

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУЗБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»**

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

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ IV

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
7 – 8 мая 2008 г.*

выпуск 12

**Новокузнецк
2008 г.**

ББК 72.4(2)713660

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общей редакцией Л.П. Мышляева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2008. – Вып. 12. – Ч. IV. Технические науки. – 303 с.

Редакционная коллегия:

д.т.н., профессор В.К. Афанасьев, д.т.н., профессор Л.Т. Дворников, д.т.н., профессор О.И. Нохрина, к.т.н., доцент А.В. Феоктистов, д.т.н., профессор С.М. Кулаков.

Под общей редакцией Л.П. Мышляева

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

IV часть сборника посвящена современным проблемам новых материалов и упрочняющих технологий, теории механизмов, машиностроения и транспорта, стандартизации, сертификации и управления качеством, новым информационным технологиям, системам автоматизации и информационным системам.

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

ISBN 5-7806-0244-4

Сибирский государственный
индустриальный университет
2008

I. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.9(031)

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ УПРОЧНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Казанцев С.В., Катунина А.С.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Рудаков С.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Чистый титан - низкопрочный и высокопластичный металл. Упрочнение его можно достигнуть легированием, термомеханической, химикотермической и термической обработкой, а также повышением механических свойств поверхностного слоя путем нанесения различными способами износостойких покрытий.

Известно, что легирование примесями внедрения (O, N, C, H) оказывает более заметное влияние, чем примесями замещения (Fe, Si). Основным фактором легирования является размерный или объемный фактор, т.е. искажение атомной решетки чистого титана при введении легирующих элементов, а также за счет растворного и дисперсионного упрочнения.

Азот и кислород при достаточных концентрациях (0,7% и 0,27% соответственно) приводят почти к полной потере пластических свойств, а углерод способствует упрочнению титана при сохранении высокой пластичности.

Имеются данные о возможности упрочнения металлов путем воздействия на них импульсами лазерного луча с повышением микротвердости в 3-4 раза против исходной. Однако "взрывной" механизм упрочнения такого рода приводит к появлению поверхностных кратеров достаточно больших размеров (несколько десятков микрон), что очевидно будет сказываться на усталостной прочности материала. Эффект упрочнения связан в этом случае с наклепом металла в поверхностном слое и термообработкой за счет высоких скоростей охлаждения.

Термическая обработка титановых сплавов позволяет получить для β -сплавов существенное повышение механических свойств. Особенно эффективна для титановых сплавов химико-термическая обработка, позволяющая получить твердые и износостойкие поверхностные слои небольшой глубины (0,02-0,15 мм) при неизменных свойствах сердцевины. Значительное увеличение твердости достигается азотированием и борированием титана.

Наиболее часто применяемыми материалами для изготовления ультразвуковых хирургических инструментов являются титановые сплавы OT4, BT5, BT6 (...). Изготовленные из них инструменты успешно используются для целей ультразвуковой сварки и наплавки твердых биотканей, а также для соединения и разделения мягких биотканей. Однако применение инструмен-

тов из этих материалов для разделения костных тканей показывает значительный износ рабочих поверхностей. Повышение твердости и износостойкости поверхностного слоя инструмента позволит увеличить срок службы инструмента и сохранить производительность процесса на достаточно высоком уровне.

Кафедрой металлургии и технологии сварочного производства СибГИУ были проведены исследования по возможности повышения механических свойств ультразвуковых хирургических инструментов, в частности ультразвуковых сверл. Исследования проводились на собственной базе и на базе лаборатории порошковой металлургии НПО "Тулачермет".

Исследовалось влияние некоторых видов термической и термомеханической обработки, а также электроискровой обработки и напыления твердыми сплавами на износостойкость усталостную прочность титановых сплавов. Термическая и химикотермическая обработка проводилась на установке ПВР-302 в различных температурных условиях и атмосферах, электроискровая обработка - на установке ЭФИ-46А, плазменное напыление с помощью установки УПУ-3.

В качестве образцов использовались цилиндры диаметром 20 мм и высотой 25 мм, вырезанные из прутков соответствующего материала, а также изготовленные и заточенные инструменты-сверла диаметром 3,4,5,6 мм и длиной 106-112 мм.

Результаты исследований позволили сделать вывод о целесообразности проведения для указанных титановых сплавов с точки зрения получения максимальной твердости поверхностного слоя химикотермической обработки (особенно азотирование), термической обработки (закалка для сплава ВТ6) и напыление твердыми сплавами.

Однако, невысокое качество поверхностного слоя (размер неровностей достигает 0,05-0,1 мм) и невозможность дальнейшей заточки рабочей поверхности инструмента после обработки вследствие высокой твердости и хрупкости не позволяет рекомендовать способ плазменного напыления для упрочнения сверл. Одновременно с этим наличие резкой границы между основным материалом и поверхностным упрочненным слоем по механическим и акустическим свойствам приводит к недопустимому нагреву рабочей части инструмента вследствие потерь акустической энергии и ее отражения от границы раздела двух сред.

Замер нагрева инструмента показал, что даже в нерабочем режиме (т.е. без сверления, при включенном высокочастотном напряжении) температура рабочего торца инструмента по истечению одной минуты после включения достигает 60-70° С, что недопустимо по медико-техническим требованиям к оборудованию.

Электроискровая обработка не дала достаточно высоких показателей при довольно низком качестве поверхности ($R_z=40-50$).

Дальнейшие исследования по изучению влияния химикотермической обработки на работоспособность ультразвуковых инструментов велись с позиции обеспечения длительной циклической прочности и износостойкости.

Для этих целей были изготовлены образцы инструментов из сплавов ВТ5 и ВТ6 ступенчатого типа, обработанные по всей поверхности.

Концентратор не наносился ввиду того, что канавка сверла, конечно, при самом тщательном исполнении будет способствовать снижению уровня допускаемых напряжений, однако это изменение формы по сравнению, например, с ультразвуковой пилкой сказывается незначительно.

Предел выносливости для титанового сплава ВТ5 равен 400-450 МПа и для расчета допускаемых напряжений вводится поправка на концентрацию напряжений.

Значения коэффициента концентрации напряжений зависят не только от радиуса перехода ступеней, но в него также входят коэффициенты качества обработки поверхности, коэффициент масштабного фактора. Все эти величины задаются обычно запасом прочности. Наиболее опасное сечение ступенчатого концентратора находится в месте переходов диаметров.

УДК 621.9.048.6

АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Колокольцев С.А., Катунина А.С.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Рудаков С.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В технике существует два варианта применения механических колебаний высокой частоты для образования отверстий в материалах.

Первый способ заключается в наложении на неподвижный инструмент различной конфигурации продольных колебаний и подаче в зону отверстия через инструмент или вне его абразивной суспензии под давлением. Способ применяется для прошивки отверстий в труднообрабатываемых хрупких материалах (стекло, керамика, ферриты и т.п.).

Второй способ предполагает вращение инструмента и наложение на него продольных, крутильных или комплексных колебаний. Резание происходит режущими гранями инструмента. Роль ультразвука сводится к облегчению выхода стружки, ее дроблению и снижению энергетических характеристик процесса вследствие дополнительного приложения энергии ультразвуковых колебаний. Способ применяется, в основном, для образования отверстий в жаропрочных сталях и сплавах и также при сверлении глубоких отверстий малого диаметра.

По нашему мнению, определенный интерес вызвал бы процесс образования отверстий с комплексными колебаниями инструмента (т.е. направленными под определенным углом к направлению главного движения).

Для сравнения рассмотрен также процесс сверления без наложения на инструмент принудительных колебаний.

При сверлении на силу резания оказывают влияние обрабатываемый

материал, геометрия режущей части, элементы режима резания.

Имеются эмпирические зависимости сил резания и их составляющих R_z, N, N_1, F_{mp} .

$$R_z = \tau_p a_1 \vartheta_1 (1 + 1/B); \quad N = \tau_p a_1 \vartheta_1 \{(\cos \gamma - \cos \gamma) | B + \cos \gamma + \sin \gamma\}$$

$$N_1 = 0,625 \tau_p \rho_1 \vartheta (B / \sin \alpha)^{\frac{1}{2}} \mu_1; \quad F_{mp.n} = \tau_p a_1 \vartheta_1 \{(\cos \gamma + \sin \gamma) | B - \cos \gamma + \sin \gamma\}$$

$$F_{mp.z} = 0,625 \tau_p \rho_1 \vartheta (B / \sin \alpha)^{\frac{1}{2}};$$

где τ_p - сопротивление обрабатываемого материала сдвигу; a_1 - толщина среза стружки; ϑ_1 - ширина среза стружки; μ_1 - коэффициент Пуассона; ρ_1 - радиус скругления режущего клина; ϑ - периметр рабочих участков режущей кромки.

Однако при сверлении процесс усложняется наличием нескольких переменных составляющих геометрии инструмента, которые определяют непостоянство параметров среза по длине режущей кромки и, следовательно, сил, определяемых по вышеприведенным зависимостям.

Расчетом установлено соотношение между силой стружкообразования и силой трения как составных частей силы P_z .

$$P_z^D = 0,65 P_z$$

$$F_{mp} = 0,35 P_z$$

Таким образом, согласно полученным результатам, работа, затраченная для осуществления процесса сверления, может быть представлена в виде суммы двух слагаемых - работы, затрачиваемой на стружкообразование и работы сил трения:

$$A = A_{cmp} + A_{mp}$$

Для сравнения работы процесса сверления без вибраций и с наложением их на инструмент необходимо рассматривать эти величины за равное время действия. Очевидно, правильно будет рассмотреть работу процесса за время периода вибраций, т.е. за $\frac{2\pi}{p}$.

$$A_{cmp} = 0,65 P_z \left[V_{под}^2 + \left(\frac{\pi d_{св} \cdot n}{120} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{2\pi}{p} \quad A_{mp} = 0,35 P_z \left[V_{под}^2 + \left(\frac{\pi d_{св} \cdot n}{120} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{2\pi}{p}$$

При продольном наложении колебаний на инструмент по закону $X = A_x \cos pt$ подача S определяется равномерной подачей S_0 и амплитудой вибрации:

$$S = S_0 + A_x \cos pt$$

Резание с вибрациями приводит к тому, что режущая часть инструмента совершает три движения: главное, вспомогательное и вибрационное.

Соответственно скорость движения точки лежащей на ней можно представить суммой трех слагаемых:

$$\bar{V} = \bar{V}_{окр} + \bar{V}_{под} + \bar{V}_{вибр}$$

где $\bar{V}_{окр}$ - скорость вращения инструмента; $\bar{V}_{под}$ - скорость подачи; $\bar{V}_{вибр}$ - скорость вибрационного движения.

Вектор вибрационной скорости в зависимости от фазы ультразвуковых колебаний может совпадать или быть противоположным вектору скорости подачи.

Таким образом:

$$V = \left[V_{окр}^2 + (V_{нод} \pm A \cdot p \cdot \sin pt)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Наличие осевых вибраций приводит к изменению формы и размеров срезаемого слоя. При обычном сверлении форма слоя - прямоугольник с высотой равной толщине срезаемого слоя и шириной равной длине пути резания.

При сверлении с осевыми вибрациями возможны несколько случаев взаимного расположения геометрии предыдущего и последующего проходов в зависимости от соотношения круговых частот основного и вибрационного движений. Толщина снимаемого слоя в этом случае является переменной величиной, зависящей от угла сдвига фаз.

Учитывая кинематическое изменение рабочего угла резания

$$\delta_t = \delta - \nu_t$$

При постоянной площади сдвига сила стружкообразования при осевых вибрациях может быть выражена:

$$R = \tau_{сд} \cdot \epsilon^2 \cdot \ell_{\beta_1} / \sin(\beta_{1\epsilon} - \nu_t) \cos(\beta_{1\epsilon} + \omega - \nu_t)$$

При осевых вибрациях сверла работу режущего клина можно представить как удар острого клина о неподвижное тело.

Для определения сил нами использован закон Герца, который позволяет рассчитать параметры удара.

Основные допущения при использовании данного способа следующие:

1. Толщина среза основного процесса остается величиной постоянной;
2. Режущая грань инструмента при отсутствии колебаний свободно касается поверхности обрабатываемого материала;
3. Зуб инструмента не деформируется.

Таким образом, при наличии продольных колебаний сверла зуб инструмента внедряется в материал кости на величину смещения, т.е. на $\epsilon(t) = A_{oc} \sin pt$

где A_{oc} - амплитуда осевого перемещения; p - круговая частота колебаний, $p = 2\pi f$.

Противодействуя внедрению зуба в материал, возникает контактная сила $P_{конт}$, которая является функцией величины внедрения.

Кроме вышеуказанного явления наличие осевых вибраций ведет к увеличению средней толщины срезаемого слоя, что изменяет тангенциальную составляющую силы резания:

Работу тангенциальных сил определяем

$$A = A_{\epsilon}^{oc} + A_{конт} = A_{\epsilon}^o \cdot \int_0^{\frac{2\pi}{p}} \left(1 + \frac{A_{oc} \sin pt}{a_{cp}} \right)^{1-m} dt + \int_0^{P_{конт}^{max}} P_{конт} \frac{d\epsilon}{dP_{конт}} dP_{конт}$$

При тангенциальном возбуждении колебании инструмента сверление осуществляется за счет одновременного действия вращательного и колеба-

тельного движений. Так как рассмотрение ультразвукового инструмента как колебательной системы с распределенными параметрами весьма затруднительно, в первом приближении можно заменить его колебательной системой с одной степенью свободы с учетом того факта, что мощность, затрачиваемая на движение подачи мала по сравнению с мощностью, затрачиваемой на резание.

Используя закон Ньютона для вращательного движения, имеем:

$$I_{np} \ddot{\Psi} + M_c (\dot{\Psi}) = M_{ep},$$

где I_{np} - приведенный к сечению $z = z$ физический момент инерции части инструмента $z \geq z \geq z_0$;

M_c - момент сил резания, приведенный к сечению $z = z$;

$M_{вр}$ - момент, который необходимо приложить к инструменту для осуществления стационарного процесса сверления (вращающий момент).

$\Psi(t) = \varphi(z, t)$ - угол поворота сечения $z = z$.

Среднее за период ультразвуковых колебаний значение вращающего момента определяется следующим образом:

$$M_{ep}^{cp} = \int_0^{\frac{2\pi}{p}} [M_c (-\Psi_0 p \sin pt + \omega_0) - I_{np} \Psi_0 p^2 \cos pt] dt$$

Введем коэффициент снижения вращающего момента при наличии ультразвуковых колебаний сверла:

$$K = \frac{M_{ep}(\Psi_0 = 0)}{M_{ep}^{cp}}$$

При наложении тангенциальных вибраций на вращающийся инструмент процесс резания в зависимости от соотношения скоростей основного и колебательного движений может быть непрерывным и прерывистым.

Прерывистый процесс характеризуется периодическим резанием и отходом режущей части инструмента от обрабатываемого материала.

Принимая во внимание наличие прерывистого процесса резания

$$M_c(\dot{\Psi}) = \begin{cases} M_{co} & \dot{\Psi} > 0 \\ 0 & \dot{\Psi} \leq 0 \end{cases}$$

где M_{co} - момент сил сопротивления при наличии вибраций.

$$M_{ep}^{cp} = \frac{M_{co}}{2\pi} \left(\pi + 2 \arcsin \frac{\omega_0}{\varphi_0 p} \right)$$

Коэффициент снижения момента сопротивления (необходимого момента вращения) определится:

$$K = \frac{2\pi}{\pi + 2 \arcsin \frac{\omega_0}{\varphi_0 p}}$$

Таким образом, снижение необходимого момента вращения определяется соотношением частот основного и вибрационного движений. При значительном отличии этих скоростей (в сторону возрастания колебательной ско-

рости) предел этого снижения равен двум:

$$\lim_{\psi_0 p \rightarrow \infty} \frac{2\pi}{\pi + 2 \arcsin \frac{\omega_0}{\Psi_0 p}} = 2$$

Момент вращения при наложении на сверло тангенциальных колебаний затрачивается на преодоление сил стружкообразования и сил трения (сил сопротивления).

Результаты расчета сил возникающих при сверлении и работы этих сил приведены в таблице.

Таблица - Силовые и энергетические параметры процесса сверления

Способ	Сила резания	Работа сил
1.Сверление без ультразвука	$P_{\bar{\varepsilon}_0}$	A_0
2.Сверление с продольными (осевыми) колебаниями	$0,82 P_{\bar{\varepsilon}_0}$	$2,48 A_0$
3.Сверление с тангенциальными колебаниями	$0,56 P_{\bar{\varepsilon}_0}$	$4,1 A_0$

УДК 621.791

ПРИМЕНЕНИЕ РУТИЛОВОГО И ИЛЬМЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОДОВ

Бажайкин Е.А., Колегов А.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Игушев В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Среди электродов общего назначения наибольшее распространение в России и во многих высокоразвитых странах получили электроды, шлакообразующая основа которых построена на базе двуокиси титана.

В зависимости от состава, покрытия с двуокисью титана делят на три группы: рутил-алюмосиликатные, рутил-карбонатные и ильменитовые. В покрытия первых двух групп двуокись титана вводится в виде рутила, а в третью – в виде ильменита.

В России с рутиловым покрытием выпускают в основном электроды общего назначения типа Э-46. Они обладают высокими сварочно-технологическими свойствами, обеспечивающими получение швов с гладкими и плавными очертаниями во всех пространственных положениях, стабильное горение дуги, легкую отделимость шлаковой корки, удовлетворительным для конструкций уровнем механических свойств металла шва. Электроды имеют хорошие санитарно-гигиенические свойства при их изготовлении и при сварке. Покрытия рутиловых электродов содержат до 27 – 50 % рутила, ильменит, минеральные силикаты: слюду, полевои шпат, тальк; кар-

бонаты: мрамор, магнезит; небольшие добавки органических компонентов: целлюлозу. В качестве легирующего и раскисляющего компонента применяют ферромарганец.

Титаносиликатные шлаки обладают более слабой окислительной способностью, поэтому металл шва при сварке электродами с рутиловым покрытием в меньшей степени загрязнен эндогенными неметаллическими включениями, что в основном и предопределяет его более высокие вязкопластические свойства.

Анализ каталогов электродов ведущих мировых фирм показывает, что для сварки низкоуглеродистых сталей там применяются электроды с рутиловым покрытием, преимущественно рутит-целлюлозного вида; значительный объем приходится на высокопроизводительные электроды с большим количеством железного порошка в покрытии.

Также следует отметить, что большинство марок электродов, производимых за рубежом для сварки высоколегированных сталей, имеют рутиловое покрытие, что предопределяет отличные сварочно-технологические характеристики. Легирование металла шва здесь происходит часто через покрытие.

В настоящее время в связи с дефицитом рутила разработчики и основные производители электродов пошли по пути уменьшения содержания рутила в покрытии заменой части его ильменитом. Марки электродов оставили без изменения, например, электроды марки МР-3 в составе покрытия содержали 50% рутила, в настоящее время 27-29% рутила и 19-21% ильменита. Это замечание касается и других марок электродов.

В последние годы на нашем рынке и за рубежом появилось много электродов с ильменитовым покрытием, например, электроды типа Э-46 с ильменитовым покрытием - это ВМ-9, МИТ-2, ОЗС-21, МР-3Т, МР-3М, АНО-4И, МР-3У, МР-3Р и др. Первые три марки электродов были освоены в 90 годы и показали недостаточный уровень сварочно-технологических свойств ильменитовых электродов: повышенное разбрызгивание, затрудненную отделимость шлака. Последние композиции покрытий электродов имеют сварочно-технологические характеристики, не уступающие электродам с рутиловым покрытием. Ильменитовые электроды имеют малую чувствительность к повышению влажности покрытия.

Годовая потребность производителей электродов в странах СНГ составляет: в ильмените- 7-8 тыс. тонн, в рутиле 17-19 тыс. тонн. В последнее время произошло сокращение объемов производства минерального сырья и продуктов его переработки. В частности это относится к рутилу, который получают из титаноциркониевого концентрата. В России в настоящее время нет собственно промышленно разрабатываемых месторождений по производству рутила. Все известные месторождения данного минерала находятся на территории Украины. Эти месторождения постепенно истощаются.

Однако на территории России имеются значительные запасы цирконий-ильменитового сырья. Они имеются в европейской части страны, на Урале и в Западной Сибири. В будущем, очевидно, придется всем переходить на ильменитовый концентрат при производстве электродов.

ПЛАЗМЕННАЯ НАПЛАВКА В ЗАЩИТНО-ЛЕГИРУЮЩЕЙ СРЕДЕ АЗОТА ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ерюшина Е.А., Кобзарь Е.М., Пак М.Б.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Вострецов Г.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
Новокузнецк*

Повышение надежности и долговечности деталей металлургического оборудования и инструмента во многом определяет эффективность металлургических процессов, позволяет снизить затраты на ремонт и наладку оборудования и т. д. При этом изготовление биметаллической конструкции детали, состоящей из основы и наплавленного рабочего слоя, позволяет не только повысить работоспособность, но и экономить дорогие и дефицитные легирующие элементы. Валки холодной прокатки металлов, сплавов и керамической пленки, рабочий инструмент дробилок, ножи дисковых и летучих ножниц – это далеко не полный перечень деталей, стойкость которых возможно значительно увеличить, применив при их изготовлении и ремонте плазменную наплавку в защитно-легирующей среде азота порошковой проволокой на основе теплостойких инструментальных сталей высокой твердости.

Создание биметаллической конструкции инструмента предназначенного для обработки металлов давлением и резанием путем наплавки теплостойкими сталями высокой твердости рабочего слоя на низколегированную основу способствует повышению его эксплуатационных характеристик. Практика использования такого инструмента свидетельствует о том, что одной из основных причин, приводящих к расходу рабочего слоя, является естественный износ контактирующей поверхности, что требует восстановления первоначальных геометрических размеров и служебных свойств всего рабочего слоя. Сложность наплавки по теплостойкому металлу обусловлена, прежде всего, повышенной склонностью металла к хрупкому разрушению в процессе наплавки и приводит к необходимости удаления теплостойкого металла оставшегося слоя при восстановлении. Как правило, такие материалы трудно поддаются механической обработке даже в отожженном состоянии. Поэтому проблема повышения долговечности инструмента путем наплавки только изношенной части рабочего слоя становится особенно актуальной в связи с совершенствованием и развитием новых высокопроизводительных технологических процессов обработки материалов и потребностью восстановления биметаллического инструмента в широком объеме. Это требует изучения принципиальных закономерностей при формировании фазового состава, структуры и свойств теплостойкого металла в процессе наплавки, а также разработки мероприятий, направленных на улучшение свариваемости сталей этого класса.

Исследование влияния термического цикла при многослойной плазмен-

ной наплавке на структуру и свойства теплостойких инструментальных сталей показали, что лишь в случае, когда ранее наплавленные слои металла находятся в аустенитном состоянии с высоким содержанием легирующих элементов в твердом растворе, снижается вероятность хрупкого разрушения металла в процессе наплавки. Перевести металл в пластичное состояние возможно в результате выполнения предварительного подогрева металла перед наплавкой. Термический цикл подогрева должен обеспечивать переход теплостойкого металла в аустенитное состояние с высокой легированностью твердого раствора и сохранение такого состояния до начала процесса наплавки. Аустенизация металла при температуре 1100-1150⁰С способствует переходу хрома, вольфрама, ванадия и молибдена из карбидной фазы в твердый раствор и обеспечивает его высокую легированность. Это повышает устойчивость переохлажденного аустенита в области диффузионного и бездиффузионного превращений. О чем свидетельствует, например, повышение количества остаточного аустенита, снижение температуры начала мартенситного превращения и повышение вторичной твердости. Условия охлаждения металла после аустенизации определяются необходимостью сохранения гомогенного твердого раствора и релаксацией возникающих термических напряжений. Даже при ускоренном охлаждении металла в области высоких температур наблюдается некоторое выделение карбидной фазы состава типа M₆C и снятие пересыщения аустенита легирующими элементами. Карбиды располагаются по границам зерен, где наблюдается увеличение концентрации хрома, молибдена и вольфрама. Выделение карбидов, как процесс диффузионный, определяется температурой и длительностью пребывания металла при этой температуре. Увеличение скорости охлаждения в «критическом интервале температур» уменьшает количество ледебуритной эвтектики и формирует гомогенный твердый раствор.

Исследование формирования напряженного состояния при охлаждении жесткозакрепленных образцов из наплавленного теплостойкого металла типа Р6М5, Р2М8 и Р18 позволили заключить, что наплавленный металл обладает кинетической (аномальной) пластичностью при мартенситном превращении, что при соблюдении определенных требований к термическому циклу позволяет максимально снизить уровень возникающих термических напряжений. Например, исследование относительного удлинения образцов из наплавленного металла типа Р2М8 в интервале температур мартенситного превращения позволило определить температуру максимального переохлаждения ниже M_n на 30-50⁰С. Таким образом, установлена зависимость между легированностью твердого раствора и возможностью упрочнения быстрорежущего металла. Возможное разупрочнение участков наплавленного металла вызвано нарушением условий охлаждения в области высоких температур, когда наблюдается интенсивное выделение карбидной фазы. Образующиеся участки зоны термического влияния с пониженной твердостью после наплавки характеризуются повышенным содержанием остаточного аустенита в структуре.

Исходя из условия получения качественного наплавленного металла, обладающего необходимым комплексом свойств, можно сформулировать ос-

новые требования к термическому циклу наплавки и наплавочным материалам. Термический цикл наплавки должен включать стадию предварительного подогрева для обеспечения аустенизации твердого раствора и максимального насыщения его легирующими элементами. Ускоренное охлаждение металла после нагрева в области минимальной устойчивости переохлажденного аустенита при диффузионном превращении сохранит способность металла к упрочнению, а замедленное охлаждение при мартенситном превращении позволит релаксировать возникающие напряжения.

В итоге можно заключить следующее:

1. В результате проведенных исследований сформулированы основные требования к термическому циклу восстановительной наплавки теплостойкими сталями обрабатываемого инструмента. В основу факторов, определяющих режимы процесса наплавки, заложена возможность получения качественного наплавленного металла способного к упрочнению при отпуске на вторичную твердость.

2. Разработан способ плазменной наплавки в защитно-легирующей среде азота и наплавочные материалы, позволяющие не только восстановить геометрические размеры, но и служебные свойства изношенного инструмента.

УДК 669.716

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ СИЛУМИНОВ

Коношенкина Н.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Попова М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В данной работе было рассмотрено влияние термоциклической обработки (ТЦО) на линейное расширение сплава Al – 15% Si.

Термоциклическая обработка применяется не только для сплавов, имеющих фазовые превращения в твердом состоянии, также перспективным считается этот вид обработки для сплавов, не имеющих фазовых превращений, но состоящих из резко различающихся по свойствам фаз.

Для алюминиевых сплавов можно выделить три основных вида термоциклического воздействия: 1) термоциклическая обработка в области высоких температур (высокотемпературная термоциклическая обработка - ВТЦО); 2) термоциклическая обработка, при которой нижняя температура цикла находится в области отрицательных температур, а верхняя температура цикла составляет 170 – 200 °С (криогенная термоциклическая обработка - КТЦО); 3) термоциклическая обработка в области низких температур, ограниченная снизу температурой 0°С (низкотемпературная термоциклическая обработкой - НТЦО).

Метод ТЦО как способ термообработки основан на постоянном накоп-

лении от цикла к циклу изменений в структуре металлов. При этом важной особенностью цикла является его интенсивность, отсутствие или наличие небольших выдержек при крайних температурах, а также эффективный диапазон циклирования [1]. В настоящее время изучен характер изменения структуры и свойств, формы и размеров образцов из материалов на алюминиевой основе после ТЦО. Происходящие формоизменения являются в основном следствием возникающих внутренних напряжений. При этом наряду с внешним проявлением действия циклов (изменением формы и размеров) происходят и внутренние изменения, такие как дробление зерен и их разворот, образование блочной субструктуры и т.п. Эффект ТЦО во многом определяется выбранным режимом [2].

Изучали влияние термоциклической обработки на линейное расширение наводороженного сплава Al – 15% Si.

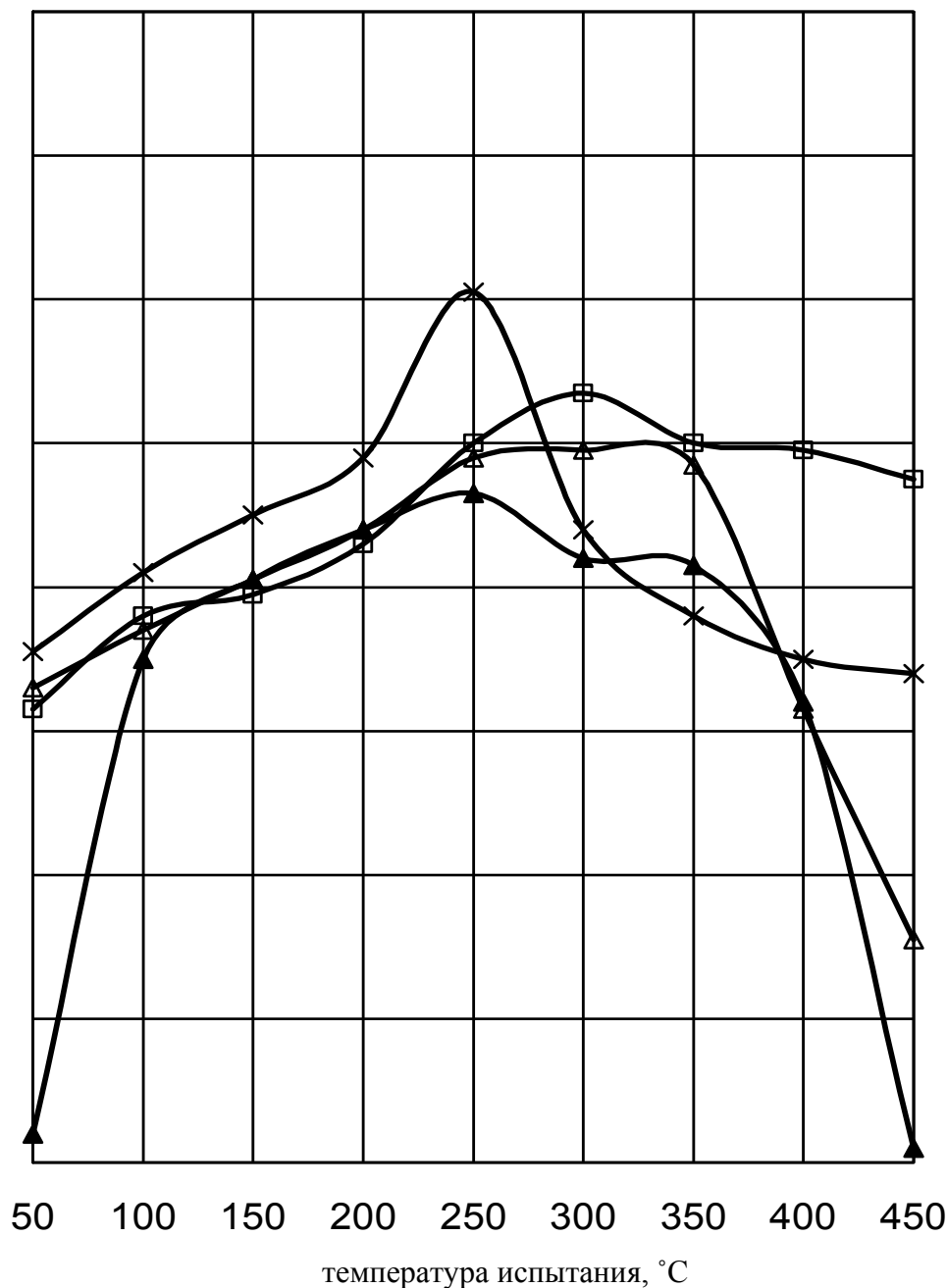
Режим обработки сплава Al – 15% Si предусматривал наводороживание алюминия. Наводороживание осуществляли путем обработки асбестовыми тампонами и выстаивания в атмосфере водяного пара при 750°C в течение 15 минут. Температура заливки в кокиль составляла 750°C. После кристаллизации горячий слиток охлаждали в холодной воде. Благодаря условиям приготовления, структура сплава представляла собой эвтектику, без выделений первичного кремния. Термоциклическую обработку проводили в интервале 200 – 300°C. Один цикл ТЦО включал в себя нагрев с температуры 200°C до температуры 300°C, без выдержки и охлаждение до 200°C. После каждого трех циклов определяли коэффициент линейного расширения. Термическое расширение силуминов изучали с помощью дифференциального оптического дилатометра системы Шевенара.

Результаты определения КЛР наводороженного сплава Al – 15% Si до и после ТЦО приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Влияние термоциклической обработки на линейное расширение наводороженного сплава Al – 15% Si

Температура нагрева и количество циклов	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-6}$ град ⁻¹ при температуре, °C								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
–	18,0	19,0	19,3	20,3	22,8	26,7	22,0	18,3	18,0
200 – 300°C, 3 цикла	17,6	18,4	19,1	19,8	20,8	20,9	20,7	17,3	14,1
200 – 300°C, 6 циклов	11,4	18,0	19,1	19,8	20,3	19,4	19,3	17,4	11,2
200 – 300°C, 9 циклов	17,3	18,6	18,9	19,6	21,0	21,7	21,0	20,9	20,5

$\alpha \cdot 10^{-6}$, град⁻¹



x – x – литой (край слитка), без обработки; Δ – Δ – 3 цикла; ▲ – ▲ – 6 циклов;
□ – □ – 9 циклов

Рисунок 1 – Влияние термоциклической обработки на коэффициент линейного расширения наводороженного сплава Al – 15% Si (1 цикл: 200°C – 300°C – 200°C, без выдержки)

Из приведенных данных следует, что ТЦО дает снижение коэффициента линейного расширения уже после 3 циклов, а после 6 циклов наблюдается наибольшее снижение КЛР, особенно в интервале низких и средних температур. Наименьшее значение КЛР наблюдали после 6 циклов при температуре испытания 50°C ($\alpha_{50} = 11,4 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹). После 9 циклов в температурном интервале испытания 300– 450°C значения КЛР выше, чем у исходного образца.

Наибольшее значение наблюдали при температуре испытания 300°C ($\alpha_{300} = 21,7 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹).

Таким образом, можно сделать вывод, что ТЦО двойного сплава со структурой эвтектики в интервале температур старения приводит к снижению коэффициента линейного расширения в низко- и среднетемпературном интервале испытания после 3 и 6 циклов. Наилучшие результаты дает ТЦО в количестве 6 циклов. Повышение количества циклов до 9 уже нецелесообразно.

Библиографический список

1. Спеченные материалы из алюминиевых порошков / В.Г. Гопиенко, М.Е. Смагоринский, А.А. Григорьев, А.Д. Белавин / Под ред. М.Е. Смагоринского. – М.: Металлургия, 1993. - 320 с.
2. Термическая обработка литейных алюминиевых сплавов / Н.А. Аристова, И.Ф. Колобнев. – М.: Металлургия, 1977. – 144 с.

УДК 669.716

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА НА ТЕПЛОЕ РАСШИРЕНИЕ СИЛУМИНОВ

Коношенкина Н.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Попова М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Рассмотрено влияние предварительной обработки расплава (в данном случае наводороживания) на линейное расширение сплава Al – 15% Si.

К настоящему времени имеется большое количество публикаций, в которых доказано, что свойства металлических сплавов формируются в жидком состоянии. 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 можно отнести обработку расплава [1].

Многие способы обработки расплава, несмотря на большие возможности в плане изменения нужных свойств, часто являются вредными для окружающей среды. В последнее время в связи с всеобщим развитием производства, резко ухудшающим экологическую обстановку, особое внимание обращается на применение технологических приемов, уменьшающих выброс вредных веществ. Поэтому следует более подробно остановиться на обработке расплава с помощью водорода.

Водород, вводимый в сплавы и удерживаемый в них при кристаллизации, оказывает модифицирующее действие. Он способствует измельчению структуры, в частности, кремнистой фазы сплавов. Растворение водорода в выделениях кремнистой фазы приводит к снижению их термической стойко-

сти и поэтому после нагрева наблюдается сфероидизация первичных и эвтектических выделений, а также увеличение объема твердого раствора. Это обстоятельство приводит к повышению предела прочности и относительного удлинения [2].

Общепризнанный взгляд исследователей на водород в силуминах – водород вреден. В этом случае совершенно не учитываются возможные положительные черты его влияния на процессы кристаллизации и последующей обработке. Для этого необходимо, наряду с известными способами приготовления, применять специальные – увеличение содержания водорода в сплаве [3].

В настоящей работе было исследовано влияние наводороживания на коэффициент линейного расширения (КЛР) сплава Al – 15% Si. Расплав продували водородом, получаемым при взаимодействии алюминия и щелочи NaOH в реакционной колбе по двум вариантам: с температуры 860°C в течение 1 минуты и с температуры 900°C в течение 10 минут.

После обработки расплав заливали в холодный алюминиевый кокиль. Во всех случаях температура заливки была равна температуре продувки.

В таблице 1 и на рисунке 1 показано влияние способа и времени наводороживания расплава на коэффициент линейного расширения сплава Al – 15% Si.

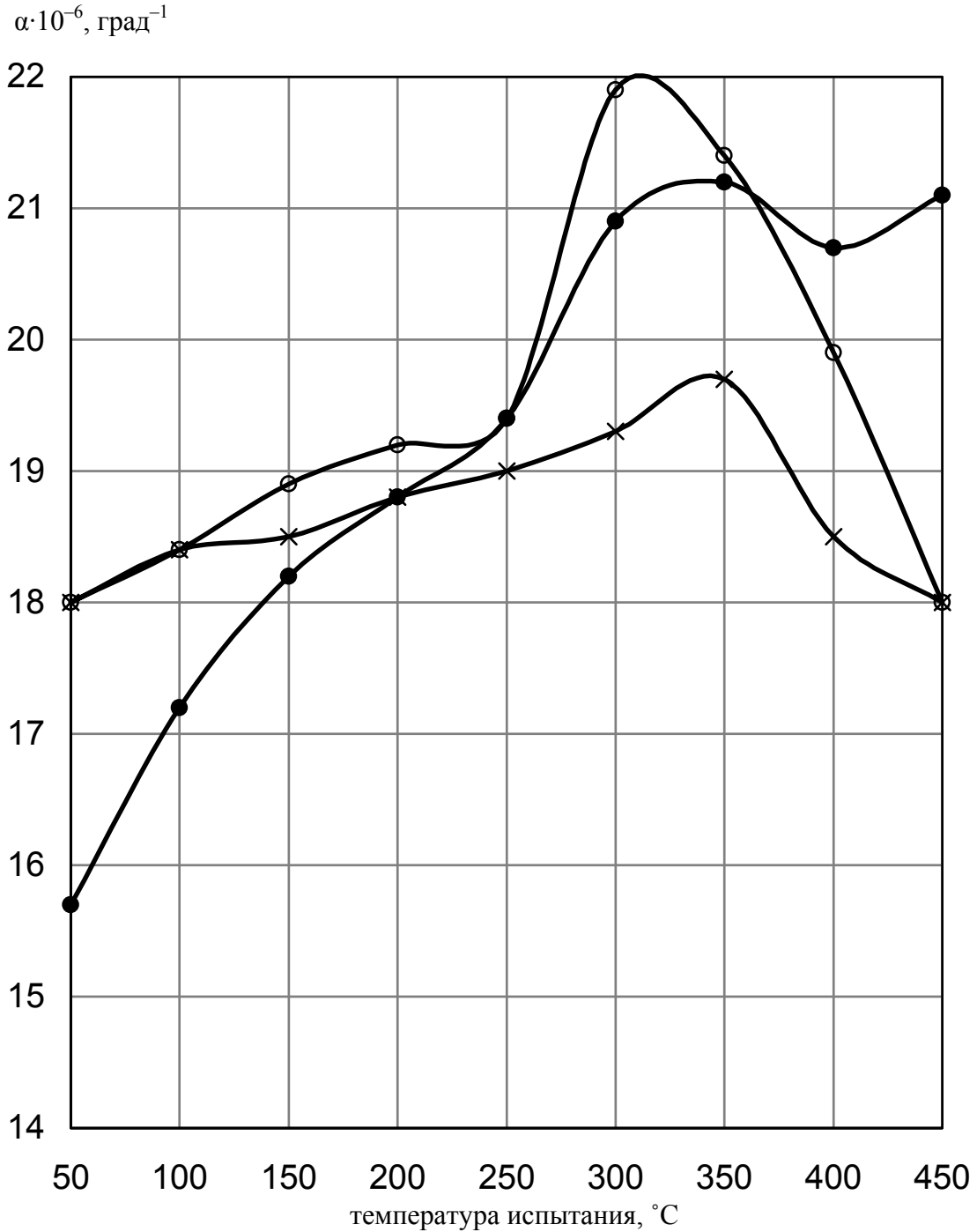
Таблица 1 – Влияние наводороживания расплава на коэффициент линейного расширения сплава Al – 15% Si

Время наводороживания, мин	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$ град ⁻¹ при температуре испытания, °C								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
–	18,0	18,4	18,5	18,8	19,0	19,3	19,7	18,5	18,0
1	18,0	18,4	18,9	19,2	19,4	21,9	21,4	19,9	18,0
10	15,7	17,2	18,2	18,8	19,4	20,9	21,2	20,7	21,1

Из приведенных в таблице 1 и на рисунке 1 данных следует, что после продувки расплава водородом из колбы в течение 1 минуты, значения КЛР выше, чем в исходном состоянии, во всем температурном интервале испытания, кроме 50 и 100°C.

С увеличением времени продувки расплава до 10 минут значения КЛР понижаются по сравнению с исходным образцом в интервале температур испытания 50-150°C (с $18,4 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ до $17,0 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹). Наименьшее значение соответствует температуре испытания 50°C ($\alpha_{50} = 15,7 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹). Коэффициент линейного расширения повышается на 10% при температурах испытания 400 и 450°C. Однако при повышении температуры испытания КЛР наводороженных образцов выше, чем исходного (ненаводороженного).

Полученные данные позволяют утверждать, что за счет наводороживания расплава можно добиться снижения КЛР силуминов. В частности для сплава Al-15%Si КЛР в интервале температур испытания 50-150°C снижается на 8%.



- x – x – исходный;
- o – o – продувка расплава водородом в течение 1 минуты;
- – ● – продувка расплава водородом в течение 10 минут.

Рисунок 1 – Влияние наводороживания расплава на коэффициент линейного расширения сплава Al – 15% Si

Библиографический список

1. Легкие сплавы с малым тепловым расширением / В.К. Афанасьев, М.В. Попова, А.А. Ружило, В.Ф. Фролов. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. - 376 с.
2. Газы в цветных металлах и сплавах / Д.Ф. Чернега, О.М. Бялик, Д.Ф.Иванчук, Г.А. Ремизов / – М. Металлургия, 1982. - 176 с.
3. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием / В.К. Афанасьев, И.Н. Афанасьева, М.В. Попова, В.В. Герцен, М.К. Сарлин. – Абакан: Хакасское кн. изд-во, 1998. - 192 с.

УДК 621.78:669.71

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

Морозова Е.Л.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Алюминий и его сплавы активно взаимодействуют с газами окружающей атмосферы. Газы, попадающие в металл (сплав), образуют химические соединения или твердые растворы внедрения, влияя тем самым на механические, физические и химические свойства металла.[1]

К наиболее важным факторам, влияющим на процесс диффузии газа в металле, относятся разность концентраций, температура металла, парциальное давление газа. Большое влияние на скорость диффузии оказывают структура металла, а также состояние его поверхности. Легирующие элементы и примеси в металлах и сплавах тоже оказывают сильное влияние на скорость диффузии газов. Причина этих явлений — в изменении кристаллической решетки вследствие образования новых фаз, а также в образовании на поверхности пленок из химических соединений с легирующими компонентами и примесями.[2]

В алюминии и его сплавах обнаружено присутствие водорода, кислорода, азота, углеводородов. Общее количество газов в алюминии колеблется от 0,23 до 2,85 см³ газов на 100 г металла.

Алюминий обладает высоким сродством к азоту и способен при относительно небольшой концентрации в расплаве и невысоком давлении в газовой фазе образовывать нитриды. [3]

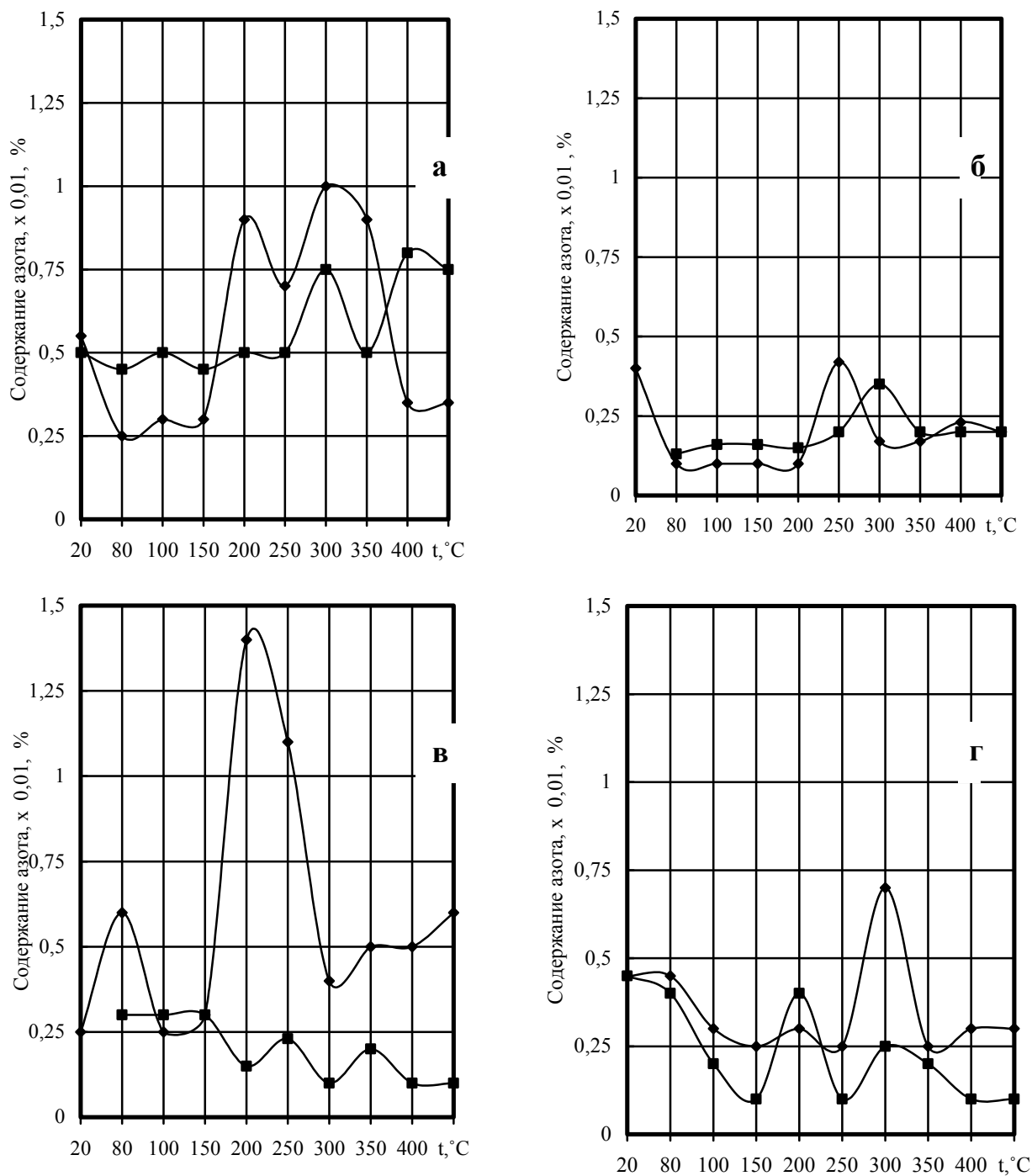
Растворимость азота в жидком алюминии составляет 0,00008—0,02%, в твердом алюминии 0,0002—0,001%. При низких температурах образуется твердый раствор азота в алюминии, а при высоких — нитриды.[1]

По мере увеличения концентрации азота параметр решетки алюминия немного увеличивается. Наблюдается упрочнение границ зерен, повышение электросопротивления и предела прочности при растяжении наряду с общим

охрупчиванием и значительным повышением модуля упругости.[2] Азот оказывает сильное влияние на свойства алюминиевых сплавов, поэтому необходимо проводить исследования в данном направлении.

В настоящей работе было исследовано влияние среды нагрева и температуры нагрева на содержание в алюминиевых сплавах азота.

Изучалось влияние нагрева алюминиевых сплавов в интервале температур 20-450°C. Нагрев проводили на воздухе и в среде мочевины. Исследования проводились на сплавах Al-11%Si, Al-11%Zn, Al-4%Cu, Al-9%Mg. Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунке.



а – Al-11%Si, б - Al-11%Zn, в - Al-4%Cu, г - Al-9%Mg;

◆ - нагрев на воздухе; ■ - нагрев в мочеvine

Рисунок 1 – Влияние термообработки на содержание азота в алюминиевых сплавах

Видно, что содержания азота в алюминиевых сплавах в интервале температур 200-300°С сильно увеличивается. Это связано с тем, что при этих температурах происходит интенсивное поглощение сплавами азота атмосферы.

Наибольшее содержание азота наблюдается в сплаве Al-4%Cu при температуре 200°С, составляет 0,014%. В сплаве Al-11%Si максимальное значение – 0,01% при температуре 300°С. В сплаве Al- 11%Zn наибольшее значение [N] составляет 0,0042% при температуре 250°С. В сплаве Al-9%Mg – 0,007% при 300°С.

Азот оказывает сильное влияние на свойства алюминиевых сплавов, поэтому необходимо проводить исследования в данном направлении.

Библиографический список

1. Высокопрочные литейные алюминиевые сплавы. Строганов Г. Б. - М.: Металлургия, 1985 – 216 с.
2. Газы в цветных металлах и сплавах. / Д.Ф. Чернега [и др.]. - М.: Металлургия, 1982. – 176 с.
3. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием / В.К. Афанасьев [и др.]. – Абакан: Хакасское кн. издательство, 1998. - 192 с.

УДК 669.18.018: 621.785.5

ВЛИЯНИЕ ЦЕМЕНТАЦИИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ЖЕЛЕЗА 008ЖР

Копытько А.А., Долгова С.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В качестве исследуемого материала было выбрано чистое железо 008ЖР (химический состав соответствует ТУ 14-1-2033-77) [1]. Это объясняется тем, что современная металлургия идет путем увеличения легирующих добавок, и, следовательно, автоматического повышения стоимости готовой продукции, тогда как существует возможность расширить область применения железа за счет придания ему посредством химико-термической обработки специальных свойств [2].

Высокая дороговизна сплавов с малым термическим расширением требует изучения различных сторон формирования этого уникального свойства [3]. В частности, практически отсутствуют сведения по влиянию химико-термической обработки на линейное расширение чистого железа.

Цементация, как правило, применяется для получения в малоуглеродистых сталях твердого поверхностного слоя, насыщенного углеродом, который диффундирует в металл из карбюризатора (древесный уголь + BaCO_3). При химико-термической обработке железных изделий возможна не только диффузия углерода в поверхностные слои, но и газонасыщение по всему объему

нагреваемого изделия.

Цементация проводилась в течение 0,5, 1, 2 и 4 часов, охлаждение проводилось на воздухе. Как видно на рисунке 1, цементация с любым временем выдержки не изменяет коэффициент линейного расширения (КЛР).

Проведение закалки и старения влияет на конфигурацию дилатометрической кривой, но не снижает существенно коэффициент линейного расширения.

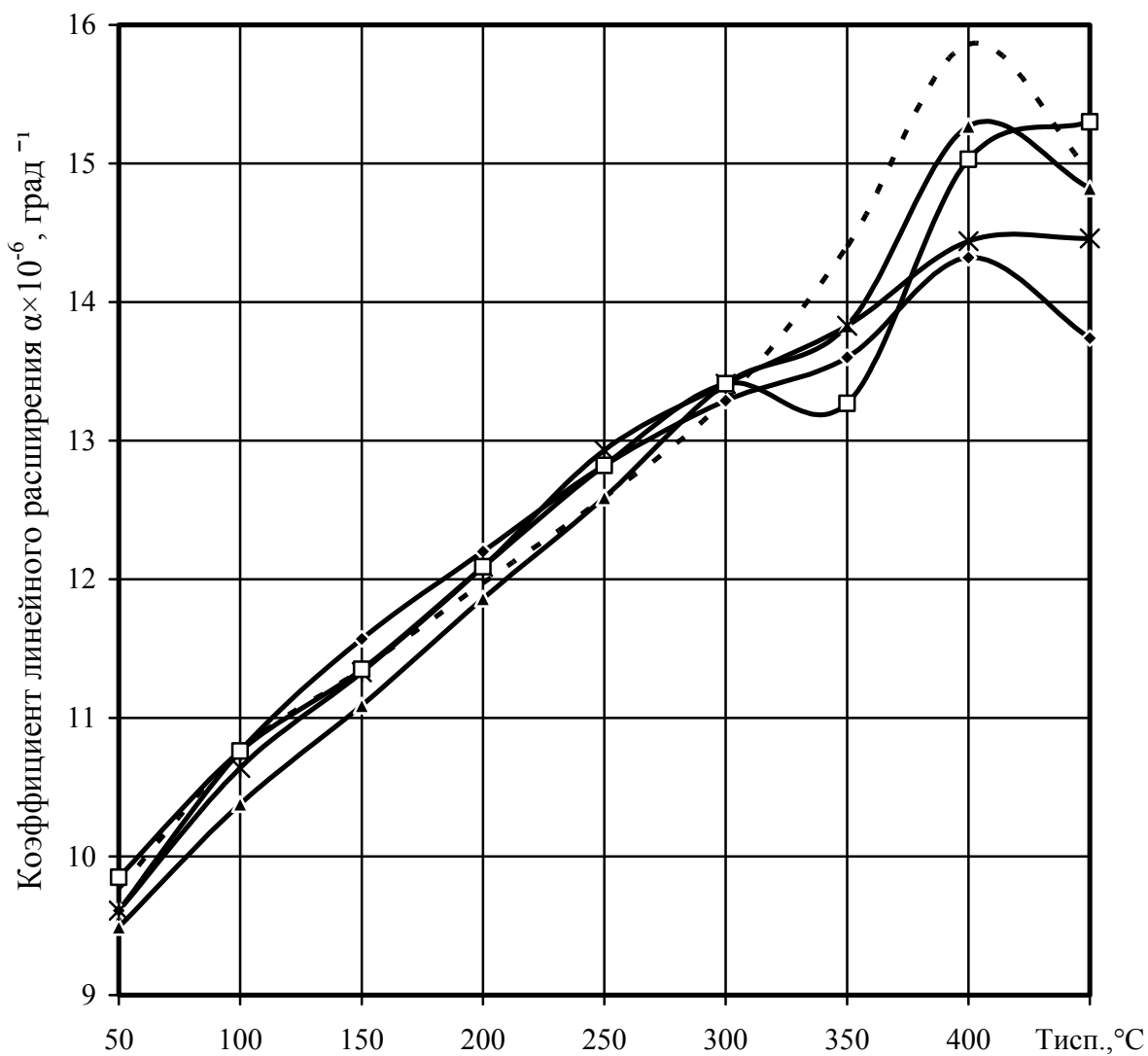


Рисунок 1 – Влияние времени цементации на коэффициент линейного расширения железа 008ЖР:

—◆— 30 мин; —▲— 1 ч; —*— 2 ч; —□— 4 ч; - - - без обработки.

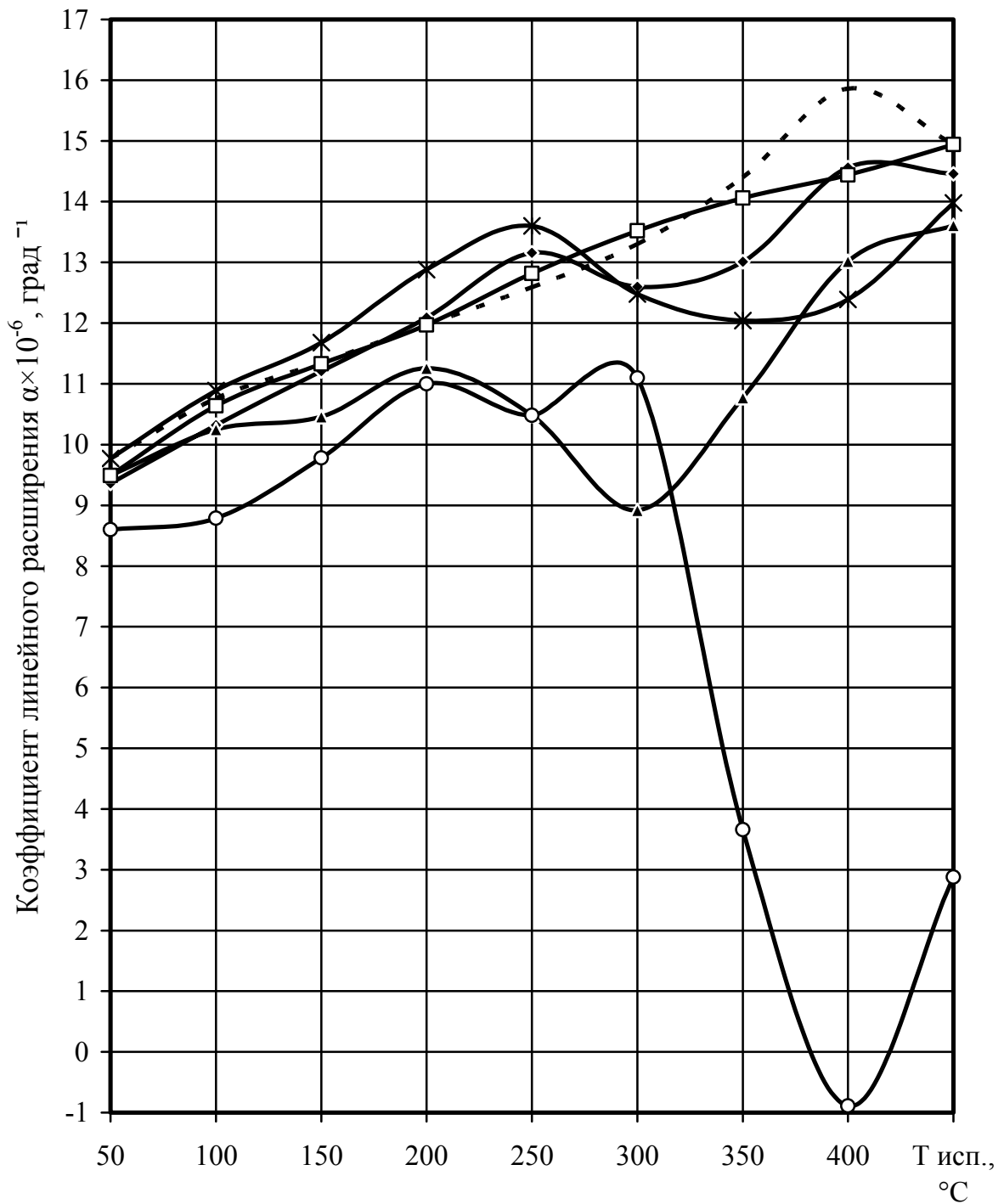


Рисунок 2 – Влияние времени цементации в древесном угле и последующей закалки (900 °C, 15 мин, вода) на коэффициент линейного расширения железа 008ЖР:

- ◆— 30 мин + закалка;
- ▲— 1 ч + закалка;
- ✱— 2 ч + закалка;
- ◻— 4 ч + стар-е 200 °C, 20 ч;

Библиографический список

1. Каменецкая Д.О. Железо высокой степени чистоты/ Д.О. Каменецкая, И.Б. Пилецкая, В.И. Ширяев. – М.: Металлургия, 1978, - 248с
2. Новикова С.И. Тепловое расширение твердых тел – М.: Изд-во «Наука», 1974. – 294с.
3. Афанасьев В.К., Попова М.В., Ружило А.А., Фролов В.Ф. Легкие сплавы с малым тепловым расширением. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000. – 376с

УДК 669.18.018: 621.785.5

ВЛИЯНИЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ЖЕЛЕЗА 008ЖР

Долгова С.В., Копытько А.А., Бахаев А.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Сплавы на основе системы железо – углерод к настоящему времени изучены довольно подробно, но чистому железу уделяется мало внимания [1].

В частности, недостаточно изучено такое свойство как термическое расширение [2]. При этом точное приборостроение и многие другие отрасли промышленности постоянно нуждаются в материалах, обладающих высокой размерной стабильностью, то есть малым коэффициентом линейного расширения (КЛР). Такие материалы, как правило, имеют высокую стоимость и сложный технологический процесс получения.

Поэтому целесообразно проведение поисков материалов, способных хотя бы частично заменить инвары, суперинвары и ковары [3].

К тому же, исследование изменения коэффициента линейного расширения железа в зависимости от влияния термической обработки представляет большой научный интерес [2, 4].

Целью работы являлось изучение линейного расширения железа 008ЖР в зависимости от термической обработки и поиск режимов термообработки, позволяющих снизить его КЛР.

Наряду с исследованием линейного расширения проводились исследования микроструктуры.

Средой нагрева была выбрана мочевины, или карбамид, – химическое соединение, содержащее 46% азота; $t_{пл} = 135^{\circ}\text{C}$; химическая формула $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$; растворима в воде. Нагрев проводился в контейнере, исключая смешивание паров мочевины с воздухом атмосферы, что обеспечивало как относительную чистоту эксперимента, так и соблюдение требований техники безопасности. Интервал нагрева $100 - 700^{\circ}\text{C}$, время выдержки 10 часов, охлаждение – с печью.

Результаты исследования влияния нагрева в мочевины в интервале $100 - 700^{\circ}\text{C}$ на коэффициент линейного расширения приведены на рисунке 1 (а, б).

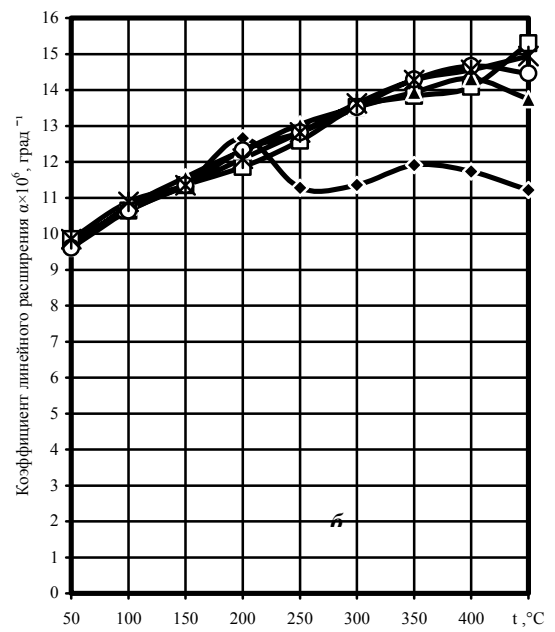
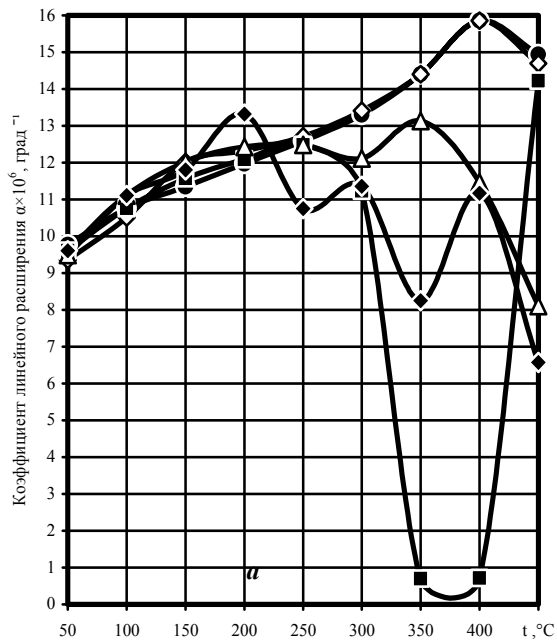


Рисунок 1 - Влияние нагрева в мочеvine ($\tau_B=10$ ч, печь) на линейное расширение железа 008ЖР:

—●— без нагрева; —◇— 100 °С; —■— 150 °С; —▲— 200 °С; —×— 250

—◇— 300 °С; —■— 400 °С; —▲— 500 °С;
—○— 600 °С; —×— 700 °С.

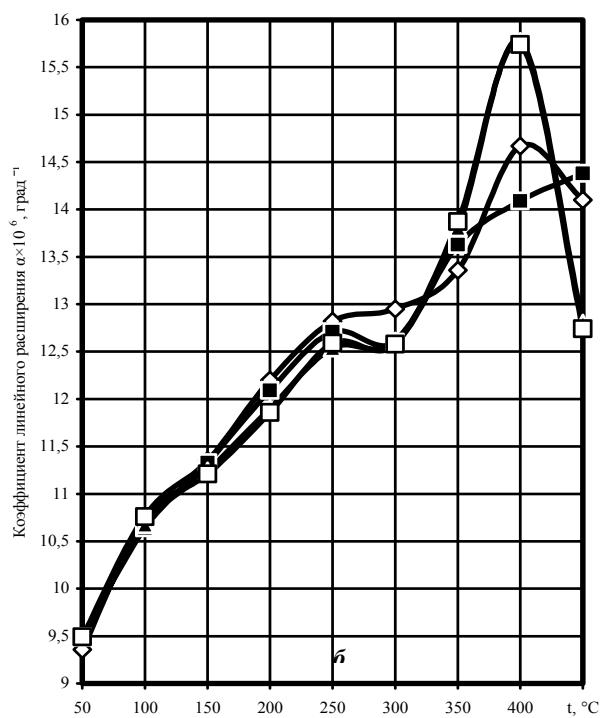
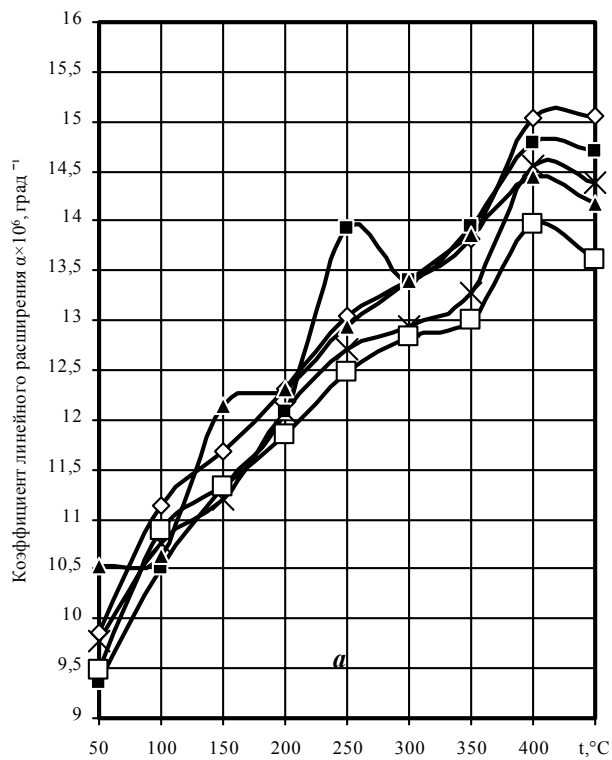


Рисунок 2 - Влияние нагрева в мочеvine ($\tau_B=10$ ч, печь) и последующей заковки (900 °С, 15 мин, вода) на коэффициент линейного расширения железа 008ЖР:

—◇— 100 °С; —■— 150 °С; —▲— 200 °С; —×— 250 °С; —○— 300 °С.

—◇— 400 °С; —■— 500 °С; —▲— 600 °С; —□— 700 °С.

Измерение КЛР проводилось в дифференциальном dilatометре системы Шевенара.

После обработки при 150 °С в температурном интервале 50 – 250 °С не наблюдается отклонения от хода кривой необработанного образца, однако при температуре 250 °С КЛР начинает снижаться, и на область 350 – 400 °С приходятся аномально низкие значения: $0,7 \times 10^{-6}$, град⁻¹ и $0,71 \times 10^{-6}$, град⁻¹. В области 400 – 450 °С КЛР вновь увеличивается и при 450 °С достигает значения $14,22 \times 10^{-6}$, град⁻¹, что мало отличается от значения, присущего сырому образцу при данной температуре ($14,94 \times 10^{-6}$, град⁻¹).

После обработки в мочеvine образцы подвергли закалке с 900 °С, 15 минут, охлаждение в воде. Как показано на рисунке 2, такая термообработка не оказывает влияния на коэффициент линейного расширения. Dilатометрические кривые закаленных образцов практически полностью повторяют кривую сырого образца. Минимумы, наблюдаемые после обработки при 150, 200, 250 °С, с последующей закалкой сглаживаются.

Исследования показали, что сходные результаты, в частности, снижение КЛР, можно получить и на углеродистой стали (сталь 10, сталь 20, У8). Работа в этом направлении продолжается.

Библиографический список

1. Каменецкая Д.О. Железо высокой степени чистоты/ Д.О. Каменецкая, И.Б. Пилецкая, В.И. Ширяев. – М.: Металлургия, 1978, 248с.
2. Новикова С.И. Тепловое расширение твердых тел – М.: Изд-во «Наука», 1974. – 294с.
3. Афанасьев В.К., Попова М.В., Гладышев С.А. и др. Инвары: учебное пособие / СибГИУ. – Новокузнецк, 2006. – 126с.
4. Галактионова И.А. Водород в металлах. – М.: Металлургия, 1967. – 303 с.

УДК 669.714.017:539.37

ОСОБЕННОСТИ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ПОРШНЯ ИЗ СПЛАВА АК12М2МГН

Слюняева Е.В., Дружинина А.В., Первакова Е.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Наиболее широко распространёнными сплавами, используемыми в качестве материала для изготовления поршней двигателей внутреннего сгорания, являются эвтектические легированные силумины, содержащие 9,0-13% Si. Типичными представителями подобных сплавов являются сплавы Al25, Al30 и др. Сплав АК12М2МгН (Al25) относится к системе Al-Si-Mg-Cu. Состав промышленного литейного алюминиевого сплава (остальное алюминий) согласно ГОСТ 1583-93, ГОСТ 4784-97 следующий: Si-11÷13%, Mg-0,8÷1,3%,

Cu-1,5÷3,0%, Mn-0,3÷0,6%, Ni-0,8÷1,3%, (0,05÷0,2)Ti. [1]

Эвтектический силумин наряду с достаточно высокими прочностными характеристиками обладает относительно малым удельным весом, что позволяет облегчить поршни и снизить инерционные силы, а также сравнительно высокой теплопроводностью, что дает возможность избежать перегрева поршня в процессе работы. Сравнительно низкий коэффициент линейного расширения дает возможность уменьшить холодный зазор между поршнем и чугунной гильзой, ликвидировать тем самым стуки при работе холодного двигателя, повысить технико-экономические показатели двигателя в целом.

Так как коэффициент линейного расширения играет большую роль для поршневых сплавов, целью является получить его как можно ниже с помощью различных режимов обработки [2].

Была поставлена следующая задача: изучить влияние электролитического наводороживания и последующего старения (100°C, $\tau=3$ ч.) на линейное расширение поршня из сплава АК12М2МгН.

Образцы были подвержены следующим режимам обработки: электролитическому наводороживанию в течение 15, 30, 45 и 60 мин., с последующим старением при 100°C, в течение 3ч. и старению при 100 °С, в течение 3ч. без предварительного электролитического наводороживания,

Полученные данные (рисунок 1) позволяют судить о том, что электролитическое наводороживание в течение 15 мин. с последующим старением наиболее сильно снижает коэффициент линейного расширения по сравнению с другими режимами обработки. Минимум значения достигается при температуре испытания 200°C и имеет значение $16 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹.

Во всех остальных случаях наблюдаются высокие значения коэффициента линейного расширения, которые в некоторых случаях превышают исходные значения.

Наиболее высокие значения имеет образец, наводороженный в течение 30 мин., в интервале температур 100-200°C. При повышенных температурах в интервале 400-450°C самые высокие значения коэффициента имеет образец, наводороженный в течение 60 мин.

Таким образом, анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что оптимальным режимом термообработки, наиболее сильно снижающим коэффициент линейного расширения, для сплава АК12М2МгН является электролитическое наводороживание в течение 15 мин. с последующим старением при температуре 100°C в течение 3ч.

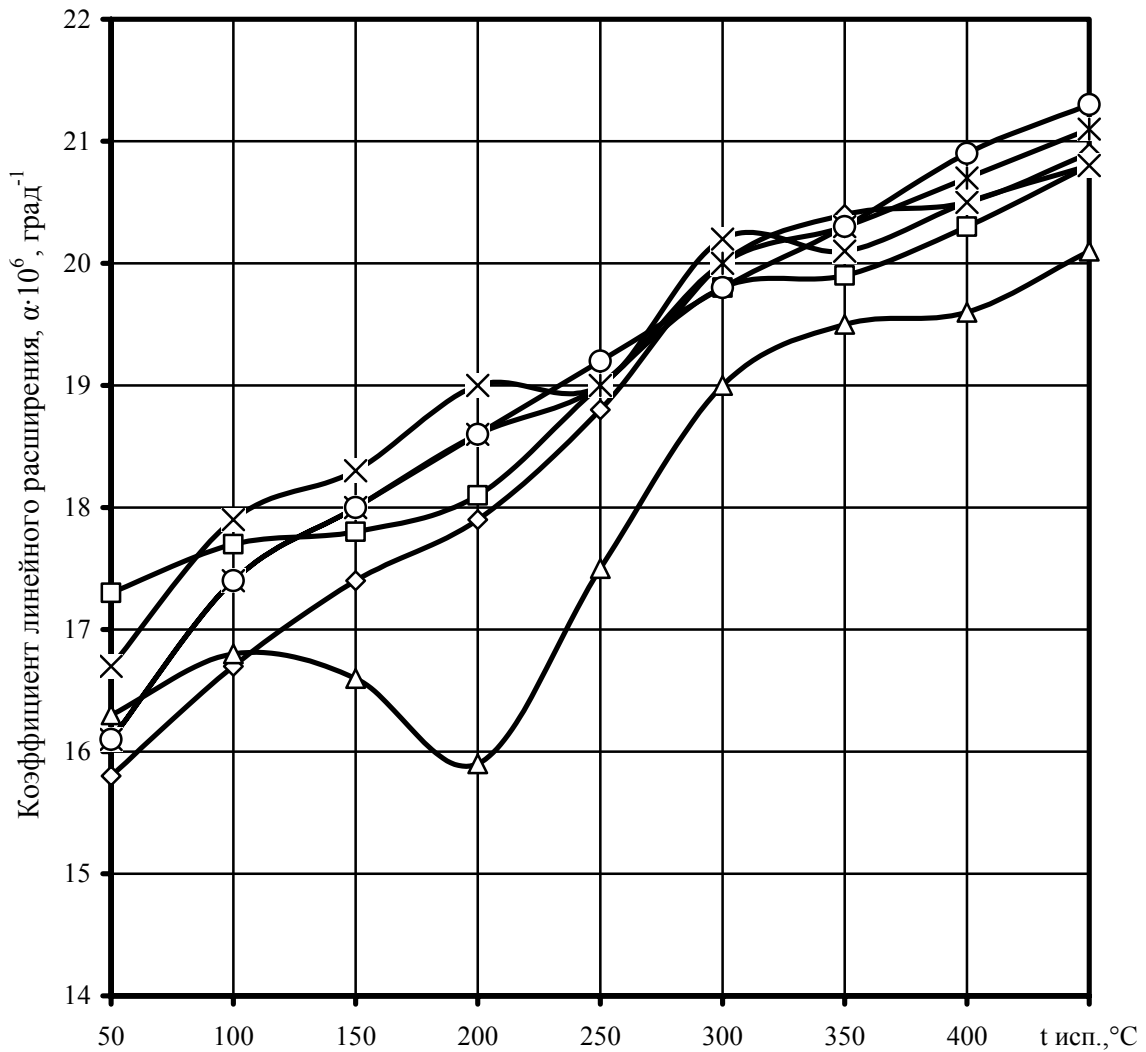


Рисунок 1 - Влияние времени электролитического наводороживания и последующего старения (100°C, 3ч.) на линейное расширение поршня из сплава АК12М2МгН:

◇ без обработки; □ без э.н.; △ э.н. 15 мин;
 × э.н. 30 мин; Ж э.н. 45 мин; ○ э.н. 60 мин.

Библиографический список

1. Зильберг Ю. Я., Хрущева К. М. Алюминиевые сплавы в тракторостроении. - М.: Машиностроение, 1971.-152 с.
2. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием /В. К. Афанасьев (и др.).- Абакан: Хакаское кн. издательство, 1998. -192 с.

ВЛИЯНИЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ТВЕРДОСТЬ СТАЛИ У8

Бахаев А.А. Джемела П.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Стремительное развитие техники XXI века ведет за собой повышение требований к свойствам материалов. Накопившийся опыт металлургии позволяет получить материалы с высокими физическими, механическими и химическими свойствами, однако, достигается это в основном за счет легирования, которое имеет в себе два глобальных недостатка:

1. Катастрофически сильно повышает себестоимость металлопродукции, и, следовательно, цену на все, что из этой металлопродукции изготавливается;

2. Оказывает вредное влияние на экологию [1, 2].

Исследуемая сталь У8 - нелегированная, ее химический состав приведен в таблице 1. Применяется эта сталь для изготовления инструментов, работающих в условиях, не вызывающих нагрева режущей кромки; инструмента для обработки дерева: фрезы, топоры, стамески, пилы продольные и дисковые, накатные ролики, плиты и стержни для форм литья под давлением оловянисто – свинцовых сплавов; слесарно – монтажного инструмента, в частности: обжимки для заклепок, кернеры, отвертки, комбинированные плоскогубцы, боковые кусачки; плоских и витых пружин и пружинящих деталей сложной конфигурации, клапанов, щупов и т.п.[3].

Таблица 1 – Химический состав стали У8 [3]

Массовая доля элементов, % по ГОСТ 1435-99							
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
0,75- 0,84	0,17- 0,33	0,17- 0,33	≤ 0,028	≤ 0,030	0,12- 0,40	0,12- 0,25	0,20- 0,25

Задачей исследования было - изучение влияния химико–термической обработки на физико–механические свойства стали У8 и поиск такого режима химико–термической обработки, который позволил бы приблизить свойства стали У8 к свойствам быстрорежущей стали (получить сравнительно высокую красностойкость). Это позволило бы значительно снизить себестоимость инструмента, работающего в условиях нагрева режущей кромки, посредством замены дорогостоящих легированных сталей сравнительно дешевой сталью У8.

В связи с поставленной задачей было изучено:

1. Влияние времени цементации (среда – влажный молотый древесный уголь) на твердость стали У8: режимы нагрева представлены в таблице 2.

Видно, что наибольшей твердостью (49 HRC), обладает сталь У8 с режимом нагрева: цементация 930°C, 0,5 ч, влажный молотый древесный уголь, воздух + старение 150 °С, 2 ч, воздух.

Таблица 2 – Влияние времени цементации на твердость стали У8

Режим нагрева	Твердость в сыром виде после химико–термической обработки, HRC
цементация 930°C, 0,5 ч, влажный молотый древесный уголь, воздух + старение 150 °С, 2 ч, воздух	49
цементация 930°C, 1 ч, влажный молотый древесный уголь, воздух	42
цементация 930°C, 4 ч, влажный молотый древесный уголь, воздух + старение 200 °С, 20 ч, воздух	46

2. Влияние среды цементации на твердость стали У8: режимы нагрева представлены в таблице 3. Наибольшей твердостью (47 HRC) обладает сталь У8 с режимом нагрева: цементация 930°C, 1 ч, влажный древесный молотый уголь + пересыщенный водный раствор мочевины. Такая относительно высокая твердость возможно связана с усилением процесса диффузии углерода в железе в присутствие азота, так как мочевина (карбамид) является высокоазотистым соединением $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

Таблица 3 – Влияние среды цементации на твердость стали У8

Режим нагрева	Твердость в сыром виде после химико–термической обработки, HRC
цементация 930°C, 1 ч, влажный древесный молотый уголь, воздух	42
цементация 930°C, 1 ч, влажный древесный молотый уголь + пересыщенный водный раствор мочевины	47
цементация 930°C, 1 ч, бондюжский карбюризатор	43

3. Влияние среды цементации и последующей термической обработки на твердость стали У8: режимы нагрева и их влияние на твердость представ-

лены в таблице 4. Видно, что наибольшей твердостью (61 HRC) обладает сталь У8 с режимом нагрева: 600°C, 10 ч, мочевины + цементация 930°C, 1ч, бондюжский карбюризатор. Такая относительно высокая твердость связана с:

а) выделением при нагреве выше 300°C в $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ γ' - фазы (Fe_4N), вследствие направленной диффузии атомов азота, которое приводит к дисперсионному твердению;

б) насыщением образца азотом.

Таблица 4 – Влияние цементации и термической обработки на твердость стали У8

Режим нагрева	Твердость в сыром виде после химико–термической обработки, HRC
цементация 930°C, 1 ч, бондюжский карбюризатор + отжиг 600 °C, 10 ч, мочевины	51
600°C, 10 ч, мочевины + цементация 930°C, 1ч, бондюжский карбюризатор	61

Проведенная работа показывает перспективность исследований по влиянию химико-термической обработки эвтектоидной стали У8 для инструментальной промышленности.

Библиографический список

1. Афанасьев В.К. Некоторые итоги и перспективы металлургии // Литейное производство. – 2000. - №3.
2. Молотилов Б.В. Прецизионные сплавы: справ. изд./ Б.В.Молотилов и др. – изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1983. – 439с: 354 ил., 234 табл.
3. Зубченко А.С., Колосков М.М., Каширский Ю.В. и др. Марочник сталей и сплавов: справ.изд. / А.С.Зубченко, М.М.Колосков, Ю.В.Каширский и др. – изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 784с: ил.

УДК 669.715.536.413

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ АЛЮМИНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО СВИНЦОМ

Бондарева А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк.*

Сложность рассмотрения проблемы теплового расширения металлов и сплавов в том, что сведения по этому вопросу разрозненны, а зачастую - и противоречивы, а учебная литература по данному вопросу немногочисленна.

Возросший в последние годы интерес к исследованию теплового рас-

ширения в металлах связан с установлением ряда фактов, указывающих на необычное поведение теплового расширения или на его существенное влияние на различные свойства металлов [1,2]. Алюминий является наиболее используемым в этом столетии материалом во многих отраслях промышленности. Исследованию теплового расширения алюминия посвящено много работ как в области низких, так и повышенных температур.

В настоящее время с развитием специального приборостроения одной из актуальных проблем современной металлургии является проблема разработки легких материалов с низким коэффициентом линейного расширения (КЛР). По мнению многих исследователей, основой для разработки таких сплавов должен являться алюминий. Небольшая плотность в сочетании с высокими механическими характеристиками, богатые сырьевые ресурсы - все это способствует широкому использованию алюминия и его сплавов для разработки новых конструкционных материалов с заданными свойствами. Известно, что алюминий имеет высокий коэффициент линейного расширения [3]. Для его снижения, как правило, используют легирование дорогостоящими элементами, которые имеют КЛР значительно ниже, чем у алюминия. Также могут быть применены различные приемы обработки. Это, прежде всего обработка шихты и расплава, кристаллизация, термическая обработка. Поэтому требуются альтернативные методы снижения КЛР.

Для твердого тела КЛР представляет собой относительное изменение длины (или объема) при изменении температуры на один градус и, следовательно, является мерой легкости, с которой происходит увеличение амплитуды тепловых колебаний атомов при повышении температуры. Низкий коэффициент термического расширения указывает на сильные силы сцепления между атомами.

Кривые температурной зависимости КЛР алюминия, легированного свинцом при разном виде обработки приведены на рисунке. При введении 1% свинца наблюдается резкое изменение КЛР. В интервале температур 50-150°C КЛР понижается, а в интервале 150-400°C резко возрастает. Если КЛР алюминия, наводороженного 1 час ниже, чем КЛР исходного практически во всем температурном интервале испытания, то наводороживание в течение двух часов дает в интервале испытания 50-100 °C КЛР ниже, чем у исходного образца, а в интервале испытания 200-400°C выше, чем у алюминия исходного.

Приведенное показывает, что добавки легкоплавкого свинца с более высоким значением КЛР могут уменьшать расширение алюминия. Это важно для разработки легких сплавов с регулируемым тепловым расширением.

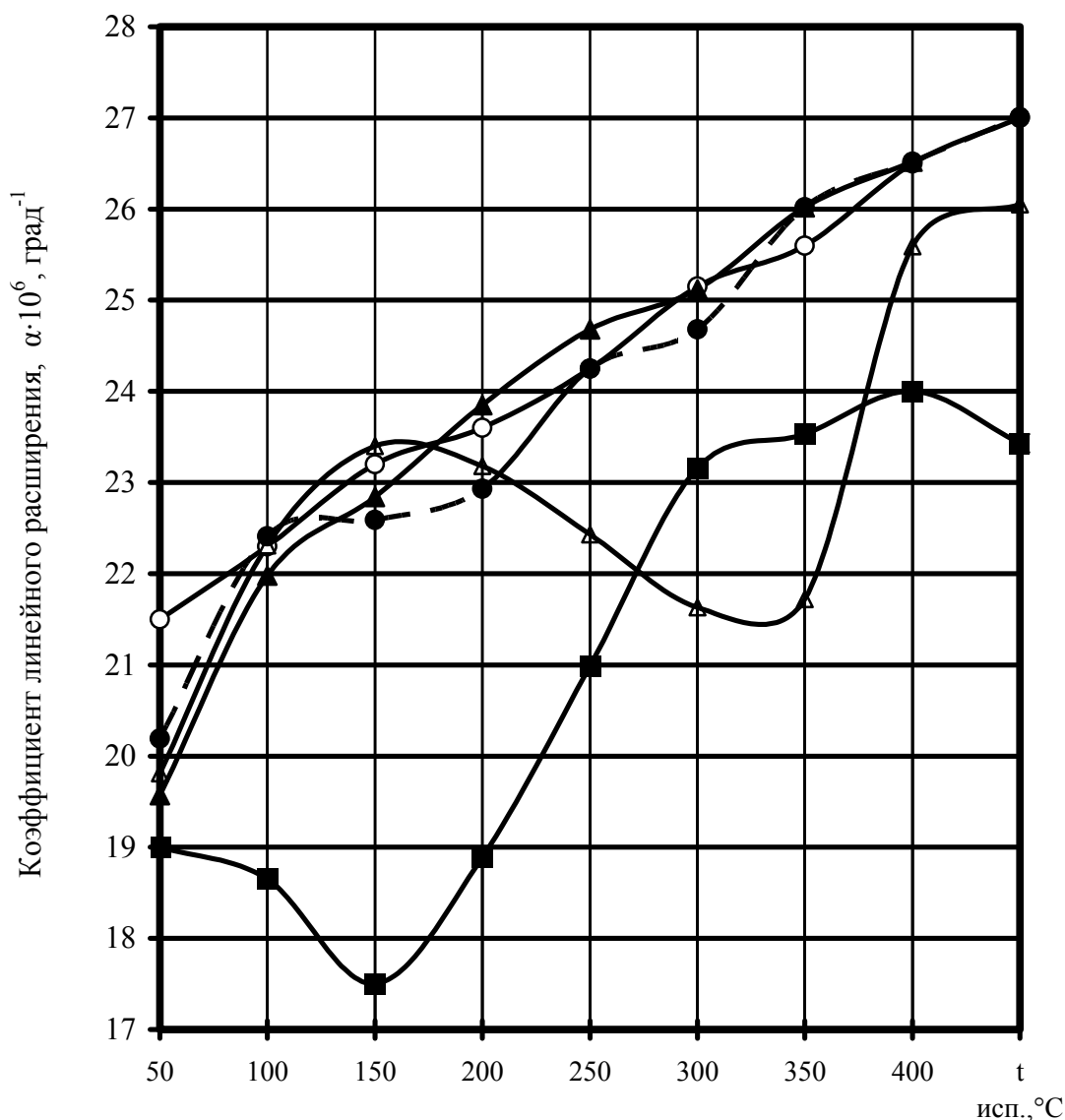


Рисунок - Влияние обработки на линейное расширение алюминия, легированного свинцом:
 ○ — A7 без обработки;
 ■ — A7+1%Pb;
 △ — A7+1%Pb литой; наводороживание 1 час;
 ▲ — A7+1%Pb литой; наводороживание 2 часа;
 ● — A7+2,5%Pb (литой).

Библиографический список

1. Афанасьев В.К., Попова М.В., Ружило А.А., Фролов В.Ф. Легкие сплавы с малым тепловым расширением. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000.
2. Попова М.В., Ружило А.А., Любушкина А.Н., Фролов В.Ф. Линейное расширение алюминия и его сплавов. Часть 1. Линейное расширение алюминия: Учеб. пособие / СибГИУ – Новокузнецк, 2001.
3. Металловедение алюминия и его сплавов / Беляев А.Н. и др.: Под ред. И.Н. Фридляндера – М.: Металлургия, 1983.

ВЛИЯНИЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ АЛЮМИНИЯ А7

Богданович Л.Е.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Алюминий благодаря ряду полезных свойств приобрел особое значение во многих областях техники. Достаточная прочность, хорошая теплопроводность, электропроводность, невозгораемость, хорошая обрабатываемость давлением и т.д. способствуют широкому использованию алюминия как основы для разработки новых конструкционных материалов с заданными свойствами [1].

Термическое расширение металлов и сплавов – следствие асимметрии сил притяжения и отталкивания между атомами кристаллической решетки в процессе колебательных движений, совершаемых ими около положения равновесия. При повышении температуры, то есть при увеличении энергии колебаний атомов асимметрия сил притяжения и отталкивания возрастает и при этом увеличивается смещение атомов относительно друг друга. Смещение атомов, суммируясь по всей кристаллической решетке, приводит в своем внешнем проявлении к изменению объема и линейных размеров тела. Это изменение обратимо, и если помимо теплового расширения с изменением температуры в теле не происходит структурных превращений, то при возвращении температуры к прежнему уровню восстанавливаются и исходные размеры тела [2].

Величина теплового расширения характеризуется коэффициентом термического расширения. Коэффициент термического расширения выражает относительное изменение линейных размеров или объема тела при изменении температуры на один градус температурной шкалы.

В целях изыскания возможных путей снижения коэффициента линейного расширения алюминия проводят обработку расплава различными веществами [3].

Одним из наиболее сильных рафинирующих средств является обработка расплава фторопластом C_2F_4 .

Исследовалось влияние обработки расплава C_2F_4 на линейное расширение алюминия. Обработка проводилась в течение 10 часов с охлаждением на воздухе. Влияние обработки расплава фторопласта на линейное расширение алюминия показано на рисунке 1.

Видно, что обработка расплава фторопласта (0,25% C_2F_4) дает снижение коэффициента линейного расширения алюминия во всем температурном интервале испытания, но наибольшее снижение наблюдается при нагреве 80°C, 150°C и 400°C.

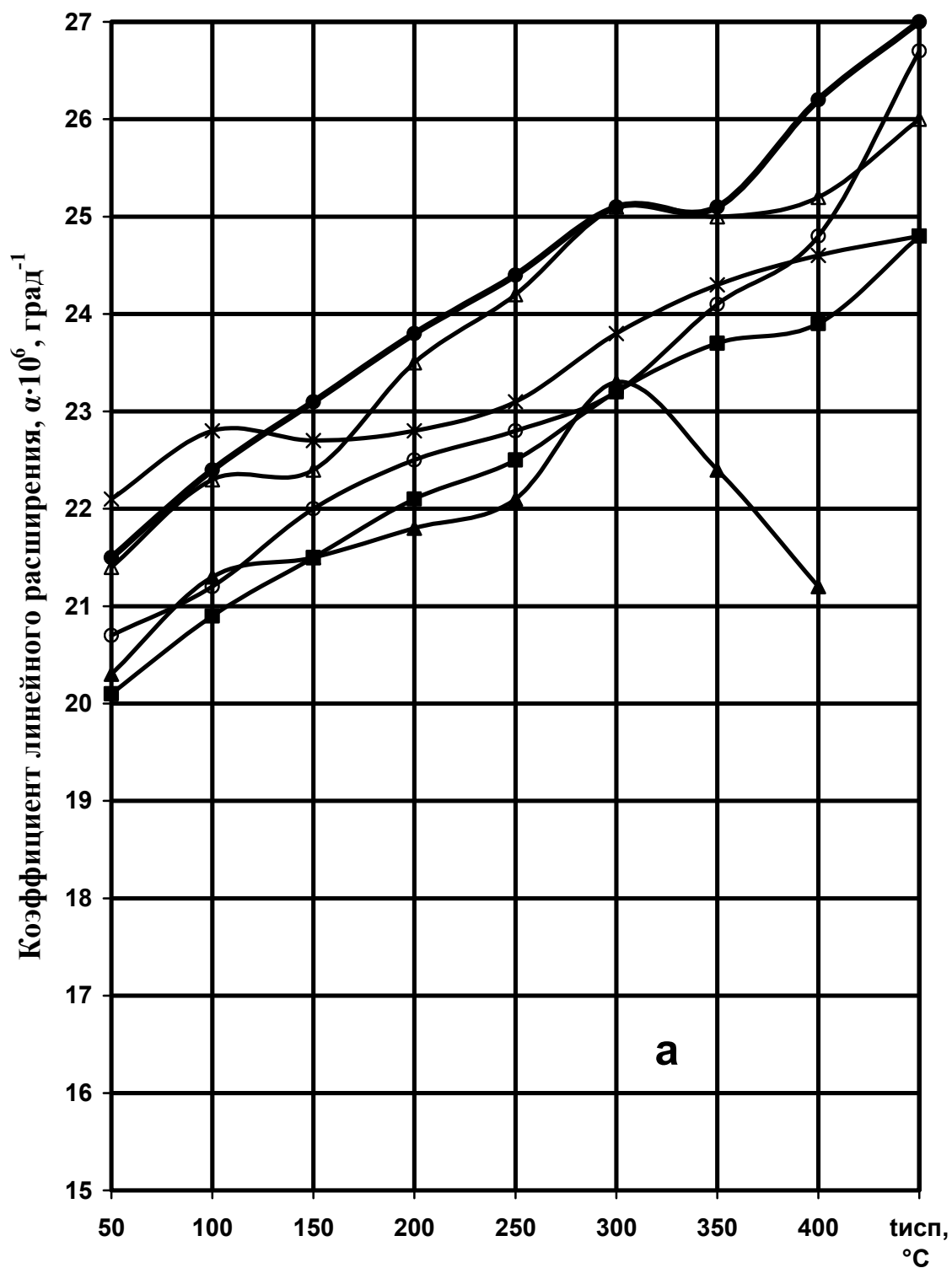
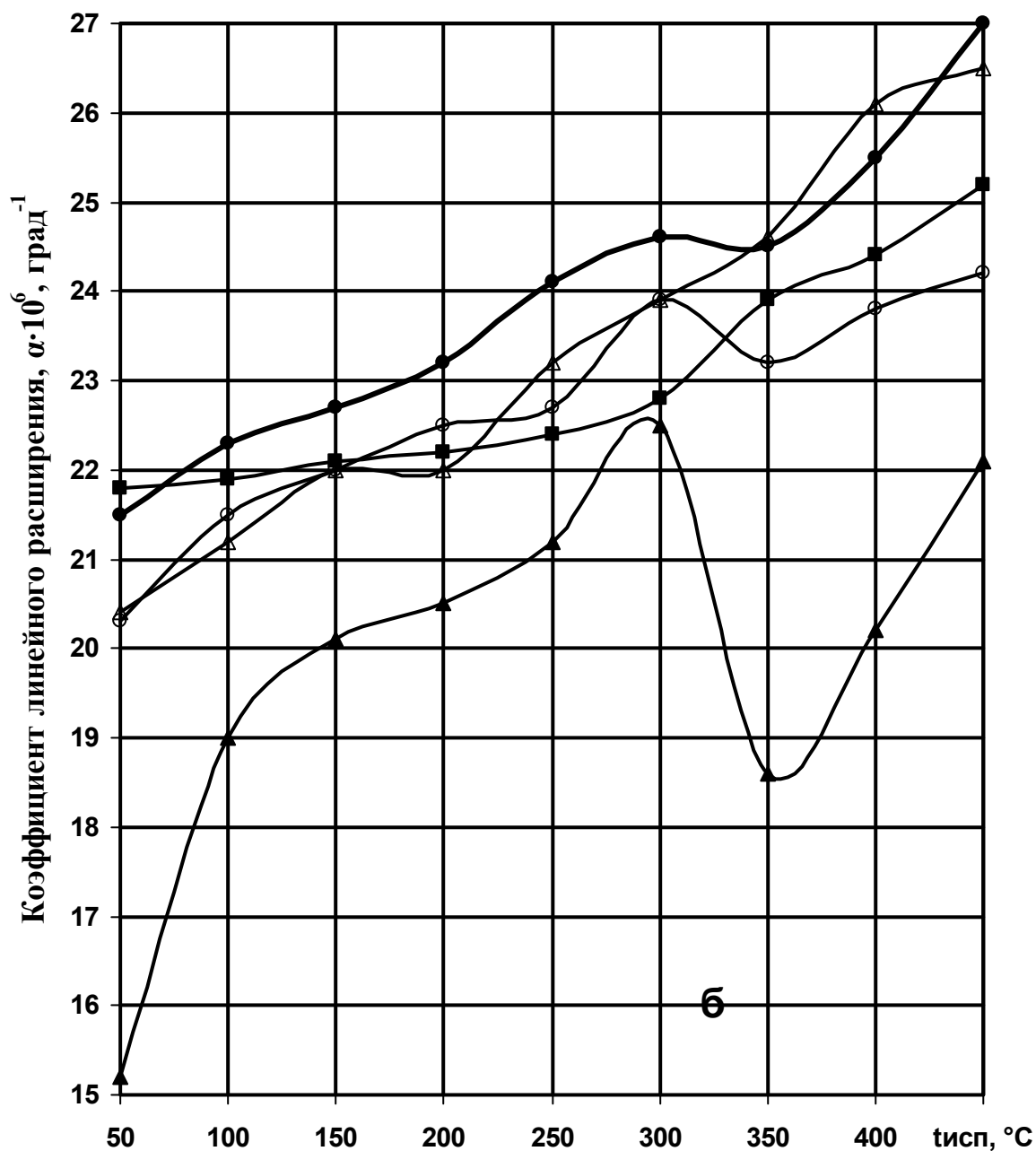


Рисунок 1 - Влияние температуры нагрева ($\tau=10$ ч, воздух) на линейное расширение алюминия А7 (обработка расплава 0,25% C_2F_4)

● А7 без нагрева; ■ А7+80 °C; ▲ А7+100 °C;
 ▲ А7+150 °C; ○ А7+200 °C; ✕ А7+250 °C.



● A7 без нагрева; ■ A7+300 °C; ▲ A7+350 °C;
 ▲ A7+400 °C; ○ A7+450 °C.

При обработке расплава фторопластом, нагретого до 80°C, коэффициент линейного расширения равномерно возрастает в интервале испытания 80-450°C ($\bar{\alpha}$ изменяется от $20,2 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$ до $24,8 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$, тогда как коэффициент линейного расширения необработанного алюминия в таком же температурном интервале изменяется от $21,5 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$ до $27 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$). При обра-

ботке расплава фторопластом, нагретого до 150°C, коэффициент линейного расширения возрастает до температуры испытания 300°C, а потом наблюдается резкий спад до температуры испытания 400°C. Такой же скачок наблюдается при обработке расплава C₂F₄, нагретого до 400°C. В интервале испытания 300-350°C коэффициент линейного расширения алюминия резко понижается, а потом снова повышается до температуры испытания 450°C.

Таким образом, наибольшее снижение коэффициента линейного расширения при обработке алюминия 0,25% C₂F₄ наблюдается при 400 °С.

Библиографический список

1. Попова М.В., Ружило А.А., Любушкина А.Н., Фролов В.Ф. Линейное расширение алюминия и его сплавов. Часть 1. Линейное расширение алюминия: Учеб. пособие / СибГИУ – Новокузнецк, 2001.
2. Металловедение алюминия и его сплавов / А.Н. Беляев и др.: Под ред. И.Н. Фридляндера – М.: Металлургия, 1983.
3. В.К. Афанасьев, М.В. Попова, А.А. Ружило, В.Ф. Фролов. Легкие сплавы с малым тепловым расширением. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000.

УДК 621.785

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА СТАЛИ У8

Кузьмин С.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Сталь У8 является распространённым материалом для инструмента. Назначение стали – инструмент (деревообрабатывающий, зубила, керперы, бородки, отвёртки, топоры) для резания материалов с малой скоростью (так как их высокая твёрдость снижается значительно при нагреве выше 190-200°C). [1]

Сталь У8 относится к высокоуглеродистым сталям. Повышение прочности и пластичности достигается за счёт термической обработки. Обычная термическая обработка стали У8 – нормализация 800-850°C, закалка на 780-800°C (чаще всего охлаждают в масле, чтобы избежать закалочных трещин), отпуск 150-210°C. Сталь не склонна к отпускной хрупкости. [2, 3]

Таблица 1 - Химический состав стали У8, % (ГОСТ1435-74) [2]

Марка стали	S	P	Cr	Ni	Cu	C	Mn	Si
	не более							
У8	0,028	0,03	0,2	0,025	0,25	0,75-0,84	0,17-0,33	0,17-0,33

Таблица 2 – Механические свойства листовой горячекатаной стали У8 [2]

σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
780	580	5,3

В настоящей работе было изучено влияние термической обработки на механические свойства стали У8.

1 Влияние температуры заковки с последующим низкотемпературным отпуском на механические свойства стали У8

Заковка была проведена в интервале температур 780-840°C, охлаждение: 2 секунды в воде + масло, выдержка 1 час при отпуске 150°C, выдержка 1 час, охлаждение на воздухе.

Результаты испытаний приведены в таблице 3 и на рисунке 1.

Таблица 3 - Влияние температуры заковки на механические свойства стали У8

Температура заковки, °С	Температура отпуска, °С	Механические свойства		
		σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
760	150	1330	470	1,6
780	150	1340	510	1,8
800	150	1170	440	1,6
820	150	1030	370	1,4
840	150	1220	450	2,2

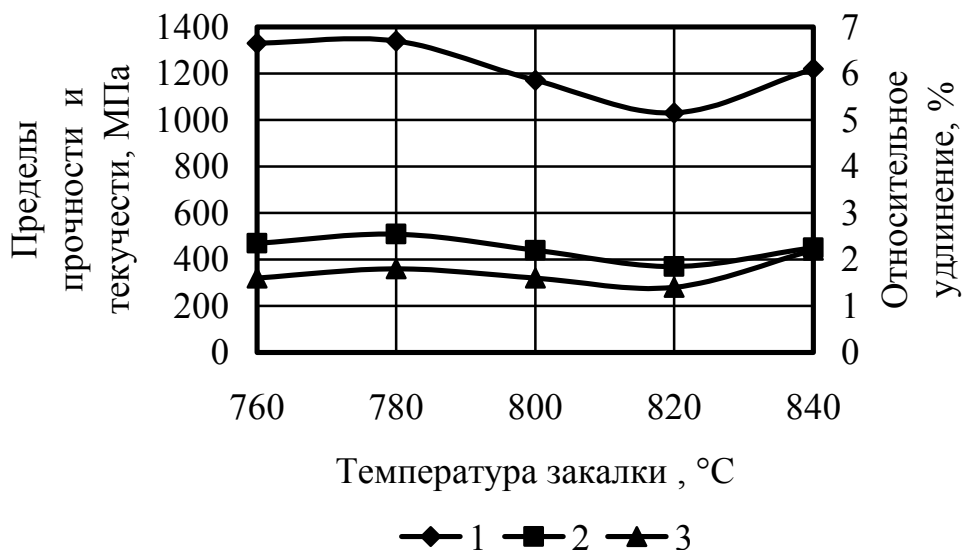


Рисунок 1 - Влияние температуры заковки на механические свойства стали У8: 1 – σ_B , МПа ; 2 – $\sigma_{0,2}$, МПа; 3 – δ , %.

Из таблицы 3 и рисунка 1 видно, что закалка практически не улучшила прочностные характеристики стали У8. Максимальные значения временного сопротивления разрыву и предела текучести соответствуют температуре нагрева 780°C ($\sigma_B = 1340$ МПа, $\sigma_{0,2} = 510$ МПа). Минимальное упрочнение наблюдается при 820°C ($\sigma_B = 1030$ МПа, $\sigma_{0,2} = 370$ МПа).

Максимальное значение относительного удлинения соответствует температуре 840°C (2,2%).

2 Влияние температуры отпуска после закалки на механические свойства стали У8

Отпуск был проведён в интервале температур 150-210°C, выдержка 1 час, охлаждение на воздухе + закалка 780°C, охлаждение: 2 секунды в воде + масло, выдержка 1 час.

Результаты механических испытаний приведены в таблице 4 и на рисунке 2.

Таблица 4 - Влияние температуры отпуска на механические свойства стали У8

Температура отпуска, °С	Температура закалки, °С	Механические свойства		
		σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
150	780	1340	510	1,8
170	780	1320	670	2,1
190	780	1390	1280	3,8
210	780	1690	1630	4,6

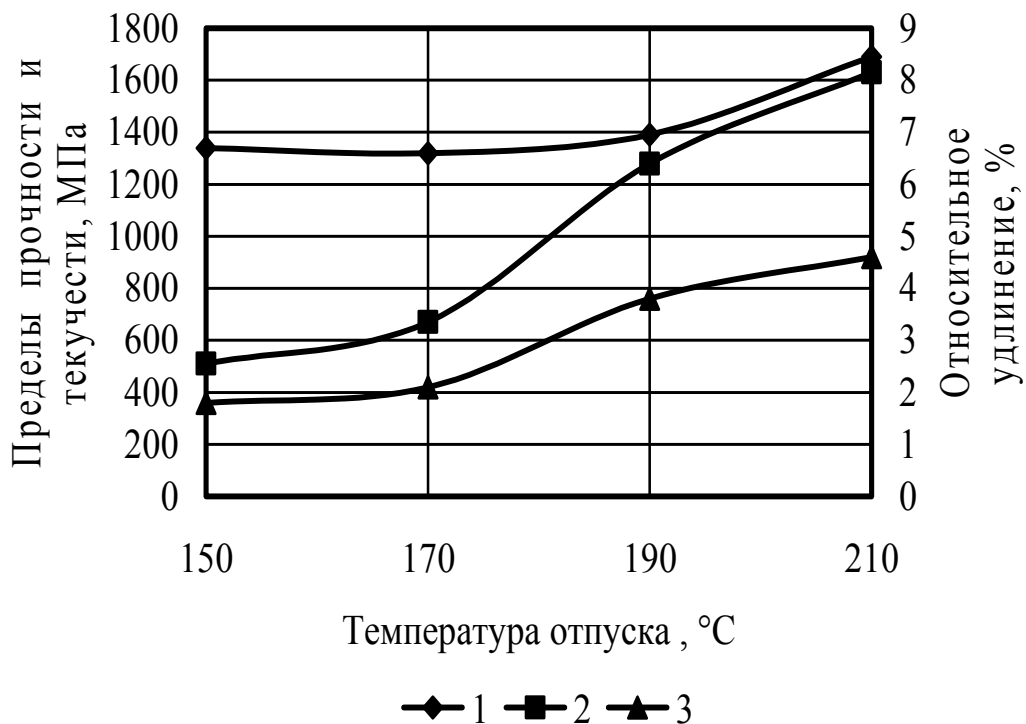


Рисунок 2 – Влияние температуры отпуска на механические свойства стали У8: 1 – σ_B , МПа; 2 – $\sigma_{0,2}$, МПа; 3 – δ , %.

Из таблицы 4 и рисунка 2 видно, что отпуск улучшил механические характеристики стали У8. Максимальные значения временного сопротивления разрыву и предела текучести соответствуют температуре нагрева 210°C ($\sigma_B=1690$ МПа, $\sigma_{0,2}=1630$ МПа).

Отпуск улучшает пластичность в 2 раза. Максимальное значение относительного удлинения соответствует температуре 210°C (4,6%).

Полученные результаты говорят о перспективности проведения исследований влияния термической обработки на свойства инструментальных сталей.

Библиографический список

1. Гудремон Э. Специальные стали. В 2-х т./Пер. под ред. А. С. Займовского и М. Л. Бернштейна. – М.: Металлургиздат, 1940. – 208 с.
2. Гуляев А. П. Инструментальные стали. Справочник. Изд. 2-е, перераб. И доп., – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с., ил.
3. Афанасьев В.К. Некоторые итоги и перспективы металлургии // Литейное производство. – 2000. - №3.

УДК 669.715.017

ПОРШНЕВЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Шунков В.С., Слюняев Л.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время возросла потребность в мощных и многофункциональных автомобилях, что повлекло за собой необходимость сбалансированности экономии топлива и надежности работы двигателя. Перед автомобилестроителями возникла проблема не только конструктивных изменений, но и разработка новых легких материалов с высокой прочностью, пластичностью, жаростойкостью и износостойкостью.

Алюминий привлекает конструкторов и технологов своей высокой удельной прочностью и низкой теплопроводностью, которые сохраняются при высоких температурах.

Поршень одна из самых важных и напряженных деталей двигателя. Он выдерживает динамические нагрузки от сил давления газов и сил инерции, а также тепловые нагрузки от соприкосновения днища с горячими газами и трения его боковой поверхности о стенки цилиндра. [1]

В связи с указанным, к поршневым сплавам предъявляются довольно жесткие требования, такие как: высокие значения статической и динамической прочности, достаточная твердость при нормальной и повышенной температурах, низкий коэффициент линейного расширения, низкий удельный вес.

Особое внимание уделяется сплавам на основе системы алюминий-кремний. Существенным достоинством легирования алюминия кремнием яв-

ляется уменьшение удельного веса и коэффициента линейного расширения. Наиболее ярко это проявляется при высоких содержаниях кремния. Твердость сплава с увеличением концентрации Si сначала резко возрастает, а затем в области заэвтектических силуминов изменяется лишь незначительно.

Однако достаточно высокую прочность и твердость при повышенных температурах, т.е. именно те механические свойства, которые в значительной мере определяют пригодность данного сплава как материала для изготовления поршней, у двухкомпонентных сплавов алюминия с кремнием получить сложно.

Поэтому в состав поршневых легированных силуминов целесообразно вводить такие элементы, как магний, медь, никель, титан, марганец, кобальт, хром и другие элементы, обеспечивающие создание пересыщенного твердого раствора и образование тугоплавких вторых фаз, залегающих по границам зерен и блокирующих сдвиги. [2]

Поршневые алюминиевые сплавы делятся на литые и деформированные.

Наибольшее применение для изготовления поршней находят литейные сплавы системы алюминий-кремний: АК12М2МгН, АК12ММгН и АК21М2,5Н2,5. [3]

Литейные алюминиевые сплавы имеют ряд особенностей: повышенную жидкотекучесть, обеспечивающую получение тонкостенных и сложных по конфигурации отливок; сравнительно невысокую линейную усадку, пониженную склонность к образованию горячих трещин. [2]

Преимуществом деформированных сплавов является практическое отсутствие в них таких концентраторов напряжений, как поры, раковины и ликвационные зоны, которые могут возникнуть в литых поршнях в процессе литья, но практически устраняются в процессе деформирования. Деформированный материал является, по сравнению с литым, более плотным и обеспечивает большую надежность поршней.

Основными представителями деформированных поршневых сплавов являются АК4, АК4-1. [3]

Для поршней ответственного назначения используют объемную горячую штамповку деформируемого сплава. Деформируемые сплавы более предпочтительны в случаях, когда поршень работает в условиях высоких механических нагрузок, но при относительно невысоких температурах (до 250-300°C). Деформируемые сплавы обладают большей пластичностью и имеют более высокий предел текучести по сравнению с литейными.

Штампованные поршни предпочтительны также в том случае, когда требуется максимальная надежность двигателя, потому что он в случае перегрузки, а также при разрушении других деталей шатунно-поршневой группы не ломается как литые, полностью выводя двигатель из строя и разрушая другие его узлы, а только деформируются. [2]

Однако, деформируемые сплавы имеют более низкую длительную жаропрочность при 300°C по сравнению с литейными поршневыми сплавами и на 20-30% больший коэффициент линейного расширения, что требует увеличения зазора между поршнем и стенкой цилиндра. Кроме того, коэффициент

использования металла при объемной штамповке еще меньше, чем при литье в кокиль.

Главным вопросом в отношении технологических и служебных свойств силуминов является вопрос о разработке различных воздействий на выделения кремнистой фазы. Такие воздействия должны, прежде всего, включать приемы подготовки шихты, обработки расплава и кристаллизации, обеспечивающие резкое уменьшение размеров кремнистой фазы и в связи с этим повышением прочности, пластичности и предельной степени пластической деформации до разрушения.

При разработке различных приемов предварительной подготовки шихтовых материалов предусматривается изменение содержания в ней примесей. Примесные элементы (водород, азот, кислород и их соединения с другими), содержащиеся в шихтовых материалах и сплавах, могут оказывать сильное влияние на зарождение и рост выделений промежуточных фаз.

Таблица 1 - Химический состав литейных эвтектических алюминиево-кремниевых поршневых сплавов [4]

Сплав	Массовая доля, % (Al - остальное)									
	Si	Cu	Mg	Ni	Mn	Fe	Ti	Zn	Sn	Pb
AK12M2MgH (AL25)	11-13	1,5-3	0,8-1,3	0,8-1,3	0,3-0,6	<0,8	0,05-0,2	<0,5	<0,02	<0,10
AK12MMgH (AL30)	11-13	0,8-1,5	0,8-1,3	0,8-1,3	<0,2	<0,7	<0,2	<0,2	<0,01	<0,05
AK12M2	12	1,8-2,5	<0,2	<0,3	<0,5	<1	<0,2	<0,8	<0,1	<0,15
Mahle 124	12	0,8-1,5	0,8-1,3	0,8-1,3	<0,2	<0,7	<0,2	<0,2	-	-
AK10M2H	10	1,5	0,6	<0,2	1	<1	-	-	-	-

Таблица 2 – Механические свойства эвтектических алюминиево-кремниевых поршневых сплавов [4]

Марка сплава	σ_b , МПа при температуре, °C			σ_T , МПа	δ , %	НВ, МПа, при температуре, °C			
	20	150	250			20	150	250	300
AK12M2MgH	200-250	190-230	110-150	190-230	0,2-0,6	1000-1100	—	270-330	170-230
AK12MMgH	200-250	180-230	100-150	100-140	0,3-0,8	900-1250	700-900	350-400	210-230
Mahle 124	300-370	250-300	110-170	110-140	1-3	900-1250	700-900	350-400	180-200
KS1275-ФРГ	200-250	180-230	100-150	90-120	0,3-0,8	900-1250	700-900	350-400	210-230
KS275-ФРГ	300-370	250-300	110-170	110-140	1-3	900-1250	700-900	350-400	180-200

Таблица 3 – Физические свойства алюминиево-кремниевых эвтектических поршневых сплавов [4]

Марка сплава	Плотность γ , кг/м ³	$\alpha \cdot 10^{-6}$, град ⁻¹ в интервале 20-200°С	Теплопроводность X, Вт/(кг·К)
AK12M2MгH	2720	20,5-21,5	0,33-0,37
AK12MMгH	2700	20,5-21,5	0,33-0,37
Mahle 124	2700	20,5-21,5	0,34-0,37
KS1275-ФРГ	2700	20,5-21,5	0,33-0,37
KS275-ФРГ	2700	20,5-21,4	0,34-0,37

Таблица 4 - Химический состав заэвтектических алюминиево-кремниевых поршневых сплавов [4]

Сплав	Химический состав, % (Al-остальное)									
	Si	Cu	Mg	Mn	Ni	Fe	Ti	Zn	Sn	Pb
AK18	17-19	0,8-1,5	0,8-1,3	0,2	0,8-1,3	<0,7	<0,2	<0,2	<0,01	<0,05
AK21M2,5H 2,5	20-22	1,5-2,5	0,4-0,7	0,4-0,8	1-2	<0,7	<0,2	<0,3	<0,01	<0,05
Mahle 138	17-19	0,8-1,3	0,8-1,3	<0,2	0,8-1,3	<0,7	<0,2	<0,2	-	-
KS282	23-25	0,8-1,3	0,8-1,3	<0,2	0,8-1,3	0,7	0,2	0,2	-	-
KS283	17-19	3,7-4,7	0,4-0,6	0,6-0,8	2,8-3,2	<0,7	<0,2	<0,2	-	-

Таблица 5 – Механические свойства алюминиево-кремниевых заэвтектических поршневых сплавов [4]

Марка сплава	σ_b , МПа при температуре, °С			σ_T , МПа	δ , %	HB, МПа при температуре, °С			
	20	150	250			20	150	250	300
AK18	220-280	170-240	110-170	80-120	0,5-0,8	900-1250	700-900	350-400	200-280
AK21M2,5H H2,5	160-200	160-200	100-140	90-110	0,1-0,4	950-1050	950-1050	300-350	200-250
Mahle 138	230-300	200-240	110-170	90-120	0,5-1,5	900-1250	700-900	350-450	180-230
KS282	180-220	170-200	100-140	70-90	0,1-0,3	900-1250	700-900	380-450	290-330
KS283	180-220	180-220	120-150	85-120	0,2-0,5	900-1250	700-900	380-450	290-330

Таблица 6 - Физические свойства алюминиево-кремниевых заэвтектических поршневых сплавов [4]

Марка сплава	Плотность γ , кг/м ³	$\alpha \cdot 10^{-6}$, град ⁻¹ в интервале 20-200°C	Теплопроводность X, Вт/(кг·К)
AK18	2680	18,5-19,5	0,30-0,35
AK21M2,5H2,5	2680	17-18	0,30-0,35
Mahle 138 ФРГ	2680	18,5-19,5	0,31-0,36
KS282 ФРГ	2640	16-17	0,28-0,32
KS283 ФРГ	2800	17-18	0,30-0,35

Таблица 7 - Химический состав деформируемых поршневых сплавов [4]

Марка сплава	Основные компоненты, % (по массе)								
	Al	Cu	Mg	Fe	Ni	Si	Mn	Zn	Be
AK4	Осн.	1,9-2,5	1,4-1,8	0,8-1,3	0,8-1,3	0,5-1,2	<0,2	<0,3	0,8-1,4
AK4-1	Осн.	1,9-2,5	1,4-1,8	0,8-1,3	0,8-1,3	0,5-1,2	<0,2	<0,3	0,8-1,4

Таблица 8 - Механические свойства деформируемых поршневых сплавов [4]

Марка сплава	Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное сужение ψ , %	Относительное удлинение δ , %
Штамповка и ковка				
AK4	420	360	21	6
AK4-1	420	320	26	8
Прокат				
AK4	400	350	21	8
AK4-1	400	350	26	8
Прессованные изделия				
AK4	420	360	30	7
AK4-1	430	330	—	9

Таблица 9 - Физические свойства деформируемых сплавов [4]

Марка сплава	Теплопроводность X, Вт/(кг·К)	Плотность, кг/м ³
AK4	145	2770
AK4-1	145	2800

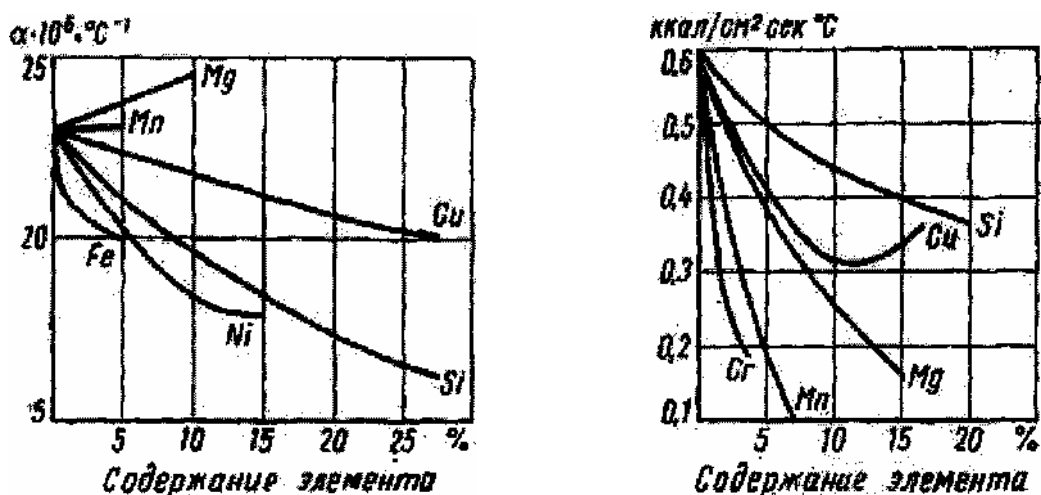


Рисунок 1 - Влияние легирующих элементов на линейное расширение (а) и теплопроводность (б) алюминиевого сплава [4].

Библиографический список

1. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием / В.К. Афанасьев [и др.]. – Абакан: Хакасское кн. издательство, 1998. - 192с.
2. Алюминиевые сплавы. Metallovedenie алюминия и его сплавов: справочник / под ред. М.Н. Фридляндера. - М.: Металлургия 1983. - 280с.
3. Легкие сплавы с малым тепловым расширением / В.К. Афанасьев [и др.]. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. - 376с.
4. Metallovedenie алюминия и его сплавов: справочник / под ред. И.Н. Фридляндера. - М.: Металлургия, 1971. - 354с.

УДК 669.718.046.516.4

ВЛИЯНИЕ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ, МЕДИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ

Пайкина Л.Ю., Дегтярёва И.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Изменение размеров деталей конструкций, связанное с нагревом или охлаждением, всегда являлось объектом внимания конструкторов и технологов. Несмотря на многолетнюю историю исследований, проблема расширения и сжатия металлов и сплавов остается актуальной до настоящего времени. Тепловое расширение имеет чрезвычайно большое значение в технике.

Наиболее распространенным способом понижения коэффициента линейного расширения алюминия является легирование, предусматривающее введение в него больших количеств различных элементов, в первую очередь – кремния. [1]

Существует более 80 потенциальных легирующих элементов, исключая сильноотоксичные. В связи с этим было бы возможно большое количество комбинаций составов сплавов, но практически количество таких комбинаций весьма ограничено, потому что не все из них удовлетворяют предъявляемым требованиям по физическим, химическим и механическим свойствам. Легируют алюминий медью, цинком, хромом, никелем, кремнием, кобальтом и другими элементами.

В соответствии с общими закономерностями, коэффициент линейного расширения (КЛР) алюминия, как правило, увеличивается при легировании металлами, обладающими большими, чем у алюминия КЛР, и уменьшается при легировании металлами с меньшими коэффициентами линейного расширения. Твердые растворы при этом несколько отклоняются от правила аддитивности в сторону уменьшения значений КЛР.

Коэффициент расширения алюминия уменьшается при растворении в нем меди, кремния, железа, хрома и бериллия, т.е. элементов с меньшим коэффициентом, чем у растворителя. [2]

При исследовании влияния различных элементов на коэффициент линейного расширения алюминия следует учитывать возможность образования новых фаз в процессе нагрева, что может исказить результаты. [3] Так, выпадение из раствора меди в виде фазы CuAl_2 приводит к общему увеличению объема, что может быть расценено как увеличение КЛР, в то время как медь должна его уменьшать.

С повышением температуры характер влияния легирующих элементов на КЛР алюминия при условии отсутствия фазовых превращений сохраняется.

Было изучено влияние совместного легирования медью, кобальтом и никелем на линейное расширение технического алюминия. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Установлено, что совместное легирование этими элементами способствует понижению коэффициента линейного расширения во всем температурном интервале испытания (50 - 450 °С). При температуре испытания 50 °С самый низкий КЛР наблюдается в сплаве Al - 20% Co - 5%Ni - 5%Cu - 5%Fe, который соответствует значению $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹. Для интервала испытания 300 - 400 °С характерна аномалия линейного расширения, заключающаяся в резком увеличении коэффициента линейного расширения для образца, легированного Al - 20% Co - 5%Ni - 5%Cu - 5%Fe ($\alpha_{350} = 28 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹). В интервале испытания 50 - 200 °С наилучший результат в плане снижения коэффициента наблюдается при введении в алюминий совместно кобальта, никеля, меди и железа. Для высокотемпературного интервала испытания (250-450 °С) наибольшее снижение КЛР характерно при легировании 5% Cu.

Для получения наиболее низкого коэффициента линейного расширения алюминия самым оптимальным режимом обработки для низкотемпературного интервала (50 – 150 °С) является совместное легирование кобальтом, никелем, медью и железом (Al - 20%Co - 5%Ni - 5%Cu - 5%Fe). Для высокотемпературного интервала (300 – 450 °С) наиболее эффективной является обработка 5% Cu.

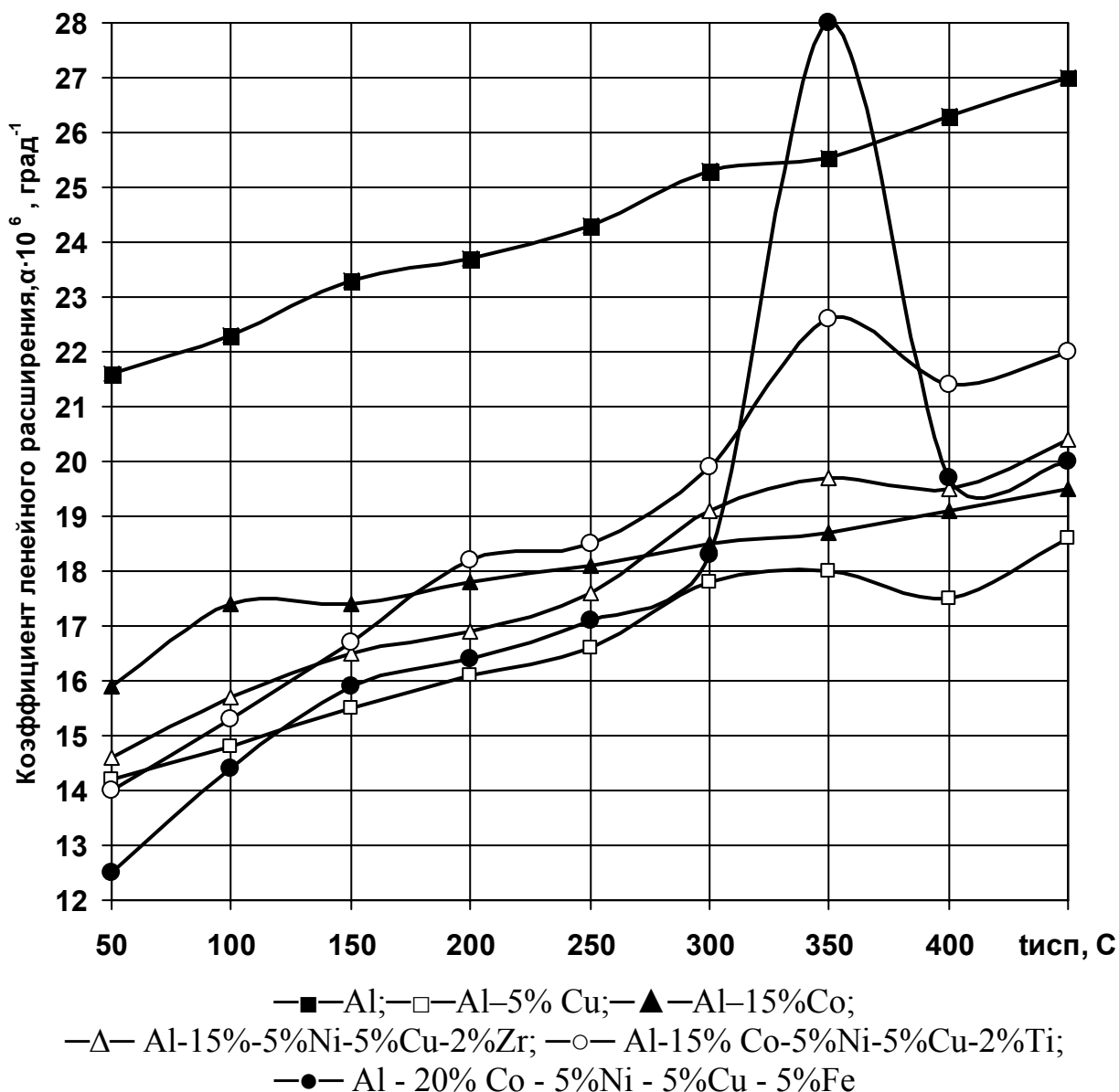


Рисунок 1 - Влияние легирования на линейное расширение технического алюминия А7

Библиографический список

1. Металловедение алюминия и его сплавов / А.Н. Беляев и др.: Под ред. И.Н. Фридляндера. - М.: Металлургия, 1983.-278с.
2. Новикова СИ. Тепловое расширение твердых тел.- М.: Наука, 1974.-320с.
3. В. К. Афанасьев, М. В. Попова, А.А. Ружило, В. Ф. Фролов. Легкие сплавы с малым тепловым расширением.- Кемерово, Кузбассвузиздат, 2000.- 375с.

ПРОИЗВОДСТВО ГЛИНОЗЕМА ИЗ НЕФЕЛИНОВЫХ РУД

Семенов А.А., Сухов С.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

1 Производство глинозема из нефелинов

Перспективным сырьем для производства глинозема являются щелочные алюминийсодержащие породы - нефелины. В нашей стране впервые широко реализована в промышленности комплексная переработка нефелинов способом спекания с получением глинозема, соды, поташа и цемента.

Нефелины содержат значительно меньше оксида алюминия и больше оксида кремния, чем бокситы, сумма ценных компонентов в нефелиновых концентрациях составляет $\approx 50\%$, что приблизительно равно содержанию Al_2O_3 в хороших бокситах. Значительное преимущество дает переработка нефелинового шлама на цемент по сравнению с получением этого продукта из традиционных материалов - глины и известняка. [1]

Производство глинозема из нефелиновых концентратов экономически выгодно лишь при условии комплексной переработки этого сырья, т.е. при извлечении всех его полезных составляющих.

Основными факторами, влияющими на формирование спеков с высокими извлечениями Al_2O_3 и Na_2O , а также необходимой пористостью и прочностью, являются температура и продолжительность процесса спекания, тонина помола нефелина и известняка. Интенсификация спекания нефелино-известняковой шихты достигается путем введения определенного количества угля и минерализаторов - фтористых солей. Режим охлаждения спека в зоне высоких температур существенно влияет на извлечение оксида Al и щелочей из спека.

Введение в шихту оптимальных количеств угля и минерализаторов - фтористых солей улучшает спекание нефелиновых шихт.

Режим охлаждения спеков в области высоких температур существенно влияет на степень извлечения ценных компонентов при выщелачивании. Таким образом более медленное охлаждение спека в зоне высоких температур приводит к увеличению извлечения полезных компонентов - оксида алюминия и щелочей.

2 Применение способа спекания для комплексной переработки нефелинов

Для извлечения глинозема из нефелинов могут быть применены различные способы. Рассмотрим способ спекания, которым можно осуществить комплексную переработку нефелинов — с использованием всех составляющих этой руды.

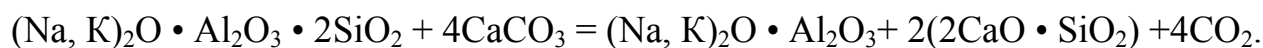
В качестве сырья применяют нефелиновые хвосты, которые получают

в результате обогащения апатитово-нефелиновой породы. Подвергая нефелиновые хвосты вторичному обогащению, получают два продукта отходы, содержащие титано-магнетит, эгирин и другие сопровождающие апатит минералы, и нефелиновый концентрат, содержащий 90—93% собственно нефелина $(\text{Na}, \text{K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$.

На рисунке 1 представлена общая технологическая схема производства глинозема, соды, поташа и цемента Кольского нефелинового концентрата.

Нефелиновый концентрат поступает с обогатительной фабрики в виде порошка тониной помола 175 меш на приготовление шихты. Шихту составляют только из двух компонентов нефелинового концентрата и известняка, так как в самом нефелине содержится такое количество щелочей $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, которое обеспечивает связывание глинозема в соответствующие метаалюминаты. Известняк вводят в шихту в виде двукальциевого силиката $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

После тщательного смешивания шихту спекают во вращающейся трубчатой печи. Оптимальная температура спекания нефелиновой шихты лежит в пределах 1250—1300°C, когда достигается практически полное разложение нефелина с образованием спека. Взаимодействие нефелина с известняком протекает в печи по уравнению



Ввиду того, что оптимальная температура спекания нефелино-известковой шихты близка к температуре ее плавления, необходима особо тщательная подготовка такой шихты (правильная дозировка, тонкое измельчение и т. д.), а также точное поддержание температурного режима во избежание образования кольцеобразных настывлей в печи, препятствующих сходу шихты. [2]

Выход спека при спекании по отношению к шихте составляет примерно 70%. По охлаждению спек размалывают и одновременно выщелачивают в шаровых мельницах обратными растворами карбонатных щелочей $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$, в результате чего в раствор переходят образовавшиеся при спекании шихты алюминаты натрия и калия. При этом происходит разложение некоторого количества двукальциевого силиката, и в раствор переходит кремнезем и едкая щелочь, повышающая каустическое отношение и, следовательно, стойкость алюминатного раствора.

Оптимальны следующие условия выщелачивания нефелинового спека:

- 1) на одну молекулу Al_2O_3 спека должно приходиться не менее одной молекулы Na_2CO_3 (т. е. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$) в растворе;
- 2) температура раствора должна быть 70—80°C. В этих условиях в раствор переходит до 90% глинозема и щелочей, содержащихся в исходном нефелине. Выход сухого нефелинового шлама составляет примерно 80% от спека.

Все последующие операции — обескремнивание алюминатных растворов, их карбонизация, кальцинация гидроокиси алюминия — ничем не отличаются от аналогичных операций при производстве глинозема из бокситов.

Часть раствора $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ с незначительным содержанием Al_2O_3 после отделения от гидроокиси алюминия идет на выщелачивание новых

порций нефелинового спека, а остальной раствор поступает на производство соды и поташа.

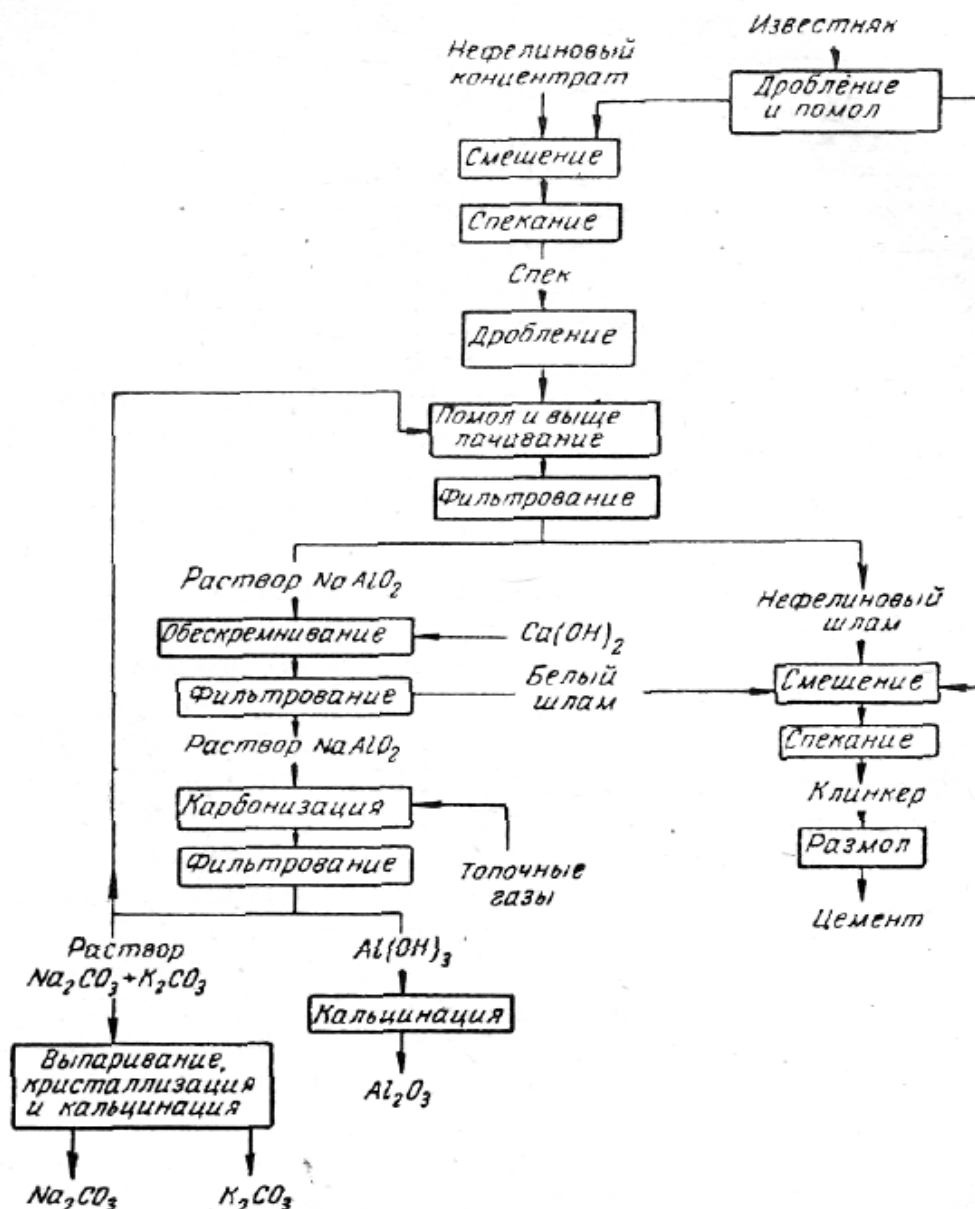


Рисунок 1 — Технологическая схема производства глинозема, соды, поташа и цемента из нефелинового концентрата [1]

Конечный выход глинозема и щелочей из нефелина составляет примерно 80 и 75% соответственно. Для производства 1 т глинозема из нефелина расходуется 4,1 т нефелинового концентрата, 8,8 т известняка, 3,8 т пара, 1200 кВт · ч электроэнергии, 0,2 т мазута и 1,8 т угольной пыли (для печей спекания). В качестве побочных продуктов получается 1 т смеси $Na_2CO_3 + K_2CO_3$ и 9,5 т нефелинового шлама (с 30% влаги).

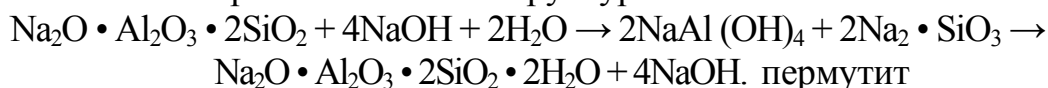
Таким образом, в результате комплексной переработки нефелинового концентрата способом спекания на 1 т глинозема получается примерно 1 т соды и поташа и около 7,5 т цемента.

3 Переработка нефелинов гидрохимическим способом

Извлечь глинозем и щелочи из нефелина возможно не только высоко-

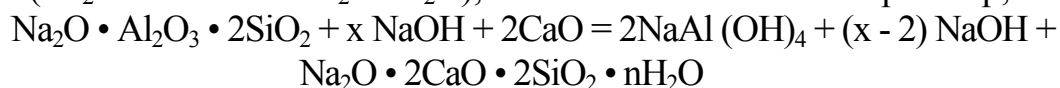
температурным спеканием с известняком, но и чисто гидрометаллургическим путем. По этому способу, который получил название гидрохимического, разложение нефелина и перевод окиси алюминия в раствор осуществляются непосредственной обработкой породы в автоклаве раствором каустической щелочи в присутствии извести.

В результате автоклавной обработки нефелина глинозем, окись натрия (калия) и кремнезем переходят в щелочной раствор, но полученные растворы алюмината натрия и силиката натрия в результате взаимодействия вновь образуют осадок гидроалюмосиликата натрия пермутит, который отличается от нефелина только кристаллической структурой:



В силу этого глинозем остается в осадке — протекает только процесс перекристаллизации минерала.

При выщелачивании же нефелина в автоклаве в присутствии извести изменяется характер вторичных процессов: при определенных условиях окись кальция взаимодействует с силикатом натрия, образуя гидросиликат кальция и натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), а глинозем извлекается в раствор;



(здесь вся щелочь условно принята за Na_2O).

Однако для достижения практически полного извлечения глинозема в раствор (на 93 — 94%) выщелачивание требуется проводить в условиях значительно более жестких, чем выщелачивание бокситов.

В этом способе обращает на себя внимание малая продолжительность выщелачивания: наиболее высокое извлечение глинозема (выше 90%) наблюдается при 10-минутном выщелачивании. Увеличение продолжительности выщелачивания приводит к снижению извлечения глинозема в результате начинающегося обратного взаимодействия алюмината натрия с силикатами.

При обработке нефелиновой породы в указанных условиях получают алюминатные растворы концентраций 70 — 80 г/л Al_2O_3 и 6—7 г/л SiO_2 .

На рисунке 2 представлена принципиальная схема комплексной переработки нефелинов гидрохимическим способом. По сравнению со способом спекания гидрохимический способ характеризуется следующими преимуществами:

- 1) исключается наиболее дорогой и сложный предел при разложении нефелинов—высокотемпературное спекание с известняком;
- 2) на разложение нефелина требуется примерно в 2 раза меньше известняка, который идет на получение извести;
- 3) из нефелина щёлочь извлекается в виде более дорогого продукта — едких щелочей вместо карбонатных.

К недостаткам гидрохимического способа относят: **во-первых**, необходимость введения в процесс при выщелачивании большого избытка едких щелочей, а **во-вторых**, повышенный расход пара в связи с упариванием больших объемов растворов.

В отличие от способа переработки Кольских нефелиновых концентратов

спеканием, данным способом сода не получается, а ее выделяют в виде метасиликата натрия (смесь соды с кремнеземом) как ценные побочные продукты. Окись калия выделяют из породы в виде поташа. Остающийся в качестве отхода шлак используют для производства цемента. Кроме того, получают метасиликат кальция и чистый кремнезем.

При комплексной переработке нефелинового сиенита рассмотренным способом наряду с глиноземом получается ряд ценных химических продуктов.

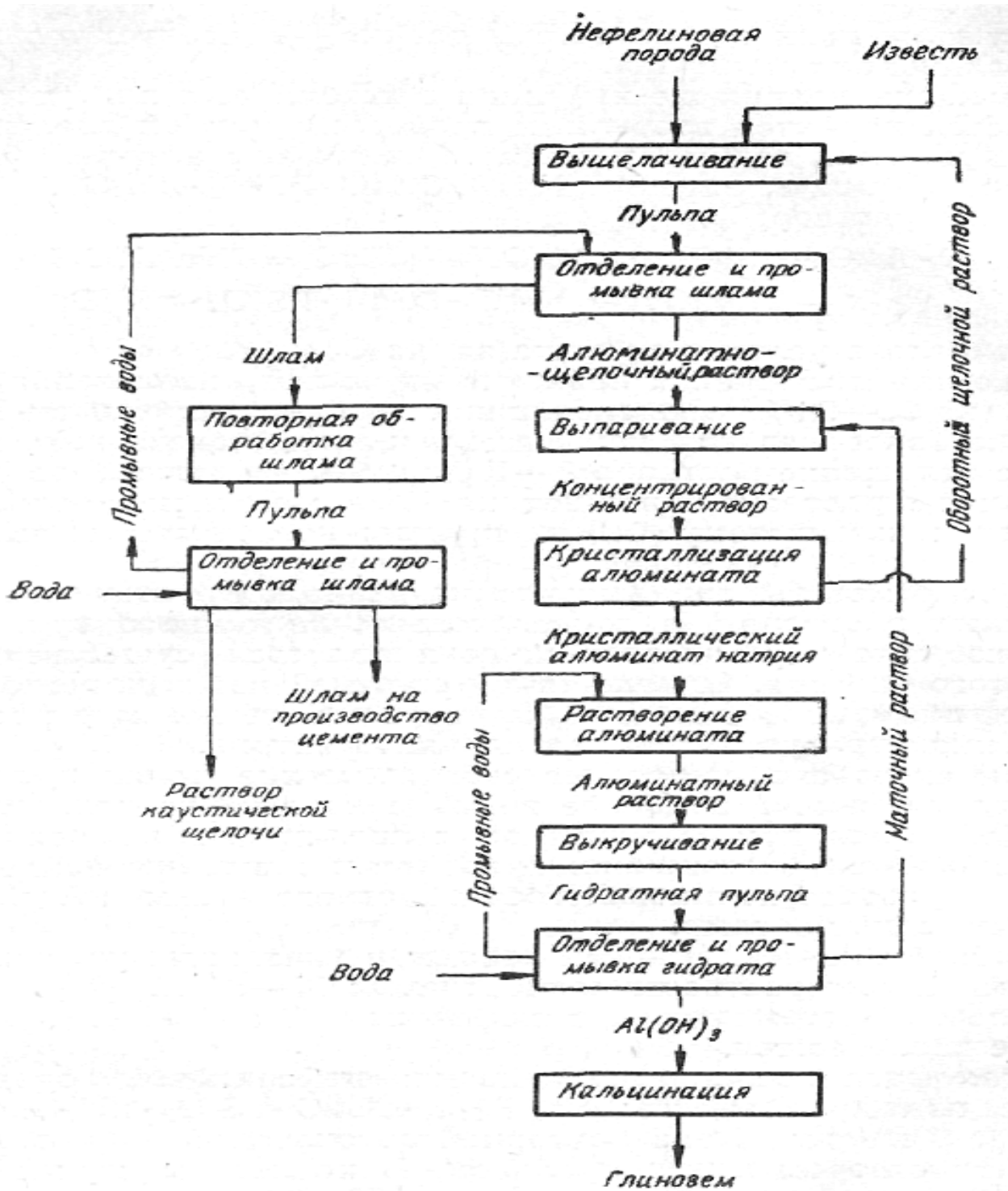


Рисунок 2 — Технологическая схема комплексной переработки нефелинов гидрохимическим способом [1]

Библиографический список

1. Металлургия легких металлов. Беляев А.И. Изд-во «Металлургия», 1970, 6-е изд. 368 с.
2. Комплексная переработка щелочного алюминийсодержащего сырья. Б.И. Арлюк, Ю.А. Лайнер, А.И. Пивнев – М.: Металлургия, 1994. – 384 с.

УДК 621.78:669.14.018.252.3

О ВЛИЯНИИ ХИМИКО–ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ИНСТРУМЕНТА ИЗ СТАЛИ Р6М5

Волкова А.С., Ващенко А. Ю.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Производство изделий из быстрорежущей стали включает в себя трудоемкий процесс термической обработки - процесс очень сложный по своей сути и дорогостоящий, что следует учитывать прежде всего. До сих пор применяется «классический» режим термической обработки, предложенный еще в начале XX века, который представляет собой высокотемпературную закалку с нагревом в соляных ваннах с последующим многократным высоким отпуском. Из-за применения соляных ванн стандартная термообработка является неэкологичным процессом. В связи с этим необходимо создание новой обработки быстрорежущего инструмента, которая бы, по возможности, вообще исключала использование соляных ванн. В настоящее время особое внимание уделяется химико-термической обработке, которая позволяет повысить свойства инструмента, не повышая затрат на его производство.[1]

В таблице 1 приведена маркировка и состав основных марок быстрорежущих сталей, применяемых в России в настоящее время (в скобках указана старая маркировка соответствующих сталей) по ГОСТ 19265-73.

Многочисленные быстрорежущие стали целесообразно различать по главному свойству теплостойкости:

- *умеренной теплостойкости* (Р18, Р12 и Р6М5);
- *повышенной теплостойкости* (10Р8М3 (ЭП856) и 10Р6М5);
- *высокой теплостойкости* (В11М7К23 (ЭП831), В11М7К23Х, В14МК25 (ЭП723)).

Стали умеренной и повышенной теплостойкости имеют относительно высокое содержание углерода (> 0,6 - 0,7%) и одинаковую природу упрочнения; вторичная твердость создается выделением карбидов при отпуске.

Сталь Р6М5 предназначена для изготовления универсального инструмента нормальной производительности (спиральные сверла, фрезы, червячные фрезы, машинные метчики, долбяки, шевера, протяжки, резцы, дисковые пилы и др.), предназначенного для обработки сталей и чугунов с твердостью HB250—

270 и $\sigma_B \leq 1000$ МПа. Эксплуатационные свойства режущего инструмента можно повысить применением сложнолегированных быстрорежущих сталей повышенной производительности, а также различными методами упрочнения поверхностного слоя, в частности термической, химико-термической, термо-механической обработок, или комплексным их воздействием.

Таблица 1 - Состав основных Российских марок быстрорежущих сталей [2]

Марка стали	C	Cr	W	Mo	V	Co
P18	0,7-0,8	3,8-4,4	17,0-18,5	<1,0	1,0-1,4	-
P18Ф2	0,85-0,95	3,8-4,4	17,0-19,0	0,5-1,0	1,8-2,4	-
P18Ф2К5	0,85-0,95	3,8-4,4	17,0-19,0	0,5-1,0	1,8-2,4	5,0-6,0
P12	0,8-0,9	3,1-3,6	12,0-13,0	<1,0	1,5-1,9	-
P9 (ЭИ262)	0,85-0,95	3,8-4,4	8,5-10	<1,0	2,0-2,6	-
P9M4K8	1,0-1,1	3,0-3,6	8,5-9,6	3,8-4,3	2,1-2,5	7,5-8,5
P6M3	0,9	3,3	6,0	3,3	2,2	-
P6M5 (ЭИ298)	0,82-0,90	3,8-4,4	5,5-6,5	5,0-5,5	1,7-2,1	-
P6M5K5	0,80-0,88	3,8-4,3	6,0-7,0	4,8-5,3	1,7-2,2	4,8-5,3
P6M5Ф2К8 (ЭП658)	0,95-1,05	3,8-4,4	5,5-6,6	4,6-5,2	1,8-2,4	7,5-8,5
P3M3Ф2 (ЭИ290)	0,85-1,1	3,6-4,3	2,6-3,3	2,6-3,3	1,5-2,0	-
P3M3Ф3 (ЭИ276)	1,0-1,15	3,8-4,6	2,2-2,9	2,3-2,9	2,2-2,8	-
POM3Ф2 (ЭИ260)	0,95-1,05	4,0-5,0	-	3,2-4,0	2,0-2,6	-
POM2Ф3 (ЭИ277)	1,1-1,25	3,8-4,6	-	2,3-2,9	2,6-3,3	-

Примечание: Содержание постоянных и случайных примесей ограничено в этих сталях следующими пределами, %: 0,4 Mn; 0,5 Si; 0,4 Ni; 0,03 S; 0,035 P.

Стандартный режим термической обработки приведен на рисунке 1.

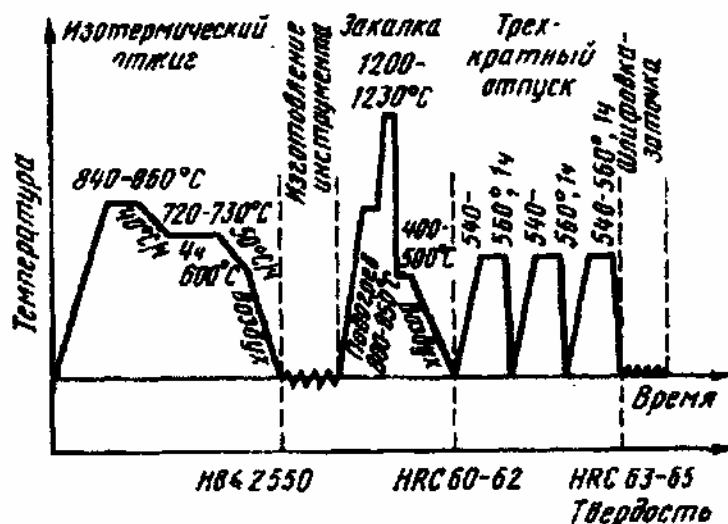


Рисунок 1 - Схема термической обработки инструмента из быстрорежущей стали P6M5[3]

Дальнейшее усложнение химического состава быстрорежущих сталей, вероятно, уже не даст значительного повышения эксплуатационных свойств

инструмента, и лишь приведет к его удорожанию. В то же время можно эффективно воздействовать на эксплуатационные свойства маловольфрамовых, экономнолегированных быстрорежущих сталей, используя химико-термические методы упрочнения, например, цементацию.

Цементацией называется химико-термическая обработка, заключающаяся в диффузионном насыщении поверхностного слоя стали углеродом при нагревании в соответствующей среде — карбюризаторе. Как правило, цементацию проводят при температурах выше точки A_{c3} (930-950°C), когда устойчив аустенит, растворяющий углерод в больших количествах.

Данные по коэффициенту линейного расширения (КЛР) стали Р6М5 при нагреве в бондюжском карбюризаторе с водяным паром при температуре нагрева (550 – 600)°С в течение одного часа и охлаждении на воздухе и дальнейшей термической обработки представлены на рисунке 2. КЛР незначительно снижается после цементации с водяным паром. Основное снижение (максимальное «падение» значения КЛР) происходит после последовательных закалок при 1000°С, 15 мин, охлаждение в воде. $\alpha_{300}=9,34 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹. Проведение отпуска при 560°С в течение 1ч дало повышение коэффициента, при этом кривая имеет сходный характер с кривой режима цементации с водяным паром; исключение составляет то, что при 50 °С был получен самый низкий коэффициент на протяжении всего интервала ($\alpha_{50}=7,18 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹). При проведении закалки, состоящей из трех одинаковых термоциклических операций, если учитывать нагрев в dilatометре до 450°С: $t=1000^{\circ}\text{C}$, 15 мин, вода; получили уменьшение коэффициента линейного расширения на уровне первой закалки, при этом минимальные значения КЛР: $\alpha_{100}=9,11 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ (соответствует значению при первом отпуске), $\alpha_{200}=8,86 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹, $\alpha_{350}=10,53 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹, $\alpha_{400}=11,32 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹, $\alpha_{450}=11,22 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹. Проведение последующих закалок при том же режиме способствовало увеличению КЛР, минимальное значение получилось только при 250 °С: $\alpha_{250}=9,27 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹. Заключительная операция – отпуск при 250°С в течении 2 ч привел к увеличению КЛР.

Работа в этом плане продолжается.



Рисунок 2 - Влияние цементации в бондюжском карбюризаторе с водяным паром ($t=(550-600)^{\circ}\text{C}$, $\tau=1\text{ч}$, воздух) и последующей термической обработки на коэффициент линейного расширения стали Р6М5 -●- без нагрева, -■- $+1000^{\circ}\text{C}$, 15 мин, вода, -×- $+560^{\circ}\text{C}$, 1ч, воздух, -△- $+560^{\circ}\text{C}$, 1ч, воздух, -◆- $+3 \times (1000^{\circ}\text{C}$, 15 мин, вода), -○- $+2 \times (1000^{\circ}\text{C}$, 15 мин, вода), -□- $+250^{\circ}\text{C}$, 2ч, воздух

Библиографический список

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. – М.: Металлургия, 1975. –584с.
2. Гудремон Э. Специальные стали. В 2-х т./Пер. под ред. А.С. Займовского и М. Л. Бернштейна. – М.: Металлургиздат, 1940. – 208 с
3. Гуляев А.П. Инструментальные стали. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп., – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с., ил.

СВОЙСТВА НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Передерей С.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Афанасьев В.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Нержавеющая сталь - сложнолегированная сталь, стойкая против ржавления в атмосферных условиях и коррозии в агрессивных средах. Основной легирующий элемент нержавеющей стали – хром (Cr); кроме того, нержавеющие стали содержат элементы, сопутствующие железу в его сплавах (C, Si, Mn, S, P), а также элементы, вводимые в сталь для придания ей необходимых физико-механических свойств и коррозионной стойкости (Ni, Mn, Ti, Nb, Co, Mo). Чем выше содержание Cr в стали, тем выше её сопротивление коррозии; при содержании Cr более 12% сплавы являются нержавеющими в обычных условиях и в слабоагрессивных средах, более 17% - коррозионно-стойкими и в более агрессивных окислительных и других средах, в частности, в 50% азотной кислоте.

Хромоникелевые стали широко применяются. К хромоникелевым сталям в настоящее время можно отнести более полусотни марок, которые используются в виде поковок, сортового и листового проката, горячекатаных и холоднокатаных труб, фасонных профилей и литья в авиационной и атомной технике, в химической промышленности, а так же в других самых различных областях техники.

Ядром группы хромоникелевых сталей являются аустенитные стали типа 18-8, например, 00X18H10, 0X18H10, X18H9, 0X18H11, 2X18H9; стали, стабилизированные титаном: 00X18H10T, 0X18H10T, X18H9T, X18H10T, X18H12T, X17H13M2T; стали, стабилизированные ниобием: 0X18H10B, 00X16H15M3B.

Хромоникелевые нержавеющие стали 12X18H10T, 08X18H10T, 03X18H11 *применяют* в сварных конструкциях, работающих в контакте с азотной кислотой и другими окислительными средами, а также в качестве жаростойкого, жаропрочного и криогенного материала.

Выплавка нержавеющей стали. Кислостойкая нержавеющая сталь типа X18H10T является в настоящее время наиболее распространенным в промышленности представителем нержавеющей стали. Массовую выплавку нержавеющей стали производят в специализированных цехах на закрепленных за этой маркой электропечах. [1]

Существует множество методов выплавки нержавеющей стали: метод полного окисления, метод частичного окисления, метод кировского завода, метод сплавления, метод смешения. [2]

Свойства нержавеющей стали

Химические свойства. Высокие антикоррозионные показатели обуслов-

лены наличием на поверхности металла слоя оксида хрома. Вследствие того, что материалы из нержавеющей стали (трубы, прутки, листы) представляют собой однородную массу (то есть химический состав одинаков на всей толщине, например, трубы), изделие сохраняет все свои антикоррозионные свойства даже при механическом нарушении верхнего слоя. Это свойство нержавеющей стали незаменимо при изготовлении изделий, подверженных воздействию агрессивных сред, например, воздействию атмосферных осадков или щелочной среды в плавательных бассейнах.

По химическому составу нержавеющие стали подразделяются на хромистые, хромоникелевые и хромомарганцевоникелевые (более 100 марок). По структуре хромистые нержавеющие стали подразделяются на мартенситные, полуферритные и ферритные. Добавка хрома повышает стойкость стали к окислению и коррозии. Такая сталь сохраняет прочность при высоких температурах. Хром входит также в состав износостойких сталей, из которых делают инструменты, шарикоподшипники, пружины. Титан, хром, кремний являются ферритообразующими элементами, а углерод, марганец, никель - аустенитообразующие элементы.

Таблица 1-Химический состав нержавеющих сталей типа 18-8 (в %) [3]

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	Другие элементы
X18H10T	≤0,12	≤0,80	1,0-1,2	17,0-19,0	9,0-11,0	Ti≥5 (C-0,02 до 0,7)
X18H12T	≤0,12	≤0,80	1,0-1,2	17,0-19,0	11,0-13,0	Ti≥5 (C-0,02 до 0,7)
X18H9	≤0,12	≤0,80	1,0-1,2	17,0-19,0	8,0-10,0	-

Физические свойства нержавеющих сталей следует учитывать не только при конструировании изделий из них, но и при разработке технологии их производства. Особенно большая потребность в изучении этих свойств возникла у металлургов с появлением новых способов выплавки стали: электрошлакового, вакуумно-дугового и электроннолучевого переплава. [4]

Механические свойства. Хромоникелевые стали с незначительным содержанием углерода (0,10%) в термически обработанном состоянии после закалки на аустенит обладают средними характеристиками прочности и очень высокими пластическими свойствами.

Таблица 2 – Механические свойства и режимы ТО сталей типа 18-8 [3]

Марки ГОСТ562-61	Термическая обработка		Механические свойства		
	t закалки, °C	Среда охлаждения	σ _B , МПа	δ, %	ψ, %
X18H10T	1050-1100	Воздух, вода, масло	550	40	55
X18H12T	1050-1100	Воздух, вода, масло	550	35	-
X18H9	1050-1080	Воздух, вода, масло	580	40	55

Стали с повышенным содержанием углерода требуют более высокой температуры термической обработки для получения однородного аустенита, т. е. для перевода всех карбидов в твердый раствор.

К положительным свойствам хромоникелевых сталей 18-8 следует отнести их высокую пластичность, что очень ценно для деталей, изготовляемых глубокой штамповкой или с большой высадкой.

Однако всегда следует иметь в виду, что увеличение величины зерна может вредно отразиться на механических свойствах при высоких температурах вследствие резкого снижения пластичности при рабочих температурах.

Увеличение содержания углерода и азота повышает механические свойства хромоникелевых сталей как в закаленном, так и в состаренном состоянии. При этом чем выше температура закалки (950—1150° С) сталей, тем меньше их прочность и твердость и выше пластичность.

После горячей обработки (ковки, прокатки или штамповки) механические свойства стали могут быть весьма различны и зависят от условий обработки. Стали, обработанные при пониженных температурах (ниже температуры рекристаллизации), быстро твердеют. Увеличение твердости в этом случае происходит благодаря наклепу и из-за выделения карбидов.

Изменение содержания углерода в стали типа 18-8 не оказывает большого влияния на ее механические свойства.[3]

На основании сказанного можно сделать вывод о целесообразности проведения работ по изучению свойств нержавеющей сталей.

Библиографический список

1. Гольдштейн М.И. Специальные стали. 1985г-408 с.
2. Бородулин Г.М. Нержавеющие стали. М: Металлург. издат. 1973г-319с.
3. Химушин Ф.Ф. Нержавеющие стали. М: Металлург. издат. 1967г-801 с.
4. Гудремон Э. Специальные стали, т.1. М: Металлург. издат 1959 г.

УДК 622.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА МАРКИ ЛКВ

Игнатьева Н.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Основным сырьем для производства кубического нитрида бора является гексагональный нитрид бора, который получают различными способами. В связи с тем, что в последнее время предъявляются высокие требования к сырью, возникает необходимость совершенствования технологии производства кубического нитрида бора.

Рассмотрим преимущества использования в качестве исходного сырья турбостратного нитрида бора для получения кубического нитрида бора. Целью является определение факторов, влияющих на процесс образования и роста кристаллов кубического нитрида бора:

- **Влияние исходной структуры и свойств гексагонального графитоподобного нитрида бора на образование и рост кристаллов КНБ**

Влияние степени трехмерной упорядоченности BN_T на синтез BN_K исследовалось при постоянной удельной поверхности ($S_{уд}$) исходного нитрида бора. При этом исследовалась зависимость выхода BN_K и его свойств от двух параметров степени совершенства структуры BN_T : «индекса графитации G » и параметра кристаллической решетки « C ». Установлено, что четкой зависимости между индексом графитации и результатами синтеза BN_K не наблюдается. Так, например, при одном и том же индексе графитации выход BN_K может быть 51 и 66 мас.% при равной удельной поверхности исходного BN_T . Минимальный выход BN_K наблюдается в случае промежуточной структуры между упорядоченным и неупорядоченным состоянием BN_T .

- **Влияние дисперсности (удельной поверхности) гексагонального графитоподобного нитрида бора на образование и рост кристаллов КНБ**

Влияние дисперсности, характеризуемой удельной поверхностью, BN_T на выход и свойства BN_K было изучено при синтезе BN_K из образцов с удельной поверхностью 3 - 15 м²/г с упорядоченной кристаллической структурой и параметром решетки « C » 6,662 - 6,665 Å и из образцов с удельной поверхностью 21 — 31 м²/г неупорядоченной структуры с параметром решетки « C » 6,685 — 6,687 Å. В обоих случаях с увеличением удельной поверхности исходного BN_T выход BN_K возрастает. Подобный характер зависимости позволяет сделать вывод о том, что процесс роста кристаллов BN_K лимитируется растворением исходной модификации BN_T в маточном расплаве-растворителе, а, следовательно, скорость роста кристаллов находится в прямой зависимости от поверхности контакта жидкой (расплав-растворитель) и твердой (BN_T) фаз. Особенно это становится заметным при ограниченном времени синтеза.

При использовании BN_T с упорядоченной структурой с увеличением удельной поверхности BN_T выход зерновой фракции +40 мкм возрастает от 41,9% до 49,2%. Лучшие характеристики по прочности единичного зерна показывает BN_K , синтезированный из BN_T с неупорядоченной структурой.

- **Влияние химического состава гексагонального графитоподобного нитрида бора на образование и рост кристаллов КНБ**

Наиболее характерной примесью исходного BN_T является оксид бора. Содержание оксида бора по технологическим условиям не должно превышать 0,1 мас.%. Зависимость выхода BN_K от содержания в BN_T борного ангидрида носит гиперболический характер. Даже при незначительном содержании оксида бора (~ 0,55мас.%) выход BN_K уменьшается на 20%, а присутствие в исходной шихте 20 мас.% оксида бора практически полностью подавляет процесс синтеза.

Присутствие слоя оксида магния на границе раздела фаз жидкое - твердое ведет к повышению диффузионного сопротивления процесса растворения исходного BN_T в расплаве $\text{Mg}_3\text{N}_2(\text{BN})_n$.

Содержание оксида бора в BN_T в количестве, соизмеримом с массой инициатора превращения, приводит к образованию дефицита расплава. Наличие

слоя оксида магния мешает правильному росту кристаллов BN_k , что снижает прочностные характеристики зерен. Таким образом, присутствие в BN_r оксида бора снижает степень превращения $\text{BN}_r \rightarrow \text{BN}_k$, крупность и прочность получаемого зерна.

Рассмотрим также факторы, влияющие на размер (крупность) образующихся кристаллов кубического нитрида бора.

- **Влияние температуры**

Температура, способствующая максимальному росту кристаллов, должна находиться вблизи значений, соответствующих линии равновесия $P - T$ диаграммы. При таком значении температуры величина термодинамического стимула процесса ΔG для данного давления является наименьшей, что препятствует образованию новых центров кристаллизации.

- **Влияние давления**

Чем выше давление, тем выше ΔG прямой трансформации решетки. Поэтому увеличение (по сравнению с равновесным) давления приводит к образованию большого количества центров кристаллизации, в результате чего размер кристаллов уменьшается.

- **Влияние вида инициатора превращения**

Наиболее крупные кристаллы образуются при использовании в качестве инициаторов превращения гидратов лития, алюминия, а также при использовании магния, кальция, лития.

Количество центров кристаллизации зависит, прежде всего, от величины термодинамического стимула процесса ΔG , который тем больше, чем выше давление, при котором проводится синтез. Количество центров кристаллизации зависит также от чистоты исходного BN_r . В качестве примеси, служащей центром кристаллизации, может выступать карбид бора B_4C , являющийся промежуточным продуктом при синтезе BN_r карботермическим методом.

Количеством центров кристаллизации можно управлять, задавая определенное давление процесса и вводя, или наоборот, удаляя центрообразующие примеси. При достижении некоторого критического значения количества центров кристаллизации в единице объема именно этот фактор начинает определять размер кристалла. Если в качестве центрообразующей примеси использовать зерно BN_k размером 40 мкм, то критическое содержание его в шихте будет составлять около 1-2 мас.%. Для карбида бора это значение будет тем меньше, чем выше дисперсность карбида по сравнению с BN_k .

Следует отметить, что наилучшие результаты при синтезе с точки зрения крупности, совершенства огранки и прочности единичного зерна достигаются при использовании в качестве исходного сырья гексагонального нитрида бора с неупорядоченной структурой.

Максимальная степень превращения гексагонального нитрида бора в кубический нитрид бора достигается при использовании гексагонального нитрида бора с неупорядоченной структурой с параметром кристаллической решетки "С" -6,68А.

На основе анализа можно сделать вывод, что универсальным сырьем для производства кубического нитрида бора является турбостратный нитрид бора.

БОРИРОВАНИЕ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Федяшина О.М.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Софрошенков А.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Борирование – это насыщение поверхности металлов и сплавов бором с целью повышения твердости и износостойкости, а также коррозионной стойкости.

Борированные стали обладают самой высокой коррозионной стойкостью в водных растворах соляной, серной и фосфорной кислот, причем при одинаковой толщине слоя однофазные боридные слои имеют большую кислотоустойчивость, чем двухфазные. В разбавленных и концентрированных растворах азотной кислоты боридные слои неустойчивы, однако скорость разрушения борированных сталей в 1,5–5 раз ниже, чем неборированных. По коррозионной стойкости в 50 %-ной уксусной кислоте боридные слои уступают только хромовым и хромо-кремниевым покрытиям.

В условиях атмосферной коррозии или коррозии в природных и промышленных водах борированные стали недостаточно стойки. В результате борирования значительно повышается износостойкость промышленных сталей.

Борирование проводят в порошковых смесях, в расплавах солей и окислов, в газовых средах и из паст.

Борирование производится при температурах 800–1050°С в течение 2–6 ч, при этом формируется боридный слой толщиной 150–250 мкм.

Глубина борированного слоя повышается с увеличением продолжительности выдержки и температуры насыщения. Увеличение содержания углерода в стали приводит к уменьшению глубины борированного слоя и повышению его твердости.

Уменьшение общей толщины слоя (глубина проникновения боридных игл) происходит быстрее, чем уменьшение толщины сплошного слоя боридов, поэтому с ростом содержания углерода в стали компактность слоя растет, а его игольчатость уменьшается.

На коррозионную стойкость и окалиностойкость борированных сталей углерод не влияет.

Цель работы: исследовать структуру боридного слоя на быстрорежущей стали, установить его поведение при высоких давлениях и температурах.

Режущий инструмент в процессе эксплуатации находится в сложном напряженном состоянии, подвергаясь динамическим, изгибающим и крутящим нагрузкам, износу, разогреву при трении об обрабатываемый металл.

Для надежной длительной работы материал инструментов должен обладать высокой устойчивостью против перечисленных воздействий, высокой прочностью, вязкостью, износостойкостью и теплостойкостью. Оптимальной сталью наиболее удовлетворяющей перечисленным выше свойствам, отвеча-

ет быстрорежущая сталь, которая превосходит по теплостойкости, что позволяет использовать ее для резания с повышенными скоростями или для труднообрабатываемых инструментов. Быстрорежущие стали являются основным материалом для большинства металлорежущих инструментов.

Цель диффузионного борирования – повышение твердости и износостойкости рабочего сечения изделия. Борирование придает быстрорежущим сталям такие свойства, которые позволяют использовать их в более жестких условиях работы в отличие от неборированных сталей. Быстрорежущие борированные стали обладают повышенной износостойкостью, усталостной выносливостью при повышенных температурах. После борирования и улучшения предел выносливости получается сравнительно высоким. Борированные стали обладают самой высокой коррозионной стойкостью в водных растворах кислот и щелочей.

При формировании боридного слоя наблюдается перераспределение легирующих элементов между слоем и подслоем. Боридный слой кристаллизуется с боридной эвтектикой. Боридный слой очень хрупкий и склонен к трещинообразованию. Хрупкость слоя составляет 1,4 балла. Наибольшей хрупкостью обладает борид FeB (микротвердость 20000 МПа) по сравнению с Fe_2B (микротвердость 14500 МПа).

Микротвердость сравнительно плавно снижается от слоя к закаленной стали, что исключает отслоение борированного слоя.

Микротвердость борированных образцов характеризуется максимумом твердости у поверхности, порядка 19000 – 20000 МПа. Максимальной микротвердостью – порядка 20000 МПа обладает борид FeB , несколько ниже – 16000 МПа – борид Fe_2B .

Скорость разрушения борированных сталей в 1,5–5 раз ниже, чем неборированных. Борирование повышает окалиностойкость и стойкость в жидких металлах. После борирования твердость рабочей поверхности инструмента достигает 70 HRC.

Долговечность инструмента из быстрорежущей стали в результате борирования увеличивается в 2–5 раз. Борированный слой обладает высокой теплостойкостью до 900–950 °С. Борирование увеличивает окалиностойкость в 1,5–2 раза.



х 400



х 200

Рисунок 1 – Структуры борированных слоёв (P12Ф4К5)

Библиографический список

1. Ворошнин Л.Г. Борирование сталей и чугунов /Л.Г. Ворошнин. М: Металлургия. 1981 – 205с.
2. Лахтин Ю.А. Химико–термическая обработка металлов и сплавов /Ю.А. Лахтин. М: Металлургия. 1982 – 256с.
3. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали / М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер. М: Металлургия. 1985 – 408с.

УДК 621.784.063

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОПОЛИМЕРНОЙ СРЕДЫ ПРИ ЗАКАЛКЕ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Голубушкина Н.Н., Минкина Л.С., Хошабова Е.К.
Научные руководители: к.т.н., доцент Осколкова Т.Н.,
зав. лабораториями Симачев А.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При закалке легированных сталей до недавнего времени в качестве охлаждающей жидкости использовали минеральные масла.

Достоинством масла является то, что оно в широком температурном интервале мало изменяет свою закаливающую способность, а также в том, что оно обеспечивает сравнительно небольшую скорость охлаждения в мартенситном интервале, уменьшая тем самым, уровень внутренних напряжений и вероятность возникновения закалочных трещин. Перепад температур между поверхностью и центром изделия при закалке в масле меньше, чем при охлаждении в воде. Положительным качеством масла является и то, что, будучи горячим, оно не ухудшает своих закаливающих свойств.

К недостаткам масел следует отнести повышенную воспламеняемость (температура вспышки $165 \div 300$ °С), образование пригара на поверхности изделий, а также повышенную стоимость. В процессе работы масло окисляется. При постепенном накоплении в нем продуктов термического разложения, грязи, окалины и других примесей его вязкость повышается, а закаливающая способность снижается. Масло становится непригодным для закалки, если его вязкость повышается более чем на 40 %, а также когда содержание смол возрастает более чем на 10 %, а механических примесей – более чем на 0,15 %. Все эти факторы увеличивают пожароопасность.

Также в процессе эксплуатации закалочных масел происходит их загрязнение водой. Даже незначительное количество воды (меньше 0,1 %) может вызвать такие нежелательные последствия, как мягкие пятна, чрезмерные деформация и трещины. Кроме того, присутствие воды в масле значительно увеличивает риск возникновения пожара и даже взрыва [1].

Применение различных водных растворов полимеров при закалке – но-

вое и перспективное направление развития технологии термической обработки сталей и сплавов [2-10].

Закалочная полимерная среда, используемая вместо минеральных масел, должна обладать следующими преимуществами:

- 1) не должна ухудшать экологическую обстановку предприятий;
- 2) должна обеспечивать комплекс свойств закаливаемого металла такой же, как минеральные масла;
- 3) должна превышать время эксплуатации закалочных масел и иметь высокое сопротивление термическому разложению и окислению;
- 4) должна быть дешевле, чем масла.
- 5) не вызывать чрезмерных закалочных деформаций, зависящих от кинетики охлаждения во всей температурной области и, в особенности, от малой его скорости при температурах ниже точки M_n ;
- 6) не реагировать с поверхностью закаливаемых деталей и резервуаров охлаждающих сред, а в случае закалки в защитной атмосфере – также и с этой атмосферой;
- 7) соответствовать требованиям токсичности, защиты природной среды и чистоты рабочего места;
- 8) образовывать легко устранимые остатки с поверхности деталей путем мойки или отпаривания.

Целью настоящей работы было изучение использования водополимерной среды ПК-М при закалке легированных сталей, а также рекомендация применения данной среды вместо индустриального масла И-20А.

Закалочная жидкость ПК-М представляет собой водный раствор полимера – натрий - железосодержащей соли полиакриловой кислоты с модифицированной молекулярной структурой, нейтрализованного натриевой щелочью до водородного показателя раствора $pH = 6,5 \div 10,0$.

Среда ПК-М является нетоксичной, негорючей, неагрессивной в коррозионном отношении жидкостью, поэтому ее эксплуатация не требует специальных средств защиты обслуживающего персонала и оборудования.

Жидкость ПК-М позволяет обеспечивать практически любую заданную интенсивность охлаждения металла в диапазоне "вода – масло" и может быть использована для закалки деталей и заготовок широкого спектра типоразмеров и марок сталей, а также изделий из других сплавов. Закаливающая способность среды ПК-М регулируется изменением концентрации полимера в растворе, температуры или интенсивности перемешивания ванны. Входящий в состав жидкости полимер обладает высокой сопротивляемостью термодеструкции, что определяет хорошую технологическую стойкость жидкости, в 2–3 раза превышающую стойкость нефтяных масел и в несколько раз – стойкость других сред (на основе моносльфитных щелоков, карбоксиметилцеллюлозы, полиакриламида). Состояние полимера ПК-М в растворе зависит от теплонагруженности закалочной ванны. В процессе эксплуатации не требуется замены жидкости в закалочном баке. Рабочее состояние среды поддерживается проведением корректировок (добавлением концентрата, воды), исходя из результатов регулярного контроля охлаждающей способности ванны. Очи-

стка закалочного бака от оседающей на дно окалины производится по мере необходимости, при этом не требуется какого-либо обезвреживания извлеченного шлама.

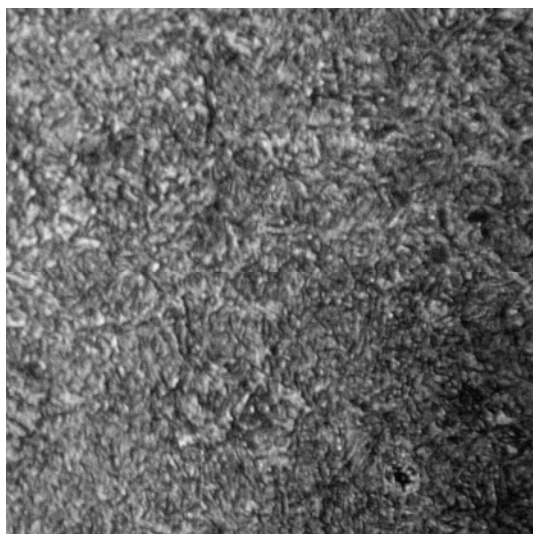
Использование в качестве закалочной жидкости водного раствора полимера ПК-М обеспечивает по сравнению с закалкой в масле следующие преимущества:

- 1) улучшается экологическая обстановка;
- 2) после закалки в полимере ПК-М детали не нуждаются в промывке (это сокращает денежные затраты на технологический процесс);
- 3) в процессе эксплуатации не требуется замены водного раствора полимера в закалочном баке (как этого периодически требуется для индустриального масла), рабочее состояние водного раствора полимера поддерживается проведением корректировок (добавлением концентрата, воды), исходя из результатов регулярного контроля охлаждающей способности ванны;
- 4) стоимость водного полимерного раствора в 7–10 раз дешевле индустриального масла И-20А;
- 5) при случайном замораживании и последующем оттаивании водный раствор полимера не теряет своих технологических свойств;
- 6) водный раствор ПК-М не является пожароопасной жидкостью.

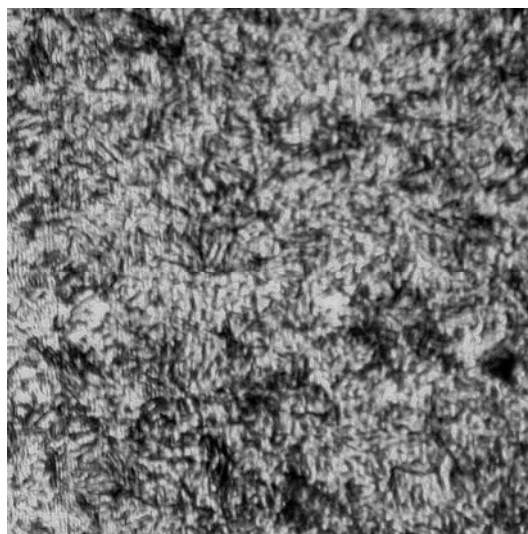
В работе в качестве закалочной среды использовался 10 % раствор ПК-М, т.к. средние скорости охлаждения в данном растворе при температурах "охлаждающая среда ÷ +40 °С" близки к средней скорости охлаждения в масле.

После приготовления 10 % водополимерного раствора образцы из сталей марок 5ХВ2С, 40ХН, 30ХГСА подвергали объемной закалке в данной закалочной среде от температур, принятых для этих сталей. Закалку образцов перечисленных сталей производили в водополимерном растворе, нагретом до температур 20, 30, 40, 50 °С.

Исследуемые стали не содержали закалочных трещин; по твердости, микроструктуре (рисунок 1) не уступали образцам, закаленным в индустриальном масле И-20А.



5ХВ2С (40°С)



40ХН (20°С)



30ХГСА (40°C)

Рисунок 1 - Микроструктуры сталей, закалённых в 10% водном растворе полимера ПК-М, нагретом до различных температур $\times 200$

Следует отметить, что охлаждающая способность 10% водного раствора полимера при нагреве его с 20 °С до 50 °С практически не меняется, так как не выявлено изменений в структурах и твёрдости исследуемых сталей.

После закалки в указанной среде иногда на отдельных участках поверхности образцов наблюдался незначительный налет полимерной пленки, который легко устранялся при последующем отпуске. Закалка в растворе ПК-М привела к существенному уменьшению количества окалины на поверхности обработанных изделий.

Таким образом, при опробовании закалочной среды ПК-М были получены положительные результаты: закалка в среде 10 %-ного ПК-М обеспечивала получение заданной твердости и микроструктуры для исследуемых марок сталей. Небольшая стоимость водного раствора ПК-М открывает перед этой закалочной жидкостью большие перспективы и может успешно использоваться вместо индустриального масла И-20А при закалке легированных сталей.

Библиографический список

1. Люты В. Закалочные среды / В. Люты: Справочник.- Челябинск: Metallurgia, 1990.-192с.
2. Ежов В.М. Выбор экологически чистых полимерных водорастворимых закалочных сред взамен минеральных масел // МИТОМ.-1991, № 4, С. 8-10.
3. Божко Г.Т., Банных О.А., Кобаско Н.И. Сравнительная оценка эффективности закалочных сред на водной основе. // МИТОМ. – 1986, № 10, С.19-21.
4. Горюшин В.В. О применении синтетических закалочных сред в промышленности (В помощь ИТР промышленных предприятий) //МИТОМ. 1991, № 4, С. 10–14.
5. Гришин С.А., Чурюкин Ю.И. Оценка охлаждающей способности закалочных сред на водной основе // МИТОМ. 1986, № 10, С. 36 - 37.
6. Анненкова В.З., Жданкович Л.Н., Анненкова В.М. и др. Новая закалочная среда на основе полимера ПК-2 // МИТОМ.- 1986, № 10, С. 3–6.
7. Жданкович Л.Н., Анненкова В.З., Анненкова В.М. и др. Влияние различ-

- ных факторов на охлаждающую способность закалочной среды на основе полимера ПК-2 // МИТОМ.- 1986, № 10, С. 6–9.
8. Горюшин В.В., Арифметчиков В.Ф., Цветков А.К., Синецкий С.Н. Закалочная среда ПК-2 // МИТОМ.- 1986, № 10, С. 9–13.
 9. Звигинцева Г.Е., Николаева Н.Л., Эйсмонтт Ю.Г. Охлаждающие свойства водных растворов полимера ПК-2 // МИТОМ. -1986, № 10, С. 13–16.
 10. Звигинцева Г.Е., Николаева Н.Л., Эйсмонтт Ю.Г. Закаливающие свойства водных растворов на основе полимера ПК-2 // МИТОМ.- 1986, № 10, С. 16–19.

УДК 621.784.063

ХРОМИРОВАНИЕ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Колмыкова К.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Софрошенков А.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Хромирование - насыщение поверхности стальных изделий хромом. Этот процесс обеспечивает повышенную устойчивость стали к газовой коррозии при температуре до 800°C, высокую коррозионную стойкость в таких средах, как вода, морская вода и азотная кислота. Хромирование сталей, содержащих свыше 0,3-0,4% углерода, повышает также твердость и износостойкость.

Хромирование повышает не только окалиностойкость и твердость, но и при определенных схемах нагружения и в зависимости от состава слоя и материала, на котором слой получен, могут повышать определенные характеристики прочности.

Хромирование проводится разнообразными способами. Для повышения срока службы инструмента применяется диффузионное хромирование. Наиболее удобно и просто диффузионное хромирование осуществляется в среде расплавленных электролитов. Например, рекомендуется производить диффузионное хромирование в расплавах щелочей. А так же можно осуществлять этот процесс в солевой смеси, состоящей из хлористого натрия и хлористого бария. В солевую смесь добавляли 10-15% хлористого брома.

Диффузионное хромирование проводится и при помощи порошкообразной смеси, содержащей на одну часть хрома или феррохрома одну весовую часть окиси алюминия или другого инертного материала с добавкой 2-5% хлористого аммония от общего веса смеси. Процесс диффузионного хромирования производится в специальных ящиках с крышками, замазывающимися огнеупорной глиной. Рекомендуется применять ящики с двойными крышками, пространство между ними засыпать железными или чугунными опилками или же слоем активированного угля для предохранения от окисления хрома или феррохрома и поверхности покрываемых предметов.

Диффузионное хромирование в токе водорода, азота или в атмосфере газообразного хлора может осуществляться в измельченном хроме без введения инертных добавок. Толщина диффузионных слоев хрома, образующихся в токе водорода в зависимости от режима их нанесения (при температуре 800-1000°C и выдержке 2-6ч), находится в интервале 4,3-47,2мкм.

Электролитическое хромирование применяют в разнообразных областях современной техники благодаря высокой химической стойкости, сопротивлению механическому износу, сравнительно высокой светоотражательной и защитной способности хрома.

Основным компонентом электролитов для хромирования является хромовый ангидрид CrO_3 . Водный раствор хромового ангидрида представляет собой смесь сильных кислот $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и H_2CrO_4 . Электроосаждение хрома из растворов только одной хромовой кислоты невозможно. Для нормального течения электролиза и выделения на катоде удовлетворительных осадков хрома необходимо, чтобы помимо хромового ангидрида в электролите содержалось небольшое количество посторонних так называемых активных анионов, например SO_4^{2-} , F^- или SiF_6^{2-} .

Пористый хром представляет собой хромовые покрытия, на поверхности которых специально создается большое количество отдельных пор или сетка трещин, достаточно широких для проникновения в них масла. Такая сетка трещин, называемая сеткой каналов пористости хрома, способствует значительному улучшению смачиваемости поверхности хрома маслом. Пористо-хромовые покрытия, как правило, применяются в качестве износостойких покрытий для деталей, работающих на трение в тяжелых условиях эксплуатации при недостаточной смазке.

Хромовые покрытия, полученные из тетрахроматных ванн, обладают большей мягкостью по сравнению с покрытиями из других хромовых ванн, вследствие чего изделия, хромированные этим способом, могут претерпевать незначительные дополнительные деформации без немедленного отслаивания хрома. На этом же основании холодное хромирование рекомендуется применять также для деталей, которые подвергаются сильным вибрационным нагрузкам или же частым сменам температуры (утюги для глажения).

Еще положительное свойство этой ванны это возможность повторного хромирования без снятия старого хрома, а также ступенчатого хромирования больших деталей, которые не помещаются в ванне. Перерывы в подаче электрического тока, которые в нормальной ванне очень вредны и приводят большей частью к браку, в тетрахроматной ванне безопасны. Для контроля детали можно вынимать из ванны, промывать, испытывать и снова подвешивать в ванну, при этом не будет неприятных последствий. Хромовые покрытия, полученные в тетрахроматных ваннах, имеют меньше трещин и пор, внутренние напряжения в них небольшие. Покрытия служат хорошей защитой от коррозии.

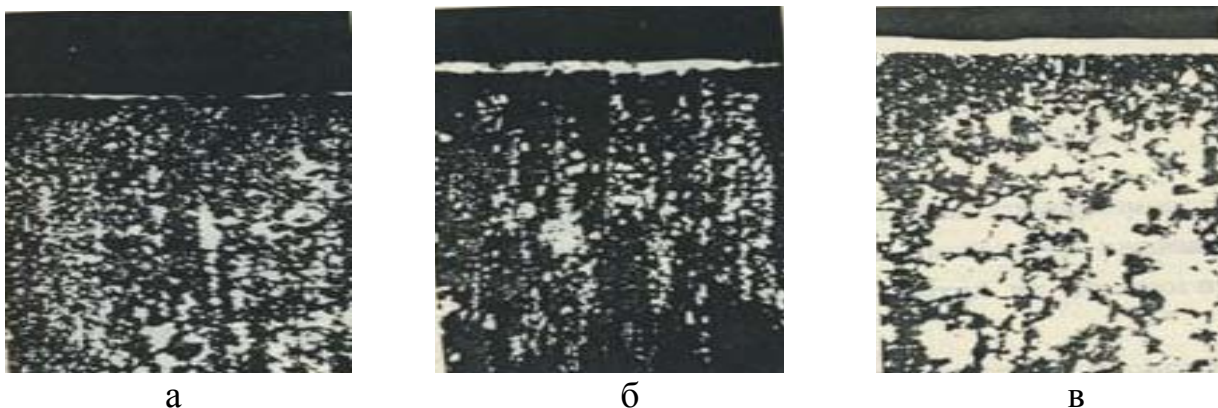
Целью данной работы является изучение влияния режимов хромирования на глубину хромированного слоя и структуры хромированного слоя быстрорежущей стали.

Для изучения влияния режимов хромирования были исследованы две технологии хромирования в порошкообразных стандартных смесях. Первая технология состояла в непрерывном хромировании при температуре $1050\div 1100^{\circ}\text{C}$ в течение $7\div 10$ часов, вторая технология была двухступенчатой и состояла в нагреве изделий до $1000\div 1050^{\circ}\text{C}$ и выдержке в течение 4 часов, затем температура понижалась до $900\div 920^{\circ}\text{C}$ и делалась выдержка в течение 5 часов с охлаждением до комнатной температуры. Анализ полученных результатов хромирования на быстрорежущих сталях показал, что первая технология обеспечивает глубину слоя $5\div 8$ мкм, вторая - $9\div 10$ мкм.

Последующие промышленные испытания хромированных деталей с такой глубиной слоя показали невысокие результаты, и в дальнейшем была разработана новая технология циклического хромирования. Хромирование проводилось в порошках состава: 50% FeCr, 48% Al_2O_3 , 2% NH_4Cl . Для экспериментов готовились образцы из исследуемых сталей диаметром 20 мм и высотой 35 мм. Хромирование по новой технологии проводили по двухступенчатому режиму, первую ступень которого осуществляют при $1000\div 1050^{\circ}\text{C}$, с охлаждением до $720\div 740^{\circ}\text{C}$, вторая ступень осуществлялась двухкратным термоциклированием в интервале температур $720\div 740^{\circ}\text{C}$ и $830\div 850^{\circ}\text{C}$ с выдержкой при каждой температуре $0,5 \div 1,0$ час, окончательное охлаждение проводилось на воздухе.

При исследовании структуры (рисунок 1) с помощью металлографического анализа было установлено, что хромированный слой низкоуглеродистой стали выявляется в виде светлого слоя, представляющего собой твёрдый раствор хрома в α -железе. В поверхностной зоне хромированного слоя содержится до $30\div 60\%$ хрома. Светлый слой на сталях с содержанием углерода свыше $0,2\%$ имеет карбидную природу. Содержание хрома в слое достигает $75\div 95\%$, а углерода $6\div 8\%$. Слой состоит из двух типов карбидов: Cr_{23}C_6 на поверхности и Cr_7C_3 ближе к сердцевине. Под карбидным слоем находится переходная зона с повышенным содержанием углерода и меньшим числом карбидных включений, переходящих в основную структуру сталей, что связано с дополнительным растворением карбидов. Под переходной зоной находится структура основной стали.

Хромирование придает быстрорежущей стали высокие кислотоупорные свойства, антикоррозийные и жаростойкие. Хромирование стали с повышенным содержанием углерода дает, кроме того, резкое повышение поверхностной твердости и износостойчивости стали. После хромирования и термообработки сталь P12Ф4К5 стала обладать высокой твердостью (микротвердость примерно 19200 МПа), износостойкостью, теплостойкостью и удовлетворительной вязкостью. Сталь P12Ф4К5 может быть рекомендована для изготовления режущего инструмента, работающего при больших нагрузках, высоких температурах и давлениях.



а – непрерывное хромирование; б – хромирование с циклами 0,5 час;
в – хромирование с циклами 1 час

Рисунок 1- Микроструктура хромированной быстрорежущей стали, X 200

Библиографический список

1. Вейнер Р. Гальваническое хромирование/ Р. Вейнер. – М.: Машиностроение, 1964. – 152с.
2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали: учеб. пособие/ Ю.А. Геллер. - М.: Metallurgy, 1983. - 528с.
3. Богорад Л.Я. Хромирование: 5-е изд., перераб. и доп./ Л.Я. Богорад. – Л.: Машиностроение, 1984. - 97с.
4. Минкевич А.Н. Химико-термическая обработка стали: учеб. пособие/ А.Н. Минкевич. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1950. - 431с.
5. Горбунов Н. С. Диффузионные покрытия на железе и стали/ Н. С. Горбунов. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. - 206с.

УДК 621.784.063

ОБРАБОТКА ДАМАССКОЙ СТАЛИ

Комаров А.А.

Научный руководитель: к.ф.-м.н, доцент Морозов В.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В древние времена кузнечное дело считалось самым важным среди всех ремесел, так как только кузнец мог получить чугун и сталь из так называемой крицы, которую изготавливали путем нагрева в печи смеси из железной руды и древесного угля.

Процесс изготовления дамасской стали можно сравнить с кулинарным искусством: чем лучше ингредиенты и приправы, тем вкуснее блюдо. Правильный выбор сортов стали, знание их химического состава, квалифицированная обработка, в частности, термическая обработка - все это составляет основу для получения высококачественной дамасской стали.

Клинки из дамасской стали никогда не изготавливались и не изготавли-

ваются в большом количестве, они всегда существуют в единичных экземплярах, неповторимость структуры которых можно сравнить лишь с отпечатком пальца.

Согласно современной общепринятой классификации, булат – это композит на основе соединения железа с углеродом, обладающий резкой физико-химической неоднородностью (и характерным узором вследствие нее), полученным путем расплавления всей массы металла, предназначенного для производства булата, или ее части. Булат характеризуется более высокими по сравнению с однородной сталью характеристиками, а именно сочетанием высокой твердости и вязкости и возможностью образования микропыли, повышающей режущие свойства.

Вначале берут два, иногда несколько сортов стали и складывают попеременно в так называемый слоистый пакет. Размер стальных пластин должен составлять 20-30 мм в ширину и 80-120 мм в длину, причем их количество, как правило, бывает нечетным, например, семь или девять. Общая толщина сложенных вместе пластинок составляет, таким образом, от 30 до 50 мм. Поверхность всех пластин должна быть гладкой, иначе их невозможно будет сварить друг с другом. Чтобы пластины не распадались, их обматывают жаропрочной проволокой, но с той же целью их можно с торцов сварить. Иногда кузнец оставляет одну пластину длиннее других, чтобы использовать ее как ручку.

Пакет разогревают в горне до необходимой температуры, которая должны быть несколько меньше температуры плавления металла. Даже для опытных кузнецов это не простая задача вовремя определить тот момент, когда достигнута необходимая температура. Если температура стали слишком высокая, углерод, содержащийся в ней, сгорает и сталь становится непригодной для употребления. Если же температура слишком низкая, то кузнеца, ожидает неудача со сваркой. Очень важно также следить за тем, чтобы весь стальной пакет имел одинаковую температуру, то есть был равномерно прогрет. Можно определить правильную температуру по цвету побежалости стали, но это требует определенного опыта.

Если сталь находится в горне слишком долго, то это приводит к потерям металла в виде окалина, а в прежние времена железо было довольно дорогим исходным материалом, поэтому стремились свести эти потери до минимума.

Кроме того, сталь не должна длительное время находиться в контакте с кислородом воздуха, так как окисная пленка, возникающая при этом на ее поверхности, затрудняет процесс сварки. Чтобы избежать этого, кузнецы используют так называемые флюсы, в качестве которых раньше применяли кварцевый песок, но теперь более употребительной стала бура.

После этого стальной пакет сразу же кладут на наковальню, и кузнец равномерными ударами постукивает по заготовке, начиная с одного конца, и «вытесняет» тем самым флюсы и примеси на другой конец, при этом стальные пластины свариваются друг с другом.

Типичный для дамасской стали узор образуется в результате поверхно-

стного травления серной кислотой или хлоридом железа.

Существует большое количество дамасских сталей, узоров и их комбинаций. В принципе, дамасскую сталь можно разделить на три вида: слоистую, торсионную и мозаичную.

Слоистая дамасская сталь. Сюда относятся все разновидности дамасской стали, в которых слои располагаются параллельно клинку.

«Дикая» дамасская сталь. В отличие от большинства других сортов дамасской стали, при изготовлении данного вида не стремятся целенаправленно получить какой-то определенный узор - все узоры за счет беспорядочнойковки кувалдой образуются спонтанно.

Большая и Малая роза. Этот сорт дамасской стали получают путем штамповки слоистой стали.

Японская дамасская сталь. Этот вид слоистой стали отличается очень тонкой структурой, поэтому отдельные слои невозможно различить невооруженным глазом. В некоторых случаях число слоев доходит до 2 миллионов.

Ленточная дамасская сталь. Исходным материалом для изготовления этого вида стали также служит слоистая дамасская сталь, которая равномерно проштамповывается перпендикулярно к оси клинка.

Никелевая дамасская сталь. К сварочному пакету слоистой дамасской стали добавляются пластины из чистого никеля, что ещё больше подчеркивает контраст между отдельными слоями.

Торсионная дамасская сталь. При изготовлении торсионной дамасской стали слоистая дамасская сталь, имеющая от 7 до 32 слоев, выковывается в форме прутьев и в раскаленном состоянии скручивается в жгут.

Турецкая дамасская сталь. При наличии в стали шести или более жгутов говорят о турецкой дамасской стали. Этот вид стали в изготовлении очень дорогостоящий и поэтому считается одним из самых высококачественных и дорогих сортов дамасской стали.

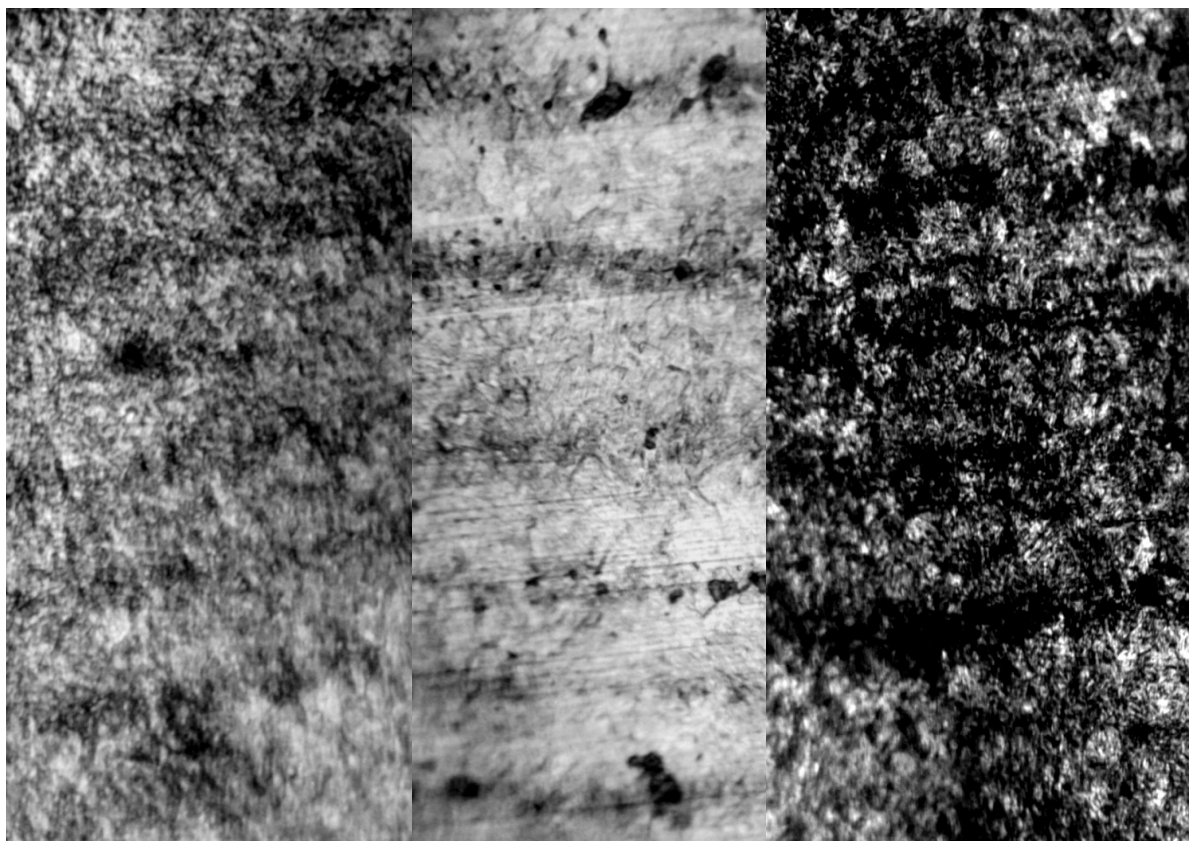
Торсионная сталь с режущей планкой. Для того чтобы улучшить режущие свойства ножей из торсионной стали, на клинок наковывают режущую планку, изготовленную из моностали или мелкозернистой дамасской стали.

Дамасская сталь из цепных пил, или проволоки. Для изготовления такой стали берут старые цепи от пил или стальные проволочные жгуты, поддающиеся закалке, и сваривают их в заготовки.

Мозаичная дамасская сталь. Используются прессы высокой плотности прессования, обеспечивающие равномерность обработки. Узоры состоят, как правило, из четырехугольных профилей, которые лучше подгоняются друг к другу, что позволяет добиться их оптимальной сварки.

Дамасская сталь из метеоритного железа. Составными частями этого экзотического вида дамасской стали являются закаливаемая углеродистая сталь, сварка которой осуществляется в кузнечном горне, и куски метеоритного железа.

Для исследования был использован обломок ножа булатной стали современного производства, из которого был изготовлен образец размерами 2*0,5*1 см.



а) лезвие

б) середина

в) основание

Рисунок 1 – Структура клинка из булатной стали

При визуальном осмотре образца были обнаружены узоры, характерные для булатной стали.

Для определения структуры стали, в равновесном состоянии, был проведен отжиг в безокислительной среде при температуре 860°C, времени выдержки 20 минут и медленном охлаждении с печью.

Защита образца металла от окисления достигалась проведением отжига в закрытом тигле в среде нейтрального карбюризатора.

Механические свойства определялись по результатам измерения твердости:

- твердость в исходном состоянии – HRC=58
- твердость после отжига – HB=163

Исследование структуры было выполнено после травления в 2% растворе азотистой кислоты (HNO₃). При увеличении в 500 раз структура состоит из феррито–перлитной смеси с мелкими карбидами. Степень сфероидизации начальная, разнородность структуры отсутствует.

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. структура булатной стали, после отжига, состоит из феррита и перлита;
2. твердость значительно увеличилась.

Итак, булат может иметь лучшие по сравнению со сталью свойства, но не всякий. Для получения «сверхстали» нужно подбирать режимы обработки металла, предварительно осознав «идею булата». Эта «идея» заключается в

том, что неоднородная, узорчатая сталь при определенной обработке переходит в иное качество, становясь как бы не просто сталью и даже не совсем металлом.

В настоящее время булаты представляют собой музейную редкость и вызывают интерес у коллекционеров.

Библиографический список

1. Гуревич Ю.Г. Загадка булатной стали. - М.: Знание, 1985 – 192с.
2. <http://www.sak.ru/admin@sak.ru>
3. E-mail: magazine@stack.net
4. Itogi@7dais.ru

УДК 621.784.063

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ КОНСТРУКЦИОННОЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ ТИПА 35ХГСА

Шамардина Ю.В.

Научный руководитель: доцент Корочкин А.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Конструкционные стали в общем объеме продукции черной металлургии представляют наиболее значительную группу.

Конструкционными называются стали, применяемые в машиностроении и строительстве для изготовления деталей машин, конструкций и сооружений. Конструкционные стали, кроме высоких механических свойств, определяемых при стандартных испытаниях ($\sigma_b, \sigma_{0,2}, \delta, \varphi, KCU, HB$), должны обладать высокой конструктивной прочностью, т. е. прочностью, которая проявляется в условиях их реального применения (в виде деталей, конструкций и т. д.) и характеризует их способность противостоять внезапным разрушениям при наличии пиковых напряжений.

Повышение чистоты стали по неметаллическим включениям и вредным примесям обеспечивает получение более высокой конструктивной прочности, главным образом благодаря увеличению работы образования и развития трещины.

Машиностроительные конструкционные стали широко применяют в различных отраслях машиностроения: автостроении, тракторостроении, станкостроении, для строительных и дорожных машин, в химическом и нефтяном машиностроении и др. Отличительная особенность таких сталей состоит в том, что изделия из них менее металлоемки, так как они конструктивно ограничены по габаритам и в то же время условия работы этих изделий часто очень сложные — они подвергаются высоким статическим нагрузкам, высоким знакопеременным нагрузкам, динамическим нагрузкам и другим.

К конструкционным машиностроительным сталям всегда предъявляются повышенные требования по работе разрушения (ударной вязкости), кото-

рая, в зависимости от содержания в стали углерода и легирующих элементов, а также от вида обработки, может составлять $KCU+^{20}$ от 0,3 до 2 МДж/м².

Машиностроительные стали для повышения комплекса их механических свойств применяют в основном в термически обработанном состоянии — после закалки и отпуска. Классификацию машиностроительных конструкционных сталей проводят по различным показателям. По содержанию углерода различают низко- (до 0,25% С) и среднеуглеродистые (0,25-0,5% С) стали, углеродистые и легированные. По легированию: хромистые (20Х, 38ХА и др.), хромо-никелевые (20ХН, 40ХН, 20ХН3А, 20Х2Н4А и др.), хромоникелемолибденовые (30ХН2М, 40ХН2МА, 18Х2Н4МА и др.) и др. Сумма легирующих элементов в машиностроительных сталях обычно не превышает 6,5 % (например, стали 18Х2Н4МА и 25Х2Н4МА). Классифицируют машиностроительные стали также и по назначению — стали для автостроения, для авиастроения, для химического и нефтяного машиностроения и др. По уровню прочности их разделяют на невысокопрочные стали (после закалки и высокого отпуска) с σ_b до 1200 МПа и высокопрочные стали с σ_b более 1200 МПа.

Применяемая для изготовления корпусов буровых коронок для ударно-поворотного бурения сталь 35ХГСА обладает достаточно высоким комплексом свойств после изотермической закалки на нижний бейнит, но в процессе эксплуатации из-за ударных нагрузок достаточно часто происходит их поломка.

Одним из перспективных методов повышения свойств и надежности данной стали является термомеханическая обработка, сочетающая пластическую деформацию и термическую обработку.

При низкотемпературной термомеханической обработке распад переохлажденного аустенита получает существенное развитие уже в процессе деформации. Он достигает 40 - 50% от максимальной степени распада при температуре изотермы. Непосредственно после пластической деформации скорость бейнитного превращения может быть достаточно высокой, с увеличением длительности выдержки она уменьшается, но полнота превращения в деформированной стали изменяется несущественно по сравнению с недеформированным состоянием. Так, после выдержки при 350-450°С длительностью 20 мин и более различие в степени превращения аустенита в деформированных и недеформированных образцах не превышало нескольких процентов. После пластической деформации скорость бейнитного превращения была достаточно высокой, с увеличением длительности выдержки она уменьшается, но полнота превращения в деформированной стали изменяется несущественно по сравнению с недеформированным состоянием [1].

При оценке влияния низкотемпературной термомеханической изотермической обработки (НТМИЗО) на уровень механических свойств сталей 35ХГСА и 37ХН3А было установлено, что прокатка при температуре 350°С, соответствующей нижней части бейнитного превращения, повышает на 200-250 МПа предел текучести и временное сопротивление разрыву изотермически закаленной стали 35ХГСА, незначительно уменьшая характеристики ее

пластичности и ударной вязкости.

НТМИЗО с деформацией при 350°C обеспечивает для стали 35ХГСА примерно тот же уровень прочности, который наблюдается после закалки на мартенсит и отпуска при 400°C, но в случае термомеханической обработки выше относительное удлинение и особенно ударная вязкость.

Сталь 37ХНЗА имеет после изотермической закалки меньший уровень прочности и ударной вязкости, чем сталь 35ХГСА.

Эффект упрочнения этой стали при НТМИЗО также меньше и составляет 70-170 МПа. Дополнительный прирост прочностных характеристик при термомеханической обработке не сопровождается каким-либо существенным изменением пластичности и ударной вязкости.

Электронно-микроскопическое исследование показало, что бейнит, образующийся в стали 35ХГСА при изотермической закалке с выдержками при 350-400°C, имеет типичное реечное строение.

Внутри реек и по их границам отсутствует выделение карбидов, формирование бескарбидного бейнита следует связывать с наличием в стали кремния, подавляющего образование карбидной фазы. После изотермической закалки в рассматриваемой стали, наблюдается достаточно высокое количество остаточного аустенита.

При изотермической закалке стали 37ХНЗА также образуется структура, состоящая из бейнитных кристаллов реечного типа. Количество остаточного аустенита в этой стали оказалось заметно ниже, чем в стали 35ХГСА. Но наиболее существенная особенность хромоникелевой стали заключалась в том, что бейнитное превращение сопровождалось обеднением твердого раствора углеродом и образованием дисперсных частиц цементита.

НТМИЗО приводит к некоторому уменьшению количества остаточного аустенита и к заметному измельчению кристаллов альфа-фазы как в стали 35ХГСА, так и 37ХНЗА

НТМИЗО стали 37ХНЗА сопровождалось образованием карбидов, характеризующихся большей степенью дисперсности, чем в случае изотермической закалки.

Стали с бейнитной структурой при отпуске в интервале 400-500°C склонны к охрупчиванию, сопровождающемуся резким снижением ударной вязкости. Это явление, иногда называемое бейнитной хрупкостью, сопровождается превращением остаточного аустенита. Такой вид охрупчивания характерен и для исследованных сталей. При этом сталь 35ХГСА, в которой после изотермической закалки наблюдалось большее количество остаточного аустенита, претерпевала в отпущенном состоянии большее охрупчивание, чем сталь 37ХНЗА.

НТМИЗО, повышая плотность дефектов кристаллического строения, закономерно интенсифицирует превращение остаточного аустенита при отпуске. Соответственно снижение ударной вязкости деформированных образцов происходит при более низких температурах, чем недеформированных.

При проведении НТМИЗО следует учитывать, что ее положительное влияние может существенно ослабляться при образовании даже небольшого

количества продуктов распада в верхней части температурного интервала бейнитного превращения. Поэтому такая обработка может применяться для конструкционных сталей с повышенной бейнитной прокаливаемостью, либо для изделий сравнительно небольшого сечения.

Таким образом, НТМИЗО может применяться для корпусов буровых коронок, изготавливаемых из стали 35ХГСА, что должно повысить их надежность.

Библиографический список

1. Влияние термомеханической изотермической обработки на структуру и свойства конструкционных сталей/ М.А. Смирнов, А.Ю. Калетин, В.М. Счастливцев, Ю.В. Калетина. // ФММ, 1997, т.83, №6, с.163-171.
2. Металловедение и термическая обработка стали/ под ред. Бернштейна М.Л., Рахштадта А.Г/ М.: Металлургия, 1983- 368с.
3. Металловедение и термическая обработка металлов/Ю.М. Лахтин/ М.: Металлургия, 1984- 360с.

УДК 621.784.063

АЗОТИРОВАНИЕ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Балякно Т.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Софрошенков А.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Азотированию подвергаются самые разнообразные по составу и назначению стали — конструкционные и инструментальные, жаропрочные и коррозионностойкие, спеченные порошковые стали, а также ряд тугоплавких материалов.

Азотирование проводится при температурах значительно ниже температур цементации и температур фазовых превращений, поэтому иногда этот процесс называют низкотемпературной химико-термической обработкой или низкотемпературным азотированием. Температура процесса азотирования обычно не превышает 600° С. Однако следует отметить, что в последние годы все большее распространение получает процесс высокотемпературного азотирования (600–1200°С). Этот процесс применяют для насыщения азотом поверхностей деталей из ферритных и аустенитных сталей, ряда тугоплавких металлов — титана, молибдена, ниобия, ванадия.

Процесс низкотемпературного азотирования проводят, в основном, в газовых средах—смеси азота и аммиака, диссоциированного аммиака и т. д. Для активизации процесса в насыщающую среду могут быть введены кислород или воздух. Достаточно широкое применение нашли среды, где азот-насыщенные среды дополняются углероднасыщенными, — то есть среды, где кроме диссоциированного аммиака присутствуют природный или светильный

газ, эндогаз, пары спирта или керосина.

Для азотирования в жидких средах, которое также называют «мягким азотированием» или «тенифер-процессом», применяют расплавы цианид-цианатных солей или ванны на основе карбамида.

Термическая обработка инструментальных сталей после азотирования производится по следующему режиму: закалка с температур 1000–1050°C и затем, для повышения ударной вязкости, первый отпуск выполняется при температуре 350 °С, а последующие — при 560 °С.

Легирующие элементы W, Mo, Cr являются ферритообразующими и нитридообразующими, их влияние сказывается с увеличением растворимости азота в феррите.

На глубину слоя значительно влияет W, уменьшая глубину слоя. В меньшей степени Mo, как правило, все легирующие элементы повышают твердость слоя и уменьшают его глубину.

Образовавшийся при азотировании многокомпонентный диффузионный слой обеспечивает получение высоких физико-механических свойств. Азотированный слой представляет собой сложную гетерофазную область твердого раствора, карбидов, карбонитридов, нитридов. Упрочнение слоя достигается процессами дисперсионного твердения по механизму выделения нитридов как за счет когерентных, так и некогерентных выделений.

Анализ структурного состояния азотированного слоя стали показывает, что структура определяет режим насыщения. Азотирование при 500-540° С в течение 48 часов приводит к образованию на поверхности непрерывной ϵ -фазы. Азотирование при этих температурах увеличивает толщину ϵ -фазы, под которой обнаруживается зона с размытыми межзёренными границами.

В азотированном слое чётко выявляется три зоны разной травимости. Зона, расположенная вблизи поверхности, имеет твёрдость 10000-12000 МПа и повышенную травимость. Последующая зона имеет твердость 8000-9000 МПа. Следующая зона темной травимости имеет твердость 6700-7000 МПа и также представляет гетерогенную область. Наличие зоны с темной травимостью связано с оттеснением углерода азотом в глубь металла.

Подготовительные образцы из быстрорежущей стали марки Р6М5 подвергались объемной термической обработке: ступенчатая закалка с 1250°C с двумя подогревами 500°C и 800°C последующим двухкратным отпуском.

Структура стали после закалки: М+К+Аост (M_6C ; $M_{23}C_6$). После отпуска произошло дисперсионное выделение карбидов типа (M_6C , MC).

Азотирование проводилось в лабораторных условиях на установке, приведенной на рисунке.

Технология азотирования. Подготовительные образцы погружались в трубчатую печь, которая герметизировалась, и продували аммиаком в течение 10 – 15 мин. для вытеснения воздуха. После проверки на остаток воздуха печь нагрели до 540-550°C. Длительность азотирования 48 часов.

После азотирования образцы подвергались анализу. Исследовалась структура слоя и замерялась его глубина, степень диссоциации, контроль

температуры.

Исследования, проведенные в данной работе, показали, что в стали карбидообразующие элементы значительно влияют на характеристику слоя. В зависимости от температуры закалки и последовательности разное количество элементов было связано в карбиды и образование специальных нитридов Cr, Mo, W, V, Ti будет определяться количеством связанных в карбиды нитридообразующих элементов, что сказывается на твердости слоя и его глубине.

Изменение микротвердости по глубине азотированных слоев является характерным для высоколегированных сталей с явно выраженным максимумом твердости у поверхности. Обнаружено некоторое снижение микротвердости карбидной фазы в зоне азотирования. Разница микротвердости включений в азотированном, и не азотированном слое составляет 100-200 МПа. Эта величина уменьшается от поверхности вглубь металла, доходя до исходного значения, снижение микротвердости вызвано образованием карбидонитридов, которые имеют более низкую твердость.

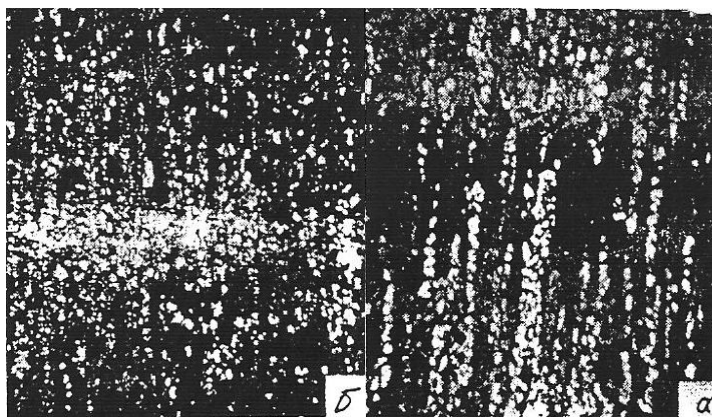


Рисунок 1 – Микроструктура, азотированного слоя в течение 48 ч.
а – $T = 560^{\circ}\text{C}$, б – $T = 520^{\circ}\text{C}$

Микротвердость матрицы как в азотированном, так и в сердцевине около включений несколько выше, чем вдали от них. Измерение твердости сердцевины образца в зависимости от режима насыщения показало, что азотирование при 520°C в течение 48 часов снижает твердость на HRC=2-5 единиц. На интенсивность снижения твердости при азотировании оказывает влияние исходная твердость и микроструктура. После азотирования твердость имеет более равномерное распределение по объему образца, чем непосредственно после термической обработки.

Азотирование приводит к образованию многокомпонентного диффузионного слоя, который обеспечивает получение высоких физико-механических свойств.

Длительное азотирование приводит к снижению микротвердости в связи с коагуляцией, сфероидизацией и уменьшением напряжений.

Понижение микротвердости в слое наблюдается из-за наличия рыхлой ϵ – фазы. Пик микротвердости (12900 МПа) соответствует глубине слоя 1,6 мм.

ИЗУЧЕНИЕ ОКАЛИНОСТОЙКОСТИ ЧУГУНОВ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ

Сморкалова Е.В.

Научный руководитель: доцент Синявский И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Комплексное легирование хромом, марганцем, никелем, титаном оказывают заметное влияние на состав и строение металлической основы, тип и морфологию карбидной фазы, изменяя объем и микротвердость карбидных фаз и эвтектики, дендритов первичного аустенита, а через них свойства чугунов.

Наибольшее влияние на окалиностойкость чугунов оказывает хром, что объясняется повышением стойкости к окислению матрицы, благодаря его пассивирующему действию. На ростоустойчивость наибольшее влияние оказывают никель и титан, что объясняется стабилизацией структуры.

Анализ макроструктуры образцов после испытания на окалиностойкость показал, что чем выше показатель окалиностойкости, тем плотнее оксидный слой и прочнее он связан с основным металлом и, наоборот, чем ниже показатель окалиностойкости, тем рыхлее оксидный слой. Растрескиваясь и оголяя основной металл, он способствует дальнейшему его разрушению под действием высокой температуры и агрессивной газовой среды.

Изучение химического состава и протяженности слоев продуктов коррозии показали, что при содержании в оксидном слое более 30 % хрома формируется сплошная плотная оксидная пленка типа шпинели ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) с гексагональной решеткой, а хорошее сцепление окарины со сплавом обеспечивает подоксидный слой.

Легирование алюминием предназначено для образования на поверхности сплава плотного защитного слоя, прочно связанного с основным металлом, что препятствует окислению. Это приводит к повышению жаростойкости чугуна.

Наибольшая ростоустойчивость и окалиностойкость наблюдаются при 1,0-1,5% Nb. Это объясняется стабилизирующим воздействием ниобия на структурные составляющие чугуна, а также обогащением металлической основы хромом.

Отрицательное влияние на окалиностойкость при введении в сплав Al в количестве до 2% объясняется тем, что, происходит повышение концентрации вакансий в окалине вследствие частичного замещения двухвалентных атомов железа и никеля трехвалентными атомами алюминия. Повышение числа вакансий влечет за собой ускорение диффузии кислорода к поверхности металла. Кроме того, падение окалиностойкости, с увеличением содержания Al, связано с переходом металлической матрицы от однофазной - аустенитной в смесь двух растворов (α -фаза + γ -фаза). А это приводит к образованию защитной оксидной пленки с большей неоднородностью по составу и

распределению в ней внутренних напряжений, возникающих в процессе роста, что приводит к большой неоднородности защитных свойств и частичному саморазрушению окалина. Существенное повышение окалиностойкости наблюдается при введении в сплав 2,5-3,0 % Al. Это связано с образованием шпинели $FeO(Cr_2O_3, Al_2O_3)$ и собственного стабильного оксида Al_2O_3 .

Закономерность влияния степени эвтектичности S_3 на окалиностойкость и ростоустойчивость чугунов позволяет предложить способ определения области оптимальных составов жароизносостойких чугунов, исходя из влияния легирующих элементов на положение критических точек диаграммы состояния Fe-C. Для получения оптимального состава жароизносостойкого чугуна соотношение легирующих элементов подбирают так, чтобы сплав имел $S_3=0,65-0,8$. При $S_3>0,8$ снижается окалиностойкость, ростоустойчивость и развиваются процессы обезуглероживания; при $S_3 < 0,65$ значительно расширяется температурный интервал кристаллизации, что ведет к ухудшению литейных свойств чугуна.

Обработка расплавов чугунов кальций-стронциевым карбонатом и бором способствует замедлению скорости окисления в процессе высокотемпературной выдержки. Причем обработка карбонатом более эффективна, так как оксиды кальция и стронция, а также их соединения с оксидами никеля и хрома (характеризующиеся высокой температурой плавления с прочной химической связью), накапливаясь в виде тонких пленок по границам зерен и на границе расплав-окалина, замедляют диффузию ионов основных компонентов сплавов и атомов кислорода.

Исследование окалиностойкости производилось весовым периодическим методом (по увеличению веса образца). Образцы выполнены из фрагментов новых изложниц. Режим термоциклирования был выбран, исходя из условий эксплуатации стенок изложниц. Выдержка за один цикл выбиралась с учетом пребывания слитка в изложнице (в среднем 1-3 часа). Общее число циклов составило 50. При этом привес образца, выраженный в процентах (из-за образования окалина), служил количественной оценкой окалиностойкости. После полного охлаждения образцы взвешивались на аналитических весах с точностью до 0,0001 грамма.

Окалиностойкость чугунов доменной плавки, содержащих примеси титана и ванадия, находятся на одном уровне с чугуном индукционной плавки. Чугуны без примесей титана и ванадия, но с различным содержанием фосфора показывают тенденцию к незначительному росту окалиностойкости.

Улучшение окалиностойкости природнолегированных доменных чугунов связано со стабилизирующим воздействием легирующих элементов на микроструктуру металла.

Библиографический список

1. Шевчук Л.А. Структура и свойства чугуна/ К.В. Горева. Минск. «Наука и техника». 1978. с. 216.
2. Чугун: справ. Изд./ А.Д. Шерман, А.А. Жуков. - М.: Металлургия, 1991. – 576 с.

3. Бунин К.П., Малиночка Я.Н., Таран Ю.Н. Основы металлографии чугуна. М.: Металлургия, 1969. – 416 с.
4. Миронов О.А. Исследование влияния стронциевого карбоната на структуру и свойства жароизносостойких и ростоустойчивых сплавов для колосников грохотов и спекательных тележек аглофабрик // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общей редакцией С.М. Кулакова; СибГИУ-Новокузнецк, 2004. – Вып 8. Ч. II. Технические науки.
5. Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Миронов О.А. Влияние химического состава на формирование структуры и свойств жароизносостойких чугунов // Изв. Вузов. Черная металлургия, 2007, №3.
6. Афанасьев В.К. Чибряков М.В. Свойства чугунов. Часть 1. Общие сведения и физические свойства. Новокузнецк. 2002. Учеб. пособие. СибГИУ. С. 117.
7. Афанасьев В.К. Чибряков М.В. Свойства чугунов. Часть 2. Механические свойства. Новокузнецк. 2002. Учеб. пособие. СибГИУ.
8. Бобро Ю.Г. Жаростойкие и ростоустойчивые чугуны. Киев: Машгиз, 1960.- 170с.
9. Александров Н.Н., Клочков Н.И. Технология получения и свойства жаростойких чугунов. М.: Машиностроение, 1964 - 171с.

УДК 669.295.69:621.793

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 45 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Вострецова А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Будовских Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Воздействие на поверхность металлов и сплавов концентрированных потоков энергии позволяет упрочнить и защитить их от неблагоприятных воздействий окружающей среды. При электровзрывном легировании происходит оплавление и насыщение поверхностных слоев материалов продуктами электрического взрыва проводников с последующей самозакалкой. В качестве плазмообразующего вещества используются любые электропроводные материалы – тонкие фольги металлов и сплавов, углеграфитовые и другие волокна. Кроме того, в область взрыва могут быть помещены порошковые навески того или иного вещества, например, бора, которые увлекаются формируемой струей и переносятся на облучаемую поверхность. За один импульс может быть обработано до 10 см² площади поверхности.

Импульсные многофазные струи при электровзрывном легировании формируются с использованием плазменного ускорителя, который состоит из коаксиально-торцевой системы токоподводящих электродов, разрядной каме-

ры, локализирующей продукты взрыва, и сопла, по которому они истекают в вакуумируемую технологическую камеру. Электровзрыв происходит в результате пропускания через проводник тока большой плотности при разряде конденсаторной батареи. Продукты электрического взрыва представляют собой многофазную систему, включающую как плазменный компонент, так и конденсированные частицы различной дисперсности. При формировании струи ее фронт образует плазменный компонент, конденсированные же частицы, обладая большей инертностью, располагаются в тылу струи. Это позволяет осуществлять не только поверхностное легирование, но и нанесение покрытий. Натекание на поверхность и отражение от нее сверхзвукового фронта струи сопровождается образованием ударно-сжатого слоя с высокими значениями температуры и давления. Это обеспечивает нагрев облучаемой поверхности до температуры плавления и выше за малое время импульсной обработки.

В настоящей работе исследовали особенности различных видов одно- и двухкомпонентного электровзрывного легирования поверхности углеродистой стали 45 – алитирования, меднения, науглероживания и, соответственно, бороалитирования, боромеднения и карбоборирования.

Обработку проводили на лабораторной электровзрывной установке, основными элементами которой являются емкостный накопитель энергии и плазменный ускоритель, состоящий из коаксиальных электродов с размещенным на их торцах взрываемым проводником, разрядной камеры, локализирующей продукты взрыва, и формирующего сопла, по которому они истекают в вакуумированную технологическую камеру с остаточным давлением 100 Па. Использовали высокоинтенсивный режим обработки, при котором время импульса составляло 100 мкс, эффективное значение поглощаемой плотности мощности – 4,5 ГВт/м². При этом давление в ударно-сжатом слое достигало 11,2 МПа. Материалом взрываемого проводника служила алюминиевая фольга толщиной 20 мкм и массой 40 мг, медная фольга толщиной 15 мкм и массой 100 мг и углеграфитовые волокна массой 7 мг. При двухкомпонентном легировании в область взрыва вводили навеску порошка аморфного бора массой 60 мг, которая увлекалась плазменной струей продуктов взрыва и переносилась на облучаемую поверхность. Для изготовления образцов использовали прутки диаметром 15 мм, который с целью формирования феррито-перлитной структуры отжигали при температуре 850 °С в течение 1,5 ч с последующим охлаждением с печью. Толщина образцов составляла 3 мм. Измерение микротвердости модифицированных слоев на поперечных шлифах и с облученной поверхности проводили с использованием прибора ПМТ-3 при нагрузке на индентор 1 Н. Область, в которой проводили измерения, располагалась на расстоянии 5–6 мм от оси зоны плазменного воздействия. Относительная ошибка измерений составляла 7 %.

Методами световой микроскопии и измерения микротвердости изучено строение зоны легирования, распределение по глубине степени насыщения компонентами струи продуктов взрыва проводников и порошковых частиц, фазового состава и размеров зерен, состояние границы раздела зоны легиро-

вания с основой. На поверхности обработки обнаружено формирование несплошного покрытия. Оно было образовано конденсированными частицами продуктов разрушения электрически взрываемых фольг и (или) их взаимодействия с частицами порошковых навесок. Частицы, формирующие покрытие, частично осыпались с поверхности при механической полировке. Это свидетельствовало о том, что они достигали ее на стадии охлаждения и кристаллизации и поэтому были слабо связаны с поверхностью.

В случае однокомпонентного легирования было заметно влияние неоднородного давления струи на поверхность, которое проявлялось в радиальном течении расплава от центра зоны легирования к периферии. В случае же двухкомпонентного легирования, как и ранее [1], следы радиального течения расплава почти не различались. Это свидетельствует, что обработка в высокоинтенсивных режимах не обязательно сопровождается выплеском и связанным с ним ухудшением качества поверхности и может применяться в технологических целях.

Изучение поперечных шлифов после химического травления показало, что общая толщина зоны легирования в центральной области составляла 15–20 мкм и при двухкомпонентной обработке была больше на 3–5 мкм, чем после однокомпонентной. Насыщение поверхностных слоев продуктами взрыва происходило вплоть до границы оплавления с зоной термического влияния под действием конвективных процессов теплопереноса. Микротвердость с глубиной зоны легирования падала, из чего можно заключить, что по мере удаления от поверхности степень насыщения расплава продуктами взрыва уменьшалась. Максимальное значение микротвердости на поверхности достигалось после карбоборирования и составляло 15, а после науглероживания – 8 ГПа. Ниже зоны легирования выявлялась зона термического влияния (зона осветленного перлита), толщина которой достигала 7–8 мкм.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантом РФФИ №08-02-00024-а.

Библиографический список

1. Будовских Е.А., Иванов Ю.Ф., Громов В.Е. Особенности формирования поверхностных слоев металлов и сплавов при электровзрывном легировании // Структура и свойства перспективных металлических материалов / Под общ. ред. А.И. Потекаева. – Томск: Изд-во НТЛ. С. 195–212.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА АМОРФНЫХ СПЛАВОВ

Семи́н А.П., Гро́мов В.Е., Коно́валов С.В.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Глезер А.М.*

Сибирский государственный индустриальный университет

г.Новокузнецк

**Институт физики металлов и функциональных материалов*

им. Г.В. Курдюмова, ЦНИИЧермета им И.П. Бардина

г.Москва

Сплавы с аморфной структурой целого ряда металлических систем обладают механическими свойствами, существенно отличающимися от свойств кристаллических материалов. Характерным для аморфных сплавов является высокая прочность, близкая к теоретически возможному пределу, а также достаточно высокие пластичность и вязкость разрушения. В свою очередь двухфазные сплавы, содержащие аморфную и кристаллическую фазы, при определенном соотношении структурных составляющих, а также при благоприятной структуре и морфологии фаз могут обладать более высокими механическими свойствами, чем кристаллические и аморфные материалы. Проблема заключается только в том, чтобы добиться оптимального сочетания прочности и пластичности при использовании достаточно надежно воспроизводимой технологии материала и последующей термической обработки. Надо отметить, что перспективно получение полностью микрокристаллических или нанокристаллических материалов из аморфного состояния. В этом случае может образоваться микрокристаллически однородная ультрадисперсная структура, обладающая при определенных условиях не только очень высокой прочностью, но и заметной пластичностью. В связи с вышесказанным актуальным является получение в аморфной матрице кристаллических областей, нивелирующих недостаток аморфного состояния, связанный с пониженным модулем Юнга и повышающих тем самым механические свойства в целом всего композита.

Методом многофакторного регрессионного анализа варьированием содержания никеля (X_1), скорости вращения закалочного диска (X_2), температуры перегрева расплава относительно температуры кристаллизации (X_3), угла испускания расплава (X_4), избыточного давления струи расплава (X_5) проведен анализ влияния данных параметров на микротвердость (HV) и параметр пластичности (δ). В результате компьютерной обработки данных получены следующие уравнения регрессии:

$$HV = 675 - 3,64 X_1 + 8,68 X_2 - 13,07 X_3 + 0,193 X_4, \quad (1)$$

$$\delta = 40 + 2,86 X_1 - 9,25 X_3 + 3,17 X_4 - 6,56 X_5 \quad (2)$$

Проведен анализ полученных уравнений.

Выполнена серия изотермических отжигов образцов из сплава Fe-Ni-P в вакууме в интервале температур $(50-400)^{\circ}\text{C}$ в течение 10^n часов, где $n = -2, -1,$

0 и 1. Установлена бимодальная зависимость величины микротвердости от температуры отжига: наблюдаются два четко выраженных пика: один при температуре отжига (50-150) °С и другой – при (250-350) °С, что свидетельствует о термоактивационной природе структурных процессов, лежащих в его основе.

Зависимости HV от длительности отжига при постоянной температуре также имеют два четких максимума, при этом отмечается тенденция к насыщению для достаточно высоких температур (200-250) °С. Значение HV в области максимумов заметно превышает значения HV как в исходном, так и в кристаллическом состояниях. Сделан вывод о том, что термическая обработка по оптимальному режиму существенно упрочняет аморфные сплавы, не переводя их в кристаллическое состояние.

Выполнен анализ изменения параметра пластичности и микротвердости HV от температуры предварительного отжига. Установлено сначала постепенное, а затем резкое снижение пластичности по мере роста температуры. Важно отметить, что до температуры отжига 150 °С пластичность сплава в упрочненном состоянии все еще достаточно высока, а в области высокотемпературного пика HV пластичность близка к нулю. В этой связи для практического применения рекомендован лишь низкотемпературный эффект упрочнения, ведущий к приросту микротвердости аморфных сплавов на 40-50%.

Проведен анализ влияния избыточного давления струи расплава на микротвердость по мере увеличения температуры отжига в течение 1 и 10 час. Установлено заметное влияние параметров получения сплава на характер температурной зависимости HV . В данном случае явно выражено влияние избыточного давления при истечении расплава, не влияющего, как следует из уравнения (1), на значение HV в исходном состоянии. Таким образом, существует скрытое влияние некоторых технологических параметров на механические свойства изученных сплавов, которое проявляется лишь после их термической обработки.

С целью уменьшения использования в разрабатываемом аморфном сплаве дефицитных и дорогостоящих материалов, таких как никель и бор, проведен поиск на базе системы Fe-Cr-P-B последовательной заменой бора на фосфор в аморфном сплаве Fe₇₀Cr₁₅B₁₅. Следует отметить, что даже для сплава Fe₇₀Cr₁₅B₁₀P₅, где степень замещения бора на фосфор невелика, обнаружена малая прочность и пластичность, хотя уровень сопротивления тепловым охрупчивающим воздействиям и значения микротвердости достаточно высоки. Сплав Fe₇₀Cr₁₅B₅P₁₀, также обладая невысокой прочностью, проявляет, кроме того, существенно более низкую сопротивляемость охрупчивающим термическим воздействиям.

В работе выполнено частичное замещение железа никелем, а также введение кремния в систему Fe-Cr-B-P. Обнаружено, что само по себе введение Ni и Si не приводит к улучшению механических свойств. Только сплав Fe₆₀Ni₁₀Cr₁₀P₁₄Si₄B₂ оказался технологичным и обладал средним уровнем прочности, твердости и сопротивления охрупчивающим термическим воздействиям.

Для установления влияния каждого из легирующих элементов использован метод планирования эксперимента. При этом содержание Ni варьировалось от 6 до 10 ат.%; Cr - от 8 до 12 ат.%; P - от 12 до 16 ат.%; Si - от 1 до 4 ат.%, В - от 2 до 4 ат.%. Получены ортогональные статистические модели и проведен их анализ:

$$Y_1 (T_x) = 100 - 33X_3 - 33X_4 - 23X_5 + 33X_1X_3 \quad (3)$$

$$Y_2 (HV) = 8175 + 275X_1 + 550X_4 - 250X_5 + 425X_1X_2 \quad (4)$$

$$Y_3 (\sigma_6) = 103 - 15X_3 - 17X_4 - 15X_5 + 17X_1X_3, \quad (5)$$

где Y_i – функция отклика (T_x , HV , σ_6 соответственно), X_i – переменная, связанная с натуральной переменной x_i (концентрацией соответствующего элемента) соотношением: $X_i = (x_i - x_{i0})/I_i$, x_{i0} – концентрация соответствующего элемента на нулевом уровне, I_i – соответствующий интервал варьирования.

УДК 538.9

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ АЛЮМИНИЯ

**Филиппев Р. А., Столбоушкина О.А., Коновалов С.В., Громов В.Е.
Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Зуев Л.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Измерение твердости — один из широко распространенных видов механических испытаний [1]. Пользуясь им, можно осуществлять быстрый и точный контроль качества изделий и материалов, а также проводить многочисленные физико-химические исследования, связанные с распознаванием веществ и изучением их свойств, фазовых и структурных превращений. В самом общем случае твердость является интегральным свойством, которое определяется многими механическими характеристиками изучаемого тела (пластичностью, пределом упругости, прочностью).

Существует много различных способов измерения твердости: статическое и динамическое вдавливание, склерометрический метод (царапание), шлифование, сверление, маятниковые методы. В зависимости от метода меняется степень влияния той или иной механической характеристики на результат измерения твердости.

Наибольшие изменения механических свойств материалов при низкоэнергетических внешних воздействиях сосредоточены в тонких приповерхностных слоях, поэтому они наиболее сильно должны сказываться на микротвердости.

Целью данной работы было исследование изменения значений микротвердости при влиянии электрического потенциала (который подводился от источника постоянного тока) и подключения разнородных металлов.

Для изменения электрического состояния исследуемого образца, как и в нашей работе [2] были использованы два варианта. Первый заключался в том,

что к изолированному образцу, подвергаемому испытанию на микротвердость, от внешнего стабилизированного источника постоянного напряжения подводился положительный или отрицательный потенциал разной величины (во время всех испытаний на микротвердость образец и микротвердомер были заизолированы). Во втором случае эффект достигался подключением к изолированному образцу из алюминия металлических пластин из Fe, Cu, Zr,. Данные металлы были взяты в связи с тем, что имеют отличную от алюминия работу выхода электронов, поэтому при подключении на образце возникает контактная разность потенциалов [3].

Установленная зависимость изменения микротвердости алюминия марки А85 от электрического потенциала представлена на рисунке 1. Измерения выполнены на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке на индентор 10 гр. и 20 гр., время нагружения во всех опытах составляло 20 сек. Каждая точка на графике получена по результатам усреднения и статистической обработки не менее чем 30 измерений.

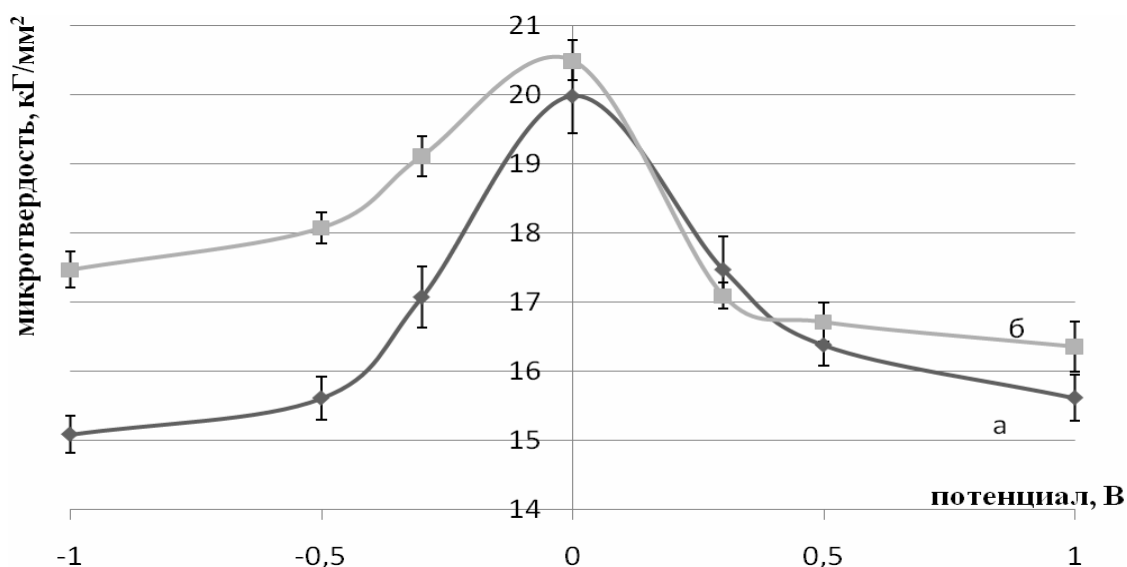


Рисунок 1 - Зависимость микротвердости образца из Al от электрического потенциала, а) с нагрузкой на индентор 10гр, б) с нагрузкой 20гр

Из рисунка 1 видно, что влияние электрического потенциала так же, как и при испытаниях на ползучесть, имеет симметричный характер относительно оси ординат, причем дальнейшее увеличение (по модулю) электрического потенциала ведет к насыщению значений микротвердости.

При проведении подобных исследований с другими металлами (Zr) и сплавами (Fe-3%Si) было установлено, что при воздействии электрического потенциала на другие металлы кривые имеют обратную зависимость, т.е. значение микротвердости увеличивается.

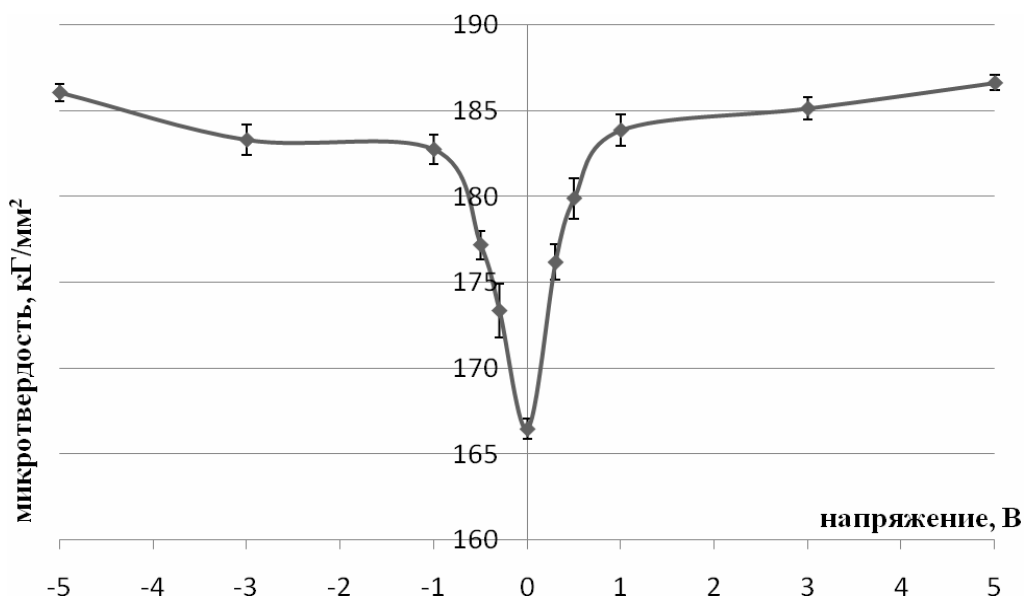


Рисунок 2 - Зависимость изменения микротвердости образца из Fe-3%Si от электрического потенциала (нагрузка на индентор 100гр)

Результаты, описывающие изменение микротвердости в результате второго способа воздействия, представлены на рисунке 3. Отметим, что к образцу из Al подключались пластины из Zr.

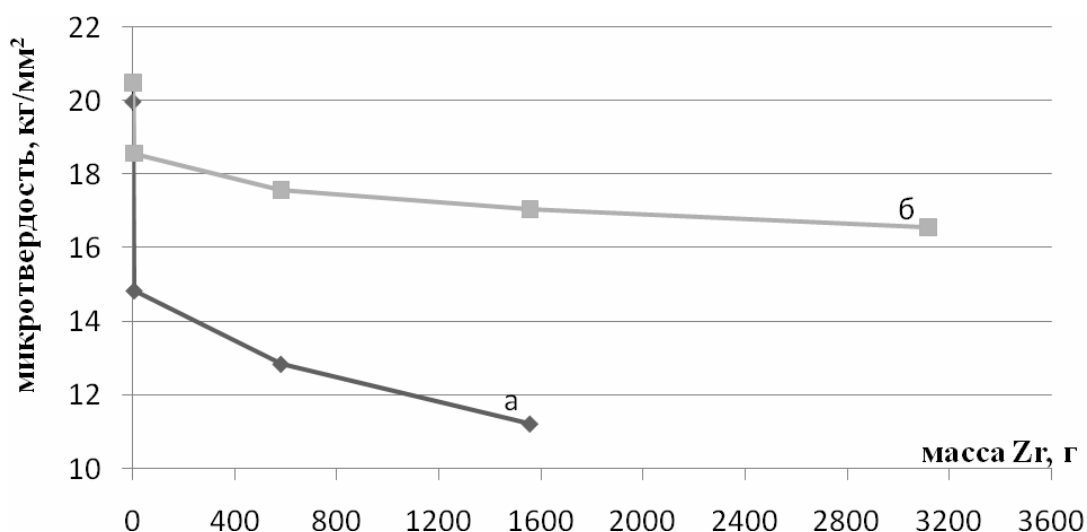


Рисунок 3 - Зависимость относительного изменения микротвердости образца из Al от массы подключаемого к нему Zr. Нагрузка на индентор 10гр (а) и 20гр (б)

В ходе проведенных исследований было установлено, что электрический потенциал влияет на характер поведения материала, причем дальнейшее увеличение (по модулю) электрического потенциала ведет к насыщению значений микротвердости. Показано, что значение микротвердости алюминия уменьшается при подключении потенциала. При проведении подобных исследований с другими металлами (Zr, Cu) и сплавами (Fe-3%Si) было установлено, что при воздействии электрического потенциала на другие металлы

зависимость имеет обратную зависимость, т.е. значение микротвердости увеличивается.

Работа выполнена при поддержке РФФИ проект № 07-02-90813 моб_ст

Библиографический список

1. В.М. Глазов, В.Н. Вигдорович Микротвердость металлов. М.: Metallurgizdat, 1962, 224с.
2. Коновалов С.В., Данилов В.И., Зуев Л.Б. и др. // Физика твердого тела. – 2007, – Т. 49. – Вып. 8. – С. 1389-1391.
3. Таблицы физических величин. Справочник. Под.ред. акад. И.К. Кикоина. М.: Атомиздат, 1976.
4. Коновалов С.В., Данилов В.И., Зуев Л.Б. и др. Влияние электрического потенциала на процесс деформации алюминия // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9. – С. 103-106.

УДК 621.785.08:669.14.018.29

РОЛЬ ВОДОРОДА В ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АРМАТУРЫ

Ефимов О.Ю.* , Чинокалов В.Я.* , Сидорова О.Д.* , Громов В.Е. ,
Коновалов С.В.****

Научный руководитель: д.т.н., профессор Полторацкий Л.М.

** ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат»
г.Новокузнецк*

***Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Нестабильность механических свойств арматуры в значительной степени определяется концентрацией и распределением технологических примесей в стали, и прежде всего водорода [1]. Для борьбы с водородной хрупкостью на стадии прокатного передела используется пассивная форма, заключающаяся в вылеживании заготовки [2]. Вопрос водородного охрупчивания до конца не решен и требует исследования связей между структурно-фазовым состоянием, газосодержанием и механическими свойствами стали [3].

В настоящей работе исследовалось влияние газосодержания на механические свойства арматурного проката диаметром 40 мм из стали марки 18Г2С.

После отбора трех заготовок в середине цикла разливки проводилась их прокатка на арматуру без вылеживания (1-я партия) и после вылеживания в течение пяти (2-я партия) и тридцати (3-я партия) дней. После прокатки опытных заготовок на арматуру с термическим упрочнением раскатов на класс А500С по ТУ14-1-5254-94 в линии стана 450 проводились механические испытания опытных партий арматуры после вылеживания в течение одного, пяти и тридцати дней

Установлено (рисунок 1), что предел текучести образцов 1-й и 2-й партий с течением времени снизился на 30 Н/мм^2 , а 3-й партии практически не изменился. При испытаниях на изгиб вокруг оправки диаметром $3d$ (d – диаметр стержня) арматурные стержни 1-й и 2-й партии показали неудовлетворительные результаты при испытании в день и через 5 дней после прокатки. Через месяц вылеживания были получены удовлетворительные результаты. Арматура 3-й партии показала удовлетворительные результаты во всех случаях.

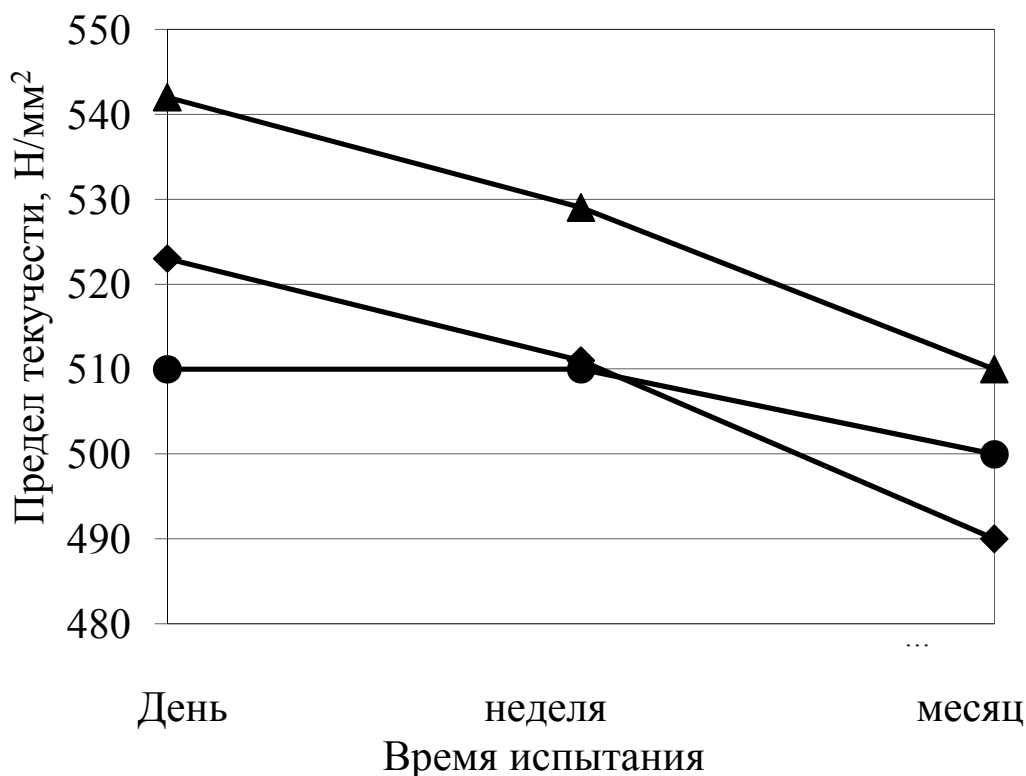


Рисунок 1 - Изменение свойств арматуры в процессе вылеживания:

◆ - 1-я партия, ▲ – 2-я партия, ● – 3-я партия

Внешний вид изломов арматурных стержней после испытания на растяжение представлен на рисунке 2. Во всех случаях зарождение разрушения происходило по месту перехода “ребро-тело стержня”. Видно, что при растяжении сразу после прокатки в изломах образцов всех партий основной объем занимает радиальная зона, расположенная перпендикулярно оси стержня (рисунок 2 а, г, ж) и имеющая четкую границу по периферии. Внешнее кольцо плоскости излома (зона среза), которое для арматурных стержней всех 3-х партий распространяется на глубину 4,5-5,5 мм, расположено под углом 45 градусов к оси стержня. В осевой части изломов наблюдаются очаги разрушения, представленные локальными участками округлой формы (ямками) с мелкокристаллическим строением. На дне ямок наблюдаются места хрупкого скола небольшой протяженности, что свидетельствует о присутствии водорода в данном объеме металла. В центре образцов арматуры всех партий расположена зона долома диаметром $\sim 4-7$ мм, которая имеет волокнистое строение (рисунок 2 а, г, ж).

После вылеживания в течение 5-ти дней изменений в характере изломов

образцов арматуры 1-й партии не обнаружено (рисунок 2 б). У образцов 2-й партии наблюдается увеличение площади участков хрупкого скола (рисунок 2 д). Изломы арматуры 3-й партии имеют сотовое строение волокнистой зоны, образованное по механизму ямочного разрыва. Толщина зоны среза увеличилась до 8 мм, 1/3 часть радиальной зоны располагается под углом 45 градусов к оси арматурного стержня (рисунок 2 з).


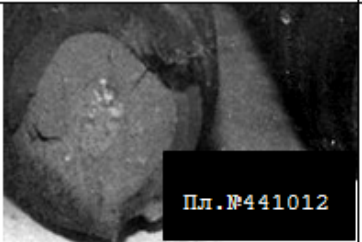
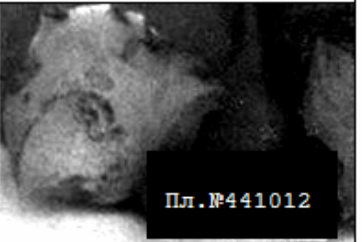
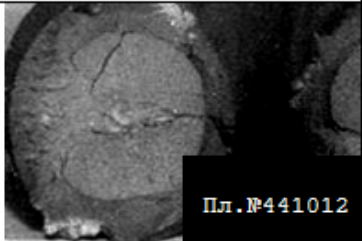

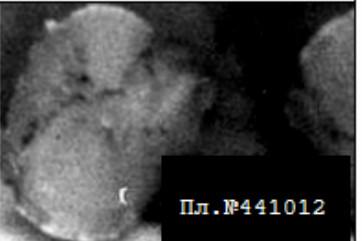

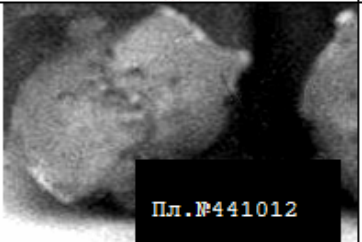
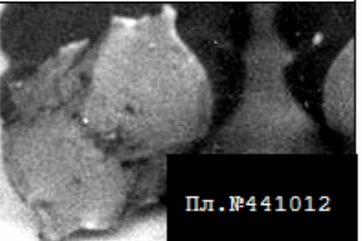
№ партии	Время вылеживания после прокатки		
	день	неделя	месяц
1	 а)	 б)	 в)
	 г)	 д)	 е)
3	 ж)	 з)	 и)

Рисунок 2 - Внешний вид изломов, полученных при испытании на растяжение образцов всех партий после различного времени вылеживания после прокатки

После вылеживания арматуры в течение 30 дней поверхность изломов образцов всех 3-х партий (рисунок 2 в, е, и) становится одинаковой и состоит из 3 зон: волокнистой, радиальной и зоны среза. Толщина последней возросла до 10 мм, что свидетельствует об увеличении вязкости стали.

При исследовании металлографических шлифов методами оптической микроскопии различий в структуре термически упрочненных арматурных стержней всех трех партий после различного времени вылеживания не обнаружено.

При электронно-микроскопическом исследовании существенных различий в тонкой структуре арматуры всех 3-х партий выявлено не было. Отсутствие изменений в структуре, незначительное изменение механических свойств арматурных стержней и успешные испытания на изгиб после вылеживания позволяют сделать предположение о водородной природе низкой технологической пластичности металла [1]. Для подтверждения этого оценивали выделившийся при вылеживании арматуры водород методом глицериновых проб [1].

Было установлено, что максимальное количество водорода наблюдалось в образцах после прокатки без вылеживания. С увеличением времени вылеживания выделение водорода смещалось в сторону низких температур, а его количество монотонно снижалось.

Таким образом, в реальных технологических условиях при механических испытаниях арматуры необходимо учитывать то, что водород, накапливаясь в переходных структурных зонах, может являться достаточно сильным «регулятором» механических свойств изделия.

Библиографический список

1. Шаповалов В.И. Влияние водорода на структуру и свойства железоуглеродистых сплавов. - М.: Металлургия, 1982. - 232 с.
2. Смияненко И.Н., Бабенко М.А., Щур В.А. и др. Влияние водорода на свойства готового проката // Теория и практика металлургии. - 2004. - №3-4. - С.147-151.
3. Целлермаер В.Я., Громов В.Е., Полторацкий Л.М. и др. Водородное охрупчивание феррито-перлитных сталей при волочении // Известия вузов. Физика.-1996. -№3. -С.97-108.

УДК 669.017:539.376

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ НА ПРОЦЕСС ПОЛЗУЧЕСТИ МЕДИ

Котова Н.В., Коновалов С.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При длительном нагружении деталей машин (даже если нагрузки остаются постоянными), возникают необратимые деформации, в результате чего напряжения могут изменяться во времени. Это явление называют ползучестью материала. Однако изучение явления ползучести материалов необходимо не только из практических соображений, но и связано с научной важностью проблемы.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния внешнего энергетического воздействия, в качестве которого было выбрано воздействие

электрическим потенциалом, на скорость ползучести.

Исследования на ползучесть производились на цилиндрических медных образцах, предварительно подвергнутых рекристаллизационному отжигу. Эксперимент на ползучесть проводился на специальной компьютеризированной установке, сконструированной на кафедре физики СибГИУ. Подробно методика эксперимента описана в работе [1].

Энергетическое воздействие на образец осуществлялось двумя способами. В первом случае к испытываемому образцу подключался электрический потенциал путем присоединения к внешнему источнику постоянного напряжения. Второй способ воздействия основывался на том, что при присоединении различных металлов друг к другу возникает контактная разность потенциалов. Для присоединения использовались металлические пластины из таких металлов, как Fe, Cr, Ni, Ti, Al. Контактная разность потенциалов определялась по формуле: $\varphi = \frac{A_{Me} - A}{e}$, где A_{Me} – работа выхода присоединенного металла Me , A – работа выхода материала образца (Cu), e – абсолютное значение заряда электрона.

В процессе деформации с момента приложения нагрузки непрерывно фиксировалось изменение длины образца как функция времени $\varepsilon(t)$. При анализе данных особое внимание уделялось стадии установившейся ползучести, которая описывается линейной функцией вида $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 + \dot{\varepsilon}t$. При этом производная этой функции по времени равная $\dot{\varepsilon} = const$ определяет скорость установившейся ползучести при заданных условиях эксперимента.

Электрополевое воздействие на металлический образец меняет характеристики ползучести. Для оценки этого эффекта рассчитывалось относительное изменение скорости установившейся ползучести по формуле $\Delta\dot{\varepsilon}/\dot{\varepsilon} = (\dot{\varepsilon} - \dot{\varepsilon}_\varphi)/\dot{\varepsilon}$. Для этого изначально определялась скорость ползучести образца $\dot{\varepsilon}$ без внешнего энергетического воздействия. Далее к образцу подводился электрический потенциал определенного значения описанными выше способами. Так же находилось усредненное значение скорости ползучести $\dot{\varepsilon}_\varphi$ при воздействии потенциала.

По данным экспериментов получена зависимость относительного изменения скорости $\Delta\dot{\varepsilon}/\dot{\varepsilon}$ от разности потенциалов между образцом и внешним источником постоянного напряжения.

Выявлено, что так же, как и при подобных испытаниях на Al [2], изменение скорости ползучести меди (также как и алюминия) не зависит от знака приложенного потенциала и определяется только его абсолютной величиной. Наиболее заметные изменения величины $\Delta\dot{\varepsilon}/\dot{\varepsilon}$ наблюдаются при малых значениях подключенного потенциала. Присоединение металлических пластин влияет на величину $\Delta\dot{\varepsilon}/\dot{\varepsilon}$ подобным образом. Т.е. характер влияния малых значений электрического потенциала на скорость низкотемпературной ползучести меди, определяемой на установившейся ее стадии, остается неизменным независимо от способа подведения электрического потенциала к образцу.

Библиографический список

1. Коновалов С.В., Данилов В.И., Зуев Л.Б. и др. Автоматизированная установка для регистрации и анализа ползучести металлов и сплавов / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. №8, т.73, с.64-66.
2. Коновалов С.В., Данилов В.И., Зуев Л.Б. и др. О влиянии электрического потенциала на скорость ползучести алюминия / Физика твердого тела. 2007. т. 49. вып. 8, с.1389-1391.

УДК 621.784.063

ИЗУЧЕНИЕ РОСТОУСТОЙЧИВОСТИ ЧУГУНОВ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ

Стоюнина А.О.

Научный руководитель: доцент Синявский И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При термоциклировании, т. е. при многократных нагревах и охлаждениях чугунов происходит непрерывный рост их объемов, из-за чего чугуны становятся неплотными, резко снижается прочность и твердость, отливки деформируются, а иногда и разрушаются.

Термоциклическая обработка позволяет сократить время термической обработки и улучшить механические свойства.

Многократная термоциклическая обработка чугуна с изотермическими выдержками до 3 минут приводит к повышению пластичности чугуна посредством осуществления циклов процессов растворения-выделения цементита в аустените в составе ледебурита. В результате происходит замена цементитной основы ледебурита на аустенитную основу с равномерно распределенными включениями сфероидизирующего цементита.

Ростом чугуна называется необратимое увеличение объема чугуна, вызываемое более или менее продолжительным нагревом его при повышенных температурах [2].

Рост чугуна – чрезвычайно нежелательное и вредное явление, так как с ним связано разрыхление его структуры, изменение размеров, а в связи с этим, наличие напряжений в деталях, их коробление и падение механической прочности. Чугунные изделия, работающие в условиях, способствующих росту чугуна, обычно когда температура превосходит A_{c1} увеличиваются в своих размерах иногда до нескольких десятков процентов (30 - 50%), покрываются трещинами и становятся настолько рыхлыми и хрупкими, что их иногда можно ломать руками без особых усилий, что, естественно, может приводить к авариям. Наоборот, рост при низких температурах обычно не превосходит 2-3% и опасен с точки зрения появления внутренних напряжений в конструкции.

Некоторые авторы под ростом чугуна нередко понимают тепловое расширение [8].

Тепловое расширение - изменение размеров тела в процессе его нагревания.

Причины, вызывающие рост чугуна, могут быть следующие:

1) разложение цементита – Fe_3C на феррит и углерод отжига, сопровождающееся увеличением объема;

2) окисление железа, кремния, марганца и других примесей чугуна кислородом воздуха, проникающим внутрь чугуна через мелкие поры, трещины и пластинки графита, а также путем диффузии через металл;

3) наличие в чугуне газов, в особенности водорода, который при охлаждении выделяется из металла и, накапливаясь в отдельных порах, своим давлением заставляет раздаваться массу материала в стороны;

4) остаточные деформации, вызываемые тепловым расширением чугуна при нагревании и сжатием при охлаждении, а также фазовыми превращениями;

5) переменное растворение и выделение графита, так как графит выделяется в случайных местах, а в местах растворения его получают пустоты; особое значение приобретает знакопеременное растворение при превращении в интервале A_1 .

Можно сказать, что в основном рост чугуна вызывается графитизацией карбида, окислением примесей и давлением газов, выделяющихся внутри чугуна при охлаждении. Чтобы избавиться от роста или, по крайней мере, ограничить его, следует стремиться к тому, чтобы: 1) чугун имел прочные карбиды, которые не разрушались бы во время службы чугунных изделий, или же весь углерод в чугуне находился в свободном состоянии; 2) чтобы чугунные отливки были плотными с мелкими выделениями графита для того, чтобы окислительные газы из внешней среды не могли проникать внутрь чугуна через имеющиеся в нем поры и через крупные, сообщающиеся между собой пластинки графита; 3) чтобы металл был наиболее свободен от растворенных в нем газов.

Наиболее правильный путь ограничения роста чугунных изделий заключается в подборе соответствующего химического состава чугуна.

Наибольшее влияние из химических элементов на коэффициент линейного расширения оказывает углерод, в особенности в связанном состоянии. Одному проценту углерода соответствует примерно в 5 раз большее, количество цементита, чем графита. Поэтому графитизирующие элементы (кремний, алюминий, титан, никель, медь и т.д.) повышают, а антиграфитизирующие элементы (хром, ванадий, вольфрам, молибден, марганец и др.) уменьшают коэффициент линейного расширения.

Коэффициент линейного расширения зависит от температуры. С повышением температуры испытания значение коэффициента линейного расширения обычно увеличивается. Наибольшим значением коэффициента отличаются аустенитные чугуны, а также ферритные чугуны.

Форма графита существенно влияет на коэффициент линейного расши-

рения лишь при низких температурах. Коэффициент линейного расширения высокопрочного чугуна с шаровидным графитом несколько выше, чем у чугуна с пластинчатым графитом.

Доменный чугун без выделений графита имеет значения коэффициента линейного расширения ниже по сравнению со многими легированными чугунами.

Изменения структуры чугуна при многократных нагревах зависят от его состава, исходного состояния, скорости и температуры нагревов и охлаждений, характера среды.

Термоциклирование ферритных серых и ковких чугунов при субкритических температурах не приводит к заметным структурным изменениям.

Термоциклирование существенно изменяет вид графитных включений.

Многочисленные термоциклы, например, могут увеличить объем чугуна в несколько раз. Согласно [9] изменение вида графитных включений и рост чугуна обусловлены накоплением пор при многократном растворении и выделении графита.

Повышение температуры нагрева при термоциклировании, увеличивающее количество растворяющегося и выделяющегося графита, усиливает разбухание графитных включений и рост чугуна.

Формирование металлической матрицы серых и ковких чугунов при термоциклировании определяется условиями охлаждения. В зависимости от скорости охлаждения она становится ферритной, феррито-перлитной, перлитной, бейнитной или мартенситной. Следует иметь в виду [9], что многократные нагревы чугуна уменьшают устойчивость аустенита.

В работе исследовалась ростоустойчивость образцов, изготовленных из передельных доменных чугунов и чугунов индукционной плавки производства ЗСМК.

Ростоустойчивость определяли на цилиндрических образцах диаметром 15 мм и длиной 110 мм. Выбор температурного режима испытания ростоустойчивости производили исходя из условий работы сталеразливочных изложниц. Нагрев до температуры 850°C, выдержка два часа, охлаждение до 300°C. Общее число циклов составило 50, что соответствует общему времени 150 часов.

Количественным показателем роста чугуна служили изменения линейных размеров образца, выраженные в процентах. Изменение длины цилиндрических образцов в процессе термоциклирования измеряли штангенциркулем с точностью до 0,05 мм.

Доменный природнолегированный чугун, содержащий наследственные примеси титана и ванадия не уступают чугунам индукционной плавки. Рост чугунов за первые 20-30 циклов значительно увеличивается, а затем темп его несколько замедляется. Повышение содержания фосфора в природнолегированных доменных чугунах не приводит к заметному увеличению ростоустойчивости, при вышеуказанном числе циклов, разность в величинах ростоустойчивости незначительна, однако уже к 40-50 циклам эта разность становится более отчетливой.

Таким образом, наличие в чугунах легирующих элементов титана и ванадия, несмотря на повышенное содержание фосфора, способствует увеличению ростоустойчивости.

Основные факторы, определяющие ростоустойчивость чугуна следующие: среда, температура и характер нагрева, склонность чугуна к графитизации, форма, количество и качество графитных включений, характер металлической матрицы, плотность, газонасыщенность и т.п.

Основной причиной роста образцов является графитизация и окисление как на поверхностных, так и в глубинных слоях образца, в результате чего происходит необратимое увеличение объема. Сопутствующими причинами могут быть также внутренние напряжения и многократный переход через критическую точку эвтектоидного превращения, что сопровождается изменением удельного объема и как следствие приводили к образованию трещин. Таким образом, для увеличения роста устойчивости необходимо уменьшить до минимума возможность протекания процессов графитизации и стремиться к созданию стабильных структур, процесс распада которых длителен во времени.

Библиографический список

1. Неижко И. Г. Графитизация и свойства чугуна./ А. А. Жуков – Киев.: Наук.думка. 1989. – 208 с.
2. Троицкий Г. Н. Свойства чугуна./ М. Г. Окнова. - М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1941. – 290 с.
3. Термодинамическая и физическая кинетика структурообразования в стали и чугуне./ М. А. Криштала, А. А. Жукова. - М.: ОНТИ ВНИИЛТЕКМАШ, 1967. –299 с.
4. Шевчук Л. А. Структура и свойства чугуна./ К. В. Горева. – Минск.: Наука и техника, 1978. – 216 с.
5. Чугун: справ. изд./ А. Д. Шерман, А. А. Жуков. - М.: Металлургия, 1991. – 576 с.
6. Афанасьев В. К., Чибряков М. В. Свойства чугунов. Часть 1. Общие сведения и физические свойства./ В. К. Афанасьев, М. В. Чибряков. - Новокузнецк.: СибГИУ, 2002. – 117 с.
7. Бунин К. П., Таран Ю. Н. Строение чугуна./ М. Л. Бернштейна, И. И. Новикова. - М.: Металлургия, 1972. – 160 с.
8. Афанасьев В. К., Кустов Б. А., Гладышев С. А. Чугун и его свойства./ В. К. Афанасьев, Б. А. Кустов, С. А. Гладышев, Л. М. Полторацкий, А. В. Сочнев, Г. Е. Громов. - Кемерово: Кузбассвуиздат, 2004. – 344 с.
9. Бунин К. П., Малиночка Я. Н., Таран Ю. Н. Основы металлографии чугуна./ К. П. Бунин. – М.: Металлургия, 1969. – 416 с.
10. Гиршович Н. Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках./ Н. Г. Гиршович. – М.: Металлургия, 1966. – 562 с.

II. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

УДК 622.6

ПРИМЕНЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ЛАГРАНЖА ВТОРОГО РОДА К ИССЛЕДОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Гаврилов Н.В.

Научные руководители: Дадочкина Т.Н., Крестьянова Н.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Трудность решения задач динамики механических систем с одной степенью свободы заключается в удачном выборе соответствующей общей теоремы динамики. В случае систем с несколькими степенями свободы решение задач значительно усложняется, так как при этом требуется совместное применение некоторых общих теорем и других соотношений динамики, выбор которых обычно представляет значительные трудности. В подобных случаях наиболее удобно использование уравнений Лагранжа второго рода, являющихся универсальным методом составления дифференциальных уравнений движения механических систем. Уравнения Лагранжа для обобщенных координат являются обыкновенными дифференциальными уравнениями второго порядка, их число совпадает с числом обобщенных координат.

Рассмотрим движение механической системы, в которой тележка **4** массой m , удерживаемая пружиной жесткостью c , поднимается лебедкой, трос которой переброшен через ступенчатый блок **2** с радиусами $R_2 = 0,8R$, $r_2 = 0,6R_2$. Массу ступенчатого блока равную $2m$ считаем равномерно распределенной по его внешнему ободу. Барабан **1** лебедки массой m и радиусом R имеет приведенный момент инерции $J_z = 2mR^2$ и развивает постоянный вращающий момент $M = 3mgR$. На механическую систему кроме сил тяжести действует сила $F = mg$, приложенная к тележке. Два колеса **3** тележки представляют собой однородные цилиндры общей массой m . Массами тросов пренебречь. Трение в подшипниках и силы сопротивления движению не учитывать (рисунок 1).

Составим для этой механической системы уравнения Лагранжа и найдем закон движения тележки, считая, что движение начинается из состояния покоя, а также частоту k и период τ колебаний, совершаемых телами системы при ее движении.

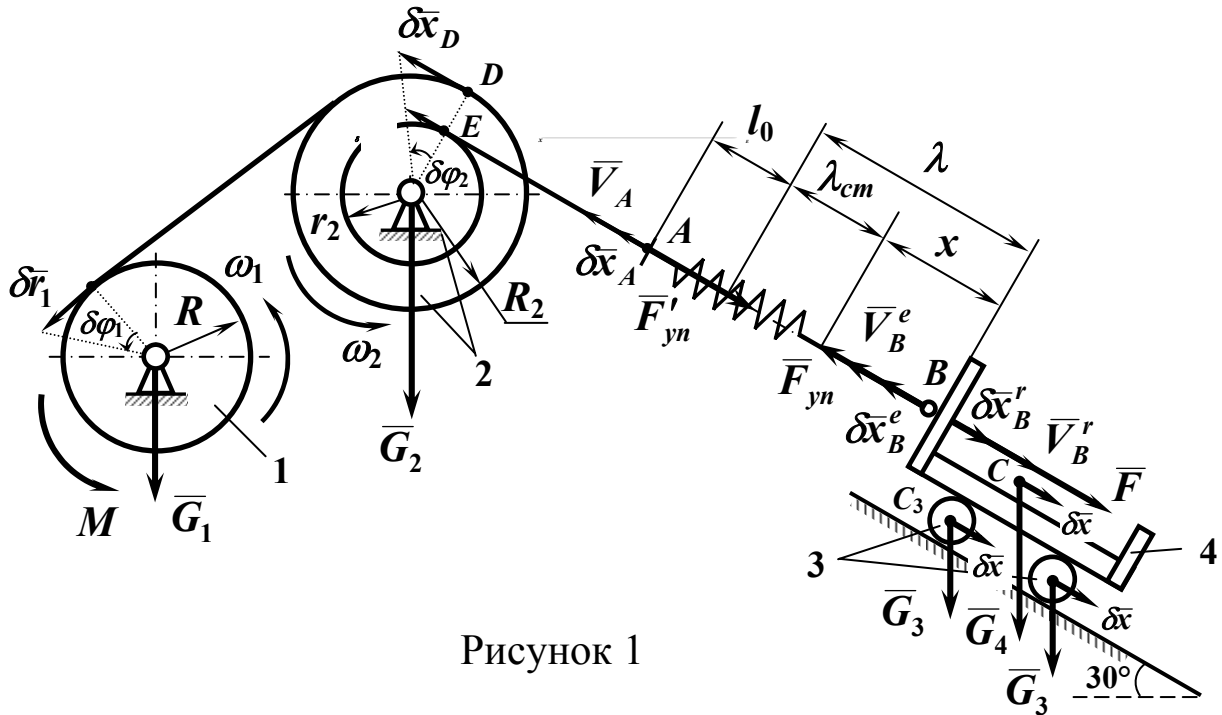


Рисунок 1

Данная система имеет две степени свободы, следовательно, ее положение определяется двумя обобщенными координатами q_1 и q_2 и для нее можно составить два уравнения Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_1} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_1} = Q_1, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_2} = Q_2.$$

За обобщенную координату q_1 принимаем угол поворота φ барабана лебедки 1, за обобщенную координату q_2 – удлинение пружины x , отсчитываемое от положения статического равновесия пружины в сторону прикрепленной тележки.

Вычислим кинетическую энергию механической системы T через обобщенные скорости $\dot{q}_1 = \dot{\varphi}$ и $\dot{q}_2 = \dot{x}$.

Для вращающегося барабана 1 кинетическая энергия

$$T_1 = \frac{J_{z_1} \cdot \omega_1^2}{2} = mR^2 \dot{\varphi}^2, \text{ т.к. } J_{z_1} = 2mR^2, \omega_1 = \dot{\varphi}.$$

Ступенчатый блок 2 также вращается, следовательно, $T_2 = \frac{J_{z_2} \cdot \omega_2^2}{2}$. Учיתי-

вая, что $J_{z_2} = m_2 R_2^2$, $\omega_2 = \frac{\omega_1 R}{R_2} = \frac{\dot{\varphi} \cdot R}{R_2}$, получаем $T_2 = mR^2 \dot{\varphi}^2$.

Для вычисления кинетической энергии тележки 4 рассмотрим сложное движение точки B :

$$\bar{V}_B^a = \bar{V}_B^r + \bar{V}_B^e,$$

$$V_B^r = \dot{x}, V_B^e = V_A = \omega_2 r_2 = \frac{\omega_1 R}{R_2} \cdot r_2 = 0,6R\omega_1 = 0,6R\dot{\varphi},$$

$$V_B^a = \dot{x} - 0,6R\dot{\varphi}.$$

Тогда $T_4 = \frac{m_4 V_C^2}{2} = \frac{m(\dot{x} - 0,6R\dot{\varphi})^2}{2}$, т.к. $V_C = V_B^a = \dot{x} - 0,6R\dot{\varphi}$.

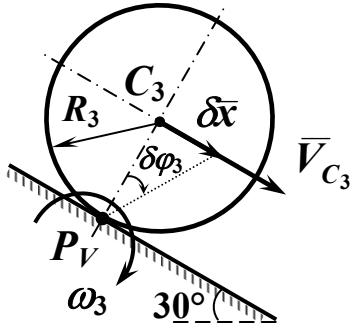


Рисунок 2

Для плоскопараллельно движущихся колес тележки кинетическая энергия (рисунок 2)

$$T_3 = \frac{m_3 V_{C_3}^2}{2} + \frac{J_{C_3} \omega_3^2}{2}.$$

Так как $\omega_3 = \frac{V_{C_3}}{C_3 P_V} = \frac{\dot{x} - 0,6R\dot{\varphi}}{R_3}$,

$J_{C_3} = \frac{m_3 R_3^2}{2}$, $m_3 = \frac{m}{2}$, получаем

$$T_3 = \frac{m(\dot{x} - 0,6R\dot{\varphi})^2}{4} + \frac{m(\dot{x} - 0,6R\dot{\varphi})^2}{8} = \frac{3m(\dot{x} - 0,6R\dot{\varphi})^2}{8}.$$

Следовательно, кинетическая энергия механической системы

$$T = T_1 + T_2 + 2T_3 + T_4 = 2,45mR^2\dot{\varphi}^2 + 1,25m\dot{x}^2 - 1,5mR\dot{x}\dot{\varphi}.$$

Для расчета обобщенных сил Q_1 и Q_2 покажем на рисунке 1 действующие на систему активные силы: силы тяжести $\bar{G}_1, \bar{G}_2, \bar{G}_3, \bar{G}_4$, силу \bar{F} , приложенную к тележке, пару сил с моментом M , силы упругости $\bar{F}_{yn}, \bar{F}'_{yn}$, где численно $F_{yn} = F'_{yn} = cx$.

Для определения Q_1 сообщим системе возможное перемещение, при котором координата φ получает приращение $\delta\varphi > 0$, а координата x не изменяется, т.е. $\delta x = 0$ (пружина при таком перемещении не изменяет свою длину)

$$Q_1 = \frac{\delta A_1}{\delta\varphi},$$

где $\delta A_1 = \sum_{k=1}^n \bar{F}_k \cdot \delta \bar{r}_k = M \cdot \delta\varphi - F \cdot \delta x_B^e - F'_{yn} \cdot \delta x_A + F_{yn} \cdot \delta x_B^e - G_4 \cdot \sin 30^\circ \cdot \delta x_C - 2G_3 \cdot \sin 30^\circ \cdot \delta x_{C_3}$.

Учитывая, что $\delta x_A = \delta x_C = \delta x_{C_3} = \delta x_B^e = 0,6R\delta\varphi$, $G_4 = mg$, $G_3 = \frac{mg}{2}$, $M = 3mgR$, получаем

$$\delta A_1 = 1,8 mgR \cdot \delta\varphi \text{ и } Q_1 = 1,8mgR.$$

Для определения Q_2 сообщим системе возможное перемещение, при котором координата x получает приращение $\delta x > 0$, а координата φ не изменяется, т.е. $\delta\varphi = 0$ (барабан не поворачивается)

$$Q_2 = \frac{\delta A_2}{\delta x}, \text{ где}$$

$$\delta A_2 = \sum_{k=1}^n \bar{F}_k \cdot \delta \bar{r}_k = F \cdot \delta x'_B - F'_{yn} \delta x'_B + G_4 \sin 30^\circ \cdot \delta x_C + 2G_3 \sin 30^\circ \cdot \delta x_{C_3}.$$

Так как, $\delta x_C = \delta x_{C_3} = \delta x'_B = \delta x$, $F'_{yn} = c\lambda = c(\lambda_{cm} + x) = c\lambda_{cm} + cx$,

$$F'_{yn.cm} = c\lambda_{cm} = F + G_4 \sin 30^\circ + 2G_3 \sin 30^\circ = 2mg, F = mg, \text{ получаем}$$

$$\delta A_2 = F \cdot \delta x - c\lambda_{cm} \cdot \delta x - cx \cdot \delta x + G_4 \sin 30^\circ \cdot \delta x + 2G_3 \sin 30^\circ \cdot \delta x,$$

$$\delta A_2 = -cx \cdot \delta x \text{ и } Q_2 = -cx.$$

Теперь переходим к составлению уравнений Лагранжа. Для этого вычислим частные производные от кинетической энергии T по обобщенным координатам φ , x и обобщенным скоростям $\dot{\varphi}$ и \dot{x}

$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = 2,45mR^2 \cdot 2\dot{\varphi} - 1,5mR \cdot \dot{x},$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = 1,25m \cdot 2\dot{x} - 1,5mR \cdot \dot{\varphi}.$$

Взяв производные по времени, находим

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) = 4,9mR^2 \ddot{\varphi} - 1,5mR \ddot{x}, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) = 2,5m \ddot{x} - 1,5mR \ddot{\varphi}.$$

Уравнения Лагранжа принимают вид

$$4,9mR^2 \ddot{\varphi} - 1,5mR \ddot{x} = 1,8mgR \delta \varphi,$$

$$2,5m \ddot{x} - 1,5mR \ddot{\varphi} = -cx.$$

Для определения уравнения движения тележки $x = f(t)$ преобразуем уравнения Лагранжа, исключив из них $\ddot{\varphi}$, для этого умножим первое уравнение на 1,5, а второе на 4,9, и затем сложив, получаем

$$10m \ddot{x} + 4,9cx = 2,7mg.$$

Общее решение этого линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами складывается из общего решения линейного однородного дифференциального уравнения и частного решения полученного уравнения:

$$x = x_1 + x_2,$$

где x_1 – общее решение линейного однородного дифференциального уравнения; x_2 – частное решение линейного неоднородного дифференциального уравнения.

Сначала решаем уравнение $10m \ddot{x}_1 + 4,9cx_1 = 0$, составив для этого характеристическое уравнение,

$$10mk^2 + 4,9c = 0, \quad k^2 = -0,49 \frac{c}{m}, \quad k = \pm \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} i,$$

Следовательно, общее решение линейного однородного дифференциального уравнения примет вид

$$x_1 = C_1 \cos \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t + C_2 \sin \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t.$$

Определяем частное решение линейного неоднородного дифференциального уравнения $10m\ddot{x} + 4,9cx = 2,7mg$ в виде:

$$x_2 = A = \text{const, т.е. } 4,9c \cdot A = 2,7mg, A = \frac{2,7mg}{4,9c} = 5,5 \frac{m}{c}.$$

Окончательное решение примет вид

$$x = C_1 \cos \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t + C_2 \sin \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t + 5,5 \frac{m}{c}.$$

Возьмём производную от этого уравнения по времени

$$\dot{x} = -\sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot C_1 \sin \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t + \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot C_2 \cos \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t.$$

По начальным условиям $t_0 = 0, x_0 = 0, \dot{x}_0 = 0$ (движение начинается из состояния покоя) определяем постоянные интегрирования: $C_1 = -5,5 \frac{m}{c}, C_2 = 0$.

Таким образом, тележка совершает колебания по закону

$$x = -5,5 \frac{m}{c} \cos \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t + 5,5 \frac{m}{c}, \text{ или } x = 5,5 \frac{m}{c} \left(1 - \cos \sqrt{0,49 \frac{c}{m}} \cdot t \right).$$

Круговая частота k и период колебаний τ :

$$k = \sqrt{0,49 \frac{c}{m}}, \tau = \frac{2\pi}{k} = 2,86\pi \sqrt{\frac{m}{c}}.$$

УДК 622.6

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ВОЗМОЖНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕАКЦИЙ ОПОР СОСТАВНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Воробель М.М.

Научные руководители: Дадочкина Т.Н., Крестьянова Н.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При решении задач статики для определения реакций связей используются уравнения равновесия твердого тела. При этом реакции связей не выделяются из общего числа приложенных к телу сил. В сложных несвободных механических системах определение реакций связей с помощью уравнений

равновесия становится громоздкими и поэтому малопригодными. В этих случаях целесообразно использовать *принцип возможных перемещений*. Даже для систем, состоящих из большого числа тел с одной степенью свободы, расчет опорных реакций с помощью принципа возможных перемещений значительно упрощается, не говоря о системах с несколькими степенями свободы.

В статике обычно приходится определять реакции связей, действующих на систему, не обладающую ни одной степенью свободы. Такой системой является каждое сооружение, несущее нагрузку, так как оно должно быть неизменяемым и неподвижно прикрепленным к земле. В этом случае принцип возможных перемещений заключается в отбрасывании той связи, реакцию которой требуется определить. Действие связи заменяют ее реакцией, которая переходит в число заданных сил. При этом система, освобожденная от одной связи (если она статически определима), получает одну степень свободы. Системе сообщают возможное перемещение, соответствующее этой степени свободы. Для определения реакций других связей поступают так же, отбрасывая снова только одну связь, т.е. сообщая системе одну степень свободы.

Рассмотрим расчет реакций опор плоской составной конструкции, элементы которой можно считать невесомыми.

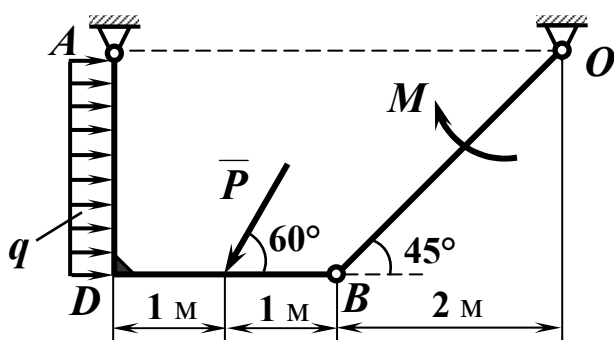


Рисунок 1

Конструкция находится в равновесии под действием сосредоточенной силы $P = 3$ кН, равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью $q = 3$ кН/м и пары сил с моментом $M = 8$ Н·м (рисунок 1).

Заменим равномерно распределенную нагрузку сосредоточенной силой $Q = 2q = 6$ кН, приложенной к середине загрузочного участка AD .

Для определения горизонтальной составляющей \bar{X}_A реакции неподвижного

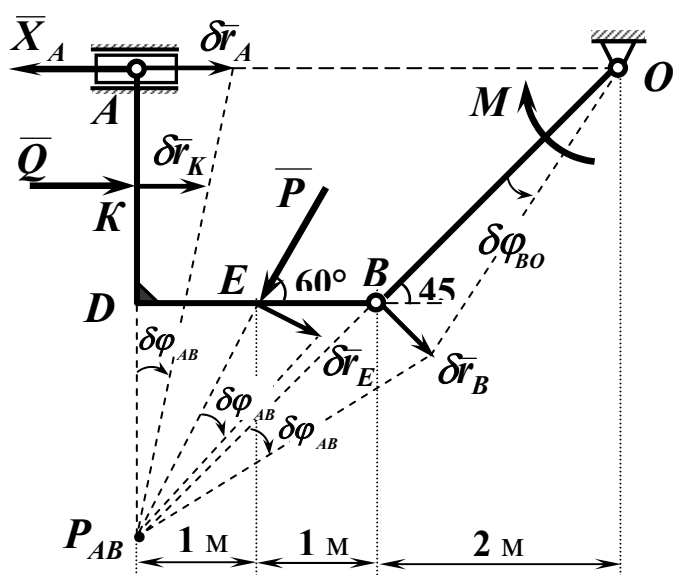


Рисунок 2

цилиндрического шарнира A , представим опору в виде ползуна A в горизонтальных направляющих, открыто шарнирно скрепленного с ломанной балкой AB (рисунок 2), и приложим реакцию \bar{X}_A . При этом балка AB перемещается плоскопараллельно, поворачиваясь вокруг мгновенного центра вращений (МЦВ) P_{AB} на угол $\delta\varphi_{AB} \neq 0$, балка BO поворачивается вокруг неподвижной оси O на угол $\delta\varphi_{OB} \neq 0$. За независимое

возможное перемещение принимаем возможное перемещение $\delta\varphi_{AB}$ и составляем уравнение работ в виде

$$\sum_{k=1}^n \delta A(\bar{F}_k) = 0,$$

$$- X_A \cdot AP_{AB} \cdot \delta\varphi_{AB} + Q \cdot KP_{AB} \cdot \delta\varphi_{AB} - M \cdot \delta\varphi_{OB} -$$

$$- P \cos 60^\circ \cdot DP_{AB} \cdot \delta\varphi_{AB} - P \cos 30^\circ \cdot DE \cdot \delta\varphi_{AB} = 0.$$

Учитывая, что $\delta r_B = \delta\varphi_{AB} \cdot BP_{AB} = \delta\varphi_{OB} \cdot BO$, т.к. $\triangle BMO = \triangle DBP_{AB}$ и $BP_{AB} = BO$, получаем $\delta\varphi_{AB} = \delta\varphi_{OB}$.

Следовательно, уравнение принимает вид

$$- X_A \cdot AP_{AB} \cdot \delta\varphi_{AB} + Q \cdot P_{AB} \cdot \delta\varphi_{AB} - M \cdot \delta\varphi_{AB} -$$

$$- P \cos 60^\circ \cdot DP_{AB} \cdot \delta\varphi_{AB} - P \cos 30^\circ \cdot DE \cdot \delta\varphi_{AB} = 0.$$

Отсюда найдем составляющую реакции \bar{X}_A

$$X_A = \frac{Q \cdot KP_{AB} - M - P \cos 60^\circ \cdot DP_{AB} - P \cos 30^\circ \cdot DE}{AP_{AB}},$$

$$X_A = \frac{6 \cdot 3 - 8 - 3 \cdot 0.5 \cdot 2 - 3 \cdot 0,866 \cdot 1}{4} = 1,1 \text{ кН}$$

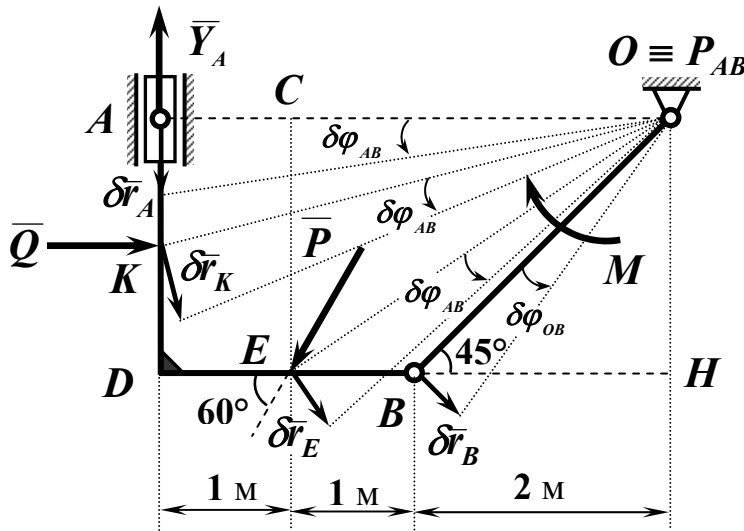


Рисунок 3

Для определения горизонтальной составляющей \bar{Y}_A реакции неподвижного цилиндрического шарнира, представим опору в виде ползуна A в вертикальных направляющих, открыто шарнирно скрепленного с рамой AB , и приложим реакцию \bar{Y}_A (рисунок 3). Балка AB перемещается плоскопараллельно, поворачиваясь вокруг МЦВ P_{AB} на угол $\delta\varphi_{AB} \neq 0$, балка BO поворачивается

вокруг неподвижной оси O на угол $\delta\varphi_{BO} \neq 0$. За независимое возможное перемещение принимаем возможное перемещение $\delta\varphi_{AB}$ и составляем уравнение работ в виде

$$\sum_{k=1}^n \delta A(\bar{F}_k) = 0,$$

$$- Y_A \cdot AO \cdot \delta\varphi_{AB} + Q \cdot AK \cdot \delta\varphi_{AB} - M \cdot \delta\varphi_{OB} -$$

$$- P \cos 60^\circ \cdot EC \cdot \delta\varphi_{AB} + P \cos 30^\circ \cdot EH \cdot \delta\varphi_{AB} = 0.$$

т. к. МЦВ балки AB совпадает с осью вращения балки BO , то $\delta\varphi_{AB} = \delta\varphi_{OB}$

Отсюда найдем составляющую реакции \bar{Y}_A

$$Y_A = \frac{Q \cdot AK - M - P \cos 60^\circ \cdot OH + P \cos 30^\circ \cdot OC}{AO},$$

$$Y_A = \frac{6 \cdot 1 - 8 - 3 \cdot 0,5 \cdot 2 + 3 \cdot 0,866 \cdot 3}{4} = 2,8 \text{ кН.}$$

Определяем реакцию неподвижного цилиндрического шарнира O . Для определения горизонтальной составляющей \bar{X}_O реакции неподвижного цилиндрического шарнира, представим опору в виде ползуна O в горизонтальных направлениях, открыто шарнирно скрепленного с балкой OB , и приложим реакцию \bar{X}_O (рисунок 4). Балка OB перемещается плоскопараллельно, поворачиваясь вокруг МЦВ P_{OB} на угол $\delta\varphi_{OB} \neq 0$, балка AB поворачивается вокруг неподвижной оси A на угол $\delta\varphi_{AB} \neq 0$. За независимое возможное перемещение принимаем возможное перемещение $\delta\varphi_{AB}$ и составляем уравнение работ в виде

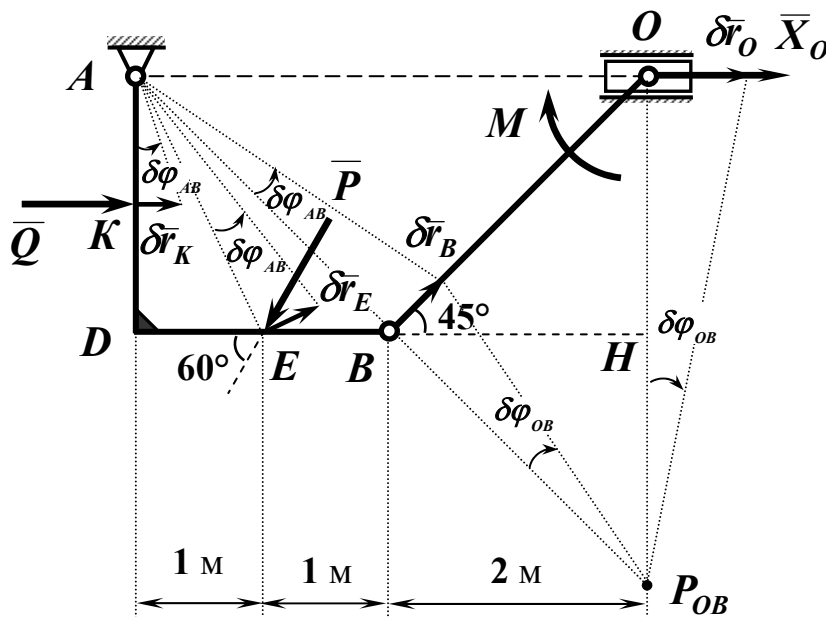


Рисунок 4

Балка OB перемещается плоскопараллельно, поворачиваясь вокруг МЦВ P_{OB} на угол $\delta\varphi_{OB} \neq 0$, балка AB поворачивается вокруг неподвижной оси A на угол $\delta\varphi_{AB} \neq 0$. За независимое возможное перемещение принимаем возможное перемещение $\delta\varphi_{AB}$ и составляем уравнение работ в виде

ремещение принимаем возможное перемещение $\delta\varphi_{AB}$ и составляем уравнение работ в виде

$$\sum_{k=1}^n \delta A(\bar{F}_k) = 0,$$

$$X_O \cdot OP_{OB} \cdot \delta\varphi_{OB} + Q \cdot AK \cdot \delta\varphi_{AB} - M \cdot \delta\varphi_{OB} -$$

$$- P \cos 60^\circ \cdot AD \cdot \delta\varphi_{AB} - P \cos 30^\circ \cdot DE \cdot \delta\varphi_{AB} = 0.$$

Используем зависимости между возможными перемещениями

$$\delta r_B = \delta\varphi_{AB} \cdot AB = \delta\varphi_{OB} \cdot BP_{OB},$$

и учитывая, что $BP_{OB} = AB$, т.к. $\triangle ADB = \triangle BHP_{OB}$, получаем

$$\delta\varphi_{AB} = \delta\varphi_{OB}.$$

Следовательно, уравнение принимает вид

$$X_O \cdot OP_{OB} \cdot \delta\varphi_{AB} + Q \cdot AK \cdot \delta\varphi_{AB} - M \cdot \delta\varphi_{AB} -$$

$$- P \cos 60^\circ \cdot AD \cdot \delta\varphi_{AB} - P \cos 30^\circ \cdot DE \cdot \delta\varphi_{AB} = 0.$$

Отсюда найдем составляющую реакции \bar{X}_O

$$X_O = \frac{-Q \cdot AK + M + P \cos 60^\circ \cdot AD + P \cos 30^\circ \cdot DE}{OP_{OB}},$$

$$X_O = \frac{-6 \cdot 1 + 8 + 3 \cdot 0,5 \cdot 2 + 3 \cdot 0,866 \cdot 1}{4} = 7,6 \text{ кН.}$$

Для определения горизонтальной составляющей \bar{Y}_O реакции неподвижного цилиндрического шарнира, представим опору в виде ползуна O в вертикальных направляющих, открыто шарнирно скрепленного с балкой

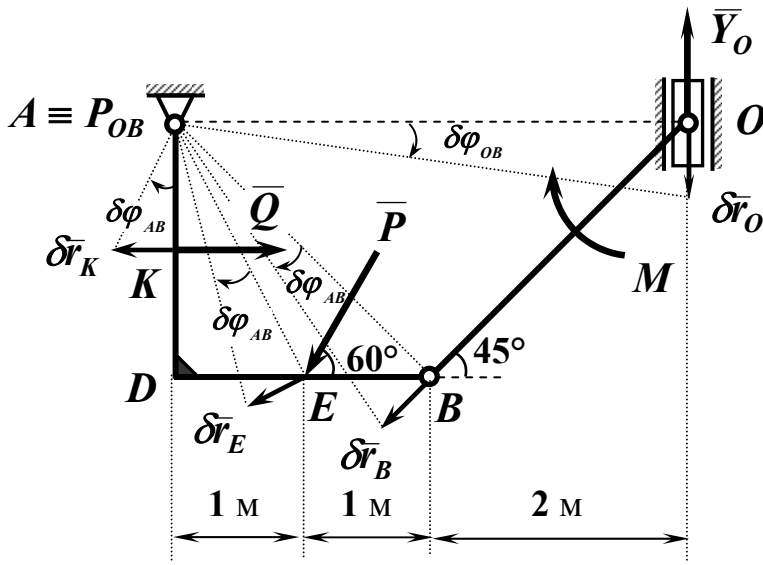


Рисунок 5

BO , и приложим реакцию \bar{Y}_O (рисунок 5). Балка OB перемещается плоскопараллельно, поворачиваясь вокруг МЦВ P_{OB} на угол $\delta\varphi_{OB} \neq 0$, балка AB поворачивается вокруг неподвижной оси A на угол $\delta\varphi_{AB} \neq 0$. За независимое возможное перемещение принимаем возможное перемещение $\delta\varphi_{AB}$ и составляем уравнение работ в виде

$$\sum_{k=1}^n \delta A(\bar{F}_k) = 0,$$

$$-Y_O \cdot AO \cdot \delta\varphi_{OB} - Q \cdot AK \cdot \delta\varphi_{AB} + M \cdot \delta\varphi_{OB} +$$

$$+ P \cos 60^\circ \cdot AD \cdot \delta\varphi_{AB} + P \cos 30^\circ \cdot DE \cdot \delta\varphi_{AB} = 0.$$

Т. к. МЦВ совпадает с центром вращения балки AB , то $\delta\varphi_{AB} = \delta\varphi_{OB}$ и уравнение принимает вид

$$-Y_O \cdot AO \cdot \delta\varphi_{AB} - Q \cdot AK \cdot \delta\varphi_{AB} + M \cdot \delta\varphi_{AB} +$$

$$+ P \cos 60^\circ \cdot AD \cdot \delta\varphi_{AB} + P \cos 30^\circ \cdot DE \cdot \delta\varphi_{AB} = 0.$$

Отсюда найдем составляющую реакции \bar{Y}_O

$$Y_O = \frac{-Q \cdot AK + M + P \cos 60^\circ \cdot AD + P \cos 30^\circ \cdot DE}{AO},$$

$$Y_O = \frac{-6 \cdot 1 + 8 + 3 \cdot 0,5 \cdot 2 + 3 \cdot 0,866 \cdot 1}{4} = 7,6 \text{ кН.}$$

Рассчитаем модули реакций неподвижных шарниров \bar{R}_A и \bar{R}_O , направляющие косинусы и покажем реакции шарниров (рисунок 6)

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{1,1^2 + 2,8^2} = 3,01 \text{ кН,}$$

$$R_O = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2} = \sqrt{7,6^2 + 7,6^2} = 10,64 \text{ кН},$$

$$\cos(\overline{R}_A; \hat{Ax}) = \frac{X_A}{R_A} = \frac{1,1}{3,01} = 0,365, \quad \angle(\overline{R}_A; \hat{Ax}) = 68,6^\circ,$$

$$\cos(\overline{R}_O; \hat{Ax}) = \frac{X_O}{R_O} = \frac{7,6}{10,64} = 0,707, \quad \angle(\overline{R}_O; \hat{Ax}) = 45^\circ.$$

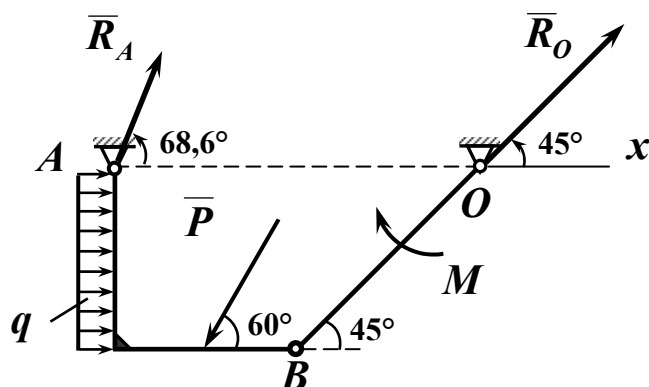


Рисунок 6

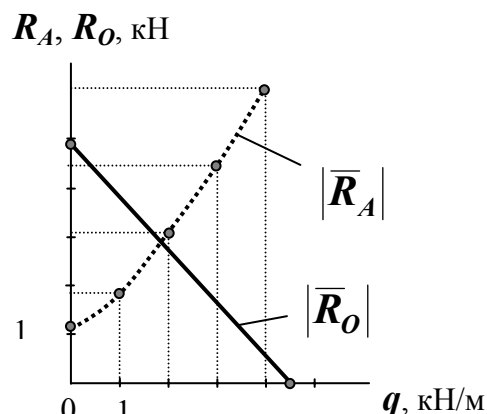


Рисунок 7

Зависимость значений реакций неподвижных цилиндрических шарниров от интенсивности равномерно распределенной нагрузки q представлена на графике (рисунок 7). Как видно из графика при $q = 4,52$ кН/м реакция шарнира O обращается в ноль.

УДК 621.01

УСТРАНЕНИЕ ИЗБЫТОЧНЫХ СВЯЗЕЙ В ПЛАНЕТАРНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Бондаренко В.С., Дмитриев В.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В машиностроении и в частности в редукторостроении широкое распространение имеют планетарные механизмы. Практика их использования обширна благодаря тому, что они способны передавать значительные мощности и реализовывать большие передаточные числа. Однако потери на трение в таких механизмах бывают настолько существенными, что может стать сомнительным вопрос о целесообразности их использования. Основной причиной этих потерь является наличие в планетарных механизмах избыточных связей.

Избыточными связями в механизмах называют такие связи, устранение которых не увеличивает подвижности механизма, обеспечивая при этом их

адаптивность к изменяющимся нагрузкам.

Анализ показывает, что избыточные связи в многосателлитных планетарных механизмах возникают из-за ошибок при их проектировании. Проследим путь появления избыточных связей в четырехзвенном планетарном механизме, структурная схема которого приведена на рисунке 1. Этот механизм имеет в своем составе три подвижных звена ($n = 3$), из них – один сателлит – 2, а два других звена: входное – 1 и выходное – 3. Звенья механизма связаны пятью кинематическими парами, из которых три пары А, В, С – одноподвижные ($p_5 = 3$), а две пары D и E – двухподвижные ($p_4 = 2$).

Подвижность рассматриваемого механизма может быть определена по структурной формуле Чебышева П.Л.

$$W = 3n - 2p_5 - p_4. \quad (1)$$

В данном случае, когда в планетарном механизме используется один сателлит, подсчет подвижности по формуле (1) дает результат $W = 1$, т.е. механизм является вполне работоспособным и в нем отсутствуют избыточные связи.

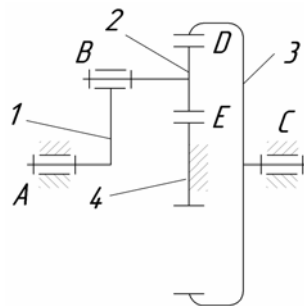


Рисунок 1 – Схема четырехзвенного планетарного механизма

Недостатком рассматриваемого планетарного механизма с одним сателлитом является то, что при движении сателлита, имеющего смещенную относительно оси вращения всего механизма массу, в механизме появляется дисбаланс сил, вызванный переменной по направлению инерционной силой сателлита. Для устранения этого дисбаланса механизм добавляют один или более сателлитов, которые компенсируют инерционные силы друг друга и уравнивают весь механизм. Однако такое дополнительное введение сателлитов чревато появлением избыточных связей.

Так если в механизм, схема которого показана на рисунке 1, добавить еще два сателлита (см. рисунок 2), то каждый из добавленных сателлитов 5 и 6 образует вращательную пару с водилом 1 и две зубчатые пары с двумя центральными колесами 3 и 4. Таким образом, присоединение одного дополнительного сателлита приводит к увеличению числа степеней свободы на три и числа условий связи на четыре, и, следовательно, к уменьшению подвижности механизма на единицу. Поэтому добавление двух сателлитов уменьшит подвижность рассматриваемого механизма на две единицы. В результате мы получаем планетарный механизм с подвижностью $W = -1$. Это можно прове-

речь по структурной формуле (1): рассматриваемый механизм в своем составе имеет пять подвижных звеньев ($n = 5$), которые связаны пятью парами пятого класса ($p_5 = 5$) и шестью парами четвертого класса ($p_4 = 6$), тогда

$$W = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 5 - 6 = -1.$$

У планетарного механизма с тремя сателлитами подвижность равная минус единице свидетельствует о его неработоспособности, неспособности к движению. Таким образом, добавление сателлитов превращает механизм в статически неопределимую систему, т.е. в механизм с избыточными связями.

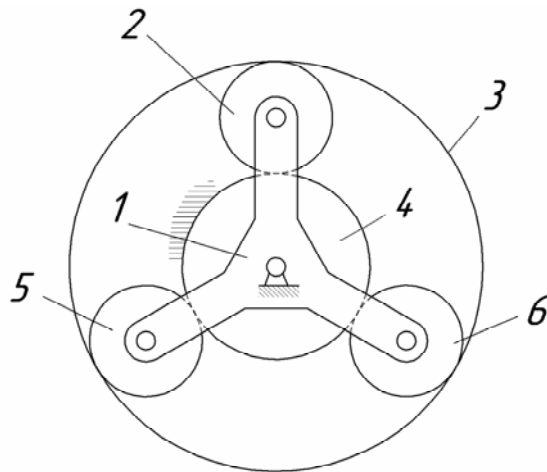


Рисунок 2 – Схема планетарного механизма с избыточными связями

Если механизм с избыточными связями насильно привести в движение, то это, во-первых, приведет к большим потерям на трение, а значит к низкому коэффициенту полезного действия, а во-вторых, к неизбежному износу звеньев в местах избыточных связей-контактов. В реальности это ведет к быстрому износу зубьев сателлитов, потери их контактов с центральными колесами и к передаче мощности лишь через один сателлит или к неравномерному распределению усилий между отдельными сателлитами.

Новое решение поставленной задачи было разработано авторами статьи совместно с профессором Л.Т. Дворниковым (в настоящее время имеется решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2007126434). Суть решения заключается в свободной установке дополнительных сателлитов планетарного механизма относительно водила через посредство шатунов, связанных шарнирами как с водилом, так и с этими сателлитами.

Например, чтобы в планетарном механизме, схема которого приведена на рисунке 2, перестали существовать избыточные связи, достаточно сателлиты 5 и 6 связать с водилом через шатуны 7 и 8 (см. рисунок 3). Отсутствие избыточных связей и работоспособность рассматриваемого планетарного механизма можно проверить по формуле (1). В механизме, схема которого показана на рисунке 3, число подвижных звеньев $n = 7$: колеса 2, 3, 5 и 6, шатуны 7, 8 и водило 1; число одноподвижных пар $p_5 = 7$: соединения с опорой колеса 3 и водила 1, соединения колеса 2 с водилом 1, соединения колес 5 и 6 с шату-

нами 7 и 8, соединения шатунов 7 и 8 с водилом 1; число двухподвижных пар $p_4 = 6$: контакты сателлитов 2, 5 и 6 соответственно с колесами 3 и 4. Следовательно, по формуле (1) имеем $W = 1$, что доказывает отсутствие избыточных связей и работоспособность представленного механизма.

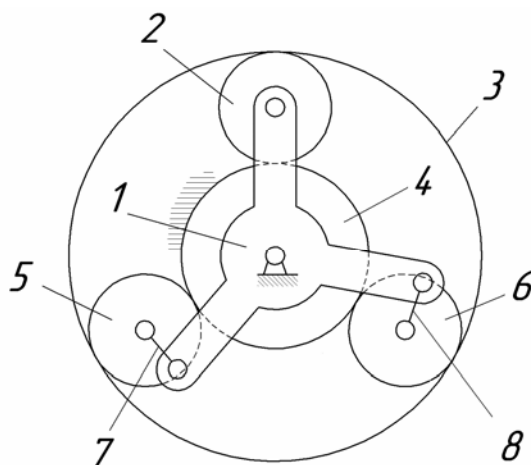


Рисунок 3 – Схема планетарного механизма без избыточных связей

С другой стороны, каждый дополнительный сателлит вместе с шатуном, как два подвижных звена в механизме с тремя общими условиями связи, обладают шестью степенями свободы. Две одноподвижные и две двухподвижные кинематические пары этих звеньев накладывают шесть условий связи. Следовательно, каждый дополнительный сателлит и шатун образуют кинематическую цепь с нулевой подвижностью. А так как в этой цепи невозможно выделить более простые цепи с нулевой подвижностью, то рассматриваемая группа звеньев образует двухзвенную группу Ассур с кинематическими парами четвертого и пятого класса. Известно, что при добавлении групп Ассур к механизму (а исходный механизм, показанный на рисунке 1, обладает подвижностью $W = 1$), подвижность его не изменяется.

Работает предложенный планетарный механизм следующим образом: при приведении в движение центрального подвижного колеса 3, за счет зацепления с ним приходят в движение все три сателлита. При этом сателлит 2, как основной, отталкивается от неподвижного колеса 4, приводит в движение водило 1, а два сателлита 5 и 6 свои части мощности передают на водило 1 через дополнительные шатуны 7 и 8, что позволяет этим сателлитам самоуставливаться относительно колес 3 и 4.

ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО СИНТЕЗА СТРУКТУР ПЛОСКИХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Степанов А.В., Дмитриев Ю.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Плоские рычажные механизмы, обладая широкими возможностями воспроизведения требуемых движений, высокой надежностью и долговечностью, а также простотой изготовления, находят широкое применение при создании различных видов механических устройств и систем.

Одним из ответственных этапов создания механизма является синтез его структуры. Синтез представляет собой процедуру анализа решений многовариантной задачи и выбора из них наиболее подходящего варианта. Многовариантность задачи синтеза обусловлена тем, что при одной и той же номенклатуре и числе звеньев той или иной сложности можно получить достаточно большое количество структур, отличающихся топологией или порядком соединения между собой звеньев, применяемых для использования в проектируемом механизме.

Попытки создания математического аппарата, позволяющего осуществлять целенаправленный синтез структур механизмов, были предприняты еще в семидесятых годах девятнадцатого века. Достаточно отметить работу П.Л. Чебышева “О параллелограммах”, в которой он первым привел структурную формулу механизма, названную впоследствии его именем.

$$3m - 2(n + v) = 1;$$

где: m – число подвижных звеньев механизма,

n – число подвижных шарниров,

v – число неподвижных шарниров.

1 – число степеней свободы или подвижность механизма.

Вопросами теории структуры механических систем занимались многие ученые, в том числе М. Грюблер, П.О.Сомов, Х.И. Гохман, Л.В. Ассур и другие. Особо можно отметить работу Л.В.Ассура “Исследование плоских стержневых механизмов с низшими парами с точки зрения их структуры и классификации”, в которой он сформулировал некоторые принципы и технологию синтеза структур механизмов. В соответствии с ними структуру любого плоского механизма можно получить путем присоединения группы нулевой подвижности (группы Ассура) к ведущему звену. Присоединяя вторую по счету группу нулевой подвижности к уже имеющейся структурной схеме можно получить более сложную структуру и т.д. Такая технология получения структурных схем механизмов названа методом наслоения структурных групп.

Принцип Л.В. Ассура с успехом применяется при исследовании механизмов, а также при их синтезе, однако при его использовании для синтеза

полного состава структурных схем механизмов необходимо решить первоначально задачу синтеза полного многообразия структурных групп нулевой подвижности, которая является, в свою очередь, более сложной задачей.

Попытки использования электронных вычислительных машин для автоматизации структурного синтеза механизмов были предприняты еще в семидесятых годах XIX столетия. Наиболее удачно это осуществлено Э.Е. Пейсахом и В.А. Нестеровым [4]. Предлагаемый ими метод получения полного состава структурных схем механизмов основывается на теории графов. Для ее успешного использования были введены некоторые новые понятия, такие как: “высота механизма”, “правильная нумерация вершин графа” и др., доказана теорема о единственности разложения одноподвижного механизма второго класса на группы Ассур второго класса и механизм первого класса. Алгоритм работы программы основан на реализации процедуры “перечисления неизоморфных графов”. Полученные на ЭВМ структуры графов преобразовывались затем в эквивалентные варианты структурных схем.

Разработчики метода не предложили алгоритм прямого конструирования структурных схем с помощью компьютера. Основная причина этого состоит в том, что получение математической модели, основанной на парадигме процедурно-ориентированного подхода, которая корректно отображала бы все шаги процесса синтеза в форме уравнений, неравенств, логических условий, и других зависимостей, описываемых в структурной теории механизмов в словесной форме, весьма проблематично.

Поиск математического аппарата, пригодного для решения задачи компьютерного поиска полного многообразия структурных схем плоских рычажных механизмов по заданным условиям, привел к разработке нового подхода, использующего универсальную структурную систему, опубликованную более десяти лет тому назад в [1], и объектно-ориентированную технологию прямого конструирования структурных схем плоских рычажных механизмов [2].

Универсальная структурная система представляется в виде трех уравнений, определяющих общее число кинематических пар, общее число подвижных звеньев и обобщенное уравнение подвижности механической системы в форме Добровольского В.В.

$$\left\{ \begin{array}{l} p = \sum_{k=1}^5 p_k \cdot h(k-m) = \tau + (\tau-1)n_{\tau-1} + \dots + i n_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W = (6-m)n - \sum_{k=1}^5 (k-m) p_k \cdot h(k-m). \end{array} \right.$$

В этой системе обозначены:

p – общее число кинематических пар, p_k – разных классов;

τ – число геометрических элементов кинематических пар наиболее сложного звена;

n – общее число звеньев;

n_i – число звеньев, добавляющих в кинематическую цепь i кинематических пар;

W – подвижность системы;
 m – число общих, наложенных на систему связей;
 k – класс применяемых кинематических пар;
 h – единичная функция вида:

$$h(k-m) = \begin{cases} 1, & m < k, \\ 0, & m \leq k. \end{cases}$$

Принципиальным отличием универсальной структурной системы от другого рода математических зависимостей, функционально связывающих параметры структурной схемы кинематической цепи, является объединение в ее составе уравнения, содержащего полную номенклатуру звеньев (n_1, n_2, \dots, n_i), необходимых для построения структурной схемы цепи. Получаемые целочисленные решения системы дают исследователю числа звеньев той или иной сложности, необходимых для реализации множества вариантов структурных схем для заданных исходных данных.

Скрупулезный анализ системы показывает, что это – необычная система, не приводимая к “классическому” виду. Структура самой системы непостоянна: количество одночленов, входящих в левые и правые части уравнений, и число неизвестных меняется от расчета к расчету. Число неизвестных, как правило, превышает число уравнений системы, а их значения могут быть только целыми числами. Для небольшого числа звеньев целочисленные решения можно получить вручную путем различного рода символьных преобразований. При увеличении числа звеньев символьные преобразования становятся громоздкими и не гарантируют получение результатов за разумный интервал времени. Для поиска целочисленных решений этой системы с использованием компьютерных средств была разработана поисковая процедура и компьютерная программа, позволяющая полностью автоматизировать этот процесс [3].

Использование универсальной структурной системы при решении задач синтеза структур механизмов, требует понимания того факта, что целочисленные решения этой системы дают номенклатуру и количества не реальных, а виртуальных звеньев. Точно так же, как и любой виртуальный объект, идентифицирующийся именем и назначением, звенья, входящие в уравнения системы, имеют имена: n_1, n_2, \dots, n_i и назначение, характеризующееся одним единственным параметром – количеством кинематических пар привносимых этими звеньями в кинематическую цепь. Реальные звенья, с точки зрения их графического изображения, они будут представлять лишь на этапе конструирования структурной схемы.

Механизм формирования реальных звеньев из виртуальных можно проиллюстрировать рисунком 1, на котором показаны три возможных случая развития фрагмента структурной схемы. Штриховыми линиями обозначены звенья уже имеющегося фрагмента, а сплошной линией добавляемое звено. Во всех трех случаях, изображенных на рисунке 1, к уже имеющемуся фрагменту кинематической цепи добавляется виртуальное звено n_1 , имеющее различную фактическую реализацию.

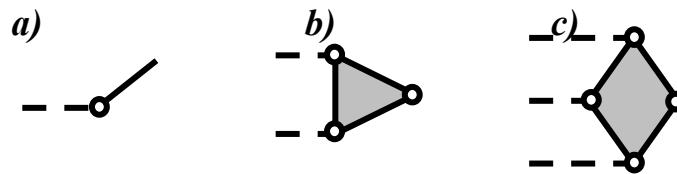


Рисунок 1 - Формирование реальных звеньев n_l

Понятие τ – угольника, введенное в работе [1] однозначно определяет первый из шагов формирования структурной схемы – построение самого сложного звена цепи (τ – угольника), поскольку это единственное виртуальное звено, сложность которого в точности соответствует сложности реального звена кинематической цепи.

Самое сложное звено структурной схемы (τ – угольник), построенное на некоторой виртуальной плоскости, представляет собой минимально возможный фрагмент кинематической цепи. Он имеет ограничивающие его стороны, заканчивающиеся свободными кинематическими парами. Если к свободным парам фрагмента присоединять различное количество звеньев различной сложности, соединенных между собой в различном порядке, то можно получать различные варианты структурных схем. Совершенно очевидно, что выполнение этих операций компьютерной программой должно быть жестко детерминировано.

Полное множество вариантов получаемых структурных схем можно разбить на два не равных по мощности подмножества: простые структурные схемы и схемы с изменяемыми замкнутыми контурами. Поскольку технология формирования простых структурных схем подобна технологии построения структурных схем с изменяемыми замкнутыми контурами, они могут формироваться однотипными программами. Структурную схему условно можно представить в виде двух взаимосвязанных частей: совокупности контуров и периферийной части. Лишь после того, как сформирована необходимая совокупность изменяемых замкнутых контуров, к полученному фрагменту добавляется периферийная часть.

Многообразие получаемых вариантов структурных схем обусловлено: различным количеством связанных между собой контуров, различной сложностью последних, различными вариантами реализации каждого из контуров, различным способом присоединения к полученному фрагменту оставшихся в наличии звеньев, сложнее поводка и, наконец, различными вариантами присоединения поводков к свободным кинематическим парам.

В заключение отметим отличительные черты или признаки алгоритмического и программного обеспечения автоматизированного синтеза структур плоских шарнирных механизмов.

1. Наличие генератора гарантированно полного многообразия вариантов, артефактов, ситуаций. Алгоритм работы генератора должен быть инвариантен по отношению к природе генерируемых вариантов: будь это варианты реализации контура заданной сложности, варианты размещения поводков

между свободными кинематическими парами и т.п. В качестве одного из алгоритмов работы генератора может быть использован алгоритм формирования некоторого отрезка натурального ряда чисел. Реализация алгоритма возможна путем программной организации обычного счетчика, к младшему разряду которого всякий раз при обращении добавляется единица. Это дает полную гарантию того, что ни один из вариантов не может быть в принципе пропущен.

Программный счетчик должен работать не в, привычной для нас, десятичной системе, а в смешанной системе счисления с переменным основанием. Добавление к счетчику соответствующих кодеров и декодеров решает вопрос независимости алгоритма его работы от природы генерируемых вариантов.

2. Объектно-ориентированная технология формирования структурной схемы, представляющая собой отточенную последовательность присоединения звеньев к усложняющемуся фрагменту структурной схемы и комплекс компьютерных процедур, поддерживающих эту технологию. Принципиальным отличием такой технологии является тот факт, что создаваемая система, в данном случае структурная схема механизма, должна быть представлена в виде совокупности объектов, каждый из которых имеет свой жизненный цикл, и формы взаимодействия с другими объектами в процессе построения системы. Разработанные алгоритмы и процедуры должны служить не столько для получения данных, на основе которых может быть в дальнейшем построена структурная схема, сколько для реализации самого процесса пошагового построения структурной схемы кинематической цепи.

3. Совокупность различного рода программных фильтров, позволяющих отбраковывать неприемлемые варианты на различных этапах формирования структурных схем.

Перечисленные выше положения были положены в основу разработки проекта компьютерного приложения, тестирование которого показало правильность идей и реальность решения задач о поиске полного многообразия структурных схем различных механических систем с использованием компьютерных средств.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. Учебное пособие. Новокузнецк, СибГГМА, 1994. – 102 с.
2. Степанов А.В. Компьютерный синтез структур механизмов. Плоские цепи с парами пятого класса. / А.В. Степанов, Л.Т. Дворников. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2007. – 164 с.
3. Дворников Л.Т., Степанов А.В. О компьютерном алгоритме решения задачи синтеза структур кинематических цепей // Материалы тринадцатой научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения. Новокузнецк, 2003, с.58-64
4. Пейсах Э.Е. Система проектирования плоских рычажных механизмов. / Э.Е. Пейсах, В.А. Нестеров. Под редакцией К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1988. – 232 с

СИНТЕЗ «ФЕРМ» БАРАНОВА С БАЗИСНЫМ ЧЕТЫРЕХПАРНЫМ ЗВЕНОМ

Серенко Е.К., Гудимова Л.Н.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В работе [1] профессором Г.Г.Барановым были опубликованы структуры, представляющие неизменяемые группы звеньев, которые он назвал «фермами». По предлагаемой в этой работе терминологии Г.Г. Баранов классифицирует «фермы» по классам и количеству поводков (линейных звеньев с двумя кинематическими парами). Обратимся к четырехповодковым «фермам» IV класса, их в [1] приведено тринадцать. Однако, используемая методика для синтеза «ферм» [1], по нашему мнению, не дает возможности получения всего многообразия таких структур.

Рассмотрим в данной работе возможность создания дополнительных «ферм», используя универсальную структурную систему [2], которую представим следующими тремя уравнениями

$$\begin{cases} p_5 = \tau + (\tau - 1) \cdot n_{\tau-1} + \dots + i \cdot n_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \\ W = 3n - 2p_5, \end{cases} \quad (1)$$

где τ – базисное звено (τ – угольник), p_5 – кинематические пары пятого класса, n – число звеньев цепи, n_i – число звеньев, добавляющих при присоединении к цепи по i кинематических пар, W – подвижность кинематической цепи.

Так как «фермы» IV класса состоят из девяти звеньев ($n = 9$) и имеют подвижность $W = 3$, то из третьего уравнения системы (1) получаем $p_5 = 12$.

Приступая к синтезу любых кинематических цепей, применяя универсальную структурную систему, необходимо определить сложность базисного звена

$$\tau_{max} = \frac{n + 1}{2}. \quad (2)$$

Максимальное значение τ по (2) при заданном числе звеньев n будет равно пяти и это позволяет утверждать, что при синтезе таких структур возможно применение базисного звена с $\tau = 5$, $\tau = 4$ и $\tau = 3$. В рассматриваемых четырехповодковых «фермах» самым сложным звеном является четырехпарное звено, т.е. $\tau = 4$ и таких структур в [1] приведено тринадцать. Продолжим рассмотрение задачи и решим систему уравнений (1) при $\tau = 4$

$$\begin{cases} 4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1 = 12, \\ 1 + n_3 + n_2 + n_1 + n_0 = 9. \end{cases} \quad (3)$$

Выразим из второго уравнения системы (3) число звеньев, добавляющих в цепь по одной кинематической паре

$$n_1 = 8 - n_3 - n_2 - n_0, \quad (4)$$

подставим (4) в первое уравнение системы (3), после преобразований получим $n_3 = 0$, $n_0 = 2n_3 + n_2 = n_2$, $n_1 = 8 - 2n_2$. Совместное решение этих уравнений дает несколько вариантов значений n_1 , n_2 , и n_0 , каждое из которых может быть использовано для синтеза рассматриваемых замкнутых кинематических цепей («ферм»). В данной работе рассмотрим решение при значениях $n_2 = 1$, $n_1 = 6$ и $n_0 = 1$.

В [2] было показано, что важным параметром любой кинематической цепи является число её ветвей

$$\gamma = \tau + (\tau - 2)n_{\tau-1} + \dots + (i - 1)n_i + \dots + n_2 = p_5 - (n - 1). \quad (5)$$

Подставив значение принятого τ – угольника, получим, что $\gamma = 4 + 2 \cdot n_3 = 4$. Если цепи содержат число звеньев n более двух, то возможно образование изменяемых замкнутых контуров α . Число ветвей и число замкнутых контуров связаны между собой соотношением

$$\gamma = \delta + \alpha, \quad (6)$$

где δ – число выходов цепи.

«Фермы» Баранова – это замкнутые кинематические цепи, следовательно, $\delta = 0$, тогда число изменяемых замкнутых контуров $\alpha = \gamma = 4$. Когда в цепи появляются несколько изменяемых замкнутых контуров, то необходимо учитывать различную возможную их сложность. Оставим пока без объяснения использование других вариантов сочетания четырех изменяемых замкнутых контуров, а рассмотрим следующие: $\alpha_4 + \alpha_4 + \alpha_4 + \alpha_5$; $\alpha_4 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6$; $\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_5 + \alpha_5$; $\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_5 + \alpha_6$.

Для того чтобы приступить непосредственно к созданию «ферм», определим число сторон цепи, не содержащей замкнутых контуров

$$\lambda = \tau + \tau \cdot n_{\tau-1} + (\tau - 1)n_{\tau-2} + \dots + (i + 1)n_i + \dots + 3n_2 + 2n_1 + n_0. \quad (7)$$

где n_0 – число звеньев, добавляющих в цепь одну сторону.

Подставив в уравнение (7) найденные ранее значения n_i , получим, что $\lambda = 4 + 4 \cdot n_3 + 3 \cdot n_2 + 2 \cdot n_1 + n_0 = 4 + 3 \cdot 1 + 2 \cdot 6 + 1 = 20$.

Так как рассматриваемые «фермы» содержат изменяемые замкнутые контуры, то суммарное число сторон увеличивается на число этих контуров

$$\lambda_c = \lambda + \alpha, \quad (8)$$

т.е. $\lambda_c = 20 + 4 = 24$.

Число внутренних сторон легко определяется через число и вид изменяемых замкнутых контуров

$$\lambda_g = \sum_4^{i \max} i \alpha_i. \quad (8)$$

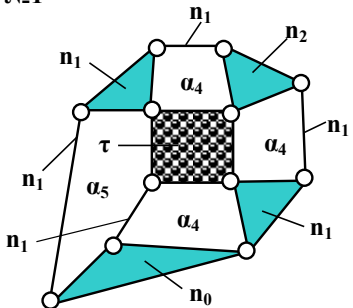
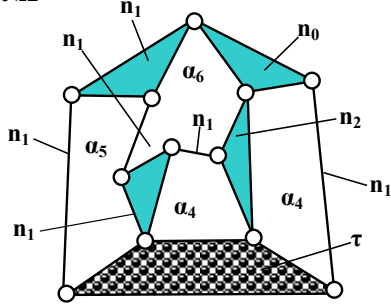
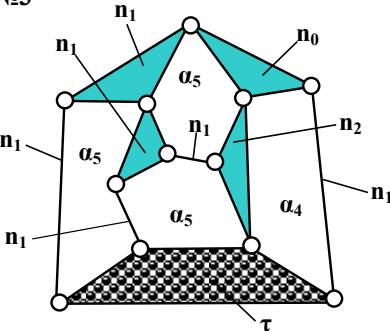
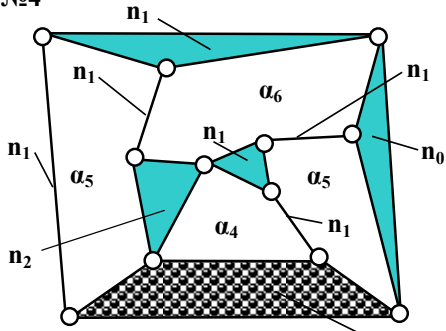
Рассмотрим первый вариант $\sum \alpha_i$, в котором замкнутые контуры $\alpha_4 + \alpha_4 + \alpha_4 + \alpha_5$, в этом случае по (8) $\lambda_g = 4 \cdot 3 + 5 \cdot 1 = 17$.

Очевидно, что в любых цепях с изменяемыми замкнутыми контурами часть сторон звеньев становятся внутренними λ_g , а остальные наружными λ_n и суммарное число сторон можно записать как

$$\lambda_c = \lambda_n + \lambda_g. \quad (9)$$

Тогда из (9) $\lambda_n = \lambda_c - \lambda_g = 24 - 17 = 7$. «Ферма» с полученными выше параметрами приведена в таблице 1 (№1).

Таблица – Четырехповодковые «фермы» IV класса

<p>№1</p> 	<p>№2</p> 
<p>№3</p> 	<p>№4</p> 

Перейдем ко второму варианту сочетаний замкнутых контуров $\alpha_4 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6$. В этом случае число внутренних сторон $\lambda_g = 4 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 1 = 19$, т.к. суммарное число сторон будет тем же, то $\lambda_n = 24 - 19 = 5$. Такая «ферма» представлена в таблице 1 под №2. Для «Фермы», содержащей контуры $\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_5 + \alpha_5$, $\lambda_g = 4 \cdot 1 + 5 \cdot 3 = 19$ и $\lambda_n = 5$ (таблица 1, №3).

И, наконец, в случае, когда «ферма» содержит изменяемые замкнутые контуры $\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_5 + \alpha_6$, $\lambda_g = 4 \cdot 1 + 5 \cdot 2 + 6 \cdot 1 = 20$, тогда $\lambda_n = 4$ (таблица 1, №4).

Таким образом, проведенное решение позволило получить дополнительно четыре новые «фермы», имеющие в своем составе те же звенья, которые использовал Г.Г. Баранов для синтеза четырехповодковых «ферм» IV класса.

Библиографический список

1. Баранов Г.Г. Классификация, строение, кинематика и кинетостатика плоских механизмов с парами первого рода. – Тр. Семинара по теории механизмов и машин. М.: 1952,2, вып. 46, с. 16...39.
2. Дворников Л.Т. Новые формализации в структуре механизмов. Известия ВУЗов «Машиностроение», №1, 1993,с.3-8.

УДК 622.533

К ВОПРОСУ О ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО ПОВОРОТНОГО РЕЗЦА ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА

Крестовоздвиженский П.Д.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При работе очистной комбайн совершает поступательное движение со скоростью v_n , обеспечиваемой механизмом подачи и сопротивляемостью резанию угля. Движение, совершаемое тангенциальным поворотным резцом (ТНР), представляет собой сложное движение, состоящее из поступательного движения комбайна и вращательного движения шнека с определенной угловой скоростью ω .

Граничными ситуациями движения шнека, являются ситуации:

1. скорость прямолинейного перемещения шнека $V_n = 0$, а угловая скорость $\omega = \text{const}$. В данной ситуации траектория движения резца будет представлять собой окружность, такая ситуация наблюдается при прекращении подачи комбайна, но вращающемся шнеке.
2. скорость прямолинейного перемещения шнека $V_n = \text{const}$, а угловая скорость $\omega = 0$ или крайне мала. При этой ситуации траектория движения резца будет представлять некоторую прямую (ситуация неактуальна ввиду отсутствия на практике).

На рисунке 1 показана схема разрушения угля одним резцом в пределах угла поворота 90° . Линия 1 показывает траекторию движения резца в случае граничной ситуации 1, линия 2 – есть траектория реального движения резца при повороте на 90° .

Таким образом, становится очевидным, что траектория движения любого резца на шнеке может быть описана системой уравнений

$$\begin{cases} X = X_0 + vt + r \cos \omega t, \\ Y = Y_0 + r \sin \omega t, \end{cases} \quad (1)$$

где X_0 и Y_0 – представляют собой начало системы координат в момент времени $t = 0$.

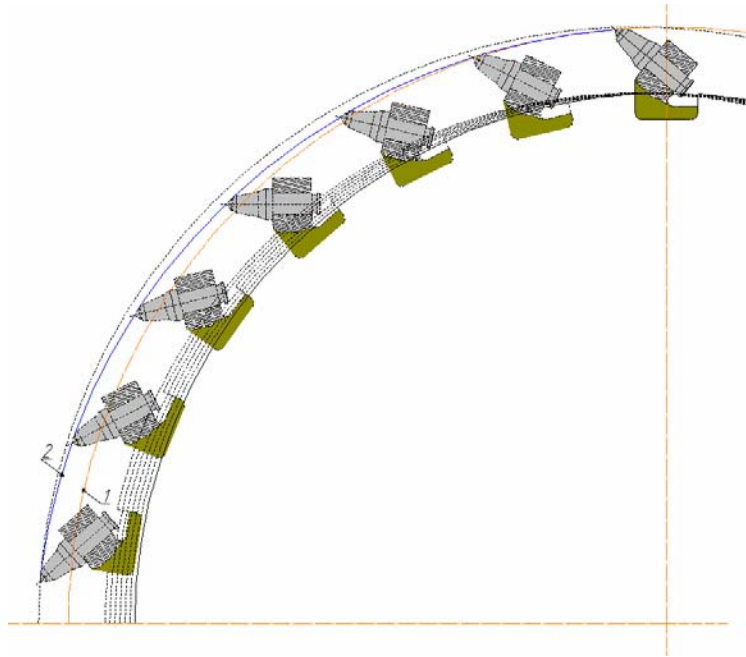


Рисунок 1 - Траектория резания резца

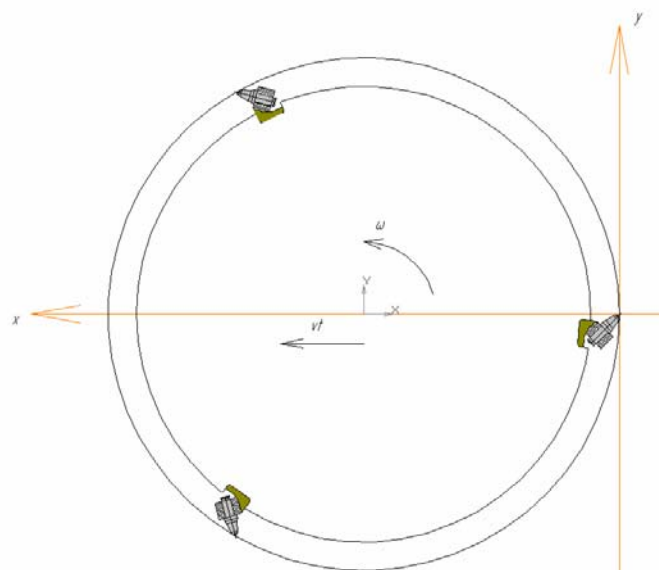


Рисунок 2 - Начало движения резца

Применительно к подвижной системе координат, исходная система уравнений (1) примет вид

$$\begin{cases} X = vt - r \cos \omega t + r, \\ Y = r \sin \omega t. \end{cases} \quad (2)$$

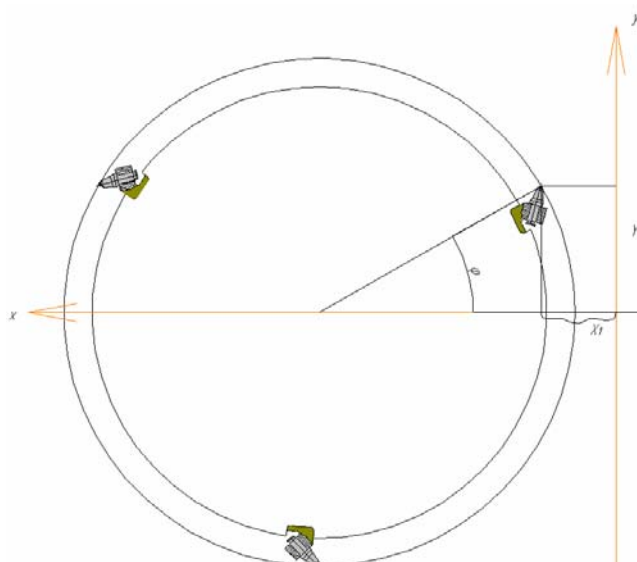


Рисунок 3 - Положение резца в момент времени t

При вращении шнека под действием усилия подачи ТПР внедряются в угольный массив и срезают стружку угля, толщина которой в любой момент времени принимается равной условной величине - h_{cp} (рисунок 4).

Известно, что усилие, возникающее на каждом отдельном резце, есть величина, прямо пропорциональная толщине стружки

$$P = Ah_{cp} \quad (3)$$

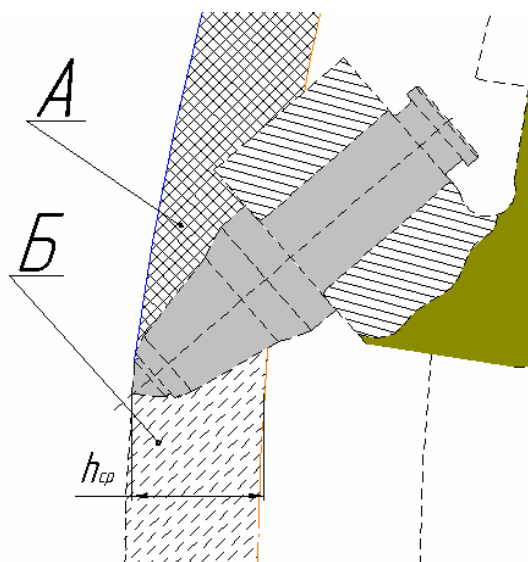


Рисунок 4 – Толщина стружки

Использование технических данных определенного комбайна (напр. К-500Ю: резец РШ 32-70/16, скорость подачи 6 м/с, частота вращения шнека 39 об/мин, радиус шнека 0,9м), применительно к системе уравнений (2), позволяет получить точные координаты вершины ТПР (Таблица 1) в любой момент времени и как следствие точное определение толщины стружки и усилия на резце.

Таблица 1

№	v, м/с	$\varphi, ^\circ$	n, об/сек	t, сек	r, м	cos(φ)	sin(φ)	X, м	Y, м
1	0,1	0	0,66	0,00	0,9	1,0000	0,0000	0,00	0,00
2	0,1	5	0,66	0,02	0,9	0,9962	0,0872	0,01	0,08
3	0,1	10	0,66	0,04	0,9	0,9848	0,1736	0,02	0,16
4	0,1	15	0,66	0,06	0,9	0,9659	0,2588	0,04	0,23
5	0,1	20	0,66	0,08	0,9	0,9397	0,3420	0,06	0,31

Ниже представлена расчетная траектория движения одного ТПР за полный оборот (рисунок 5), согласно исходных технических данных (приведены выше).

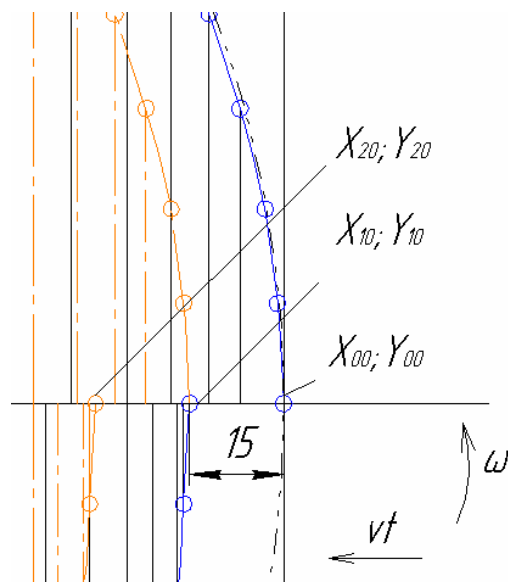


Рисунок 5 - Расчетная траектория движения вершины отдельного ТПР за полный оборот

УДК 681.3.621.01

АНАЛИЗ СТРУКТУР ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА

Гнездилов В.К.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Известно, что 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 при числе подвижных звеньев, равном 3. Четвертое звено в них неподвижное или стойка.

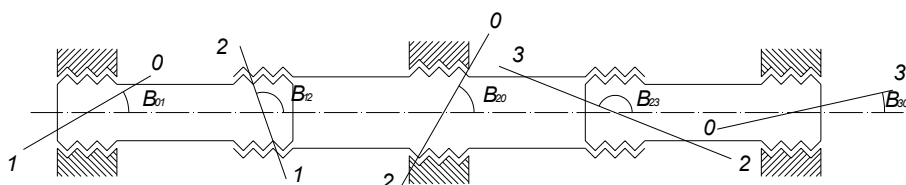


Рисунок 1. четырехзвенный винтовой механизм четвертого семейства

На рисунке 1 показан четырехзвенный пространственный механизм четвертого семейства со всеми винтовыми парами. Углы наклона резьб обозначены как β_{01} , β_{12} , β_{20} , β_{23} , β_{30} .

Взаимные перемещения звеньев винтового механизма показаны на плане перемещений (рисунок 2).

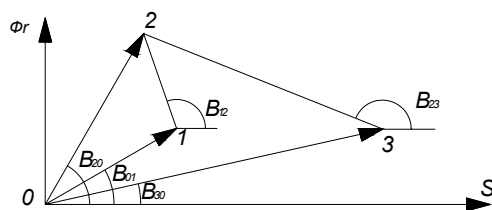


Рисунок 2. План перемещений винтового механизма

Рассматриваемый винтовой механизм можно преобразовывать, заменяя некоторые винтовые пары на поворотные, либо на поступательные. Если все винтовые КП в контуре будут заменены на поворотные или поступательные КП, то контур на схеме перемещений выродится в вертикальную или горизонтальную линии, то есть относительные осевые или угловые перемещения звеньев не могут быть получены. Из этого соображения следует:

1. 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.

2. В каждом из контуров плана 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 винтовых пары, то третья КП должна быть или поворотной, или поступательной.

В общем случае контур, с учетом соединения звено – стойка, может состоять более чем из трех звеньев, тогда обязательное чередование видов кинематических пар может быть другим. Рассмотрим контур III (0-1-2-3-0) он состоит из 4х звеньев. Для него должны выполняться условия:

- Из 1) в звене 1 КП 2-1 и 0-1 не могут совпадать, однако во 2ом звене КП 2-1 и 2-3 могут совпадать, т.е. быть поворотными или поступательными одновременно.

- так же условие 2) обеспечивает то, что любой контур должен иметь площадь отличную от 0, т.е. контур III (0-1-2-3-0) может состоять из 2х поворотных и 2х поступательных КП.

Так же можно сказать, что план перемещения является структурной схемой данного механизма.

Структурной схемой кинематической цепи называют схему, вершины

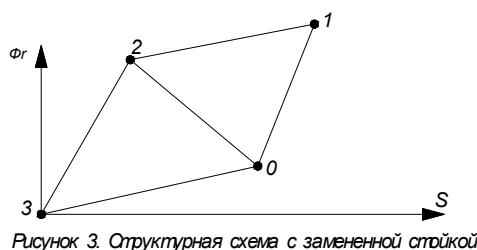
которой находятся в соответствии со звеньями кинематической цепи, причем две вершины смежны только тогда, когда соответствующие звенья кинематической цепи образуют КП.

Таким образом, можно считать точки 0, 1, 2 и 3 соответствующими звеньями, а линии соответствуют парам, с показанными углами наклона резьб.

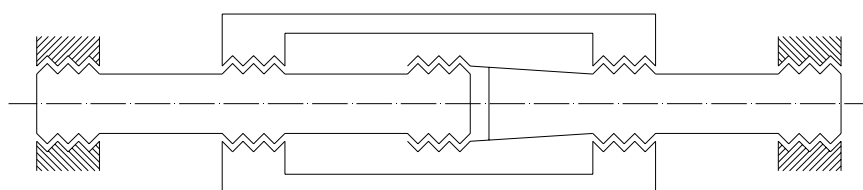
Можно составить структурные схемы для любых групп Ассур механизма четвертого семейства. Из групп Ассур, представленных в таком виде можно компоновать новые механизмы, учитывая углы наклонов резьб и смещения всех звеньев.

Если составить схему для готового механизма, можно приняв за стойку другое звено, изменить последовательность соединения звеньев в цепь, при той же структурной схеме.

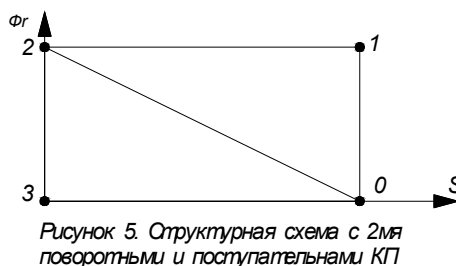
Например, звено (3) примем за стойку, а звено (1) на рисунке 2 вынесем из контура (0-2-3-0), тогда структурная схема преобразуется (рисунок 3)



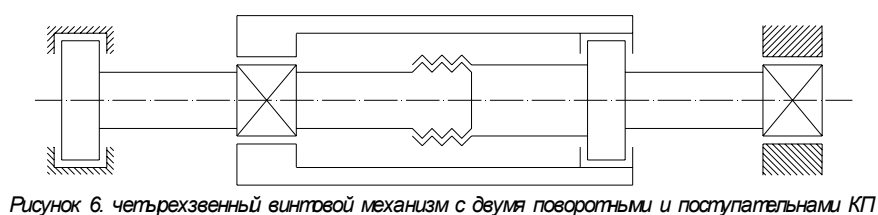
и механизм будет выглядеть таким образом:



В итоге поменялось количество выходов на стойку с трех на два. Так же можно заменить пары 0-2 и 3-1 на поворотные, а пары 0-3 и 2-1 на поступательные, тогда структурная схема преобразуется в прямоугольник с диагональю 2-3 (рисунок 5).



и тогда механизм преобразуется к следующему виду:



ОСОБЕННОСТИ КОНВЕРТИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ПЛОСКИХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ В СХЕМЫ ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ

Дмитриев В.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В [1] были предложены новые подходы к решению задач структурного синтеза зубчатых механизмов. В соответствии с ними, на последнем этапе формирования полного многообразия структур необходимо осуществить конвертирование структурных схем зубчатых механизмов, представленных в виде плоских стержневых систем с кинематическими парами четвертого и пятого классов, в общепринятые условные изображения зубчатых механизмов – их профильную проекцию.

В начале рассмотрим конвертирование отдельных элементов структурных схем – звеньев. Одно и тоже звено плоской стержневой системы может быть преобразовано в различные звенья зубчатых механизмов, отличающиеся, например, видом зубчатого зацепления (внутренним или внешним) либо количеством плоскостей, в которых расположены кинематические пары.

Обратимся к нескольким примерам. В схемах зубчатых механизмов в виде плоских стержневых систем могут содержаться поводки, имеющие две пары пятого класса (рисунок 1а) или по одной паре пятого и четвертого классов (рисунок 2а). Кинематические пары этих звеньев в профильной проекции могут располагаться как в двух плоскостях (рисунок 1б, 2б и 2в), так и в одной (рисунок 1в и 2г). А кинематическая пара четвертого класса может быть преобразована в зубчатое колесо с внешним (рисунок 2б и 2г) или внутренним (рисунок 2в) зацеплением.

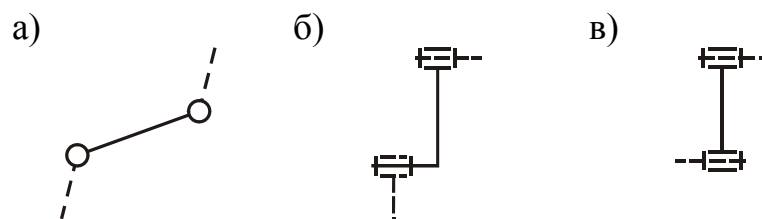


Рисунок 1 - Поводок с двумя парами пятого класса и варианты его конвертирования

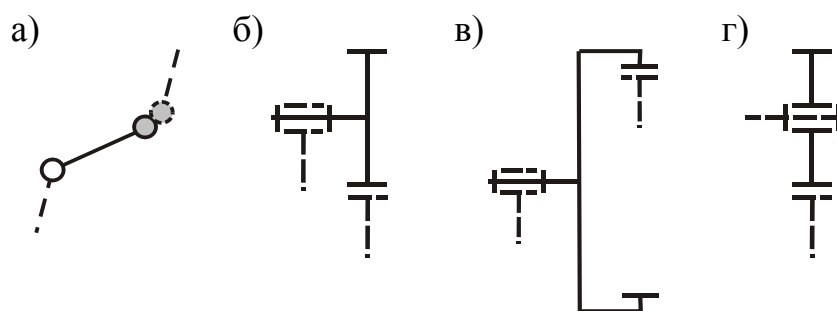


Рисунок 2 - Поводок, имеющий по одной паре пятого и четвертого классов, и варианты его конвертирования

Из особенности конвертирования отдельных звеньев следует, что одну и ту же структурную схему в виде плоской стрержневой системы можно преобразовать в различные схемы зубчатых механизмов. При большом числе звеньев механизма количество получающихся вариантов схем может быть достаточно велико. Но не все из них могут быть реализованы, так как из практических соображений на структуры зубчатых механизмов накладываются различные ограничения [2]. Приведем некоторые из них. Во-первых, колеса с внутренним зацеплением обычно используются только в качестве центральных колес. Во-вторых, планетарные передачи должны быть соосными. В-третьих, в зубчатых передачах могут устанавливаться несколько параллельно работающих промежуточных цепей, но так как они не оказывают никакого влияния на их кинематику, то, как правило, рассматривается только одна. В-четвертых, для обеспечения беспрепятственного размещения и вращения промежуточных цепей в некоторых случаях структуры зубчатых механизмов должны удовлетворять так называемым требованиям «условию соседства», «условию размещения валов» и «условию сборки».

Очевидно, что вопросы отличия получаемых структур друг от друга тесно связаны с классификацией зубчатых механизмов. Из всего многообразия классификационных признаков зубчатых механизмов для наших целей будем использовать следующие критерии, получая соответствующую классификацию [2, 3, 4, 5]:

1. в зависимости от характера движения звеньев выделяют
 - а) простые, обыкновенные (обычные) или рядовые,
 - б) планетарные,
 - в) дифференциальные;
2. в зависимости от взаимного расположения плоскостей, в которых происходит зацепление зубчатых колес, выделяют
 - а) плоские, которые в свою очередь подразделяются на
 - однорядные,
 - двухрядные,
 - трехрядные и т. д.,
 - б) пространственные;
3. в зависимости от размещения ведущего и ведомого валов выделяют

- а) прямоточные,
 - б) возвратные, которые можно дополнительно разделить на
 - левые и
 - правые;
4. в зависимости от вида зубчатого зацепления выделяют
- а) с внешним зацеплением,
 - б) с внутренним зацеплением,
 - в) со смешанным зацеплением.

Рассмотрим наиболее простые зубчатые механизмы – трехзвенные. Полное множество их структурных схем, представленных в виде плоских стержневых систем, приведено на рисунке 3. Оно содержит две схемы, которые могут быть конвертированы в четыре структурные схемы плоских однорядных зубчатых механизмов, показанных на рисунках 4 и 5. Приведенные изображения содержат схемы простых и планетарных зубчатых механизмов, отличающихся видом зубчатого зацепления.

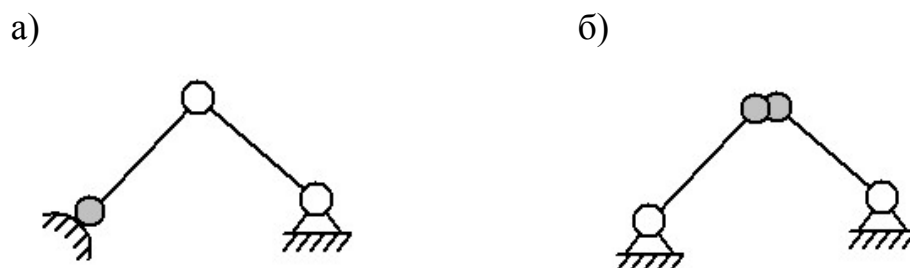


Рисунок 3 - Полное множество структурных схем трехзвенных зубчатых механизмов, представленных в виде плоских стержневых систем

Кроме схем плоских зубчатых механизмов возможно построение схем пространственных зубчатых механизмов. Например, из схемы, представленной на рисунке 3б, можно получить схемы пространственных механизмов с круглыми коническими зубчатыми колесами, приведенные на рисунке 6. Полученные схемы простых зубчатых механизмов можно найти в [2, рисунок 6 и 27], [4, рисунок 1] и др.

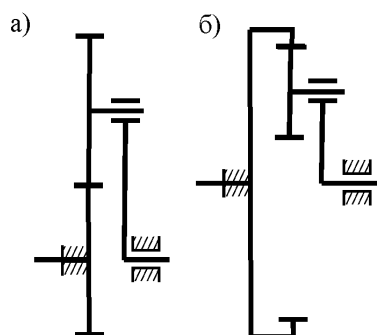


Рисунок 4 - Схемы трехзвенных зубчатых механизмов, полученные из схемы 3а: а – с внешним зацеплением, б – с внутренним зацеплением

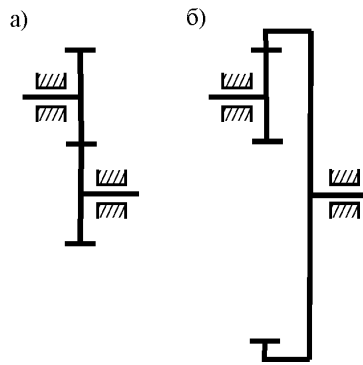


Рисунок 5 - Схемы трехзвенных зубчатых механизмов, полученные из схемы 3б: *а* – с внешним зацеплением, *б* – с внутренним зацеплением

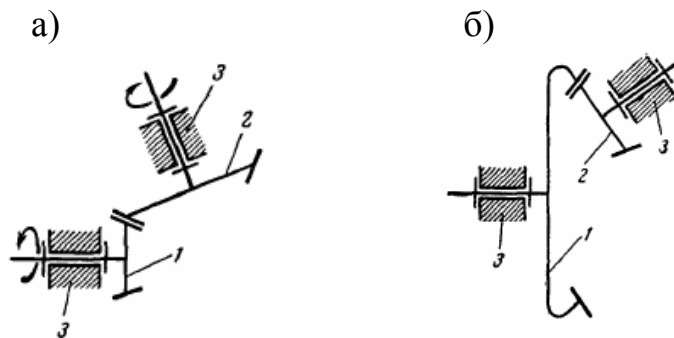


Рисунок 6 - Схемы трехзвенных пространственных зубчатых механизмов: *а* – с внешним зацеплением, *б* – с внутренним зацеплением

Обратимся к более сложному примеру – рассмотрим одну из структурных схем четырехзвенных зубчатых механизмов. Из структурной схемы плоской стрелневой системы, приведенной на рисунке 7, можно получить две схемы однорядных и четыре схемы двухрядных планетарных передач, приведенные соответственно на рисунках 8 и 9, отличающиеся друг от друга видом зубчатого зацепления каждой пары колес. В однорядных передачах зацепление всех зубчатых колес механизма происходит в одной плоскости, а сателлит представляет собой одно зубчатое колесо. В двухрядных передачах два жестко связанных зубчатых колеса, составляющих сателлит, входят в зацепление с другими звеньями механизма в двух плоскостях.

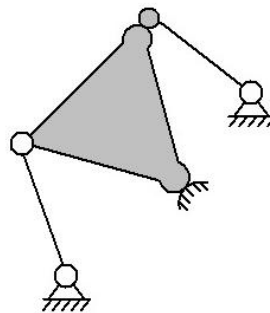


Рисунок 7 - Схема четырехзвенного зубчатого механизма в виде плоской стрелневой системы

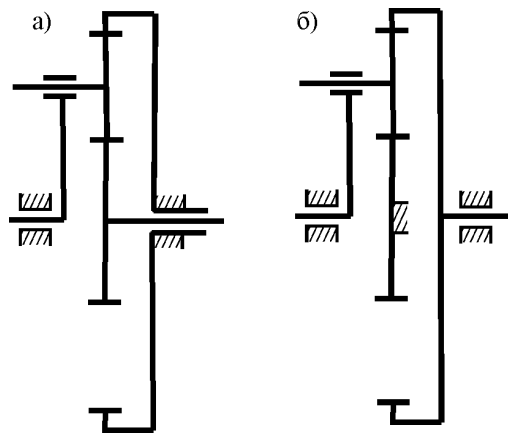


Рисунок 8 - Схемы однорядных планетарных передач со смешанным зацеплением

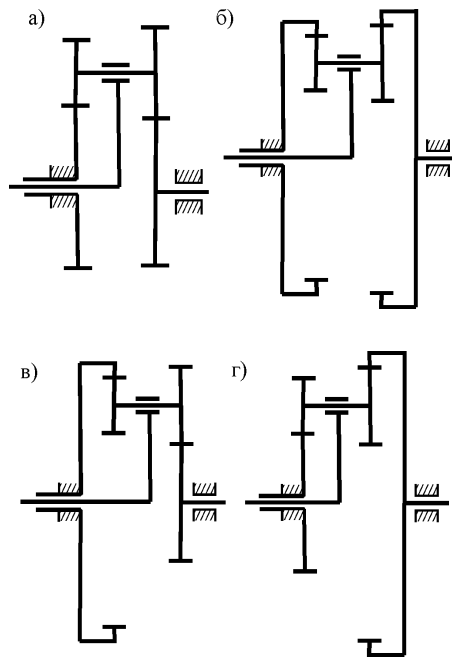


Рисунок 9 - Схемы двухрядных планетарных передач:
a – с внешним зацеплением, *б* – с внутренним зацеплением,
в и *г* – со смешанным зацеплением

На рисунках 8 и 9 приведены схемы прямоточных планетарных передач. В качестве примера, на рисунке 10 показаны возвратные варианты планетарной передачи, приведенной на рисунке 9в.

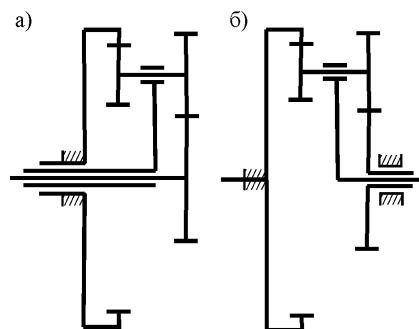


Рисунок 10 - Возвратные варианты планетарной передачи:
a – левая, *б* – правая

Полученные схемы четырехзвенных зубчатых механизмов приводятся как работоспособные в различных работах, в том числе [2, рисунки 6, 8 и 9], [6, рисунки 28, 74, 487] и др.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Новые подходы к решению задач структурного синтеза зубчатых механизмов // Материалы десятой научно-практической конференции по проблемам Машиностроения и горных машин. Под ред. проф. Дворникова Л.Т. – Новокузнецк, 2000. – 186 с. – С. 3-17.
2. Шац Я.Ю., Слоневский Р.В., Шох Е.С. Проектирование оптимальных соосных передач на ЭЦВМ. – М.: Машиностроение, 1965. – 248 с.: ил.
3. Семенов М.В. Теория одно- и двухступенчатых планетарных передач. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1966. – 164 с.: ил.
4. Крейнс М.А., Розовский М.С. Зубчатые механизмы. Математические основы выбора оптимальных схем. – М.: Изд. МГУ, 1965. – 334 с.: ил.
5. Зиновьев В.А. Курс теории механизмов и машин. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1972. – 384 с.
6. Руденко Н.Ф. Планетарные передачи. Теория, применение, расчет и проектирование. – М.: Машгиз, 1947. – 756 с.

УДК 621.01(07)

ПРИВОДЫ ДЛЯ НЕАССУРОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Попугаев М.Г.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В работе [1] предложен метод синтеза ассуровых трехзвенных механизмов. Ассуровыми называют механизмы, в которых ведущее звено или вращается относительно стойки, или движется относительно нее поступательно, такие ведущие звенья относятся к механизмам Ассура первого класса. Механизмы в целом по Ассуру создаются путем наложения на механизмы первого класса групп звеньев нулевой подвижности, называемых группами Ассура. Приводом (ведущей парой) в них является кинематическая пара пятого класса (p_5).

Однако помимо ассуровых механизмов, описанных в работе [1], существуют и неассуровые механизмы. Отличие их в том, что ведущей парой в них не может быть пара пятого класса. На рисунке 1 представлен неассуровый трехзвенный пространственный тестомесильный механизм [2], в котором в качестве привода использована пара p_4 , которая выполнена в виде гидроцилиндра.

Работает привод следующим образом. При подаче рабочего агента в поршневую, а затем и в штоковую полости гидроцилиндра 1 поршень со што-

ком 2 получит возвратно-поступательное движение и через жесткое соединение 4 штока с уголковым рычагом 3 передаст движение последнему (уголко-вому рычагу), который начинает перемещаться относительно оси цилиндрической кинематической пары 5. При этом уголко-вый рычаг вместе со штоком и поршнем 2 гидроцилиндра 1 получит дополнительное вращательное движение вокруг геометрической оси гидроцилиндра. От уголко-вого рычага 3 через цилиндрическую кинематическую пару 7 получит движение простран-ственное коромысло 6, а с ним и лапа тестомесителя 8.

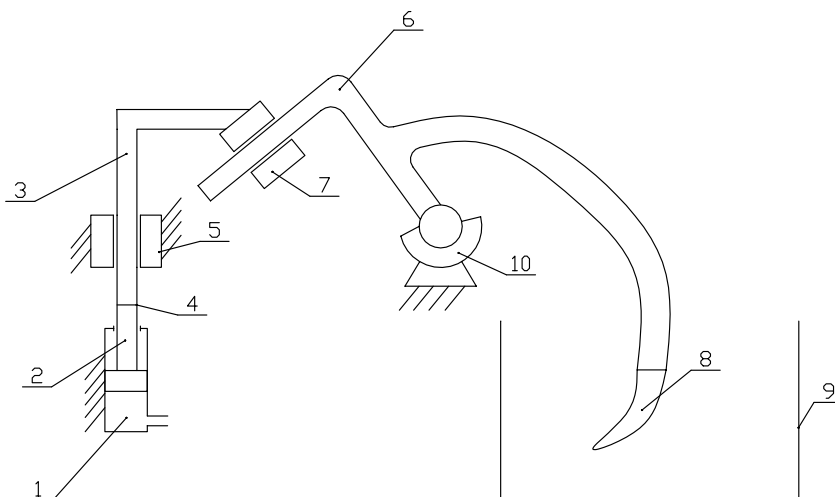


Рисунок 1 – Неассуровый трехзвенный пространственный тестомесильный механизм

Таким образом, в качестве привода используется пара четвертого класса (p_4), обеспечивающая движения ВП.

Очевидно, что в качестве приводов для неассуровых механизмов могут быть также использованы кинематические пары третьего (p_3) класса ВПВ, ВПП и второго (p_2) класса ВППВ, ВПВП и ВПВВ.

Пятиподвижный привод с использованием кинематической пары первого класса создать не представляется возможным.

Используя приведенные приводы, можно создавать неассуровы механизмы, в которых ведущей парой может быть двухподвижная, трехподвижная или четырехподвижная пара.

Библиографический список

1. Попугаев М.Г. Полный состав ассуровых трехзвенных механизмов четвертого и третьего семейств/ М.Г. Попугаев, П.С. Гредзен // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общей редакцией С.М. Кулакова; СибГИУ. – Новокузнецк, 2007. – Вып. 11. – Ч. III. Технические науки. – С. 230-233.
2. Патент РФ №2305406. Пространственный тестомесильный механизм / Дворников Л.Т. Попугаев М.Г.– Приоритет от 06.03.2006г.; опубл. 10.09.2007, Бюл. № 25.

О ВЛИЯНИИ ФОРМ ТЕЛ ГАЙКИ И ВИНТА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ПО ВИТКАМ

Заболкин К.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В резьбовых соединениях нагрузка распределяется по виткам резьбы неравномерно. Характер распределения зависит от многих факторов. Важными являются форма тел резьбовых деталей и схема их нагружения.

Винт и гайку можно изготовить постоянного (рисунок 1 а) либо переменного (рисунок 3 а) сечения по высоте (конус-гайка, вырез в винте).

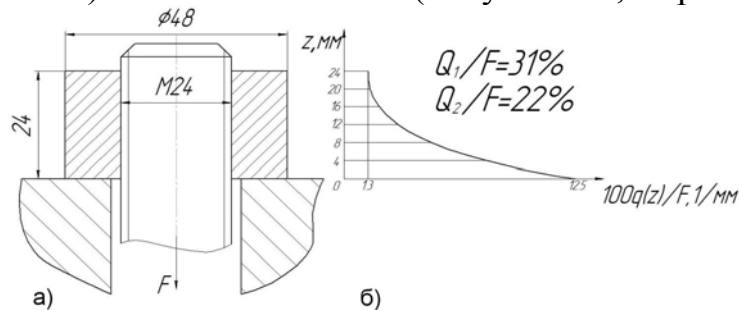


Рисунок 1 - Соединение болт-гайка

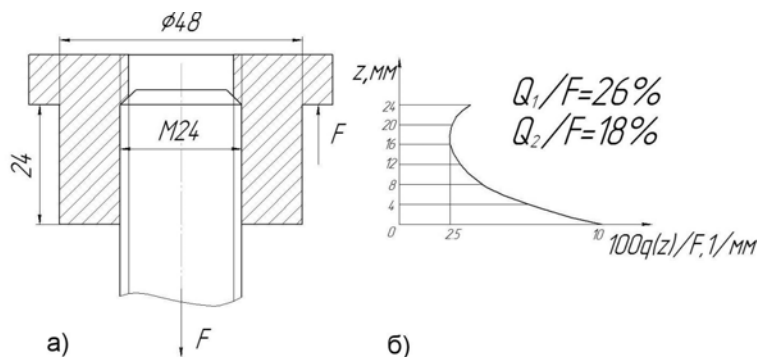


Рисунок 2 - Соединение стяжка

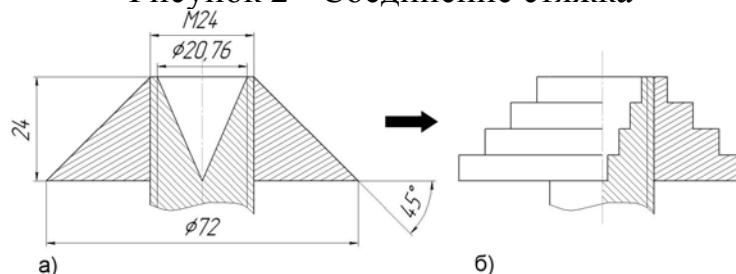


Рисунок 3 – Резьбовые детали переменного сечения, и их замена четырёхступенчатыми

По схеме нагружения различают два конструктивных вида резьбового соединения:

1. Соединение типа «болт-гайка», в котором винт подвергается дефор-

магии растяжения, а гайка деформации сжатия (рисунок 1а).

2. Соединение типа «стяжка», в котором и винт и гайка растянуты (рисунок 2а).

Исследовать распределение нагрузки по виткам резьбы деталей переменного сечения можно, используя решение Биргера для непрерывной схемы, либо пользуясь решением по дискретной схеме.

По непрерывной схеме распределённая по виткам нагрузка находится в виде функции от высоты $q(z)$. Детали переменного сечения приближённо заменяем четырёх ступенчатыми, с цилиндрическими формами на каждом из участков (рис.3 а, б).

При решении по дискретной схеме витки представляются в виде кольцевых выступов, и мы можем найти нагрузку на каждом полном витке $Q_1, Q_2..$

В расчётах для примера используем резьбу М24, с шагом $P=3\text{мм}$ и высотой гайки $H=24\text{мм}$.

Для соединения «болт-гайка» рассмотрим детали обычной формы и детали переменного сечения (гайку и вырез в винте в виде конуса, и перевёрнутого конуса). Для обыкновенных винта и гайки получим следующий график (рисунок 1б), и соответствующие ему значения нагрузки на витках: 31% на первом, 22% на втором, и всего 4% на последнем витке. Для «гайки – конуса», «гайки - перевёрнутого конуса» и винта с вырезом в виде конуса (рисунок 4 а, б, в) получаем практически те же значения. Для винта с прямым вырезом и вырезом в виде перевёрнутого конуса (рисунок 4 г, д) получаем чуть большие значения на первом витке: соответственно 34% и 37%. Для сочетаний конус – гайки и винта с вырезом значения нагрузки на 3 – 6% больше чем для обыкновенных винта и гайки.

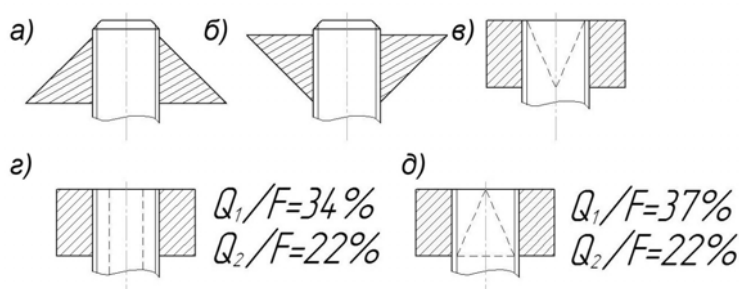


Рисунок 4 - Различные формы гаек и винтов с вырезом

Полученные результаты говорят о том, что для схемы нагружения типа «болт - гайка» распределение нагрузки по виткам нельзя улучшить варьированием формы деталей и стандартные конструкции гаек оказываются в данном случае оптимальными. Это легко объясняется тем, что детали деформируются в различных направлениях: гайка сжимается, а винт растягивается. Равномерное распределение возможно только в случае с жёсткими деталями, что не может быть реализовано в действительности, а утоньшения гайки и вырезы в винте только увеличивают податливость деталей, и могут повысить неравномерность распределения. Увеличение диаметра гайки (и тем самым повышение её жёсткости) тоже не даст результатов, т.к. жёсткость винта ос-

танется той же. В случае с обычным винтом и абсолютно жёсткой гайкой (податливость гайки равна нулю) распределение незначительно отличается от обычного: 29% на первом и 21% на втором витках.

В случае со «стяжкой» ситуация принципиально другая. Распределение изначально более равномерно из-за того, что и винт и гайка работают на растяжение. Определенная неравномерность в распределении нагрузки получается из-за того, что осевая деформация тел винта и гайки неодинакова по высоте соединения, что как раз в определённой мере можно исправить варьированием формы винта и гайки.

Для стяжки обыкновенной формы (рисунок 2 а, б): 25% нагрузки на первом витке, 18% на втором. Если взять более тонкую гайку, имеющую податливость равную податливости винта (рисунок 5 а), то распределение будет симметричным и более равномерным (рисунок 5 б): 19% на первом и 13% на втором витке. Для стяжки с сужающейся гайкой и вырезом в винте (рисунок 6) распределение более равномерное 14% максимальная нагрузка на виток. Нижнюю часть гайки и верхнюю часть винта за счёт варьирования размеров гайки и выреза в винте можно сделать более податливыми, что будет способствовать выравниванию распределения.

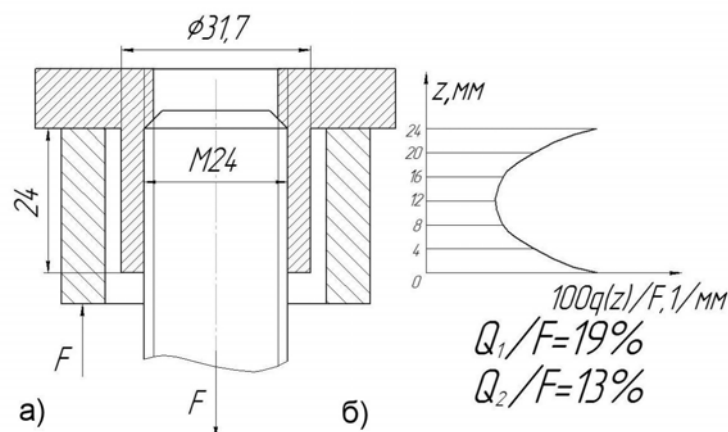


Рисунок 5 - Соединение стяжка с более тонкой гайкой

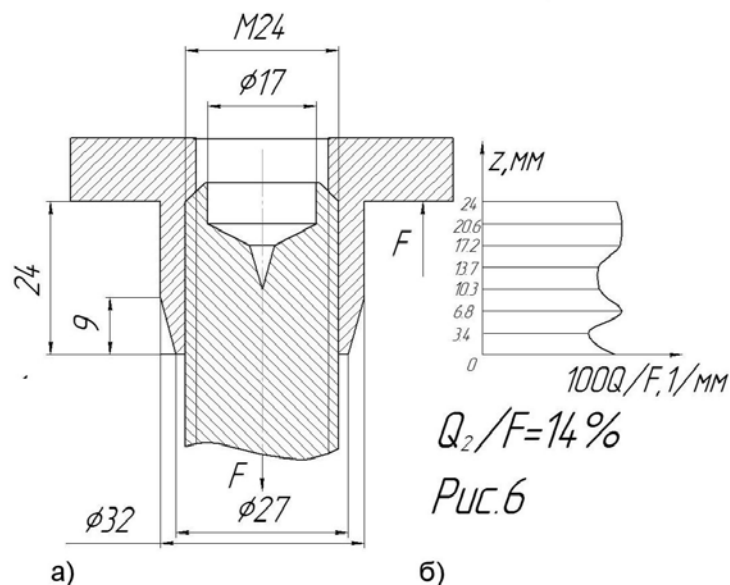


Рисунок 6 - Соединение стяжка с деталями переменного сечения

Теоретически выведенный по дискретной схеме профиль гайки (для винта постоянного сечения) представляет собой гиперболу (рисунок 7). Данный профиль нетехнологичен, но близкие к нему профили будут обеспечивать квазилинейное распределение нагрузки по виткам, что в свою очередь повысит прочность соединения, и позволит делать гайки большей высоты, в которых витки нагружены ещё меньше, чем в обычных соединениях.

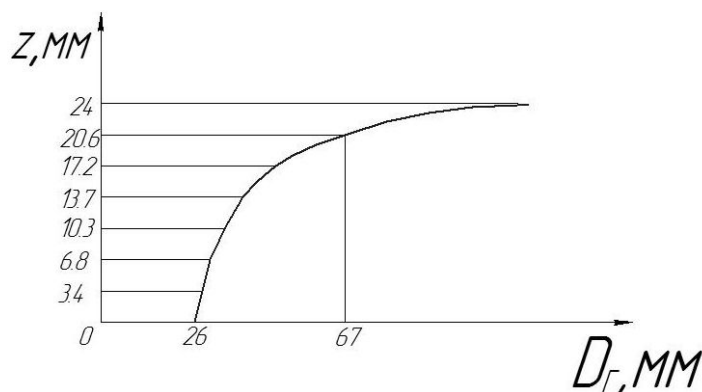


Рисунок 7 - Профиль гайки (для винта без выреза), обеспечивающий равномерное распределение нагрузки по виткам резьбы

Таким образом, в обычных неответственных соединениях рационально использовать стандартные гайки, т.к. они имеют простую и удобную конструкцию, а в ответственных соединениях целесообразно применять гайки специальной конструкции, работающие по схеме стяжка, это обеспечит большую прочность и надёжность соединения.

УДК 621.01

К ВОПРОСУ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ГЕНЕРАТОРА

Неволин Д. С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л. Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Так называемый импульсный генератор с шарнирно-рычажным захватывающим устройством [1], впервые был использован для бурения породы на поверхности Луны. Кинематическая схема этого механизма показана на рисунке 1. Он состоит из кривошипа 1, шатуна 2, коромысла 3, ползуна 4 и упругого элемента (пружины) 5. Механизм обладает двумя степенями свободы. В его конструкции используется специальное захватное устройство, которое может в определенных положениях механизма заклинивать или жестко соединять коромысло с ползуном и тем самым обеспечивает переменность его структуры.

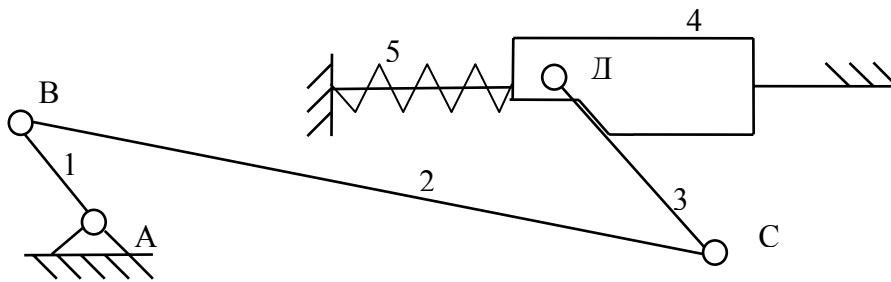


Рисунок 1

Вращательное движение кривошипа, преобразуется в поступательное движение ползуна-бойка, воспроизводящего удары по преграде, в частности по буровому инструменту. Работает механизм следующим образом. При задании движения кривошипу 1, в определенный момент происходит заклинивание коромысла 3 на ползун-боек 4. Когда коромысло заклинено, то проворачиваемость кривошипа возможна лишь при неизбежном сжатии пружины 5, при этом подвижность механизма изменяется - из шарнирного четырехзвенника он преобразуется в кривошипно-ползунный механизм и выполняет функции взвода рабочей пружины. После освобождения коромысла от жесткой связи с ползунком, подвижность механизма изменяется - из одноподвижного кривошипно-ползунного механизма он преобразуется в шарнирно-рычажный механизм с двумя степенями свободы.

Одним из серьезных недостатков описанного механизма является то, что при его работе в нем возникают так называемые избыточные связи. Известно, что число избыточных связей в механизмах q определяется формулой:

$$q = 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 + p_1 - (6n - W), \quad (1)$$

где p_i – число кинематических пар, соответственно p_5 – пятого, p_4 – четвертого, p_3 – третьего, p_2 – второго и p_1 – первого классов, n – число подвижных звеньев, W – подвижность механизма.

В рассматриваемом механизме - $n=4$, $p_5=5$, $p_4=p_3=p_2=p_1=0$ и число избыточных связей оказывается равным $q = 5p_5 - (6n - W) = 25 - (24 - 2) = 3$. Когда шатун и коромысло заклиниваются между собой, число звеньев и пар изменяется $n=3$, $p_5=4$, но число избыточных связей остается неизменно $q = 5 \cdot 4 - (18 - 1) = 20 - 17 = 3$. При таком числе избыточных связей, нельзя гарантировать надежность этого механизма.

Уменьшение числа избыточных связей может быть достигнуто заменой некоторых кинематических пар на пары других классов. Задача может быть решена, например, если одна из вращательных кинематических пар пятого класса p_5 будет выполнена в виде сферической кинематической пары третьего класса p_3 .

В этом случае, число избыточных связей, определяемых формулой (1) уменьшится до одной.

Анализ работы механизма показал, что технически эта задача решается, если парой p_3 соединить между собой коромысло 3 и ползун 4.

При пересмотре механизма принято следующее - вращательную кинематическую пара пятого класса между коромыслом и ползуном выполнить в виде сферической кинематической пары третьего класса, при этом целесообразно выполнить геометрический элемент пары на коромысле в виде охватываемой сферической поверхности, а геометрический элемент на ползуне - в виде охватывающей сферической поверхности.

Общий вид такого усовершенствованного механизма показан на рисунке 2.

Механизм состоит из кривошипа 1, шатуна 2, коромысла 3, поступательно движущегося звена - ползуна 4 и стойки 5, относительно которой работает механизм. Буквами обозначены: А – вращательная кинематическая пара между кривошипом и стойкой, В – вращательная кинематическая пара между кривошипом и шатуном, С – вращательная кинематическая пара между шатуном и коромыслом, Д – сферическая кинематическая пара между коромыслом и ползуном, причем геометрический элемент коромысла этой пары выполнен в виде охватываемой сферической поверхности, а геометрический элемент ползуна в виде охватывающей сферической поверхности, Е – поступательная кинематическая пара между ползуном и стойкой.

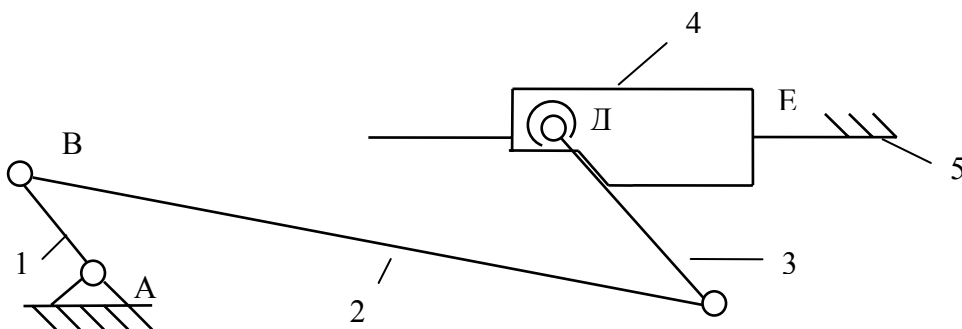


Рисунок 2

Число избыточных связей в этом варианте исполнения механизма уменьшается до единицы, что обеспечивает ему условия адаптации и изменяющимся условиям работ.

Библиографический список

1. Алимов О.Д., Манжосов В.К. Филипповский В.П. Механические импульсные генераторы с шарнирно – рычажным захватывающим устройством. Издательство «ИЛИМ Академии наук Киргизской ССР, г. Фрунзе, 1975 – 148 с.

ПРОСТЕЙШИЕ ПЛОСКИЕ ГРУППЫ АССУРА С КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМИ P_4 И P_5

Овчинников М.Е.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Любой механизм может быть синтезирован путем последовательного присоединения к ведущему звену групп звеньев, обладающих нулевой степенью подвижности, называемых группами Ассура.

Обратимся к задаче нахождения таких плоских групп при условии использования в них кинематических пар четвертого (p_4) и пятого (p_5) классов.

Для решения этой задачи воспользуемся методом, изложенным в работе [1]. Этот метод основывается на использовании понятия τ -угольника, как наиболее сложного звена кинематической цепи, принимаемого за базисное и входящего в τ кинематических пар с другими звеньями. Какой бы сложной ни была кинематическая цепь, она полностью опишется универсальной структурной системой вида

$$\begin{cases} \sum p_k = \tau + (\tau - 1) \cdot n_{\tau-1} + \dots + i \cdot n_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \\ W = (6 - m)n - \sum_{k=5}^{k-m=1} (k - m)p_k. \end{cases} \quad (1)$$

Основными независимыми параметрами универсальной структурной системы являются τ - самое сложное по числу пар звено, n и p - общее количество подвижных звеньев и кинематических пар, m - число общих условий связи, накладываемых на кинематическую цепь, k - класс кинематических пар, W - степень подвижности кинематической цепи.

Зададимся следующими основными параметрами: τ может принимать значения 2, 3, 4 и т.д. ($\tau = 0$ не имеет смысла, так как в цепи не было бы кинематических пар; $\tau = 1$ наиболее сложное звено цепи – «одноугольник», и создать группу нулевой подвижности при $\tau=1$ невозможно); цепи будем рассматривать замкнутые, в которых $n_0=0$; $m = 3$, так как рассматриваются плоские кинематические цепи; $k = 4$ и 5 , то есть присутствуют в цепи пары четвертого и пятого классов; $W = 0$, то есть синтезируются группы нулевой подвижности, группы Ассура. Все названные параметры остаются неизменными кроме τ .

Запишем универсальную структурную систему для обозначенных условий

$$\begin{cases} p_4 + p_5 = \tau + (\tau - 1) \cdot n_{\tau-1} + \dots + i \cdot n_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ 3n - 2p_5 - p_4 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

При условии, когда $\tau=2$ получим

$$\begin{cases} p_5 = 2n - 1, \\ n_1 = n - 1, \\ p_4 = 3n - 2p_5. \end{cases}$$

Из этой системы, при условии, что в цепях обязательно присутствуют как пары p_4 так и p_5 , находим единственное решение $n=1$, $p_4=1$, $p_5=1$, $n_1=0$, которое реализуется цепью, показанной на рисунке 1.

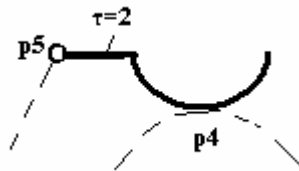


Рисунок 1 - Однозвенная плоская группа Ассура с парами p_4 и p_5

Перейдем к кинематическим цепям с $\tau = 3$. Подставим это значение τ в систему (2) и задаваясь числом звеньев $n=2$ и $n=3$, найдем следующие решения:

1. $n=2$, $n_2=0$, $n_1=1$, $p_4=2$, $p_5=2$, (а)
2. $n=2$, $n_2=1$, $n_1=0$, $p_4=4$, $p_5=1$, (б)
3. $n=3$, $n_2=0$, $n_1=2$, $p_4=1$, $p_5=4$, (в)
4. $n=3$, $n_2=1$, $n_1=1$, $p_4=3$, $p_5=3$, (г)
5. $n=3$, $n_2=2$, $n_1=0$, $p_4=5$, $p_5=2$. (д)

На рисунке 2 показаны все 5 кинематических цепей, соответствующие найденным решениям.

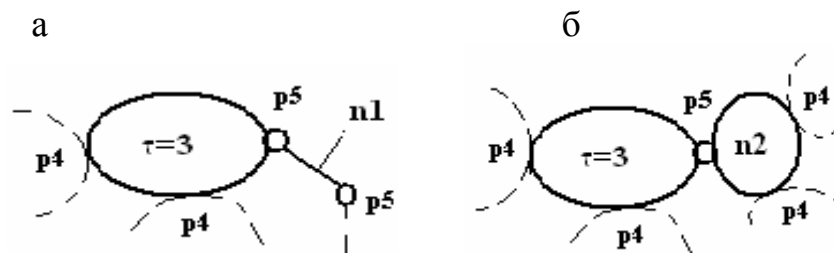


Рисунок 2 - Двухзвенные и трехзвенные плоские группы Ассура с парами p_4 и p_5

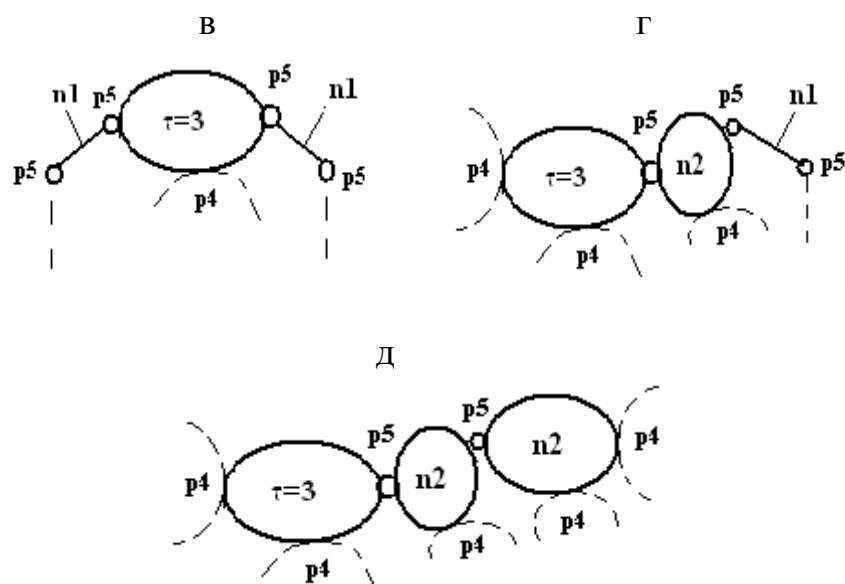


Рисунок 2 (продолжение) - Двухзвенные и трехзвенные плоские группы Ассур с парами p_4 и p_5

Аналогично по системе (2) могут быть найдены кинематические цепи с числом звеньев более 3.

Все приведенные группы могут быть использованы в реальных механизмах. Так, с помощью группы, приведенной на рисунке 1, образовывается кулачковый механизм, показанный на рисунке 3.



Рисунок 3 - Кулачковый механизм с плоской однозвенной группой Ассур.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов / Л.Т. Дворников – Новокузнецк, 1994 – 101с.

УДК 62-231.3

СВЯЗЬ МЕЖДУ ЧИСЛАМИ ЗАМКНУТЫХ ИЗМЕНЯЕМЫХ КОНТУРОВ, СВОБОДНЫХ ВЫХОДОВ И ЗВЕНЬЕВ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Беляева А.К.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

[1] При синтезе структур кинематических цепей нельзя обойтись без анализа следующих важных параметров α - числа замкнутых изменяемых кон-

туров, γ - числа ветвей цепи, δ - числа свободных выходов. Количество ветвей определяется количеством свободных кинематических пар в цепях открытого типа. Число свободных пар, которыми цепь соединяется с другими звеньями, может быть найдено как разность между общим количеством пар цепи и числом реализованных пар, а так как число реализованных пар определяется числом звеньев, присоединенных к базисному звену, то очевидна зависимость

$$\gamma = p_5 - (n - 1). \quad (1)$$

Параметр- γ определяется заданной сложностью базисного звена и числами менее сложных звеньев. Изменяемость контура определяется наличием относительного движения звеньев, составляющих его. Введение одного замкнутого изменяемого контура уменьшает число свободных выходов на единицу. Что подтверждается формулой

$$\gamma = \delta + \alpha. \quad (2)$$

Рассмотрим группы с нулевой подвижностью ($W=0$) и с кинематическими парами V класса (p_5). Из известной формулы подвижности П.Л. Чебышева выражаем число кинематических пар через число звеньев.

$$W = 3n - 2p_5 \text{ откуда } p_5 = 3n/2. \quad (3)$$

Найдем зависимость между числом звеньев и максимальным количеством замкнутых изменяемых контуров. Количество замкнутых изменяемых контуров будет тогда максимальным, когда число свободных выходов минимально, т.е. $\delta_{min}=2$. С учетом вышеизложенного, приравняв формулы (1) и (2) получим

$$\delta + \alpha = p_5 - (n - 1) \text{ откуда } 2 + \alpha_{max} = 3n/2 - n + 1 \text{ или } \alpha_{max} = n/2 - 1. \quad (4)$$

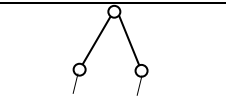
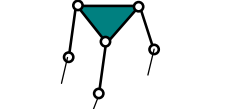
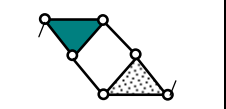
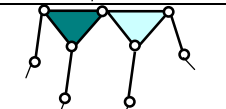
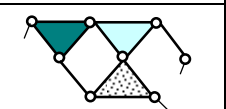
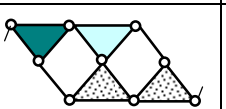
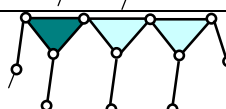
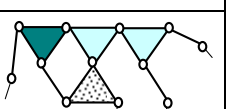
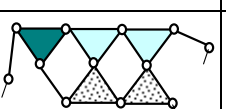
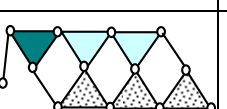
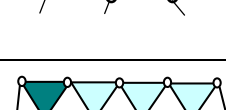

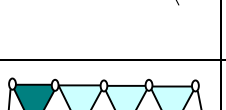
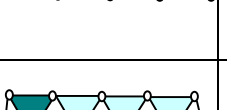
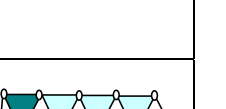
Следовательно, чтобы узнать максимальное количество замкнутых изменяемых контуров, достаточно задать число звеньев кинематической цепи.

С другой стороны, очевидной становится зависимость между максимальным числом свободных выходов δ_{max} (параметр- γ) и числом звеньев n . В этом случае рассматривается группа нулевой подвижности открытого типа (нормальная), в которой замкнутых изменяемых контуров не содержится, $\alpha_{min}=0$. На этом основании можно получить

$$\delta_{max} = n/2 + 1. \quad (5)$$

Таким образом, для плоских групп нулевой подвижности с кинематическими парами пятого класса можно определять максимальные значения количества замкнутых изменяемых контуров и числа свободных выходов, исходя лишь из заданного числа звеньев цепи. В таблице 1 показаны виды групп Ассура, полученные по приведенным формулам, при условии, что наиболее сложное звено цепи – треугольное и число звеньев цепи изменяется от 2 до 10.

Таблица 1

Количество звеньев, n	Возможное количество замкнутых изменяемых контуров (возможное количество свободных выходов)				
	0	1	2	3	4
2		-	-	-	-
4			-	-	-
6				-	-
8					-
10					

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Начала структуры механизмов. Учеб. пособие. Новокузнецк, 1994.- 102с.

УДК 621.01

ТРИПЛЕКС-БОЕК ДЛЯ УДАРНЫХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сараханова Е.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Бойки ударных систем технологического назначения, имеющие форму тел вращения какой-либо плоской кривой, оказываются весьма сложными телами с точки зрения изготовления и встраивания в реальную конструкцию машины, т.к. не содержат поршневой ступени, способной обеспечить необходимый запас продольной устойчивости. С учетом этого обстоятельства был предпринят поиск форм ударников, которые бы обладали преимуществами бойков в виде тел вращения и могли быть установлены в конструкции совре-

менных ударных систем.

На рисунке 1 показана возможная практическая реализация такого рода бойков. Предлагаемый ударник имеет цилиндрическую поршневую часть и цилиндрическую ударную часть, переход между которыми может быть выполнен в виде конуса. В основном материале бойка 1 выполнена внутренняя полость 2, заполненная материалом с удельным весом, отличным от удельного веса основного материала бойка. Во внутренней полости 2 располагается металлический сердечник 3. При этом форма сердечника такова, что по приведенному удельному весу ударник будет идентичен бойку как телу вращения заданной формы по генерируемому ими импульсу.

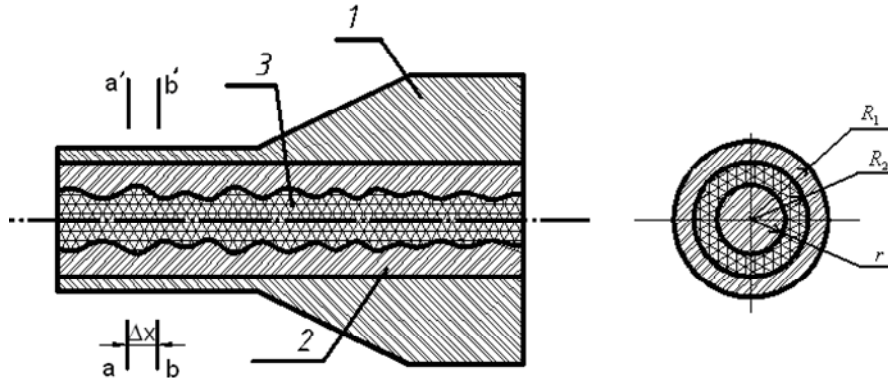


Рисунок 1 – Триплекс-боек

Покажем условие идентичности бойков.

В поперечном сечении любого вырезанного элементарного слоя a-a', b'-b толщиной Δx имеется кольцо, образованное основным материалом бойка, и кольцо, образованное материалом внутренней полости бойка, а также образованный сердечником круг переменного радиуса.

Площадь кольца, образованного основным материалом бойка

$$S_1 = \pi(R_1^2 - R_2^2), \quad (1)$$

где R_1 – внешний радиус кольца, образованного основным материалом;

R_2 – внутренний радиус кольца, образованного основным материалом, или наружный радиус кольца внутренней полости бойка.

Объем слоя основного материала

$$V_1 = S_1 \cdot \Delta x. \quad (2)$$

Вес слоя основного материала

$$P_1 = V_1 \cdot \gamma_1, \quad (3)$$

где γ_1 – удельный вес основного материала бойка.

Площадь кольца, образованного материалом внутренней полости бойка

$$S_2 = \pi(R_2^2 - r^2), \quad (4)$$

где r – радиус круга сердечника.

Объем слоя материала внутренней полости бойка

$$V_2 = S_2 \cdot \Delta x. \quad (5)$$

Вес слоя материала внутренней полости бойка

$$P_2 = V_2 \cdot \gamma_2, \quad (6)$$

где γ_2 – удельный вес материала внутренней полости бойка.

Площадь круга, образованного внутренним сердечником бойка

$$S_3 = \pi \cdot r^2. \quad (7)$$

Объем слоя материала внутреннего сердечника бойка

$$V_3 = S_3 \cdot \Delta x. \quad (8)$$

Вес слоя материала внутреннего сердечника бойка

$$P_3 = V_3 \cdot \gamma_1. \quad (9)$$

Обратимся теперь к приведенному бойку, представляющему собой тело вращения, образующей боковой поверхности которого является какая-либо плоская кривая, описываемая формулой вида

$$\rho = \rho(x). \quad (10)$$

Площадь поперечного сечения такого бойка

$$S = \pi \rho^2. \quad (11)$$

Объем выделенного элементарного слоя

$$V = S \cdot \Delta x. \quad (12)$$

Вес выделенного элементарного слоя

$$P = V \cdot \gamma_3, \quad (13)$$

где γ_3 – удельный вес материала приведенного бойка.

С учетом того, что $\gamma_3 = \gamma_1$, между приведенным бойком и так называемым триплекс-бойком очевидной является связь в виде

$$P = P_1 + P_2 + P_3. \quad (14)$$

Откуда

$$\pi(\rho^2 \cdot \gamma_1 + (R_2^2 - R_1^2) \cdot \gamma_1 - R_2^2 \cdot \gamma_2) = \pi \cdot r^2(\gamma_1 - \gamma_2) \quad (15)$$

Из формулы (15), полагая известной форму основной части бойка 1, то есть R_1 и R_2 , можно найти радиус круга сердечника бойка, который определится формулой

$$r(x) = \sqrt{\frac{(\rho^2 \cdot \gamma_1 + (R_2^2 - R_1^2) \cdot \gamma_1 - R_2^2 \cdot \gamma_2)}{\gamma_1 - \gamma_2}}. \quad (16)$$

В результате удара таким бойком по волноводу, боек генерирует волновой импульс, эквивалентный импульсу, генерируемому приведенным бойком в виде тела вращения.

Пример возможной практической реализации триплекс-бойка представлен на рисунке 2. Основной материал бойка и материал сердечника – сталь с удельным весом $\gamma_1 = 7850 \text{ кг/м}^3$, а материал для заполнения полости – алюминий с удельным весом $\gamma_2 = 2700 \text{ кг/м}^3$. В качестве приведенного бойка был выбран полукатеноид вращения, образующая боковой поверхности

которого описывается формулой

$$\rho = 16 \cdot ch \frac{x}{16}. \quad (17)$$

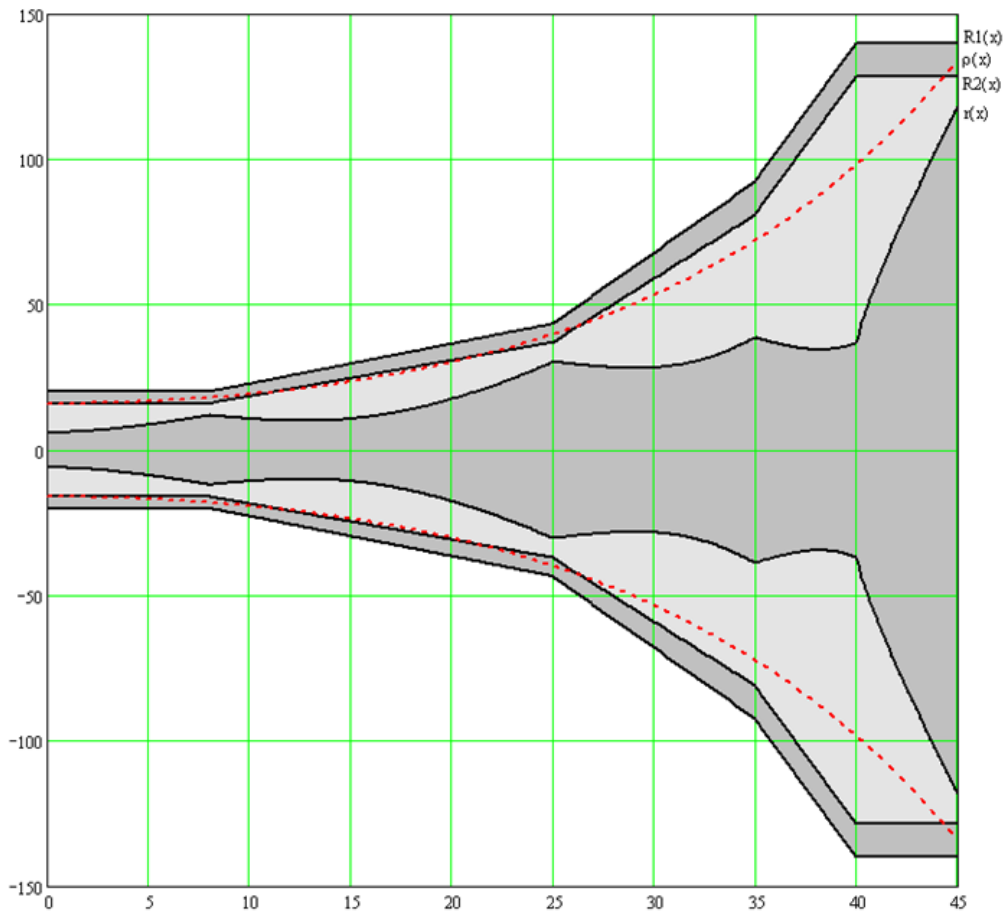


Рисунок 2 – Пример триплекс-бойка

Применение в практике горного дела и машиностроения триплекс-бойков позволит упростить изготовление и встраивание деталей ударных узлов в конструкцию реальной ударной системы, сохраняя при этом возможность генерирования в волноводах оптимальных по форме ударных импульсов.

УДК 621.01

ПЛАН УСКОРЕНИЙ ДЕСЯТИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА С ТРЕМЯ ПОДВИЖНЫМИ ПРИВОДАМИ

Желтухин Д. В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В работе [1] нами было показано построение плана скоростей для десятизвенного механизма с тремя подвижными приводами, приведённого на ри-

сунке 1. Разовьём это исследование до нахождения ускорений всех точек механизма.

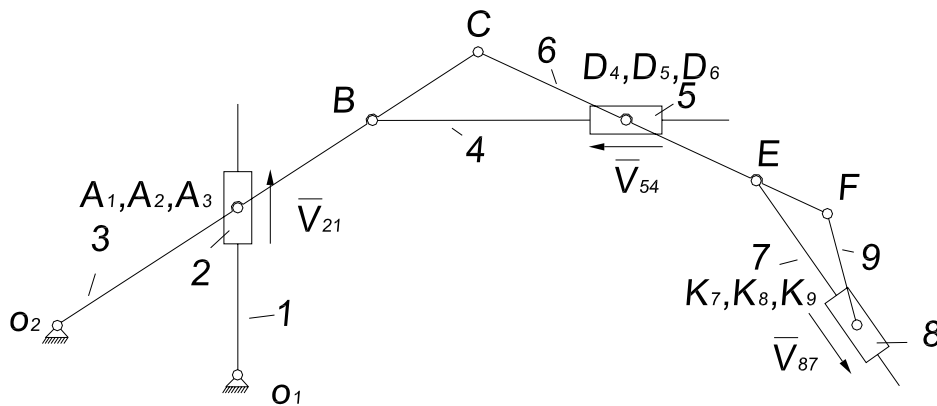


Рисунок 1 - Десятизвенный механизм с тремя подвижными приводами

Уравнения ускорений всех характерных точек механизма можно записать в виде:

$$\begin{cases} \vec{a}_{A_3} = \vec{a}_{A_2} = \vec{a}_{A_1} + \vec{a}_{A_2 A_1}^k + \vec{a}_{A_2 A_1}^r, \\ \vec{a}_{A_3} = \vec{a}_{A_3 O_2}^n + \vec{a}_{A_3 O_2}^r, \\ \vec{a}_{A_1} = \vec{a}_{A_1 O_1}^n + \vec{a}_{A_1 O_1}^r; \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \vec{a}_{D_6} = \vec{a}_{D_5} = \vec{a}_{D_4} + \vec{a}_{D_5 D_4}^k + \vec{a}_{D_5 D_4}^r + \vec{a}_{B_3}, \\ \vec{a}_{D_6} = \vec{a}_{D_6 C_3}^n + \vec{a}_{D_6 C_3}^r + \vec{a}_{C_3}, \\ \vec{a}_{D_4} = \vec{a}_{D_4 B_3}^n + \vec{a}_{D_4 B_3}^r; \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \vec{a}_{K_9} = \vec{a}_{K_8} = \vec{a}_{K_7} + \vec{a}_{K_8 K_7}^k + \vec{a}_{K_8 K_7}^r + \vec{a}_{E_6}, \\ \vec{a}_{K_9} = \vec{a}_{K_9 F_6}^n + \vec{a}_{K_9 F_6}^r + \vec{a}_{F_6}, \\ \vec{a}_{K_7} = \vec{a}_{K_7 E_6}^n + \vec{a}_{K_7 E_6}^r. \end{cases} \quad (3)$$

В состав первых уравнений во всех трёх системах входят релятивные ускорения $(\vec{a}_{A_2 A_1}^r, \vec{a}_{D_5 D_4}^r, \vec{a}_{K_8 K_7}^r)$, величина и направление которых известны, т.к. для работы подобных механизмов используется одна насосная станция, подающая жидкость во все гидроцилиндры с одинаковой скоростью, т.е. скорости поршней относительно гидроцилиндров постоянны по величине $(\vec{V}_{21} = const, \vec{V}_{54} = const, \vec{V}_{87} = const)$ и следовательно величины релятивных ускорений $\vec{a}_{A_2 A_1}^r, \vec{a}_{D_5 D_4}^r, \vec{a}_{K_8 K_7}^r$ легко определяются. В точках А, D и К находятся по три точки $A_1, A_2, A_3, D_4, D_5, D_6, K_7, K_8, K_9$. Ускорения точек $\vec{a}_{A_3}, \vec{a}_{D_6}, \vec{a}_{K_9}$ равны ускорениям $\vec{a}_{A_2}, \vec{a}_{D_5}, \vec{a}_{K_8}$ соответственно.

Построение плана ускорений ведётся в следующем порядке. Из точки $\pi -$

полюса плана ускорений (рисунок 2) проводим линию вектора нормального ускорения $\vec{a}_{A_1O_1}^n$, известного по величине и направлению (параллельно звену 1).

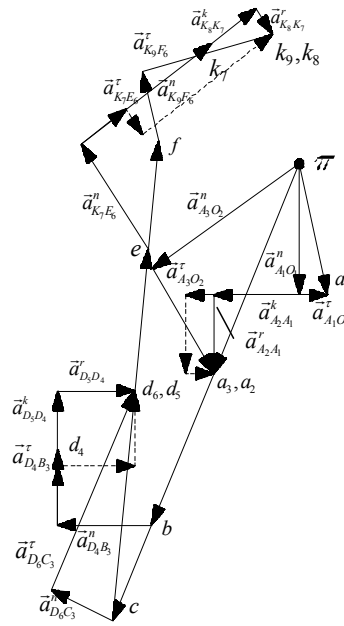


Рисунок 2 - План ускорений

Из конца этого вектора откладываем вектор кориолисового ускорения $\vec{a}_{A_2A_1}^k$, известного по величине и направлению (его направление определяется поворотом относительных скоростей \vec{V}_{21} , \vec{V}_{54} , \vec{V}_{87} на 90^0 в сторону направления угловых скоростей звеньев 1, 4 и 7 соответственно, а величина – по формуле $\vec{a}_{A_2A_1}^k = 2\omega_1 \cdot V_{21}$). Из его конца проводим пунктирную линию релятивного ускорения $\vec{a}_{A_2A_1}^r$, известного по величине и направлению (параллельно звену 1). Направление линии касательного ускорения $\vec{a}_{A_1O_1}^r$ откладываем пунктиром из конца вектора релятивного ускорения $\vec{a}_{A_2A_1}^r$. Затем из точки π откладываем вектор нормального ускорения $\vec{a}_{A_3O_2}^n$ (вдоль звена 3), а из его конца – касательное ускорение $\vec{a}_{A_3O_2}^r$ (перпендикулярно звену 3). Линии векторов $\vec{a}_{A_1O_1}^r$ и $\vec{a}_{A_3O_2}^r$ пересекутся в точке a_3 . Расстояние от точки π до a_3 – искомая величина ускорения точки A_3 . Зная длину касательного ускорения $\vec{a}_{A_1O_1}^r$, путём параллельного переноса откладываем его значение из конца вектора $\vec{a}_{A_1O_1}^n$ и получаем точку a_1 . Положение точек b и c на плане определится из подобия, т.к. они принадлежат звену 3. Положение точки d_6 определяется системой уравнений 2. Построение плана ведётся аналогично, как и для точки a_3 , т.е. из точки b проводим вектор нормального ускорения $\vec{a}_{D_4B_3}^n$ (параллельно звену 4), из конца этого вектора – линию кориолисового ускорения $\vec{a}_{D_5D_4}^k$ (перпендикулярно звену 4). Релятивное ускорение $\vec{a}_{D_5D_4}^r$ откладывается пунктиром из конца кориолисового $\vec{a}_{D_5D_4}^k$, а касательное $\vec{a}_{D_4B_3}^r$ – из конца $\vec{a}_{D_5D_4}^r$. Из точки c откладываем нормальное ускорение $\vec{a}_{D_6C_3}^n$, а из его конца – касательное $\vec{a}_{D_6C_3}^r$. Линии уско-

рений $\vec{a}_{D_4B_3}^r$ и $\vec{a}_{D_6C_3}^r$ пересекутся в точке d_6 . Расстояние от π до d_6 – величина ускорения точки D_6 . Точка d_4 определяется путём параллельного переноса отрезка $\vec{a}_{D_4B_3}^r$ в конец вектора $\vec{a}_{D_4B_3}^n$. Положение e и f определится из подобия, т.к. принадлежат звену 6. Положение точки k_9 определяется в той же последовательности, что и для точек a_3 и d_6 . Зная масштаб плана ускорений, определяем истинные значения ускорений всех точек механизма, затем угловые ускорения центров тяжести всех звеньев, после чего можно приступить к кинестатическому анализу механизма.

Библиографический список

1. Желтухин Д.В. Кинематика механизма с подвижными приводами // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения. Труды всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – СибГИУ, Новокузнецк, 2007.

УДК 621

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ ВТОРОГО СЕМЕЙСТВА СЕДЬМОГО ПОДСЕМЕЙСТВА

Фомин А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Универсальная формула подвижности механизмов [1], введенная профессором Добровольским В.В. в 1936 году, имеет вид

$$W_m = (6 - m)n - \sum_{k=1}^{m-k=1} (m - k)p_k. \quad (1)$$

Для механизмов второго семейства $m=2$, а формула подвижности имеет вид

$$W_2 = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3.$$

Все механизмы второго семейства могут быть разделены на подсемейства [2]. Всего таких подсемейств семь.

Рассмотрим механизмы седьмого подсемейства. Они образуются только парами третьего класса p_3 . Структурная формула механизмов этого подсемейства имеет вид

$$W_{2(7)} = 4n - p_3. \quad (2)$$

Обратимся к вопросу о синтезе структур механизмов второго семейства седьмого подсемейства. Для этих целей воспользуемся универсальной структурной системой [3]. Эта система совместно с уравнением подвижности (2) для механизмов седьмого подсемейства запишется в виде

$$\begin{cases} p = \phi + (\phi - 1)n_{\phi-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\phi-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{2(7)} = 4n - p_3. \end{cases} \quad (3)$$

В системе обозначены:

p - общее число кинематических пар цепи,

ϕ - число кинематических пар наиболее сложного, базисного звена цепи, ϕ -угольника,

n_i - число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар.

В уравнение подвижности механизмов седьмого подсемейства подставим первое и второе уравнения системы (3), получим

$$\begin{aligned} W_{2(7)} = 4n - p_3 &= 4[1 + n_{\phi-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1] - \\ &- [\phi + (\phi - 1)n_{\phi-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1] = \\ &= (4 - \phi) + (5 - \phi)n_{\phi-1} + \dots + (4 - i)n_i + \dots + 2n_2 + 3n_1. \end{aligned} \quad (4)$$

Именно таким образом, описывается зависимость $W(\phi)$.

Соответственно, подставляя конкретное значение ϕ в зависимость (4), получаем функцию $W(n_i)$, которая описывает зависимость подвижности W от вида звеньев.

Запишем в таблицу уравнения подвижности для значений ϕ от 1 до 10 и определим минимальное число подвижностей W_{\min} (таблица 1).

Таблица 1 – Уравнения подвижности для различных ϕ

ϕ	Уравнение подвижности	W_{\min}
1	3	3
2	$2 + 3n_1$	2
3	$1 + 2n_2 + 3n_1$	1
4	$n_3 + 2n_2 + 3n_1$	0
5	$-1 + n_3 + 2n_2 + 3n_1$	-1
6	$-2 - n_5 + n_3 + 2n_2 + 3n_1$	-2
7	$-3 - 2n_6 - n_5 + n_3 + 2n_2 + 3n_1$	-3
8	$-4 - 3n_7 - 2n_6 - n_5 + n_3 + 2n_2 + 3n_1$	-4
9	$-5 - 4n_8 - 3n_7 - 2n_6 - n_5 + n_3 + 2n_2 + 3n_1$	-5
10	$-6 - 5n_9 - 4n_8 - 3n_7 - 2n_6 - n_5 + n_3 + 2n_2 + 3n_1$	-6

Если задаться $\phi=4$, то из зависимости (4), получаем

$$W_{2(7)} = n_3 + 2n_2 + 3n_1. \quad (5)$$

Так как, мы ищем структуры с подвижностью $W = 1$, то из равенства (5) возможно единственное решение

$$W = 1, n_3 = 1, n_2 = 0, n_1 = 0.$$

Из второго уравнения системы (3) находим число звеньев, $n = 2$. Такой двухзвенный механизм показан на рисунке 1.

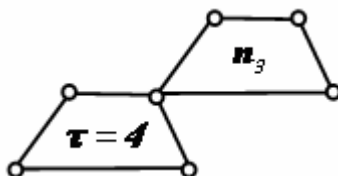


Рисунок 1 – Двухзвенный механизм с базисным звеном $\phi = 4$

Таким образом, получили зависимость $W(\phi)$, с помощью которой определяется тип звеньев, их количество и минимальное число подвижностей W_{min} для механизмов второго семейства седьмого подсемейства.

Библиографический список

1. Добровольский, В.В. В кн. Основные принципы рациональной классификации механизмов / В.В.Добровольский, И.И.Артоболевский // Структура и классификация механизмов / М.-Л. Издательство АН СССР, 1939.-с. 5-48.
2. 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.
3. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов / Л.Т. Дворников - Новокузнецк, 1994.-101 с.

УДК 621.01

О ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ БОЙКОВ УДАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Бурда А.Е.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Типовые ударные механизмы содержат в своем составе соударяющиеся детали: боек и волновод (рисунок 1).

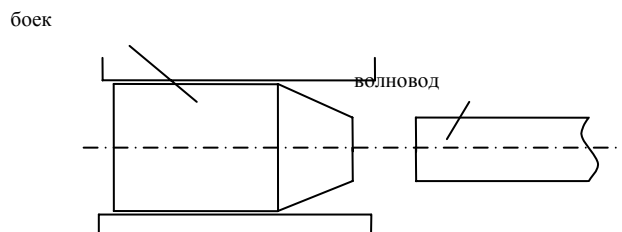


Рисунок 1 – Схема ударного механизма

При проектировании ударных механизмов к конструкциям бойков и волноводов предъявляют следующие требования.

1. Детали должны по возможности иметь простые геометрические формы с

- плавными переходами от одного сечения к другому.
2. Соударяющиеся детали должны иметь большие запасы продольной устойчивости.
 3. Материалы соударяющихся деталей и их термическая обработка должны выбираться с учетом возникновения локальных нагрузок вследствие подвижного контакта с другими деталями.

Для возможности проведения сравнительного анализа применения различных конструкций бойков необходимо решить задачу о формировании волн деформации в волноводах при ударе по ним такими бойками. Решение данной задачи известно для частных случаев, когда в качестве бойков применяются тела вращения различных по сложности плоских кривых, выполненные из однородного материала [1].

В ходе решения составляются уравнения движения сечений при продольном ударе:

1) для стержня

$$\frac{\partial^2 w(x,t)}{\partial t^2} - a_s^2 \cdot \frac{\partial^2 w(x,t)}{\partial x^2} = 0; \quad (1)$$

2) для бойка

$$a_{yo}^2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} + \frac{a_{yo}^2}{S(x)} \cdot \frac{dS(x)}{dx} \cdot \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = 0; \quad (2)$$

где $u(x,t)$ и $w(x,t)$ – функции смещения сечений стержня и бойка соответственно в зависимости от координаты x и времени t ;

$S(x)$ -площадь поперечного сечения бойка;

$a = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ - скорость распространения волны в стержне с модулем упругости E и плотностью ρ .

Рассмотрим задачу о распространении волн упругой деформации в волноводах при ударе по ним бойками, выполненными как композиция нескольких материалов (рисунок 2).

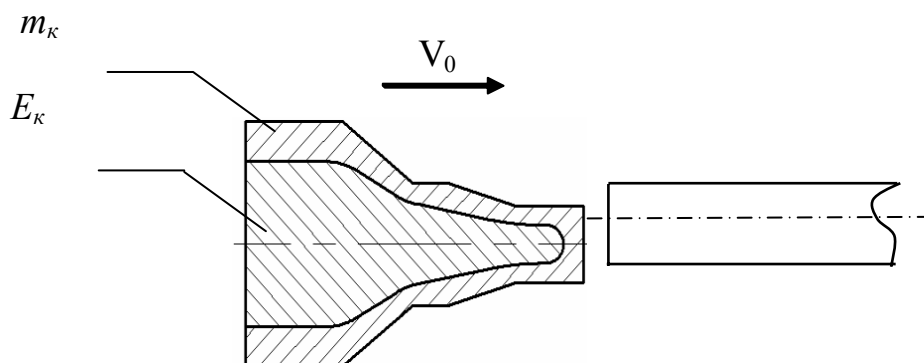


Рисунок 2 – Удар композиционного бойка по волноводу

Масса композиционного ударника складывается из массы m_1 внутреннего и массы m_2 наружного элемента

$$m_k = m_1 + m_2. \quad (3)$$

Модуль упругости композиционного ударника находится по формуле

$$E_{\kappa} = E_1 \cdot \frac{V_1}{V_{\kappa}} + E_2 \cdot \frac{V_2}{V_{\kappa}}, \quad (4)$$

где E_{κ} – модуль упругости композиционного бойка,
 V_{κ} , V_1 , V_2 – объемное содержание композиционного ударника и составных его частей.

Решение поставленной проблемы возможно посредством преобразования к задаче о соударении тел с одинаковыми свойствами материалов (рисунок 3), т.е. при условии

$$a_{y\partial} = a_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}. \quad (5)$$

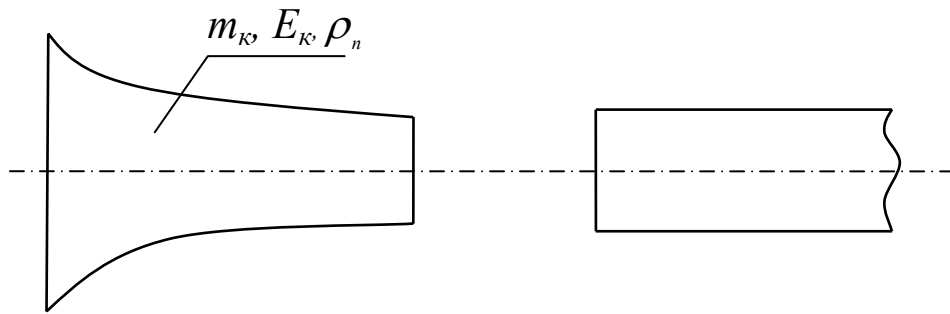


Рисунок 3 - Приведенная схема

Запишем равенство (3) как:

$$\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 = \rho_n V_n, \quad (6)$$

где: ρ_n – плотность приведенного бойка,

V_n – объем приведенного бойка,

ρ_1, ρ_2 – плотности материалов, из которых состоит ударник.

Модули упругости приведенного и композиционного ударника будут равны между собой

$$E_n = E_{\kappa}. \quad (7)$$

Плотность приведенного ударника найдется по формуле

$$\rho_n = \frac{E_{\kappa}}{a_{\varepsilon}^2} \quad (8)$$

Подставляя формулу (8) в формулу (6), получим, что объем приведенного бойка будет равен

$$V_n = \frac{a_{\varepsilon}^2}{E_{\kappa}} (\rho_1 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot V_2). \quad (9)$$

Если в ударнике выделить элементарный слой толщиной Δx , то объем приведенного бойка можно записать как

$$V_n = S_n \cdot \Delta x, \quad (10)$$

Тогда объемы составных частей композиционного бойка

$$V_1 = S_1 \cdot \Delta x; \quad (11)$$

$$V_2 = S_2 \cdot \Delta x. \quad (12)$$

Подставляя формулы (10), (11) и (12) в формулу (9), получим

$$S_n = \frac{a^2}{E_k} \cdot (\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2). \quad (12)$$

Площади поперечных сечений находятся по формулам:

1) для приведенного бойка

$$S_n = r^2 \cdot \pi, \quad (13)$$

где - $r = r(x)$ переменный радиус поперечного сечения приведенного бойка;

2) для составных частей композиционного бойка

$$S_1 = (r_{\text{внеш}} - r_{\text{внутр}})^2 \cdot \pi, \quad (14)$$

где $r_{\text{внеш}}$ - радиус внешней части композиционного ударника;

$r_{\text{внутр}}$ - радиус внутренней части композиционного ударника;

$$S_2 = r_{\text{внутр}}^2 \cdot \pi. \quad (15)$$

Подставляя формулы (13), (14) и (15) в формулу (12), и выразив из неё r , получим

$$r(x) = a \sqrt{\frac{1}{E_k} \cdot (\rho_1 \cdot (r_{\text{внеш}} - r_{\text{внутр}})^2 + \rho_2 \cdot r_{\text{внутр}}^2)}. \quad (16)$$

Полученная формула позволяет определить геометрические параметры приведенной формы ударника, а так же с ее помощью можно решать и обратную задачу.

Приведенные в статье вычисления позволяют синтезировать композиционный боек по имеющемуся пригодному для практики решению задачи о продольном соударении стержней из однородных материалов. Либо по имеющейся конструкции композиционного бойка становится возможные решения задачи о формировании им ударного импульса в волноводах.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т., Жуков И.А. Продольный удар полукатеноидальным бойком: Моногр./СибГИУ. – Новокузнецк, 2006. – 78с.

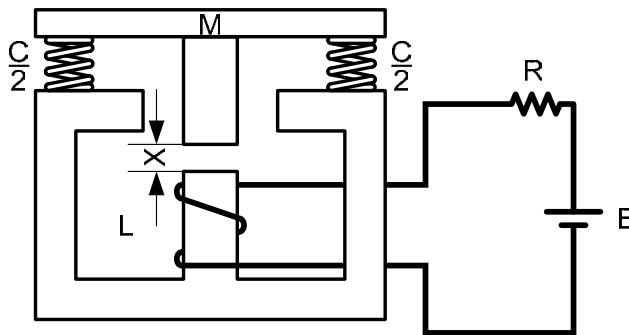
УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ И «ПОЛОЖЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ» ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

Старусёв С.В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Михайленко Н.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Для записи механических колебаний используется электродинамический датчик. Он представляет собой систему, состоящую из якоря массой M ; двух пружин жесткостью c ; катушки, коэффициент самоиндукции которой изменяется вследствие изменения длин воздушного зазора в магнитопроводе $L = L(x)$, где x – вертикальное смещение якоря из положения, когда пружины не напряжены. К катушке подключена электрическая цепь, состоящая из элемента с заданной э.д.с., равной E , и омического сопротивления R .



Составим уравнения движения в обобщенных координатах. Система имеет две степени свободы. В качестве обобщенных координат выбираем смещение якоря x и заряд q , соответствующий току i в цепи $\left(i = \frac{dq}{dt} \right)$.

Для определения обобщенных сил вычислим элементарную возможную работу не только потенциальных сил, но и работу силы тока.

Сообщим системе такое возможное перемещение, при котором координата x получит приращение δx .

Тогда сила тяжести якоря совершит работу

$$\delta A_1 = Mg \cdot \delta x. \quad (1)$$

Упругие силы пружины на этом же перемещении выполняют работу

$$\delta A_2 = -cx \cdot \delta x \quad (2)$$

Работа в цепи, питаемой элементом с э.д.с., равной E , определяется по формуле

$$\delta A_3 = iE \cdot dt = E \cdot \delta q, \quad (3)$$

где δq - элементарное приращение заряда q .

Учтем работу тока, преобразовавшуюся в теплоту, затраченную на нагревание проводника:

$$\delta A_4 = -i^2 R \cdot dt = -\dot{q}R \cdot \delta q \quad (4)$$

Так как

$$\begin{aligned} \sum \delta A_x &= \delta A_1 + \delta A_2 = (Mg - cx) \cdot \delta x, \\ \sum \delta A_q &= \delta A_3 + \delta A_4 = (E - R\dot{q}) \cdot \delta q, \end{aligned}$$

то обобщенные силы будут иметь вид

$$Q_x = Mg - cx; \quad Q_q = E - R\dot{q} \quad (5)$$

Кинетическая энергия якоря равна

$$T_1 = \frac{M\dot{x}^2}{2} \quad (6)$$

Электрокинетическая энергия системы равна

$$T_2 = \frac{Li^2}{2}, \quad (7)$$

где L -коэффициент самоиндукции.

Полная кинетическая энергия системы определяется по формуле

$$T = \frac{1}{2} (M\dot{x}^2 + L\dot{q}^2) \quad (8)$$

Заметим, что

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial x} &= \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial L}{\partial x} \cdot \dot{q}^2; & \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} &= M\dot{x}; \\ \frac{\partial T}{\partial q} &= 0; & \frac{\partial T}{\partial \dot{q}} &= L\dot{q}; \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Запишем уравнения Лагранжа в виде

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} &= Q_q \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} &= Q_x \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Вычислим полные производные по времени

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) &= \frac{d}{dt} (L \cdot \dot{q}) = \frac{dL}{dt} \cdot \dot{q} + L \cdot \frac{d\dot{q}}{dt} = \frac{\partial L}{\partial x} \dot{x} \dot{q} + L\ddot{q} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) &= \frac{d}{dt} (M\dot{x}) = M\ddot{x} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Подставим выражения (5), (9) и (11) в уравнения (10).

$$\left. \begin{aligned} L\ddot{q} + \dot{q}\dot{x} \frac{\partial L}{\partial x} &= E - R\dot{q} \\ M\ddot{x} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial L}{\partial x} \dot{q}^2 &= Mg - cx \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Окончательно уравнения движения системы будут иметь вид

$$\left. \begin{aligned} L\ddot{q} + \dot{q} \left(\dot{x} \frac{\partial L}{\partial x} + R \right) &= E \\ M\ddot{x} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial L}{\partial x} \dot{q}^2 + cx &= Mg \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

В «положении равновесия» $x = x_0$ и $i = \dot{q} = i_0$, поэтому из уравнений (13) следует

$$i_0 = \frac{E}{R}; \quad cx_0 = Mg + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial L}{\partial x} \right)_0 \cdot i_0^2 \quad (14)$$

Библиографический список

1. Львович А.Ю. Основы теории электромеханических систем. Л., 1973.

УДК 656.013:[621.311:622.33]

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УГЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ САМОДОСТАТОЧНОСТИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Беккер В.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Основные отрасли промышленности Кемеровской области весьма энергоёмки. В добыче угля, на транспорте, на металлургическом и химическом производствах задействованы десятки тысяч механизмов и технологических линий, использующих электричество. С 2004г. в нашей области возобновился рост производства. Потребление энергии в Кузбассе возрастает, а темпы развития электроэнергетики начали снижаться. Растет и цена на электроэнергию. Если в 2006-2007г. доля энергозатрат в себестоимости продукции предприятий составляла 15%, то на 2008-2010 г. она будет составлять уже 30%.

Имеющиеся электростанции не справляются с увеличивающимся спросом на электроэнергию. По сравнению с 2002 годом выработка электроэнергии в Кемеровской области в 2007 году сократилась на 26,3% и составляет всего 73,7%. Таким образом, энергетика Кузбасса обеспечивает потребности

области с дефицитом до 20,5%, который покрывается поставками с федерального рынка электроэнергии, в 2005г. этот показатель составлял 12,5%. Дефицит имеет реальную тенденцию к дальнейшему увеличению.

Практически во всех районах области нарастает отложенный спрос, характеризующийся высоким процентом неудовлетворенных заявок на новые подключения к электрическим сетям. Специалисты считают, что мы столкнемся серьезными проблемами в этой области уже к 2010 году [3].

Вместе с тем в области имеются значительные запасы энергетического угля, который нецелесообразно вывозить за пределы региона. Потребители расположены на расстоянии 4-5 тыс. км и на Западе, и на Востоке. Доставка угля до пограничных транспортных узлов почти утраивает его стоимость и делает практически неконкурентоспособным. Вывозить невыгодно, значит нужно перерабатывать внутри области.

Исходя из вышеизложенных предпосылок, можем сформулировать цель исследования.

Целью данного исследования является решение вопросов обеспечения энергетической самодостаточности Кемеровской области за счет использования внутренних ресурсов энергетических углей, и полной ликвидации дефицита электроэнергии.

Отсюда вытекают следующие задачи.

1. Необходимо перерабатывать имеющиеся в достаточном количестве угольные ресурсы, путем строительства дополнительных современных ТЭС (включая модульные).
2. Нужно переориентировать имеющуюся транспортную инфраструктуру для наилучшего обеспечения ТЭС необходимым количеством ресурсов (создать предпосылки для возможности более широкого использования конвейерного, трубопроводного транспорта, большегрузных карьерных автомобилей).
3. Интегрироваться в программу «Энергетической стратегии России на период до 2020г.» путем создания в регионе транспортно-технологических комплексов по обслуживанию ТЭС, путем их возведения с учетом расположения сырьевой и социальной базы.

Для решения поставленных задач в Кемеровской области существует необходимое количество ресурсов. Есть база для развития машиностроения и высококвалифицированные специалисты, исследовательские институты. Разработаны новые технологии, позволяющие эффективно сжигать низкосортное угольное топливо и уголь с широким диапазоном колебания качественных характеристик. Существуют новые перспективные технологии энергетического использования угольного топлива (низкотемпературная вихревая технология, сжигание в кипящем слое, сжигание с предварительной газификацией, ВУТ и т.д.).

Имеющаяся инфраструктура ориентирована на вывоз сырья за пределы области. Ее необходимо будет переориентировать на обеспечение внутрирегиональной переработки угольного сырья.

При реализации строительства и эксплуатации на территории Кемеровской области ТЭС:

1. получим возможность создания в короткие сроки необходимого резерва рабочих мест;
2. потребуются мощные информационные системы и высококвалифицированные кадры;
3. возрастет спрос на инженеров и технологов;
4. станет возможным увеличение кадрового пополнения в угольной промышленности;
5. заработает система повышения квалификации для инженерно-технического персонала;
6. начнут формироваться и развиваться новые энергоемкие производства, и как следствие улучшится социальная обстановка в области;
7. появится возможность создания для всего региона благоприятного инвестиционного климата;
8. дешевая электроэнергия позволит выпускать наиболее конкурентно способную продукцию;
9. станет возможным развитие собственного машиностроения (40% заказов на оборудование поступит от угольных электростанций [2]);
10. снизятся объемы экспортных дальних перевозок железнодорожным транспортом;
11. коммунальное хозяйство сможет перейти на отопление домов небольшими паровыми электродкотлами, отказавшись от устаревших котельных (количество выбросов при этом снизится с 60-70% до 20-30% [1]).
12. на основе зол ТЭС получим сырье для производства широкой номенклатуры строительных материалов и изделий (производство вяжущих веществ, добавка в бетоны, производство заполнителей);
13. для эффективного использования тепловой энергии (около 32%) можно обдумать создание в непосредственной близости от ТЭС зимних овощных теплиц, садов, бассейнов.

Таким образом, развитие энергетической инфраструктуры региона на сегодняшний день является насущной задачей, и одним из важных вопросов в этой задаче становится транспортное обслуживание ТЭС.

Библиографический список

1. День угля. Всероссийский энергетический форум «ТЭК России в XXI веке»//Уголь. - 2006. - №6. - с.5-9.
2. Хроника. События. Факты. /Уголь. - 2006. - №10. - с.52
3. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. – М.: Минэнерго России. – Распоряжение №1234-р, 28 августа 2003г.

О ЗАДАЧАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА В ЕТС РОССИИ

Громова О.Д.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

*Три вещи делают нацию великой и
благоденствующей: плодородная почва,
деятельная промышленность и легкость
передвижения товаров и людей.*

Фрэнсис Бэкон

В современных рыночных условиях, способствующих промышленному росту и стремительному развитию производственных, товародвиженческих, транспортных связей, огромное значение приобретает обеспечение эффективной координации работы предприятий различных видов транспорта, что обеспечит успешное их взаимодействие.

Транспорт, являясь средством международной интеграции, способствует эффективности международной торговли, и предопределяет устойчивость внешнеэкономических транспортных связей. Внутри страны роль транспортного комплекса РФ определяется, во-первых, транспортным географическим положением РФ; во-вторых, протяженностью территории; в-третьих, устойчивостью транспортно-экономических связей на отечественном рынке между производителями и потребителями продукции. Иными словами, транспорт как базовая отрасль экономики имеет огромное значение для внутренней экономической жизни страны. Современные рыночные условия, когда наблюдается стремительное развитие производственных и транспортных связей, требуют от транспорта ускорения товародвиженческих процессов, при соблюдении регулярности и срочности доставок продукции.[1]

Выполнение предъявляемых требований при доставке грузов “от двери до двери” не под силу, отдельно взятому виду транспорта. Комплексность транспортного обслуживания может быть достигнута только за счет взаимодействия видов транспорта в перевозочном процессе, т.е. за счет единства транспортной системы страны.

ЕТС (единая транспортная система) – это комплекс различных видов транспорта, находящихся во взаимодействии и во взаимозависимости, дополняющие друг друга, развивающиеся во взаимосвязи, обеспечивая эффективное использование каждого вида. Задача эффективного взаимодействия видов транспорта в ЕТС сейчас становится все более актуальной. Огромная важность координации работы видов транспорта в условиях роста объемов перевозок и мощности межрегиональных грузопотоков приобретает национальное значение.

Так, прирост грузооборота на автотранспорте в 2006 году достиг 8,7% и

на железнодорожном – 5%. Таким образом, объем перевозок, выполненный российскими перевозчиками в 2006 году, увеличился на 9,77% и составил 14,6млн. тонн. Увеличение объемов коммерческих перевозок грузов (около 4043,2 млн. тонн в год) предопределяет основные задачи транспортной отрасли в области взаимодействия видов транспорта:

1) обеспечение четкой координации при перевалках грузов с одного вида транспорта на другой;

2) обеспечение согласованного развития ЕТС страны, рационального распределения объемов перевозок, устранение нерациональных перевозок;

3) сокращение транспортных издержек;

4) использование новой техники и технологии организации и управления перевозочным процессом;

5) использование прогрессивных способов грузовых перевозок;

6) скоординированность управленческих решений на взаимодействующих видах транспорта;

7) взаимоувязанность технологии работы различных видов транспорта в транспортных узлах;

8) проведение комплексного подхода в планировании перевозок и в определении сфер эффективного использования видов транспорта для конкретных условий.

Таким образом, слаженная работа транспортной отрасли страны обеспечивает эффективность деятельности каждого вида транспорта и народного хозяйства в целом.

Рационализация грузовых перевозок в государственном масштабе должна проходить на основе координации работы различных видов транспорта. При этом под координацией работы взаимодействующих видов транспорта понимаются усилия, направленные на согласование совместных действий разделенных по ведомствам подчиненности транспортных предприятий и организаций, участвующих в процессе транспортирования груза от отправителя до получателя, а также обоснование оптимального распределения объемов и видов перевозимых грузов, материального, финансового и других ресурсов.

Создание на всех уровнях управления ТС страны сети координирующих органов позволяет добиться:

1) четкого взаимодействия всех транспортных организаций, участвующих в перевозочном процессе;

2) проведения единой политики в области технико-экономического развития товародвиженческих процессов;

3) повышения эффективности работы всех видов транспорта.

Работа подобных координирующих органов на государственном уровне, по сути, решает задачу снижения транспортных издержек путем участия в оптимальном размещении производительных сил, в выборе для определенных грузопотоков рациональных видов транспорта и типов ПС (подвижного состава), в размещении и развитии терминальных систем и т.д.

На низшем уровне управления координирующими органами являются ТЭПы (транспортно-экспедиционные предприятия), контактирующие с кли-

ентурой и организующие в известной степени процесс доставки. ТЭП обеспечивает координацию работы, как взаимодействующих видов транспорта, так и деятельность грузовладельцев. Тем самым выполняется принцип доставки грузов по схеме “от двери до двери” ГП (грузополучателя), который является основополагающим при организации согласованной работы видов транспорта при смешанных перевозках, получивших в рыночной экономике широкое распространение.

Доля непокрытых убытков в общих расходах транспортных предприятий в 2006 году составляла 8%. Снижение транспортных издержек в области координации работы взаимодействующих видов транспорта достигается в выборе предприятиями – эксплуататорами оптимальных схем доставки, осуществлении оперативного регулирования и повышении эффективности использования ПС. [2]

Приведём основные показатели работы взаимодействующих в ЕТС видов транспорта.

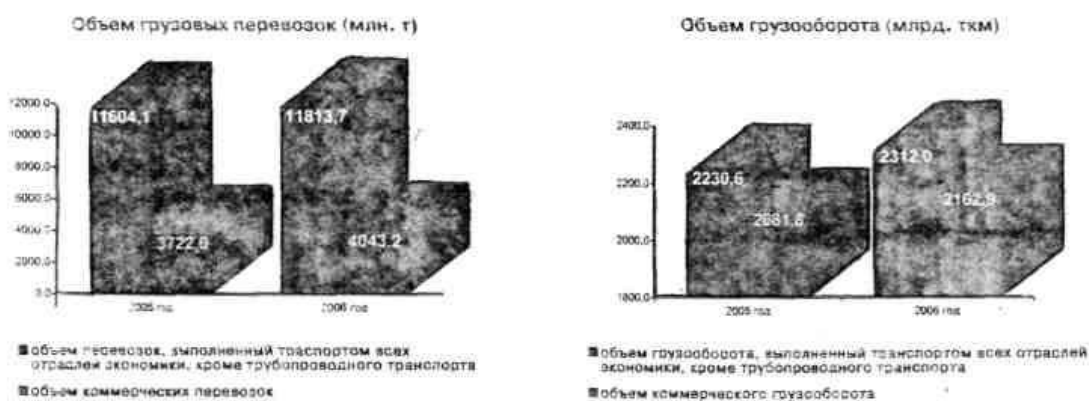


Рисунок 1- Объёмы грузовых перевозок, млн.тонн (млрд. ткм)

Перевозки грузов по видам транспорта (млн.т)

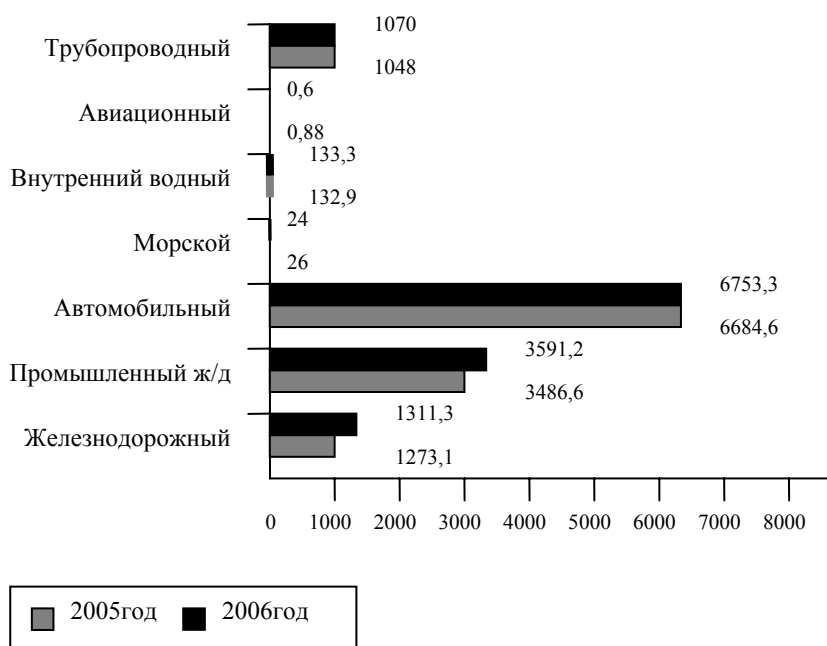


Рисунок 2 – Объёмы грузовых перевозок, млн.тонн (2005 и 2006 г.г.)

Грузооборот по видам транспорта (млрд.ткм)

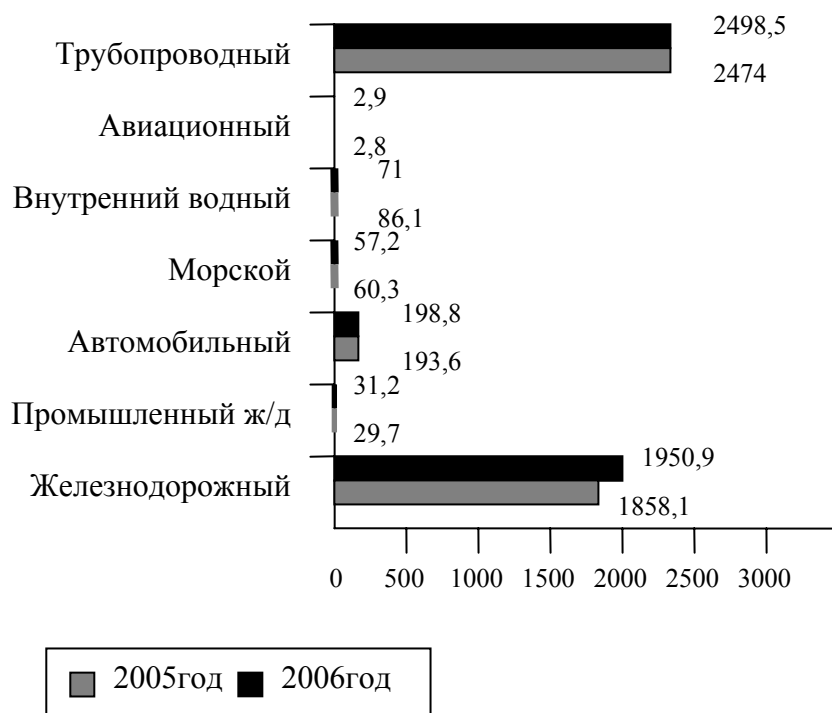


Рисунок 3 - Грузооборот по видам транспорта, млрд. т*км (2005 и 2006 г.г.)

Подводя итоги, следует отметить, что совершенствование взаимодействия различных видов транспорта является насущной задачей экономики и транспортной политики страны в целом. Проблема единства приобретает актуальность рассматриваемых вопросов развития взаимодействия различных видов транспорта с точки зрения укрепления положения транспорта РФ на международном транспортном рынке, гибкости и совершенности, адаптированности отечественной транспортной системы к изменяющимся экономическим условиям. Успешная интеграция на мировые рынки (экономические, транспортные и др.) может быть достигнута за счет:

- 1) общности целей работы различных видов транспорта;
- 2) снижения числа нерациональных перевозок;
- 3) обеспечения действенности системы анализа грузопотоков;
- 4) работы по бесперегрузочным схемам доставки с применением адаптированного к ним ПС;
- 5) увеличения товаропроводящей способности участков транспортных сетей;
- 6) единства управления и нормативного регулирования;
- 7) четкой координации взаимодействия видов транспорта в транспортных узлах;
- 8) оптимального распределения объемов перевозок по видам транспорта и типам ПС.[1]

Выполнение этих задач и является условием единства транспортной системы страны, основой взаимодействия видов транспорта.

Библиографический список

1. Виноградова С.Н. Транспортное обслуживание. – Минск: Вышэйшая школа, 2003. – 221 с.: ил.
2. Левитин И.Е. Итоги работы транспорта России в 2006 году. // “Автомобильный транспорт”, - № 4, 2007г. – С. 6 – 8.
3. Пиньковецкий С.У. Взаимодействие автомобильного транспорта с другими видами транспорта. – М.: Транспорт, 1980. – 77 с.

УДК 656.13

АВТОМОБИЛИЗАЦИЯ КАК УГРОЗА БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Громова О.Д.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

*Автомобили, автомобили,
Буквально все заполнили.
Там, где вековая лежала пыль,
Свой след оставил автомобиль...*

Автомобиль, завоевавший мир, называют «баловнем двадцатого века». Он стал основным транспортным средством – в настоящее время мировой автопарк насчитывает более 500 млн. машин. Таким образом, автомобиль давно стал не роскошью, а средством передвижения. Но в жизни, как известно, все взаимосвязано, и продолжением достоинств становятся недостатки. [1]

После появления автомобиля был принят закон, по которому перед движущимся автомобилем должен был бежать гонец с флажком, предупреждая всех об опасности. Однако 17 августа 1896г. автомобиль, ехавший по главной улице Лондона со скоростью 6 км/ч, задавил насмерть мисс Дизерол. Это была первая автомобильная катастрофа в мире. [4]

Потребность в скорости перемещения грузов и пассажиров в рыночных условиях способствует непрерывному развитию автомобильного транспорта. Сейчас число автомобилей в мире превышает 500 млн. единиц. Уровень автомобилизации (числа автомобилей на 1 тыс жителей) к началу 21 века составил в США – 780 ед., в странах западной Европы – 450, в России – 220. Число водителей в России составляет не менее 45 млн. человек, при этом более 2 млн человек ежегодно получают право на управление АТС.[1]

Автомобилизация стала причиной возрастающей плотности дорожного движения при высокой динамичности его участников. Высокая скорость и интенсивный разгон автомобильных двигателей сделали автомобиль источником повышенной опасности. Кроме того, дорожная сеть содержит немало пересечений транспортных потоков между собой и с пешеходными потоками. В свя-

зи с увеличением интенсивности подобных конфликтующих потоков снижается безопасность их взаимодействия и повышается вероятность ДТП. [5]

Мировая автомобилизация привела к тому, что автомобильный транспорт на несколько порядков опережает другие виды транспорта по числу погибших и раненых. В таблице 1 приведен сравнительный анализ уровня безопасности автомобильного движения в России и др. странах [4]:

Таблица 1-Сравнительный анализ безопасности автомобильного движения

Страна	Количество погибших		Количество АТС на 100 чел.	Количество ДТП на 1000 АТС	Доля погибших в ДТП, %
	На 1000 ДТП	На 1 млн. АТС			
Россия	208	2567	8,8	12,0	14,2
Чехия	61	532	21,4	9,6	4,4
Франция	66	323	43,0	4,7	4,5
Германия	25	290	49,0	11,4	1,9
Великобритания	17	178	38,7	10,7	1,2
США	20	245	54,5	12,9	1,3

Согласно общим оценкам экспертов Комитета по внутреннему транспорту ЕЭК ООН, минимальная величина ущерба от гибели до увечья людей, порчи и повреждения грузов на транспорте составляет 3 - 4% от валового национального продукта. В России социально-экономический ущерб от ДТП в 1999г. составил около 100 трлн. руб. или 45% ВВП.

Среди важнейших факторов глобального масштаба, предопределивших автомобилизацию, отмечают: 1) беспрецедентный рост населения в 21 веке, который привел к росту пассажиропотоков; 2) бурный рост производства и потребления материальных ресурсов в мире; 3) глобальная урбанизация – численность населения городов Земли в третьем тысячелетии выросла в 5 раз; 4) НТП в области машиностроения.

Под воздействием данных факторов автотранспорт мира получил наряду с ростом протяженности автодорог невиданное развитие, как в количественном, так и в качественном отношении.

Однако, несмотря на существенный прогресс, транспортные проблемы обострились. Прежде всего, не обеспечивается безопасность движения. В крупных городах это связано с наличием гипертрофированного автомобильного парка, серьезно осложняющего работу городского транспорта. Неудивительно по этому, что 72,4% всех аварий происходит в крупных населенных пунктах. Кроме того, за опережающим ростом уровня автомобилизации населения не успевает развитие дорожной сети страны, сейчас из-за неудовлетворительного состояния улиц и дорог происходит 17,1% ДТП. А в мегаполисах ситуация осложняется километровыми пробками, собирающими до 48% личного автопарка города.

Развитие России в 21 веке проходит, таким образом, под знаком автомобилизации общества. В 1992 году в РФ насчитывалось 68 легковых авто-

мобилей на 1 тысячу жителей.

На 1 января 2007г. на учете в РФ состояло 36 млн. автомобилей: 26,8 млн. – легковые; 4,9 млн. – грузовые; 800 тыс. – автобусы; 3,3 млн. – мотоциклы. За последний год парк в целом прибавил 900 тыс. единиц. По ежегодному приросту легковых автомобилей наша страна входит в число мировых лидеров: за 2007 год рост составил 4,8% [2].

Таким образом, на сегодняшний день на каждую тысячу россиян приходится 188 автомобилей.

Автомобильный парк Сибирского ФО в 2007г. насчитывал 3101123 легковых автомобиля, при этом в Кемеровской области автопарк составил 463112 единиц. Эксперты подсчитали, что к 2012 году в Кузбассе на каждую тысячу горожан в среднем будет приходиться по 500 – 600 автомобилей.

А к 2009 году легковой парк России (по самым пессимистическим прогнозам) должен составить не менее 30млн единиц. Современный состав российского автомобильного парка представлен на диаграммах [2]:

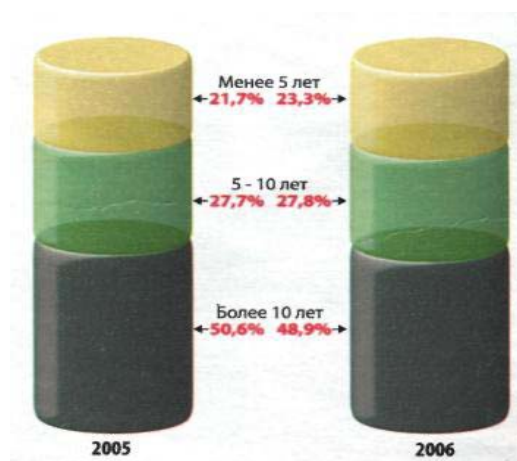


Диаграмма 1 - Возраст российских легковых автомобилей в 2006г.



Диаграмма 2 - Парк легковых автомобилей РФ по моделям

Как видно по диаграмме 2, качественно парк страны прирастает новыми иномарками, которых продается уже больше, чем отечественных машин.

Стремительной автомобилизации сопутствуют такие печальные факты, как рост количества ДТП на российских дорогах. Ежегодно совершается около 150 тыс. ДТП, и эта цифра продолжает расти пропорционально численности личного автопарка страны, управляемого водителями-любителями. Каждый час на автодорогах погибает 4 человека, 24 получают ранения.[5]

За девять месяцев 2007г в РФ произошло более 170 тыс ДТП, в которых погибло 23615 человек.[3]



Диаграмма 3 - Распределение пострадавших по категориям

Тяжесть последствий ДТП в России в 3 – 4 раза выше, чем в развитых странах, что объясняется несвоевременностью оказания медицинской помощи, несовершенством отечественных автомобилей и огромным количеством нарушений правил дорожного движения.

В России за год задерживается до 1,7млн. человек в состоянии опьянения за рулем (14% всех ДТП) и 1,5млн. человек без водительских удостоверений (16% всех ДТП). Много аварий происходит на железнодорожных переездах, поскольку две трети последних не оснащены шлагбаумами.[4]

Статистика причин и количества ДТП в РФ следующая [3]:



Диаграмма 4 - Основные причины ДТП в России

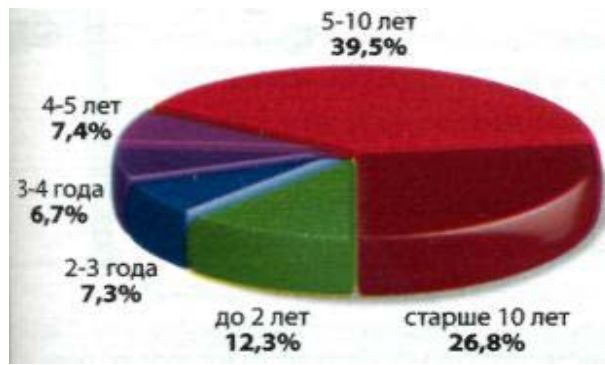


Диаграмма 5 - Количество ДТП из-за нарушений правил водителями (с различным стажем управления)

Существует такой показатель аварийности, как количество ДТП в расчете на 100 км дорог. В среднем по стране он составляет 44 (на 2007г). По статистике данного показателя самой опасной является дорога М 7 «Волга» (Москва – Нижний Новгород – Казань), где на 100 км ежегодно регистрируется 104 аварии. А самая безопасная федеральная трасса – М 56 «Лена» (Невер – Якутск). Причина банальна: качество дорожного покрытия таково, что скорость на трассе не превышает 10км/ч.

Основной вид ДТП в стране – наезд на пешехода (40,4% аварий). Это еще и самый страшный вид происшествий: 13 из 100 пострадавших погибают. На диаграмме 6 представлены основные виды ДТП в нашей стране за прошлый год:

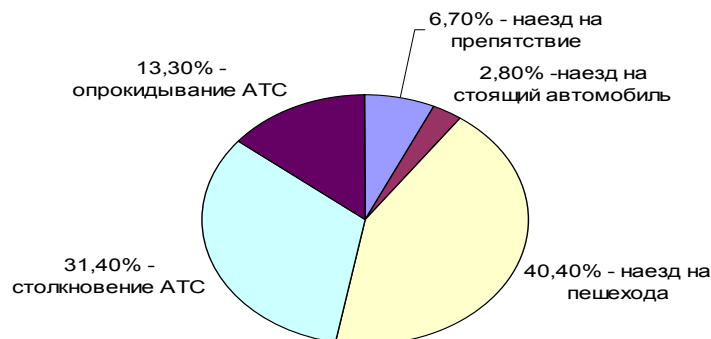


Диаграмма 6 - Основные виды ДТП в 2007г.

Обеспечение безопасности движения в условиях глобальной автомобилизации стало в настоящее время приоритетным требованием, предъявляемым к транспорту. Существует три основных направления мероприятий по обеспечению безопасности на автодорогах: 1) совершенствование конструкции автомобилей; 2) улучшение систем управления дорожным движением; 3) соответствующее автомобилизации развитие транспортных магистралей.

Многочисленность и высокая подвижность АТС обостряют проблему обеспечения безопасности автомобилей (тормозные системы, рулевое управление, системы освещения, антиблокировочные и антизаносные системы...). Разрабатываются и широко внедряются системы пассивной безопасности, в

частности, ремней и подушек безопасности. [4]

Немалое внимание уделяется работе по распространению знаний в области безопасности дорожного движения, включая школьные и дошкольные учреждения. Повышаются требования к автомагистралям. В России много сделано для развития дорожного сервиса и устройства разноуровневых транспортных развязок. [4]

В 2008 году в России были ужесточены санкции за нарушения правил дорожного движения и за несоблюдение личной безопасности. За не пристегнутый ремень безопасности россияне только за два месяца 2008г. отдали 10 трлн. рублей.

Тем самым российское правительство пошло европейским путем, поскольку активное применение жестких санкций к нарушителям позволило в ряде стран Западной Европы добиться существенного снижения числа ДТП.

Автотранспорт за 100 лет существования стал причиной гибели более 30 млн. человек, т.е. больше, чем в Великую Отечественную войну. Тем не менее, альтернативы автотранспорту в настоящее время не существует, и вопрос совершенствования его работы, включая повышение безопасности движения, не теряет своей актуальности, особенно в условиях глобальной автомобилизации.

Библиографический список

1. Майборода О.В. Основы управления автомобилем и безопасность движения: учебник водителя АТС. – М.: “Академия”, 2004. – 256 с.
2. Моржаретто И. Прогнозы, которые сбываются.// “За рулем”. – 2007. - № 6. – С. 128 – 129.
3. Моржаретто И. Черные выходные.// “За рулем”. – 2008. - № 1. – С. 214 – 215.
4. Троицкая Н.А. Единая транспортная система. – М.: “Академия”, 2004. – 240с.
5. Шухман Ю.И. Основы управления автомобилем и безопасность движения. – М.: ЗАО “КЖИ”, “За рулем”, 2004. – 180 с., ил.

УДК 656.13

О ПРОБЛЕМАХ ЭФФЕКТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ РФ

Громова О.Д.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

*Когда благому просвещенью отдвинем
более границы,
Со временем (по исчисленью философич-
еских таблиц*

*Лет чрез пятьсот) дороги, верно, у нас
изменяются безмерно:*

*Шоссе Россию здесь и тут, соединив,
пересекут.*

А.С. Пушкин

Современные темпы развития транспортной сети привели к усложнению как ее структуры, так и управления ей. В таких условиях возрастает роль научных исследований в практическом решении проблемы ее формирования. В табл.1 приведено состояние транспортной системы России [2]:

Таблица 1- Современное состояние транспортной системы России

Вид транспорта	Объем перевозок грузов, %	Грузооборот, %	Среднее расстояние перевозки, км
Железнодорожный:			
-общего пользования	9,3	37,7	1317
-промышленный	29,5	0,76	8,6
Автомобильный	52,0	3,8	24,3
Речной	1,05	1,9	589
Морской	0,34	3,17	3612
Воздушный	0,01	0,07	2700
Трубопроводный	7,8	52,6	2312

Транспортная сеть, или пути сообщения, как основной элемент транспортной системы, обеспечивает ее единство за счет создания условий для постоянного и безопасного пропуска потоков необходимой мощности, что в свою очередь, определяет устойчивость транспортно - экономических связей в стране.

Общегосударственная, гармонично развитая и эффективно функционирующая транспортная сеть должна быть внешне и внутренне сбалансирована. Внешняя сбалансированность предполагает соответствие возможностей транспортной сети с объемами промышленного производства и подвижностью населения, т.е. с потребностями в перевозках. Внутренняя же сбалансированность подразумевает сопоставимость уровня удовлетворения этих потребностей с затратами на них (по И.В. Кочетову).

Задачи, которые ставит перед отечественной наукой развитие транспортного комплекса при рыночных отношениях, в большинстве своем созвучны с решаемыми ранее. Однако их актуальность не утрачена и сейчас.

Например, проблема выбора направлений дальнейшего развития транспортной сети, следование по которым обеспечит полноту и экономичность реализации стоящих перед транспортом комплексом целей. Решение проблемы требует анализа экономического развития, как транспортной сети, так и

транспорта страны в целом, изучения эффективности возможных перевозочных технологий и использования современных информационных технологий на транспорте. В пределах решения данной проблемы необходимо рассмотреть как принципиальные вопросы развития конкретных видов транспорта, так и комплексные проблемы работы транспортной сети.

Немаловажна и такая задача научных исследований, как изучение взаимозависимости между развитием, с одной стороны, транспортной сети, а с другой – социально-экономической жизни, включая рост сравнительной эффективности ряда отраслей промышленности. Решение данной задачи обеспечивает не только адекватность решений по наращиванию мощности транспортной сети, но и сбалансированность развития транспорта и других отраслей народного хозяйства.

Очевидно, что только всесторонний технико-экономический анализ позволит найти наиболее эффективные пути развития транспортной сети с учетом этапности развития и перспективных условий ее функционирования.

Сложнейшей в этом аспекте задачей является выбор целесообразной величины запаса мощности транспортных коммуникаций. Сложность подобного выбора заключается в том, что в условиях относительно постоянных объемов перевозок наращивание мощности транспортной сети происходит только порционно.

При этом величина запаса мощности должна быть оптимальной, поскольку при максимальном запасе мощности падает экономическая эффективность капитальных затрат на строительство коммуникаций. При минимальном запасе к тому же результату приводит частота переустройства элементов коммуникаций. В общем случае целесообразная величина запаса мощности имеет обратную зависимость от стоимости объекта переустройства.

Решение подобной многовариантной задачи находится определением схем поэтапного усиления пропускной способности транспортной сети. Динамичность потоков, проходящих по транспортным коммуникациям в настоящее время требует расчета и составления капитальных и эксплуатационных затрат по каждой из возможных схем усиления мощности. Кроме того, развитие отдельных звеньев не должно происходить отдельно от общей схемы их усиления. Неправильность выбора в подобном случае чревата ростом приведенных затрат до 20%.

Учет перспективы работы транспортной сети требует оценки будущего роста и изменения объемов перевозок и изменений в экономической конъюнктуре, т.е. требует учета неопределенности развития.[1]

Таким образом, научные исследования, направленные на совершенствование транспортной сети, имеют своей целью повышение эффективности ее работы, и ее адаптирование к транспортно-экономическим связям, улучшение транспортного обслуживания отраслей промышленности и экономики.

В современных условиях направлениями оптимизации транспортной сети являются: совершенствование технических параметров магистралей в соответствии с требованиями НТП, увеличение размеров пропускаемых потоков, усиление дорожных одежд на автомобильных дорогах, повышение про-

пусковой способности железных дорог за счет строительства двухпутных линий, увеличение густоты путей сообщения и улучшение их структуры.

Отметим важность и актуальность оптимального формирования единой транспортной сети РФ на примере задачи совершенствования автодорожной сети.

В условиях стремительного роста автомобилизации и исторически плачевного состояния отечественных дорог утверждение, что «сегодняшние автомобилисты ездят по вчерашним дорогам на завтрашних автомобилях с послезавтрашной скоростью», давно перестало быть анекдотом. Более того, это высказывание свидетельствует о несоответствии пропускной способности дорог проходящим по ним потокам, а их технической оснащенности – темпам НТП.

Протяженность автодорог с твердым покрытием в нашей стране 750 тыс.км (81,5%), в том числе – общего пользования – 463 тыс.км. По качеству автодорожного покрытия только 47% из них имеют долговечное асфальтобетонное покрытие. 38% дорог общего пользования щебеночные или гравийные, а 15% - грунтовые. Таким образом, большая часть отечественных автодорог находится в неудовлетворительном состоянии и имеет недолговечное покрытие. А ведь по ним перевозится около 40% всех грузов. При этом себестоимость перевозок по подобным дорогам в 3-5 раз выше, чем по дорогам с усовершенствованным капитальным покрытием. На рисунке 1 представлено соотношение протяженности автодорог и выполняемой ими транспортной работы [2].

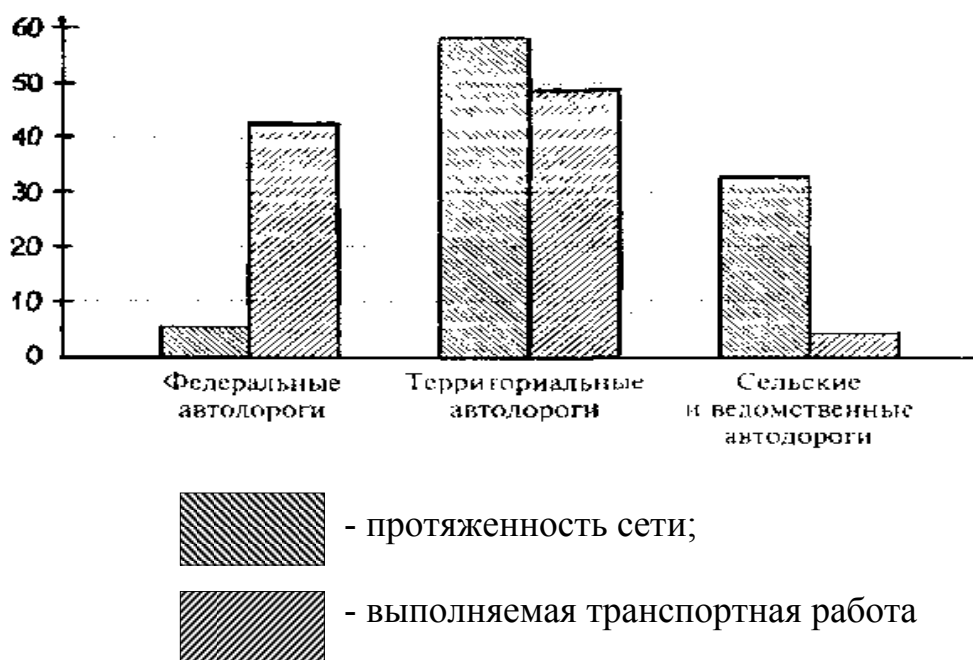


Рисунок 1- Соотношение протяженности автомобильных дорог и выполняемой ими транспортной работы (%)

Из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия на автодорогах за неделю гибнет более 700 человек.

Получается, что только 37% федеральных и 24% территориальных

дорог соответствуют нормативным требованиям. Если ситуация продолжит развиваться в том же направлении, то к 2010 году нормальных дорог останется не больше 15%. Из-за плохого состояния дорожной сети мы сейчас теряем 6% ВВП России.

Усовершенствование транспортной сети для автомобильного транспорта обеспечит (по сравнению с дорогами грунтового и недолговечного покрытия):

1. рост производительности в 4 раза;
2. снижение себестоимости перевозок в 2 – 3 раза;
3. увеличение срока службы автомобиля на 30%;
4. экономию топлива на 30 – 50%.

Проблема плохих дорог имеет своей причиной недостаточное финансирование, как со стороны государства, так и частных инвесторов.

Инвестиционная непривлекательность автодорожного строительства заключается в огромных капиталовложениях и длительном сроке их отдачи.

В последнее время приоритеты инвестиционной политики на транспорте меняются в пользу более экологически «чистых», чем автомобильный, видов транспорта. Однако развитие транс европейского сотрудничества и международных транспортных коридоров (МТК), проходящих по территории России, требуют формирования дорожной сети высокого качества и эффективного функционирования. Поэтому задачи эффективного формирования транспортной сети требуют разумных экономических решений. В таблице 2 охарактеризовано место транспортной сети России в общемировой транспортной системе.[2]

Таблица 2-Транспортные системы России и мира

Показатель	Транспортная система	
	России	Общемировая
Население, млн. человек	148	5450
Площадь территории, млн. км ²	17	149
Общая протяженность наземных путей сообщения, тыс. км	993	23450
Плотность транспортной сети, км/1000 км ²	106	157
Грузооборот (без трубопроводного транспорта), млрд. т-км	18 – 20	8000
Доля транспортной составляющей в валовом внутреннем продукте, %	9	12

Решение данной проблемы возникло только за счет немалых капиталовложений в автодорожное строительство, разумного планирования запаса мощности постоянных устройств. Как один из вариантов решения видится введение платных и частных автодорог.

«Проблема дорог» в России стала вечной: развитие транспортной сети уже традиционно не успевает за ростом автопарка. С начала экономических

реформ в России парк автотранспорта вырос в 1,6 раза (легковых – на 76%). Соответственно, транспортная сеть своими параметрами должна отвечать уровню экономического развития страны. По прогнозам, через 5 лет на каждую тысячу российских граждан должно приходиться по 170 автомобилей. Для того, чтобы обеспечить такое соответствие, России надо иметь около 2000 км дорог с оптимальной для нашей территории плотностью в 50 км/1000 км². Однако в среднем по России (за исключением европейской ее части) плотность автодорог не более 3,82км/1000км².

Для сравнения: на Украине – 39 км/1000 км², в Грузии – 42,3 км/1000 км², в Бельгии – 375 км/1000 км², в Японии – 190 км/1000 км², в Германии – 196 км/1000 км², в США – 373 км/1000 км²).[2]

Обеспечить сбалансированность развития дорожной сети и роста автопарка возможно за счет увеличения доли дорог 1-й и 2-й категории с капитальным цементно-асфальтобетонным покрытием и 2 – 8 полосным движением.

На сегодняшний день нерешенными проблемами являются: сложность земельных отношений и как минимум двухлетняя разница между принятием правительством решения о строительстве до его исполнения. Думается, что отсутствие механизмов реализации постановлений и решений – основная проблема федеральной власти.

Однако есть и положительные тенденции: с 2006 года на ремонт и строительство автодорог выделяется 50% федеральных средств, при учете, что еще в начале 2000-х эта доля была не больше 20 – 25%. [3]

Но даже 60 млрд. инвестиционного фонда не хватает на эффективное автодорожное строительство моста «живописный» и реконструкцию Звенигородского проспекта в Москве в 2007 году потрачено не менее 3,5 млрд. долларов. Прогнозы специалистов о том, что затраты на строительство окупятся за 2 - 3 года, пока остаются прогнозами.

В настоящее время существует несколько проектов по формированию дорожной сети в европейской части России.

Так один из них предусматривает строительство скоростной магистрали «Москва – Переславль – Залесский» протяженностью 130 км. Предполагается строительство дороги 1-й технической категории с 8–6 полосным движением. По предварительным оценкам, проект обойдется в 405,5 млн. долларов, по 3 млн. за 1 км. Изыскать эту сумму планируется за счет реализации построенных компанией коммерческих объектов и привлечения средств соинвесторов.

Дорога будет платной, и если за проезд каждого грузового автомобиля будет взиматься 3 руб. за каждый км, а легкового – 1 руб. за км, то ежедневный доход от «платных» автомобилей при потоке в 98,5 тыс. машин составит 154 тысячи долларов. Таким образом, срок окупаемости проекта составит 7,2 года. Проект выгоден тем, что средства будут привлечены за счет частных инвесторов, а не государства. Кроме того, проектная магистраль станет высокоскоростным «дублером» перегруженного Ярославского шоссе, что позволит перераспределить грузопотоки оптимально.

Вполне возможно, что подобные проекты получат реальное воплощение. Та же магистраль «Москва – Переславль – Залесский» способна дать

мощный «толчок» в развитии МТК (международных транспортных коридоров), проходящих по территории РФ. Эта магистраль, став транспортной связью между крупными промышленными центрами (Ярославль, Вологда, космодром «Плисецк»...) и Архангельским портом, обеспечит круглогодичность пропуска грузопотоков. В таком транспортном коридоре, несомненно, будут заинтересованы не только отечественные, но и евроазиатские инвесторы. Однако все эти проекты пока находятся в стадии обработки.

Сейчас появляются инвестиционные проекты государственно-частного партнерства (ГЧП). При этом 90% проектов, в которых соинвестором выступает государство, связано с инфраструктурой и со строительством новых дорог. Так, в 2006 году на автодорожное строительство было выделено 25 млрд. руб. из инвестиционного фонда.

Минтранс принял в 2004 году программу завершения недостроенных мостов: ввести в строй семь мостов и один тоннель. По итогам 2005 года все сдано - даже с опережением. [4]

Подводя итоги, заметим, что проблемы эффективного формирования единой транспортной сети России ставят перед отечественной наукой задачи, решения которых требует само время. Эффективному развитию дорожной сети в России препятствует отсутствие единого порядка резервирования земель для транспортной инфраструктуры. Возрастает значимость прикладных решений не только научного, но и экономического характера.

Для обеспечения повышения эффективности капитальных вложений необходимо руководствоваться следующим:

- экономически обоснованно распределять капитальные вложения по предприятиям и рационально размещать их по экономическим районам;
- обеспечивать необходимую концентрацию инвестиций, сокращение количества одновременно строящихся предприятий и объектов, с тем чтобы быстро вводить их в действие и создавать необходимые заделы мощностей;
- сокращать сроки строительства предприятий и освоения мощностей на вновь вводимых в действие предприятиях, приводить эти сроки в соответствие с установленными нормативами;
- увеличивать мощности, прежде всего на действующих предприятиях путем внедрения передовой технологии, модернизации и замены устаревшего оборудования;
- повышать долю капитальных вложений на реконструкцию, расширение и техническое перевооружение действующих АТП.

Учитывая ограниченность бюджетных ресурсов, основными средствами реализации транспортной политики должны быть улучшение правовых и экономических условий транспортной деятельности, институциональные реформы, а также выявление и целевая поддержка позитивных тенденций, складывающихся в процессе развития рыночной экономики и транспортного комплекса. И только тогда транспортная сеть страны будет функционировать эффективно. [2]

Библиографический список

1. Станиславюк К. Проблемы развития транспорта СССР. – М.: Транспорт, 1986. – 397 с.
2. Троицкая Н.А. Единая транспортная система. – М.: Академия, 2004. – 240 с.
3. Меньших П. “Жизнь в движении” // “За рулем”. - № 12, 2005. – С. 24 – 28.
4. Уланов А. “Первый частный автобан?” // “Автомир”. – № 17, 2006. – С. 61 – 64.

УДК 656.13

РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНОГО БИЗНЕСА В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ: «ЧЕТВЁРТАЯ ОТРАСЛЬ»

Громова О.Д.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

*“Кроме добывающей промышленности, земледелия и обрабатывающей промышленности, существует **четвертая отрасль** материального производства – транспорт”.*

Карл Маркс

На конец 2007 года машиностроение стало третьей после ТЭКа и черной металлургии отраслью по вкладу в экономику, а по оптимистическим прогнозам через 5 – 10 лет машиностроение вполне может стать ведущей отраслью. Такие предположения позволяет делать тот факт, что цена акций АВТОВАЗа за лето 2007 года выросла на 40,3%, КамАЗа – на 34,6%, “Северсталь - Авто” – на 27,4%. Это свидетельствует о достаточной устойчивости акций российских машиностроительных предприятий к современным изменениям на финансовом рынке.

Автомобильный бизнес, в первую очередь, - это люди, которые им управляют. К самым успешным представителям автобизнеса в РФ относятся:
[1]

Таблица 1- Рейтинг автобизнесменов России (по официальным данным ММВБ и РТС)

Фамилия	Контролирует активов, млн.долл.	Контролирует предприятия
Дерипаска Олег	26100	«Группа ГАЗ»
Мордашов Алексей	11963	«Северсталь-Авто»
Петров Сергей	1400	Группа компаний «Рольф»
Кочмазов Юрий	1050	Группа СОК
Швецов Вадим	506	«Северсталь-Авто»

Парамонов Михаил	300	ТагАЗ
Сатыев Евгений	255	Группа компаний «Автомир»
Тетерев Борис	250	«Мусса Моторс», «Борис Хофф»
Козловский Дмитрий	250	Компания «Инком-Авто»
Щербаков Владимир	150	«Автотор»
Митько Александр	137	Группа компаний «Автомир»
Пронин Владимир	100	«Дженсер»
Пономарев Игорь	100	«Дженсер»

Список крупнейших машиностроительных компаний России возглавляют предприятия – производители автомобилей, это обусловлено проведением в последние годы государственной политики, которая направлена на стимулирование развития автосборочных (прежде всего иностранных) производств на территории РФ.[2]

Таблица 2 - Крупнейшие автомобилестроительные компании России

Место	Место среди 400*	Компания	Объем продаж в 2006г., млрд. руб.	Объем продаж в 2005г., млрд. руб.	Темп прироста, %
1	21	АВТОВАЗ	152,5	132,5	15
2	26	«Группа ГАЗ»	118,8	94,6	25,6
3	39	КамАЗ	76,6	54,1	41,5
4	41	Группа СОК	76	64,4	17,9
5	43	«Форд мотор компани»	74,5	39,2	90,2
6	87	«Северсталь Авто»	33,5	26,5	26,1
7	137	«Автофрамос»	21,7	10,6	104,5
8	219	ТагАЗ	14,7	12,5	18,3
9	247	«Джи-Эм-АВТОВАЗ»	12,8	13,1	-2,5
10	336	«АВТОВАЗ агрегат»	8,6	7,8	10,1
11	349	АМО «ЗИЛ»	8,1	6	35
12	393	«Автотор»	7	1,9	266,5

* Рейтинг 400 крупнейших российских компаний, агентство «Эксперт РА», октябрь 2007 года.

В апреле 2005 года вышло постановление правительства РФ о промышленной сборке автомобилей, которое поспособствовало массовому строительству иностранными компаниями сборочных заводов на территории РФ. Первыми инвесторами стали такие компании, как «Форд» и «Рено», доля которых на рынке стремительно возрастает. С 2007 года новые автосборочные заводы вводятся в строй почти ежеквартально. Динамичный рост совместных производств означает конец монополии отечественных автопроизводителей на российском рынке. Так, за 9 месяцев 2006 года в РФ было продано более 4,6 тыс. китайских автомобилей, качество которых постоянно улучшается, развивается сервисная сеть, и, при этом, их раскруткой занимались только мелкие компании.

Доля отечественной марки «Лада» составляет сейчас 39,7%, а еще год назад она была 49,1%. Запас нереализованных автомобилей «Лада» в дилерской сети приблизился к 70 тыс. штук (норма – до 40 тыс.) Отечественные дилеры АВТОВАЗа уже давно бьют тревогу: покупатель не готов отдавать 9500\$ за русский автомобиль, если скромная иномарка обходится в 11000\$. Единственное, что пока спасает «ВАЗ» - огромные очереди за недорогими автомобилями зарубежного производства. Кризис сбыта и потеря почти 10% рынка стали тревожной тенденцией в развитии основного российского автопроизводителя, несмотря даже на рост прибыли и цены акций.[5]

Для решения обозначенных проблем государство проводит сейчас ряд мероприятий, а именно:

- 1) снижает пошлины на комплектующие и технологическое оборудование;
- 2) поднимает пошлины на новые автомобили зарубежного производства;
- 3) снижает налоговую нагрузку на предприятия;
- 4) совершенствует политику ценообразования в автотранспортном секторе.

За последние 3 года рост выпуска иномарок отечественной сборки составил в среднем 25%. Через 5 лет работы завод «Форд» в Ленинградской области получил по объемам реализации продукции прирост в 90,2%. А темпы роста «Автофрамоса» - российского филиала «Рено» составляют 104,5% за год.

В 400 крупнейших поставщиков комплектующих входят «Амтел-Фредештайн» (производство шин) и «АВТОВАЗ-агрегат» (комплектующие), работающие на отечественных автопроизводителях. Однако увеличению закупок у национальных компаний мешает невысокое качество их продукции. По этой причине в стране уже работают новые сборочные проекты по созданию современных производств автокомпонентов.[2] Кроме того, на наших предприятиях 80% производственного цикла традиционно приходилось на изготовление компонентов и существенно меньше – на выпуск конечной продукции, в то время как на Западе – наоборот. Новое руководство «Группы ГАЗ» планирует применять не менее 60% импортных компонентов при сборке автомобилей, поскольку эффективность этой зарубежной модели позволит успешно развивать автомобильный бизнес в стране.[3]

Однако только 16% предприятий работают по требованиям современных систем качества, а 45% автокомпонентов вовсе не соответствует мировому уровню. Поэтому давно перестало быть анекдотом техническое состояние отечественных автомобилей. В условиях не работающей в сфере экономики законодательной базы иностранцы не делают инвестиций в российский автопром. В результате отечественные предприятия, не способные своими силами улучшить качество продукции, необратимо теряют долю рынка, несмотря на еще низкие цены своих автомобилей.[4]

Источником средств для инвестиционных программ может стать создание совместно с государством венчурного инвестиционного фонда, в котором правительство возьмет на себя в рискованных проектах 10% всех затрат. У нас он уже существует, но механизм его работы еще сложен и запутан.

Среди крупнейших розничных сетей России автомобильные занимают ведущие места. Так, группа компаний «Рольф» с оборотом 74.2млрд руб. в 2006 году стала пятой после «Эльдорадо», «Евросеть», «Перекресток» и «Метро». По данным «Форбса» в рейтинге появляются и региональные фирмы: петербургская транспортно-экспедиционная компания «Евросиб» и казанский «Транстехсервис».[2]

Таблица 3- Крупнейшие автомобильные компании в сфере розничной торговли

Место	Место среди 400*	Компания	Объем продаж в 2006г., млрд. руб.	Объем продаж в 2005г., млрд. руб.	Темп прироста, %
1	45	Группа компаний «Рольф»	74,1	56,2	31,9
2	100	Группа компаний «Автомобиль»	29,1	21,8	33,7
3	105	Холдинг «АтлантМ»	27,7	16,9	63,9
4	138	СП «Бизнес Кар»	21,4	16	34,3
5	239	«Нью-Йорк Моторс Москва»	13,4	7,4	81,9
6	360	«Вольво Восток»	7,7	4,9	56,9

*Рейтинг 400 крупнейших российских компаний, агентство «Эксперт РА», октябрь 2007 года.[1]

В стране растет и рынок грузовых автомобилей.

По данным аналитического «Автостат», в 2006 году продано 258,2 тыс. новых российских грузовиков. Рост за год составил 24% (для сравнения: в 2005 году – всего 5%). Динамичность продаж связана:

- 1) с ростом спроса потребителей и усилением конкуренции между производителями и продавцами;
- 2) с освоением новых сегментов и расширением модельных рядов производителей;
- 3) с назревшей необходимостью замены старой техники в автопарке;
- 4) с ростом экономики страны в целом.

Кроме того, в связи с развитием малого бизнеса и сектора мелких частных перевозчиков расширяются продажи малотоннажной автотехники. Однако и на этом рынке иностранные автопроизводители занимают уже 25% и планируют собирать в России тяжелые машины, на которых спрос и прибыль выше. Отечественные автопроизводители еще занимают три четверти рынка – это заслуга, прежде всего, «Группы ГАЗ», которая за счет «ГАЗели» занимает львиную долю рынка. Холдинг КамАЗ наращивает выпуск тяжелых автомобилей. В целом за счет поглощения чужих и развития собственных предприятий отечественные компании удерживают позиции и проникают в другие сегменты рынка.

Российская автопромышленность как отрасль вполне способна стать «локомотивом» для национальной экономики. Общеизвестно, что экономику

США, Японии и Германии после кризиса 1930-х годов «вытащила» именно автомобильная промышленность.

В нашей стране немало сделано для того, чтобы автомобилестроение развивалось опережающими темпами. В 2002 году правительство утвердило «Концепцию развития автомобильной промышленности», в то время как большинство отраслей экономики подобной не имеют.

По данным Минпромэнерго, на всех заводах автомобильной отрасли было выпущено 1,39 млн. единиц автотехники и практически все продано. Объем товарной продукции составил 4% всех налоговых поступлений. Число работающих в отрасли составило на 2007 год 1,5 – 2 млн. человек. Не следует забывать и о том, что одно рабочее место на сборочном заводе создает до 10 рабочих мест в смежных производствах. Рост продаж автомобилей составил в среднем по стране 45% на 2007 год, включая автомобили совместных производств.

Конечно, эти цифры не сравнятся с угольной и нефтеперерабатывающей промышленностью, однако они вполне стабильны.

Традиционно «двигателем» российской экономики считались сырьевые отрасли, мировые цены на продукцию которых постоянно растут. Однако сырьевые ресурсы исчерпаемы и их добыча обходится с каждым годом все дороже. А ведь автомобильный бизнес не ограничен производственными предприятиями и дилерскими центрами, это большое число средних и малых предприятий (АЗС, мастерские, автомойки, магазины запчастей, шиномонтажные конторы и др.). Поэтому автотранспорт и автомобилестроение следует рассматривать как альтернативную и вполне способную обеспечить экономический рост страны отрасль промышленности.[4]

Библиографический список

1. А. Агибалов, И. Моржаретто. «Кто рулит в автобизнесе?» // «За рулем». - № 4, 2007. – С. 168 – 170.
2. А. Агибалов, И. Моржаретто. «Локомотив набирает ход» // «За рулем». - № 12, 2007. – С. 130 – 132.
3. А. Морозов, И. Моржаретто. «Настройка под клиента» // «За рулем». - № 4, 2006. – С. 126 – 128.
4. И. Моржаретто. «Кому ты нужен, автопром?» // «За рулем». - №12, 2005. – С. 104 – 105.
5. И. Моржаретто. «Пятый кризис» // «За рулем». - № 1, 2007. – С. 106.
6. С. Целиков, И. Моржаретто. «За год – на четверть» // «За рулем». - №12,2007. – С. 168.

ОБ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА

Громова О.Д.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Характеристика автомобильного транспорта, его экономическая роль

В России с ее огромными пространствами неизмеримо возрастает роль всех видов транспорта, составляющих транспортный комплекс страны. Ни одна хозяйственная проблема не решается без участия магистрального и промышленного транспорта.

Транспорт образно называют кровеносной системой экономики, связывающей в единое хозяйственное целое пространственно отдаленные предприятия, отрасли народного хозяйства, экономические районы, обеспечивающей связи между районами производства и потребления различной продукции.

Отношения людей, связанные с процессом перемещения товаров и удовлетворением потребностей населения в передвижении, входят в совокупные производственные отношения и подчиняются действию объективных экономических законов, возникающих на основе этих отношений.

В цикл «производство – транспорт – потребление» он является материальной основой связи промышленности и сельского хозяйства, без него немислимы кооперация и специализация предприятий, а также товарооборот в стране. Производство любого товара завершается в сфере потребления. Транспорт является сферой материального производства, он продолжает процесс производства, доставляя товары потребителю.

Важную роль в развитии экономики страны занимает автомобильный транспорт. В настоящее время практически не существует таких экономических проблем, которые его не затрагивали. Автомобильный транспорт, во-первых, развивается более высокими темпами, чем другие отрасли хозяйства, во-вторых, является одной из трудоемких подотраслей экономики, в-третьих, потребляет наибольшее количество энергетических ресурсов, в-четвертых, является фондоемким и капиталоемким. Процесс автомобилизации является составной частью технического прогресса и оказывает серьезное влияние на структуру экономики, культуру, здоровье людей, их физическое развитие.

Любое организационно-техническое мероприятие, осуществляемое на автомобильном транспорте, должно способствовать экономии общественного труда во всей экономике. Так, большой вклад в развитие экономики автомобильного транспорта, как науки, вносит инновационная деятельность.

Экономически эффективными могут быть такие мероприятия, которые отвечают требованиям народнохозяйственной целесообразности, в наибольшей степени удовлетворяют потребностям общества, способствуют повышению качества и эффективности производства.

Автомобильный транспорт обеспечивает экономию общественного времени в перевозках грузов и пассажиров, способствует развитию производительных сил общества, расширению межрегиональных связей, вовлечению в процесс общественного воспроизводства ресурсов отдельных районов, а также улучшению культурно-бытового обслуживания населения. В то же время автомобилизация оказывает существенное влияние на структуру капитальных вложений, архитектуру и планировку городов, а также на различные сферы жизни общества — здравоохранение, культуру, образование и др.

Важным моментом является оценка экономической эффективности инвестиций. Эффективными могут быть такие капитальные вложения, которые обеспечивают экономию общественного труда, всего народного хозяйства. Затраты, необходимые для развития одной отрасли, неизбежно вызывают в смежных с ней отраслях дополнительные затраты на производство элементов основных и оборотных фондов. Эффективными могут быть также такие мероприятия, которые, увеличивая затраты в отрасли, обеспечивают экономию общественного труда в целом по народному хозяйству. Так, например, специализированный подвижной состав приводит к увеличению расходов АТП по его обслуживанию и перевозке грузов, однако в целом по народному хозяйству снижаются затраты на качественные и количественные потери при транспортировке грузов.

Продукцией грузового автомобильного транспорта является материальная перемена места нахождения продукции или грузов всех отраслей экономики. Обобщающим показателем транспортной продукции по грузовым перевозкам является грузооборот, измеряемый в тонно-километрах, представляющих собой произведение массы перевезенных грузов в тоннах на расстояние перевозки в километрах.

На автомобильном транспорте процесс производства и реализации продукции слиты воедино. Транспортную продукцию нельзя накапливать или резервировать, как это делается во многих других сферах материального производства.

Стоимость перевозки груза автомобильным транспортом добавляется к стоимости производства этого груза. В результате перемещения продукции в сфере обращения с ней происходит важная материальная перемена ее местоположения по отношению к потребителю. В ходе перемещения изменяется не только потребительная стоимость, но и стоимость перевозимых продуктов на величину транспортных издержек.

Кругооборот производственных фондов транспорта происходит по формуле $D—T \dots P—D'$ в отличие от кругооборота в других отраслях материального производства $D—T \dots P \dots T'—D'$, где D — деньги; T — товар (заработная плата и средства производства); P — процесс материального производства; D' — деньги с приращением; T' — готовый продукт. Таким образом, на автомобильном транспорте нет T' — стоимости нового вещественного продукта.

Кроме того, отсутствует сырье в составе средств транспортного производства (используются лишь топливо, вспомогательные и смазочные материалы).

Автомобильный транспорт играет своеобразную роль в социально-экономической и культурной жизни общества. Бесперебойное развитие народного хозяйства и удовлетворение потребностей населения в перевозках зависят от уровня технического состояния и эффективности работы автомобильного и других видов транспорта.

Пассажирский автомобильный транспорт способствует развитию экономических и культурных связей населения.

Для осуществления транспортного процесса необходимо иметь подвижной состав с учетом специализации и вида перевозки, средства механизации погрузочно-разгрузочных работ, технические средства связи, обеспечивающие руководство и контроль за работой подвижного состава на линии, дополнительные помещения в местах зарождения груза для контрольно-диспетчерского персонала.

Экономические показатели работы автомобильного транспорта зависят от мощности и структуры автомобильного парка, объема и структуры перевозок, расстояния перевозки, организации, планирования и др.

Автомобильный транспорт воздействует и на социальные условия жизни общества. Подвижной состав является источником загрязнения воздушного бассейна, повышения шума и возможных дорожно-транспортных происшествий.

При оценке экономической эффективности любого инвестиционного проекта в автомобильном транспорте необходимо учесть его особенности:

1) большая экономичность при перевозке определенных видов грузов на расстояния до 400 км и при перевозке ценных, срочных и скоропортящихся грузов на большие расстояния; 2) возможность доставки груза от склада отправителя до склада получателя без перегрузочных операций с одного вида транспорта на другой; 3) большая мобильность и способность быстро организовать перевозки для новых объектов и сосредоточить значительные количества транспортных средств для вывозки в короткие сроки огромных объемов грузов, имеющих сезонный характер; 4) регулярность и достаточно хорошая маневренность перевозок; 5) обеспечение сохранности количества и качества перевозимого груза; 6) высокая скорость доставки грузов, что дает возможность сократить оборотные средства предприятий; 7) возможность равномерной поставки грузов небольшими партиями, сокращающая количество необходимых запасов материально-товарных ценностей и складских помещений на производстве; 8) приспособленность к дорожным условиям и транспортированию грузов, различных по весу и габаритным размерам; 9) меньшие капиталовложения при освоении малых пассажиро- и грузопотоков на небольшие расстояния.

Развитие и совершенствование производства и связанных с ним транспортных систем требует вложения материальных и финансовых ресурсов, то есть инвестиций. Инвестиции необходимы для реконструкции и модернизации всех хозяйств промышленного транспорта: подвижного состава, путевого и дорожного хозяйства, погрузочно-разгрузочных комплексов и складского хозяйства информационных систем и др.

Наибольшие инвестиции требуются для выполнения крупных капиталоемких мероприятий. На промышленном транспорте к ним относятся строительство новых автомобильных и железных дорог, мостов, современных складов, приобретение нового подвижного состава, внедрение телекоммуникационных систем и средств автоматизации управления.

Реальные инвестиционные проекты

Транспорт, продолжая процесс материального производства в сфере обращения, является связующим звеном между производством и потреблением. Развитие и совершенствование производства и связанных с ним транспортных систем требует инвестиций.

В последнее время изменяются условия, по которым страна будет подписывать инвестиционные соглашения с иностранными автопроизводителями. Вот и спешат те, кто рассчитывает на льготы, договориться с государством об организации сборки в РФ.

Сейчас в стадии проработки с инвесторами семь соглашений по «пром-сборке». Среди них – соглашение с французским концерном PSA о сборке в России с 2009 года 20-25 тыс. автомобилей «Пежо», «Ситроен» и «Мицубиси» в год.

Известно еще о достаточно крупном проекте фирмы «Инком-Авто» по сборке уже с этого года на заводе АМУР («Автомобили и моторы Урала», в Новоуральске Свердловской области) китайских автомобилей «Джили» (легковые машины) и «Чжонсин» (вседорожники). Через три года здесь рассчитывают собирать по 30 тыс. шт. каждой марки. Уже в 2010 году в России будут выпускать более 1 млн. автомобилей иностранных марок. С учетом отечественных производителей к 2010 году в России будут собирать около 1,9 млн. легковых машин.

Появились инвестиционные проекты государственно-частного партнерства (ГЧП). И 90% проектов, в которых соинвестором выступает государство, связано с инфраструктурой, со строительством новых дорог. Так что дорожники в будущем году получают дополнительно 25 млрд. руб. из инвестиционного фонда.

Минтранс принял в 2004 году программу завершения недостроенных мостов: ввести в строй семь мостов и один тоннель – все сдано – даже с опережением. Однако сейчас только 37% федеральных и 24% территориальных дорог соответствуют нормативным требованиям. Если ситуация продолжит развиваться в том же направлении, то к 2010 году нормальных дорог останется не больше 15%. Из-за плохого состояния дорожной сети мы сейчас теряем 6% ВВП России.

Для обеспечения повышения эффективности капитальных вложений необходимо руководствоваться следующим:

- экономически обоснованно распределять капитальные вложения по предприятиям и рационально размещать их по экономическим районам;
- обеспечивать необходимую концентрацию капитальных вложений, сокращение количества одновременно строящихся предприятий и объек-

тов, с тем, чтобы быстро вводить их в действие и создавать необходимые заделы мощностей;

- сокращать сроки строительства предприятий и освоения мощностей на вновь вводимых в действие предприятиях, приводить эти сроки в соответствие с установленными нормативами;
- увеличивать мощности, прежде всего на действующих предприятиях путем внедрения передовой технологии, модернизации и замены устаревшего оборудования;
- повышать долю капитальных вложений на реконструкцию, расширение и техническое перевооружение действующих АТП.

В новом тысячелетии, постепенно уходя от организации и оперативного регулирования процессов перевозки, отдавая их рынку, государство должно нести все большую ответственность за развитие транспортной инфраструктуры, за обеспечение добросовестной конкуренции и выполнение технических стандартов на транспорте. В долгосрочной перспективе должен быть осуществлен реальный переход к стратегии опережающего развития транспортной инфраструктуры.

Учитывая ограниченность бюджетных ресурсов, основными средствами реализации транспортной политики должны быть улучшение правовых и экономических условий транспортной деятельности, институциональные реформы, а также выявление и целевая поддержка позитивных тенденций, складывающихся в процессе развития рыночной экономики и транспортного комплекса.

Библиографический список

1. Журавлев Н.П., Беседин И.С. «Экономика и организация промышленного транспорта», - М., «Желдориздат», 2001г. – 440с.
2. журнал «За рулем», №12 (2006г), №1 (2007г)
3. Игошин Н.В. «Инвестиции: организация, управление, финансирование», - М., «Юнити», 2005г. – 445с.
4. Малышев А.И. «Экономика автомобильного транспорта», - М., «Академия», 2000г. – 335с. с илл.

УДК 355.1

РОССИЙСКАЯ АРМИЯ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

Громова О.Д.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Зарождение и развитие армии как орудия войны связано с образованием и развитием классового общества и государства. Понятие «армия» означает объединение войск, совокупность вооружённых сил государства: сухопутных войск, авиации, флота.

Знать историю отечественной армии – значит знать историю своего государства, так как судьба армии – судьба страны, наших дедов и отцов. Славное прошлое русской армии – это победы над такими мощными армиями, как шведская (в ходе Северной войны), французская (в ходе Отечественной войны 1812года), немецкая (в ходе Великой Отечественной войны).

Сухопутные вооружённые силы Русского государства зародились в 6-7в.в. как дружины славянских вождей. Каждого правителя волновало состоящие вооружённых сил страны. Первую военную реформу провёл Иван Третий, создав пограничные укрепленные «засечные линии». При Иване Грозном появились стрелецкие войска, сторожевая служба, централизованная организация армий, новые виды вооружения (пищали). Петр Первый создал солдатские и драгунские полки «нового строя» с рекрутской системой комплектования (то есть создал регулярную армию), ввёл новую (прусскую) форму обмундирования и знаки различия. В петровскую эпоху появляются первый русский орден (1698г) и «Устав воинский» (1716г). В 18 веке главным родом войск (до 80 тысяч человек) оставалась пехота. В 19 веке суворовский штыковой удар стал символом её боевого натиска.

Флотилия славянских племён существовала уже в 10 веке, однако впервые речной флот был применён Иваном Грозным в 1552году. А 20 октября 1696 года Боярская Дума приняла историческое решение: «Морским судам быть!». В этом же году были построены первые русские 36-пушечные корабли «Апостол Петр» и «Апостол Павел», линейный корабль «Полтава». «Всякое государство, которое единое войско сухопутное имеет, - одну руку имеет, а которое и флот имеет – обе руки имеет,» - справедливо говорил Петр Первый. Русский флот, покрывший себя славой в Северной войне, превратил Россию в мощную, морскую державу. В годы ВОВ был сформирован советский подводный флот в составе 273 боевых единиц.

Мечта о покорении воздушного пространства осуществилась в 1882 году, когда русский учёный-изобретатель А.Можайский построил первый в мире самолёт. В начале 20 века Б.Юрьев спроектировал первый в мире вертолёт. В 1913 году И.Сикорский создал тяжёлый 4-х моторный самолёт «Русский витязь», а более совершенный его самолёт «Илья Муромец» был способен нести до 500 кг бомб. В это же время россиянин Д.Григорович сконструировал гидросамолёт. 12 августа 1912 года – день создания Военно-Воздушных Сил России. В этот день военное ведомство издало приказ №397 «О введении в действие воздухоплавательной части Генштаба». Первое боевое крещение русские лётчики получили в ходе Балканской Войны (1912-1913г.г.), действуя на стороне Болгарии. К Первой Мировой Войне в России было 80 отрядов, состоящих из 263 самолётов. В канун ВОВ были созданы новые типы самолётов: штурмовики, истребители, бомбардировщики (конструкторы С.Ильюшин, С.Лавочкин, А.Микоян, П.Сухой, А.Туполев и мн.др.). В1950 году появились первые сверхзвуковые самолёты. В 1960 году авиация стала ракетоносной, в 1980 году – оснащена электронным и бомбардировочным оборудованием. Венец достижений русских авиаторов и учёных – первый в мире полёт в космос советского лётчика – космонавта Ю.А.Гагарина 12

апреля 1961 года.

Наиболее высоким уровень развития русской армии был во время существования СССР, когда военно-промышленный комплекс страны получил небывалое форсированное развитие под лозунгом «догнать и перегнать» и обеспечивал армию новейшим вооружением, что позволило советской армии стать самой мощной в мире. Мощь, сила русской армии была проверена ВОВ и доказана победой в ней СССР. Высокая боеспособность армии укрепляла международный авторитет страны. СССР стал сильной военной державой, а входе «гонки вооружений» качественно и количественно обгонял США, успешно проводил подводные операции «холодной войны» и создавал новые виды высокоточного оружия. Появление в СССР атомной и водородной бомб ликвидировало ядерную монополию США в мире и остановило внешнеполитическую агрессию Штатов.

В настоящее время внешнеполитическая опасность для России заключается в том, что скорость военно-промышленного развития западных стран превышает российские темпы. И вновь становится актуальным лозунг «догнать и перегнать». Запад стремится не допустить возрождения такого мощного конкурента, как Россия. СССР оставил в наследство высокий уровень развития армии. Наша армия может и должна быть сильной. Нельзя допустить иного: на протяжении столетий существование любой страны зависело от боеспособности её армии.

Сильная армия, надежная защита границы, укрепление военной мощи и боевого потенциала – залог национальной безопасности, безопасности государственной власти, а главное – залог нормальной жизни граждан.

Российская армия, пройдя долгий и славный путь, теперь находится в стадии реформирования. Военная реформа направлена на повышение боевых и мобильных возможностей армии, на создание компактной и менее обременительной в экономическом плане для страны армии с сохранением боевого потенциала всех видов войск. Теперь набор в армию осуществляется как по призыву, так и по контракту. Переход на контрактную основу уже начался: 104-ый парашютно-десантный полк 76-й дивизии ВДВ укомплектован «контрактниками». Пока рано говорить об итогах – работа продолжается, однако уже ясно, что эксперимент организован грамотно. В ходе реформы с 1 января 2004 года введена срочная альтернативная служба, уже действует новая военная доктрина, идут структурные и управленческие преобразования, создаётся единая система командования. Численность кадровых военнослужащих сокращена в 2 раза для высвобождения средств на оборонные нужды страны.

Сегодня войска оснащаются новейшей техникой, увеличивается их финансирование (теперь бюджетные расходы на перевооружение составляют 40%). При этом крайне необходимо в полной мере восстановить порядок в вооружённых силах: все факты нарушения устава и закона должны тщательно выявляться, а виновные – нести наказание. На карту поставлено слишком многое: безопасность и оборона нашей страны. Пока на учениях будут тонуть подлодки и падать самолёты, мы, к сожалению, не сможем назвать нашу армию боеспособной. А военная реформа направлена именно на то, чтобы

сделать армию современной, качественно новой.

Тема армии и всё, связанное с её прошлым и настоящим, будет актуальна в любое время в любой государственной власти, показатель военной мощи страны. Об актуальности этой темы говорит и наличие множества пунктов о «создании обороноспособной армии» в программах многих политических партий. Политический плюрализм позволяет иметь множество точек зрения на проблемы, реформу и дальнейшее развитие армии, однако не будет лишним и установление над армией мощного общественного контроля: в демократическом государстве не может быть закрытых тем, граждане вправе знать о том, что происходит в армии.

В современных условиях проблема армии имеет ключевое значение в обеспечении безопасности страны. Только сильная армия сможет выдвинуть Россию в число передовых стран, ответить на вызовы, которые бросает нам мировой терроризм. Вооружённые силы России стоят на страже её границ и интересов граждан. Мир вступил в новое тысячелетие, впереди много испытаний для нашей страны и в первую очередь – для нашей армии. Россия - это уникальная страна, которой есть, что защищать, именно поэтому наша армия должна быть максимально боеспособна.

УДК 621.01

АНАЛИЗ ГРУПП АССУРА ДЛЯ МЕХАНИЗМОВ ВТОРОГО СЕМЕЙСТВА ТРЕТЬЕГО ПОДСЕМЕЙСТВА

Фомин А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Универсальная формула подвижности механизмов второго семейства третьего подсемейства [1] имеет вид

$$W_{2(3)} = 4n - 3p_5. \quad (1)$$

Запишем универсальную структурную систему для механизмов третьего подсемейства [2] совместно с уравнением подвижности (1)

$$\begin{cases} p = p_5 = \phi + (\phi - 1)n_{\phi-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\phi-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{2(3)} = 4n - 3p_5. \end{cases} \quad (2)$$

В системе обозначены:

p - общее число кинематических пар цепи (учитываем только пары p_5),

ϕ - число кинематических пар наиболее сложного, базисного звена цепи, ϕ -угольника,

n_i - число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар.

Из первого уравнения системы (2) вычтем второе уравнение

$$p_5 - n = \phi - 1 + (\phi - 1)n_{\phi-1} - n_{\phi-1} + \dots + in_i - n_i + \dots + 2n_2 - n_2 + n_1 - n_1 = (\phi - 1) + (\phi - 2)n_{\phi-1} + \dots + (i - 1)n_i + \dots + n_2.$$

Преобразуем к виду

$$(\phi - (1 + p_5 - n)) + (\phi - 2)n_{\phi-1} + \dots + (i - 1)n_i + \dots + n_2 = 0. \quad (3)$$

Будем рассматривать только группы Ассур. Тогда из уравнения (1) при $W=0$ получим

$$p_5 = \frac{4n}{3}. \quad (4)$$

Подставив p_5 из равенства (4) в (3), найдем

$$(\phi - \frac{3+n}{3}) + (\phi - 2)n_{\phi-1} + \dots + (i - 1)n_i + \dots + n_2 = 0. \quad (5)$$

Таким образом, найдена зависимость $n(\tau)$. Из равенств (4) и (5) определяем, что значение τ находится в интервале

$$2 \leq \tau \leq \frac{3+n}{3}. \quad (6)$$

Из уравнения (4) следует, что n можно задавать только кратное трем, т.е. 3, 6, 9, 12, 15, ... Например, зададимся $n=3$. Тогда из неравенства (6) τ может быть равным только 2. Трехзвенная группа Ассур, образованная парами пятого класса, с базисным звеном $\tau=2$ показана на рисунке 1.

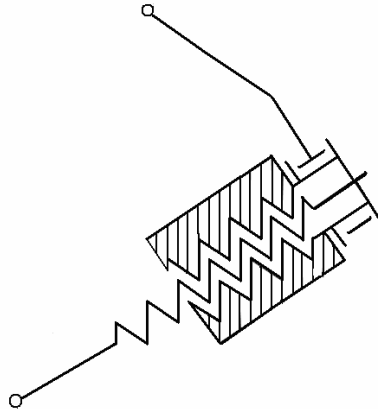


Рисунок 1 – Трехзвенная группа Ассур с базисным звеном $\phi=2$

В качестве кинематических пар пятого класса могут быть использованы вращательные, поступательные или винтовые пары. Если к трехзвенной группе Ассур, показанной на рисунке 1, присоединить ведущее звено с парой пятого класса, то получим механизм второго семейства третьего подсемейства (с одними парами пятого класса). Такой механизм показан на рисунке 2 [3].

Если задаться $n=6$, то из уравнения (5) и неравенства (6) τ может быть равным только 3. Шестизвенные группы Ассур с базисным звеном $\phi=3$ показаны на рисунке 3. Эти группы пространственные, и могут быть образованы только парами пятого класса: вращательными, поступательными или винтовыми.

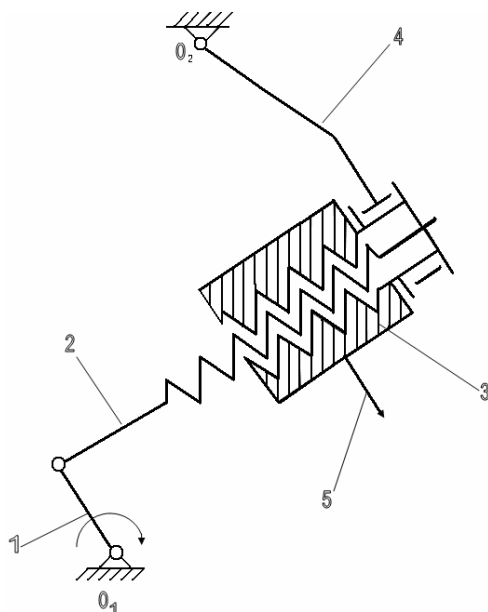


Рисунок 2 – Механизм для воспроизведения пространственных кривых

Аналогично строятся группы Ассур с числом звеньев 9, 12, 15 и более.

Если к группе Ассур присоединить ведущее звено с вращательной, поступательной или винтовой парой пятого класса, то получим механизм третьего подсемейства, с одними парами пятого класса.

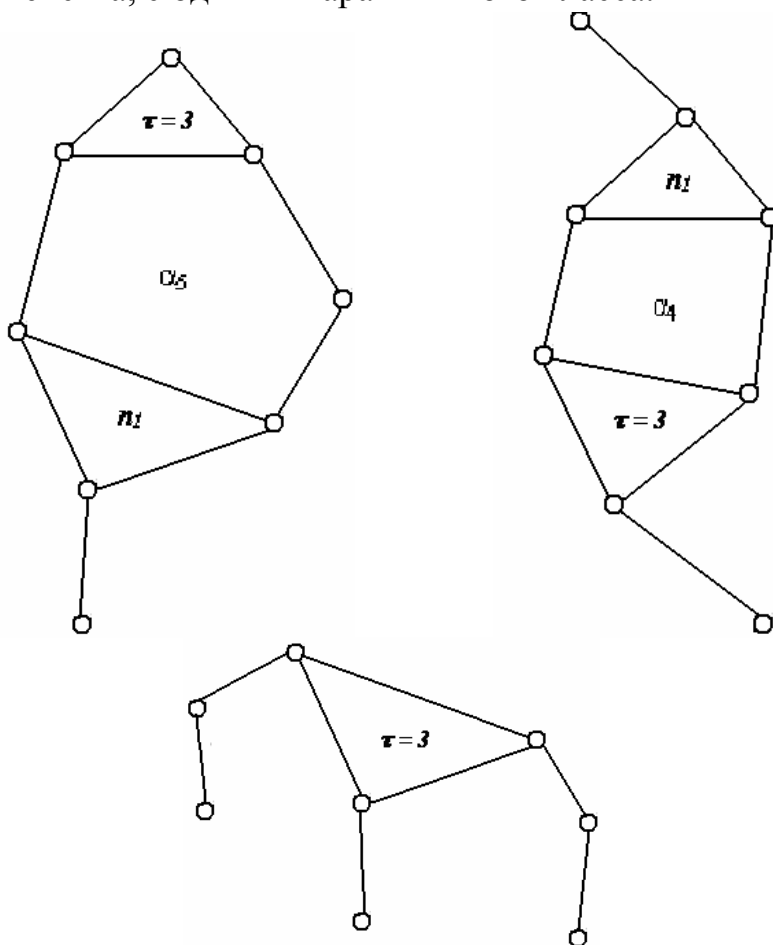


Рисунок 3 – Шестизвенные группы Ассур с базисным звеном $\phi=3$

Библиографический список

1. Фомин А.С. Структурный синтез механизмов второго семейства седьмого подсемейства / Фомин А.С. // Статья в настоящем сборнике «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых» / Сибирский государственный индустриальный университет - Новокузнецк, 2008.
2. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов / Л.Т. Дворников - Новокузнецк, 1994.-101 с.
3. Патент РФ № 2309051.

III. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. СЕРТИФИКАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 658.012:658.62.018

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ОАО «ЗСМК»

Григорьева Н.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Усольцев С.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

ИСО 9001:2000 включает статистические методы в число методов мониторинга измерений, анализа и улучшения, необходимых, среди всего прочего, для демонстрации соответствия продукции. Использование статистических методов может помочь в понимании изменчивости и, следовательно, может помочь организациям в решении проблем и повышении результативности и эффективности. Эти методы также способствуют лучшему применению имеющихся в наличии данных для оказания помощи в принятии решений.

Статистический метод контроля представляет собой совокупность операций по сбору, обработке и анализу информации, изучению математических характеристик и зависимостей показателей качества и выработке правил аттестации продукции.

Целью применения статистических методов является обеспечение объективности принимаемых решений на всех стадиях жизненного цикла за счёт повышения точности и достоверности используемой при этом информации.

В научно-исследовательской работе проведен анализ статистических методов управления качеством применяемых на ОАО «ЗСМК». Цель научно-исследовательской работы - выбрать статистические методы, которые можно использовать для определения факторов, влияющих на качество продукции прокатного производства на комбинате.

Статистические методы в системе менеджмента качества ОАО «ЗСМК» по признаку их общности делятся на три основные группы:

- графо-аналитические методы;
- методы анализа статистических совокупностей;
- экономико-математические методы.

Решение производственных проблем на ОАО «ЗСМК» с помощью статистических методов сводится к анализу сложившейся ситуации, прогнозу ее развития и выработке соответствующего решения.

Статистические методы могут применяться при:

- планировании производства;
- закупках;

- производстве и обслуживании;
- мониторинге и измерении производственных процессов и продукции;
- сбыте продукции;
- проведении внутренних аудитов;
- мониторинге удовлетворенности потребителей;
- управлении несоответствующей продукцией;
- разработке корректирующих и предупреждающих действий.

При выборе статистических методов следует стремиться к тому, чтобы они соответствовали характеру производственного процесса, наличию средств измерений и обработки статистической информации. Ответственность за применение статистических методов несут руководители структурных подразделений.

По применению статистические методы контроля можно разделить на:

- применение статистических методов регламентированных документами, на которые имеется ссылка в документе на поставку данной продукции,
- применение нерегламентированных статистических методов.

При контроле качества готовой продукции прокатного производства на ОАО «ЗСМК» применяются методы статистического приемочного контроля. Технологический персонал под контролем работников ОТК отбирает пробы и направляет на химический анализ и испытания в ЦЗЛ с сопроводительным документом, оформленным контролером ОТК. Комплексная лаборатория механических технических испытаний (группа статистического контроля) занимается статистической обработкой механических свойств и химического состава проката, прошедшего испытания. Основными параметрами готового проката являются: площадь поперечного сечения F , предел текучести Gt , временное сопротивление разрыву Gb , относительное удлинение σ_5 , относительное равномерное удлинение σ_p , относительное сужение U .

Продукцию, прошедшую испытания, сортируют по станам, ГОСТам, маркам стали, классу прочности, виду контроля. Эти данные указываются ежемесячно в документе «Анализ работы по качеству», результаты сдаются в ОТК. Завершением работы является статистическая оценка стабильности механических свойств проката, т.е. делается заключение, соответствует ли данная продукция требованиям соответствующих нормативных документов по механическим свойствам и ГОСТ 380-94, 10884-94, 5781-82, 2246-70 по химическому составу.

В научно-исследовательской работе проанализированы данные, содержащие виды дефектов готового сорта сортопрокатного цеха за три месяца 2007 года и проведена их статистическая обработка. В результате была построена диаграмма Парето, выяснены основные существенно важные виды дефектов, из-за которых появляется несоответствующая продукция, т.е. 80% брака обусловлено первыми тремя видами дефектов, а ими являются профиль, закат и плена. Далее установили истинные причины наиболее "болезненных" отклонений, пользуясь причинно-следственной диаграммой.

С помощью диаграммы Исикавы были выявлены и сгруппированы условия и факторы, которые влияют на качество готовой проката на всех стадиях технологического процесса. То есть, получена информация, необходимая специалисту для принятия управляющих решений

Исследование в рамках данной курсовой работы показало, что применение статистических методов управления качеством необходимо для поддержания процесса в стабильном состоянии, устраняя отклонения, возникающие в процессе производства.

Проведённый анализ построенных диаграмм позволил осуществить поиск причин, влияющих на нестабильность процесса, а также на поиск источников улучшения либо системы в целом, либо конкретных процессов.

Полученная при анализе диаграмм информация особенно важна для руководящего состава предприятия, которому предоставляется возможность отследить критические, с точки зрения брака, подразделения и даже отдельных исполнителей. Статистические методы являются эффективным инструментом сбора, анализа и интерпретации информации о качестве. Применение этих методов позволяет с заданной степенью точности и достоверности судить о состоянии исследуемых процессов, прогнозировать и регулировать проблемы на этапах жизненного цикла продукции и на основе этого вырабатывать оптимальные управленческие решения.

Построение диаграмм показало, что их можно использовать для определения причин появления несоответствий на ОАО «ЗСМК».

УДК 658.62.018:658.012.12

АНАЛИЗ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «НЗРМК ИМ. Н.Е. КРЮКОВА»

Павленко Е.Е.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Для успешного руководства организацией и ее функционирования необходимо направлять ее и управлять систематически и прозрачным способом. Успех может быть достигнут в результате внедрения и поддержания в рабочем состоянии системы менеджмента качества, разработанной для постоянного улучшения деятельности с учетом потребностей всех заинтересованных сторон. Системы менеджмента качества могут содействовать организациям в повышении удовлетворенности потребителей. Система менеджмента качества может быть основой постоянного улучшения с целью увеличения вероятности повышения удовлетворенности, как потребителей, так и других заинтересованных сторон. Она дает уверенность самой организации и потребителям в ее способности поставлять продукцию, полностью соответствующую требованиям.

Российские предприятия пока еще имеют отставания в области применения современных методов менеджмента качества. Между тем повышение качества несет поистине колоссальные возможности.

По основным показателям ОАО НЗРМК входит в число первых в своей отрасли, что ежегодно подтверждается свидетельствами, дипломами, сертификатами строительной индустрии России. В 1997 году в конкурсе среди строительных организаций страны НЗРМК был признан лучшим и получил диплом «Лидер российского бизнеса». В ОАО НЗРМК разработана, задокументирована, внедрена и поддерживается в рабочем состоянии система менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001:2001. Система качества, действующая на ОАО НЗРМК, сертифицирована фирмой Lloyd's Register Quality Assurance.

Целью данного исследования является анализ систем менеджмента качества. Анализ СМК на предприятии проводится строго в соответствии со стандартом организации, разработанным для выполнения процедур СМК, при анализе СМК, в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2001 «СМК. требования» и ГОСТ Р ИСО 9000-201 «СМК. Основные положения и Словарь». Высшее руководство ОАО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова» проводит анализ СМК с целью обеспечения её постоянной пригодности, адекватности и результативности. Анализ СМК проводится 1 раз в год, в январе месяце по результатам работы за истекший период. Организацию работ по подготовке отчетного анализа и управления записями анализа осуществляет начальник ОМК. Представитель руководства осуществляет координацию работ при проведении анализа и общий контроль.

Анализ со стороны руководства проводится на основе следующих данных:

- статус и результаты выполнения целей в области качества (СТП 25.04);
- результаты аудитов (СТП 25.02);
- обратная связь от потребителей;
- функционирование процессов и соответствие продукции;
- статус предупредительных и корректирующих действий (СТП 25.06);
- последующие действия, вытекающие из предыдущего анализа со стороны руководства;
- изменения, которые могли бы повлиять на СМК;
- рекомендации по улучшению.

Анализ СМК проводится в 3 этапа:

1. Текущий анализ на совещании «День качества».
2. Анализ СМК на уровне структурных подразделений.
3. Анализ СМК высшим руководством.

На первом этапе определяются задачи, решаемые на совещании «День качества»: определение статуса и результатов выполнения целей в области качества; текущий анализ функционирования СМК; выработка решений по проблемным вопросам СМК; разработка корректирующих и предупреждающих действий (СТП 25.06); определение статуса и результатов выполнения корректирующих и предупреждающих действий.

На втором этапе руководители подразделений проводят анализ СМК по установленным РК ОАО «НЗРМК им. Н.Е.Крюкова» 05-23 критерием оценки процессов и заполняют бланк анализа процессов СМК. Анализ должен сопровождаться пояснительной запиской, содержащей следующие обязательные данные анализ выполнения целей в области качества подразделений; анализ обратной связи от потребителей (внешних и, или внутренних); анализ результатов аудита внешних и внутренних; анализ функционирования процессов и соответствия продукции; анализ выполнения корректирующих и предупреждающих действий.

На третьем этапе начальник ОМК систематизирует данные, полученные от структурных подразделений, и составляет проект анализа со стороны руководства. Представитель руководства координирует работы по проведению анализа. Анализ СМК по установленным критериям оценки процессов оформляется по определенной форме.

Из анализа систем менеджмента качества по данным годового отчета за 2006 год видно, что руководство действительно проводит анализ СМК исключительно на основе стандарта организации. В данный анализ включена оценка возможностей улучшения и потребность в изменении СМК «ОАО НЗРМК им. Н.Е.Крюкова», в том числе политике и целей в области качества.

В 2006 году высшим руководством ОАО «НЗРМК им. Н.Е.Крюкова» были определены основные цели в области качества, выполнение которых обеспечивает эффективность и результативность СМК в целом. Данные цели были притворены в жизнь, например, были усовершенствованы процессы маркетинговой и договорной работы, сформирован рынок сбыта теплоизолирующих стеновых и кровельных панелей, внедрен комплекс оборудования автоматической линии ЧПУ фирмы Hilleng и организовано производство трехслойных теплоизолирующих стеновых и кровельных панелей, разработана и внедрена автоматизированная система планирования и управления производством, созданы новые рабочие места, с последующей их аттестацией, приобретено и внедрено оборудование, направленное на совершенствование технологических процессов, реконструированы производственные участки и бытовые помещения, повышено благосостояние работников завода, сданы в эксплуатацию жилые готовые дома для работников завода и организовано строительство новых.

В результате проведенного в апреле 2006 года внешнего сертификационного аудита было выявлено 5 наблюдений и 6 уведомлений. Также было организовано проведение внутренних аудитов. Всего проведено 34 проверки. По результатам проверок выявлено 76 несоответствий, по которым были намечены необходимые корректирующие и предупреждающие действия.

Выполнение корректирующих мероприятий дополнительно проверено, что подтверждено соответствующей записью в листах несоответствий. Все корректирующие действия выполнялись в соответствии с запланированными сроками.

При заключении договоров на изготовление продукции установлены каналы связей с потребителями (телефоны, факсы, ответственные лица). Каж-

дому потребителю с документами о качестве направляется анкета удовлетворенности потребителя. Все потребители удовлетворены продукцией завода и готовы вновь сотрудничать с заводом. В течение 2006 года поступило две претензии, по которым были намечены корректирующие действия.

Также была проведена работа с поставщиками. Договорные обязательства поставщиками выполнялись. Со всеми поставщиками проводилась оперативная работа по телефону. По металлопрокату была предъявлена 1 претензия поставщику ОАО «Северсталь», которая была частично удовлетворена. Поставщик предпринял соответствующие корректирующие действия

По итогам 2006 года можно сделать следующие выводы: политику в области качества считать актуальной и действующей на 2007 год; цели в области качества, установленные на 2006 год, достигнуты; качество продукции удовлетворяет требованиям потребителей; менеджмент ресурсов обеспечивает поддержание в рабочем состоянии СМК и постоянное повышение её результативности; персонал, выполняющий работу, влияющую на качество продукции, компетентен в соответствии с полученным образованием, подготовкой, навыками и опытом; инфраструктура поддерживается в рабочем состоянии, необходимом для достижения соответствующих требований к продукции; создана управляемая производственная среда; спланирована и действуют процессы необходимые для обеспечения работоспособности и результативности системы менеджмента качества.

Для улучшения и повышения результативности системы менеджмента качества были поставлены следующие цели для выполнения политики 2007 года: разъяснение политики и целей для повышения понимания, мотивации и вовлечения работников организации; обеспечение компетентным персоналом, выполняющим работу, влияющего на качество продукции, в соответствии с полученным образованием, подготовкой, навыками и опытом; дальнейшее улучшение работы по изучению требований потребителей; проводить дальнейшую работу по увеличению отзывов потребителей из телефонных разговоров, средств массовой информации, участие в семинарах, выставках; повысить качество капитальных ремонтов для обеспечения необходимой надёжности и срока службы работы оборудования; для улучшения экологической обстановки наметить мероприятия, направленные на снижение выбросов загрязняющих веществ; пересмотреть систему корректирующих действий и предупреждающих мер по повышению процента сдачи готовой продукции в установленные сроки; совершенствование процессов сварки с целью улучшения качества и улучшений труда.

СИСТЕМА SMED И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ НА ОАО «РУСАЛ НОВОКУЗНЕЦК»

Гаврик В.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В России и других странах ускорению переналадки уделяется незаслуженно мало времени. В вопросе об отношении к переналадке, как в зеркале, отражается разница между плановой социалистической экономикой и экономикой свободного рынка.

Скорость переналадки оборудования – это глобальная проблема, затрагивающая интересы всех сотрудников любого предприятия, поскольку любое время, не затраченное на производство, связано с потерями предприятия. При традиционных способах переналадки производство крупными партиями представляется самым простым и наиболее результативным решением по минимизации нежелательных эффектов от операций переналадки. Существует концепция экономически обоснованного объема партии. Однако она не учитывает возможность резкого сокращения времени переналадки. Если переналадка, выполнявшаяся за 4 ч, может выполняться за 3 мин, а принятие системы SMED сделало это возможным, то даже без увеличения объема партии соотношение времени переналадки и основной операции может стать чрезвычайно малым.

Система SMED основывается как на теории, так и на многолетней экспериментальной практике. Она представляет собой научный подход к сокращению времени переналадки, который можно применить на любом предприятии и любом оборудовании. Существует два вида наладки: внутренняя наладка – когда для совершения операций наладки и переналадки необходимо отключение оборудования; внешняя наладка – действия, для совершения которых отключение оборудования не требуется. При внедрении SMED надо очень тщательно изучать фактические условия на рабочем месте при помощи непрерывного анализа производства, выборочного исследования работы, интервьюирования рабочих, видеосъемки процессов и т.д.

Первый шаг при внедрении SMED — провести различия между внутренними и внешними действиями по переналадке. Подготовка деталей, обслуживание и т.д. необязательно производить с отключением оборудования. Второй шаг – преобразование внутренних действий во внешние. Третий шаг – упростить все аспекты операции переналадки. На шаге 3 нужен подробный анализ каждой элементарной операции.

Методами применения SMED к внешним операциям переналадки являются:

- использование контрольных списков;
- проведение функционального контроля;

- оптимизация транспортировки штампов и других деталей;
- заблаговременная подготовка усилий и т.п.

Методами применения SMED к внутренним операциям переналадки являются:

- внедрение параллельных операций;
- использование функциональных зажимов;
- крепление одним оборотом;
- исключение регулировок.

Вопрос сокращения времени переналадки актуален на предприятии ОАО «РУСАЛ Новокузнецк».

В связи с большой номенклатурой отливаемой продукции на одном литейном столе часто происходит переналадка стола от производства одного вида продукции к другому.

ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» постоянно вносятся изменения в процесс переналадки литейного стола. В 2004 году в общей сложности процесс переналадки занимал 8 - 10 часов. После введения новых технологий и совершенствования процессов процесс стал занимать 4 – 4,5 часа.

Одним из способов сокращения времени явилось введение параллельных операций во время переналадки, описанных системой SMED. Так теперь такие операции, как ревизия привода и ревизия пультов управления проводятся одновременно. Ревизии подъёмных тросов и направляющих также проводятся одновременно. Возле каждого миксера был введён дублирующий стол. Это позволило проводить процесс переналадки без остановки литейного процесса у данного миксера. Был изготовлен второй рукав коллектора охлаждающей воды, что позволило начинать операцию прочистки коллекторов ещё до остановки литейного стола путём переключения с одного рукава на другой (внутренние действия преобразованы во внешние). Гаечные соединения кристаллизаторов были заменены на эксцентриковые. Ролики были заменены прижимными ползунами (использование функциональных зажимов).

Ранее серьёзной проблемой, занимающей большое количество времени, была трудность точной установки литейного стола над направляющими, которые обеспечивают точное опускание поддона. Операция ревизии направляющих занимала почти половину времени переналадки (около 2,5 – 3 часов). Был введён метод лазерной диагностики направляющих, позволивший точно и быстро устанавливать литейный стол и устранить регулировки. Теперь продолжительность этой операции в среднем 20 минут (исключение регулировок).

Время переналадки на ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» существенно снизилось преимущественно за счёт введения параллельных операций, значительного сокращения времени пробных подгонов и корректировок, исключения регулировок, проведения операций переналадки до начала основного процесса переналадки, а также исключения пробного пуска.

Однако, время переналадки, хотя и значительно снизилось, всё же оно составляет около 4 часов, в то время как на предприятиях под руководством Сигео Синго время переналадки снижалось с 2 часов до 15 – 20 минут.

Внедрение SMED – задача всей компании – от генерального директора до каждого рабочего на своём рабочем месте. Высокое качество, эффективность и низкая себестоимость должны стать главными девизами, каждого сотрудника. Все предложения должны опробоваться на практике с реальным оборудованием, и должна быть возложена ответственность за выполнение.

Вывод: процесс переналадки оборудования является объектом экономии времени на предприятии, а значит, денежных средств. В связи с этим сокращению переналадки следует уделять большое внимание. Примеры Сигео Синго и предприятия ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» подтверждают возможность достижения успехов в этой области.

УДК 658.62.018:658.011

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ НА ОАО «НЗРМК ИМ. Н.Е. КРЮКОВА»

Юдакова М. Е.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время компании мирового уровня используют методы управления процессами в рамках реализации стратегии системного управления качеством. При использовании процессно-ориентированного подхода в управлении сам процесс становится распределенным регулятором качества составляющих его процедур, будучи ориентированным на реального рыночного клиента. Выделение бизнес-процессов, их анализ и последующее совершенствование – колоссальный резерв для повышения конкурентоспособности компании и эффективности ее работы. Среди основных преимуществ такого подхода можно выделить простоту проведения оптимизации как самих процессов, с точки зрения их организации, синхронизации, взаимосогласованности, так и ресурсов, потребляемых процессами; особенно это касается человеческих ресурсов. Кроме того, становится очевидной необходимость управления, нацеленного на конечный результат, который оценивается потребителем-клиентом процесса.

Необходимость совершенствования бизнес-процессов привела к созданию методологии управления процессами, которая включает шесть основных шагов:

1. определение владельца(ев) процесса;
2. описание границ и интерфейсов процесса;
3. описание самого процесса с помощью программного инструмента;
4. установка точек контроля процессом;
5. измерение показателей процесса в точках контроля;
6. анализ полученной информации и предложения по совершенствованию.

Одна из основных причин перехода на процессную ориентацию управления производством, заключается в изменившихся возможностях способов и методов поддержки принятия решения в современном мире, то есть доступности всевозможных средств информационного обеспечения деятельности.

Деятельность организации может быть очень сложна и представлена сетью различных процессов и подпроцессов. При процессном подходе, совсем необязательно все виды деятельности определять и описывать как процессы с целью последующего управления ими. Достаточно выделить «ключевые компетенции», приносящие наибольшую добавленную ценность бизнесу, и управлять ими как процессами. Все определенные таким образом процессы обязательно должны иметь своих владельцев. В их распоряжении должны находиться ресурсы, необходимые для выполнения процесса. Если владелец сквозного процесса не будет иметь ресурсов, то его роль сведется к сбору информации о функционировании процесса и доведения ее до руководства предприятия.

На ОАО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова» внедрен процессный подход с сохранением функциональной структуры, при этом владельцами основных процессов являются руководители подразделений.

Международный стандарт ИСО 9000:2000 определяет процесс как «совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, которые преобразуют входы в выходы».

Процессный подход - это не просто описание последовательности действий по преобразованию чего-либо. Для процесса должны быть определены требования к входам и выходам, требования к используемым ресурсам, критерии оценки результативности процесса и удовлетворенности его клиентов. Для каждого из процессов должен быть определен «ответственный», который будет отвечать за результативность процесса. А самое главное - прежде чем представить какую-либо деятельность как процесс, необходимо убедиться, что эта деятельность приносит компании добавленную ценность.

На ОАО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова» для внедрения процессного подхода использовали следующие этапы внедрения:

- 1) обучение ключевых сотрудников;
- 2) выделение бизнес-процессов верхнего уровня;
- 3) описание процессов верхнего уровня «как есть»;
- 4) анализ бизнес-процессов, выявление наиболее важных и проблемных процессов;
- 5) регламентация бизнес-процессов;
- 6) управление процессами.

Модель СМК на ОАО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова» требует небольшой доработки. Для улучшения СМК и самого процессного подхода в работе более полно раскрыты процессы, которые непосредственно связаны с выпуском продукции и, следовательно, с созданием добавленной ценности, через процессы создания продукции. Для этого были использованы обычные блок-схемы, с указанием ответственных за процессы, а так же все входы и выходы для удобства изображены стрелочками.

«ШЕСТЬ СИГМ – СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ МЕНЕДЖМЕНТА»

Боброва Н.С.

Научный руководитель: ст. преподаватель Абатурова А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Последние годы характеризуются все более широким распространением понимания важности качества как продукции, так и услуг, а также понимания необходимости располагать их способами измерения и оценивания. Движение в сторону контроля или обеспечения качества развертывалось от соблюдения стандартов, типа ISO 9000, до применения статистического контроля процессов на основании теорий различных авторитетов в области качества. Так, самой последней ходовой фразой, касающейся улучшения деятельности предприятий, стало выражение «Шесть сигм».

В статистике знаком «сигма» обозначают среднеквадратическое (стандартное) отклонение. **Стандартное отклонение** – это статистический способ описания величины вариации в наборе данных, группе изделий или процессе. Данный показатель позволяет понять, насколько производство определенной детали отклоняется от нормы. Из заданных таблиц по стандартным отклонениям можно сделать заключение о вероятности производства детали в границах определенного отклонения. «Шесть сигм» – такой уровень эффективности процесса, при котором на каждый миллион возможностей или операций приходится всего 3,4 дефекта.

Концепция же «Шесть сигм» – это подход к совершенствованию бизнеса, который стремится найти и исключить причины ошибок или дефектов в бизнес-процессах путем сосредоточения на тех выходных параметрах, какие оказываются критически важными для потребителя. «Шесть сигм» - это стратегический подход, который работает для всех процессов, продуктов и отраслей. Цель «Шесть сигм» - сокращение отклонений в ходе производственного процесса и его совершенствование путем реализации так называемого «проекта совершенствования «Шесть сигм», который основан на классической схеме непрерывного совершенствования – цикле Шухарта – Деминга: планируй – делай – проверяй – действуй. Его модификацией является цикл DMAIC (define, measure, analyze, improve, control): определение, измерение, анализ, совершенствование и контроль. На первом этапе, «определения» (define), ставятся цели и рамки проекта, выявляются проблемы, которые должны быть решены для достижения определенного уровня отклонений. На втором этапе, «измерения» (measure), происходит сбор информации о текущем состоянии дел для получения данных, характеризующих базовый уровень показателей работы, и выявления участков, требующих наибольшего внимания. На третьем этапе, «анализа» (analyze), выявляются основные причины проблем в обеспечении качества, после чего правильность выбора этих причин проверяется при помощи специальных инструментов анализа данных.

На четвертом этапе, «совершенствования» (improve), внедряются решения, ориентированные на устранение проблем (основных причин), определенных на этапе анализа. Цель пятого этапа, «контроля» (control), - оценка и мониторинг результатов предшествующих этапов.

Методология «Шесть сигм» не рассматривает контроль качества как отдельную функцию, а возлагает ответственность за него на рядовых служащих (обычно менеджеров и специалистов по технологиям). Участники изучают статистические методы и другие методы контроля качества, чтобы затем применять их в своей производственной деятельности.

Таким образом, как и в других системах управления качеством, в «Шести сигмах» существует механизм обучения. Сибирский государственный индустриальный университет, как Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования, обладая отличным профессорско-преподавательским составом и материально-технической базой, может предоставлять данный спектр услуг, тем самым, обеспечив себе тесное взаимодействие с успешными предприятиями, внедряющими данную концепцию.

Обучение и тренинги способствуют получению определенных званий, приспособленных от восточных единоборств. В начальной стадии обучения, участники получают «желтый пояс». После овладения базовыми статистическими знаниями, участники продвигаются по рангу и получают «зеленый пояс». «Черный пояс», в свою очередь, включает более продвинутые техники статистического анализа и дизайна экспериментов. Самой высокой степенью считается мастерский черный пояс, обладатель которого помимо статистических навыков, обучается навыкам лидерства и управления. На самом деле, в рамках концепции «Шесть сигм» создается определенная инфраструктура, через которую в первую очередь и происходит собственно внедрение данного подхода в культуру организации. Перечень лиц, кого можно назвать агентами «Шести сигм», выглядит следующим образом: чемпионы и спонсоры; мастера черного пояса; черные пояса; зеленые пояса; желтые пояса.

Распределение поясов среди профессорско-преподавательского состава можно осуществить следующим образом:

- к мастерам черного пояса отнести профессоров и докторов наук, т.к. именно они обладают наивысшими знаниями и умениями. Самому главному званию в «Шесть сигм» соответствует самая высшая ученая степень и ученое звание;

- к черным поясам следует отнести кандидатов наук, т.к. их объем знаний достаточен для этого пояса;

- к зеленым поясам можно отнести преподавателей с учеными званиями доцентов, т.к. их объем знаний несколько выше, чем у старших преподавателей и ассистентов;

- наконец, к желтым поясам следует отнести старших преподавателей и ассистентов, т.к. они могут работать под руководством профессоров и доцентов.

Во время обучения группа разбивается на команды, которые в начале слушают курс лекций с необходимой и достаточной для усвоения программы

теорией, проводят практические занятия и выполняют групповые статистические расчеты. Большое внимание уделяется психологическому климату в команде, умению распределять функции между ее членами и выявлять лидера. Преподаватели всеми способами поддерживают дух соревнования между командами. В ходе обучения большую роль играют темы: «Планирование эксперимента» и «Анализ рисков». Проведение занятий предусмотрено в компьютерных классах. Используются программы EXCEL, POWERPOINT. Процесс обучения включает в себя проведение несколько игр со статистическим расчетом результатов игры. Завершающим этапом процесса обучения является выполнение курсовых проектов по пройденному этапу, которые могут включать различные варианты - бизнес-проектов, цеховые проекты и другие виды работ.

Процесс обучения необходимо начать со следующего:

- 1) точно определить ответственность для каждого вида пояса;
- 2) подготовить специальную программу, состоящую из ряда дисциплин и необходимого времени, отведенного для их усвоения;
- 3) подобрать необходимый материал;
- 4) организовать процесс выдачи свидетельств и удостоверений.

Таким образом, «Шесть сигм» — универсальная методология совершенствования бизнес-процессов любой организации. Рост качества бизнес-процессов — это повышение производительности, экономия денежных средств и времени, улучшение качества исходящей документации в соответствии с требованиями клиента. Интерес к концепции «Шесть сигм» обусловлен и тем, что совершенствование деятельности компании по данной концепции направлено на устранение конкретных дефектов и причин их появления. Кроме того, система позволяет не только достичь конкретных результатов, но и исключить снижение качества за счет отлаженной системы контроля над изменениями.

УДК 658.62.018.2

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ «УПОРЯДОЧЕНИЕ» В УСЛОВИЯХ ОАО «РУСАЛ НОВОКУЗНЕЦК»

Мезенцева А.Е.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Сильвестров Ю.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Система «Упорядочение» - это простой и универсальный подход, применяемый во многих компаниях по всему миру.

«Упорядочение» – адаптированный к России вариант японской системы 5S. 5S – система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины. Она появилась в Японии в середине прошлого века. Ее идеологом считают Каору Исикаву. Система 5S получила свое название от первых букв пяти японских

слов: [Сейри], [Сейтон], [Сейсо], [Сейкетсу], [Ситсуке], которые кратко выражают ее суть и могут быть переведены как «организация», «аккуратность», «уборка», «стандартизация» и «дисциплина».

Система «Упорядочение», позволяет практически без капитальных затрат не только повышать производительность, сокращать потери, снижать уровень брака и травматизма, но и создавать необходимые стартовые условия для реализации сложных и дорогостоящих производственных и организационных инноваций, обеспечивать их высокую эффективность — в первую очередь за счет радикального изменения отношения работников к своему делу.

Система «Упорядочение» устанавливает шаги, выполнение которых направлено на создание оптимальных условий выполнения операций, поддержание порядка, чистоты, аккуратности, экономию времени и энергии для повышения производительности, предотвращения несчастных случаев, снижения загрязнения окружающей среды.

Принципы, на которых базируется эта система, достаточно просты. Наибольшая сложность при внедрении заключается в том, что от понимания принципов необходимо перейти к их реализации, постоянному выполнению требований, правил и договоренностей, достигнутых в коллективе. Систему «Упорядочение» нельзя внедрить быстро по приказу высшего руководства. Она требует терпеливого и скрупулезного труда не только менеджеров всех уровней, но и каждого работника фирмы.

Система «Упорядочение» на ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» внедряется с 2001 года.

Цель внедрения: использовать систему «Упорядочение» как первый этап построения бережливого производства.

При внедрении были соблюдены все принципы этой системы:

1: Сортируйте все вокруг и удалите лишнее.

Осуществление данного принципа позволило быстро избавиться от накопившегося на производстве хлама и удалить с рабочего места редко используемые предметы.

2: Создайте «свои места» для того, что осталось.

Реализация данного шага позволит добиться быстроты, безопасности и легкости доступа к нужным в работе предметам, визуализации способов хранения и контроля (наличия, отсутствия их местонахождения) нужного предмета, свободы перемещения людей и предметов и эстетичности производственной среды.

3: Содержите свое место в чистоте.

Осуществление данного принципа позволяет: устранить все формы загрязнений, определить метода поддержки чистоты на рабочем месте.

Регулярная уборка обеспечивает немедленное определение потенциальных проблем, которые могут приостановить работу или даже привести к остановке всего участка, цеха или завода.

4: Стандартизируйте нормы, правила, операции.

В результате осуществления данного шага были зафиксированы в письменном виде правила: удаления ненужного, рационального размещения пред-

метов, уборки, смазки, проверки.

Так же при осуществлении данного принципа все работники ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» были ознакомлены с принятым стандартом рациональной организации рабочего места.

5: Совершенствуйте полученный порядок.

Для осуществления проверки выполнения всех принципов системы «Упорядочение» на предприятии ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» используются контрольные листы. Их назначение – помочь в искоренении вредных привычек, привить навыки поддержания порядка на рабочем месте и содержания оборудования в чистоте.

Так как при внедрении системы «Упорядочение» на предприятии основной проблемой стал человеческий фактор, а именно нежелание некоторых рабочих и менеджеров понять необходимость изменений, связанных с внедрением системы, то необходимо создать систему стимулирования персонала направленную на вовлечение сотрудников во внедрение системы «Упорядочение».

Способы стимулирования персонала:

1. Для эффективного функционирования системы необходимо личное участие высшего руководства предприятия в проектах системы «Упорядочение».

2. Сильным стимулирующим фактором может стать организация постоянно действующего соревнования по внедрению системы между различными отделами и цехами завода.

Итоги соревнования могут проводиться по различным номинациям. Например: лучшая рабочая группа в заводоуправлении, в основном и вспомогательных производствах; лучший совет по совершенствованию системы «Упорядочение»; эффективные формы вовлечения работников во внедрение системы.

3. Необходимо, чтобы рабочие могли обсудить напрямую со своим менеджером то, сколько времени можно выделить от основного производства для участия в проекте «Упорядочение» и его постоянного поддержания. Дополнительное вознаграждение за участие в процедуре в этом случае не вызывает вопроса.

4. Постоянно действующие информационные стенды;

5. Знаки у кабинетов: «Молодцы» и «Плохиши».

6. Конкурс на лучший слоган по совершенствованию системы.

7. Отдельная полоса в ежемесячной корпоративной газете, посвященная системе «Упорядочение».

8. Инструкции по внедрению системы.

9. Фотографии «Как было» и «Как стало».

Необходимо убедить рабочих в том, что эффективное функционирование системы «Упорядочение» - это надежный путь к удовлетворению индивидуальных потребностей.

Вторая проблема, с которой столкнулись на заводе - нет четкой системы перевода процентов, полученных в результате проверки на соответствие системе «Упорядочение», в словесное описание текущего состояния рабочих

мест.

Наиболее удобно получать конечный результат не в процентах, а вывести средний балл по всему контрольному листку. И использовать не трех, а пятибалльную систему оценки: 5 баллов – безусловно; 4 балла – хорошо; 3 балла – посредственно; 2 балла – еще много надо сделать; 1 балл – ничего не сделано.

Для большей наглядности, по результатам выявленных нарушений необходимо строить диаграммы, анализ которых позволит акцентировать внимание менеджеров на наиболее часто встречающихся нарушениях, выявить причины их появления и предпринять более эффективные меры по их устранению.

В целом применение системы «Упорядочение» на ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» позволило создать более эффективную организацию рабочего места, что позволяет сохранять время, экономить средства, улучшать качество, повышать эффективность и управляемость производства, поднимать уровень производительности и безопасности труда, а так же улучшать корпоративную культуру.

УДК 657: 658.62.018

МЕТОДОЛОГИЯ IDEF0 И ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ VP WIN

Коробейко А.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Морин С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Открытое акционерное общество «РУСАЛ Новокузнецкий алюминиевый завод» (ОАО «РУСАЛ Новокузнецк») – один из крупнейших производителей алюминия технической чистоты и сплавов на его основе.

Постоянное повышение качества выпускаемой продукции является одним из основных направлений деятельности ОАО «РУСАЛ Новокузнецк».

Для достижения этой цели ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» в своей работе использует Систему менеджмента качества, разработанную на базе международного стандарта ISO 9001:2000.

На начальных этапах создания ИС необходимо понять, как работает организация, которую собираются автоматизировать. Никто в организации не знает, как она работает в той мере подробности, которая необходима для создания ИС. Руководитель хорошо знает работу в целом, но не в состоянии вникнуть в детали работы каждого рядового сотрудника. Рядовой сотрудник хорошо знает, что творится на его рабочем месте, но плохо знает, как работают коллеги. Поэтому для описания работы предприятия необходимо построить модель. Такая модель должна быть адекватна предметной области, следовательно, она должна содержать в себе знания всех участников бизнес-

процессов организации.

Наиболее удобным языком моделирования бизнес-процессов является IDEF0. В IDEF0 система представляется как совокупность взаимодействующих работ или функций. Такая чисто функциональная ориентация является принципиальной - функции системы анализируются независимо от объектов, которыми они оперируют. Это позволяет более четко смоделировать логику и взаимодействие процессов организации. Под моделью в IDEF0 понимают описание системы (текстовое и графическое), которое должно дать ответ на некоторые заранее определенные вопросы.

Процесс моделирования какой-либо системы в IDEF0 начинается с определения контекста, т. е. наиболее абстрактного уровня описания системы в целом. В контекст входит определение субъекта моделирования, цели и точки зрения на модель.

Под субъектом понимается сама система, при этом необходимо точно установить, что входит в систему, а что лежит за ее пределами, другими словами, мы должны определить, что мы будем в дальнейшем рассматривать как компоненты системы, а что как внешнее воздействие. На определение субъекта системы будет существенно влиять позиция, с которой рассматривается система, и цель моделирования - вопросы, на которые построенная модель должна дать ответ. Другими словами, первоначально необходимо определить область моделирования. Описание области как системы в целом, так и ее компонентов является основой построения модели. Хотя предполагается, что в течение моделирования область может корректироваться, она должна быть в основном сформулирована изначально, поскольку именно область определяет направление моделирования и когда должна быть закончена модель. При формулировании области необходимо учитывать два компонента - широту и глубину. Широта подразумевает определение границ модели - мы определяем, что будет рассматриваться внутри системы, а что снаружи. Глубина определяет, на каком уровне детализации модель является завершенной. При определении глубины системы необходимо не забывать об ограничениях времени - трудоемкость построения модели растет в геометрической прогрессии от глубины декомпозиции. После определения границ модели предполагается, что новые объекты не должны вноситься в моделируемую систему; поскольку все объекты модели взаимосвязаны, внесение нового объекта может быть не просто арифметической добавкой, но в состоянии изменить существующие взаимосвязи. Внесение таких изменений в готовую модель является, как правило, очень трудоемким процессом (так называемая проблема "плавающей области").

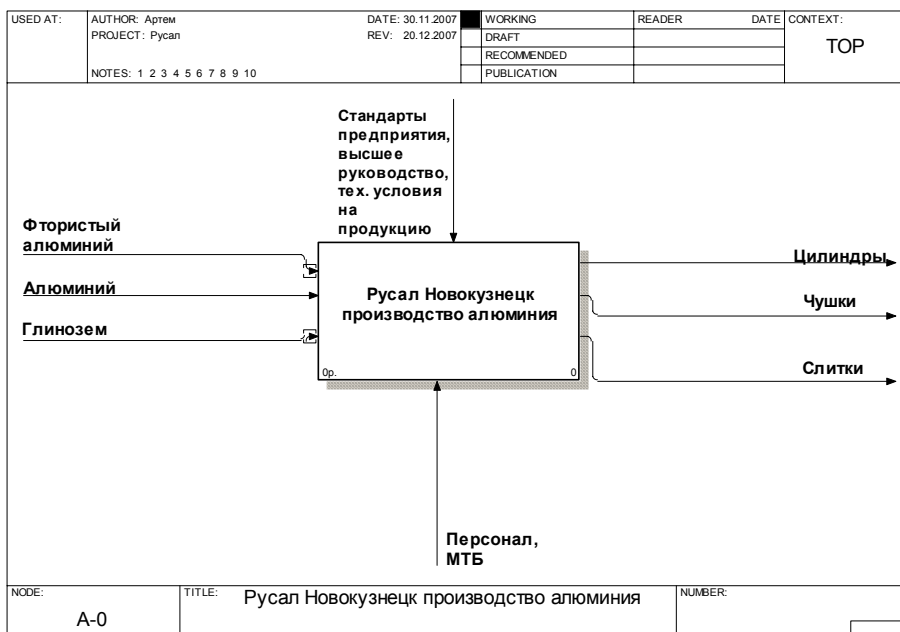
Модель не может быть построена без четко сформулированной цели. Цель должна отвечать на следующие вопросы:

- Почему этот процесс должен быть замоделирован?
- Что должна показывать модель?
- Что может получить читатель?

Формулировка цели позволяет команде аналитиков сфокусировать усилия в нужном направлении. Примерами формулирования цели могут быть

следующие утверждения: "Идентифицировать и определить текущие проблемы, сделать возможным анализ потенциальных улучшений", "Идентифицировать роли и ответственность служащих для написания должностных инструкций", "Описать функциональность предприятия с целью написания спецификаций информационной системы" и т. д.

Работы обозначают поименованные процессы, функции или задачи, которые происходят в течение определенного времени и имеют распознаваемые результаты. Работы изображаются в виде прямоугольников. Все работы должны быть названы и определены. Имя работы должно быть выражено отглагольным существительным, обозначающим действие (например, "Изготовление детали", "Прием заказа" и т. д.). Работа "Изготовление детали" может иметь, например, следующее определение: "Работа относится к полному циклу изготовления изделия от контроля качества сырья до отгрузки готового упакованного изделия". При создании новой модели (меню File/New) автоматически создается контекстная диаграмма с единственной работой, изображающей систему в целом. Ниже представлена схема ОАО «РУСАЛ Новокузнецкий алюминиевый завод».



В пользу применения методологии IDEF0 для описания и классификации процессов говорит не только ее возможность решить эту задачу в рамках СМК, но также тот факт, что данная методология также является стандартом для функционального моделирования в ряде стран, включая США и Россию. Последнее обстоятельство делает возможным использовать методологию IDEF0 в качестве единого языка для обмена информацией между организациями, аудиторами, экспертами.

Методология IDEF0 поддерживается компьютерными программами. Применение компьютерных программ на стадии описания процессов позволяет не только повысить эффективность решения этой задачи, но также использовать эти модели на стадии менеджмента процессами, интегрируя их в корпоративную информационную систему организации.

ВНУТРЕННИЙ АУДИТ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА

Наумова Е.Н., Прибыльченко В.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Целью работы явились особенности построения интегрированной системы менеджмента, ознакомление с принципами проведения внутреннего аудита системы менеджмента качества и систем экологического управления, а также изучены особенности проведения внутреннего аудита интегрированной системы менеджмента на ОАО «ЗСМК». С помощью интегрированной системы постоянно совершенствуется управление организации в целом, повышается качество, а, следовательно, конкурентоспособность выпускаемой продукции, обеспечивая удовлетворенность потребителей

К сегодняшнему дню в отношении практически всех функциональных направлений деятельности и сфер управления организацией разработаны подходы, а во многих случаях и стандарты соответствующих систем менеджмента. Наиболее известны стандартизованные подходы систем менеджмента качества (ISO 9001), экологического менеджмента (ISO 14001).

Сам факт наличия формального описания столь большого числа «систем менеджмента» говорит о необходимости их интеграции. В первую очередь – интеграции систем менеджмента компании. Система экологического менеджмента (СЭМ), система менеджмента качества (СМК), любая другая система менеджмента или их комбинация могут быть эффективны и результативны, только если встроены, или вернее, являются неотъемлемым элементом системы управления организацией.

Менеджмент качества - это скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству.[1]

Для разработки и внедрения системы менеджмента качества организации необходимо проведение внутреннего аудита, в ходе которого: анализируется организационно-распорядительная документация предприятия; определяются характеристики системы управления в привязке к пунктам стандарта; проводятся собеседования с руководством, менеджерами и исполнителями по основным процессам деятельности предприятия; выявляется, в чем система управления не соответствует требованиям стандарта ISO 9001.

Система экологического менеджмента – часть общей системы менеджмента, включающая организационную структуру, планирование деятельности, распределение ответственности, практическую работу, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценки достигнутых результатов реализации и совершенствования экологической политики, целей и задач [2]. Основной принцип, заложенный в систему экологического менеджмента – постоянное, последовательное улучшение.

После того, как СЭМ создана, необходимо убедиться в ее полном внедрении и функционировании в соответствии со стоящими перед ней целями. Внутренний аудит СЭМ служит для выявления проблем СЭМ и своевременного их решения.

Все больше проявляется интерес у организаций к интегрированным системам менеджмента (ИСМ). При этом у многих из них понятие интегрированной системы менеджмента ассоциируется, во-первых, с процессом объединения в одно целое каких-либо систем менеджмента, а во-вторых, с наиболее эффективным способом управления организацией в условиях все более растущей конкуренции. Однако в общепризнанном понимании ИСМ — это всего лишь часть системы общего менеджмента предприятия, отвечающая требованиям двух или более международных стандартов на системы менеджмента и функционирующая как единое целое [3]. Взаимодействия между системами менеджмента различных направлений, степень интеграции определяется исключительно удобством для организации. Внедрять СЭМ на основе существующей СМК имеет смысл только в том случае, если не планируется пересмотр СМК в ближайшее время, и если существующая система эффективна и обеспечивает достижение стоящих перед ней задач. В противном случае создать СЭМ без одновременного пересмотра СМК будет крайне трудно, а если она не будет пересмотрена, проблемы существующей системы будут проявляться во всем, что создается на ее основе.

Внутренняя проверка в структурном подразделении включает в себя аудит соответствия и аудит адекватности. Аудит соответствия – это установление степени, в которой система внедрена и соблюдается персоналом. Аудит адекватности – это определение степени соответствия документов системы установленным требованиям. Цель процесса внутреннего аудита – обеспечение уверенности в том, что ИСМ соответствует установленным требованиям, эффективно внедрена и поддерживается в рабочем состоянии. Аудиторы – это специально подготовленные специалисты, успешно прошедшие аттестацию. В основном это уполномоченные лица от структурных подразделений, занимающие определенные руководящие должности. Они знают все требования международных стандартов, документы системы, структуру организации.

Внутренний аудит интегрированных систем менеджмента внедренный на ОАО «ЗСМК» работает результативно и эффективно.

Библиографический список

1. Стандарт ISO 9001:2000 система менеджмента качества. Требования.
2. Системы экологического менеджмента для практиков / С.Ю. Дайман, Т.В. Островкова, Е.А. Заика, Т.В. Сокорнова; Под ред. С.Ю. Даймана. - М.: Изд'во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. - 248 с.; илл.
3. Максимов Л.И. Аудит интегрированных систем // Экономика природопользования. - 2004. - №5. - С.96-103.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМЫ «УПОРЯДОЧЕНИЕ» В ОМК НА ОАО «НЗРМК ИМ. Н.Е. КРЮКОВА»

Зенцова М.А., Прибыльченко В.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Система «Упорядочение» - отечественный аналог известной уже около 50 лет японской системы 5S, представляющей собой не только весьма серьезный самостоятельный инструмент современного менеджмента, но и базу для развертывания систем более высокого уровня, таких как TQM и TPM.

Система «Упорядочение» включает наведение порядка, чистоты, укрепление дисциплины и создание безопасных условий труда с участием всего персонала. Она позволяет практически без капитальных затрат не только повышать производительность, сокращать потери, снижать уровень брака и травматизма, но и создавать необходимые стартовые условия для реализации сложных и дорогостоящих производственных и организационных инноваций, обеспечивать их высокую эффективность — в первую очередь за счет радикального изменения отношения работников к своему делу.

Что же такое система «5S»? Прежде всего, это решимость правильно организовать рабочее место и содержать его в чистоте, соблюдать стандартизованные правила и поддерживать дисциплину, которая необходима для того, чтобы работать хорошо. Название «5S» происходит от пяти японских терминов, начинающихся на «С»: «Сэйри», «Сэйтон», «Сэйсо», «Сэйкэцу» и «Сицукэ», которые кратко выражают ее суть и могут быть переведены как «организация», «аккуратность», «уборка», «стандартизация» и «дисциплина».

Система «Упорядочение» — это своего рода командный вид спорта. Данную систему нельзя эффективно внедрить на одном рабочем месте или в одном подразделении, по воле одного человека. Она требует решимости и слаженных действий всего коллектива. Это не разовая генеральная уборка, а принципиально новый стиль отношения к рабочей среде, ее организации и безопасности — стиль *постоянного поддержания высокоорганизованного, чистого и безопасного рабочего пространства*.

Технология внедрения системы предполагает методичное, постепенное, пошаговое освоение ее принципов, оценку и закрепление результатов каждого шага, постоянное подтверждение и укрепление достигнутых результатов и навыков персонала.

Результатом внедрения системы «Упорядочение» должна стать новая атмосфера в коллективе фирмы: исключение из производства всего лишнего, ненужного; наведение порядка; бережное отношение к здоровью и жизни друг друга; поддержание и сохранение работоспособного состояния оборудования — все это позволяет людям проявлять свои лучшие качества, создавать обстановку доброжелательного отношения друг к другу, формировать пози-

тивный настрой не только на работе, но и в жизни.

Если обратиться к применению системы «Упорядочение» в сфере промышленного производства, то ее действие выходит далеко за рамки собственного производства или офиса. В современной высококонкурентной среде предприятие с высокой культурой производства, где постоянно поддерживаются чистота, порядок и безопасность труда, имеет несомненные преимущества.

Для осуществления на предприятии принципов системы «Упорядочение» и достижения приемлемых практических результатов необходимо использовать четкую последовательную технологию. Тщательная подготовка к внедрению системы – необходимое условие для ее успешной практической реализации. Целью подготовки является активизация энтузиазма персонала в связи с развертыванием системы.

После проведения надлежащей подготовки следует приступить к следующему шагу – Удаление ненужного. Главная сложность в реализации шага состоит в расслоении всех предметов по важности и принятии решений о том, где хранить те или иные предметы. Критерием расслоения предметов на три категории целесообразно использовать частоту их применения.

Наиболее сложно отбирать предметы, относящиеся к категории «ненужные». Они могут характеризоваться следующими признаками:

- сломанные предметы
- предметы с истекшим сроком использования
- предметы, цели использования которых неизвестны
- посторонние предметы
- избыточное количество нужных предметов

После того, как вы освободились от ненужных вещей, предстоит выполнить следующую задачу – принять решение о том, где разместить предметы, какие из них, сколько и как их хранить. Данный шаг означает размещение вещей с учетом обеспечения безопасности, качества и производительности, то есть поиск рационального способа размещения.

Самые интересные и эффективные решения, найденные в ходе реализации трех принципов с течением времени могут быть постепенно забыты и утрачены, если не закреплять их в письменном виде, не делать наглядными и легко запоминающимися.

Выработанные стандартные правила соблюдения принципов системы «Упорядочение» должны теперь неукоснительно выполняться. Ответственность за это лежит в большей степени на сотрудниках. Для того чтобы каждый сотрудник соблюдал в повседневной работе стандарты, он должен понимать их значение, разбираться в основных принципах системы, ощущать преимущества их соблюдения для себя и для организации. Одним из успешных приемов обучения сотрудников и повышения их ответственности за соблюдение стандартов является вовлечение каждого из них с самого начала в процесс разработки системы и выработки стандартов.

Однако, основная доля ответственности за постоянное выполнение прин-

ципов системы «Упорядочение» лежит на руководстве. В рамках этой ответственности для постоянного функционирования системы руководство должно придерживаться следующих принципов:

1. Постоянно показывать свою приверженность принципам системы.
2. Понимать, что разработанная и внедренная система должна постоянно совершенствоваться и выделять ресурсы к ее совершенствованию.
3. Постоянно контролировать эффективность выполнения принципов системы на всех уровнях организации.
4. Разработать и осуществить систему поощрений работников за постоянное и эффективное выполнение правил.

Во многих отношениях создание дисциплинированного рабочего места – это самое важное из того, что вы можете сделать для обеспечения хорошего качества продукции и безопасного производительного труда.

УДК 658.62.018

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ НА ОАО «ЗСМК»

Ожерельева Е.И.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

ОАО «ЗСМК» определяет и обеспечивает ресурсы, требуемые для:

- внедрения и поддержания в рабочем состоянии Системы менеджмента качества, а также постоянного повышения ее результативности;
- повышения удовлетворенности потребителей благодаря выполнению их требований.

Процесс подготовки персонала состоит из следующих этапов:

- определение потребности в подготовке персонала
- формирование программы подготовки персонала;
- подбор учебных центров;
- обеспечение подготовки персонала;
- профессиональная подготовка персонала (РСиС (работников специалистов и служащих) и их резерва, рабочих);
- контроль качества профессиональной подготовки персонала;
- анализ профессиональной подготовки персонала.

Обучение персонала на комбинате ведется по нескольким направлениям:

- профессиональная подготовка, переподготовка, обучение вторым профессиям, стажировка и повышение квалификации рабочих;
- повышение квалификации РСиС;
- подготовка резерва на замещение руководителей и специалистов;
- подготовка персонала в соответствии с требованиями государственных органов надзора.

Оценка персонала осуществляется в следующих формах:

- аттестация РСИС;
- психологическая оценка профессионально важных личностных качеств работников и кандидатов на трудоустройство;
- оценка профессионального потенциала работников.

Социологический мониторинговый опрос удовлетворенности персонала состоянием социальной сферы на ОАО «ЗСМК» проводит бюро социальных программ отдела экономики и социальных мотиваций с целью оценки уровня удовлетворенности, выявления актуальных социальных проблем, анализа происходящих изменений в социальной сфере.

Подразделения ОАО «ЗСМК» при разработке анкет по удовлетворенности (персонала, потребителя, поставщика) согласовывает ее структуру с бюро социальных программ отдела экономики и социальных мотиваций.

На ОАО «ЗСМК» определена, обеспечена необходимыми ресурсами и поддерживается в рабочем состоянии инфраструктура, необходимая для достижения соответствия требованиям к продукции.

За определение, обеспечение и поддержание инфраструктуры ОАО «ЗСМК», необходимой для процессов жизненного цикла продукции, отвечает директор ЗСМК по производственным вопросам, главный инженер комбината, директор ЗСМК по ИТ. Необходимость в тех или иных ресурсах инфраструктуры определяется исходя из условий обеспечения результативности процессов и достижения соответствия продукции установленным требованиям.

Инфраструктура ОАО «ЗСМК» включает в себя следующие виды ресурсов:

Здания

ОАО «ЗСМК» располагает необходимыми зданиями для процессов жизненного цикла продукции.

Ответственным за обеспечение и поддержание зданий в состоянии, необходимом для выполнения требований к продукции, является управление заказчика по ремонту.

Оборудование для процессов

В состав оборудования, используемого в процессах жизненного цикла продукции, входят технические и программные средства. К используемым техническим средствам относятся:

- технологическое оборудование, в том числе специальное технологическое;
- энергетическое оборудование;
- электрическое оборудование;
- технологическая оснастка;
- компьютеры;
- копировально-множительная техника;
- оборудование телекоммуникаций и связи (факсы, телефоны и т.д.);
- программное обеспечение, необходимое для ведения баз данных, создания документов и ведения записей в СМК, а также для обеспечения работы технических средств.

Текущие ремонты оборудования характеризуются выполнением работ по частичной замене быстроизнашивающихся деталей или узлов; выверке от-

дельных узлов; очистке, промывке и ревизии механизмов.

Капитальный ремонт оборудования является восстановительным ремонтом, при котором должны быть восстановлены качественные первоначальные характеристики оборудования.

На ОАО «ЗСМК» создана производственная среда, необходимая для достижения соответствия требований к продукции. Ответственность за оказание положительного влияния производственной среды на работу персонала несут руководители структурных подразделений, управление охраны труда и промышленной безопасности, управление охраной природы.

При создании производственной среды в подразделениях руководители управляют как физическими, так и человеческими факторами.

ОАО «ЗСМК» осуществляет постоянный контроль за производственной средой, которая необходима для достижения соответствия продукции установленным требованиям, принимает меры по обеспечению санитарно-гигиенических норм, соответствующих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Обследование условий освещения заключается в замерах, визуальной оценке или определении расчетным путем следующих показателей:

- 1) коэффициента естественной освещенности,
- 2) освещенности рабочей поверхности,
- 3) показателя ослепленности,
- 4) коэффициента пульсации освещенности,
- 5) отраженной блескости (наличия эффективных мероприятий по ее ограничению).

Эксплуатация средств вычислительной техники в цехах комбината, а также ремонт, наладка, обслуживание и использование ее в лабораториях, машинных залах требует от рабочих строгого соблюдения требований производственно-технических инструкций и инструкций по технике безопасности.

FMЕА – АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОДУКЦИИ, ПРОЦЕССОВ

Воробьева И.В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Абатурова А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

FMЕА – Failure Mode and Effects Analysis – систематический метод профилактики дефектов.

FMЕА можно описать как систематизированный комплекс действий для: 1) распознавания и оценки потенциальных отказов продукции/процессов и их последствий; 2) определения действий, которые могли бы устранить или снизить шансы возникновения потенциальных отказов и 3) документирования этого процесса.

Анализ, прежде всего, основан на теоретических знаниях и информации о прошлом опыте.

Метод FMЕА позволяет исключить ошибки на ранней стадии создания продукции и процессов, исходит, прежде всего, из их детализации и строгого учета всех исполняемых функций. Он обладает значительной эффективностью при создании конкурентоспособной продукции в короткие сроки и значительно экономит время и средства. Применение метода FMЕА исключает ошибки и связанные с ними отказы, а следовательно, избавляет от значительных затрат на устранение несоответствий. FMЕА должен являться дополнением к процессу проектирования для принятия правильного решения: что в продукции следует сделать для удовлетворения потребителя. Т.о. метод FMЕА нацелен на внедрение качества в продукцию.

Повышение качества и конкурентоспособности продукции является одной из основных задач на любом предприятии, в том числе и образовательного учреждения.

Проектирование, как этап жизненного цикла продукции, в ГОУ ВПО «СибГИУ» представляет собой один из важнейших этапов, а именно – открытие новой специальности. Важным моментом при этом является составление учебного плана, играющего весомую роль в образовательном процессе.

Именно на этом этапе с целью предупреждения появления возможных дефектов в дальнейшем образовательном процессе, продукции, повышения качества и конкурентоспособности на рынке труда этой продукции, необходимо проводить FMЕА анализ.

Проявление дефектов (недостатков) в продукции выражается в отсутствии некоторых знаний и практических навыков.

Внедрение FMЕА в ГОУ ВПО «СибГИУ» преследует следующие цели:

- повышение качества продукции (т.е., степени соответствия знаний и навыков студентов предъявляемым требованиям предприятий на рынке труда) на всех этапах обучения, исключение брака или появления де-

фектов, связанных с недостаточными знаниями по изучаемой специальности;

- документирование действий обучения продукции, в том числе с целью защиты позиции ГОУ ВПО «СибГИУ» при возникновении претензий со стороны потребителей (предприятий на рынке труда);
- определение направлений модернизации в обучении студентов для удовлетворения растущих потребностей потребителей;
- оценка соответствия продукции предъявляемым требованиям потребителей (предприятий на рынке труда);
- сохранение и повышение конкурентоспособности продукции, а так же конкурентоспособности и имиджа ГОУ ВПО «СибГИУ».

ФМЕА-анализ проводится рабочей группой, в составе которой присутствуют специалисты из всех, заинтересованных в положительном конечном результате подразделений. Отбор специалистов осуществляется ответственным лицом – руководителем.

Основной формой работы группы экспертов, проводящей ФМЕА, является совещание.

Внедрение ФМЕА-методологии в ГОУ ВПО «СибГИУ» подразумевает следующее:

1. Ознакомительная лекция для высших руководителей и главных специалистов в области образовательной деятельности в университете, в дальнейшем они не принимают участия в ФМЕА-командах, но представляют, что это за метод и что от него следует ждать. Введение и проведение метода ФМЕА возможно лишь при активном участии руководства.

Ознакомительная лекция включает в себя следующие аспекты:

- положительный опыт внедрения ФМЕА-методологии;
- основные идеи, сущность и этапы проведения ФМЕА-анализа;
- цели внедрения ФМЕА-методологии в ГОУ ВПО «СибГИУ»
- возможные результаты, которые будут достигнуты при внедрении ФМЕА-анализа.

2. Принятие решения проинформированными специалистами о внедрении данного метода и его положительных результатах;

3. Подбор специалистов для образования необходимого числа перекрестно-функциональных команд - для различных видов разрабатываемых специальностей, эти специалисты проходят детальное обучение с практическими занятиями.

4. Обучение и практические занятия для отобранных участников ФМЕА-команд проводятся не на будущих проектируемых специальностях, а на уже имеющихся, так как по ним известна информация об отказах, частотах той или иной причины и т. д. Таким образом, для целей обучения выбирается ряд пробных, уже разработанных ранее учебных планов для их улучшения в процессе обучения команд.

5. Детальное обучение членов ФМЕА-команд и проведение учебно-практических занятий на пробных учебных планах других специальностей.

6. В процессе учебно-практических занятий члены FMEA-команд пользуются шкалами оценок, а также бланками для занесения промежуточной и окончательной информации. Шкалы оценок и бланки творчески пересматриваются и делаются более адаптированными к специфике организации. Это делают в процессе или сразу после проведения учебно-практических занятий.

7. Модернизированные шкалы и бланки как максимально удобные документы стандартизируются. К этому моменту специалисты приобретают начальный опыт и готовы к написанию ДП по FMEA-методу.

8. Включение работы FMEA-команд в плановую деятельность ГОУ ВПО «СибГИУ». Эта работа проводится систематически.

Учитывая рекомендации по внедрению FMEA-методологии в процесс проектирования, при создании, разработке новой специальности ГОУ ВПО «СибГИУ» может повысить эффективность и качество процессов образовательной деятельности, выпускаемой продукции, а также конкурентоспособность университета в целом.

УДК 658.012.122

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Карашкевич А.Б., Попов К.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Сильвестров Ю.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Статистические методы обработки данных разработаны достаточно давно и широко представлены в специальной литературе. Целью применения статистических методов является обеспечение объективности принимаемых решений на всех стадиях жизненного цикла продукции за счёт повышения точности и достоверности используемой при этом информации.

В настоящее время при управлении качеством приходится работать с большим объемом чисел и вычислений. Для облегчения вычислений и анализа данных создаются специальные программные продукты.

В данной работе были рассмотрены два программных продукта: Attestator и QStat.

Система QStat предназначена для специалистов предприятий, занимающихся вопросами управления и контроля качества продукции. Система рассчитана на продукцию, выпускаемую партиями и контролируемую выборочным (статистическим) методом по альтернативному признаку, т.е. когда попавшее в выборку контролируемое изделие признается годным или дефектным (по данному показателю качества).

Система позволяет:

- проводить анализ характеристик любых одно- и двухступенчатых планов статистического контроля по альтернативному признаку, а также прово-

дить сравнительный анализ характеристик нескольких планов;

- проводить анализ сдвоенных процедур контроля по альтернативному признаку, когда продукция контролируется дважды, например, у изготовителя и у потребителя;
- проводить синтез (расчет) планов статистического контроля по альтернативному признаку с требуемыми характеристиками как для изготовителя, так и для потребителя продукции.

Выбор планов статистического контроля в системе QStat соответствует требованиям ГОСТ 50779.30-95 «Статистический приемочный контроль качества».

Назначение системы Attestator - анализ технологических процессов и оборудования с применением методов статистического управления процессами (SPC): определение стабильности процессов и влияния на его различных факторов (контрольные карты), расчет индексов возможностей процессов, анализ распределения данных (гистограммы); и анализа измерительных систем (MSA).

Компьютерная система Attestator позволяет оценивать текущее состояние и потенциальные возможности оборудования (станков, линий и т.п.), а также возможности технологических процессов (оборудование + технология + применяемые материалы + система измерений + человеческий фактор) удовлетворять установленным требованиям к продукции, выраженным в виде технологического допуска.

Основные возможности системы Attestator

- анализ стабильности процесса по контрольным картам Шухарта - количественные и альтернативные данные
 - анализ распределения данных с помощью гистограмм
 - расчет индексов возможностей процессов (C_p , C_{pk} , P_p , P_{pk})
 - анализ корреляции между параметрами
 - формирование отчетов по имеющимся данным
 - выполнение аттестации - проверка состояния и возможностей процесса по критериям, установленным пользователем
 - анализ измерительных систем (MSA).

Оценка точности *измерений* того или иного показателя производственного процесса исключительно важна. Она включает две основные составляющие.

Повторяемость – характеристика вариации измерений какой-либо характеристики, производимых *одним* оператором и *одним* измерительным средством.

Воспроизводимость – характеристика вариации измерений, наблюдаемой, когда несколько *различных* операторов используют один инструмент для измерения одного и того же параметра.

Система позволяет делать анализ не только по контролерам, но и по уровням какого-либо фактора - например, по измерениям, сделанным при различной температуре.

В данной работе был так же проведен опыт по анализу измерительных систем, результаты которого были оформлены при помощи программы Attestator.

УДК 658.012.4

РЕИНЖИНИРИНГ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗАЦИИ

Ефименко Ю.А.

Научный руководитель: профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В последнее время наши государственные деятели все чаще говорят о том, что нужно внедрять инновационные подходы во все сферы жизни, которые будут направлены на обеспечение устойчивого и долгосрочного экономического роста страны. Сфера инноваций всеобъемлюща, она не только охватывает практическое использование научно-технических разработок и изобретений, но и включает перемены в продукте, процессах, маркетинге, организации. **Инновация** - это новый подход к конструированию, производству или сбыту товара, в результате чего новатор или его компания получают преимущество перед конкурентами. К этому можно добавить, что инновация – это новый продукт, новое явление или действие на рынке, которое имеет целью привлечь потребителя, удовлетворить его потребности и одновременно принести доход предпринимателю. А для этого требуются механизмы. **Реинжиниринг бизнес-процессов (BPR)** – несомненно, мощное средство, используемое для этих целей, поэтому, несмотря на его младенческий возраст как метода управления, интерес, проявляемый к нему, огромен.

Реинжиниринг – разработка совершенно новых деловых процессов – обычно на основе электронных систем – с целью ускорить реакции корпоративных систем на изменения условий видения бизнеса. BPR использует большое количество инструментов и методов внутри обычной структуры, но его фокус, прежде всего, направлен на объединение функций на макроорганизационном уровне. Это означает, что subprocesses могут содержаться в рамках одной функции или подразделения, и к ним тоже можно применить BPR.

Невозможно отрицать тот факт, что постоянное улучшение (в любом виде) – это жизненная философия любой организации сегодня, если она хочет выжить и успешно функционировать в среднем, не говоря уже о долгосрочном, периоде.

Существует множество факторов, определяющих инициирование внедрения BPR в организации. Но самый главный и значимый фактор – это успехи, уже достигнутые конкурентами с помощью BPR, и, соответственно, стимул или страх, порожденный этими успехами. Вторым по важности из этих иницирующих факторов является генеральный директор или главный

менеджер, который видит перспективу, порождаемую радикальными изменениями и развитием.

Первый шаг реинжиниринга состоит в описании используемых в организации процессов. Это делается всей командой высших менеджеров во время семинара по RQM (Управление качеством процессов). [Одним из результатов семинара является список бизнес-процессов, используемых в организации, проранжированных по их важности и текущей эффективности.]

Следующий шаг – решение о том, над каким процессом требуется начать работу. Это решение должно базироваться на оценке того, какой эффект даст серьезное улучшение процесса внешнему клиенту, особенно с точки зрения существующей работы конкурентов.

Выделение ресурсов под BPR-проекты – это следующий вопрос, на который требуется ответить, поскольку на этой стадии приходится принимать большое количество решений. Первое, следует назначить команду реинжиниринга, имеющую достаточную власть. Ключевые роли, требуемые для проведения BPR-проекта, включают управляющую группу, которая должна состоять из высших менеджеров, координатора, который решает все административные дела, владельца процесса, выбранного командой руководителей, коммуникатора, который понимает методiku, лидера команды и собственно команду по реинжинирингу.

Первая задача команды реинжиниринга состоит в том, чтобы получить ясное и всестороннее понятие о процессе, подлежащем реинжинирингу. Прежде всего, команда должна определить процесс и его границы. Определив начало и конец процесса, команда должна определить верхнюю и нижнюю границы его.

На следующем шаге команда реинжиниринга должна согласовать требования разных клиентов для того, чтобы создавать новый процесс, имея четкое представление, что нужно клиентам.

В то время как одни члены команды заняты согласованием требований с клиентами процесса, другие могут заняться измерением существующего процесса. Команда должна уметь количественно измерять процесс, чтобы иметь возможность оценивать различные варианты в фазе реинжиниринга: будет ли новый процесс выполняться быстрее, понадобится ли для него меньше ресурсов, будет ли он лучше отвечать требованиям клиентов? Измерение также помогает поставить перед собой по-настоящему грандиозные цели, превосходящие уровень конкурентов.

После того как данные для установки высокой цели собраны и проанализированы, команда реинжиниринга должна рассмотреть стратегию компании, особенно как она соотносится с изучаемым процессом. Новый процесс должен стратегически соответствовать целям организации. [Для этого формулировка видения процесса должна содержать конкретные цели, которые можно измерить с помощью показателей работы процессов, выведенных командой ранее. Формулировка должна также содержать описание специфических черт нового процесса, показывающих, как новый процесс будет работать, кто будет занят в процессе и где в организации он будет выполняться.]

Одно из самых важных средств, используемых при реинжиниринге процесса – это карта процесса. Карта позволяет команде увидеть все части процесса и насколько эти части соответствуют друг другу, а также слабые стороны и излишние сложности в процессе наряду с сильными сторонами, которые нужно сохранить в новом процессе. Карта процесса также позволяет команде разрабатывать различные альтернативы существующему процессу и сравнивать их, решая, какую из них выбрать. Разработанные программные пакеты для моделирования процессов на ЭВМ позволяют вводить (и изменять) ключевые параметры в разрабатываемые процессы для выявления возможных узких мест или для наглядного представления объема работы, требуемого для достижения этих параметров.

После этого команда реинжиниринга будет знать о процессе все. Для каждого из основных subprocessов уже будут готовы карты, будет собрана статистика, которая позволит сравнивать свою работу с внутренними и внешними конкурентами, будет существовать видение, как должен работать новый процесс и какие потребности клиентов он должен удовлетворять. Имея в своем арсенале эту информацию, команда готова начать проектировать новый процесс, используя при этом ряд практических приемов.

Разработка нового процесса обычно ведется в течение нескольких недель командой реинжиниринга. В этот период команда рассматривает несколько вариантов процесса, собирает необходимую информацию и вносит исправления, если это необходимо, обращается к большому количеству принципов и рекомендаций, которые помогут ей в деле создания нового процесса.

Существует много вопросов, над которыми следует подумать при рассмотрении BPR-проектов, и существует множество ловушек, поджидающих неосторожных и неподготовленных. Тем не менее, выгоды от BPR настолько большие, что стоят тех тщательности, внимания, решимости и инвестиций, которые требуются для действительно успешного завершения дела.

УДК 658.56:664

ПРОИЗВОДСТВО ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Баркова О.В.

Научный руководитель: профессор Федотов В.М.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Значение питания для развития ребенка трудно переоценить. Питание обеспечивает основные жизненно важные функции, являясь пластическим материалом, из которого строится, и за счёт которого быстро растёт детский организм. Организмы взрослого человека и ребенка существенно различаются, причем речь идет не о разнице в росте и массе тела, а о разнице в обмене веществ. Обмен веществ детского организма значительно выше, чем взросло-

го, поэтому и рацион детского питания должен отличаться от взрослого не только уменьшенным объемом пищи, но и по составу. Кроме того, нормы питания для различных возрастных групп детей также отличаются: количество белков, жиров, углеводов, воды, минеральных солей должно соответствовать потребностям конкретного ребенка.

В современных условиях определённую озабоченность вызывает нехватка в детском рационе белков животного и растительного происхождения, витаминов, органических кислот, минеральных веществ, пектинов, но при этом наблюдается явный избыток жиров и углеводов. Часто это происходит потому, что вместо фруктов, овощей, натуральных соков любящие родители покупают детям подкрашенные красителями сладости и сахаросодержащие напитки, а вместо мяса, молочных продуктов – так называемый «фаст фуд» и снеки.

Более половины компаний-производителей не удовлетворены системой правового и технического регулирования в области производства и оборота продуктов детского питания. В частности, в качестве главных проблем отрасли представители компаний указывают такие, как отсутствие четкой законодательной базы, недостаточное внимание властей к отраслевым проблемам.

В российском законодательстве должны существовать принципиальные отличия в регулировании вопросов, касающихся продуктов детского питания и пищевых продуктов для детей и подростков.

В последнее время в России наблюдается бурный рост производства продуктов, предназначенных для детского питания. Помимо этого многие производители часто используют в рекламе вполне «взрослых» продуктов, образы, эмоционально близкие детям, что дает повод и детям, и взрослым, считать такие продукты подходящими для детского питания. Это усложняет процесс контроля качества и безопасности продукции, особенно если учесть, что система правового и технического регулирования в области производства и оборота продуктов детского питания недостаточно развита.

Рост рынка детского питания происходит, в том числе, и за счет расширения возрастных рамок. На прилавках появляется все больше «взрослых» продуктов, ориентированных на детей и подростков – очень благодатную для рекламного воздействия аудиторию, что серьезно усложняет процесс контроля качества и безопасности продукции и требует динамичного развития нормативно-правовой базы.

Уже в возрасте 4-6 лет дети являются активными потребителями чипсов (81%), шоколадных батончиков (78%), упакованных сухариков (71%), жевательной резинки (70%) и газированных напитков (66%). Среди школьников доля потребителей этих продуктов еще выше, поскольку примерно в 7-8 лет большинство детей начинают получать карманные деньги и приобретают возможность самостоятельных покупок. Около половины младших школьников самостоятельно покупают жевательную резинку, 42% покупают чипсы, 30% - газированные напитки. Причем «взрослые» продукты активно покоряют рынки питания даже для самых маленьких.

Мамы детей старше 1 года используют как специализированные молочные продукты для детей («Агуша», «Растишка»), так "взрослые" бренды

(«Чудо», «Danone») при кормлении детей этого возраста.

На сегодняшний момент федеральные органы власти принимают меры по восполнению пробелов в области законодательства и технического регулирования в сфере производства и оборота пищевых продуктов для детей и подростков.

«Роспотребнадзором, НИИ питания РАМН, Ростехрегулированием и другими ответственными ведомствами проводится серьезная скоординированная работа, направленная на создание нормативно-правовой и технической базы, регламентирующей производство и оборот продуктов детского питания, в частности, проходит корректировка системы национальных стандартов, в стадии публичного обсуждения находятся проекты технических регламентов, полностью или частично регулирующие отраслевые отношения».

УДК 69:658.34

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Штоколова Е.А

Научный руководитель: профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В связи с бурным развитием отрасли строительства возросла актуальность проблемы качества строительной продукции, которая является важнейшим фактором повышения уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности.

За последнее время во многих российских городах начался настоящий строительный бум. По внешнему виду, отделке и ряду функциональных свойств качество строительства в ряде мест заметно улучшилось. Вместе с тем, произошла череда громких трагедий, связанных с обрушением зданий.

От качества введенных в действие строительных объектов во многом зависит успешная работа предприятий, улучшение условий труда, быта и отдыха людей, надежность и долговечность зданий и сооружений, а также снижение эксплуатационных расходов.

Проблема надежности и безопасности зданий и сооружений многофакторна.

Одной из главных причин низкой прочности и долговечности объектов является применение для строительства материалов низкого качества.

За последние годы произошел регресс в качестве изготовления строительных материалов. В результате этого участились случаи преждевременных деформаций и разрушений конструкций, зданий и сооружений.

Технология изготовления многих материалов давно устарела и находится на уровне начала прошлого века, следовательно, в строительной отрасли имеет место массовый выпуск недоброкачественной продукции. Необходимо шире применять новые виды материалов.

Для повышения качества строительно-монтажных работ необходимо со-

вершенствовать технологию, внедрять новые методы производства работ. На строительных площадках должны получить дальнейшее развитие такие формы производственного контроля качества поступающих материалов, как входной, операционный и приемочный. Должно быть улучшено лабораторное, геодезическое и метрологическое обслуживание строительного производства.

Говоря о проблемах качества, безусловно, нужно учитывать роль науки, подготовку кадров, качество изысканий и проектирования, экспертизы проектов и многие другие, важные для качества факторы.

В любом случае качество работы обеспечивает ее исполнитель под действием, как административных рычагов, так и исходя из собственных интересов, но исполнитель еще не чувствует в полной мере своей ответственности за безопасность и качество построенного объекта. Организация и технология производства все еще в значительной мере ориентированы на объемы и экономические показатели. В договорах преобладают цена и сроки, но не требования к качеству и его гарантиям.

Мы еще не добились того, чтобы подрядчик имел необходимую систему обеспечения качества, технологическую документацию современного уровня, соответствующий производственный контроль. Недостаточны стимулы и возможности для оснащения производства современным оборудованием и технологиями, повышения квалификации, заинтересованности и ответственности рабочих кадров.

В строительстве взаимосвязь потребителя и исполнителя резко усложняется, так как цепочка от исполнителя до реального пользователя строительной продукции многоступенчата.

А потребители еще не достаточно информированы. Выбор исполнителя, как правило, пока мало зависит от его репутации в части качества продукции или услуг. Зачастую покупаются объекты низкого качества, которые в условиях насыщенного рынка были бы неконкурентоспособны.

Кроме этого отсутствует единый банк данных, куда бы стекалась информация из трех источников: строительные организации, органы власти и местного самоуправления, а также покупатели и потребители. В случае его существования можно было бы проследить обратную связь, реализовать систему рейтинговой оценки предприятий, повысить качество создаваемых объектов и ответственность всех участников этих отношений. Также большим минусом является отсутствие информации о системах качества и ее сертификации.

Но, прежде всего, улучшение качества строительства связано с совершенствованием нормативных документов, которыми регламентируются требования к качеству проектов, строительных материалов, изделий и качеству выполнения строительного-монтажных работ.

Законодательная база в области строительства сосредоточила множество законов, разработанных различными ведомствами. Зачастую они противоречивы, не решают многих проблем и, главное, не обеспечивают комплексности подходов к их решению. Их надо совершенствовать.

Действующие нормативные документы, строительные нормы и правила во многом перестали удовлетворять потребностям в нормативном обеспечении безопасности.

Строительство ряда строительных объектов с использованием новых тех-

нологий, материалов и конструкций ведется в отсутствие технических нормативных документов федерального уровня.

Система технического регулирования в строительстве разрабатывается в связи с необходимостью адаптации нормативного обеспечения строительства к условиям, сложившимся в результате введения в действие Федерального закона «О техническом регулировании».

Многие положения Федерального закона «О техническом регулировании» (ФЗ №184 от 27 декабря 2002 г.) разработаны без учета специфики строительной продукции и процессов ее создания.

В настоящее время функции в области технического регулирования в строительстве распределены между Минпромэнерго России, Минрегионразвития России, и частично – Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Росстроем).

В результате произошедших структурных преобразований в управлении строительным комплексом и в системе технического регулирования ликвидировано большинство подразделений по стандартизации и техническому нормированию в научно-исследовательских и других организациях. Необходимо создать условия для привлечения к работам по стандартизации и нормированию широкого круга специалистов, в том числе молодых.

Для реформирования системы технического регулирования в области строительства необходимо:

1) Внести в Федеральный Закон изменения, которые учитывают специфику строительной продукции – зданий и сооружений.

2) Утвердить решением Правительства основные положения системы нормативных документов в области строительства.

3) Определить орган исполнительной власти, ответственный за реализацию системы технического регулирования в области строительства.

Все большее значение в глазах общественности приобретает сертификация СК. Сертификат на СК, соответствующую требованиям стандартов ИСО 9001, является правовым документом, способным подтвердить профессиональную компетентность, квалификацию и деловую состоятельность. В настоящее время из тысяч строительных организаций лишь у единиц существуют системы качества. И качество сданного жилья остается на низком уровне.

Также в стране создано большое количество надзорных органов. Они осуществляют надзор за безопасностью и качеством в строительстве, каждый в своей сфере деятельности, имея разный статус и разные возможности. Функции этих органов определены таким образом, что они самостоятельно устанавливают требования к строительству, которые в своей совокупности не обеспечивают необходимой комплексности и единства подхода. Им же создают дополнительные барьеры при строительстве и сдаче объектов в эксплуатацию.

Таким образом, решение проблемы качества в строительстве можно связать с:

- реформированием нормативной базы;
- ужесточением контроля качества строительства (необходимо четко раз-

граничить полномочия и определить функции и взаимоотношения надзорных органов);

- добровольным созданием систем качества в строительных организациях. Причем выигрывают от этого и добросовестные строительные фирмы, и покупатели, и государство. Строительные фирмы увеличат конкурентоспособность, сократят потери от брака, повысят качество продукции, смогут увеличить свою долю на рынке, увеличить прибыль.

УДК 658.16:656.2

СЕРТИФИКАЦИЯ УСЛУГ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Дробинина Н.Н.

Научный руководитель: профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Железнодорожный транспорт общего пользования – производственно – технологический комплекс, обеспечивающий потребности государства, юридических и физических лиц в железнодорожных перевозках на условиях публичного договора, а также в иных услугах, связанных с перевозками;

Одним из важнейших условий успешного функционирования рыночной экономики в нашей стране является наличие развитой транспортной инфраструктуры, способной эффективно обеспечивать потребности общества в перевозках. Пассажирские перевозки, являясь неотъемлемой частью транспортной работы, играют не только большую экономическую роль, но и имеют огромное социальное значение для жизни как общества в целом, так и отдельных его граждан. В 2001 году железнодорожным транспортом перевезено 1,3 млрд. человек и выполнено 158 млрд. пасс-км, в том числе в дальнем следовании — 112 млрд. пасс-км, в пригородном сообщении - 46 млрд. пасс-км. По объему пассажирских перевозок Россия занимает четвертое место в мире после Китая, Индии и Японии.

Российские железные дороги являются ключевыми, а в некоторых случаях единственным способом перевозки грузов и передвижения пассажиров.

Системообразующая роль железнодорожного транспорта подтверждается объемом выполняемых им перевозок: доля этого вида транспорта в 1999 году составила 81% всего грузооборота в России. В системе железнодорожного транспорта занято 1 млн.653 тыс. человек, что составляет более 2% трудоспособного населения России.

Перевозки пассажиров, грузов, багажа и грузобагажа железнодорожным транспортом осуществляется в порядке и на условиях, которые установлены Федеральным законом “Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации”.

По требованию пользователей услугами железнодорожного транспорта, а

также владельцев инфраструктур перевозчик обязан предъявить лицензии и сертификаты, предусмотренные законодательством Российской Федерации.

Проезд пассажиров на железнодорожном транспорте во всех случаях осуществляется по проездным документам (билетам), в том числе пассажиров, которым в соответствии с законодательством Российской Федерации, законодательством субъектов Российской Федерации предоставлены льготы на оплату проезда на железнодорожном транспорте.

Органы государственной власти, органы местного самоуправления, общественные объединения и иные организации, физические лица не вправе вмешиваться в организацию управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте общего пользования, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

Безопасность железнодорожного транспорта – состояние его подсистем и их взаимодействие между собой и с иными объектами, контактирующими с ними (пересечения на переездах, мостах, путепроводах, трубопроводные и линии электропередачи) а также несанкционированное нахождение внешних объектов и субъектов технического регулирования в зоне действия подсистем транспорта, при которых отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровья граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу; окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений; а также состояние, которое предупреждает действия, вводящие в заблуждение приобретателей объектов технического регулирования в сфере железнодорожного транспорта, в том числе пользователей указанных объектов.

Безопасность железнодорожного транспорта, оцениваемая при сертификации, обеспечивается соблюдением минимально необходимых требований по:

- механической безопасности, промышленной безопасности, термической безопасности, безопасности излучений, взрывобезопасности;
- экологической безопасности (высвобождение опасных грузов в результате аварий);
- химической безопасности;
- электрической безопасности;
- пожарной безопасности;
- безопасности, связанной с нарушением санитарно-эпидемиологических, ветеринарно-санитарных и фитосанитарных требований при перевозке людей и животных;
- электромагнитной совместимости в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования;
- безопасности, связанной с воздействием вредных и (или) опасных производственных факторов или проявлением нарушений установленного производственного процесса.

Однако все железные дороги сталкиваются с рядом общих проблем, в числе которых убыточность пассажирских перевозок, неудовлетворяющее клиентуру качество услуг, недостаточные инвестиции в развитие железных дорог и регулирование тарифов на государственном уровне.

ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗДОРОВЬЯ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Воденеева С.В.

Научный руководитель: профессор Федотов В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Развитие горной промышленности в России сопровождается ухудшением безопасных условий труда в шахтах из-за увеличения загрязнения шахтной атмосферы, учащения возникновения подземных пожаров и взрывов метана и угольной пыли, повышение горного давления с углублением работ и, как следствие, высокий травматизм от обвалов и обрушений.

С самого рождения горной промышленности в России требовалась разработка обязательных для всех горнопромышленников правил безопасного ведения работ в шахтах. Первый закон по горному делу в России был принят в 1722 г. («Регламент» Петра 1). В нем и ряде последующих законодательных документов регулировалось использование труда в шахтах, а так же устанавливался список вредных производств.

В настоящее время по вопросам безопасности труда принято большое количество документов и законодательных актов, регламентирующих деятельность в добывающей промышленности. В соответствии со ст. 37 Конституции Российской Федерации каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Согласно ст. 41 Конституции РФ каждый имеет право на охрану здоровья.

Кроме того, в нашей стране принят ряд законов и законодательных актов, регламентирующих обеспечение профессиональной безопасности на объектах угольной промышленности.

Так, разработаны и приняты:

- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 N 116-ФЗ;
- Федеральный закон «О недрах» от 03.03.95 N 27-ФЗ;
- Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.96 N 3-ФЗ;
- Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.97 N 117-ФЗ;
- Положение о Федеральном горном и промышленном надзоре России, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 03.12.01 N841;
- постановление Правительства Российской Федерации от 17.07.98 N 779 «О федеральном органе исполнительной власти, специально уполномоченном в области промышленной безопасности»;
- постановление Правительства Российской Федерации от 11.06.98 N 928 «О перечне технических устройств, применяемых на опасных производствен-

ных объектах и подлежащих сертификации»;

- постановление Правительства Российской Федерации от 25.12.98 N 1540 «О применении технических устройств на опасных производственных объектах»;

- постановление правительства Российской Федерации от 11.05.99 N 526 «Об утверждении Правил представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

- Положение о проведении государственной экспертизы и утверждении градостроительной, предпроектной и проектной документации в Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2000 N 1008;

- Правила проведения экспертизы промышленной безопасности (ПБ 03-246-98), утвержденных постановлением Госгортехнадзора России от 16.11.98 N 64, зарегистрировано в Минюсте России 08.12.98 г., регистрационный N 1656;

- Правила экспертизы декларации промышленной безопасности (ПБ 03-314-99), утвержденные постановлением Госгортехнадзора России от 07.09.99 N 65, зарегистрировано в Минюсте России 01.10.99 г., регистрационный номер 1920 и другие.

Все эти законодательные акты должны помочь предупредить и сократить техногенные происшествя на добывающих предприятиях.

На современных горных предприятиях несчастные случаи происходят по следующим причинам:

– «профессиональная пригодность» (необходимо при приеме на работу учитывать психофизиологические закономерности деятельности и поведения работников),

- не соблюдение режима труда и отдыха,
- производственный шум и вибрация,
- плохое или недостаточное освещение горных выработок,
- защита от радиоактивного излучения,
- недостаточная производственная дисциплина,
- плохое обращение с взрывчатыми материалами,
- эксплуатация неисправного электрооборудования без защитного заземления и с отключенной защитой от опасных токов утечки на землю; нарушение изоляции кабелей и проводов.

Кроме того, при проведении механизации и автоматизации производственных процессов возникают опасные конструктивные недостатки; внезапные поломки во время работы; использование оборудования для выполнения работ, для которых они не предназначались, или в горно-геологических условиях, на которые они не рассчитывались.

В последнее время возникли такие факторы как:

- эксплуатация морально и физически изношенного горного оборудования и аппаратуры контроля опасных факторов;
- несвоевременное проведение реконструкции вентиляционных систем шахт; несовершенство технологии добычи угля;

- сокращение объемов дегазации угольных пластов;
- неудовлетворительная работа производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности; резкое падение технологической и трудовой дисциплины в трудовых коллективах угольных предприятий. Что остается актуальным и на сегодняшний день.

Новоявленные собственники прагматично рассматривают работников как один из видов возобновляемых ресурсов («нарождаются по нац. проекту»). Фактически собственник не несет бремя ответственности за обеспечение безопасных условий труда.

Соотношение между изменениями показателей производительности труда, объемов добычи, аварийности и смертельного травматизма за последние 20 лет в целом подтверждает достижение озвученных приоритетных целей реструктуризации угольной промышленности в современной России:

1) «формирование конкурентоспособных угольных компаний; создание конкурентного угольного рынка», в ущерб вторичным и декларативным целям,

2) «улучшение условий труда и безопасности работы в угольной промышленности»,

3) «социально-экономическое и экологическое оздоровление угледобывающих регионов».

В заключении можно сделать вывод, что проблемы профессиональной безопасности – главные проблемы, которые должны решаться как на государственном уровне, так и на местах. При выявлении проблем следует отметить, что выполнение некоторых работ и применение техники требует дополнительного времени, денежных затрат, усилий, что иногда входит в противоречие с основными целями технологического процесса. В целях снижения травматизма и гибели людей необходимо проводить мероприятия, не противоречащие законам, нормативным документам, в улучшения условий труда должны вкладываться денежные средства и материальные ресурсы.

УДК 658

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ – ПУТЬ К УСПЕХУ

Ходосов И.Е.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Нохрина О.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Жизнь живых организмов, и том числе и человека невозможна без окружающей среды, без природы. Обмен веществ с окружающей средой является основным условием существования человека и любого живого организма. Длительное время воздействие человека на биосферу определялось только наличием его как биологического вида. И сегодня человек в биосфере выступает, с одной стороны, как биологическая часть всей системы, а с другой –

как активный ее Преобразователь. По мере развития производительных сил воздействие человека на природу все более возрастало, и в настоящее время по своим масштабам и приблизилось к действию геологических процессов, а по силе воздействия к основным факторам, обеспечивающим динамическое равновесие и устойчивость биосферы.

В настоящее время все больше проявляется противоречие между потребностями общества в жизнеобеспечении и возможностями природы удовлетворять все возрастающие потребности, обеспечивая при этом условие самосохранения.

Рост промышленного производства ведет к увеличению антропогенной нагрузки и совместно с перенаселением планеты Земля увеличивает техногенное воздействие, ведущие к снижению устойчивости биосферы, утере биоразнообразия, истощения озонового слоя, потепления климата, истощению природных ресурсов и пр., которые в общем виде характеризуют экологический кризис.

Экономически развитые страны прежде других ощутили приближение экологического кризиса и стали предпринимать природоохранные меры законодательного и нормативного характера, выработали и в последующем реализовали стратегию управления окружающей средой – экологический менеджмент. Ряд международных конференций и симпозиумов (Стокгольмская 1972 г., в Рио-Де-Женейро 1992 г., в Геленжике 1996 г.) заложили экологические основы охраны окружающей среды и устойчивого развития, решения проблемы экологически сбалансированного техногенного и природного пространства и здоровья общества. На конференции ООН была принята «Декларация РИО» по охране окружающей среды и развитию и заявлены основные принципы. В концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию, утвержденной Указом Президента Российской Федерации в 1996 г., где под устойчивым развитием понимается «стабильное социально-экономическое развитие, не нарушающее своей природной основы». Далее оно конкретизируется: «Улучшение качества жизни людей должно обеспечиваться в тех пределах хозяйственной емкости биосферы, превышение которых приводит к разрушению естественного биотического механизма регуляции окружающей среды и ее глобальным изменениям».

Россия, как ни одна другая страна в мире, располагает такой совокупностью потенциальных предпосылок для успешного движения к устойчивому развитию. Это, прежде всего, богатые природные ресурсы, огромное жизненное пространство и экологическая емкость территорий уровень развития промышленности, образования и науки и др. А с другой стороны к началу экономический реформ российская экономика оказалась структурно деформированной и неэффективной в первую очередь с экологической точки зрения. Масштаб ее негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу производимой продукции значительно выше, чем в технологически передовых странах, так затраты энергии на единицу конечной продукции в 2 – 3 раза выше, а общая эффективность использования ресурсов в несколько раз ниже. Большая часть основных фондов не отвечает экологическим требо-

ваниям. Более 16 процентов ее территории, где проживает более половины населения, составляют экологически неблагоприятные районы. Более 40 миллионов в России проживают на неблагоприятных экологических территориях.

Интеграция в мировую экономику, соглашение о партнерстве и сотрудничестве между ЕС и Российской Федерацией определили необходимость сближения отечественного законодательства в области технического нормирования, стандартизации и подтверждения соответствия продукции и услуг нормативным требованиям стран ЕС.

Мировая практика показывает, что наличие эффективной системы экологического менеджмента минимизирует негативное воздействие на окружающую среду, способствует к увеличению степени экологической безопасности производства и росту экономических показателей. Реализация концепции экологического менеджмента реализуется в разработанных международных стандартах ИСО серии 14000, которые получили широкое распространение в экономически развитых странах. В России внедрение международных стандартов ИСО серии 14000 не приобрели характер достаточно широкого применения.

Стандарты ИСО серии 14000 носят добровольный характер, однако создание и внедрение систем управления окружающей средой в соответствии с требованиями этих стандартов в организациях и на предприятиях Российской Федерации направлено на обеспечение перехода России к устойчивому развитию за счет повышения эффективности природоохранной деятельности предприятий и организаций рационального использования ими природных ресурсов.

Стандарты ИСО серии 14000, прежде всего, направлены на уменьшение неблагоприятного воздействия организации на окружающую среду на трех уровнях:

- организационном – через улучшение экологической деятельности организаций;
- национальном – через создание существенного дополнения к национальной природоохранной нормативной базе как компонента государственной экологической политики;
- международном – через улучшение условий международной торговли.

Стандарты ИСО серии 14000 носят универсальный характер, так как могут применяться организацией в любой области деятельности, любого размера и любой формы собственности.

Модель системы управления окружающей средой основана на модели широко известного в практике менеджмента качества цикла PDCA (Plan-Do-Check-Act): планирование – осуществление – проверка – коррекция (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модель системы управления окружающей средой

Стандарты ИСО серии 14000 ориентированы не 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. Предметом стандартов ИСО серии 14000 является экологический менеджмент – система управления окружающей средой, основу которой составляют разработанные организационные процедуры, необходимые для соблюдения, чтобы способствовать достижению экологических и экономических выгод организации.

Главным достоинством стандартов ИСО серии 14000 является создание международного согласованного метода оценки и управления окружающей средой, контроля за информацией с целью обеспечения ее надежности, точности и достоверности, а также информации, которая может устранять возникающие торговые барьеры. Недаром большой интерес к этим стандартам проявила Всемирная Торговая Организация (ВТО).

УДК 658.62

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В МЕДИЦИНЕ

Ильичева О.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кольчурина И.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время, характеризующееся интенсивным развитием разно-

образных подходов к обеспечению качества продукции (работ, услуг) как неременного условия успешной деятельности любого предприятия, огромное внимание уделяется использованию статистических методов.

Статистические методы, основанные на теории вероятности и математической статистики, могут применяться на всех этапах жизненного цикла любой продукции для оценки и учета степени ее неоднородности или вариабельности ее характеристик относительно требуемых значений или номиналов, а также учета настроенности и изменчивости процессов ее создания.

Применение статистических методов позволяет с заданной степенью точности и достоверности судить о состоянии исследуемых явлений в системе качества, прогнозировать и регулировать возникновение проблем в области качества и вырабатывать оптимальные управленческие решения на основе изучения фактических данных, тенденций и закономерностей. Также статистические методы позволяют своевременно обнаруживать несоответствия.

Статистические подходы лежат в основе современного научного поиска, без которого познание во многих областях науки и техники невозможно. Невозможно оно и в области медицины.

В последнее время бурно развивается концепция медицины, основанная на доказательствах. В мире все больше появляется центров доказательной медицины.

С точки зрения доказательной медицины клинические исследования (КИ) – это инструмент для получения доказательств эффективности и безопасности методов лечения. В рейтинге надежности и важности источников информации о результатах медицинских вмешательств, рандомизированные клинические контролируемые плацебо испытания имеют наибольший уровень доверия.

Однако планирование и проведение КИ без применения статистических методов невозможно. Первый шаг к согласованию требований к применению статистических методов при проведении КИ сделан в 1998 г, когда было принято руководство «Статистические принципы для клинических испытаний». Этот документ был рекомендован для принятия в странах Европейского Союза, Японии и США. В 2003 г. в России были разработаны, утверждены и опубликованы методические рекомендации «Принципы применения статистических методов при проведении клинических испытаний лекарственных средств», в которых изложены требования к надлежащему применению статистических методов при планировании и проведении КИ. Аспекты, связанные с применением статистических методов в КИ, относятся также и к другим видам медико-биологических исследований.

Квалифицированное выполнение комплекса работ, связанных с применением методов математической статистики, при проведении КИ не представляется возможным без участия в них биостатистика (специалиста в области прикладной статистики), так как это ставит под сомнение качество полученной информации.

В соответствии с определением, дизайн КИ – это способ, схема его проведения. Данное понятие в области прикладной статистики близко к понятию

плана эксперимента. В качестве основных видов дизайна КИ можно выделить: параллельный, перекрестный, факторный и последовательный.

Параллельным называется такой дизайн, в котором пациенты рандомизированы на две или более групп, а пациентам одной группы назначают одинаковое лечение. Этот вид дизайна характеризуется широким выбором методов анализа и менее сложными допущениями, лежащими в его основе. К его недостаткам относят большую межгрупповую вариабельность и большой размер выборки.

Перекрестным называется такой дизайн, в котором каждому пациенту назначают два или более терапевтических курса лечения с различной последовательностью. Основные преимущества этого дизайна: меньший размер выборки и меньшее количество оценок, которые необходимо определить. Из недостатков дизайна отмечают следующие: эффект наложения (долговременное действие первого вида лечения, которое может повлиять на реакцию от второго) и сопутствующие ему проблемы, а также сложности в проведении анализа при наличии выбывших испытуемых.

Также широко применяется при проведении КИ факторный дизайн, в котором каждому пациенту назначают одну из возможных комбинаций нескольких методов лечения. С точки зрения теории планирования эксперимента он представляет в основном план полного факторного эксперимента. Если возможно и уместно, для экономии ресурсов желательно применять планы дробного факторного эксперимента или планы, которые базируются на равномерно распределенных псевдослучайных числах.

Факторный дизайн в основном применяется в следующих случаях:

- для оценки двух или более методов лечения, используемых в различных комбинациях;
- для определения зависимости эффекта от дозы при одновременном использовании нескольких препаратов;
- для поиска наиболее эффективной комбинации доз нескольких совместно применяемых препаратов.

Значительную экономию средств обеспечивает использование последовательного дизайна КИ. Последовательным называется такой дизайн, в котором пациенты включаются в исследование по одному, общая численность групп не определена заранее, а его окончание определяется правилом останова.

Преимущества последовательного дизайна заключаются в экономичности, уменьшении размера выборки в среднем в два раза и в возможности заранее определить вероятность ошибок первого и второго рода. Как и остальные виды дизайна, последовательный дизайн не лишен определенных недостатков – это:

- сложность расчета правила останова;
- необходимость постоянного анализа для принятия решения, иногда продление срока проведения испытаний;
- многие последовательные методы требуют попарного сравнения пациентов, что увеличивает время испытания;
- при применении последовательных методов теоретически желательно,

чтобы следующий пациент («пара» или группа пациентов) был включен в испытание после того, как предыдущий его закончил. Это требует того, чтобы период наблюдения (лечения) каждого пациента был непродолжителен по сравнению с интервалом между включением пациентов в испытание;

– иногда приходится назначать пациенту препарат, который, по результатам предшествующих сравнений, оказался худшим (хотя требуемый уровень статистической значимости еще не достигнут).

В целом, методы последовательного анализа полезны, если препарат (лечение) назначают кратковременно (например, однократно), при перекрестных испытаниях (когда отсутствует проблема подбора «пары»).

УДК 658.62

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В РОССИЙСКОМ И МЕЖДУНАРОДНОМ СТАНДАРТАХ

Ханина О.И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кольчурина И.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В конце 90-х годов прошлого века 13 организаций, среди которых были национальные органы по стандартизации – члены ИСО, органы по сертификации и организации, специализирующиеся на вопросах охраны труда объединили усилия с целью разработки документов по менеджменту охраны труда. В Великобритании в серии документов по оценке безопасности и охраны труда были опубликованы два стандарта: OHSAS 18001:1999 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности персонала. Общие требования» и OHSAS 18002:2000 «Руководство по применению OHSAS 18001». Поскольку в ИСО стандарта на менеджмент охраны труда не было, стандарт OHSAS 18001 был признан во многих странах в качестве основы для полного или частичного применения.

В России был принят свой вариант стандарта, регламентирующего вопросы безопасности персонала, – ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Система безопасности труда. Общие требования к управлению охраной труда в организации». Он гармонизирован с OHSAS 18001, но не полностью ему адекватен.

Положения этих нормативных документов применимы к любой организации независимо от ее организационно-правовой формы. Одной из целей системы управления охраной труда является сокращение потерь компании через создание для ее сотрудников максимально безопасных и комфортных условий труда. От того, насколько персонал удовлетворен своей работой, насколько продуманно он вовлечен в бизнес, как защищены его права, в очень большой степени зависят результаты деятельности организации, ее успех на рынке и возможность дальнейшего роста. Необходимо, чтобы работодатели признали приоритет сохранения жизни и здоровья работников. В условиях

рыночной экономики это может быть реализовано не путем установления новых обязательных норм или принуждение к строгому соблюдению уже существующих норм, а достижением четкого понимания выгоды этого приоритета для его бизнеса. Руководитель организации должен знать требования законодательства по охране труда с акцентом на экономические и социальные аспекты значения условий и безопасности труда.

Однако в ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 и OHSAS 18001:1999 много различий, так например, ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 позволяет выстроить систему охраны труда на уже имеющемся предприятии или в организации, т.е. система охраны труда выстраивается с учетом уже имеющегося оборудования, сырья, готового товара или продукта и дает возможность обучить уже работающих сотрудников на основании требований охраны труда. Стандарт ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 больше опирается на государственные документы чем OHSAS 18001:1999. Он более четко построен, имеет более конкретные рекомендации. На основании ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 руководство организации или предприятия организует структуру, которая занимается проведением мероприятий в области охраны труда, проводит процедуру аттестации рабочих мест и сертификации работ. В нем даны четкие требования, отражена последовательность проводимых мероприятий. Согласно ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 контролирующей организации проще проводить внешний контроль на предприятиях одного профиля, т.к. имеется возможность создавать практически одинаковые службы и документы.

OHSAS 18001:1999 не имеет четких и регламентированных рекомендаций. Этот стандарт дает руководству возможность создавать службы, решающие вопросы профессиональной безопасности и здоровья. Созданная система более гибка и легче подлечит реорганизации. OHSAS 18001:1999 носит рекомендательный характер, т.к. не опирается на нормативную базу государства, не имеет четко определенных государственных стандартов и дает возможность руководству каждого предприятия или организации создавать свою систему, что создает определенные трудности при проведении внешнего аудита.

Но все же ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 и OHSAS 18001:1999 имеют и много общего – у них одна область применения. Имеют практически одинаковые цели – снижение риска для работников. На основании этих стандартов возможно проведение обучения всех работников предприятия или организации, с учетом занимаемой должности и образования. Эти документы предусматривают и мероприятия при авариях, несчастных случаях и других происшествиях. Большое внимание уделено ведению документации.

Можно сказать, что ГОСТ Р 12.0.006 – 2002 и OHSAS 18001:1999 необходимы для любого предприятия и во многом помогут руководству правильно организовать работу в области охраны труда и профессиональной безопасности и здоровья.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Ештирякова Е.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кольчурина И.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Удовлетворение законодательных требований в области охраны окружающей среды, требований безопасности труда работников организации, так же как и требований потребителей становится для организации обязательным условием выхода и закрепления на международных рынках.

Во всем мире сегодня основным направлением совершенствования управления предприятием является создание и внедрение интегрированных систем менеджмента (ИСМ) на основе международных стандартов ISO серий 9000 и 14000, OHSAS серии 18000 и др. В этих документах собран мировой опыт системного управления качеством, экологией, охраной труда и промышленной безопасностью. Интеграция систем менеджмента обеспечивает единый подход к их разработке, функционированию и проверкам, что приводит не только к удобству, но и снижению всех видов затрат, и прежде всего, трудовых. Именно системы увязывают в единое целое взаимодействующие и взаимосвязанные процессы, составляющие суть деятельности предприятий, направляют работу подразделений на достижение главной цели бизнеса – получение прибыли путем удовлетворения запросов потребителей. При этом обеспечивается эффективное управление экологическими аспектами и качеством, персоналом и ресурсами, процессами и сроками, рисками и безопасностью, и как результат – повышение конкурентоспособности продукции и организации.

Экономическая целесообразность ИСМ определяется:

- сокращением внутрифирменных дефектов и, как следствие, потерь от рекламаций, непроизводительных потерь, не входящих в плановую себестоимость продукта, снижения материальных и трудовых затрат на производство продукта;
- сокращением условно-постоянных расходов за счет увеличения объемов производства продукта при повышении надежности оборудования;
- экономией денежных средств, предназначенных для платежей за производственные фонды предприятия;
- получением эффекта за счет экономии средств, направленных на выплаты за загрязнение окружающей среды в допустимых пределах, осуществляемых за счет себестоимости продукции;
- приростом прибыли в результате сокращения выплат за сверхнормативное загрязнение окружающей среды, осуществляемых из собственных средств предприятия;
- экономией за счет снижения потерь рабочего времени вследствие трав-

матизма, профзаболеваний и общей заболеваемости работников;

- экономией за счет снижения текучести кадров вследствие повышения престижа и привлекательности рабочих мест;

- экономией средств за счет сокращения документооборота организации.

УДК 658.62

СЕРТИФИКАЦИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

Кабанова С.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кольчурина И.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Проблема качества предоставляемых жилищно-коммунальных услуг актуальная всегда, в настоящее время еще более обострилась в связи с реформированием жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Вопрос выбора организации, которая будет максимально удовлетворять нужды жильцов, является одним из самых острых на сегодняшний день. Одним из способов решения данной проблема является сертификация жилищно-коммунальных услуг.

Как свидетельствует мировой опыт, развитая система сертификации услуг создает благоприятные условия на рынке, повышает конкурентоспособность предприятий, способствует притоку инвестиций в отрасль, что в настоящий момент является одним из ключевых моментов реформы ЖКХ.

Сертификации услуг устанавливается согласно классификатору услуг или видов экономической деятельности, набору требований (показателей), подтверждаемых при сертификации, нормативным документам, на соответствие требованиям которых осуществляется сертификация.

В условиях отмены обязательного лицензирования в ЖКХ, система добровольной сертификации призвана осуществлять защиту жизни и здоровья населения, имущества юридических и физических лиц, способствовать повышению уровня качества жилищно-коммунальных услуг.

Внедрение и развитие системы сертификации будет способствовать повышению качества и безопасности предоставляемых услуг, защите прав и интересов потребителей жилищно-коммунальных услуг. Для региональных, муниципальных и городских властей сертификация может реально повысить управляемость разными видами деятельности в сфере ЖКХ. При получении государственного и муниципального заказов приоритет должен быть отдан предприятиям жилищно-коммунального хозяйства, получившим сертификат соответствия.

А для потребителей услуг появилась новая возможность получить достоверную информацию об организации, предоставляющей качественные услуги, защититься от недобросовестной предпринимательской деятельности.

Категории персонала, подлежащие сертификации, определяются группой предприятий или видов экономической деятельности, структурным подразде-

лением предприятия (функции управления), должностным уровнем специалиста, квалификационными характеристиками и требованиями.

Главные достоинства сертификации сводятся к нескольким моментам. Предприятие или индивидуальный предприниматель, прошедшие эту процедуру, смогут уже не от собственного имени говорить о качестве предлагаемых услуг и квалификации сотрудников или наемных работников, а предъявлять свидетельство независимой экспертизы. Помимо сертификата соответствия, организация получает право на использование Знака соответствия, который можно использовать в документах, печатной и рекламной продукции, вывесках и т. д.

Для организаций-заказчиков сертификат является своего рода гарантией качества предлагаемых услуг. Так, Госстрой России рекомендует соответствующим органам власти учитывать его наличие при проведении конкурсов по распределению государственного и муниципального заказа.

Добровольная сертификация даст возможность развивать систему переподготовки и повышения квалификации жилищников и коммунальщиков, позволит повысить качество услуг населению, обеспечить надежность и долговечность жилищного фонда и инженерных коммуникаций, создать конкурентную среду в отрасли.

В Кузбассе при поддержке областной администрации на базе государственного образовательного учреждения «Инженерный центр ТЕТРАКОМ» создается орган добровольной сертификации жилищно-коммунальной сферы. Этот орган сертификации жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) – первый в Кузбассе.

Всего же в России порядка 10 подобных центров. Создание органа сертификации было одобрено еще Госстроем России для защиты жизни и здоровья жителей, их имущества, охраны окружающей среды. Добровольная сертификация поможет обеспечить эксплуатационную надежность жилья и инженерных систем, внедрить на предприятиях отрасли (сейчас в регионе работает более 370 предприятий) современные принципы управления, повысить качество услуг и создать конкурентную среду.

УДК 658.62

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Бауск А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Нохрина О.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Начнем с определения.

Устойчивое развитие – процесс изменений, в котором эксплуатация ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития и

институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют потенциал организации для удовлетворения *человеческих потребностей и устремлений*.

Причем, необходимо учитывать не только потребности современных потребителей, но также и потребности будущих потребителей. То есть, нельзя повышать удовлетворенность потребителя в настоящем за счет уменьшения способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

Концепция устойчивого развития распространяется на три основные сферы деятельности: экономическую, социальную и экологическую (рисунок 1). Подобной ей, ИСМ также можно разбить на три крупные части: менеджмент качества (стандарты серии ИСО 9000); менеджмент профессиональной безопасности и здоровья (стандарты серии OHSAS 18000) и социальная ответственность (SA 8000); экологический менеджмент (стандарты серии ИСО 14000).

Такая структура позволяет использовать ИСМ в качестве базового элемента, необходимого для устойчивого развития предприятия. Однако эти три части должны быть равноправны и иметь общие цели, а также обладать достаточной самостоятельностью. Иначе система либо просто не будет приносить никакой пользы, либо станет замедлять развитие организации.

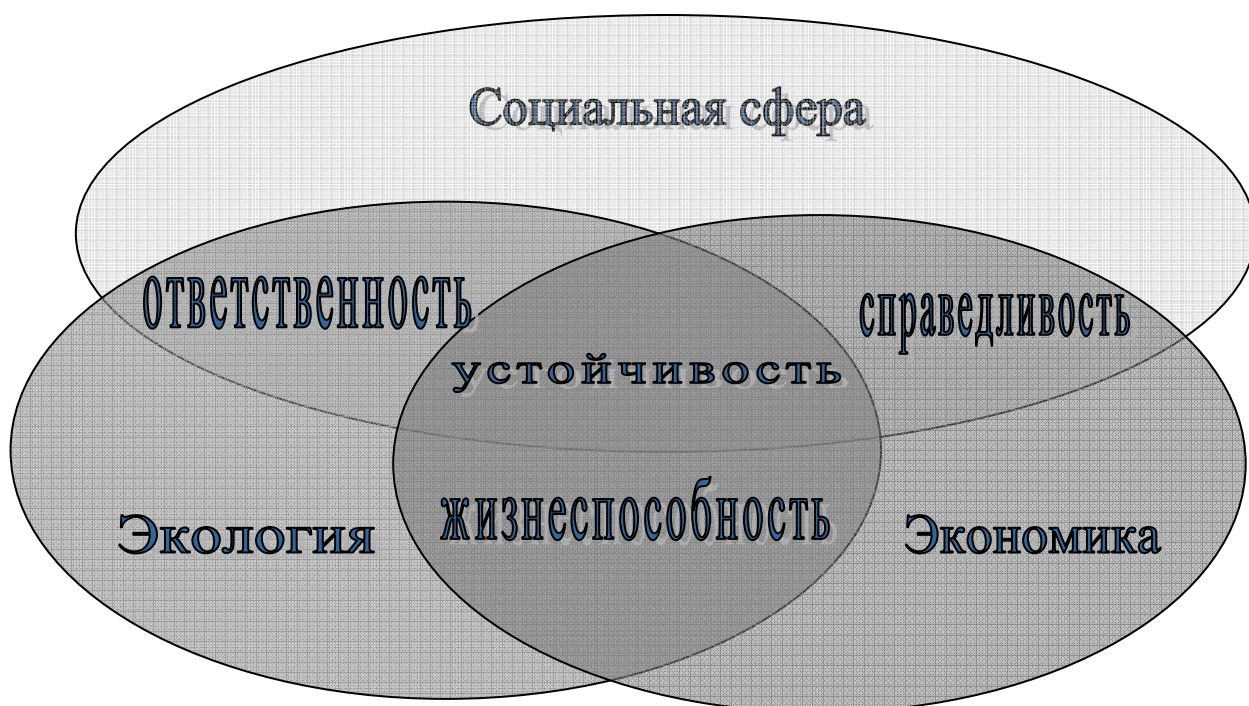


Рисунок 1 – Графическая модель концепции устойчивого развития

Поэтому требуется, чтобы действиями этих отделов управлял один руководитель-лидер (представитель руководства по ИСМ), задачей которого является не непосредственное руководство всеми процессами, а разработка общей стратегии развития, подбор команды лидеров и делегирование им части своих полномочий. Грамотный руководитель должен задавать не четкие команды/приказы, а лишь обозначать направление, выбирать компетентного испол-

нителя и контролировать ход его работы. То есть лидерство не должно быть сконцентрировано в руках непосредственного руководства, а распределено равномерно по всей организации.

Также важно отметить, что в условиях современного рынка уже не достаточно просто поддерживать и гарантировать определенный уровень качества *продукции*. Если при этом будет наноситься вред экологии, расход ресурсов превысит допустимые нормы, сотрудники компании попадут под крупное сокращение, то у компании возникнут серьезные проблемы, несмотря на качественный товар. Из-за жесткой конкуренции, даже самые незначительные факторы начинают играть существенную роль, тем более в экологии и социальной сфере. Поэтому настало время переходить от управления качеством продукции и отдельных процессов к управлению качеством бизнеса в целом. Конечно, интегрированная система не позволяет учитывать все факторы, влияющие на успех компании. Однако, она дает возможность перейти от старой модели к абсолютно новой при минимальных потерях, а также отработать механизм управления, и является первым шагом компании на пути к достижению максимальной эффективности расходования всех видов ресурсов и стабильного развития при постоянно изменяющихся внешних условиях.

IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 622.6

МОДЕРНИЗАЦИЯ МОДУЛЯ «ПЛАНИРОВАНИЕ ОТПУСКОВ» В РАМКАХ ИС «ТЕКТОН»

Клым Н.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Криволапова Л.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На предприятии ОАО «Междуречье» эксплуатируется автоматизированная информационная система, предназначенная для осуществления учета, обработки и представления внутренней и внешней информации различных звеньев управления предприятия для принятия решений. ИС «ТЕКТОН» есть объектно-ориентированное приложение, включающее в себя: «Дизайнер форм»; «Дизайнер процедур» и «Дизайнер отчетов». В состав математического обеспечения входят рациональные алгоритмы выполнения бизнес-процедур с учетом изменчивости бизнеса, организационной структуры предприятия и влияния внешней среды. Для хранения информации используется база данных, которая может быть как сетевая, так и локальная.

В силу недоработки системы «ТЕКТОН» на предприятии ОАО «Междуречье» процедура отмены очередных отпусков осуществляется вручную. Необходимость такой возникает в двух случаях:

- если это предусмотрено действующим законодательством РФ.
- если приказ был оформлен ошибочно не тому человеку;

Постановка задачи:

Исходные данные и условия:

- 1) информационная система «ТЕКТОН» (в частности, «ТЕКТОН-Дизайнер» и «Дизайнер процедур»);
- 2) прототип-шаблон (карточка «Приказ об отзыве из очередного отпуска»);
- 3) алгоритм отмены очередного отпуска;
- 4) унифицированная форма карточек;
- 5) критерий:

относительное быстродействие при выполнении операции отмены очередного отпуска

$$Q_{1,\%} = \frac{T_{руч} - T_{авт}}{T_{руч}} \cdot 100\% ,$$

где $T_{руч}$ – длительность совершения процедуры вручную,

$T_{авт}$ – длительность совершения процедуры с использованием автоматизированного модуля.

Требуется: разработать автоматизированный модуль «Отмена очередного отпуска», удовлетворяющий ограничениям и минимизирующему критерию.

Решение получено с использованием блоков «ТЕКТОН-Дизайнер» и «Дизайнер процедур». В «ТЕКТОН-Дизайнере» создается шаблон-карточка модуля, который затем включается в базу шаблонов ТЕКТОН. Электронная форма разработанной карточки представлена на рисунке 1.

The screenshot shows a software interface for creating a vacation cancellation order. It features several input fields and buttons. Callouts are used to identify key components: (1) points to the employee's name and ID fields; (2) points to the vacation order number field; (3) points to the start and end dates of the vacation; (4) points to the 'Расчет количества дней' (Calculate number of days) button. The form also includes a 'Примечание' (Remarks) field, a 'Взято в расчет по среднему' (Taken into account by average) checkbox, and buttons for 'Сохранить' (Save), 'Отменить' (Cancel), 'Провести' (Execute), and 'Отменить' (Cancel).

Рисунок 1 - Электронная форма карточки «Приказ об отмене очередного отпуска»

После того, как приказ создан, распечатан и подписан, его необходимо провести. Обобщенный алгоритм процедуры проводки представлен на рисунке 2.

Предусмотрено автоматизированное устранение ошибочной процедуры. В отличие от прототипа, в предложенной карточке облегчается ввод сотрудника, т.к. достаточно найти его табельный номер, и полная информация о нем будет введена автоматически.

Полученные решения характеризуются следующими критериями быстродействия:

$$Q'_{\% \min} = \frac{85 - 30}{85} \cdot 100\% = 65\%, \text{ при } T_{\text{авт}}^{\min} = 30 \text{ мин}; T_{\text{авт}}^{\max} = 80 \text{ мин};$$

$$Q''_{\% \max} = \frac{190 - 80}{190} \cdot 100\% = 58\%, \text{ при } T_{\text{руч}}^{\min} = 85 \text{ мин}; T_{\text{руч}}^{\max} = 190 \text{ мин};$$

Минимальная экономия времени 55 мин, максимальная – 110 мин.

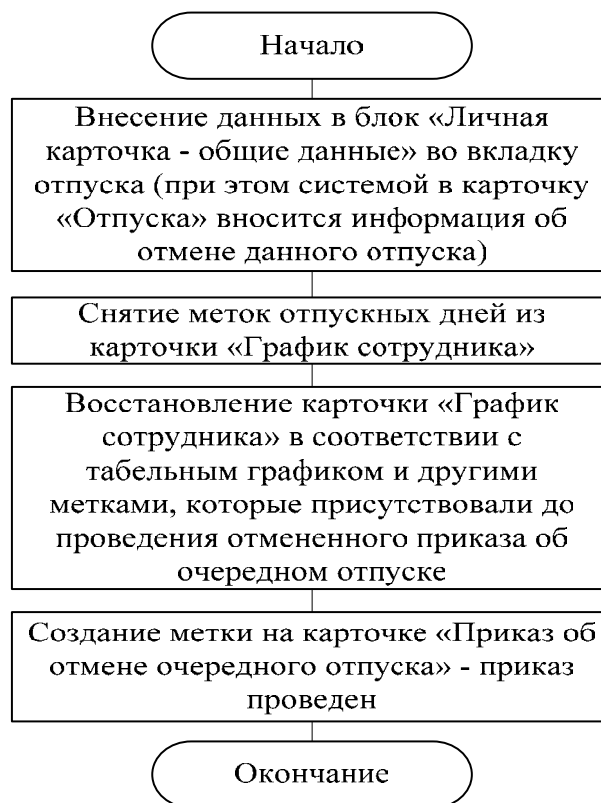


Рисунок 2 - Упрощенный алгоритм проведения приказа

Минимальная экономия времени 55 мин, максимальная – 110 мин.

Модуль «Приказ об отмене очередного отпуска» введен в эксплуатацию на предприятии ОАО «Междуречье». Работники удовлетворены результатами, т.к. экономия времени составляет 53-59%.

Дальнейшее развитие действующей системы «ТЕКТОН» на предприятии ОАО «Междуречье» предполагает создание модуля «График отпусков», совершенствование модуля «Отправления в очередной отпуск» и «Подготовки кадров».

УДК 622.6

О ПОСТРОЕНИИ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОКУЗНЕЦКА)

Бухминова А.М.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Криволапова Л.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Существует множество подходов к решению экологической проблемы города, обусловленных выбросами и отходами промышленных предприятий. Одним, из них является «Экологическая паспортизация предприятий», осу-

ществляемая в соответствии с принятым 2000 году ГОСТ – Р 17.0.0.06-2000 «Экологический паспорт природопользователя». ГОСТ включает нормы закона РСФСР «Об охране окружающей природной среды», введенного в действие 19 декабря 1991 года и носящего до 2000 года рекомендательный характер.

Экологический паспорт предприятия - природопользователя (ЭПП) – это комплексный документ, содержащий характеристику взаимоотношений предприятия с окружающей средой [1]. ЭПП дает обобщенную картину экологического состояния. В нем предложено использование трех, различающихся по наполнению и сложности данных, варианта ЭПП, что помогает учесть специфику работы конкретного предприятия. Один из вариантов представлен в виде следующих блоков: общая информация о природопользователе, блок «Атмосферный воздух», блок «Вода», блок «Почва», блок «Отходы», блок «Экологическая безопасность».

Недостатком ЭПП является то, что данные по загрязнениям, входящие в него, отражают фактическую оценку вредного воздействия в конкретный момент времени без учета накопления (динамики) загрязняющих выбросов.

В данной работе рассматривается задача разработки информационной системы экологического контроля работы предприятий региона, в частности, задача создания базы данных (БД) о загрязняющих веществах и задача оценки так называемых технико-экономических чисел (ТЭЧ) для отдельных промышленных структур.

Исходные данные и условия задачи:

1) Первичные данные о выбросах предприятий города загрязняющих веществ в атмосферу.

2) Типовая структура экологического паспорта.

3) Методика определения технико-экологических чисел (ТЭЧ).

4) Система-прототип: «Система экологического мониторинга на крупном промышленном предприятии (на ОАО «ЗСМК»)».

5) Предельные затраты времени на формирование паспорта: $T \leq 3$ минуты.

Требуется: 1. Разработать базу данных для формирования и сопровождения экологического паспорта каждого предприятия города и расчета динамических ТЭЧ конкретных производственных подразделений предприятий по загрязняющим веществам.

2. Разработать подсистему оценки вклада каждого подразделения и предприятия в обобщенное ТЭЧ города.

Из имеющегося разнообразия методов оценивания вреда загрязняющих веществ промышленных предприятий в качестве прототипа выбрана методика [2], сущность которой кратко изложена далее.

Технологическое экологическое число (ТЭЧ) характеризует размер компенсации экономического ущерба окружающей среде (в виде количества условного топлива, требуемого для погашения стоимости экологического ущерба от вредных выбросов на единицу выпускаемой продукции). При этом учитываются выбросы смежных производств. Величину

ТЭЧ можно представить в следующем виде:

$$TЭЧ = K_B \left[\sum_{i=1}^n \sum_{\varepsilon=1}^p m_{i\varepsilon} * A_K \right], \quad (1)$$

где $m_{i\varepsilon}$ - удельная масса вредных выбросов; K_B - коэффициент перевода стоимостной оценки ущерба к оценке в условных энергетических единицах, $K_B=0,15$ кг у.т./т.у. выбросов; A_K — коэффициент агрессивности k -го загрязняющего вещества; i, ε – номера технологических подразделений и компонентов соответственно; n, p - число технологических подразделений и компонентов соответственно.

Суть расчета ТЭЧ заключается в следующем. Имеются данные о количестве выбросов за определенный период (кг удельных выбросов на т продукции). Сначала вычисляется удельная приведенная масса выбросов для каждого источника выбросов в зависимости от коэффициентов агрессивности загрязняющих веществ и количества выбросов этих веществ. Затем рассчитывается суммарная приведенная масса выбросов. И наконец по формуле 1 оценивается ТЭЧ.

На кафедре «Систем автоматизации и информационных систем» СибГИУ выполнены начальные разработки по данной задаче. Трушкиной Т.А. разработан проект автоматизированной системы экологического мониторинга промышленного предприятия, на основе методики [2] рассчитаны статические и динамические ТЭЧ для ЗСМК по выбросам в атмосферу для каждого отдельного технологического подразделения.

По результатам вычислений можно проследить вклад каждой структурной единицы предприятия в общую картину экологического загрязнения; посмотреть, какова динамика выбросов, как в целом, так и по подразделениям, и определить компенсацию экологического ущерба, которую должно выплатить предприятие (рисунки 1-4).



Рисунок 1 – Электронная форма «Экологический мониторинг»

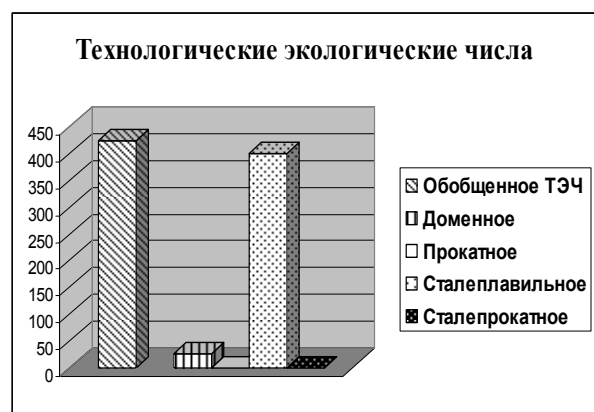


Рисунок 2 – Диаграмма «ТЭЧ»

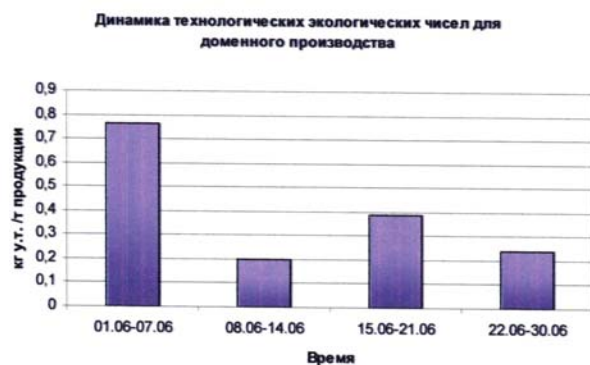


Рисунок 3 – Диаграмма «Динамика ТЭЧ для доменного производства»

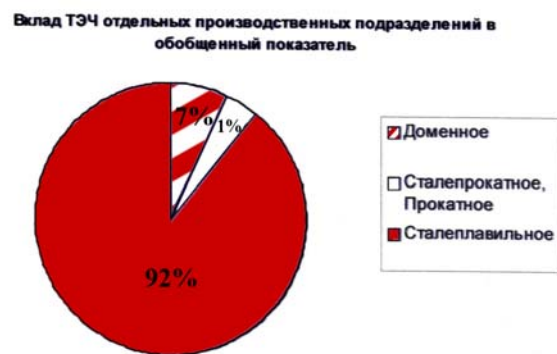


Рисунок 4 – Диаграмма «Вклад ТЭЧ отдельных подразделений в обобщенный показатель»

В связи со всем выше сказанным, необходимо ввести автоматизированную систему экологического мониторинга на всех основных промышленных предприятиях Новокузнецка, чтобы дать оценку экологической ситуации нашего региона. Предполагается разработка базы данных по загрязняющим веществам (ЗВ) крупного металлургического предприятия (на примере ЗСМК) с целью формирования экологического паспорта, в котором наряду с фактическими данными количественного содержания ЗВ даются показатели компенсационных затрат на ликвидацию последствий от загрязнения (ТЭЧ). А также дать в отчетности более полную картину (выбросы не только в атмосферу, но и в водные объекты, в почву).

Результаты мониторинга состояния окружающей среды, проводимого экологическими организациями, должны воплощаться в обязывающие законодательные и управленческие решения.

Библиографический список

1. Волосастов С.Э. Экологический паспорт предприятия - природопользователя Санкт-Петербурга. / С.Э. Волосастов, В.Н. Гусева, В.И. Семенцов, М.М. Степанов
2. Лисиенко В.Г. Диссипативная методика сквозного энерго-экологического анализа энерготехнологических объектов. / В.Г. Лисиенко, О.Г. Дружинина, В.А. Морозов. //Изв. вузов. Черная металлургия. – 2000. - №3. - С.62 – 66.
3. <http://www.ivcgzo.nkz.ru>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Никифорова О.Я.

Научный руководитель: к.э.н., доцент Ахпашева М.А.

*Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова
г. Абакан*

Управленческая информация в государственном управлении имеет ряд особенностей:

- большие объемы информации должны обрабатываться в жестко ограниченные сроки;
- исходная информация подвергается неоднократной обработке с различных точек зрения и с учетом требований потребителей;
- исходные данные и результаты расчетов хранятся длительное время.

Если говорить о роли информации в системе государственного менеджмента в узком смысле, то речь идет о применении управленческими структурами особых технологий, обеспечивающих – наряду с политическими, административными, финансовыми и иными средствами – выполнение ими своих функциональных задач и назначений. Эти информационные технологии представляют собой наборы определенных приемов и процедур сбора (селекции, накопления, хранения, переработки и распространения) специальных сведений, позволяющих лицам, принимающим решения (ЛПР), оптимально решить задачи, соответствующие их управленческим функциям и замыслам. Одновременно наличие и использование информационных технологий служит показателем как осуществления специфических действий (по обработке данных) со стороны государственных органов, так и наличия в системе государственного менеджмента соответствующих структур и институтов, специально предназначенных для работы с управленческой информацией.

Таким образом, информационные технологии представляют собой специфический ресурс, используемый государственными органами и обладающий собственной ролью в налаживании взаимодействия управляемых и управляющих. В зависимости от характера такого рода ресурсов могут меняться не только показатели эффективности государственного управления, но и его структура, полномочия субъектов, способность управленческой системы к достижению своих критических состояний и т.д.

Учитывая, что центральным, системообразующим процессом в государственном управлении является принятие решений, имеет смысл различать две наиболее общие информационно-коммуникативные системы. Одна из них характеризует внутренние связи и механизмы государственного управления, с помощью которых решаются информационно-коммуникативные задачи, связанные с подготовкой и принятием решений. Вторая раскрывает внешнюю по отношению к государству область управленческих связей, где информация в виде готовых решений поступает на информационный рынок, т.е. пытается

оказывать целенаправленное воздействие на общественные отношения и сознание граждан.

В целом содержание и базовые свойства информационных технологий «внутренней» подсистемы определяются этапами управленческого цикла, который можно изобразить в виде схемы, представленной на рисунке 1.

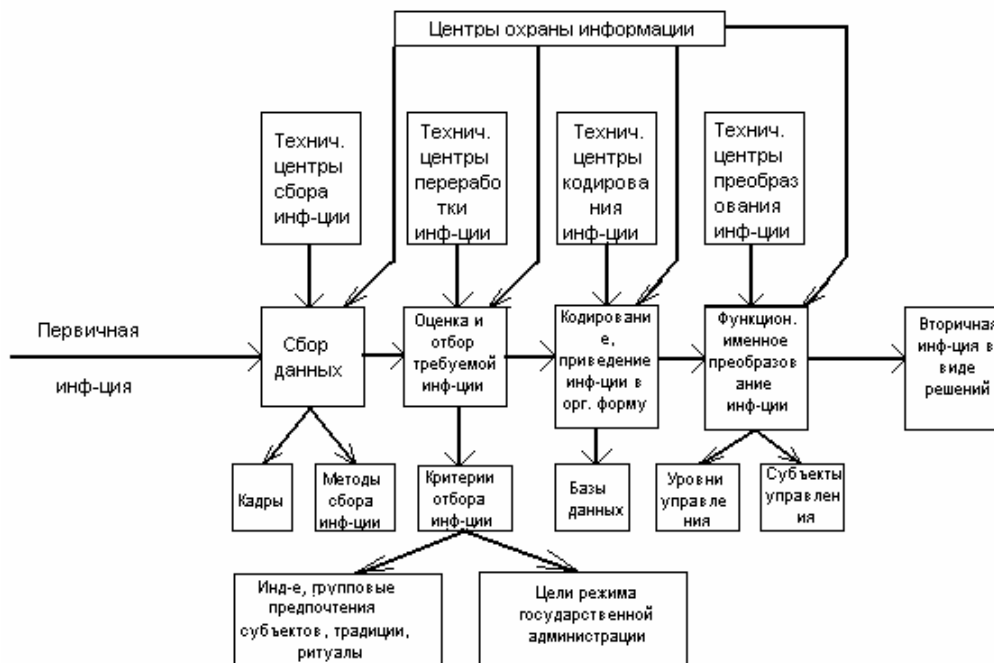


Рисунок 1 - Этапы управленческого цикла

Как можно видеть, с учетом общих целей принятия решений в целом все применяемые здесь информационные технологии направлены на упорядочивание, усиление достоверности и снижение неопределенности используемых управляющими сведениями. Столь же универсальной задачей является устранение шумов (искажений информации), возникающих при контактах структур разного уровня. В то же время на каждом из подэтапов управленческого цикла информационными технологиями обеспечиваются дополнительные, специфические цели.

Так, первичный ввод информации в систему управления, которая может поступать как извне (от партий, объединений общественности, других государств и т.д.), так и изнутри системы управления, предполагает применение регистрирующих технологий, направленных на сбор сведений, мнений и иных сигналов о сложившейся или только еще складывающейся проблемной ситуации, а также отсеечение дезинформации. Здесь стоит задача обеспечения взаимосвязи качественной обработки данных с максимальной экономией времени на их получение и переработку. Однако самая важная задача технологических средств – максимизация сбора данных (формальных и неформальных, прескриптивных и дескриптивных, и др.) о социальных явлениях для поиска государственно-значимых проблем. Проведение такой операции требует достижения определенной избыточности информации, поскольку ог-

раниченность информационного поля прямо пропорциональна нарастанию гипотетичности управления. А применяемые технологии должны предупреждать ситуации, при которых избыточность информации снижает ее достоверность.

Существенным – прежде всего с точки зрения правовых последствий для государственных органов – является поиск и дальнейшее использование информации, полученной из конфиденциальных источников, в том числе незаконным путем. В этом смысле перед информационными технологиями стоит задача интеграции таких сведений в публичные, открытые для всех решения.

Учитывая, что на этом этапе подготовки решений информационные технологии должны соединять потребность в повышении достоверности информации с нарастанием факторов ее субъективного прочтения, их применение должно предполагать корректное и деловое отношение к неписаным законам управленческой среды, действующим там стереотипам, традициям, предрассудкам и иным стандартам мышления, сложившимся в аппарате власти и управления.

На дальнейших этапах управленческого преобразования информации и усложнения коммуникативных связей применяются технологии, приводящие сообщения в организационную форму, т.е. добывающиеся соответствия отобранных сведений с профилем деятельности разнообразных управленческих структур и конкретных ЛПР. Кодирова сообщения в соответствии с функциями, выполняемыми этими субъектами управления, данные технологии прежде всего направлены на обеспечение строгой специализации информации, на ее своевременную доставку и обеспечение максимальных удобств для получения сведений.

Одной из проблем, которую пытаются решить управленческие структуры при помощи информационных технологий, является состыковка вновь собранной и переработанной информации со старыми системами хранения сведений. Еще одной задачей, которую пытаются решить на этом этапе информационные технологии, является преодоление барьеров между базами данных, используемых различными государственными органами. При этом здесь же решаются задачи охраны ведомственных и корпоративных сообщений, в том числе защиты сведений, составляющих государственную, служебную или коммерческую тайну.

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ДИСПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ МАСШТАБАХ

Шувариков Д.П.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Мочалов С.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Для практической деятельности важно дистанционно получать информацию о пространственной структуре материальных объектов, например, об их форме, деталях, ориентации, относительных размерах. Большую часть этой информации мы получаем с помощью зрения, анализируя изображения объектов. Ведь исходя из определения, изображение — это образ, в той или иной степени подобный изображаемому объекту. Подобие достигается вследствие физических законов получения изображения, а также напрямую зависит от средств отображения объектов зрителю.

Настоящий день — это время бурного развития электронных средств отображения информации. В угоду коммерческой выгоды производства технических средств отображения, появляется множество устройств с совершенно различными соотношениями сторон экранов. В мобильной технике для достижения малых габаритов и эргономики, пропорции экранов отличаются даже в пределах одного модельного ряда. В телевизионной технике идет процесс отказа от принятых норм трансляции сигнала (системы PAL, SECAM, NTSC) и переход на новые стандарты и соответствующие им пропорции экрана. Так стандарт HDTV (в повсеместное скорое внедрение которого нет и сомнений) предусматривает строго фиксированное соотношение сторон экрана и соответствующую ему пропорцию 16:9. Вслед за телевизионной техникой и на сопутствующем ей рынке персональных компьютеров наметился переход от формата 4:3 к более широкоформатным пропорциям, однако однозначно не установленным. Так пропорции экранов мониторов могут варьироваться от 16:10 до 16:8. Схожая ситуация и с экранами портативной техники — ноутбуки и медиаплееры перенимают тенденцию на широкоэкранные мониторы от старших собратьев. Такой переход оправдан и очевиден — широкоформатное изображение естественнее для восприятия, так человеческий глаз получает больше информации в горизонтальном поле зрения, нежели в вертикальном. Опять же выпуск дисплеев с соотношением сторон 16:9 экономически более эффективен. Так из подложек, которые сейчас идут на изготовление жидкокристаллических матриц дисплеев, больший выход дисплеев дает нарезка подложек на панели с широкоформатными пропорциями и, следовательно, все больше заводов перестраивают свои производственные линии на выпуск такой продукции. Резюмируя можно сказать, что под требованиями рынка осуществляется планомерный переход в сторону широкоформатного изображения, при этом пропорции экранов четко не установлены. А значит,

возникает проблема отображения существующей информации на новых экранах, в новых пропорциях.

В настоящий момент существует практика преобразования изображения, которая относится к формату видеоизображения Digital Versatile Disc Video (DVD-Video) изначально созданного для просмотра широкоформатных кинолент на бытовых телевизорах формата PAL с соотношением сторон 4:3 (1,33:1). Техника, изложенная ниже справедлива и для обратного преобразования из 4:3 в широкий формат 16:9 (1,78:1).

Фильмы, транслируемые в кинотеатрах, могут иметь различное отношение сторон, но чаще всего оно равно 1,85:1 или 2,35:1. Такие фильмы должны быть показаны на экране 1,33:1 в первоизданном виде (как они были показаны в кинотеатре), для этого используется метод letterbox - изображение дополняется двумя черными полосами сверху и снизу. При обратном преобразовании - справа и слева. Некоторые широкоформатные телевизоры имеют возможность растянуть изображение на полный экран, но при этом нарушаются пропорции изображения, что идет в противоречие с самим понятием изображения как достоверного источника информации о размерах и пропорциях объектов.

Существует и другой метод, который называется "pan and scan", применяемый для адаптации кинолент. Вместо того чтобы просто взять середину изображения и обрезать края, эта технология выбирает ту часть изображения, в которой происходит действие (это не обязательно должно быть в центре). Окно 4:3 перемещается по горизонтали таким образом, чтобы зритель не пропустил важной информации. Но, несмотря на это, часть информации будет потеряна. Все это справедливо и для обратного преобразования, которое будет более губительно в плане потери информативности кадра. Ведь все дело в том, что широкоформатное изображение избыточно, в том смысле, что объект, заслуживающий внимания всегда будет вписан в кадр по вертикали. В стандартном ТВ формате изображение 4:3 уже ограничено по горизонтали и вертикали, и основные элементы будь то титры внизу экрана и названия (которые обычно пишутся в верхней части изображения) попадают в области усечения кадра сверху и снизу при приведении его к 16:9. Это приведет к сравнительно большим потерям информативности по сравнению с преобразованием 16:9 в 4:3.

Даже если мы абстрагируемся от видеосигнала и применим описанные выше методы к статическим изображениям, мы получим схожие результаты. Это происходит вследствие того, что большинство наглядных пособий, презентации, схем, графических изображений на протяжении многих лет подготавливались с учетом стандартных пропорций экрана.

Этот вопрос будет возникать тем чаще, чем быстрее широкоформатные средства отображения будут входить в нашу повседневную жизнь. Примером может служить опорная сеть кабельного телевидения Сибирского государственного индустриального университета, прошедшая модернизацию и уже к сегодняшнему дню полностью построенная на широкоформатных плазменных и жидкокристаллических панелях. К моменту внедрения проблема с пре-

образованием форматов здесь стояла достаточно остро. Для этого был предложен и внедрен метод имеющий преимущества по сравнению с ранее рассмотренными методами трансформации. Он позволяет с меньшими визуальными потерями и снижением в производительности систем трансформации сигнала осуществить преобразование в 16:9 стандартного ТВ изображения. Однако и при этом преобразовании получается малое, но достаточно заметное искривление пропорций объектов и потеря части информации изображения.

Учитывая вышеописанные замечания, встает острая необходимость разработать метод преобразования способный сохранять пропорции объектов и при этом сохраняющий полноту картины, не отбрасывая части изображения. Однако этот метод должен быть универсален в определенных пределах различных пропорций результирующих изображений. Для этого необходимо:

1. Разработать метод точного моделирования объектов, в частности их границ в исходном полноцветном изображении.

2. Выработать критерии, учитывающие пересечения объектов с краями экрана и друг с другом, а также описывающие структурные различия объектов и окружающего их фона.

3. По занимаемым объектами площадям и расположению на изображении - определить меру избыточности информации в изображении.

4. Произвести трансформацию изображения, учитывая ранее рассчитанные критерии.

5. Проверить достоверность получившегося изображения в сравнении с оригиналом.

В итоге при выполнении всех этих пунктов возможно получение метода способного решить поставленный вопрос о преобразовании изображений, применимый для соразмерной трансформации форматов видеоизображения и графической информации.

УДК 622.6

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ РЕЙТИНГОВОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Башмакова А.А., Титова А.В.

Руководитель: к.т.н., доцент Бондарь Н.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Целью рейтингового управления кафедрами Сибирского государственного индустриального университета является повышение квалификации, развитие творческой инициативы, плодотворности научно-педагогической работы, а также повышение имиджа вуза в образовательном пространстве России.

Действующая система оценивания рейтинга кафедр и факультетов ГОУ ВПО «СибГИУ» не учитывает специфичность условий их работы, которая существенно влияет на показатели деятельности. Главным фактором, опреде-

ляющим эту специфику, является выпуск специалистов. По этому признаку кафедры естественно разделить на два вида: выпускающие (специальные) и не выпускающие (общеобразовательные).

Признанным способом усиления мотивации трудовых коллективов является их классификация по категориям, с которыми должны быть увязаны материальные и моральные стимулы [1]. Однако действующая система оценивания рейтинга кафедр это не предусматривает. Тем самым снижается управляемость трудовых коллективов и показатели их деятельности.

Важной особенностью категорирования является то, что сотрудники кафедр становятся напрямую заинтересованными в улучшении любого, пусть даже незначительного с их точки зрения, показателя своей работы.

Формулировка задачи категорирования кафедр может быть кратко представлена следующим образом.

Дано: множества кафедр $\{1, I\}$ с выделением двух подмножеств: выпускающих $\{1, I_1\}$ и не выпускающих $\{1, I_2\}$ кафедр, причем $I_1 + I_2 = I$; данные о рейтинге выпускающих и не выпускающих кафедр, полученные из действующей системы; прототипный подход к решению задач построения систем [2]; метод ABC-анализа.

Требуется: определить количество категорий и разбить множество кафедр на категории.

Задачу целесообразно решать, опираясь на прототипный подход в сочетании с методикой ABC – анализа. При этом в качестве прототипа используется способ решения, используемый в [1].

Разбивая кафедры на категории, будем ориентироваться на следующие принципы:

- Количество кафедр относящихся к более высокой категории должно быть существенно меньшим, чем кафедр относящихся к более низким категориям (закон Ципфа).
- К числу кафедр высшей и следующей за высшей категорией должны быть отнесены кафедры, имеющие обобщенный показатель деятельности за несколько лет (3÷5 лет) выше среднего.
- Кафедры, имеющие показатель выше среднего относятся к высшей и следующей за ней категорией по вкладу в совокупный рейтинг университета (причем выполняется первый принцип).
- Максимальное количество категорий целесообразно выбрать не более трех (при общем количестве кафедр – в пределах 40÷80), т. к. дробление на большее количество категорий снизит относительную привлекательность категорирования в условиях малого различия категорий по стимулирующим воздействиям (поощрениям). При этом можно установить следующее наименование категорий: высшая, первая, вторая.

Обозначим K_B, K_1, K_2 - множества кафедр, относящихся к высшей, первой и второй категориям соответственно. Мощности этих множеств (при $I_1 > I_2$) можно задать следующим образом:

для выпускающих кафедр: высшая категория $K_B \in (1 \div 5)$; первая категория

$K_1 \in \left(6 \div \frac{I_1}{2} \right)$; вторая – $K_2 \in \left(\frac{I_1}{2} \div I_1 \right)$; для невыпускающих кафедр: высшая категория $K_B \in (1 \div 3)$; первая – $K_1 \in \left(4 \div \frac{I_2}{2} \right)$; вторая – $K_2 \in \left(\frac{I_2}{2} \div I_2 \right)$,

где $5, \frac{I_1}{2}, I_1$, а также $3, \frac{I_2}{2}, I_2$ - пороговые значения рангов для кафедр разных видов и категорий соответственно.

Пример деления множества кафедр ГОУ ВПО «СибГИУ» на указанные категории, а также соответствующие значения обобщенного показателя деятельности кафедр представлен на рисунке для выпускающих кафедр по итогам года.

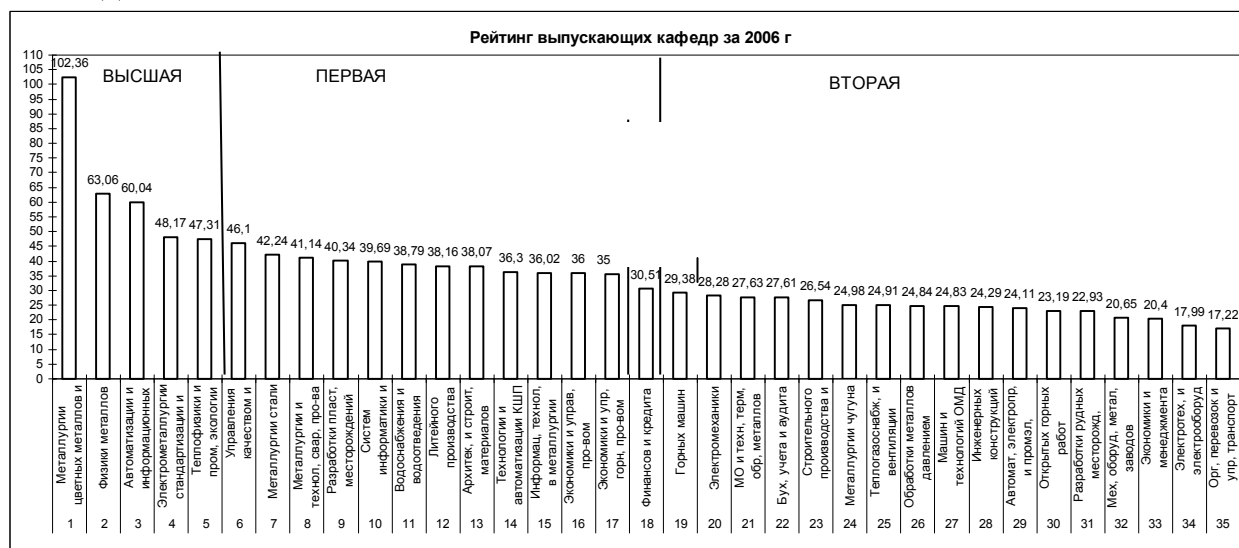


Рисунок 1 – Ранжирование выпускающих кафедр по обобщенному показателю деятельности

В отличие от действующей рейтинговой системы, в которой морально и материально поощряется только 3-5 первых кафедр, в предлагаемой системе материально поощряются все выпускающие и невыпускающие кафедры высшей категории с коэффициентом премирования 1,1, первой категории с коэффициентом премирования 1,05, а кафедры второй категории не поощряются. Моральное поощрение получают выпускающие и невыпускающие кафедры – победители высшей категории.

Библиографический список

1. Арсентьев Д.Г. Система категорирования кафедр как элемент управления качеством образования. / Д.Г. Арсентьев, В.А. Долгополов, А.И. Сурыгин // «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовательной деятельности». Материалы XIII Международной научно-методической конференции. - С-Пб: Изд-во Политехнич. ун-та, 2006.- С.62-63.
2. Кулаков С.М. Синтез организационной структуры системы управления персоналом крупного предприятия / С.М. Кулаков, Е.В. Петров, Н.Ф. Бондарь // Известия вузов. Черная металлургия. -2006.- № 8.- С.40-45.

КОНСОЛИДАЦИЯ СЕРВЕРНОГО ПАРКА В ЕДИНЫЙ ЦЕНТР ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

Столяров Н. Г.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Киселева Т. В.

*ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат»
г. Новокузнецк*

Одним из основных компонентов ИТ-инфраструктуры ОАО «ЗСМК» является серверный зал, расположенный в здании старого заводоуправления (СЗУ) на территории комбината. В его помещении расположены эксплуатационные серверы и промышленный сервер HP SuperDome, на котором функционирует продуктив системы SAP R/3, дисковые массивы, система резервного копирования, а также коммуникационное оборудование.

Для обеспечения растущих потребностей бизнеса компании требуются новые информационные сервисы, под которые закупается и устанавливается дополнительное серверное оборудование.

При этом эффективность центра обработки данных (ЦОД) не достаточно высока, так как на одном физическом сервере работает, как правило, только одно приложение, т.е. значительные компьютерные ресурсы простаивают впустую. В первую очередь это касается серверов малой и средней мощности (контроллеры доменов, серверы сообщений, серверы служебных баз данных и др.), загруженность которых иногда не превышает 30%.

Постоянный рост количества физических серверов приводит к увеличению расходов на их размещение, эксплуатационных расходов, расходов на энергоснабжение и охлаждение. Резко возрастает потребность в обеспечении ЦОД сетевым оборудованием и кабельными системами. Несколько единиц серверного оборудования приходится держать в резерве для тестирования и отладки внедряемых приложений. Аналогичная ситуация складывается и в области управления. Установка в ЦОД новых аппаратных устройств приводит к увеличению административной нагрузки, связанной с управлением базовыми компьютерными системами.

Решить некоторые из этих проблем поможет новый тип серверов - одноплатные серверы, чаще называемые блейд-серверами, или серверами "лезвиями" (blade - лезвие). Основная идея архитектуры блейдов - достижение максимальной удельной производительности системы благодаря применению формфактора с вертикальным расположением серверных модулей. В то время как традиционные серверные модули монтируются в стандартную серверную стойку горизонтально, применение специального шасси (корзины), в которое вертикально устанавливают серверы-лезвия, позволяет добиться более компактного размещения вычислительных модулей.

Поскольку на размеры блейд-сервера накладываются ограничения, его громоздкие компоненты выносятся на шасси и становятся общими для всех

блейдов, установленных в это шасси. Такой подход позволяет сократить общее число блоков питания, систем охлаждения и других подсистем при сохранении достаточного уровня надежности. Однако одновременно он требует применения сетевого и управляющего блейдов.

Помимо аппаратного способа консолидации серверного парка (применение блейд-серверов) существует и программный способ – виртуализация серверов. Консолидация компьютерных ресурсов путем виртуализации серверов привлекательна тем, что позволяет оптимизировать загрузку серверных мощностей, уменьшить количество оборудования в центре обработки данных, консолидируя несколько операционных систем на одной аппаратной платформе, и упростить управление ИТ-инфраструктурой. При этом наилучших результатов удастся достичь при комбинированном использовании обоих методов консолидации серверного парка – аппаратного и программного.

Пакет VMware Infrastructure 3 – это новое поколение лидирующего программного обеспечения в области виртуализации, которое позволяет виртуализировать серверы, дисковые массивы, сеть; дает возможность различным операционным системам и их приложениям независимо работать в виртуальных машинах, разделяя физические ресурсы. Пакет VMware Infrastructure 3 предоставляет объемную виртуализацию, управление, оптимизацию ресурсов, автоматизацию потенциальных возможностей.

Применение платформы виртуализации VMware Infrastructure 3 совместно с оборудованием HP Blade System c7000 в качестве основы ИТ-инфраструктуры вычислительного центра СЗУ позволило добиться следующих результатов:

1. Сократить время на выполнение типовых задач администрирования серверного парка работниками бюро серверного оборудования. Введение в эксплуатацию новых серверов, их модификация, перенос информационных сервисов с одного сервера на другой, резервное копирование, восстановление теперь занимают значительно меньше времени. Причем все эти операции могут быть проделаны с рабочего места администратора с помощью подключения к VirtualCenter.

2. Сократить количество используемого оборудования, обслуживающего ИТ-инфраструктуру вычислительного центра. Количество физических серверов сокращено с 54 до 16, что удалось добиться путем повышения загрузки серверных мощностей с 20-40% до 80%. Сократилось количество используемого сетевого оборудования и линий связи, так как часть сети была перенесена в виртуальную среду при сохранении их функциональности.

3. Снизить нагрузку на корпоративную сеть благодаря переносу части сети в виртуальную среду. Обмен информацией между серверами осуществляется в пределах дискового массива по виртуальным сетевым каналам.

4. Сократить энергопотребление ИТ-инфраструктуры.

5. Усовершенствовать механизм резервного копирования, которое происходит не на уровне данных, а в виде «снапшотов». Снапшот - это моментальный снимок всей виртуальной машины. Время восстановления при таком подходе значительно сокращается.

ЗАДАЧА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРАВКИ РЕЛЬСОВ В УСЛОВИЯХ РБЦ ОАО «НКМК»

Савинов Ф.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Кулаков С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В рельсобалочном цехе ОАО «НКМК» процесс правки рельсов проходит на линии отделки участка термоотделения и осуществляется в два этапа. Сначала рельсы подвергаются правке на роликоправильных машинах (РПМ), а затем проходят последующую правку на вертикально-правильных прессах (ВПП).

На рисунке 1 показано положение рельса в РПМ и в устройстве контроля «Элекон».

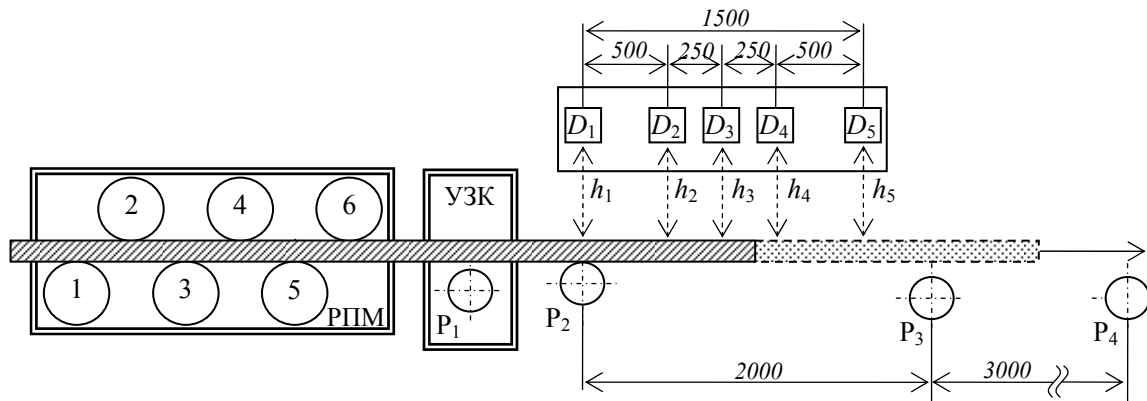


Рисунок 1 – Схема расположения РПМ и установки «Элекон» (1, 2, ..., 6 – ролики РПМ; D_1, \dots, D_5 – датчики системы «Элекон»; P_1, P_2, P_3, P_4 – ролики рольганга; все размеры указаны в мм); УЗК – устройство ультразвукового контроля внутренних дефектов рельсов

Процесс правки должен обеспечивать получение прямолинейности рельсов в соответствии с требованиями нормативных документов, при этом проверяется качество их правки (кривизна, скрученность, целостность профиля). В случае обнаружения дефектов правки производится подстройка машины.

На рисунке 2 показан пример продольного профиля рельса при следующих условиях: измерительная подсистема состоит из трех датчиков; расстояние между соседними датчиками 0,75 м; длина рельса 25 м.

Правка на ВПП осуществляется путем кантовки рельса искривленным участком вверх, выдвигением соответствующего бойка и прогиба кривого участка рельса во время рабочего хода бойка (вниз) до устранения кривизны. Контроль правки концов рельсов производится правильщиком ВПП контрольной линейкой, длиной 1 или 1,5 м, в зависимости от назначения рельсов. Общая кривизна рельса определяется визуально.

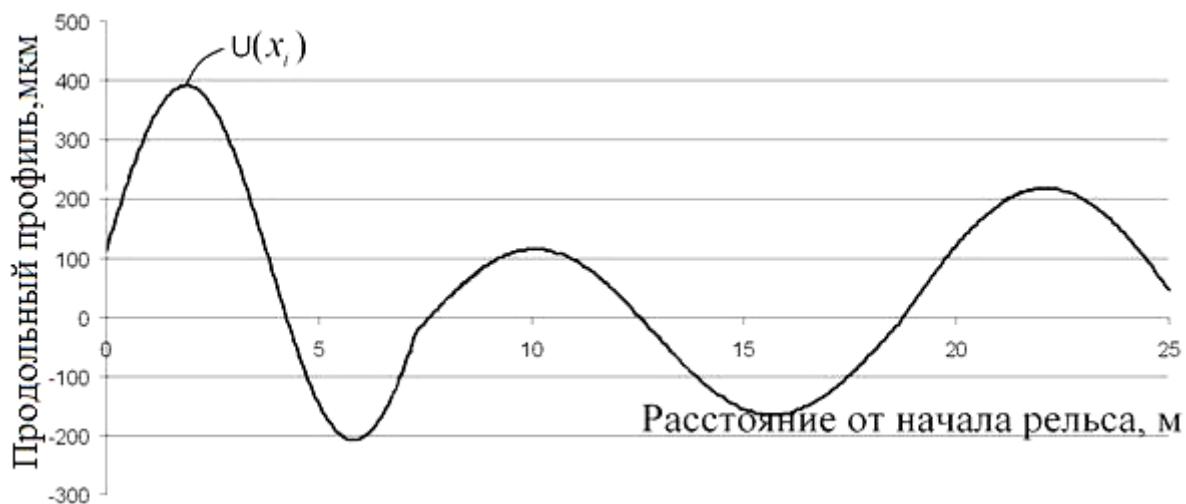


Рисунок 2 – Кривая продольного профиля, полученная от установки «Элекон»

Недостатки действующей системы:

- низкий уровень автоматизации процесса правки на вертикально-правильных прессах, обусловленный выполнением правильщиком ВПП операций ручного замера кривизны рельсов;
- визуальный контроль общей кривизны рельсов в процессе правки на ВПП.

Цель данной работы: создание алгоритма по составлению плана правки рельсов и его реализация в режиме человека-машинного взаимодействия.

Постановка задачи.

Дано:

1. Сигнал измерительной информации, поступающий от установки «Элекон»
2. Типовые режимы работы вертикально-правильных прессов (работа ВПП осуществляется в двух плоскостях)
3. Количественные характеристики процесса правки (величина рабочего хода бойка прессы 10 мм, номинальное усилие правки 400 тс)
4. Критерий оптимальности плана правки: сумма модулей отклонений от идеальной формы профиля
5. Размеры концевой и переходной зоны рельса (для рельса класса А – 2м, класса В – 1.5м).
6. Ограничения на размер максимального зазора после правки по высоте -1.5 мм.

Требуется определить:

- координаты локальных участков правки в концевых и переходных зонах рельса;
- координаты точки нанесения механического воздействия с помощью прессы;
- рабочий ход бойка прессы в точках нанесения воздействия, так чтобы критерий оптимальности был минимальным, и выполнялись названные ограничения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ DATA MINING ПРИ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Фадеева А.Е.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кораблина Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Для оценки, контроля и обеспечения уровня качества оказания медицинской помощи населению выделены 17 основных показателей: процент врачей первой и высшей категории, обеспеченность врачами (на 10000 населения), процент расхождения диагнозов поликлиники и стационара, выход на инвалидность на 1000 населения и другие. При решении этих задач предлагается использовать модели и методы Data Mining. Логистическая регрессия – один из инструментов Data Mining, это разновидность множественной регрессии, назначение которой состоит в анализе связи между несколькими независимыми переменными и зависимой переменной. Логистическая регрессия применяется в случае, когда зависимая переменная является бинарной (т.е. может принимать только два значения: «да», «нет»).

В Кустовом медицинском информационно-аналитическом центре (КМИАЦ) г. Новокузнецка была разработана "Экспертная автоматизированная система оценки и контроля качества медицинской помощи». В этой системе количественным выражением качества медицинской помощи является коэффициент соответствия результативности наблюдаемого объекта стандарту. В качестве входной информации системы "Экспертная автоматизированная система контроля и оценки качества медицинской помощи" используется:

- нормативные значения показателей;
- фактические (достигнутые) значения показателей;
- нормативные данные по уровню качества.

На основе этих данных один раз в квартал определяется уровень качества медицинской помощи по отделению. Если этот уровень качества меньше нормативного, то считается, что поликлиника не удовлетворяет заданному уровню качества, и ставится отметка о взятии поликлиники на учет.

Данная система имеет определенные недостатки, например, нет полной картины предметной области, отсутствует анализ полученных результатов. Для того, чтобы проводить анализ данных нужно построить модель объекта. Построенную модель можно использовать для принятия решений, объяснения причин, оценки значимости факторов, моделирования различных вариантов развития.

Для построения модели воспользуемся программой Deductor Academic 5.1. Исходная выборка состоит из 108 записей за 2004-2007 год и содержит поля: дата, название поликлиники, показатели качества, отметка о взятии на контроль. Зависимая переменная в 42 случаях принимает значение 1 (взятие

поликлиники на учет), а в 66 она равна 0 (поликлиника не взята в данном квартале на учет). Показатели качества представлены в виде отклонений от заданных нормативных значений. Нормативные значения качества представлены в виде интервала, если фактическое значение попадает в интервал, то ставиться 0.

Обучающую выборку разбивают на два подмножества – обучающее и тестовое. В данном случае тестовым подмножеством являются данные за 2007 год четвертый квартал (последние 12 строк).

После этого можно переходить к обучению логистической регрессионной модели. Под обучением понимается расчет коэффициентов. Значения коэффициентов логистической регрессии представлены на рисунке 1.

Атрибут	Коэффициент
9.0 <Константа>	-1,3234
9.0 Процент врачей 1ой и высшей ка...	-0,20759
9.0 Обеспеченность врачами (на 100...	-0,34318
9.0 Процент расхождения диагнозов...	0,11844
9.0 Число посещений с профцелью ...	-8,912
9.0 Выход на инвалидность на 1000 ...	0,26114
9.0 Средняя длительность лечения н...	-0,65269
9.0 Число повторных посещений по ...	3,5361
9.0 Процент посещений на дому Су...	-0,17917
9.0 Количество первичных посещени...	11,127
9.0 Процент больных пролеченных н...	-0,15932
9.0 Среднее пребывание на больнич...	-0,029766
9.0 Смертность в трудоспособном в...	1,0543
9.0 Заболеваемость на 1000 населе...	-0,0086159
9.0 Комплексная оценка диспансер...	2,5049
9.0 Смертность населения от забол...	-0,13812
9.0 Функция врачебной должности ...	-0,0053135
9.0 Смертность на дому (на 10000 ч...	0,30691

Рисунок 1 – Коэффициенты логистической регрессии

При этом из 66 случаев, когда переменная равна false, всего два классифицированы неверно, а из 42 случаев с положительным исходом 3 неверно классифицированных. Таким образом, можно считать, то «в общем верно» классифицированных случаев примерно 95%.

После того как модель построена, можно приступать к анализу данных. Часто возникает ситуация, когда необходимо подобрать значение одного из входных полей для получения желаемого значения выходного поля. Например, когда необходимо повысить качество медицинской помощи определенной поликлиники, не всегда есть возможность воздействовать на все показатели качества, какие-то мы можем улучшить, а какие то нет. Но в то же время можно повысить уровень качества поликлиники только за счет определенных показателей, на которые мы может как-либо повлиять. Но как узнать, какой именно из таких показателей улучшить и до какого уровня. Ответ на этот вопрос дает диаграмма «что-если» – один из инструментов визуализации в Deductor Academic 5.1. Эта диаграмм показывает зависимость выходного поля от одного из входных при фиксированном значении остальных полей. На-

пример, рассмотрим строчку из выборки за 31.03.2004 для больницы № 11 поликлиники № 1. Поликлиника находится на учете, но оказать какое-либо влияние на ряд показателей, например, на смертность населения или заболеваемость населения, нельзя, но можно изменить такие показатели как процент врачей 1-ой и высшей категории и процент посещений на дому.



Рисунок 2 – Диаграмма «Что-если» для показателя «Процент посещений на дому»

Из рисунка 2 видно, что если процент посещений на дому увеличить до 10.8, то поликлиника будет снята с учета. Если нельзя так значительно изменить показатель, то следует произвести исследования и определить возможный уровень изменения, а затем вновь построить диаграмму «Что-если» для других показателей, на которые возможно повлиять.

Вывод. Использование методов Data Mining расширяет существующий арсенал способ анализа, моделирования и прогнозирования, когда модели непосредственно обучаются на ограниченном наборе экспериментов. Они могут быть полезными при решении многих задач, для которых нет достаточно хорошей формализации.

УДК 681.3

О СРЕДСТВАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Соколова Н.Б.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Проектирование систем видеонаблюдения непосредственно на масштабируемом плане объекта морально и технически устарело. На данный момент предлагаются различные компьютерные программы, автоматизирующие проектирование и представление проекта, такие как «PelCAD» (<http://freeware.sec.ru/>), «Проектировщик CCTV» (<http://www.lonacomputerservices.com/CCTV/CCTVrus.html>), «VideoCAD» (<http://cctvcad.com/rus/>). рассмотрим основные

возможности указанных программ:

1. «PelCAD». Программа для проектирования систем видеонаблюдения. «PelCAD» очень проста в освоении, позволяет сконструировать функциональную схему видеонаблюдения без привязки к конкретному масштабируемому плану и конкретному объекту. Это является и достоинством, и существенным недостатком, так как ограничивает использование данной программы только проектировщиками высокой квалификации.

В данной программе полностью отсутствует наглядность проекта.

2. «Проектировщик CCTV». Позволяет спроектировать видеосистему по заданным требованиям к безопасности, определить параметры обнаружения и характеристики зон обзора видеокамер. При проектировании в данной программе конкретная модель видеокамеры не указывается, а вычисляются только характеристики, по которым можно ее подобрать. Программа может автоматически рассчитывать такие параметры как: углы зрения камеры (по вертикали, горизонтали, разрешение объектива), расстояние идентификации, расстояние различимости, расстояние обнаружения, время обнаружения, размер объекта.

Использование «Проектировщика CCTV» возможно только при наличии AutoCAD или другой неспециализированной программы проектирования. Данное обстоятельство является недостатком, так как требуется больше времени на выполнение одного проекта, из-за необходимости работать в обеих программах. В программе так же отсутствует возможность работать с масштабируемым планом, что снижает наглядность почти до нуля.

3. «VideoCAD». Многофункциональный инструмент, предназначенный для профессионального проектирования систем видеонаблюдения, моделирования и измерения параметров видеооборудования и видеоизображений. «VideoCAD» позволяет моделировать трехмерную структуру, с условными объектами, приближенными к реальным. В программу встроена возможность расчета распределения мощности излучения, спектральной эффективности источников света для различных сенсоров видеокамер, измерять чувствительность и разрешение видеокамер, требующихся для проекта, рассчитывать длину и электрические параметры кабелей.

К недостаткам данной разработки можно отнести то, что база трехмерных моделей, доступных для проектирования мала, что не позволяет добиться идентичности трехмерного проекта и реально существующего объекта. Как и «Проектировщик CCTV» «VideoCAD» не дает точного ответа – какая именно видеокамера, из имеющихся на рынке, наиболее полно подходит для разрабатываемого проекта.

Таким образом, имеющиеся в наличии программы не в полной мере позволяют отразить реальный объект наблюдения в дружественной для простого пользователя трехмерной виртуальности.

Предлагаемая автоматизированная информационная система визуализации видеонаблюдения призвана устранить перечисленные выше недостатки. Работа в данной программе осуществляется непосредственно на двумерном плане объекта, с возможностью переключения в изометрический вид. Та-

кой подход позволит еще на стадии проектирования обнаружить некоторые ошибки неочевидные на двумерном плане. Изометрия предоставляет пространство для маневра при расстановке предметов интерьера, в целях наиболее точного воссоздания условий на объекте. Изометрия дает возможность оценить и такой фактор, косвенно влияющий на выбор, как гармоничное расположение видеокамеры относительно интерьера. Точность воссоздания обеспечивается обширным встроенным каталогом предметов, с возможностью его расширения. В наличии имеется второй расширяемый каталог, содержащий видеокамеры. Данный каталог формируется из базы данных, путем запроса у проектировщика критериев отбора.

После выбора видеокамеры желательно проведение теста, в результате которого выявляется эффективность выбранной видеокамеры для данного проекта. Использование теста позволяет выбрать среди похожих видеокамер наиболее подходящую для данного проекта. Результат теста выдается в текстовом виде и в виде видеороликов, имитирующих изображение с видеокамер.

УДК 378.062

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Скорик И.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Соловьева Ю.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Рассмотрим задачу выбора системы контроля входного потока сотрудников, которая в большей степени сочетает в себе эффективность и ненавязчивость, учитывая, что в качестве организации выступает ВУЗ. В большинстве ВУЗов в нашей стране работает пропускной режим на входах и контроль деятельности внутри ВУЗа сотрудниками охраны, преподавателями либо различными студенческими отрядами. Подобная система малоэффективна, ведь количество студентов гораздо больше, чем количество сотрудников охраны. Увеличение числа сотрудников охраны вряд ли будет целесообразно, ведь для контроля нескольких тысяч человек требуется огромное количество сотрудников. Плюс к этому проявляется «человеческий фактор» в работе данной системы. Из выше сказанного можно сделать вывод, что система контроля должна быть автоматизированной. Какую систему выбрать? Рассмотрим некоторую классификацию данных систем:

1. *Система видеонаблюдения.* Смысл деятельности данной системы понятен. Навязчивость данной системы практически отсутствует, т.к. она практически незаметна. Конечно, данная система не очень эффективна, ведь она занимается лишь обнаружением, а все остальные действия ложатся на

плечи человека, что опять же приводит к сильному преобладанию человеческого фактора;

2. *Система сканирования карт (штрих-кодов)*. Данная система подразумевает установку на входах в ВУЗ автоматизированных устройств, которые считывают информацию со специальных карт, которые имеются у каждого студента и сотрудника. Данная система не очень эффективна, т.к. карты можно потерять, украсть, подделать и пр. Турникеты можно поставить только на входах, остальное пространство не будет контролироваться. Данная система слегка навязчива, т.к. процесс прохождения через турникеты занимает определенное время, вплоть до полной остановки в случае поломки;

3. *Система идентификации по биометрическим параметрам*. Подразумевается установка устройств, считывающих индивидуальные параметры человека (отпечатки пальцев, сетчатка глаза и др.). Эффективность данной системы очень высокая, т.к. исключены случаи подделки, потери и пр., однако, опять же данные устройства не обеспечивают контроль в стенах ВУЗа. Навязчивость данной системы также высока, т.к. процедура сканирования и поиска совпадений может занимать не мало времени, многие просто могут отказаться от процедуры сканирования сетчатки глаза, считая её небезопасной для зрения.

В результате мы видим, что у каждой системы есть свои достоинства и недостатки. Однако мы не рассмотрели систему идентификации по рисунку лица, так как данная система обладает признаками систем 1 и 3 групп нашей классификации. В частности данная система обладает высокой эффективностью, т.к. при идентификации объектов по биометрическим данным вероятность ошибки довольно низкая. Система также обладает низкой навязчивостью, т.к. студентам и сотрудникам ничего не надо будет делать, установленная программа сама обработает сигнал с видеокамер и произведет обращение к базе данных. Видеокамеры можно установить практически в любом месте. Система позволит не только отслеживать нарушения процесса обучения, но и предупредит их совершение, т.к. после внесения фотографий студентов в базу данных, у них будет преобладать чувство контроля сверху.

Обзор наиболее распространенных существующих систем показал, что наиболее рациональным выбором будет *система идентификации по рисунку лица*.

Данная система включает в себя следующие элементы:

Видеокамера. Видеокамеры должны быть установлены в местах массового скопления людей. К таким местам относятся входы главного, металлургического и горного корпусов, а также блок поточных аудиторий и переход. Высота между местом нахождения камер и полом помещения не более 3 метров. Камеры вне помещения должны быть оборудованы функцией ночного видения и все камеры - управляемым фокусом. Ширина прохода в помещении должна быть не более 3 метров. Угол наклона камер относительно горизонтальной поверхности должен быть не более 20 градусов. В местах обзора не должно быть световых бликов.

Квадрант. Данное устройство позволяет хранить видео, полученное с

видеокамер. Оно требуется для того, чтобы при неоперативной реакции на какое-либо действие можно было воспроизвести видео, снятое в прошлом.

Персональный компьютер. Требуется персональный компьютер эквивалентный Р-4 с параметрами: 3.0Гц, 1Гб оперативной памяти, 250Гб жесткий диск, плато видеозахвата.

Программное обеспечение.

1. Фреймграббер (кадрирование видео с целью дальнейшего анализа изображений объекта).

2. Модуль определения фронтальности (выбирает кадры, где лицо объекта расположено наиболее прямо относительно видеокамеры).

3. Модуль обнаружения и выделения лица (осуществляет захват контуров лица из изображения с целью отсеивания лишней информации).

4. Модуль обнаружения и выделения частей лица. (выделяет части лица по которым производится идентификация объекта).

5. Модуль сравнительного анализа изображения полученного с видеокамеры и изображениями, находящимися в базе данных.

База данных студентов и сотрудников СибГИУ. Данная база должна состоять из фотографий студентов и сотрудников СибГИУ. Фотографии должны быть сделаны в соответствии со стандартом ISO:

- Размер фотографии не менее 525*420 пикселей.
- Ширина головы к ширине изображения не менее 7:5 и не более 2:1.
- Расстояние от нижней границы до уровня глаз должно лежать в промежутке от 50 до 70% от полного изображения.
- Площадь лица относительно всей фотографии должна составлять 70-80%.
- Поворот головы в сторону должен составлять не более 5 градусов.
- Яркость фона должна обеспечивать надежное определение контура лица.
- На фоне и изображении лица не должно быть теней, световых бликов.
- На изображении не должно быть элементов одежды волос полностью или частично закрывающих лицо.
- На изображении лица не должно быть закрытых глаз, либо толстых оправ очков, искажающих изображение лица.

Модернизация системы безопасности ВУЗа на базе системы биометрической идентификации по рисунку лица поможет предупреждать появление различных конфликтных ситуаций, позволит обеспечить контроль лекционных занятий в поточных аудиториях, а также контроль действий студентов вне учебных аудиториях. При этом минимизируется человеческий фактор, т.к. большинство процессов будут автоматизированные, однако останется роль человека, как объекта контролирующего действие данной системы.

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОДБОРА И РАССТАНОВКИ КАДРОВ

Шапова Н.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Соловьева Ю.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время научные методы подбора кадров строятся как по формальным правилам, так и на основе интуиции кадровых работников, в силу этого сложилось 6 методов отбора персонала:

– *Предварительная отборочная беседа.* Беседу проводит специалист по персоналу или линейный менеджер. При этом выясняются лишь самые общие данные о кандидате (например, образование, внешний вид, определяющие личностные качества).

– *Заполнение бланка заявления и автобиографической анкеты.* Количество пунктов анкеты должно быть минимальным, а запрашиваемая информация должна определять производительность будущей работы претендента. Данные могут относиться к прошлой работе, складу ума, то есть, чтобы на их основе можно было провести психологическую оценку кандидата.

– *Беседа по найму.* Собеседование или беседа по найму до сих пор являются наиболее широко применяемым методом отбора кадров. Цель практически любого вида беседы - знакомство с претендентом. Собеседование предназначено для выяснения некоторых деловых качеств кандидата и личного знакомства с ним.

– *Тесты по найму.* Применяемые при отборе тесты предназначены для того, чтобы получить психологический портрет кандидата, оценить его способности, а также профессиональные знания и навыки. Они позволяют сравнивать кандидатов между собой или с эталонным, то есть идеальным кандидатом.

– *Проверки рекомендаций и послужного списка.* В последнее время чаще практикуются специальные запросы, в которых прежнего работодателя просят оценить кандидата по определённому перечню качеств. Ещё более распространены телефонные звонки предыдущему начальнику для обмена мнениями и выяснения, каких либо интересующих вопросов. При такой проверке анализируется хронологический порядок мест работы, обращается внимание на пробелы и перемены рабочих мест.

– *Медицинский осмотр.*

Такие методы подбора кадров в общем случае оправданы, когда имеется система четких формальных требований к профессии, либо когда кадры подбираются из числа работающего персонала.

Если к претенденту на должность предъявляются повышенные требования, выходящие за рамки анкет, тестирований и других носителей формальной информации, если необходимо раскрыть внутреннюю структуру деятельности на рассматриваемой должности, следует применить метод про-

фессиографического отбора. Этот метод обеспечивает деловую, интеллектуальную, психологическую и моральную оценку должности, проводимую с целью выявления требований к претенденту. В результате такой оценки создается целостная картина взаимосвязи и взаимодействия психических процессов.

В настоящее время параметрический метод подбора и расстановки кадров предполагает наличие четырех этапов отбора кадров:

- медицинский,
- образовательный,
- анкетный,
- профессиографический.

Первые три этапа обеспечивают общую профессиональную пригодность претендента. Четвертый этап, непосредственно связанный с оценкой профессионально-важных качеств (ПВК), которые определяют эффективность работы претендента на должность. Для успешного решения кадровых задач методом параметрического оценивания необходимо выполнение следующих требований:

- четкое определение сферы компетенции системы по оценке специалистов,
- психологическое исследование деятельности специалиста,
- подбор или разработка методических приемов оценки ПВК личности,
- экспериментальное изучение надежности, прогностической дифференцирующей способности выбранных методических приемов,
- разработка и экспериментальная проверка критериев профессиональной пригодности специалистов, прошедших психологическое обследование,
- разработка организационно-методических форм проведения кадрового отбора.

В результате выполнения вышперечисленных работ создаются профессиограммы, т.е. характеристики требований, предъявляемых должностью к претенденту, его деловым, интеллектуальным, моральным и психологическим качествам.

Профессиографический метод решения проблемы подбора и расстановки кадров, связан с оцениванием величин элементов профессиограммы. В результате составления профессиограммы выявляются акценты должности в отношении требований к ней и параметры, характеризующие противопоказания к занятию данной должности, возможности формирования профессионально-важных качеств, важных для успешной деятельности на данной должности.

Библиографический список

1. Петров А.В., Тихомиров М.М.. Опыт разработки системы информационно-аналитической поддержки кадровых решений, М. РАГС. Ежегодник 2005.
2. Литвинов И.П. Государственная должность. Модель должности и профессиограмма должностного лица. Методический материал, М. РАГС. 2004.
3. Литвак Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа, М. Радио и связь. 2004.

ОЦЕНИВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ ВЫПУСКНИКОВ БАЗОВЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

Левкина О. М., Ивойлова Н.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Бондарь Н.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Постановка задачи

Дано:

1. Множество $\{V_N\}$ выпускников учебных заведений высшего и среднего профессионального образования (V_N).
2. Критерии для оценки личностных компетенций.
3. Перечень компетенций $\{X_{MN} | M = \overline{1,4}; N = \overline{1,n}\}$.
 - ключевые компетенции (личностные качества) - $X_1 = \{X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1n}\}$;
 - базовые (теоретические знания) - $X_2 = \{X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2n}\}$;
 - специальные компетенции (профессиональные знания) – $X_3 = \{X_{31}, X_{32}, \dots, X_{3n}\}$;
 - прочие компетенции – $X_4 = \{X_{41}, X_{42}, \dots, X_{4n}\}$.
4. Бальные оценки компетенций выпускников.
5. Нормативные документы:
 - «Положение о подборе и отборе персонала»;
 - «Положение о порядке комплектования квалифицированными кадрами вновь вводимых в эксплуатацию объектов»;
 - «Положение о системе взаимодействия с профессиональными образовательными учреждениями»;
 - «Методика рейтингового отбора»;
 - «Методика проведения заявочной кампании на персонал».
6. Ограничения на количество рабочих мест и на профессии.
7. Ограничения на бальную оценку компетенций:

$$Y_{ijk}^{\min} < Y_{ijk} < Y_{ijk}^{\max} \quad (1)$$

где Y_{ijk} – суммарная бальная оценка i -го выпускника j -ой профессии, k -ой должности;

Y_{ijk}^{\min} – нижний предел суммарной бальной оценки i -го выпускника j -ой профессии, k -ой должности;

Y_{ijk}^{\max} – верхний предел суммарной бальной оценки i -го выпускника j -ой профессии, k -ой должности.

Требуется разработать автоматизированную систему подбора претендентов для конкретных рабочих мест с целью снижения затрат времени на процедуру подбора и улучшения качества подбора и отбора персонала.

Уровень развития профессиональных компетенций и профессионально важных особенностей личности работников определяется путем проведения оценочных мероприятий по желанию руководителей подразделения в рамках аттестации или по отдельной заявке посредством использования экспертной оценки и других методов оценки персонала.

Предлагаемая автоматизированная процедура подбора и отбора учащихся ПУЗ показана на рисунке 1.

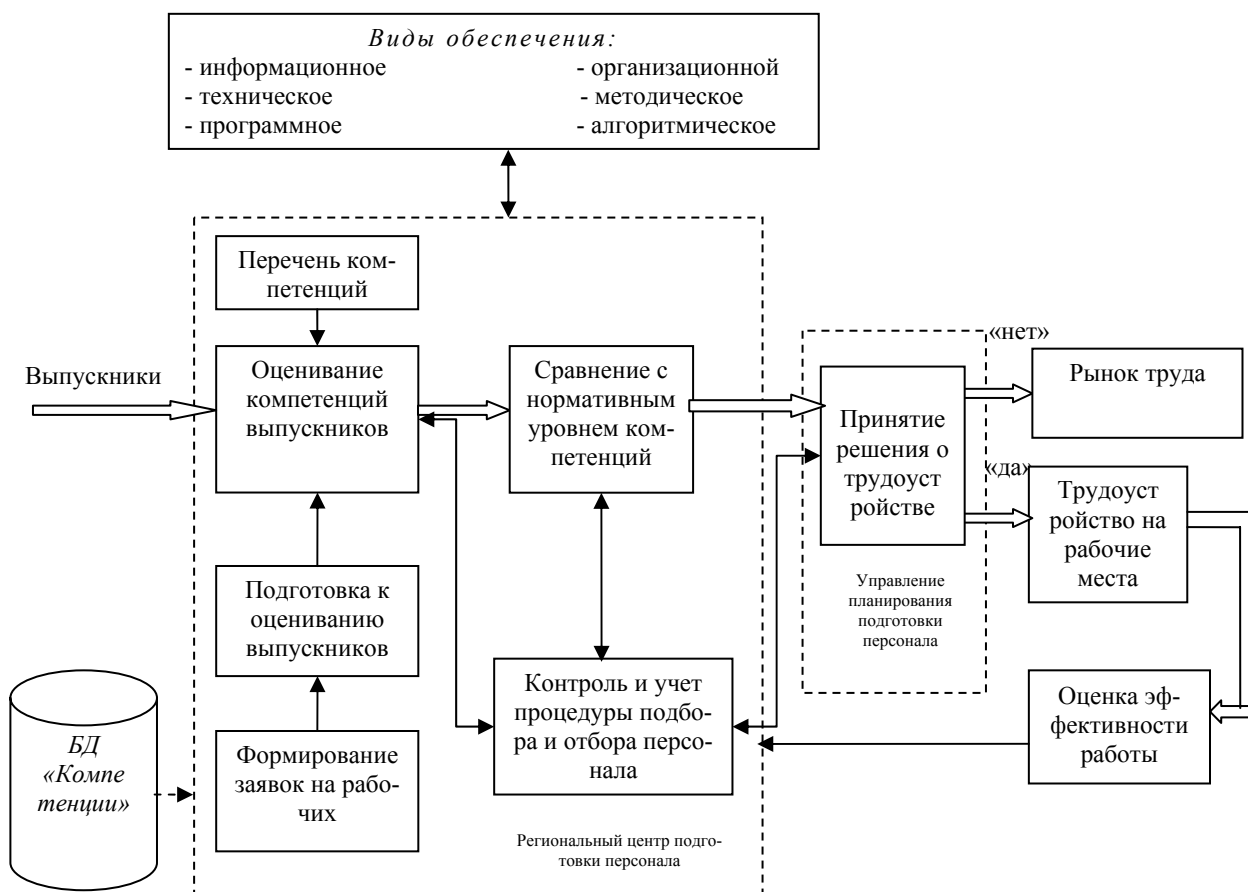


Рисунок 1 – Система оценивания компетенций и отбора выпускников

Для выпускников профессиональных училищ (ПУ №29, №67, ПЛ №19) и колледжа (КИК) определяются такие основные составляющие компетенций, как профессиональные знания и практические умения; знание требований охраны труда и промышленной безопасности; качество выполняемых работ; поведенческие навыки и профессионально важные качества личности (дисциплинированность; инициативность; ответственность, техническое мышление и др.).

Степень освоения компетенций оценивается в баллах. При этом компетенции оцениваются экспертами, в качестве которых могут быть руководители, высококвалифицированные специалисты.

Эксперт ставит:

- балл 3 (соответствует оценке «отлично») при высокой степени освоения компетенций (знаний, умений, навыков и т.п.) для данной деятельности;

- балл 2 (оценка «хорошо») при достаточно высоком развитии умений и навыков, связанных с данным качеством выполняемой деятельности;
- балл 1 (оценка «удовлетворительно») при удовлетворительных для деятельности умениях, навыках, знаниях, качествах личности.

Оценочная шкала профессионально-важных качеств выпускников, используемая цехом при прохождении практики, описана в таблице 1. Результаты оценивания помогают выполнить подбор персонала по профессиям в конкретные цехи предприятия.

Таблица 1 - Шкала оценки профессионально-важных качеств выпускников

Профессионально-важные качества	Критерии оценки (количество баллов)		
	Профессиональные знания и практические умения	Отличный уровень знаний и умений, способен выполнить самостоятельно любое задание (3 балла)	Средний уровень знаний и умений, способен выполнить задание (2 балла)
Выполнение требований ОТиПБ	Не имеет замечаний (3 балла)	Незначительные замечания (2 балла)	Имеет замечания (1 балл)
Качество выполняемых работ	Не имеет замечаний по качеству (3 балла)	Незначительные замечания по качеству (2 балла)	Имеет замечания (1 балл)
Дисциплинированность	Дисциплинирован (3 балла)	Нужен незначительный контроль (2 балла)	Нужен постоянный контроль (1 балл)
Инициативность	Инициативный (3 балла)	Ситуативная инициативность (2 балла)	Безынициативный (1 балл)
Ответственность	Самостоятельно выполняет порученное дело (3 балла)	Нужен незначительный контроль (2 балла)	Нужен постоянный контроль (1 балл)

На основании комплексной оценки компетенций устанавливается соответствие кандидата (выпускника) требованиям должности и рабочего места. Если выпускник получил недостаточное количество баллов, возможно трудоустройство по другой профессии. При этом он дополнительно обучается на курсах в учебно-производственном центре комбината.

После того как эксперты по результатам прохождения практики оценят кандидатов, данные по оценкам профессионально-важных качеств передаются в НОУ «РЦПП», где вносятся в электронную базу данных SAP R/3.

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ СУММАРНОГО И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Бердова О.В., Костюкова Е.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Бондарь Н.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

Задачу прогнозирования суммарного и удельного расхода электроэнергии можно сформулировать так.

Цель: разработать методику прогнозирования расхода электроэнергии для условий ККЦ-2 ОАО «ЗСМК».

Дано:

1. Сведения о месячном потреблении электроэнергии и объеме выпущенной продукции в ККЦ-2 ОАО «ЗСМК» $\{X(i), Y(i)\}$.

2. Сведения о суточном потреблении электроэнергии и объеме выпущенной продукции в ККЦ-2 ОАО «ЗСМК» $\{X(j), Y(j)\}$.

3. Данные о потреблении электроэнергии и объеме выпущенной продукции в ККЦ-2 ОАО «ЗСМК» по часам $\{X(k), Y(k)\}$.

4. Формула для вычисления удельного расхода электроэнергии:

$$R=P/G, \quad (1)$$

где P - расход электроэнергии за период (i, j, k); G - объем выпуска стали за этот же период.

5. Интервалы прогнозирования - месяц, сутки, час.

6. Варианты алгоритмов прогнозирования:

а) экстраполяционное: на основе скользящего среднего; на основе экспоненциального сглаживания первого порядка; на основе релейно-экспоненциального сглаживания первого порядка; на основе медианного сглаживания; на основе медианно-экспоненциального сглаживания первого порядка; Холта; двойного сглаживания Брауна; Бокса-Дженкинса [1];

б) комбинированные (факторно-экстраполяционные): Чоу; адаптивный селективный; адаптивный гибридный [2, 3];

в) многоструктурные: двойного прогнозирования; восстановительно-прогнозирующий [4, 5].

7. Критерий точности прогнозирования – среднемодульная ошибка прогнозирования:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^N |X(i) - \hat{X}(i)|}{N}, \quad (2)$$

где N - количество данных;

$X(i)$ - фактическое значение расхода электроэнергии;

$\hat{X}(i)$ - прогнозное значение расхода электроэнергии.

Требуется: конкретизировать алгоритм для каждого интервала прогно-

зирования; определить настроечные коэффициенты алгоритмов; найти прогнозные оценки расхода и удельного расхода электроэнергии; оценить критерий точности для всех вариантов прогноза.

Система прогнозирующего управления потреблением электроэнергии представлена на рисунке 1.

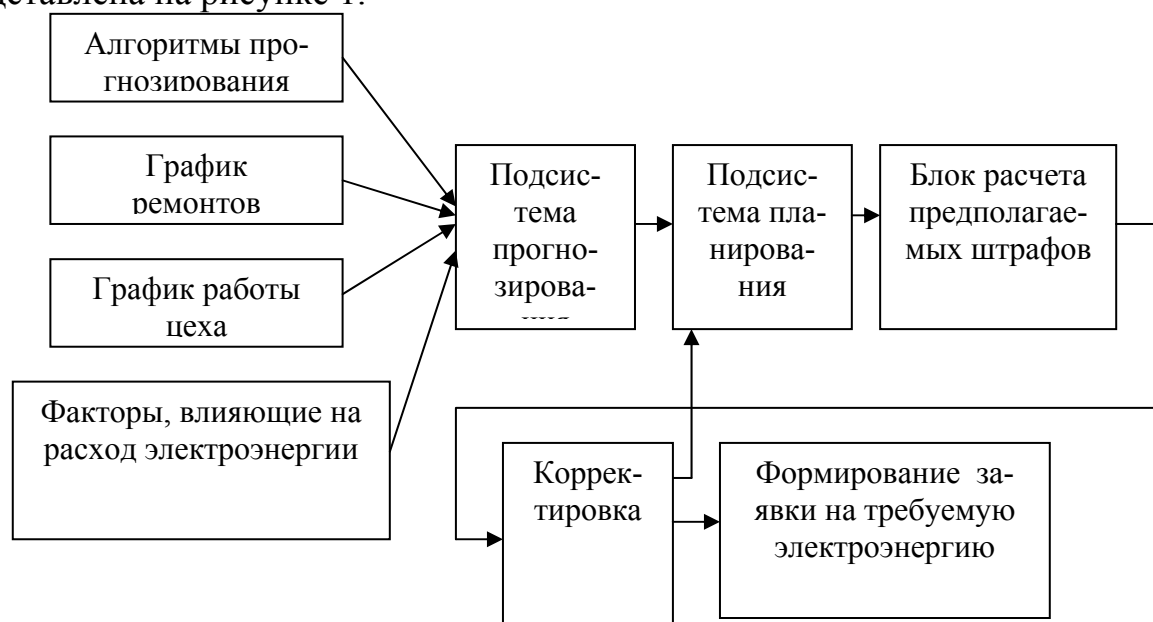


Рисунок 1 – Структурная схема прогнозирующего управления потреблением электроэнергии

Система прогнозирующего управления потреблением электроэнергии предполагает, что прогноз электропотребления осуществляется не только на основе предыстории, но и с учетом факторов, влияющих на расход электроэнергии (графика работы цеха, объем выпускаемой продукции, графика ремонтов и т.д.), а также с учетом сезонности, простоев оборудования. На основании прогноза, реализуемого подсистемой прогнозирования, осуществляется планирование расхода электроэнергии на будущий период времени. Блок расчета предполагаемых штрафных санкций определяет сумму возможного штрафа за превышение потреблением электроэнергии. Затем осуществляется корректировка плана расхода электроэнергии, после чего выдается заявка поставщику на требуемую электроэнергию.

В данной работе решена задача сравнительного анализа вышеназванных алгоритмов прогнозирования общего и удельного расхода электроэнергии для интервалов прогнозирования месяц, сутки, час. Для каждого алгоритма посредством моделирования определены настроечные коэффициенты и рассчитаны значения критериев точности.

Задача прогнозирования удельного расхода электроэнергии решена для интервалов прогнозирования месяц и сутки. В результате проведенных расчетов было установлено, что при прогнозировании помесячного расхода электроэнергии наиболее точным оказался гибридный комбинированный алгоритм на основе медианного, экспоненциального и релейно-экспоненциального сглаживания.

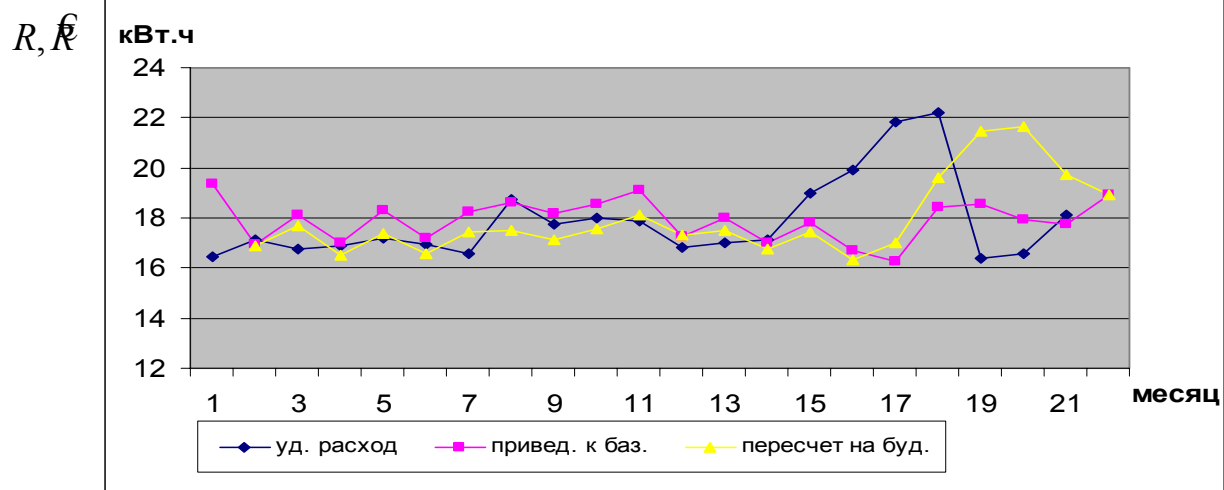


Рисунок 2 – Динамика фактических и прогнозных (по ВПА-методу) значений удельного расхода электроэнергии (контрольная выборка)

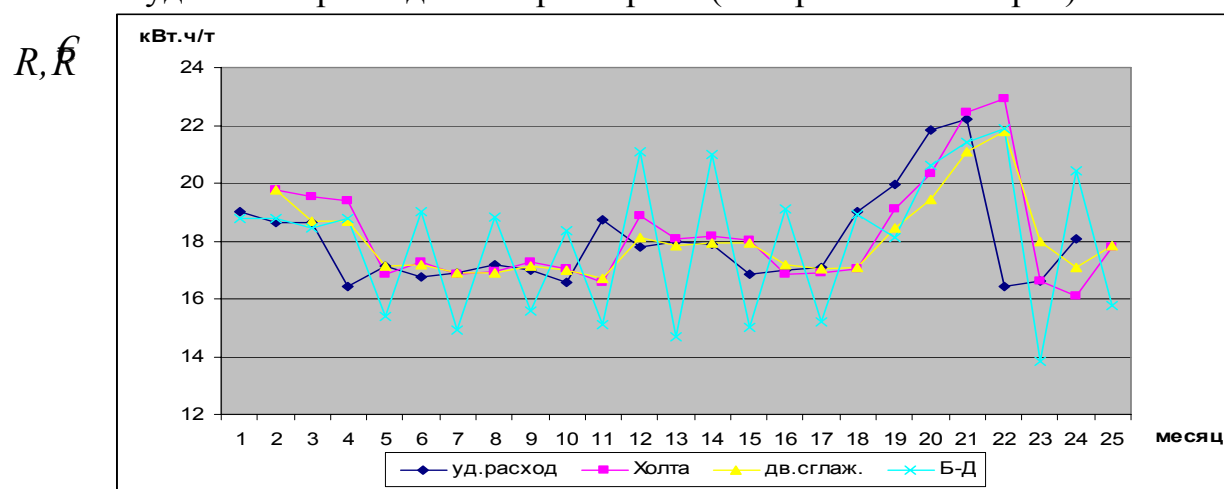


Рисунок 3 – Динамика фактических и прогнозных (по алгоритмам Холта, двойного сглаживания, Бокса-Дженкинса) значений удельного расхода электроэнергии (контрольная выборка)

Он же является самым точным и для посуточного прогнозирования расхода электроэнергии. При прогнозировании удельного расхода электроэнергии на месяц вперед лучшим является метод двойного прогнозирования, на сутки вперед – метод ВПА.

Библиографический список

1. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей /К.Д. Льюис - М: Финансы и статистика, 1986 - 133 с.
2. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования./Ю.П. Лукашин – М.: Статистика, 1979. – 254 с.
3. Авдеев В.П. Восстановительно – прогнозирующие системы управления. / В.П. Авдеев, Л.П. Мышляев – Кемерово: Кемер. гос.ун-т, 1984. – 89 с.
4. Бондарь Н.Ф. Многовариантное прогнозирование расчетных показателей / Н.Ф. Бондарь, В.П. Авдеев, СМ. Кулаков - Новокузнецк: СибГИУ, 1998. - 239 с.
5. Мышляев Л.П. Прогнозирование в системах управления. / Л.П.Мышляев, В.Ф. Евтушенко – Новокузнецк: СибГИУ, 2002. – 358 с.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ТЕКУЧЕСТИ ПЕРСОНАЛА

Семчук С.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Кулаков С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г.Новокузнецк*

В большинстве случаев повышенная текучесть кадров уменьшает доход предприятия. Оптимальная текучесть кадров составляет 3-5% от численности персонала и, как правило, способствует позитивному обновлению предприятия. Если же данный процесс активизируется и превышает указанный барьер, то затраты предприятия на персонал значительно возрастают. Службы по управлению персоналом редко учитывают полную сумму потерь из-за текучести кадров, причиной чего является отсутствие классификации потерь и учета затрат по ним.

Рассмотрим следующую классификацию потерь.

1. Очевидные расходы:

- потери рабочего времени (временной интервал между увольнением сотрудника и принятием нового работника, в течение которого незаполненное рабочее место не производит продукцию);
- потери, вызванные проведением процедуры найма работников на вакантное рабочее место (затраты на поиск кандидатов, затраты на отбор кандидатов, затраты, вызванные оформлением документов на прием, вызванные оформлением документов на прием, прямые затраты по поиску, отбору и оформлению кандидатов);
- затраты на обучение принятого на работу сотрудника;
- затраты на адаптацию нового сотрудника;
- потери, вызванные снижением производительности труда персонала перед увольнением;
- потери, вызванные недостаточным уровнем производительности труда вновь принятого персонала;

2. «Скрытые» расходы:

- затраты на формирование стабильных трудовых коллективов с нормальным социально-психологическим климатом;
- потеря базы знаний и человеческого капитала;

Для определения экономического ущерба от текучести кадров используем следующие формулы:

1) *Средние потери $\Pi_{\text{п}}$, вызванные перерывами в работе в течение, которого незаполненное рабочее место не производит продукцию:*

$$\Pi_{\text{п}} = T * Ч_{\text{т}} * ЗП,$$

где, T – средняя продолжительность перерыва, вызванного текучестью;

$Ч_{\text{т}}$ - число выбывших работников по причине текучести, чел.;

ЗП – стоимость одной рабочей смены, руб.

2) *Средние потери Π_o , обусловленные необходимостью обучения и переобучения новых работников:*

$$\Pi_o = C_o * Ч_T * T,$$

где, C_o – средняя стоимость обучения (переобучения) принятого персонала, руб.;

$Ч_T$ - число выбывших работников по причине текучести, чел;

T- среднее количество месяцев обучения.

3) *Затраты Z_{np} по проведению набора персонала в результате текучести:*

$$Z_{np} = Z_n * Ч_T,$$

где, Z_n - затраты на подбор, отбор одного человека, руб.;

$Ч_T$ - число выбывших работников по причине текучести, чел.

4) *Затраты Z_{ap} на адаптацию персонала:*

$$Z_{ap} = Z_a * Ч_T,$$

где, Z_a - затраты на адаптацию одного человека, руб.;

$Ч_T$ – число выбывших работников по причине текучести, чел.

5) *Потери $\Pi_{пт}$, вызванные снижением производительности труда персонала перед увольнением:*

$$\Pi_{пт} = ЗП * ПТ * T * Ч_T * Н,$$

где, ЗП – стоимость одной смены, руб.;

ПТ – средние потери, вызванные снижением производительности труда персонала перед увольнением, %;

T – время, за которое падает производительность труда перед увольнением;

$Ч_T$ - число выбывших работников по причине текучести, чел.;

Н – единый социальный налог, %.

6) *Потери $\Pi_{птп}$, вызванные недостаточным уровнем производительности труда вновь принятого персонала:*

$$\Pi_{птп} = ЗП * ПТ * T * Ч_T * Н,$$

где, ЗП – стоимость одной смены, руб.;

ПТ – средние потери, вызванные недостаточным уровнем производительности труда вновь принятого персонала, %;

T – время, в течение которого происходит адаптация персонала и производительность труда невысокая;

$Ч_T$ - число выбывших работников по причине текучести, чел.;

Н – единый социальный налог, %.

7) *Затраты Z_m предприятия на прохождение медкомиссии:*

$$Z_m = C_m * Ч_T,$$

где, C_m – стоимость медкомиссии, руб.;

$Ч_T$ - число выбывших работников по причине текучести, чел.

8) *Затраты рабочего времени Z_{pb} Центра развития персонала и Отдела кадров на оформление приема и увольнений персонала вызванного текучестью:*

$$Z_{pb} = ЗП * K * П * Н,$$

где, ЗП – средняя месячная заработная плата работников кадровой службы, руб.;

К – количество месяцев в году;

П – количество работников кадровой службы высвобождающихся при снижении текучести до 5%;

Н – единый социальный налог, %.

9) Затраты Z_{co} предприятия на спец. одежду для вновь принятого персонала:

$$Z_{co} = C * Ч_T,$$

где, С – стоимость комплекта спец. одежды, руб.;

$Ч_T$ - число выбывших работников по причине текучести, чел.

10) Потери P_b времени при оформлении документов на увольнение

$$P_b = T * ЗП * Ч_T * Н,$$

где, Т – время, на оформление документов на увольнение;

ЗП – стоимость одной смены, руб.;

$Ч_T$ - число выбывших работников по причине текучести, чел;

Н – единый социальный налог, %.

Средние потери от текучести в целом определяются как сумма:

$$Z = P_n + P_o + Z_{np} + Z_{ap} + P_{птп} + P_{птп} + Z_{pb} + Z_m + Z_{co} + P_b$$

Целесообразность текучести кадров должна определяться исходя из оптимизации критериев эффективности работы предприятия. Непременной чертой успешной деятельности является получение максимальной прибыли. Такого результата, безусловно, нельзя достичь путем простого уменьшения расходов на текучесть персонала, сегодня этот способ считается неэффективным.

УДК 004.896

АЛГОРИТМ НЕЙРОЭКСПЕРТНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ ПО ИНТЕГРАЛЬНОМУ ПРИЗНАКУ И ПРИЗНАКУ «ТОПОЛОГИЯ ГРАНИЦЫ»

Шведов Ю.Г.

Научный руководитель: Трофимов В.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Целью работы является разработка нового алгоритма распознавания личности человека по отпечаткам пальцев. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: анализ и обобщение особенностей дактилоскопической идентификации; аналитический обзор существующих методов и алгоритмов биометрического распознавания личности [1]; создание биометрических систем автоматизированного распознавания личности человека в нейросетевом логическом базисе. Эти задачи входят в программу приоритетных исследований ведущих международных (IEEE, IBG, IBC, NIST и др.) и российских научных организаций (РАИИ, РБО и др.). Автоматизированные

нейросетевые системы распознавания личности позволяют идентифицировать человека даже в затрудненных условиях, в частности, при наличии помех, искажающих изображения фрагментов отпечатков пальцев. Теоретические и прикладные основы этих систем еще далеки от завершения, поэтому была сформирована следующая задача распознавания отпечатков пальцев.

Дано: 1. База данных изображений папиллярных узоров пальца руки 150 человек. 2. Методы и алгоритмы выделения информативных признаков и классификации Я.З. Цыпкина, Ю.И. Журавлева, В.А. Сойфера, К. Фу, Р. Дуда, П. Харта. 3. Аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) и экспертных систем (ЭС). 4. Ограничение – результат идентификации при использовании БД, состоящей из 150 изображений, должен быть получен за время, не превышающее 10 секунд. В реальных задачах дактилоскопии идентификация личности занимает от 3 до 5 часов. 5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-4-2006 «Автоматическая идентификация». 6. Интегральный критерий качества распознавания

$$Q = \alpha_1 \cdot Q^H_1 + \alpha_2 \cdot Q^H_2 + \alpha_3 \cdot Q^H_3 + \alpha_4 \cdot Q^H_4 + \alpha_5 \cdot Q^H_5 + \alpha_6 \cdot Q^H_6,$$

где α_i – весовые коэффициенты, формируемые экспертами; Q^H_1, \dots, Q^H_6 – нормированные значения следующих критериев: Q_1 – ошибка регистрации; Q_2 – ошибка захвата данных; Q_3 – ошибка ложного несоответствия; Q_4 – ошибка ложного соответствия; $Q_5 = Q_2 + Q_3 (1 - Q_2)$ – ошибка ложного отказа; $Q_6 = Q_4 (1 - Q_2)$ – ошибка ложного пропуска.

Требуется разработать алгоритм распознавания личности по особенностям папиллярного узора пальца, учитывающий факторы, искажающие изображение отпечатка пальца руки и ограничения.

Решением поставленной задачи является процедура биометрической идентификации, представленная на рисунке 1.

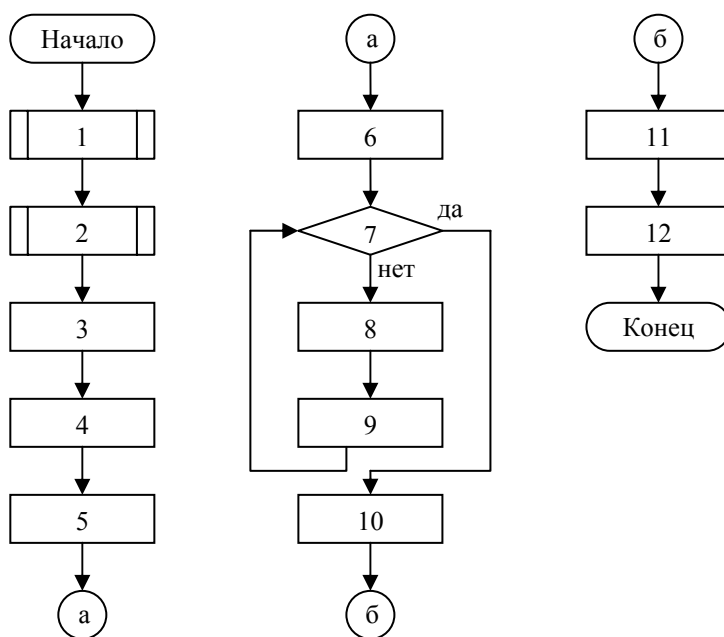


Рисунок 1 – Алгоритм нейроэкспертного автоматического распознавания

Основные блоки процедуры: 1 Считывание изображения, по одному из вариантов, выбираемого пользователем: автоматический ввод со специализированного считывающего устройства; ввод с бумажных носителей с помощью ПЗС-устройства; считывание из файла. 2. Сглаживание полученного изображения. 3. Преобразование сглаженного изображения в монохромное. 4. Выделение хребтов и уменьшение толщины папиллярных линий. 5. Запуск экспертной системы, выполняющей первичную классификацию, базирующуюся на исследованиях Ф. Гальтона, по результатам которой отпечаток относят к одной из четырех групп: дуговой узор (дуга) – рисунок 2а; петлевой узор (петля) – рисунок 2б; завитковый узор (завиток) – рисунок 2в; сложные или составные узоры – рисунок 2г.

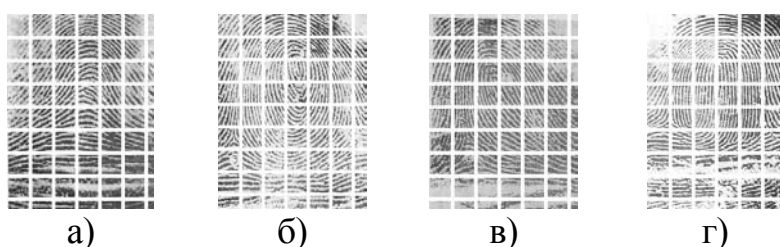


Рисунок 2 – Типичные виды папиллярных узоров пальца человека

6. Сегментирование изображения на фрагменты (рисунок 2). 7. Проверка условия «Обработаны все сегменты?». 8. Оценивание информативного признака выделенного фрагмента исходного изображения (рисунок 3). 9 Классификация осуществляется путем подачи на входы обученной ИНС информативного признака.

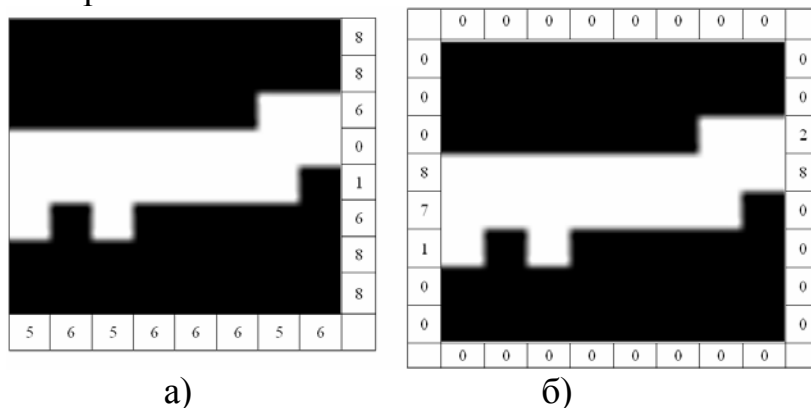


Рисунок 3 – Пример оценивания интегрального признака (а) и признака «топология границы» (б)

10. Формирование суммарной двумерной матрицы, однозначно определяющей отпечаток по результатам работы ИНС. 11. Сравнение полученной двумерной матрицы с хранящимися в базе данных шаблонами, выделенными по результатам первичной экспертной классификации. 12. Получение результата идентификации.

За счет объединения информативных признаков, полученных методами интегрирования и топологии границ, качество автоматического распознавания увеличилось на $15 \div 20 \%$.

Библиографический список

1. Павлов С.А. Интеллектуальная биометрическая система распознавания личности человека по отпечаткам пальцев / С.А. Павлов, В.Б. Трофимов //Наука и молодежь: Труды Всероссийской научной конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2007. – с. 73-78.

УДК 622

О ПОСТРОЕНИИ ПОДСИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ОАО «ЗСМК»

Русакова Е. П.

Научный руководитель: Трофимов В. Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В действующей автоматизированной системе учета вагонов и грузов при управлении перевозочными процессами оператором выполняется визуальный контроль (видеонаблюдение и регистрация) номеров вагонов с применением видеокамер и полностью отсутствует их автоматическое распознавание.

В результате анализа проблемной ситуации сформирована следующая задача автоматического распознавания номеров движущихся вагонов.

Дано: 1. Множество фрагментов видеоизображений номеров вагонов. 2. Методы и алгоритмы формирования и обработки первичной информации: выбора разрешающей способности видеокамер; фильтрации, устраняющие геометрические искажения, хроматическую дисторсию, эффекты дискретизации; методы и алгоритмы бинаризации. 3. Аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС). 4. Изображения символов на номерах вагонов могут подвергаться различным искажениям (грязевые пятна, сдвиг, поворот). 5. Ограничения: распознавание должно происходить в режиме реального времени; скорость движения вагонов в зоне контроля не должна превышать 10 км/ч. 6. Интегральный критерий качества работы подсистемы: критерий эффективности распознавания (FR) - оценивается как отношение количества правильно распознанных объектов к общему их числу. Ошибка при регистрации (FTE) – оценка вероятности того, что номер не пройдет процесс регистрации. Ошибка захвата данных (FTA) – это оценка вероятности того, что система не сможет захватить или локализовать видеозапись достаточного для распознавания качества. Ошибка ложного соответствия (FMR) - это оценка вероятности того, что цифра номера, соотнесенного к какому-либо классу, не принадлежит ему. Ошибка ложного несоответствия (FNMR) - это оценка вероятности того, что цифра номера, будет ошибочно признана не соответствующей ни одному классу. Интегральный критерий эффективности распознавания(IR):

$$IR = \alpha_1 \cdot FR + \alpha_2 \cdot FTE + \alpha_3 \cdot FTA + \alpha_4 \cdot FMR + \alpha_5 \cdot FNMR \rightarrow \min$$

где α_i – весовые коэффициенты ($i=1, \dots, 5$), формируемые экспертами.

Требуется разработать алгоритмическое и программное обеспечение подсистемы распознавания номеров грузовых вагонов, учитывающее возможные искажения изображений символов цифр номера, ограничения и обеспечивающее максимум интегрального критерия.

Решением поставленной задачи является процедура, состоящая из следующих основных блоков (рисунок 1):

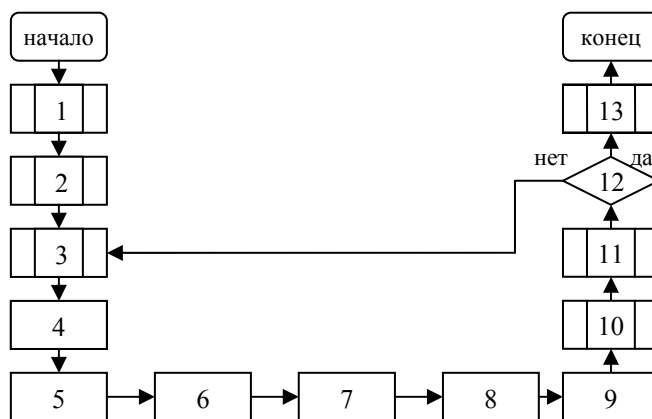


Рисунок 1 – Процедура распознавания номера вагона

1. Сканирование боковой поверхности вагона с помощью видеокамер и инфракрасного осветителя.

2. Разбиение каждого видеосигнала на последовательность непересекающихся видеокадров (цифровых изображений).

3. Представление i -го цифрового изображения в цветовом формате RGB (получение 24-разрядного изображения).

4. Преобразование полученного цветного изображения в изображение с нулевым контрастом выполняется по формуле, которая отражает цветовое восприятие человека:

$$S_{n,m}(i) = \alpha R_{n,m}(i) + \beta G_{n,m}(i) + \gamma B_{n,m}(i),$$

где $R_{n,m}(i)$, $G_{n,m}(i)$, $B_{n,m}(i)$ – красный, зеленый, синий компоненты цветовой модели RGB; n, m – номер строки, столбца изображения; i – номер изображения (наблюдения); $\alpha = 0,30$, $\beta = 0,59$, $\gamma = 0,11$.

5. Нормирование (индекс Н) изображения по формуле: $S_{n,m}^H(i) = (S_{n,m}(i) - S^{\min}) / (S^{\max} - S^{\min})$, где $S^{\max} = 255$, $S^{\min} = 0$ – максимальное и минимальное значения $S_{n,m}(i)$.

6. Адаптивная бинаризация (индекс Б) изображения («1» – белый цвет пикселя, «0» – черный) осуществляется по следующему правилу:

$$S_{n,m}^B(i) = \begin{cases} 0, & \text{если } S_{n,m}^H(i) \leq \delta(i); \\ 1, & \text{если } S_{n,m}^H(i) > \delta(i), \end{cases}$$

где $\delta(i)$ – пороговый уровень, зависящий от яркости i -го изображения.

7. Элиминирование факторов, искажающих изображение фрагментов номеров.

8. Сегментирование изображения на фрагменты (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сегментация изображения

9. Отсекание неинформативного участка.

10. Получение информативного признака путем суммирования бинарных кодов цвета пикселей в соответствии с выражениями (рисунок 3):

$$\text{по строкам: } X_1(i) = \sum_{m=1}^{60} S_{1,m}^B(i), \dots, X_{116}(i) = \sum_{m=1}^{60} S_{116,m}^B(i),$$

$$\text{по столбцам: } X_{117}(i) = \sum_{n=1}^{116} S_{n,1}^B(i), \dots, X_{176}(i) = \sum_{n=1}^{116} S_{n,60}^B(i).$$

11. Отнесение отдельного элемента изображения к одному из классов с использованием ИНС (многослойного персептрона с униполярной функцией активации). Если сеть не смогла, однозначно установить класс распознаваемого символа, то его изображение последовательно поворачивается на разные углы. Для каждого полученного изображения вычисляется информативный признак, после чего он подается на входы сети. Параллельно запускается процедура сравнения информативных признаков этих изображений с информативными признаками имеющихся классов. Рассчитываются нормализованные коэффициенты корреляции между этими признаками. Наибольшее значение коэффициента корреляции подтверждает принадлежность наблюдения к одному из классов.

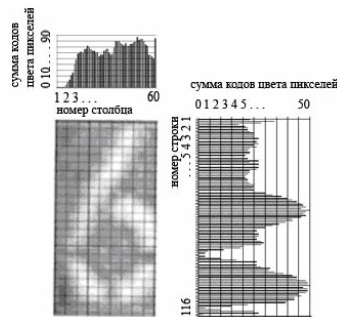


Рисунок 3 – Выделение информативного признака

12. Проверка условия «Обработаны все полученные изображения?». Если условие выполняется, то переход к операции 10, в противном случае возврат к операции 3.



Рисунок 4 – Поворот изображения

13. Регистрация распознанного номера в базе данных автоматизированной системе учета вагонов и грузов ОАО «ЗСМК».

Предложенный алгоритм распознавания номеров грузовых вагонов имеет существенное значение для производства многих металлургических заводов, поскольку эффективно работает в затрудненных промышленных условиях. Результаты ситуационного моделирования системы распознавания с использованием натуральных видеок кадров, полученных в ОАО «ЗСМК», показали возможность достижения $90 \div 97$ % правильности распознавания вагонов в автоматическом режиме.

Библиографический список

1. Методы компьютерной обработки изображений. / Под ред. В.А. Сойфера – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.
2. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах.– М.: Наука, 1968. – 216 с.
3. Интеллектуальная система распознавания поверхностных дефектов проката/ С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов, Н.Ф. Бондарь, С.В. Чабан// Информационные технологии. – 2008. - №5. – С. 53 – 59.

УДК 622.6

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРЯМОУГОЛЬНОГО РАСКРОЯ ПОЛУБЕСКОНЕЧНОЙ ПОЛОСЫ

Гусак Н.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Криволапова Л.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Разработки в области оптимизации задачи раскроя материала представляют практический *интерес* в аспекте *ресурсосберегающих технологий*.

В данной работе рассматривается задача прямоугольного раскроя (двумерной прямоугольной упаковки). Суть задачи сводится к следующему.

Имеются прямоугольная полоса заданной ширины W и неограниченной длины и набор прямоугольных предметов с размерами $(w_i; l_i)$, $i=1..m$.

Технология прямоугольного раскроя предполагает:

- что оси координат прямоугольников OX и OY совпадают со сторонами полосы;
- горизонтальное положение каждого прямоугольника определяется параллельностью его длины к неограниченной грани полосы и перпендикулярностью к ней ширины прямоугольника. Горизонтальное положение задается вектором (x_i, y_i) .

Набор векторов (x_i, y_i) называется *прямоугольной упаковкой*.

Оптимальной считается упаковка при минимальной величине длины занятой части полосы (L), такого рода упаковка является решением задачи орто-

гональной упаковки прямоугольных предметов в полубесконечную полосу.

Для решения таких задач известны *трудоемкие точные алгоритмы*: однопроходные эвристики с априорными верхними оценками получаемых решений; проблемно-ориентированные эвристические методы и метаэвристики [1]. Часто используются методы: «первый подходящий» и «первый подходящий с упорядочиванием», использующие приоритетный список (схему) и шифр раскроя, в котором прямоугольники расположены согласно выбранному правилу. Окончательное решение упаковки (ее вид и длина) зависит от алгоритма, расшифровывающего приоритетный список [2].

В связи с этим возникает необходимость проанализировать различные методы раскроя для данной задачи и выбрать ресурсосберегающий способ раскроя. Поэтому *целью* выполнения данной работы является освоение и оценка эффективности методов прямоугольного раскроя: «Следующий подходящий», «Первый подходящий», «Усовершенствованный нижний левый».

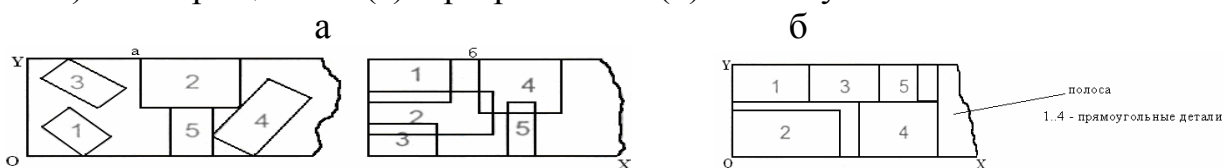
Постановка задачи прямоугольного раскроя.

Дано:

- 1) Прямоугольная полоса с шириной W .
- 2) Набор из прямоугольных заготовок (деталей) размером (x_i, y_i) .
- 3) Методы раскроя: «Следующий подходящий», «Первый подходящий», «Усовершенствованный нижний левый».

Ограничения:

- 4) запрещенные (а) и разрешенная (б) схемы упаковки:



- 5) Критерий эффективности раскроя.

$$K = \left(\frac{1}{LW} \right) \sum_{i=1}^m x_i y_i, \rightarrow 1.$$

где W - ширина используемого материала, L - длина материала, затраченная на размещение прямоугольных упаковок, x_i - длина i -й заготовки, y_i - высота i -й заготовки, K - коэффициент покрытия деталями площади листа.

Требуется:

- 1) Выбрать ресурсосберегающий метод раскроя, *удовлетворяющий критерию эффективности.*

Суть рассматриваемых методов состоит в следующем.

«Следующий подходящий» Первый предмет упаковывается в полосу, занимая нижнюю левую позицию, плотно прилегая к левой (опорной) грани полосы. Через правую сторону прямоугольника проводят вертикальную прямую. При этом выделяется блок-корзина, в которую уже уложен первый прямоугольник. Блок-корзиной будем называть участок полосы высотой равной высоте полубесконечной полосы и длиной равной длине первого помещенного в нее полностью или частично прямоугольника. Каждый следующий предмет упаковывается полностью или частично в ту же корзину, что и предыдущий, если позволяет остаточная емкость вертикальной стороны блока. В про-

тивном случае прямоугольник укладывается вниз и влево, насколько это возможно, и формируется новая корзина. Целью раскроя является максимально возможное заполнение блок-корзины.

«Первый подходящий». На каждом шаге текущий предмет из списка заготовок помещается в частично заполненную по ширине блок-корзину с наименьшим порядковым номером. Если ни одна корзина не удовлетворяет условиям упаковки, предмет упаковывается в новую корзину.

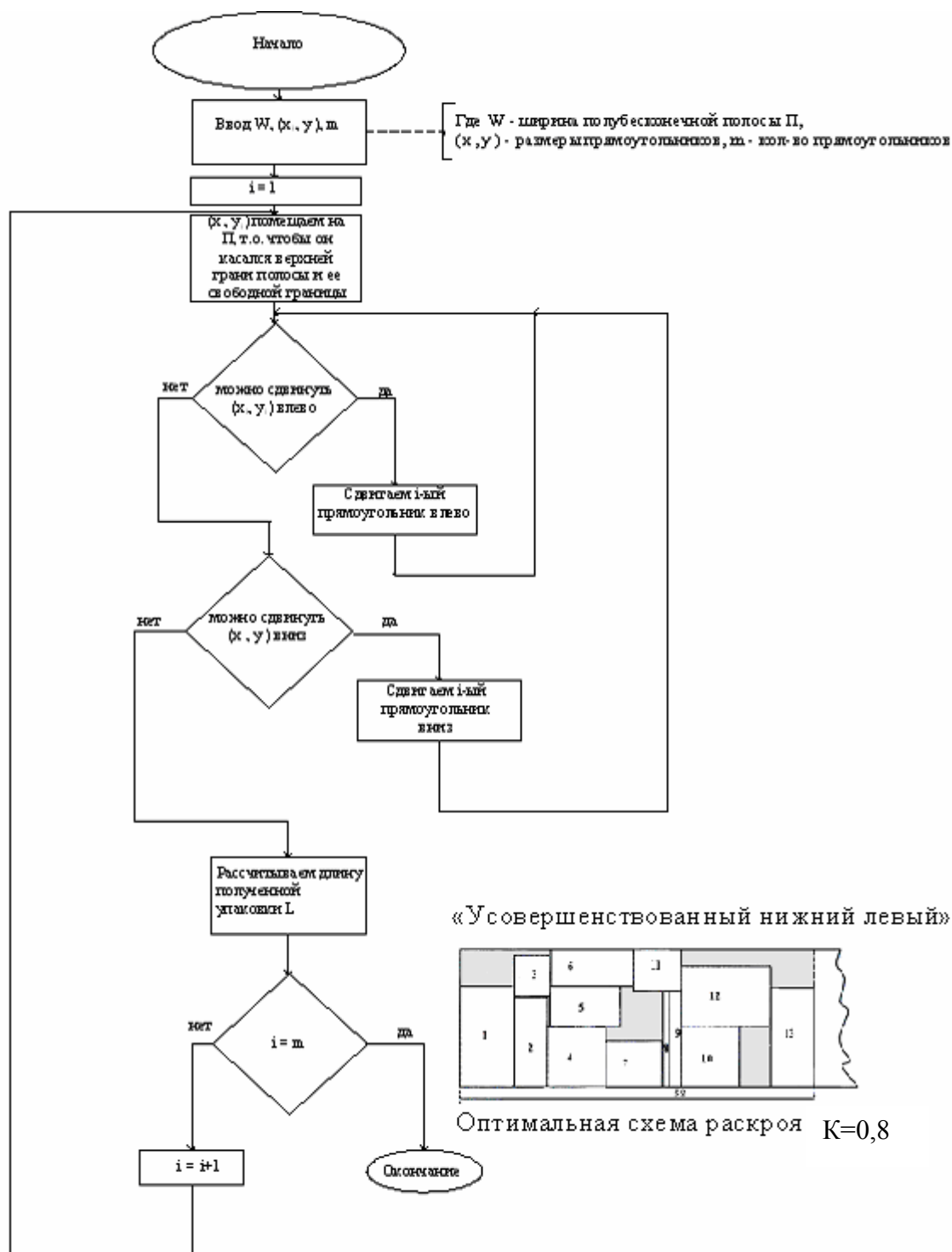


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма прямоугольного раскроя «Усовершенствованный нижний левый»

«Усовершенствованный нижний левый». Данный алгоритм может применяться для прямоугольников повернутых на 90°.

Блок-схема данного алгоритма приведена на рисунке 1.

При решении задачи прямоугольного раскроя были использованы следующие исходные данные: $W=21$, $m=13$, размеры прямоугольников равны: (7, 16), (13, 5), (6, 7), (9, 9), (14, 6), (17, 6), (11, 8), (14, 1), (3, 14), (9, 9), (6, 7), (16, 7), (16, 6) и получены следующие значения коэффициента эффективности раскроя:

Кол-во деталей	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
СлП	0,76	0,65	0,80	0,89	0,68	0,70	0,72	0,6	0,64	0,59	0,61	0,56	0,58
ПП	0,76	0,65	0,80	0,89	0,68	0,70	0,83	0,85	0,83	0,75	0,8	0,79	0,67
УНЛ	0,76	0,70	0,80	0,68	0,68	0,77	0,85	0,85	0,83	0,75	0,8	0,79	0,8

При последовательном увеличении видов деталей с различными размерами на полосе наилучшие результаты дает метод «Усовершенствованный нижний левый».

В реальных производственных условиях рассмотренная задача часто усложняется заданием приоритетного списка раскраиваемых заготовок. Поэтому для решения задачи возникает необходимость использования более сложных алгоритмов.

Библиографический список

1. Марков В.Н. Принципы построения экспертной системы гильотинного раскроя // Информационные технологии, 2005, №4.
2. Мухачева А.С., Чиглинцев А.В., Смагин М.А., Мухачева Э.А., Задачи двумерной упаковки: развитие генетических алгоритмов на базе смешанных процедур локального поиска оптимального решения // Информационные технологии. Приложение, 2001, №9, 24 с.

УДК 004.4

ПОСТРОЕНИЕ И ВЫВОД ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА СИСТЕМЫ МЕДИАВЕЩАНИЯ НА БАЗЕ ОПОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ СИБГИУ

Шувариков Д.П.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Мочалов С.П.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Система медиавещания СибГИУ начала своё функционирование в рамках распределительной кабельной телевизионной сети оповещения ГОиЧС в январе 2008 года.

Внедрение системы началось совместно с полной модернизацией распределительной кабельной телевизионной сети и выдающего комплекса, которая была начата в третьем квартале 2007 года. И сейчас она насчитывает 12 плазменных информационных панелей расположенных в четырех корпусах университета.

Система может транслировать различные источники информации, будь то заранее подготовленные видео файлы видео-контейнеров avi, mpg, wmv, так и потоковое видео по протоколам mms, rtsp.

За стандарт телевизионного вещания в кабельную сеть принят формат PAL 25 кадр/сек, цифровой формат MPEG2 (Main profile, CBR - 8Mbps, звук РСМ моно 1536Kbps). Эти форматы были выбраны благодаря высокому качеству изображения, средним требованиям к вычислительной мощности ПК, высокой степени надежности синхронизации (разница между двумя ключевыми кадрами менее 480 миллисекунд). Исходя из этого все транслируемые материалы, изначально, должны быть преобразованы в цифровой формат, а затем уже подвергнутся обработки. Модуль вывода видео сигнала спроектирован в расчете постепенного перехода на формат высокочеткого телевидения FullHD, и самым целесообразным как в техническом, так и в экономическом плане было использование в качестве средств отображения плазменных панелей с соотношением сторон 16x9 (т.к. этот формат кадра является стандартом для HDTV).

Стоит также учесть, что на данный момент имеется гигантский объем материалов в формате стандартной чёткости (SD) и в ближайшие 10 лет эта ситуация изменится незначительно, видео материалов формата HD будет подавляющее меньшинство. Следовательно, перед нами встает задача выдачи формата кадра с соотношением сторон 4x3 (формата SD) на устройства отображения формата HD с соотношением сторон экрана 16x9. Картинка в старом формате 4x3 будет воспроизводиться с чёрными полосами по бокам, либо её можно обрезать или растянуть [1]. Необходимо разработать наиболее выгодный, в плане наименьшей потери информации и наилучшего качества изображения, алгоритм преобразования форматов. Рассмотрим стандартные методы масштабирования изображения в 16x9 [2].

При масштабировании из 4x3 в 16x9 методом отсечения строк мы сознательно сужаем изображение по вертикали на 29,7% (рисунок 1а) т.е. теряется практически треть информации кадра. При этом на изображении появляются заметные артефакты преобразования.

Но даже если мы будем использовать метод интерполирования строк, т.е. для преобразования в формат 16x9 будет интерполироваться каждая третья строка кадра с двумя смежными строками, то при возросшей нагрузке на центральный процессор резко падает четкость изображения из-за того, что все строки кадра будут подвержены изменению (рисунок 1б).



Рисунок 1 - Методы масштабирования изображения:
 а – отсечения строк; б – интерполирования строк

Учитывая эти недостатки не надо забывать, что два рассмотренных метода дают в результате изображение, имеющее явные диспропорции находящихся на нем объектов. Если сравнивать метод отсечения строк и интерполяции с одним из наиболее качественных методов преобразования Lanczos 3 [3], то он проигрывает в скорости выполнения в 3 и 2 раза соответственно, однако демонстрирует наиболее четкое изображение (рисунок 2). Самым оптимальным является использование для масштабирования изображения - метод интерполяции, он не приводит к явным дефектам изображения как метод отсечения строк и в тоже время имеет более быстрое время выполнения в сравнении с Lanczos. Но при этом необходимо уменьшить количество интерполируемых строк для избавления от эффекта замыливания изображения.

Если же рассмотреть другой метод приведения к формату 16x9 усечением кадра 4x3 с верху и снизу. В результате мы оставляем пропорции объектов изображение нетронутыми, как и остаются нетронутыми сами пиксели результирующего кадра, но потери информации будут составлять так же 29,7% от исходного изображения.

	Отсечение строк	Интерполирование строк	Lanczos 3
Фрагмент1			
Фрагмент2			
Скорость выполнения	4.02 мс, 195.9Мпикс/сек	6.60 мс, 119.2Мпикс/сек	12.30 мс, 56.3Мпикс/сек

Рисунок 2 - Сравнение методов масштабирования изображения

В связи с этим целесообразно совместить эти методы преобразования. В итоге был разработан алгоритм, в котором изображение сначала обрезается сверху и снизу на 10%, что составляет 80% от исходного изображения, а затем изображение сужается на 11,2%. При этом интерполируется каждая 9 строка изображения, следовательно, подвергаются изменению только 22,4% пикселей, а искажения пропорций практически не воспринимаются зрителем.



Рисунок 3 - Алгоритм преобразования цифрового видео сигнала

Необходимо учитывать ещё и тот факт, что при обрезке изображения на 20% мы не выходим за рамки так называемой зоны “тв-обрезки” это части по краям изображения, которые в виду технических особенностей трансляции

сигнала и отображение его на телеприемниках, не видны телезрителю и это учитывается при создании видео материалов студиями, следовательно, в этих зонах не размещаются титры и другая сопутствующая информация.

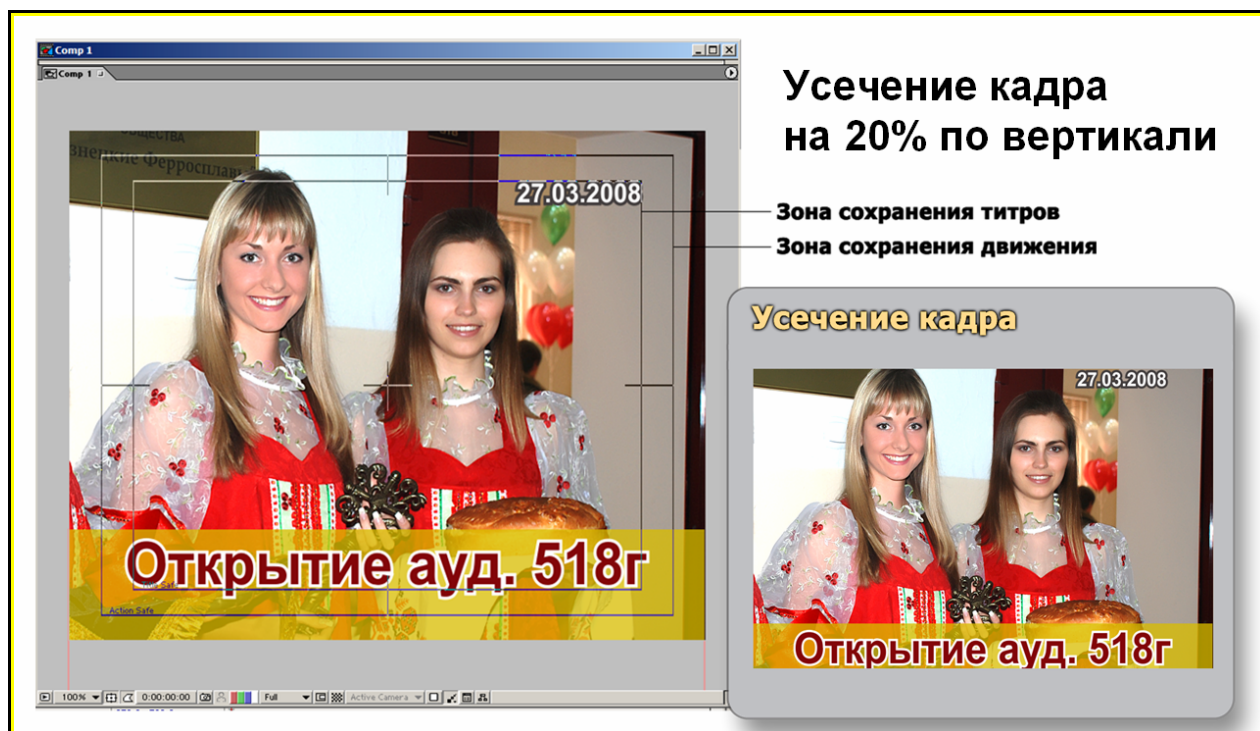


Рисунок 4 - Безопасные зоны изображения на примере монтажного пакета Adobe After Effects.

После получения готового кадра в блоке трансформации видео-потока к кадру добавляются дополнительные фрагменты информации. Это могут быть изображения (например, логотипы) или динамические элементы (часы, прогноз погоды, бегущая строка, титры). Далее сигнал передается в аппаратный комплекс базовой станции телевидения построенного на базе двух ПК под управлением операционной системы Windows 2003 Server, видео коммутатора и 16 модуляторов сигнала. Один из ПК является трансляционным модулем, второй модулем управлением эфира (планирование блоков, формирование плейлиста, удаленный веб-интерфейс системы, управление матричным видео коммутатором). После вывода обработанного сигнала трансляционного модуля он поступает на матричный коммутатор и затем модулируется и передается в кабельную сеть, а затем получается приемниками видеосигнала.

В итоге применение данного алгоритма преобразования видео потока формата 4x3 в формат 16x9 дает четкое изображение. Подвергается изменению 22,4% пикселей – в противовес 50% при интерполяции каждой 3 строки. Потери информативности кадра всего 20% вместо 29,7% при усечении. Происходит эффективное использование вычислительной мощности центрального процессора ПК, быстрота преобразования (при относительно пропорциональном изображении). Все это позволяет ретранслировать в сети сигналы стандартной четкости наиболее близкие по содержанию к оригиналу.

Библиографический список

1. Чеканов Д.В. HDTV: современное состояние и перспективы [Электронный ресурс]: – Электрон. Дан. – М. Издательство Russian Tom's Hardware Guide 2006. – Режим доступа: http://www.thg.ru/video/hdtv_now/index.html.
2. Цифровое преобразование изображений: Учеб. пособие для вузов /Р.Е. Быков, Р. Фрайер, К.В. Иванов, А.А. Манцетов; Под ред. профессора Р.Е. Быкова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 150 - 151 с.
3. Lanczos resampling [Электронный ресурс]: – Электрон. Дан. – Wikimedia Foundation, 2007. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Lanczos_resampling.

СОДЕРЖАНИЕ

I. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	3
Казанцев С.В., Катунина А.С. Анализ возможности упрочнения ультразвуковых инструментов.....	3
Колокольцев С.А., Катунина А.С. Анализ вибрационной обработки материалов.....	5
Бажайкин Е.А., Колегов А.С. Применение рутилового и ильменитового концентратов при изготовлении электродов	9
Ерюшина Е.А., Кобзарь Е.М., Пак М.Б. Плазменная наплавка в защитно-легирующей среде азота изношенных деталей металлургического оборудования	11
Коношенкина Н.В. Влияние термоциклической обработки на тепловое расширение силуминов.....	13
Коношенкина Н.В. Влияние обработки расплава на тепловое расширение силуминов.....	16
Морозова Е.Л. Влияние термообработки на содержание азота в алюминиевых сплавах	19
Копытько А.А., Долгова С.В. Влияние цементации на линейное расширение железа 008ЖР.....	21
Долгова С.В., Копытько А.А., Бахаев А.А. Влияние химико-термической обработки на линейное расширение железа 008ЖР.....	24
Слюняева Е.В., Дружинина А.В., Первакова Е.В. Особенности линейного расширения поршня из сплава АК12М2МгН	26
Бахаев А.А., Джемела П.В. Влияние химико-термической обработки на твердость стали У8.....	29
Бондарева А.С. Влияние обработки на коэффициент линейного расширения алюминия, легированного свинцом	31
Богданович Л.Е. Влияние химико-термической обработки на линейное расширение алюминия А7.....	34
Кузьмин С.В. Влияние термической обработки на свойства стали У8.....	37
Шунков В.С., Слюняев Л. Поршневые алюминиевые сплавы	40
Пайкина Л.Ю., Дегтярева И.В. Влияние кобальта, никеля, меди на линейное расширение технического алюминия	45
Семенов А.А., Сухов С.В. Производство глинозема из нефелиновых руд	48

Волкова А.С., Ващенко А.Ю. О влиянии химико-термической обработки на свойства инструмента из стали Р6М5.....	53
Передерей С.А. Свойства нержавеющей сталей	57
Игнатьева Н.В. Совершенствование технологии производства кубического нитрида бора марки ЛКВ	59
Федяшина О.М. Борирование быстрорежущей стали.....	62
Голубушкина Н.Н., Минкина Л.С., Хошабова Е.К. Использование водополимерной среды при закалке легированных сталей	64
Колмыкова К.В. Хромирование быстрорежущей стали.....	68
Комаров А.А. Обработка дамасской стали	71
Шамардина Ю.В. Изучение структуры конструкционной машиностроительной стали типа 35ХГСА.....	75
Балякно Т.А. Азотирование быстрорежущей стали.....	78
Сморкалова Е.В. Изучение окалиностойкости чугунов в процессе термоциклирования..	81
Вострецова А.В. Формирование поверхностных слоев стали 45 при различных видах электровзрывного легирования.....	83
Семин А.П., Громов В.Е., Коновалов С.В. Влияние состава и термической обработки на свойства аморфных сплавов.....	86
Филипьев Р.А., Столбоушкина О.А., Коновалов С.В., Громов В.Е. Влияние внешних энергетических воздействий на микротвердость алюминия	88
Ефимов О.Ю., Чинокалов В.Я., Сидорова О.Д., Громов В.Е., Коновалов С.В. Роль водорода в формировании структуры и свойств арматуры.....	91
Котова Н.В., Коновалов С.В. Влияние малых потенциалов на процесс ползучести меди.....	94
Стоюнина А.О. Изучение ростоустойчивости чугунов в процессе термоциклирования	96
II. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ	100
Гаврилов Н.В.	

Применение уравнений Лагранжа второго рода к исследованию движения механической системы с двумя степенями свободы.....	100
Воробель М.М.	
Применение принципа возможных перемещений к определению реакций опор составной конструкции.....	104
Бондаренко В.С., Дмитриев В.В.	
Устранение избыточных связей в планетарных механизмах.....	109
Степанов А.В., Дмитриев Ю.В.	
Особенности компьютерного синтеза структур плоских рычажных механизмов	113
Серенко Е.К., Гудимова Л.Н.	
Синтез «Ферм» Баранова с базисным четырехпарным звеном	118
Крестовоздвиженский П.Д.	
К вопросу о траектории движения тангенциального поворотного резца очистного комбайна	121
Гнездилов В.К.	
Анализ структур четырехзвенного пространственного винтового механизма	124
Дмитриев В.В.	
Особенности конвертирования структурных схем плоских стержневых систем в схемы зубчатых механизмов	127
Попугаев М.Г.	
Приводы для неассуровых механизмов	132
Заболкин К.В.	
О влиянии форм тел гайки и винта на распределение нагрузки по виткам	134
Неволин Д.С.	
К вопросу усовершенствования импульсного генератора	137
Овчинников М.Е.	
Простейшие плоские группы Асура с кинематическими парами p_4 и p_5	140
Беляева А.К.	
Связь между числами замкнутых изменяемых контуров, свободных выходов и звеньев кинематической цепи	142
Сараханова Е.В.	
Триплекс-боек для ударных систем технологического назначения.....	144
Желтухин Д.В.	
План ускорений десятизвенного механизма с тремя подвижными приводами	147
Фомин А.С.	
Структурный синтез механизмов второго семейства седьмого подсемейства	150
Бурда А.Е.	
О возможности синтезирования композиционных бойков ударных механизмов	152

Старусёв С.В.	
Уравнения движения и «положение равновесия» электродинамического датчика	156
Беккер В.В.	
К вопросу использования местных энергетических углей для повышения энергетической самодостаточности Кемеровской области.....	158
Громова О.Д.	
О задачах взаимодействия различных видов транспорта в ЕТС России	161
Громова О.Д.	
Автомобилизация как угроза безопасности движения.....	165
Громова О.Д.	
О проблемах эффективного формирования единой транспортной сети РФ	170
Громова О.Д.	
Роль автомобильного бизнеса в отечественной экономике: «Четвертая отрасль»	177
Громова О.Д.	
Об инвестиционной привлекательности автотранспорта	182
Громова О.Д.	
Российская армия: прошлое и настоящее	186
Фомин А.С.	
Анализ групп Асура для механизмов второго семейства третьего подсемейства	189
III. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. СЕРТИФИКАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ	193
Григорьева Н.А.	
Применение статистических методов управления качеством продукции прокатного производства в условиях ОАО «ЗСМК».....	193
Павленко Е.Е.	
Анализ систем менеджмента качества на предприятии ОАО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова».....	195
Гаврик В.В.	
Система SMED и возможности ее применения на ОАО «Русал Новокузнецк».....	199
Юдакова М.Е.	
Разработка методики построения процессной модели на ОАО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова».....	201
Боброва Н.С.	
Шесть сигм – современная концепция менеджмента.....	203
Мезенцева А.Е.	
Применение системы «Упорядочение» в условиях ОАО «Русал Новокузнецк»	205

Коробейко А.С.	
Методология IDEF0 и программный продукт BP Win.....	208
Наумова Е.Н., Прибыльченко В.В.	
Внутренний аудит интегрированных систем менеджмента.....	211
Зенцова М.А., Прибыльченко В.В.	
Разработка рекомендаций по применению системы «Упорядочение» в ОМК на ОАО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова»	213
Ожерельева Е.И.	
Управление ресурсами на ОАО «ЗСМК».....	215
Воробьева И.В.	
FMEA – анализ характера и последствий отказов при проектировании продукции, процессов	218
Карашкевич А.Б., Попов К.В.	
Применение программных продуктов в статистических методах управления качеством	220
Ефименко Ю.А.	
Реинжиниринг процессов в организации.....	222
Баркова О.В.	
Производство детского питания в условиях технического регулиро- вания	224
Штоколова Е.А.	
Проблемы безопасности в строительстве	226
Дробинина Н.Н.	
Сертификация услуг пассажирских перевозок железнодорожным транспортом	229
Воденеева С.В.	
Проблемы профессиональной безопасности и здоровья в угольной промышленности	231
Ходосов И.Е.	
Экологический менеджмент – путь к успеху	233
Ильичева О.А.	
Применение методов математической статистики в медицине.....	236
Ханина О.И.	
Промышленная безопасность в российском и международном стан- дартах	239
Ештирякова Е.В.	
Функционирование интегрированной системы менеджмента качест- ва: экономические аспекты	241
Кабанова С.А.	
Сертификация жилищно-коммунальных услуг	242
Бауск А.С.	
Интегрированная система менеджмента как основа устойчивого раз- вития организации	243

IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ..... 246

Клым Н.А.

Модернизация модуля «Планирование отпусков» в рамках ИС «ТЕКТОН» 246

Бухминова А.М.

О построении системы экологического контроля работы промышленных предприятий города (на примере г. Новокузнецка) 248

Никифорова О.Я.

Информационные технологии в процессе принятия решений в государственных организациях 252

Шувариков Д.П.

Предпосылки для разработки метода моделирования объектов изображения в диспропорциональных масштабах..... 255

Башмакова А.А., Титова А.В.

О совершенствовании системы рейтингового оценивания 257

Столяров Н.Г.

Консолидация серверного парка в единый центр обработки данных с использованием технологии виртуализации 260

Савинов Ф.С.

Задача автоматизированной правки рельсов в условиях РБЦ ОАО «НКМК» 262

Фадеева А.Е.

Использование моделей Data Mining при управлении качеством медицинских услуг 264

Соколова Н.Б.

О средствах проектирования систем видеонаблюдения 266

Скорик И.В.

Некоторые аспекты применения системы визуального контроля в образовательном процессе ВУЗа 268

Шапова Н.С.

Обзор методов подбора и расстановки кадров 271

Левкина О.М., Ивойлова Н.С.

Оценивание профессионально-важных качеств выпускников базовых учебных заведений предприятия..... 273

Бердова О.В., Костюкова Е.А.

О прогнозировании суммарного и удельного расхода электроэнергии в кислородно-конвертерном производстве 276

Семчук С.А.

Оценка экономического ущерба от текучести персонала 279

Шведов Ю.Г.

Алгоритм нейроэкспертного автоматического распознавания отпечатков пальцев по интегральному признаку и признаку «Топология границы» 281

Русакова Е.П.	
О построении подсистемы распознавания номеров грузовых вагонов автоматизированной системы учета ОАО «ЗСМК»	284
Гусак Н.Н.	
Анализ методов прямоугольного раскроя полубесконечной полосы....	287
Шувариков Д.П.	
Построение и вывод телевизионного сигнала системы медиавещания на базе опорной информационной сети кабельного телевидения Сиб-ГИУ	290

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть IV

*Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых*

Выпуск 12

Под общей редакцией	Мышляева Л.П.
Технические редакторы	Ознобихина С.П. Морина Г.А.
Компьютерная верстка	Тархова Н.С.

Издательская лицензия № 01439 от 5.04.2002 г.

Подписано в печать	Формат бумаги 60-84 1/16
Усл. печ. л.	Бумага писчая, ризография
Уч.-изд. л.	Тираж 300
	Заказ №

ГОУ ВПО
«Сибирский государственный индустриальный университет»
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ