

3 этап. «Невозможное возможно». В 2006 г. администрация города провела не имеющую аналогов работу по внедрению системно-процессного подхода для установления порядка ускоренного прохождения документов при предоставлении земельных участков. Нововведение обеспечило оформление документов на земельный участок не за 12 месяцев, а всего лишь за 21 день. Уникальный проект получил название «Зеленый коридор».

Единственный в своем роде проект «Зеленый коридор» стал прочной основой для создания в 2007 г. многофункциональных центров предоставления муниципальных услуг (далее МФЦ) в городе Шахты.

Администрация города Шахты разработала собственный механизм функционирования МФЦ (инновации в структуре администрации в городе Шахты), который можно представить в виде взаимодействия «сферы услуг» (секторы консультирования, приема и выдачи документов) и «сферы контроля» (контрольно-аналитический сектор).

Во все многофункциональные центры в результате конкурсного отбора приняты молодые специалисты с высшим образованием, ранее не работавшие во властных структурах и исполнительных органах власти.

Сегодня город Шахты – одно из муниципальных образований шахтерского региона, которое за последний год заняло лидирующие позиции в реализации административной реформы и организации самоуправления в Ростовской области. Соответствие требованиям Международного стандарта ИСО 9001:2008 позволит не только поднять работу чиновников на новый, современный уровень, сделать прозрачными и оптимизировать все процессы управления, но и значительно улучшить качество предоставляемых населению города услуг, что, собственно, и является главной целью работы администрации. Мэру города Новокузнецка необходимо перенять опыт Администрации города Шахты и внедрить систему менеджмента качества во все процессы деятельности Администрации, чтобы повысить качество предоставляемых услуг горожанам.

**РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ
СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
«УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИЕЙ.
КОРРЕКТИРУЮЩИЕ И ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ»
НА ПРИМЕРЕ ОАО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»**

Осокина М.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Нохрина О.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Сегодня завод «Кузнецкие ферросплавы» является одним из крупнейших в России предприятий по выпуску ферросилиция и микрокремнезема.

ОАО «Кузнецкие ферросплавы» выпускает следующие виды продукции:

- Ферросилиций марок ФС45, ФС65, ФС75;
- Микрокремнезём МКУ-85;
- Шлак от производства ферросилиция.

Основной целью ОАО «Кузнецкие ферросплавы» является выпуск готовой продукции в полном соответствии с требованиями и ожиданиями потребителей и получение устойчивой прибыли предприятию.

На предприятии была разработана и внедрена «Комплексная система управления качеством продукции», сейчас она совершенствуется и разрабатывается Система менеджмента качества (СМК), в соответствии с требованиями МС ИСО серии 9000-2008.

Процедура по управлению несоответствующей продукцией является обязательной документированной процедурой системы менеджмента качества в соответствии с п.8.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (МС ИСО 9001:2008) [1, С. 23-24].

Управление несоответствиями осуществляется с целью:

- предотвращение непреднамеренного использования несоответствующей продукции или ее поставки;
- сокращения случаев повторного возникновения несоответствий;
- сокращения затрат, связанных с доработкой несоответствующей продукцией.

Процедура управления несоответствующей продукцией (НП) включает в себя следующие этапы:

- выявление несоответствия;
- регистрацию несоответствия;
- информирование заинтересованного персонала о выявленных несоответствиях;

- анализ несоответствия;
- устранение несоответствия.

Блок-схема управления несоответствующей продукцией представлена на рисунке 1.

| Вход | Блок-схема | Этапы процесса | Выход |
|---|--|---|---|
| 1 Выявленная НП | <pre> graph TD 1[1] --> 2[2] 2 --> 3[3] 3 --> 4[4] 4 --> 5[5] 5 --> 6{6} 6 -- нет --> 4 6 -- да --> 7[7] 7 --> 8{8} 8 -- нет --> 5 8 -- да --> A((А)) </pre> | 1 Регистрация НП, оповещение | Журнал учета несоответствующего металла |
| 2 Журнал учета несоответствующего металла | | 2 Идентификация и изоляция НП | Идентификация НП, помещенная в специальный изолятор |
| 3 Идентификация НП, помещенная в специальный изолятор | | 3 Оценка несоответствий и установление причин получения НП | Установленные причины получения НП |
| 4 Установленные причины получения НП | | 4 Разработка корректирующих действий | Разработанные корректирующие действия |
| 5 Разработанные корректирующие действия | | 5 Принятие решения о действиях с НП | Решение о действии с НП |
| 6 Решение о действии с НП | | 6 Осуществление коррекции НП (переделка, ремонт) | Исправленная продукция |
| 7 Исправленная продукция | | 7 Проверка продукции после переделки. Верификация продукции | Результаты верификации |
| 8 Результаты верификации | | 8 Принятие решения по результатам верификации | Решение об использовании |

⊙ А – отгрузка готовой продукции

Рисунок 1 – Блок-схема управления несоответствующей продукцией

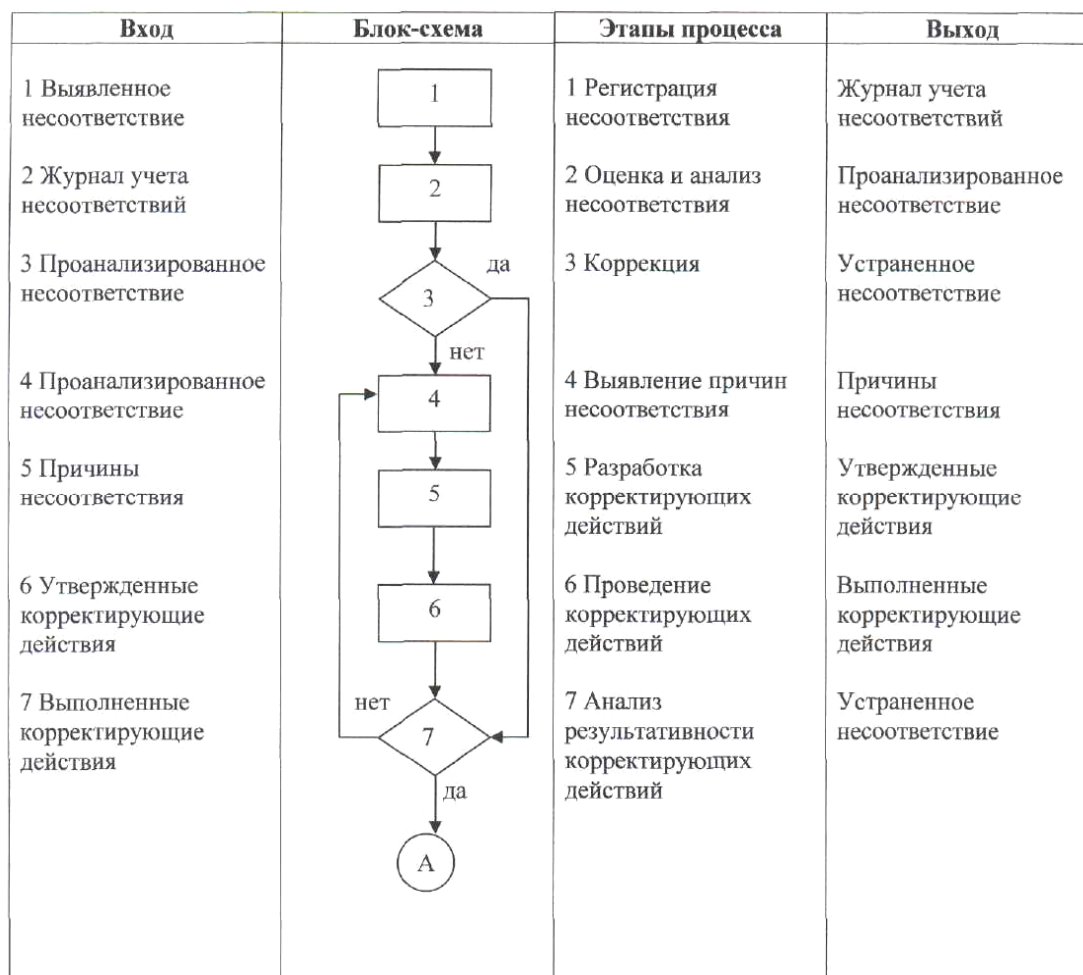
Корректирующие действия разрабатываются и внедряются при выявлении несоответствий, обнаруженных на различных стадиях производства, неудовлетворительного состояния оборудования, метрологического обеспечения, отклонений от требований стандартов, технологических инструкций и других нормативных документов.

Процедура корректирующих действий включает в себя следующие этапы:

- регистрацию несоответствия;
- анализ причин несоответствия;
- определение и планирование корректирующих действий;

- выполнение корректирующих действий и регистрация результатов;
- определение эффективности корректирующих действий.

Блок-схема проведения корректирующих действий представлена на рисунке 2.



Ⓐ – изменения в процессах СМК

Рисунок 2 – Блок-схема проведения корректирующих действий

Целью проведения предупреждающих действий (ПД) является устранение причин потенциальных несоответствий для предупреждения их появления.

Процедура проведения предупреждающих действий состоит из следующих этапов:

- регистрации потенциального несоответствия;
- определения и планирования предупреждающих действий;
- выполнения предупреждающих действий;
- оценки эффективности предупреждающих действий.

Блок-схема проведения предупреждающих действий представлена на рисунке 3.

| Вход | Блок-схема | Этапы процесса | Выход |
|---|--|---|---|
| 1 Результаты анализа данных | <pre> graph TD 1[1] --> 2[2] 2 --> 3[3] 3 --> 4[4] 4 --> 5{5} 5 -- да --> 6[6] 5 -- нет --> 2 6 --> 7{7} 7 -- да --> A((A)) 7 -- нет --> 4 </pre> | 1 Выявление несоответствия | Выявленное несоответствие |
| 2 Выявленное несоответствие | | 2 Анализ и определение причин | Определенные причины |
| 3 Определенные причины | | 3 Оценка необходимости предупреждающих действий | Документ о необходимых предупреждающих действиях |
| 4 Документ о необходимых предупреждающих действиях | | 4 Разработка предупреждающих действий | Разработанные предупреждающие действия. План, график, распоряжение о предупреждающих действиях. |
| 5 Разработанные предупреждающие действия. План, график, распоряжение о предупреждающих действиях. | | 5 Согласование предупреждающих действий | Утвержденные предупреждающие действия. |
| 6 Утвержденные предупреждающие действия. | | 6 Выполнение ПД | Акт, уведомление (др. документ), подтверждающий выполнение ПД |
| 7 Акт, уведомление (др. документ), подтверждающий выполнение ПД | | 7 Анализ результативности ПД | Акт, уведомление (др. документ), о результативности ПД |

(A) – улучшение процессов

Рисунок 3 – Блок-схема проведения предупреждающих действий

Внедряемый стандарт организации «Управление несоответствующей продукцией. Корректирующие и предупреждающие действия» устанавливает порядок действий в случае выявления несоответствующей продукции и порядок разработки и внедрения корректирующих и предупреждающих действий, контроль и анализ их выполнения.

Внедрение стандарта в организации позволит снизить выпуск несоответствующей продукции и обеспечить более достоверную оценку качества продукции, что приведет к увеличению выпуска годной к реализации продукции и повышению ее качественных показателей.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ISO 9001:2008). Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 09.10.2009. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 39с.
2. Иноземцева О.А. Семь шагов управления несоответствиями или когда неуместен вопрос Кто? // Методы менеджмента качества. - 2008, №8. - С. 20 - 25.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «АНАЛИЗ ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОТКАЗОВ» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Бордунов М.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Сильвестров Ю.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Большинство возникающих при эксплуатации изделий дефектов, а так же последствия от них, можно избежать путем использования на стадии проектирования метода «Анализ видов и последствий потенциальных отказов». Данный метод появился впервые в США в середине 60 гг. при разработке проекта космического корабля «Аполлон» и получил название «Failure Mode and Effects Analysis», сокращенно FMEA. Аналогичная методология существует и в России под названием «Анализ видов и последствий потенциальных отказов». Она изложена в ГОСТ Р 51814.2 – 2001 «Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов».

Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов (далее - метод FMEA) - это эффективный инструмент повышения качества разрабатываемых технических объектов, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных последствий от них. Это достигается благодаря предвидению дефектов и/или отказов и их анализу, проводимому на этапах проектирования конструкции и производственных процессов. Метод может быть также использован для доработки и улучшения конструкций и процессов, запущенных в производство.

Метод FMEA позволяет проанализировать потенциальные дефекты, их причины и последствия, оценить риски их появления и обнаружения на предприятии и принять меры для устранения или снижения вероятности и ущерба от их появления. Это один из наиболее эффективных методов доработки конструкции технических объектов и процессов их изготовления на таких важнейших стадиях жизненного цикла продукции, как ее разработка и подготовка к производству.

Этот метод определяет технический уровень продукции с точки зрения предотвращения ошибок, то есть выявления потенциальных ошибок и оценки тяжести последствий для заказчика (внешней стороны), а также устранения ошибок или уменьшение степени их влияния на качество. Анализ основан на теоретических знаниях и информации о прошлом опыте.

Сущность метода заключается в создании команды из 4-8 человек, представляющей собой временный коллектив из разных специалистов, созданный специально для цели анализа и доработки конструкции. Для эффективной работы все члены команды должны иметь практический опыт и высокий профессиональный уровень. В своей работе FMEA - команда

применяет метод мозгового штурма, и опирается на материалы, такие как: чертежи, спецификации, технологические схемы, цели качества по данному виду продукции и т.д.

По результатам работы FMEA – команды составляется форма FMEA конструкции, которая создана для облегчения документирования анализа. Данная форма состоит из нескольких показателей, таких как: вид отказа и его последствия; причина отказа и ее значимость; степень появления отказа и его обнаружения. Главным показателем в ней является приоритетное число риска (ПЧР), т.е. степень вероятности появления дефекта, значимость дефекта, а так степень его обнаружения. В форме указывается приоритетное число риска до и после предпринятых действий по обнаружению и устранению дефекта.

Практическое применение метода «FMEA конструкции» было рассмотрено на сложном механизме для изменения направления движения автомобиля – рулевом управлении. В качестве вида потенциального отказа рассматривалось тугое вращение рулевого колеса, которое могло привести дорожно-транспортному происшествию вследствие изменения направления движения автомобиля, или неуправляемого заноса. Поскольку последствия отказа механизма были связаны с гибелью или серьезными травмами людей, то команда выставила значимость данного отказа равной 10 баллам (это свидетельствовало о очень высоком ранге значимости).

Так же были выявлены потенциальные причины возникновения данного вида отказа, такие как: деформация деталей рулевого привода, неправильная установка углов передних колес, нарушение зазора в зацеплении ролика с червяком, отсутствие масла в картере рулевого колеса. Анализ причин позволил выставить баллы за возможность их появления и обнаружения. По исследуемым причинам было посчитано приоритетное число риска, показывающее наиболее вероятную и важную причину. Наибольшее число получили такие причины как: повреждение деталей шаровых шарниров; отсутствие масла в картере рулевого механизма (для двух первых причин ПЧР составило 630 баллов) и деформация деталей рулевого привода (ПЧР составило 560 баллов).

Для устранения причин потенциального отказа механизма рулевого управления и снижения приоритетного числа риска были составлены рекомендуемые действия и назначены ответственные лица.

В соответствии с рекомендуемыми действиями были предприняты меры по устранению недостатков механизма и подсчитано новое приоритетное число риска, основанное на вероятности появления отказа, а так же возможностью обнаружения после доработки. Для такого отказа, как повреждение деталей шаровых шарниров провели дополнительные испытания, в ходе которых было выявлено, что требуется замена деталей на более износостойкие. Такая замена позволила уменьшить ПЧР почти в 8 раз (оно составило 80 баллов вместо 630) и сделать появление причины маловероятной. Для отказа из-за отсутствия масла в картере рулевого механизма были проведены испытания, по результатам которых были

сделаны выводы о необходимости замены сальника на новый тип. Данные мероприятия позволили уменьшить вероятность появления отказа в два раза (с семи баллов до четырех), а приоритетное число риска в 4 раза (с 630 до 160 баллов). По другим важным причинам так же удалось снизить ПЧР в 5-6 раз, что может дать нам полную уверенность в хорошей эффективности метода «Анализ видов и последствий потенциальных отказов».

Практическое применение метода «Анализ видов и последствий потенциальных отказов» при проектировании рулевого управления автомобиля показало, что большинство отказов, возникающих при работе механизма, можно избежать на стадии проектирования. Его применение позволяет выявить и оценить потенциальные причины отказа рулевого механизма с позиции таких параметров, как значимость, возможность появления и степень ее обнаружения. Эти параметры, по приоритетному числу риска появления отказа, помогли выделить из ряда причин наиболее важные для работоспособности изделия. После реализации рекомендуемых действий по устранению причин ПЧР было снижено, что позволяет сказать о том, что теперь механизм рулевого управления автомобиля является безопасным, и возможность появления дефектов очень мала.

Применение метода «Анализ видов и последствий потенциальных отказов» при минимальных затратах позволило вывести изделие на качественно новый уровень безотказной работы.

УДК 005.6

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «АНАЛИЗ ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОТКАЗОВ» ДЛЯ ПРОЦЕССА

Жикина И.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Сильвестров Ю.Г.
Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Условия современного рынка требуют от производителей создание качественной продукции, предоставление качественных услуг. Чтобы сохранять свою конкурентоспособность они стараются соблюдать установленные требования, используя при этом различные средства и методы для повышения качества своего товара.

Одним из таких методов является FMEA (Potential Failure Mode and Effects Analysis) – анализ видов и последствий потенциальных отказов. Впервые этот метод появился в США в середине 60-х годов XX века и был использован при разработке проекта космического корабля «Аполлон», а затем в медицине и ядерной технике. В 80-е годы получил дальнейшее развитие и нашел свое применение в автомобильной и других отраслях промышленного производства США, и затем в Японии и Европе.

В России аналогичная методология FMEA изложена в ГОСТ Р 51814.2 – 2001 «Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов» и ГОСТ 27.310-95 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения».

Анализ видов и последствий потенциальных отказов – это эффективные мероприятия, которые позволяют выявить потенциальные отказы продукции или процесса, снизить вероятность их появления. Метод FMEA способствует предотвращению несоответствий, повышению безопасности и надежности, а, следовательно, росту удовлетворенности потребителей. Главное – это своевременность внедрения программы FMEA. Она должна предварять события, а не быть упражнением после факта.

Изначально метод FMEA применялся только при анализе конструкций или процесса (FMEA-конструкции, FMEA-процесса). Но с развитием экономики, производства и других аспектов развивался и сам метод, в результате чего, появились новые виды FMEA. К ним относятся FMEA-ремонта и FMEA-жизненного цикла

Подготовка к работе FMEA-процесса, как и любого другого вида этого метода, начинается с формирования рабочей группы. Для эффективной работы число участников не должно превышать 4-8 человек. В состав рабочей группы должны входить сотрудники заинтересованных служб и отделов. В своей работе команда применяет метод мозгового штурма, рекомендуемое время для работы от 3 до 6 часов в день. Члены команды должны иметь высокий профессиональный опыт.

После того, как рабочая группа сформирована, члены команды определяют с целью процесса и переходят к заполнению стандартной формы FMEA-процесса. Эта форма была разработана для облегчения документирования анализа видов и последствий потенциальных отказов, имеющая вид таблицы, которая включает в себя большое количество пунктов. Но основными параметрами оценки последствий и причин отказов являются: значимость (S); возникновение (O); обнаружение (D) и приоритетное число рисков (ПЧР), которое рассчитывается следующим образом – $ПЧР = S \times O \times D$.

В ходе практического применения анализа видов и последствий потенциальных отказов был рассмотрен процесс сварки, с помощью которой соединяется обечайка и фланец между собой, при изготовлении люка-лаза сосуда. Данный процесс носит ответственный характер, поэтому к нему предъявляются жесткие требования, такие как: соответствие установленному ГОСТу и отсутствие дефектов. Отсюда вытекают виды потенциальных отказов: размер сварного шва не соответствует ГОСТу, наличие внутренних дефектов. В результате могут возникнуть два вида последствий: плохой внешний вид изделия и концентрация напряжения, которая может привести к разрушению изделия. Определив значимость, возможность образования и обнаружения потенциальных отказов, команда рассчитывает приоритетное число рисков, которое для каждого отказа будет свое. Наиболее значимыми

видами потенциальных отказов по результат ПЧР являются:

- внутренний дефект типа поры – ПЧР=240;
- внутренний дефект типа трещины – ПЧР=200.

Эти данные свидетельствуют о том, что именно на эти моменты необходимо обратить внимание при планировании процесса сварки и стараться уменьшать данные числа.

К менее важному отказу можно отнести следующее: размер сварного шва не соответствует ГОСТу, для него ПЧР=105. Но это не значит, что его необходимо оставить без внимания, нужно продолжать работать над этим отказом, снижая ПЧР.

Снизить ПЧР позволяют рекомендуемые действия, которые для данного процесса заключаются в основном в тщательном контроле изготовленной продукции, материалов для сварки, подготовки и квалификации сварщиков.

После этого команда определяет результирующе ПЧР, т.е. происходит повторное оценивание отказа по значимости, возможности и обнаружению. При этом результирующе ПЧР должно уменьшиться после предпринятых действий. Так, например, наиболее значимые отказы снизили свои значения:

- дефекту шва – трещине присвоили ПЧР=90;
- дефекту шва – поре присвоили ПЧР=128.

А такой отказ как размер сварного шва не соответствует ГОСТу снизил свое ПЧР со 105 до 24.

Итоги, сформулированные по полученным результатам, позволяют заранее оценить риск от появления несоответствий и снизить или вообще избежать затрат на устранение последствий отказов, исключить ошибки на ранней стадии.

УДК 005.6

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ 5S НА КАФЕДРЕ «УК И Д»

Филина Н.В.

Научный руководитель: Абатурова А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Система 5S — система рационализации рабочего места. Была разработана в послевоенной Японии в компании Toyota. Она включает в себя и наведение элементарного порядка, и систематическую уборку рабочей зоны, и регламентацию этих процессов, и дисциплинированность персонала, осуществляющего реализацию системы.

5S — это пять японских слов: Сэири (сортировка); Сэитон (соблюдение порядка, аккуратность); Сэйсо (содержание в чистоте, уборка);

Сэйкэц (стандартизация, поддержание порядка); Сицукэ (совершенствование, формирование привычки).

Цели внедрения системы 5S:

1. снижение числа несчастных случаев;
2. повышение уровня качества продукции, снижение количества дефектов;
3. создание комфортного психологического климата, стимулирование желания работать;
4. повышение производительности труда (что в свою очередь ведет к повышению прибыли предприятия и соответственно повышению уровня дохода рабочих).

Целью внедрения на кафедре «УК и Д» системы 5S является: создание чистой, приятной и безопасной рабочей среды; оживление рабочего места; высвобождение пространства для минимизации потребности на отыскание «нужных» предметов и тем самым экономии рабочего времени, создания приятной атмосферы как для работников кафедры так и для студентов. Все это позволит сделать работу преподавателей кафедры на много мобильнее и качественнее, уделяя при этом больше времени консультациям студентам. Наилучшим способом внедрения системы «Упорядочение» является пошаговый подход к разработке. Тщательная подготовка к внедрению системы «Упорядочение» – необходимое условие для ее успешной практической реализации. Основные моменты подготовки состоят в следующем: 1) изучение всеми работниками теоретических материалов, уяснение целей и задач внедрения системы; 2) подготовка необходимой документации; 3) подготовка технических средств и необходимого инвентаря для проведения генеральной уборки; 4) наглядная фиксация с помощью фотографий состояния помещения кафедры до начала внедрения системы; 5) подготовка наглядной информации по результатам анализа потерь, связанных с отсутствием системы; 6) публично ознаменовать начало внедрения системы.

Следующим важным шагом – является «удаление ненужного». Для этого необходимо разделить все предметы по частоте их использования на «нужные», «ненужные» и «ненужные срочно». Целью этого шага является - сократить запасы предметов «не нужных срочно», имеющих среднюю степень эффективности, на треть, а «ненужные предметы», имеющие низкую степень использования – удалить, убрать с рабочего стола по назначению. На этом этапе необходимо четко разъяснить сотрудникам, что в данном случае будет являться «ненужным» и что «ненужным срочно» и решить: кто и что будет делать, где, в какие сроки и почему.

Шаг 3 «Рациональное размещение предметов» основан на трех принципах:

- 1) Определение места хранения - Предметы «ненужные срочно» - курсовые работы студентов, книги нормативную документацию следует разместить в ящиках в столе, методическом кабинете и дальнем шкафу.

2) Определение, как должны быть размещены вещи: необходимо определить контейнеры для размещения, их размеры и количество в соответствии с «нужной» документацией и по ее функциональности; и способы хранения: для каждого вида документов и работ на кафедре должны быть свои папки, отделы, футляры, отделения в шкафах, полки.

3) Соблюдение правил размещения.

Некоторые шаги можно объединить как уборку, проверку и устранение неисправностей. Данный принцип начинается с составления детального плана уборки, проверки, устранения неисправностей. Вовлечение в процесс уборки-проверки пройдет быстрее и эффективнее, если использовать приемы, основанные на коллективной деятельности. Вот один из них: Введение пятиминутки «Упорядочение» окажет неоценимую помощь на этом этапе. Вовлечение всех работников кафедры в течение очень короткого времени – всего лишь пять минут в день, но ежедневно. Суть этого метода заключается в том, чтобы каждый сотрудник ежедневно в определенное время, утром, наводил порядок на своем рабочем месте в течении лишь 5 минут, но используя это время с наибольшей эффективностью.

Следующий шаг «Стандартизация правил» представляет собой закрепление в стандартах достигнутого состояния производственной среды и организации рабочих мест, и соблюдение их сотрудниками кафедры. Неотъемлемой его частью является также проведение «Самодиагноза» в указанные сроки.

Заключительным шагом в системе «Упорядочение», который завершает внедрение системы на кафедре, является «Дисциплинированность и ответственность». На этом этапе должно произойти: закрепление сфер ответственности каждого работника кафедры; выработка у работников правильных привычек, закрепление навыков соблюдения правил; применение эффективных методов контроля. Методика внедрения системы «Упорядочение» подразумевает постепенное формирование дисциплинированности у работников кафедры при осуществлении каждого из предыдущих шагов.

В заключении, важно отметить три особенности эффектов от внедрения системы «Упорядочение / 5S»:

- эффекты проявляются в основных областях: качестве и производительности образовательной деятельности;
- повышение мобильности в работе сотрудников кафедры и как следствие экономия рабочего времени; Перераспределения времени с учетом увеличения времени работы со студентами;
- устранение утери важных документов, курсовых и других работ студентов.

Библиографический список

1. Имаи М. Кайдзен: ключ к успеху японских компаний / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 274 с.;

2. Растимешин В.Е., Куприянова Т.М. Упорядочение. Путь к созданию качественного рабочего места: Практик. пособие / Под ред. В.Н. Шлыкова – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 174 с., ил.;

3. 5S для рабочих: как улучшить свое рабочее место / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 160 с.;

4. Вумек Дж., Джонс Д. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473с.

УДК 005.6

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Мосалёва Н.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Деев В.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Бережливое производство (lean production, lean manufacturing) — логистическая концепция менеджмента, сфокусированная на оптимизации бизнес-процессов с максимальной ориентацией на рынок и с учётом мотивации каждого работника. Бережливое производство составляет основу новой философии менеджмента.

Целями такого производства являются:

- минимизация трудозатрат;
- минимизация сроков создания новой продукции;
- гарантия поставки продукции заказчику;
- максимальное качество при минимальной стоимости.

Бережливое производство (далее БП) опирается на систему организации производства, разработанную японским автомобильным гигантом - фирмой Toyota (Тойота) - Производственную систему Тойоты. Все методы и инструменты бережливого производства, естественно, совпадают с наработками компании Toyota. Как первоисточник технологий БП компанию Toyota и, соответственно, её производственную систему по праву принято считать эталоном бережливого производства.

С точки зрения БП можно выделить основные виды потерь, такие как: дефекты продукции, перепроизводство, лишние характеристики и лишние элементы в дизайне продукции, нерациональное использование людских ресурсов, неоптимальное использование оборудования.

Суть БП излагается в виде 5 принципов и 7 инструментов. В данной работе автором рассмотрены основные из принципов и инструментов БП с точки зрения внедрения на кафедру «Управление качеством и документоведение» (далее УК и Д).

Принципы БП:

1. Определить ценность конкретного продукта. Смысл данного принципа заключается в том, чтобы производитель всегда определял характеристики продукции, которые представляют важность именно для потребителя, исключая характеристики, которые для потребителя не представляют определяющей важности.

Потребителями образовательной деятельности можно считать студентов и работодателей. Для студентов важно иметь те навыки и знания, которые им необходимы для дальнейшей трудовой деятельности. В свою очередь, для работодателей ценность образования реализуется через умение студентов применить и реализовать те знания и навыки, которые получены в процессе образования. Следовательно, главная ценность в образовательной деятельности – актуальные, необходимые и полные знания по специальности и умение их применить.

2. Определить поток создания ценности для этого продукта.

Производитель должен выделить из всех технологических операций именно те операции, которые добавляют ценность продукту с точки зрения потребителя.

Деятельностью, добавляющей ценность в образовательной деятельности, можно считать лекции и практические занятия, с учетом того, что на занятиях выдается понятная, полная и актуальная информация.

3. Обеспечить непрерывное течение потока создания ценности.

Производитель, выделив все технологические операции в процессе, которые добавляют ценность продукту, должен исключить все технологические операции, не добавляющие ценность, а те операции, которые не добавляют ценность, но необходимы, свести к минимуму по потерям.

В образовательной деятельности основные потери – потери по времени. Для их исключения следует организационные моменты занятий, связанные с приготовлением рабочего места, возложить на студентов. В свою очередь преподавателю следует иметь навыки работы с оборудованием, необходимым для проведения занятия, тем самым исключается потеря времени на настройку и обслуживание оборудования. Также, следует дополнять/удалять, если это возможно, актуальную, нужную/ненужную информацию, исключая тем самым потери времени, на изучение ненужной информации.

4. Позволить потребителю вытягивать продукт.

Смысл данного принципа – потребитель какой-либо технологической операции дает информацию исполнителю предыдущей операции о том сколько, когда, куда и т.д. продукции нужно произвести.

В образовательной деятельности данный принцип осуществляется через «вытягивание» информации студентами из преподавателя посредством вопросов, касающихся выдаваемого материала. Со стороны второго потребителя, работодателя, данный принцип реализуется через отправку

своих работников на получение высшего образования, если токового нет, и на переквалификацию, если это необходимо.

5. Стремиться к совершенству.

Для того, чтобы совершенствовать внедренное БП, следует постоянно анализировать предпринятые/внедренные мероприятия и предлагать их совершенствование.

Инструменты БП:

1. TPM – всеобщий уход за оборудованием.

На кафедре УК и Д данный принцип может быть реализован в профилактических работах по уходу за компьютерами и проекторами, то есть системным администратором должны регулярно проводиться профилактические работы для обеспечения эффективного использования данного оборудования студентами и преподавателями. Также преподаватели должны иметь навыки по работе и обслуживанию данного оборудования в случае необходимости.

2. Система 5S – рационализация рабочего места. Все объекты на рабочем месте следует рассматривать как «ненужные», «не нужные срочно», «нужные». Ненужные следует удалить с рабочего места, не нужные срочно – отложить в неотдаленное место, нужные – держать на рабочем месте.

Чтобы упорядочить рабочее место преподавателя следует тематически распределить все документы и работы студентов. Для упорядочения рабочего места студента следует установить: в каждой аудитории вешалки для верхней одежды, крючки на партах для сумок и т.д., более удобные/с меньшим наклоном парты.

3. SMED – система быстрой переналадки.

Данный инструмент можно рассматривать в образовательной деятельности, как своевременное и быстрое реагирование преподавателей к изменениям требований к знаниям студентов, к изменениям в стандартах, законах, к новшествам и нововведениям. Этого можно добиться с помощью своевременного и постоянного изучения периодической и научной литературы, курсов повышения квалификации, научных конференциях и т.д.

Также в данной курсовой научно-исследовательской работе автором рассмотрено сочетание БП и метода «Шесть сигм». Метод «Шесть сигм» позволяет добиться статистической управляемости процессов, тогда как применение БП этого не дает. В свою очередь применение БП позволяет добиться исключения основных видов потерь, чего метод «Шесть сигм» не дает, следовательно применение обоих методов одновременно позволит добиться и статистической управляемости процессов, и исключения основных видов потерь.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Шугалева Ю.С.

Научный руководитель: Модзелевская О.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При рассмотрении понятия «качество образования» следует учитывать ряд моментов. Под «качеством» в обобщенном смысле понимается степень соответствия присущих объекту (продукции или услуге) характеристик установленным требованиям. Особенностью образования является более сложная структура потребления. В связи с этим качество образования можно определить как сбалансированное соответствие совокупности свойств и характеристик образовательного процесса, его результатов, и всей системы образования в целом установленным потребностям, целям, требованиям и нормам (стандартам) которые определяются отдельными гражданами, предприятиями и организациями, обществом и государством в целом.

В данной работе рассмотрена система менеджмента качества (СМК) в ГОУ ВПО «СибГИУ», описана область применения СМК в высших учебных заведениях, проведено логическое описание разницы понятий результативности и эффективности.

В работе оценена и подробно описана значимость системы качества образовательного процесса. Рассмотрена образовательная деятельность в СибГИУ, включая основные этапы жизненного цикла деятельности университета.

В ходе выполнения данной курсовой научно-исследовательской работы поставленная цель была достигнута, а именно предложена и описана методика оценки результативности реализации основных образовательных программ. С помощью таких показателей, как:

- успеваемость студентов;
- удовлетворенность студентов и преподавателей условиями реализации основных образовательных программ.

Все понятия были четко разграничены и приведены критерии и методы оценки каждого показателя.

Успеваемость студентов, удовлетворенность студентов и преподавателей измеряются в соответствии с требованиями нормативных документов университета. Успеваемость студентов представляет собой запаздывающий показатель, т.е. показатель, отражающий результаты работы процесса в исследуемом периоде. Удовлетворенность студентов и преподавателей условиями для реализации образовательных программ является диагностическим показателем.

Комплексный показатель результативности программ (РП) для процессов образовательной деятельности оценивается с использованием

следующей формулы:

$РП=0,7$ Результативность успеваемости + $0,15$ (Результативность удовлетвор. студентов+результативность удовлетворен.преподавателей), где весовые коэффициенты определены экспертным путем и в сумме равны единице;

Результативность Удовлетв. студентов – результативность достижения планового значения удовлетворенности студентов условиями для реализации образовательных программ в исследуемом периоде;

Результативность Удовлетв. преподавателей – то же самое у преподавателей в том же периоде;

Результативность успеваемости – степень соответствия текущего значения успеваемости плановому значению.

Следует отметить, что предложенная методика оценки результативности основных образовательных программ и процессов СМК факультета отвечает требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2001, достаточно проста в использовании, не требует серьезной подготовки в области качества и легко может быть автоматизирована.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2001. Системы менеджмента качества. Требования [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 21 с.
2. Салимова, Т.А. Самооценка деятельности организации [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Салимова, Ю.Р. Еналеева. – М.: Академический Проект, 2006. – 279 с.
3. Суловицкая Г.В. Оценка результативности процессов факультета [Текст]/Г.В. Суловицкая //Управление системой образования. – Пенза.-2008.
4. Практические рекомендации по выбору типовой модели системы управления качеством образования для вузов и ссузов [Текст]/С.А.Степанов. - СПб.: «ЛЭТИ», 2005.-101 с.
5. Требования к условиям реализации основных образовательных программ: [Электронный ресурс] : Институт образовательной политики "Эврика".-М.:2000.-Режим доступа: <http://www.eurekanet.ru/ewww/info/13381.html>

УДК 366.14

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «НЗРМК ИМЕНИ Н.Е. КРЮКОВА» ПОСРЕДСТВОМ ОЦЕНКИ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Любимова А.С.

Научный руководитель: Волкова Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Современное представление о качестве продукции основано на

принципе наиболее полного выполнения требований и пожеланий потребителя. Качественная продукция и сопутствующие услуги, созданные на основе потребностей потребителей, уровень их признательности и постоянства будут способствовать более высокому уровню удовлетворенности потребителей. Важным на данном этапе является определение степени их удовлетворенности, т.е. степень расхождения между ожиданиями потребителей и их восприятием продукции.

Измерение удовлетворенности потребителя продукцией, позволяет:

- точно определить требования потребителей и их относительную важность;
- понять, как потребители воспринимают организацию, и соответствует ли ее деятельность их требованиям;
- определить приоритеты для улучшения характеристик, что даст наибольшее увеличение удовлетворенности потребителя;
- добиться роста прибыли за счет лояльности потребителей.

Предприятие должно систематически проводить мониторинг удовлетворенности потребителей, определив методы измерения и анализа полученной информации, наиболее распространенные из которых приведены на рисунке 1.

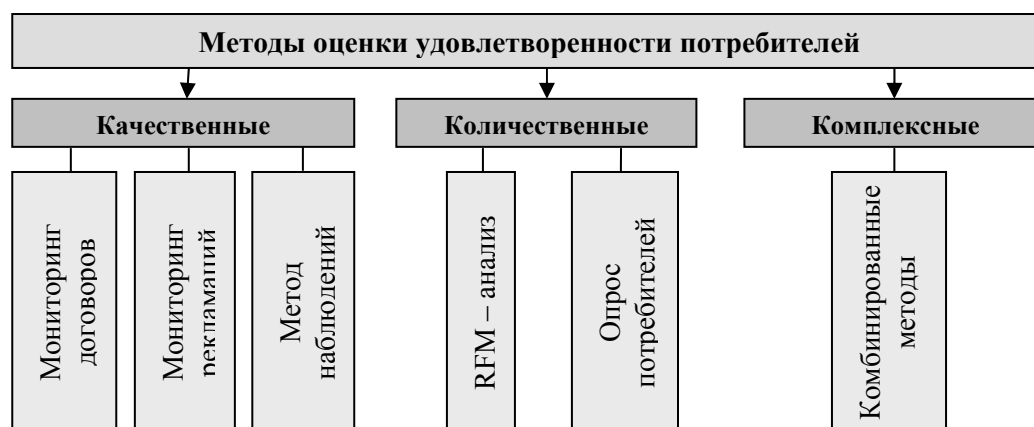


Рисунок 1 – Методы оценки удовлетворенности потребителей

Руководство ОАО «НЗРМК имени Н.Е. Крюкова» сознает в полной мере, что успех работы организации зависит от понимания и удовлетворения текущих и будущих потребностей и ожиданий потребителей. Однако в деятельности ОАО «НЗРМК имени Н.Е.Крюкова» в области оценки удовлетворенности потребителей не прослеживается четкая цель выполняемых действий.

Непосредственное исследование удовлетворенности собственных потребителей и потребителей конкурентов дает жизненно важную информацию, если исследования проводятся правильно. В данном случае Анкета удовлетворенности потребителей направлена на общую оценку удовлетворенности потребителя, что не дает руководству предприятия возможности увидеть и оценить свои слабые стороны, отчасти и от того, что

в ней не обозначены показатели удовлетворенности потребителей, а сама оценка производится только по трем критериям.

Не обозначив показатели, по которым потребитель должен определить степень своей удовлетворенности, предприятие отнимает у него дополнительное время на определение и формулировку этих показателей, а также увеличивает риск пропуска потребителем важных для предприятия показателей его удовлетворенности, что может исказить достоверность оценки.

Не достаточное количество критериев оценки также может отрицательно сказаться на достоверности полученных результатов. Необходимо расширить шкалу оценок до 5 – 10 критериев.

Также существенным недостатком анкеты является то, что в ней отсутствует мотивация потребителя в участии проведения анкетного опроса. Сначала необходимо привлечь внимание потребителя и побудить его интерес к заполнению анкеты. Для чего вместе с анкетой должно направляться сопроводительное письмо, где необходимо указать цель опроса, описать, в чем заключается выгода проведения анкетирования для потребителя, дать пояснения по правилам заполнения анкеты, а также отметить важность получения искренних ответов, необходимых для возможности улучшения процессов взаимодействия с потребителем, в том числе процессов обратной связи. Также необходимо учитывать интересы и желания потребителя. Например, в анкету могут включаться вопросы, учитывающие, в каком виде он предпочел бы заполнять и отсылать анкету, также потребителю может быть интересно ознакомиться с результатами анкетирования.

Непосредственным плюсом в проведении опроса является то, что в него включены и открытые вопросы, например «Пожелания по улучшению деятельности». Потребитель может указать на слабые стороны или недостатки предприятия, на которые руководство не обратило должного внимания.

Для улучшения деятельности в области оценки удовлетворенности потребителей и повышения результативности системы менеджмента качества предприятия предлагается разработать единый порядок измерения степени удовлетворенности потребителей, заключающийся в проведении анкетного опроса по видам продукции, в результате которого анализируется информация по вопросам:

- удовлетворенности потребителей (качеством продукции, системой товаропродвижения, ценовой политикой, отсутствующими услугами);
- лояльности потребителя к поставщику (намерение потребителя повторить покупку, рекомендовать компанию другим потребителям, намерение перейти к конкуренту);
- степени осведомленности потребителей.

Пример основного блока анкеты приведен на рисунке 2.

Форма Анкеты удовлетворенности потребителей

 наименование предприятия

Руководитель предприятия: _____

Руководитель службы качества предприятия: _____

Тел.: _____ Факс: _____ E-mail: _____

Договор № _____ от _____ Спецификация № _____ от _____ Заказ № _____

| № | Показатели оценки | Наименование продукции (оценка по 5-балльной шкале) | | | |
|---|---|---|---|--|----------|
| | | резервуары вертикальные объемом от 100 до 100000 м3. | резервуары горизонтальные объемом от 3 до 100 м3 | мосты металлические автодорожные, железнодорожные, пешеходные | и др. |
| 1 | Соответствие требованиям по механическим свойствам | | | | |
| 2 | Соответствие требованиям по технологическим свойствам | | | | |
| 3 | Соответствие требованиям безопасности | | | | |
| 4 | и др. | | | | |

1) Оцените Вашу удовлетворенность продукцией и услугами ОАО «НЗРМК имени Н.Е. Крюкова» по сравнению с другими производителями (нужное подчеркнуть):

а) уступает другим

б) на одном уровне

в) превосходит других

Рисунок 2 – Пример Анкеты удовлетворенности потребителей

По мере поступления ответов на анкету текущего года проводится их обработка и анализ. Для чего данные из анкет группируются по критериям в таблицы распределения частоты (n_i) выбора баллов из шкалы опроса.

Удовлетворенность потребителей для каждого показателя по определенному виду продукции (a_{jk}) рассчитывается по формуле:

$$a_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^5 x_i \cdot h_i}{n} \times 100\% \quad (1)$$

Где $\sum_{i=1}^5 x_i \cdot h_i$ – сумма произведений значений соответствующих баллов оценки (x_i) на их частоту (n_i);

i, j – критерий и показатель оценки (удовлетворенности), соответственно;

k – определенный вид продукции.

Затем рассчитывается удовлетворенность потребителей отдельно по каждому виду продукции и каждому показателю, а также общая удовлетворенность потребителей.

Диапазон оценки критериев будет выглядеть так: 100% – отлично; 100%-80% – хорошо; 80%-60% – вызывающий беспокойство; ниже 60% – плохо.

Таким образом, предприятие сможет определить и оценить свои сильные стороны и те направления деятельности, на которые необходимо обратить внимание и направить ресурсы для более детального изучения и устранения проблем.

ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСТАВЩИКА В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА НА ОАО «ЗСМК»

Гейн А.С.

Научный руководитель: Волкова Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Многие предприниматели недовольны системой снабжения своих предприятий: их не устраивают высокие закупочные цены, длительные сроки поставок, низкое качество закупаемого оборудования и запчастей, т.е. недовольство, непосредственно, направлено на поставщиков.

Чтобы этого избежать целесообразно регулярно проводить *процедуру выбора поставщика*. Это могут быть традиционные конкурсы (тендеры) или же закупки на электронной площадке, только это не всегда эффективно на российском рынке. Однако создание цивилизованного рынка необходимо, поскольку неизбежное вступление России в ВТО может привести к вытеснению с рынка российских компаний западными конкурентами.

Одним из эффективных инструментов развития взаимоотношений предприятий с поставщиками является *ведение баз данных и формированием рейтингов поставщиков*. Т.е. предприятие может воспользоваться базой и получить информацию о нужных поставщиках. Это позволит сократить сроки на поиск нового поставщика, а также снизить риски некачественной поставки. Наличие подобных баз данных заставляет поставщиков задуматься о качественном и своевременном выполнении условий договора, что создает предпосылки для развития цивилизованного рынка.

В связи с этим, необходимо проводить оценку поставщика, которая осуществляется по большому числу параметров: качество продукции (услуг), управление проектом, документация, своевременность поставок, монтаж оборудования, техника безопасности, экология, компетенции и обучение, инновации.

Существует несколько методик оценки деятельности поставщиков в области качества: «Всесторонняя оценка деятельности поставщика в области качества» [1], «Планирование и проведение аудита системы качества поставщика» [2] и т.п.

ОАО «ЗСМК» признает важность проведения оценки поставщиков на своем предприятии. Этими работами занимается *отдел конкурентных закупок* во главе с директором по снабжению. Он организует работу по мониторингу, измерению и анализу, принимает меры, необходимые для достижения запланированных результатов и постоянного улучшения процесса закупок.

Объективность анализа и оценок технико-коммерческих предложений потенциальных поставщиков обеспечивается путем использования многокритериальной оценки предложений поставщиков и коллегиальностью

принятия решений членами комиссии по закупкам, назначаемые в рамках организации.

Основными критериями при выборе поставщика являются: цена; качественные характеристики; статус участника; опыт поставок; максимальный охват марок.

В ходе проведения процедур, а также после их окончания обе стороны – комиссия по закупкам и поставщик – предпринимают необходимые меры для соблюдения *конфиденциальности предоставляемой информации* в случае, если сторона, предоставившая информацию, указала на ее конфиденциальность.

Ежемесячные планы-графики организации и проведения процесса оценки и выбора поставщиков комиссией по закупкам включают информацию о: номенклатуре и объемах закупок; плановых ценах; требуемых качественных характеристиках (обязательного и желательного характера) продукции и ответственных за их определение лицах; сроках поставок; сроках проведения регламентированных процедур и заключения договоров поставки; способах закупок; дебиторских задолженностях; критериях оценки технико-коммерческих предложений и их весомости.

Списки участников проводимых конкурентных процедур формируются отделом конкурентных закупок на основе электронных баз данных потенциальных поставщиков, формируемых Дирекцией по снабжению комбината и Департаментом конкурентных закупок ООО «ЕвразХолдинг». В *электронную базу данных поставщиков* в группы МПЗ (материально – производственных запасах) в обязательном порядке заносятся данные обо всех участниках закупочных процедур, в установленном порядке зарегистрировавшихся и представивших свои предложения. Результаты работы по претензиям заносятся в *базу данных поставщиков* с целью учета как положительного, так и отрицательного опыта взаимоотношений с конкретным поставщиком при последующих процедурах по выбору поставщиков.

Оценка деятельности поставщиков на ОАО «ЗСМК» широко используется, но в ней есть и недостатки. В ней не учитывается СМК поставщиков, перспективность поставщика, которая выражается в способности к самофинансированию производства. В связи с этим, рассмотрим другую методику оценки деятельности поставщиков в области качества применимую в условиях ОАО «ЗСМК» [3].

Преимущества данной методики: максимально упростить и сократить время на сбор данных при оценке поставщиков; выбирать поставщиков на основе оперативно полученной информации и без труда контролировать процесс закупки. Предлагаемая методика отличается от аналогичных тем, что представляет собой замкнутую циклическую процедуру, разделенную на три этапа по принципу сбора информации и принятия решения. Методика позволяет использовать простые компьютерные программы (например, Excel).

В данной методике определены 6 критериев оценки поставщиков;

установлено максимальное число баллов, которое может получить поставщик (100); установлены категории поставщиков; определены три этапа оценки и выбора поставщиков, которые представлены на рисунке 1.

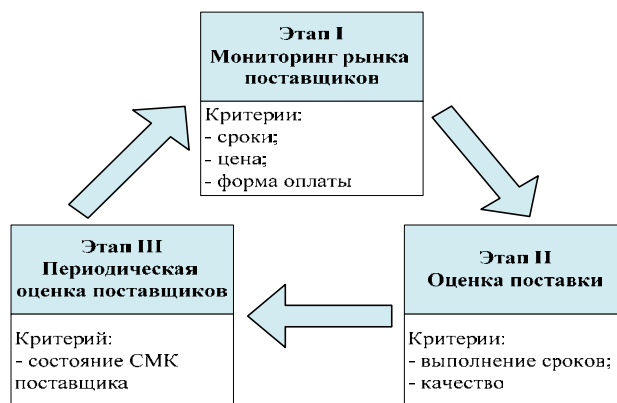


Рисунок 1 – Этапы оценки и выбора поставщиков

Поставщики категории А (отличные) имеют 81-100 баллов, категории В (надежные) – 51-80 баллов, а категории С (ненадежные) – 0-50 баллов.

На **этапе I** поставщики оцениваются по трем критериям (сроки поставки ТМЦ, уровень цены поставщика и форма оплаты). Если сроки поставки не устраивают, то критерий для поставщика равен нулю. Уровень цены поставщика необходимо сравнивать с *минимальной ценой*. На рисунке 2 можно увидеть мониторинг рынка по двум позициям (ТМЦ №1 и ТМЦ №2) по трем поставщикам. По ТМЦ № 1 выигрывает поставщик «А», т.к. у него 31 балл.

| | А | В | С | Д |
|----|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | Мониторинг рынка поставщиков | | | |
| 2 | ДАТА: 15.10.2009 | В | С | А |
| 3 | Наименование ТМЦ №1 | Поставщик "А" | Поставщик "Б" | Поставщик "В" |
| 4 | Цена ($g=0,35$) | 17 000,00р. | 15 000,00р. | 19 000,00р. |
| 5 | Срок поставки | Неделя | 20 дней | Неделя |
| 6 | Срок устраивает? | Да | Нет | Да |
| 7 | Условия оплаты ($g=0,05$) | Предопл | По отгрузке | Предопл |
| 8 | Критерий ($max=40$) | 31 | 0 | 28 |
| 9 | | | | |
| 10 | ДАТА: 15.10.2009 | | | |
| 11 | Наименование ТМЦ №2 | Поставщик "А" | Поставщик "Б" | Поставщик "В" |
| 12 | Цена ($g=0,35$) | 30 500,00р. | 37 000,00р. | 35 700,00р. |
| 13 | Срок поставки | Неделя | Неделя | Неделя |
| 14 | Срок устраивает? | Да | Да | Да |
| 15 | Условия оплаты ($g=0,05$) | Предопл | Предопл | Предопл |
| 16 | Критерий ($max=40$) | 35 | 29 | 30 |

Формула в ячейке В8:
 =ЕСЛИ(В6="Нет";0;ЕСЛИ(В6="Да";1;))*(МИН(\$В4:\$В4)/В4*100)*0,35+ЕСЛИ(В7="Предопл";0;ЕСЛИ(В7="Ч/предопл";30;ЕСЛИ(В7="По отгрузке";80;ЕСЛИ(В7="По приемке";100))))*0,05.

В остальных ячейках С8, D8, В16, С16, D16 аналогичные формулы

Рисунок 2 – Файл «Мониторинг рынка поставщиков», созданный в программе Excel

На **этапе II** оценивается поставка по двум критериям (качество ТМЦ и выполнение сроков поставки ТМЦ по договору). Продолжается оценка поставки по выбранному на этапе I поставщику «А». Сразу после принятия решения по выбору поставщика на этапе I копируется информация только этого поставщика из файла «Мониторинг рынка поставщиков» в файл «Оценка поставок», которая представлена на рисунке 3 и ожидается поставка. После поставки заполняются графы «Качество ТМЦ» и «Выполнение срока по договору», автоматически рассчитывается критерий поставки.

На **этап III** оценивается поставщик и добавляется один критерий (наличие СМК). На рисунке 4 показано как для каждого поставщика определяется категория (А, В, С) на основе, рассчитанных на втором этапе поставок.

Используя определенную на этапе III категорию при следующем мониторинге рынка (этап I), замыкается циклическая процедура «Оценка деятельности поставщиков в области качества». Выбранный поставщик «А» имеет категорию **В** и критерий мониторинга рынка 31 балл. Поставщик «В» имеет категорию **А** (выше, чем у выбранного поставщика), но критерий мониторинга рынка ниже – 28 баллов.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|---|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------------|-----------|---|---------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Оценка поставок | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Месяц | Дата проведения | Наименование ТМЦ | Категория поставщика до поставки | Поставщик | Цена за шт. руб. сравнение с min (g=0,35) | Срок поставки | Срок устраивает? | Условия оплаты (g=0,05) | Критерий мониторинга (max=10) | Качество ТМЦ (g=0,4) | Выполнение сроков по договору (g=0,1) | Критерий поставки (max=90) |
| 3 | август | 06.08.2009 | №11 | A | "Ф" | 53 400,00р. | месяц | Да | По отгрузке | 33 | Нет АН | Срок | 83 |
| 4 | август | 21.08.2009 | № 3 | A | "Н" | 9 650,00р. | неделя | Да | Предопл | 35 | Нет АН | Срок | Ждем |
| 5 | сентябрь | 03.09.2009 | № 4 | B | "Л" | 36 200,00р. | 2 месяца | Да | Ч/предопл | 35 | Нет АН | Срок | 85 |
| 6 | сентябрь | 18.09.2009 | №6 | C | "Р" | 24 365,00р. | неделя | Да | Предопл | 37 | Нет АН | Срок | 87 |
| 7 | октябрь | 15.10.2009 | № | A | "А" | 17 000,00р. | неделя | Да | Предопл | 31 | Нет АН | Срок | 81 |

Заполняется вручную

Не должно быть формул

Копируется из файла «Мониторинг рынка поставщиков»

Должна быть формула

Формула в ячейке M7:
 $=ЕСЛИ(ИЛИ(K7="";L7="");"Ждем";(J7+ЕСЛИ(K7="АН";0;ЕСЛИ(K7="нет АН";100))*0,4+ЕСЛИ(L7="Срыв";0;ЕСЛИ(L7="Срок";100))*0,1).$

Если поставка еще не состоялась, то в графе Критерий поставки выводится слово «Ждем»
 В остальных ячейках столба «M» - аналогичные формулы

Рисунок 3 – файл «Оценка поставок», созданный в программе Excel

В данном случае, решает начальник отдела закупок, какого поставщика выбрать. Можно ориентироваться на опыт (категорию поставщика) или выбрать поставщика, который получил больше баллов при мониторинге рынка поставщиков. Таким образом, получена объективная оценка деятельности поставщика в области качества.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|---|---------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | Периодическая оценка поставщика | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Поставщики | Наличие СМ (g=0,1) | Критерий поставщика (max=100) | Категория поставщика (А, В, С) | Поставка 1 | Поставка 2 | Поставка 3 | Поставка 4 | Поставка 5 | Поставка 6 | Поставка 7 | Поставка 8 | Поставка 9 | Поставка 10 |
| 3 | "Ф" | Да | 80 | В | 85 | 65 | 65 | 65 | 70 | 83 | 70 | 45 | 85 | 65 |
| 4 | "Н" | Да | 98 | А | 90 | 85 | | | | | | | | |
| 5 | "Л" | Нет | 85 | А | 85 | | | | | | | | | |
| 6 | "Р" | Да | 97 | А | 87 | | | | | | | | | |
| 7 | "А" | Да | 79 | В | 82 | 50 | 70 | 65 | 50 | 90 | 80 | 81 | 75 | 50 |

Только **одна** строка для каждого поставщика

Должна быть формула

Формула в ячейке С7:
=ЕСЛИ(В7="Нет";0;100)*0,1+СРЗНАЧ(Е7:Н7).
В остальных ячейках столбца «С» - аналогичные формулы

Формула в ячейке D7:
=ЕСЛИ(С7>80; "А";ЕСЛИ(С7>50; "В";"С")).
В остальных ячейках столбца «D» - аналогичные формулы

Рисунок 4 – Файл «Периодическая оценка поставщиков», созданный в программе Excel

Библиографический список

1. Поставщик и потребитель – Сборник статей. Составитель И.В. Матвеева. – М.: Редактировано – информационное агентство «Стандарты и качество», 2000. – С. 115 – 121.
2. Н.А. Щербаков, В.Н. Панасюк, С.М. Кузин. Система улучшения цепочки поставок // Методы менеджмента качества. – 2002. – №9. – С. 30 – 35.
3. М.В. Шилов. Оценка и выбор поставщиков // Методы менеджмента качества. – 2009. – №8. – С. 28 – 31.

УДК 005.92

СОЗДАНИЕ СЛУЖБЫ ДОУ В МУНИЦИПАЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ «ЦЕНТР СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРАЖДАН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА И ИНВАЛИДОВ»

Лиханова Н.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Морин С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Муниципальное учреждение «Центр социального обслуживания граждан пожилого возраста и инвалидов» осуществляет свою деятельность в соответствии с Федеральными законами, законами Кемеровской области, а также иными нормативными и правовыми актами РФ и Кемеровской области.

МУ «Центр социального обслуживания граждан пожилого возраста и инвалидов» (далее Центр) создается для осуществления на территории города Осинники организационной, практической и координационной деятельности по оказанию социальных услуг гражданам пожилого возраста, инвалидам и другим группам населения, нуждающимся в социальной поддержке. [1]

Целью данной работы является изучение документооборота Центра и попытка внедрения службы ДОУ в организацию.

МУ ЦСОГПВиИ является медико-социальным, культурно-бытовым учреждением, предназначенным для оказания различных видов социальной помощи престарелым гражданам и инвалидам, нуждающимся в социальной поддержке. [1]

ЦСОГПВиИ имеет определенную структуру где основными подразделениями являются:

- отделения социальной обслуживания на дому;
- специализированное отделение социально-медицинского обслуживания на дому;
- отделение дневного пребывания;
- отделение социально-бытовых услуг;
- отделение срочной социальной помощи.

Этапы создания службы Доу.

1. Выбор формы службы Доу: централизованна, децентрализована, смешанная.

2. Выбор наименования службы Доу: управление делами, канцелярия, общий отдел, отдел делопроизводства, отдел корреспонденции, служба делопроизводства, служба документационного обеспечения управления, управление по работе с документами, отдел документации и др.

3. Определение должностного состава.

4. Разработка положения о службе Доу.

5. Разработка должностных инструкций.

6. Создание структуры службы Доу. [2]

Проанализировав сложившуюся ситуацию в Центре социального обслуживания граждан пожилого возраста и инвалидов, можно говорить о том, что в центре очень большой объем входящей документации. В основном поступают жалобы от граждан.

Для того, чтобы автоматизировать поступление жалоб граждан, используем автоматизированную систему «Дело», с чьей помощью можно быстро решить полученную жалобу от пожилых граждан и инвалидов, а также быстро отправить ее на дальнейшее рассмотрение в другие уполномоченные органы, например в администрацию, где также без промедления будет в короткие сроки решена данная жалоба.

Преимущество системы «Дело»:

- однократная регистрация документов.
- возможность одновременной регистрации документов одной

группы несколькими пользователями. [3]

С первого взгляда, кажется, что весь процесс создания службы документационного обеспечения управления достаточно прост и не может являться причиной возникновения ряда вопросов.

Но на начальном этапе создания службы Доу, сразу становится видно, что необходимо пройти ряд этапов, для того чтобы в дальнейшем получилась четко слаженная служба.

Библиографический список

1. Кулебякин Е.В. Психология социальной работы: Учебное пособие. [Текст] - Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2004. - 86 с.

2. Рогожин М.Ю. Справочник по делопроизводству. [Текст] - М.: ЗАО Юстицинформ, 2005.- 180с.

3. Пособие по работе с автоматизированной системой «Дело». [Электронный каталог].

УДК 005.9:353(571.17)

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫМИ КАДРОВЫМИ ДОКУМЕНТАМИ В АДМИНИСТРАЦИИ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА

Шадрин Е.В.

Научный руководитель: Модзелевская О.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Любая организация существует лишь тогда, когда есть работающие в ней люди. Деятельность фирмы, предприятия, организации начинается с подбора и оформления сотрудников. Поэтому наличие кадровой службы необходимо.

Как и всякое другое направление деятельности, работа кадровой службы обязательно документируется.

Приказы по личному составу являются важнейшими документами, составляемыми в процессе документирования трудовых отношений.

Трудовое законодательство Российской Федерации относит приказы по личному составу к обязательным кадровым документам [1].

В работе рассматриваются особенности ведения приказов по личному составу в Администрации г. Новокузнецка

Этот вопрос на сегодняшний день является очень актуальным, потому что составление приказов является обязательной функцией, так как распорядительные действия работодателя, связанные с трудовой

деятельностью работников, - приемом на работу или увольнением, переводами на другую работу и изменением существенных условий труда, применением поощрений и взысканий и т.д. – оформляются приказами.

Приказы по личному составу служат основанием внесения соответствующих записей в трудовые книжки, личные карточки и другие кадровые документы[2].

При составлении любого документа необходимо руководствоваться общепринятыми правилами ведения кадровой документации.

Работодатели и работники кадровой службы должны знать требования к оформлению приказов по личному составу [1].

Выделяют следующие виды приказов: приказ о приеме на работу, переводе на другую работу, увольнении, приказ о предоставлении отпуска, приказ о командировке, приказ о поощрении и наложении взысканий [2].

Каждый вид приказа имеет свою унифицированную форму, за исключением приказа о наложении дисциплинарного взыскания. Например, приказ о приеме на работу оформляется по форме Т-1, об увольнении – Т-8.

Приказ (распоряжение) составляется работником кадровой службы или другим уполномоченным на это лицом.

Приказы по личному составу формируются в отдельные дела.

Работники обязательно должны быть ознакомлены с приказами.

В Администрации города Новокузнецка ведение приказов по личному составу осуществляется по общим правилам.

Основное отличие – более высокие требования, предъявляемые к работникам администрации, которые являются государственными служащими, по сравнению с требованиями, предъявляемыми к работникам коммерческих организаций.

Рекомендуется использовать в администрации города Новокузнецка систему «Кадры».

Система «Кадры» является самостоятельной системой, предназначенной для автоматизации ведения кадровой информации предприятий и учреждений, а именно:

- ведения кадровой документации;
- оперативного просмотра кадровой документации, включая штатное расписание, картотеку личных карточек работников, табель учета использования рабочего времени, карточки командировок и картотеку кандидатов на замещение должностей;
- формирования стандартных отчетов [3].

Что касается ведения приказов по личному составу, то в системе «Кадры» существуют следующие функции:

- создание приказов;

- поиск приказов;
- редактирование приказов;
- удаление приказов;
- исполнение приказов;
- печать приказов [4].

«Кадры» отличается от аналогичных программ следующими преимуществами:

- реализована на базе новейших технологий;
- гибко настраивается;
- удобна в работе.

Удобство в работе обеспечивает несложный интерфейс. Например, окно регистрационной карты приказа о приеме сотрудника на работу продемонстрировано на Рис. 1.

The screenshot shows a software window titled "Приказ о приеме на работу" (Order of employee admission). The window has a menu bar with "Управление" (Management) and "Справка" (Help). Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations. The main form contains the following fields and sections:

- Приказ №:** 12-к **от** 07.12.2009
- Ф.И.О.:** Матвиенко Анна Васильевна **Таб. номер:** 23-00
- Ф.И.О. (в.п.):** Матвиенко Анну Васильевну
- Принять с:** 07.12.2009 **по:** [] **С испытат. сроком:** []
- Место работы:** секретарь Главы г. Новокузнецка **Величина ставки:** 1
- Вид работы:** основная **Условия приема, характер работы:** постоянная
- Оклад:** Вид: Оклад %: [] **Оклад:** 6000
- Надбавки:** Table with columns "Вид надбавки" and "Сумма". Total: **Сумма: 0,00**
- Трудовой договор №:** 23 **от** 07.12.2009
- Подписи:** Table with columns "Должность" and "Подпись".

Рисунок 1 – Окно РК приказа о приеме сотрудника на работу

Но главное преимущество системы «Кадры» - это возможность осуществлять быстрый и точный поиск. Для этого в окне функции «Приказы» достаточно ввести необходимые критерии (Рис. 2).

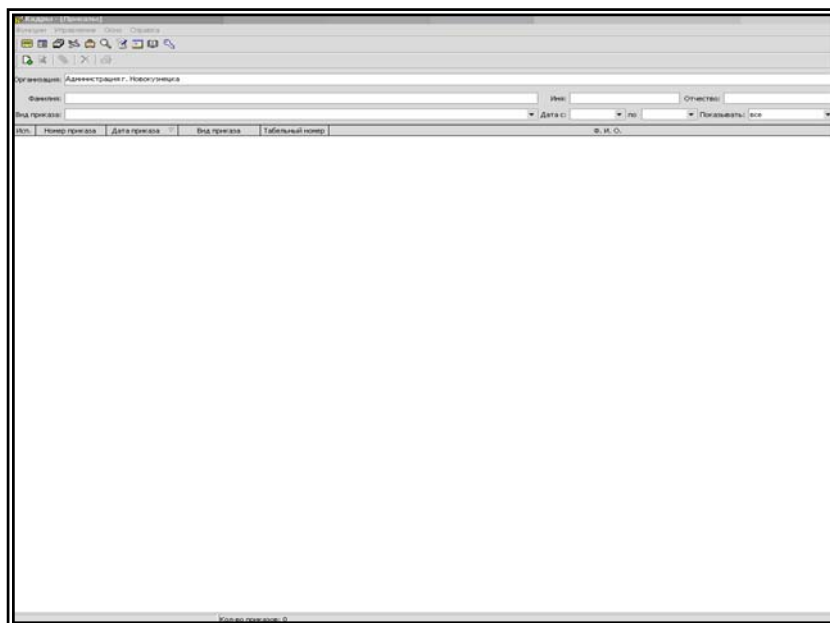


Рис. 2 – Окно функции «Приказы»

Внедрение системы «Кадры» может существенно уменьшить время работы с документами по личному составу, при этом не нарушая общепринятые правила ведения кадровой документации. Следовательно, это повысит оперативность при создании, исполнении и поиске приказов.

Библиографический список

1. Захаркина И.О. Кадровая служба предприятия: делопроизводство, документооборот и нормативная база [Текст]/ М.: Омега-Л, 2007. – 117 с.
2. Андреев С.В. Кадровое делопроизводство [Текст] / 2-е изд, доп и перераб. М.: Альфа-пресс, 2004. – 463 с.
3. Система кадрового делопроизводства «Кадры» [Эл. ресурс]: Руководство пользователя \ Версия 3.3, Выпуск 8, том 1. – М.: «Электронные Офисные Системы», 2009.
4. Система кадрового делопроизводства «Кадры» [Эл. ресурс]: Руководство пользователя \ Версия 3.3, Выпуск 8, том 2. – М.: «Электронные Офисные Системы», 2009.

УДК 004.9:930.25

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ «АРХИВНОЕ ДЕЛО»

Герасимова В.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Морин С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Перевод бумажного архива в электронную форму является актуальной

задачей для многих организаций, одним из слабых мест в работе которых является сохранение быстро накапливающихся многочисленных документов прошлых лет. Современный уровень развития информационных технологий позволяет реализовать электронные архивы. По сравнению с традиционным, электронный архив позволяет минимизировать затраты времени на управление архивом, снизить потребность в доступе к бумажным документам, значительно снизить требования к помещению для архива, персоналу и другим ресурсам. Немаловажным фактором является и то, что электронный архив позволяет организовать хранение материалов, не существующих в бумажном виде.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007, электронные документные системы должны быть спроектированы так, чтобы документы оставались доступными, аутентичными, достоверными и пригодными для использования независимо от любых изменений в системе на протяжении всего периода их хранения и использования.

Система автоматизации архивного дела используется для передачи и приема исполненных документов из системы документооборота на хранение в архив и для следующих операций по формированию и оформлению дел:

- систематизации документов внутри дела;
- автоматизированной разбивки дел на тома в зависимости от числа листов документов в деле;
- оформления дел, включая формирование внутренней описи документов дела и сдаточных описей дел структурных подразделений;
- автоматизированной регистрации дел и документов.

Основными функциями электронного архива являются первичный ввод документов в систему, их последующее хранение и поиск по различным критериям. Эффективность архива с точки зрения пользователей оценивается удобством и результативностью его поисковых возможностей. Для владельца архива на первый план выходят группы функций, связанные с созданием хранилища документов и управления им. Конфигурация электронного архива зависит от требований к программной и аппаратной составляющим, которые определяются глубиной использования функций архивирования в конкретной организации.

При выборе программного обеспечения рекомендуется отдавать предпочтение комплексным автоматизированным интегрированным системам, соответствующим отечественным и международным стандартам, ориентированным на непрерывную модификацию и развитие, что позволит снизить расходы на интеграцию различных локальных систем, их эксплуатацию и сопровождение.

Целью курсовой научно-исследовательской работы является создание электронного архива кафедры управления качеством и документообращения ГОУ ВПО «СибГИУ». Согласно действующей номенклатуре дел кафедры, дипломные работы и проекты студентов хранятся в архиве университета или на кафедре в течение 5 лет, курсовые работы и проекты – до окончания

срока обучения студента, после чего уничтожаются. Электронный экземпляр каждой сданной и получившей оценку работы записывается на компакт-диск и остается на кафедре, поскольку может быть востребован преподавателями. Однако собранные носители хранятся неупорядоченно, занимают значительное место, а поиск информации в подобном хранилище отнимает много времени.

Для оптимизации хранения электронных версий студенческих работ и обеспечения простого доступа к ним сотрудников было предложено создать электронный архив на основе автоматизированной системы электронного хранения документов «Архивное дело» компании «Электронные Офисные Системы».

Выбор системы автоматизации производился из имеющихся в распоряжении кафедры программных продуктов: «ЕВФРАТ-Документооборот», «Дело» и «Архивное дело». Система «Архивное дело», являясь специализированным решением для учета и хранения дел и документов, вышедших из оперативного делопроизводства, предоставляет наиболее широкие возможности для хранения оригинальных электронных документов и обеспечения поиска различных объектов архива.

В результате проведенного исследования изучен состав предназначенных для помещения в архив документов, подготовлен проект номенклатуры дел, сформированы дела за 2009 год, осуществлена регистрация и частичный ввод дипломных работ студентов специальности «Управление качеством» в базу данных. Безопасность данных и эффективное использование аппаратных ресурсов обеспечивается за счет установки серверной части системы не на физический компьютер, а на виртуальную машину VMware Workstation.

Созданная база данных интеллектуальной собственности кафедры и информационная система для управления архивом предоставляет возможности систематизированного хранения электронных документов, оптимизирует процесс поиска информации, а также упрощает задачу составления отчетов и аналитических сводок.

Для совершенствования работы архива в дальнейшем предлагается выделить для хранилища отдельный сервер в помещении кафедры с перспективой установки клиентской части системы «Архивное дело» на рабочие места преподавателей и обеспечения доступа к содержимому архива. Также предлагается осуществлять регистрацию и создание в системе электронных образов поступающих приказов и распоряжений ректора.

Для повышения удобства информационно-справочного обслуживания пользователей электронного архива возможно также приобретение дополнительной опции «Читальный зал». Данная опция обеспечивает как локальный, так и удаленный доступ к электронному архиву и имеет широкие возможности поиска дел и документов, в том числе морфологический поиск по тексту прикрепленных документов. Использование опции предоставит возможность эффективного выявления наличия плагиата в студенческих работах.

Реализация предложенных решений позволит максимально снизить затраты на хранение документов, уменьшить риски их потери, а также в целом повысить качество информационного обслуживания кафедры.

УДК 005.92

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ МЕР ПО СОХРАНЕНИЮ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ МКП НМР «АГЕНТСТВО ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ»

Кузнецова А.В.

Научный руководитель: Речкунова Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Сейчас в нашей стране стал весьма актуальным вопрос о сохранении работниками предприятий и фирм коммерческой тайны т.к. в достаточно быстром развитии экономики России и в условиях ужесточения конкурентной борьбы на рынке, всё чаще организации подвергаются различным видам коммерческих шпионажей, в том числе и промышленному шпионажу. Как правило, в большинстве случаев, организации и предприятия используют бумажные носители информации (в том числе и конфиденциальной) из-за их более удобного, практичного и долговечного хранения. Однако бумажные носители не имеют никаких специальных степеней безопасности, как электронные и другие виды носителей, поэтому вся ответственность за сохранность бумажных документов ложится на правильную организацию конфиденциального документооборота в частности.

В связи с этим принимаются специальные документы, устанавливающие правовые основы этого понятия и соответствующие действия сотрудников, имеющих отношение к коммерческой тайне.

Защита коммерческой тайны, но и персональных данных является весьма актуальной темой. Федеральный закон «О персональных данных» вступает в силу с 1 января 2010. Новый закон четко определяет всю ответственность и санкции к владельцам персональных данных клиентов. Теперь за разглашение персональной информации, к которой имеет доступ работник компании, ее копирование или передача другому лицу будут караться в соответствии с Уголовным кодексом РФ.

Конфиденциальная информация - информация с ограниченным доступом, не содержащая сведений, составляющих государственную тайну, доступ к которой ограничивается в соответствии с законодательством Российской Федерации. В соответствии с Указом Президента РФ «Об утверждении перечня сведений конфиденциального характера», к

конфиденциальной информации на рассматриваемом предприятии можно отнести сведения о фактах, событиях и обстоятельствах частной жизни гражданина, позволяющие идентифицировать его личность, а также сведения, связанные с коммерческой деятельностью, доступ к которым ограничен в соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации и федеральными законами. [1]

Цель исследования – изучение способов защиты, учет и хранение документов с конфиденциальной информацией в организации.

Система защиты ценной, конфиденциальной информации организации реализуется в комплексе нормативно-методических документов, которые детализируют и доводят ее в виде конкретных рабочих требований до каждого работника фирмы. Знание ими своих обязанностей по защите секретов фирмы является обязательным условием эффективности функционирования системы защиты и определенной гарантией сохранности собственной информации фирмы. [2]

Муниципальное Казенное Предприятие Новокузнецкого муниципального района «Агентство по оформлению земельных участков Новокузнецкого района» занимается оформлением документов на земельные участки физических и юридических лиц. Такие службы создаются с целью упрощения и сокращения сроков оформления документов на земельные участки и объекты недвижимости.

На момент анализа на предприятии абсолютно не были реализованы организационные меры по защите информации. А также не были реализованы нормативно-методические материалы и организационно-распорядительные документы организации, отражающие вопросы обеспечения информационной безопасности предприятия. Однако были представлены программно-аппаратные и инженерно-технические средства защиты информации. Из инженерно-технических мероприятий стоит отметить наличие сейфа в бухгалтерии, а также наличие железной двери на входе в офисное помещение.

На этапе разработки было предложено ввести специалиста по защите информации. Потому что вся ответственность за сохранность бумажных документов ложится на правильную организацию конфиденциального документооборота. На специалиста по защите информации разработана должностная инструкция.

Разработаны нормативно-правовые документы - перечень сведений, составляющих коммерческую тайну, договорное обязательство о неразглашении коммерческой тайны и инструкция по защите коммерческой тайны.

Разработана инструкция (Положение о режиме коммерческой тайны), регламентирующая порядок доступа сотрудников к конфиденциальной информации, порядок создания, учёта, хранения и уничтожения конфиденциальной документов организации.

Разработано приложение к Договору о неразглашении информации,

составляющей коммерческую тайну. А так же памятка работника МКП НМР «АОЗУ НР». Перечень, в котором прописываются основные документы, составляющие коммерческую тайну.

Введена система обозначений степени конфиденциальной информации - проставление грифов конфиденциальности. «Для служебного пользования» и «Конфиденциально».

Внесено предложение о том, что в Устав организации дополнения. Вводится раздел «Конфиденциальная информация». В раздел «Права и обязанности» дополняется пунктами. Это дает директору предприятия право издавать нормативные и распорядительные документы, определяющие порядок выделения сведений, составляющих коммерческую тайну, и механизмы их защиты. А так же создавать организационные структуры по защите коммерческой тайны.

Сведения к минимуму несанкционированного доступа к конфиденциальной документации можно достичь путём увеличения различных административных, технологических и других барьеров. Это делается для того, чтобы организация хищения (разглашения) конфиденциальных сведений предприятия влекло за собой значительные финансовые, материальные и иные траты, которые не оправдывали бы риск и затраченные на это усилия. [3]

Библиографический список

1. Федеральный закон «О коммерческой тайне» № 98-ФЗ от 29 июля 2004 года.
2. Кудряев В.А. Организация работы с документами [Текст]: Учебник / В.А. Кудряев и др. - М.: ИНФРА-М, 1999. — 575 с.
3. Левин А.А. Секрет фирмы [Текст]: Учебник / А.А. Левин. — М.: Машиностроение, 1992.

УДК 005.9:34

ЮРИДИЧЕСКАЯ СИЛА ДОКУМЕНТА

Елистратова Ю.А.

Научный руководитель: Абатурова А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Любой документ обладает определённым набором признаков, непосредственно связанных с его основными функциями и свойствами. Для того, чтобы выпускаемый организацией документ приобрел бесспорность, обязательность для тех лиц, кому он адресован и чьи действия в будущем будут основаны на его положениях, он должен обладать рядом элементов, наиболее важным из которых является юридическая сила этого документа.

Целью курсовой научно-исследовательской работы является изучение юридической силы документа.

Юридическая сила документа - это свойство официального документа, сообщаемое ему действующим законодательством, компетенцией издавшего его органа и установленным порядком оформления.

Исследованию подлежала юридическая сила организационно-распорядительной документации ОАО «ЗСМК», т.к. ОРД является наиболее широко используемым видом управленческой документации комбината.

Чтобы документ имел юридическую силу, необходимо следующее:

- положения, содержащиеся в документе, должны строго соответствовать требованиям законодательства;

- документ должен быть издан должностным лицом управления, отдела предприятия, обладающим необходимыми для этого полномочиями. Если при его составлении и подписании должностное лицо вышло за рамки своей компетенции, документ не имеет юридической силы и является недействительным;

- реквизиты документа должны соответствовать принятым нормам.

Правильно оформленные реквизиты документов гарантируют их юридическую силу.

Реквизиты, придающие организационно-распорядительным документам юридическую силу, это наименование организации, место издания, дата и номер документа, а также на документе обязательно должна быть подпись должностного лица, т.к. это напрямую связано с тем вопросом, имеет или не имеет документ юридическую силу.

Помимо перечисленных реквизитов особое внимание следует уделить таким реквизитам, как утверждение документов, печать, реквизит согласования, отсутствие которых на документе лишает его юридической силы.

Для более эффективной работы предприятия целесообразно разработать единые Правила определения юридической силы документа, которые предлагается ввести в ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат», в отдел документационного обеспечения управления. Разработанные правила носят рекомендательный характер и помогут сотрудникам организации правильно оформлять документы со всеми необходимыми реквизитами, чтобы эти реквизиты придавали документу юридическую значимость. В документе перечисляются основные условия наличия юридической силы, список юридически значимых реквизитов, определение юридической силы электронных документов.

Соблюдение таких правил в организации необходимо для того, чтобы не возникало негативных последствий во взаимоотношениях с работниками предприятия, налоговыми органами, учредителями, партнерами по бизнесу.

Помимо этого в качестве юридически значимых реквизитов для электронного документа служат дата и электронная цифровая подпись

Ход исследования показал целесообразность внедрения ЭЦП в ОАО

«ЗСМК» в действующую систему электронного документооборота БОСС-Референт «Согласование договоров» в отделе документационного обеспечения управления.

ЭЦП будет использоваться в качестве аналога собственноручной подписи для придания электронному документу юридической силы, равной юридической силе документа на бумажном носителе, подписанного собственноручной подписью правомочного лица и скрепленного печатью. Правом подписи с помощью ЭЦП будут обладать руководители структурных подразделений и ведущие специалисты комбината, которые проставляют свою резолюцию на договорах и с которыми согласовываются договоры организации.

Можно сказать, что ЭЦП устранил большинство проблем, свойственных подписи на бумажном документе, и обеспечит электронному документу следующие важнейшие характеристики: проверку подлинности, проверку целостности документов; конфиденциальность документов; неотрицание авторства.

В связи с тем, что возрастает потребность именно в юридически значимых электронных документах, тех которые могут служить доказательством, т.е. они документируют решение или какой-либо факт. Это приводит к тому, что электронная цифровая подпись становится востребованной как никогда ранее и именно она придает электронному документу юридическую силу.

Тему исследования в своих трудах изучали: Н.Б. Зиновьева, Т.В. Кузнецова, М.В. Ларин, В.А. Кудряев, В.И. Андреева, М.В. Кирсанова, Л.В. Санкина, В.А. Дягтерев и другие авторы, а также данная тема освещена в законодательстве РФ.

УДК 005.92

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОАО «НЗРМК»

Супрун Ю.С.

Научный руководитель: Абатурова А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Совершенствование документационного обеспечения управления представляет собой методы совершенствования технологии документооборота и сокращения объема документооборота [1].

Методы совершенствования технологии документооборота включают все процедуры прохождения документов в учреждении, оптимизацию процедур подготовки и оформления документации, компьютеризация операций составления и обработки документов. Главное условие сокращения

объемов документов – упорядочение их возникновения. Основным методом упорядочения процесса документирования является унификация как отдельных групп документов, так и всей системы делопроизводства [2].

На сегодняшний день на предприятии ОАО «НЗРМК» существуют проблемы в области рационального и эффективного документационного обеспечения управления.

В организации нарушен порядок организации документооборота, практически вся обработка входящей и исходящей документации выполняется секретарем предприятия. Также отсутствует такое структурное подразделение как архив. Соответственно нарушен порядок оперативного и постоянного хранения документов. Все документы хранятся в структурных подразделениях, что затрудняет поиск необходимой документированной информации, а также является причиной утери некоторых документов [3].

Все это является результатом отсутствия службы ДОУ, которая непосредственно занимается вопросами документационного обеспечения управления.

Целью курсовой научно-исследовательской работы является изучение вопроса рационального и эффективного документационного обеспечения управления на ОАО «НЗРМК», разработка и внедрение службы ДОУ в организационную структуру предприятия.

Документационное обеспечение управления охватывает весь комплекс работ по созданию и оформлению документов, их исполнению и контролю сроков исполнения, по учету документов, формированию дел из исполненных документов, хранению и использованию текущих дел, подготовке их к сдаче в архив [4].

Документационное обеспечение управленческой деятельности организации - важнейшая обслуживающая функция управления, от рациональной организации которой зависят скорость и качество принятия управленческих решений, эффективность работы организации в целом.

Документационное обеспечение управления на предприятии должно осуществляться специальной службой, действующей на правах самостоятельного структурного подразделения, подчиненного непосредственно руководителю предприятия. Основной задачей службы документационного обеспечения управления является внедрение единого порядка работы с документами на предприятии в соответствии с действующей нормативно-правовой базой [2].

Количественный и качественный состав структурных подразделений службы ДОУ предприятия и порядок их взаимодействия между собой отражаются в организационной структуре службы ДОУ. Служба ДОУ, функционирующая в рамках данной организационной структуры, должна обеспечить полноценное движение всех видов документов и документной информации [4].

Ввиду отсутствия на ОАО «НЗРМК» какого-либо подразделения, осуществляющего документационное обеспечение управления, для этого

предприятия разрабатывается новая служба ДООУ, которая подчиняется непосредственное генеральному директору ОАО «НЗРМК», возглавляет ее начальник службы ДООУ. В ее состав входят следующие структурные подразделения: экспедиция, группа учета и регистрации, секретари руководителя и его заместителей, секретари структурных подразделений, группа контроля, отдел по рационализации делопроизводства, машинописное бюро с корректирующей группой и архив [1].

Исследование в рамках данной работы показывает, что существующий на предприятии документооборот неэффективен, внедрение службы ДООУ со всеми ее структурными подразделениями и соответствующим штатом сотрудников позволит организовать руководство, координацию, контроль и реализацию работ по документационному обеспечению управления, облегчит работу с документацией, исключит дублирование документов и сократит сроки их подготовки и сделает принятие управленческих решений более эффективным.

Библиографический список

1. Белов А.Н. Делопроизводство и документооборот [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Белов - М.: Эксмо, 2007. – 368 с.
2. Колесник Е.Н. Введение в управленческое документоведение [Текст]: учеб. пособие / Е.Н. Колесников - М.: ИНФРА - М, 2003. – 245 с.
3. СТП 25.01 – 2003 Управление документацией. Порядок управления распорядительной и информационно-справочной документацией [Текст]. – Введ. 25.01.03. – Новокузнецк: Изд-во стандартов, 2003. – 43 с.
4. Кузнецова Т.В. Делопроизводство: Организация и технологии документационного обеспечения управления [Текст]: учеб. пособие / Т.В. Кузнецова - М.: Юнити-Дана, 2003. – 291 с.

УДК 005.92

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЛУЖБЫ ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОАО «НЗРМК»

Малькова Н.Б.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Деев В.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Документационное обеспечение управленческой деятельности организации – важнейшая обслуживающая функция управления, от рациональной организации которой зависят скорость и качество принятия управленческих решений, эффективность работы организации в целом.

Благодаря правильно налаженному документообороту любая организация получает ряд преимуществ: упорядоченное хранение

документов, так как отдельное подразделение, занимающееся делопроизводством, снимает заботы о сохранности документов со всех сотрудников организации; более оперативное выполнение запросов по поиску документов; увеличение свободного пространства в рабочих комнатах.

В ОАО «НЗРМК» служба ДОУ не является самостоятельным подразделением, а входит в состав административно-хозяйственной службы. Однако организация работы с документами – это вполне самостоятельный вид деятельности, ничего общего не имеющий с хозяйственным обеспечением. Поскольку служба ДОУ фактически управляет документацией и документационными потоками всей организации, она должна быть самостоятельным подразделением, с подчинением непосредственно руководителю завода. Это принципиально важно еще и потому, что служба ДОУ непосредственно работает с руководством, решает вопросы рассмотрения документов, контролирует их исполнение. Создание службы ДОУ в ОАО «НЗРМК» - актуальная на сегодняшний момент задача.

Существует три формы организации делопроизводства:

- централизованная;
- децентрализованная;
- смешанная.

Централизованная форма организации делопроизводства подходит наилучшим образом, так как все технические операции по обработке документов сосредоточены в одном структурном подразделении (службе ДОУ), а творческая работа с документами осуществляется в других структурных подразделениях. К преимуществам централизованной формы организации делопроизводства относится возможность формирования единой базы данных по всем поступающим на завод и создаваемым в нем документам, что позволяет повысить оперативность поиска документов и, следовательно, оптимизировать справочную работу по документам.

В состав отдела входят следующие группы: секретариат, архив.

Должностной состав службы ДОУ:

- начальник службы ДОУ;
- секретарь-машинистка;
- телеграфист;
- заведующий архивом.

Служба ДОУ оказывает методическую помощь ответственным за документационное обеспечение (делопроизводство) в структурных подразделениях ОАО «НЗРМК».

Служба документационного обеспечения управления и ее работники осуществляют свою деятельность на основании следующих организационно-правовых документов:

- положения о службе ДОУ;
- должностных инструкций;
- инструкции по делопроизводству.

Положение о службе ДОУ и должностные инструкции ее работников составляют комплект организационно-правовой документации, разработка которого завершает организационный этап создания этой службы.

Эффективный документооборот является обязательной составляющей эффективного управления.

Системы электронного документооборота (СЭД) формируют новое поколение систем автоматизации предприятий. Основными объектами автоматизации в таких системах являются документы (в самом широком их понимании, от обычных бумажных до электронных любого формата и структуры) и бизнес-процессы, представляющие как движение документов, так и их обработку.

СЭД предназначены для автоматизации процессов прохождения документов в организациях. В «бумажном» документообороте центральным является понятие документа. В электронном документообороте пользователи работают с электронными документами.

Для создания системы электронного документооборота, автоматизирующей процессы документооборота и делопроизводства ОАО «НЗРМК» рекомендуется внедрить систему электронного документооборота, которая обеспечивает широкие возможности по автоматизации процессов делопроизводства и документооборота, а также деловой активности завода: ввода и хранения документов, управления работами по документам, создания статистических отчетов.

Разработаны предложения по совершенствованию документационного обеспечения управления ОАО «НЗРМК», ведь создание и налаживание эффективной работы службы ДОУ – ответственный шаг для любой организации. Внедрение системы электронного документооборота не требует больших финансовых вложений и позволяет автоматизировать системы документационного обеспечения и делопроизводства завода, что способствует эффективной работе всего делопроизводственного комплекса ОАО «НЗРМК».

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| I. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ | 3 |
| Горюшкина Ю.В., Зенцова С.В., Слажнева К.С. Синтез и идентификация бромида лантана (III) | 3 |
| Потапов С.О., Корюков В.Н. Пути перехода к малоотходному производству и интенсификация процесса хлорирования TiO₂ | 6 |
| Абрамов Р.А. Температура начала кристаллизации тугоплавких компонентов из шлакового расплава в зависимости от его состава | 10 |
| Шагдарова Н.Г. Термодинамические свойства шлаков, содержащих фториды или хлориды некоторых металлов | 15 |
| Загуляев Д.В., Коновалов С.В., Пономарева М.В. Характер влияния импульсного магнитного поля на микротвердость алюминия | 19 |
| Симон И.Ю., Новосёлова Е.С. Исследование оптических свойств наночастиц серебра, полученных методом химического восстановления | 24 |
| Пасека А.Е., Терентьев Р.А., Полякова И.Ю., Шапоренко К.В. Потенциометрическое определение ионов Pb²⁺ производными дитиофосфорной кислоты | 28 |
| Терентьев Р.А., Пасека А.Е., Полякова И.Ю. О возможностях комплексометрического потенциометрического определения ионов с помощью ртутно-комплексонатного электрода | 33 |
| Земцова Ю.В., Комаровских Н.В., Беляева Н.А. Компьютерное моделирование материалов спинтроники: нанослой GaAs, допированные Mn | 37 |
| Насонов С.В. Исследование характеристик облаков верхнего яруса поляризационным лидаром | 41 |
| Столбоушкина О.А., Филипьев Р.А. Новые методы и приборы, способы обработки информации на основе цифровых и компьютерных технологий в развитии физики | 43 |

| | |
|---|-----------|
| II. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ | 48 |
| Карпова А.И., Агеева В.В., Нуждова О.А. Исследование влияния состава и режимов прессования на прочность брикетов из бурогоугольного полукокса | 48 |
| Павловец П.В., Иванов М.В. Исследование параметров напыленного слоя шихты при производстве окатышей | 51 |
| Павловец П.В., Иванов М.В. Исследование кинетики формирования напыленного слоя шихты при производстве окатышей | 56 |
| Бекушева К.Г., Лубяной Д.Д., Лушникова Е.И. Влияние химического состава на микроструктуру, твердость и эксплуатационную стойкость изделий из чугуна доменной плавки | 61 |
| Золотухина А.А., Нагибин В.М., Ермошевич С.С. Влияние хрома и ванадия на интенсивность карбидообразования чугунов | 65 |
| Числавлев В.В. Исследование влияния технологических параметров плавки на коэффициент распределения фосфора при переделе фосфористого чугуна в кислородных конвертерах | 69 |
| Грабовский А.Ю. Оптимизация теплотехнических параметров процесса предварительного подогрева лома | 72 |
| Калиногорский А.Н., Калиногорский А.Н. Исследование эффективности использования марганца при выплавке стали в конвертерах | 79 |
| Галимулин В.Н. Исследование влияния примесей цветных металлов на качество конвертерной стали | 81 |
| Попов Е.В. Анализ вариантов объемно-планировочных решений и оборудования отделений внепечной обработки стали | 84 |
| Климов А.С., Филиппова М.В. Производство горячекатаных шаров | 88 |
| Сачкова Е.П. Пути повышения эффективности работы закалочной печи рельсобалочного цеха ОАО «НКМК» | 92 |

| | |
|---|-----|
| Лебедев Н.В. Исследование теплоотражающего слоя в нагревательных методических печах | 95 |
| Гармаш М.А., Грабовский А.Ю., Лебедев Н.В. Особенности теплового расчета методических печей различных конструкций | 97 |
| Кан В.А., Табакаев М.В. Изоляция подовых труб печей с шагающими балками | 103 |
| Заборовский Р.В., Анчутин Р.С. Анализ современного состояния производства и применения боридов вольфрама | 105 |
| Дюнова Д.Н. Математическая модель процесса нейтрального выщелачивания огарков в производстве цинка | 108 |
| Белоусов М.В., Муллагулов М.Ф. Исследование механизма диссоциации доломита методом дериватографии | 112 |
| Сергеев В.А., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Антонович Ю.Ф. Новая гидрометаллургическая технология переработки свинцовых кеков с получением электролитического свинца | 115 |
| Владимирцева Е.Н., Морозов А.С., Лазаревский П.П. Изучение кинетики восстановления кварцитов различных месторождений | 119 |
| Федулов И.А., Яковлев Р.А. Анализ электротермических характеристик камеры высокого давления для синтеза алмаза | 123 |
| Пивнева Л.А., Пивнева Н.А. Исследование сепарационных способностей циклонов для частиц микронных размеров | 126 |
| Зенкова О.В., Чичик Е.Б., Хлыстова М.Ю. Теоретическое исследование образования оксидов азота при сжигании топлива | 131 |
| Лупенко В.Г., Медведская О.О. Исследование состояния воздушной среды на рабочих местах цеха химулавливания КХП и пути ее улучшения | 136 |
| Волков Е.С. Энергосберегающая технология переработки незамавленной окалины в брикеты с последующим восстановлением в электродуговой печи | 141 |

| | |
|---|------------|
| Зырянов И.А. | |
| Установка сушки алюмосиликатных отходов ТЭЦ | 144 |
| Барашев А.Р., Антонович Ю.Ф., Фролова Р.В. | |
| Исследование альтернативной технологии переработки кадмийсодержащего вторичного сырья | 146 |
| Каутер А.П. | |
| Обоснование выбора способа плазменной наплавки закаливающимися сталями | 151 |
| Серкова И.В., Шайдурова Е.Ю., Тертых А.А. | |
| Изучение охлаждающей способности закалочной среды на основе водорастворимого полимера «Термовит-М» | 156 |
| III. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ | 160 |
| Анников Е.А. | |
| Влияние технологических факторов на коэффициент линейного расширения доэвтектических сплавов алюминия с кремнием | 160 |
| Бояскина А.В. | |
| Получение железа технической чистоты и железа высокой степени чистоты | 164 |
| Козлов В.А. | |
| Влияние обработки расплава на линейное расширение доэвтектического силумина Al – 11 % Si | 170 |
| Ивайкина Е.С. | |
| О влиянии легирования и обработки расплава на линейное расширение алюминия | 172 |
| Махонина Е.Н., Быкова О.В. | |
| Влияние кипячения на линейное расширение алюминиевых сплавов | 176 |
| Кузьмин С.В., Насонов А.А. | |
| Влияние низкотемпературной термической обработки на линейное расширение серого чугуна | 181 |
| Богданова Т.М., Никонов А.В. | |
| Влияние термической обработки на физико-механические свойства чугуна с шаровидным графитом | 184 |
| Подлужная А.А. | |
| О пережоге алюминиевых сплавов | 188 |
| Спирин А.С., Копытько А.А., Роголёв М.Н. | |
| Исследование влияния химико-термической обработки на удельное электросопротивление проволоки из термоциклированной малоуглеродистой стали 10КП | 191 |

| | |
|--|-----|
| Чевозёрова А.К. О применении легирования для получения современных инваров . | 195 |
| Кокорев С.А. Оптимизация технологии изготовления элементов самолетов в условиях ОАО «Иркутский авиационный завод-филиал» | 199 |
| Гвоздева М., Громова К. Анализ фазовой диаграммы состояния графит – алмаз: новые подходы и технологические прогнозы | 205 |
| Обухов Г.В., Лейс В.А. Влияние никеля на тепловые свойства технического алюминия ... | 208 |
| Амзоров А.С., Жуков А.В. Анализ современного состояния производства и применения наноалмазов | 212 |
| Павлова Л.С. Применение нанодисперсных шихт в производстве кубического нитрида бора | 215 |
| Ширяева Л.С., Романова И.В. Определение твердости синтетических материалов расчетным методом | 219 |
| Пархомюк А.В., Кислицина Т.А. Анализ современного состояния производства и применения боридов алюминия | 222 |
| Сафонов С.В. Возможность слежения за глубиной проплавления при дуговой сварке | 225 |
| Губарева О.Г. Возможности контроля качества сварных соединений | 229 |
| Норкин В.Л. Контроль качества при изготовлении сварных конструкций | 233 |
| Джапаров Н.А. Потери технологической пластичности сварочной проволоки при насыщении ее водородом | 237 |
| Арясов Е.А., Рогов И.В., Овчинников Д.Д. Захаров М.И., Гурьев Д.В. Исследование процессов структурообразования наплавленного теплостойкого металла типа Р2М8 в процессе деформационного упрочнения | 239 |
| Давыдов А.В., Кузнецова О.В., Подшивалов И.В. О возможности применения ильменитового концентрата при изготовлении электродов общего назначения | 243 |

| | |
|--|------------|
| IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ | 246 |
| Минаев А.В., Комар Ю.С. | |
| Применение комплекса Siemens SIMATIC PCS 7 для автоматизации технологического процесса газового промысла ГП-10 Уренгойского газоконденсатного месторождения | 246 |
| Федотов А.А. | |
| Реализация подсистемы управления доступом учебно-исследовательского комплекса «ЛОГОС» | 248 |
| Тагильцев К. В., Макаров Г. В. | |
| Информационный портал как система организационного контроля | 253 |
| Миронова Е.В. | |
| Игровая апробация механизма управления деятельностью преподавательского состава учреждения среднего профессионального образования (ГОУ СПО) | 255 |
| Журавлев А.А., Егунов А.Е. | |
| Информационные технологии в электромеханических системах горного производства | 259 |
| Маслова Е.В. | |
| Автоматизированная информационная система поддержки образовательного процесса кафедры систем информатики и управления СибГИУ | 261 |
| Косенко И.В. | |
| Комплексный анализ рядов данных, характеризующих уровень первичной заболеваемости детей до одного года в г. Новокузнецке | 265 |
| Соловьева А.В. | |
| Автоматизированная информационная система школы информатики и программирования Сибирского государственного индустриального университета | 270 |
| Титова А.К. | |
| Разработка электронного учебного издания по дисциплине «Управление качеством» | 274 |
| Коновалов Д.В. | |
| Исследование методов прогнозирования курса валют на валютном рынке Форекс | 278 |
| Дюпин А.В. | |
| Задача управления микроклиматом помещения | 282 |
| Борило И.А. | |
| Идентификация лица человека методом опорной гиперповерхности | 287 |

| | |
|---|-----|
| Емельяненко В.А., Емельяненко А.А., Бородин А.В. Автоматизированная система управления бизнес-процессами «ПАРАД-М» | 292 |
| Белоножко С.Ю. Особенности информационно-управляющей системы ремонтного предприятия ОАО «Газтурбосервис» | 295 |
| Дружилов А.С. Многовариантный прогноз рядов данных, характеризующих потребление населением г. Новокузнецка лекарственных препаратов | 298 |
| Жердева Ю.Ю. Алгоритмы нелинейной динамики при анализе рядов данных биржевых котировок | 302 |
| Алексеев В.В. Управление крупностью извлечения флотированных частиц посредством изменения скорости вращения импеллера | 308 |
| Слажнева К.С. Информационно-коммуникационные технологии как программно-технологические средства в производстве | 310 |
| V. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ | 314 |
| Гаряшин В.В. Кинематическое исследование плоского восьмизвенного механизма шестого класса с замкнутым изменяемым контуром ... | 314 |
| Ермолаева Н. Ю. Определение скорости толкателя четырехзвенного кулачкового механизма графоаналитическим способом | 318 |
| Цвигун В.Н., Козлов Н.В., Куклин С.А. Износ материалов при их истирании | 321 |
| Фомин А.С. О делении механизмов второго семейства на виды и подвиды | 323 |
| Желтухин Д.В. К вопросу о структурном синтезе механизмов с подвижными гидроприводами | 327 |
| Гнездилов В.К. Анализ структур пространственных винтовых механизмов | 329 |
| Серенко Е.К. Структура и кинематика высоконагруженного кривошипно-ползунного механизма со сложным шатуном | 331 |

| | |
|--|-----|
| Обрядин А.А. О структуре пространственных четырехзвенных механизмов | 334 |
| Макиенко А.В., Садиева А.Э. Принцип действия нового инерционно-импульсного привода вращения | 335 |
| Беляева А.К., Баклушина И.С. Расчет усилий в стрелках пятистержневой строительной фермы сложного типа | 337 |
| Молчанов В.В. Цилиндрикоконический боек ударных механизмов | 339 |
| Назаров Н.А., Гудимова Л.Н. Об исключении избыточных связей в шестизвнном рычажном механизме | 341 |
| Князев А.С. Задачи совершенствования механизированных крепей при подземной добыче угля в шахтах | 345 |
| Федоров А.И. Классификация цепей Грюблера по числу сторон звеньев | 349 |
| Покровская О.Д., Винокуров С.А. Эффективность терминальных контейнерных перевозок | 351 |
| Покровская О.Д. О методике формирования терминальной сети (постановка задачи) | 358 |
| Покровская О.Д. Об экономической целесообразности применения терминальных технологий грузодвижения в угольной отрасли Кузбасса | 364 |
| VI. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. СЕРТИФИКАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ | 370 |
| Баранова М.В. Особенности сертификации продуктов питания в условиях технического регулирования | 370 |
| Воденеева О.В. Системы охраны здоровья и промышленной безопасности | 372 |
| Галямина О.А. Система экологического менеджмента | 374 |
| Симонова С.А., Максимова Е.В., Воденеева О.В., Шкиль Е.А. Особенности стандартизации образовательных услуг в условиях технического регулирования | 376 |

| | |
|--|-----|
| Тутынин А.В. Обоснование целесообразности создания органа по сертификации систем менеджмента качества в Сибирском государственном индустриальном университете | 379 |
| Вавилова Ю.А. Обязательное подтверждение соответствия лекарственных препаратов | 381 |
| Вальгер О.В., Кравчук К.О., Кравченко П.Д. Особенности стандартизации медицинских услуг в условиях технического регулирования | 383 |
| Кравчук К.О. Стандартизация как способ решения проблем качества оказания медицинских услуг | 386 |
| Вастьянова А.В. Логистический подход при оказании туристических услуг | 390 |
| Шкиль Е.А. О сертификации молочной продукции в условиях технического регулирования | 392 |
| Доронкин Д.С. Сертификация пищевых продуктов и их безопасность | 395 |
| Харина Д.В. Экологическая сертификация продукции и услуг | 397 |
| Шутенко М., Галямина О., Новиков Г. Особенности сертификации торговых услуг | 401 |
| Вальгер О.В. Реализация процессного подхода к менеджменту | 403 |
| Колягина Е.С. Система менеджмента качества муниципальных услуг | 406 |
| Осокина М.В. Разработка стандарта организации системы менеджмента качества «Управление несоответствующей продукцией. Корректирующие и предупреждающие действия» на примере ОАО «Кузнецкие ферросплавы» | 409 |
| Бордунов М.А. Применение метода «анализ видов и последствий потенциальных отказов» при проектировании | 413 |
| Жикина И.А. Применение метода «Анализ видов и последствий потенциальных отказов» для процесса | 415 |

| | |
|--|-----|
| Филина Н.В. Разработка и внедрение системы 5S на кафедре «УК и Д» | 417 |
| Мосалёва Н.Ю. Бережливое производство в образовательной деятельности | 420 |
| Шугалеева Ю.С. Методика оценки результативности реализации основных образовательных программ | 423 |
| Любимова А.С. Совершенствование деятельности ОАО «НЗРМК имени Н.Е. Крюкова» посредством оценки удовлетворенности потребителей .. | 424 |
| Гейн А.С. Оценка деятельности поставщика в области качества на ОАО «ЗСМК» | 428 |
| Лиханова Н.Ю. Создание службы ДОУ в муниципальном учреждении «Центр социального обслуживания граждан пожилого возраста и инвалидов» | 432 |
| Шадрина Е.В. Организация работы с распорядительными кадровыми документами в администрации города Новокузнецка | 434 |
| Герасимова В.С. Создание электронного архива на основе системы «Архивное дело» | 437 |
| Кузнецова А.В. Разработка комплексных мер по сохранению конфиденциальной информации в организации МКП НМР «Агентство по оформлению земельных участков» | 440 |
| Елистратова Ю.А. Юридическая сила документа | 442 |
| Супрун Ю.С. Совершенствование документационного обеспечения управления на примере ОАО «НЗРМК» | 444 |
| Малькова Н.Б. Совершенствование службы документационного обеспечения управления ОАО «НЗРМК» | 446 |

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть III

*Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых*

Выпуск 14

Под общей редакцией Мышляева Л.П.

Технические редакторы Ознобихина С.П.
Морина Г.А.

Компьютерная верстка Морина А.С.

Издательская лицензия № 01439 от 5.04.2002 г.

Подписано в печать _____

Формат бумаги 60-84 1/16. Бумага писчая, ризография.
Усл.печ.л. 27,28 Уч.-изд.ли. 29,22 Тираж 300 экз. Заказ № _____

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ