

**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 III**

*Труды Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
5-8 мая 2009 г.*

**выпуск 13**

**Новокузнецк  
2009 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, 2009. – Вып. 13. – Ч. III. Технические науки. – 404 с.

Редакционная коллегия:

д.т.н., профессор Л.П. Мышляев, д.х.н., профессор Горюшкин В.Ф., д.т.н., профессор Е.В. Протопопов, д.т.н., профессор Г.В. Галевский, д.т.н., профессор В.К. Афанасьев, к.т.н., доцент Т.Н. Осколкова, д.т.н., профессор Т.В. Киселева, д.т.н., профессор В.П. Цымбал, д.т.н., профессор С.М. Кулаков, д.т.н., профессор Л.Т. Дворников, д.т.н., профессор Т.П. Воскресенская, д.т.н., профессор О.И. Нохрина, к.т.н., доцент А.В. Феоктистов.

**Под общей редакцией Л.П. Мышляева**

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

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

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

ISBN 5-7806-0244-4

Сибирский государственный  
индустриальный университет  
2009

# **I. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

УДК 53 : 620.19

## **ДУГОВАЯ ТРЕЩИНА В ПОЛЕ СДВИГА**

**Мухина Н.В.**

**Научный руководитель: к.ф-м.н. Неверова Т.И.**

*Кузбасская государственная педагогическая академия  
г. Новокузнецк*

Во многих случаях материалы, которые используются в технике или встречаются в природе, содержат пустоты, имеющие форму трещин. Актуальность изучения свойств таких материалов не вызывает сомнения. Число исследований, посвященных этой теме, огромно. Стало общепринятым считать, что трещины располагаются по участкам плоскостей, и что действуют внешние растягивающие напряжения.

Физическая теория пластической деформации развивается по следующей схеме. Сначала определяется конфигурация неоднородностей или параметры дислокации Соммиери. Затем для этих неоднородностей находят поля напряжений, и, наконец, по этим полям напряжений делают выводы о влиянии неоднородности на механические свойства материала. По такому пути развивались теория дислокаций, теория дисклинаций.

В макроскопическом масштабе часто сдвиги и трещины идут по кривым поверхностям. В механике принято пластически деформируемый металл делить на две зоны: на упругую и на пластическую. Подразумевается, что пластическая зона однородна, и в ней нет разрывов полей, смещений и напряжений. Такие разрывы имеются только на границах зон. На самом же деле, в пластической зоне по линиям сдвига имеются разрывы полей смещений и напряжений. Это необходимо учитывать. Поэтому поиск полей напряжений представляет актуальную задачу.

Для нанокристаллических материалов было выявлено, что сдвиги и трещины идут по границам зерен и имеют волнистую форму. Таким образом, и в наномасштабе и в макромасштабе трещины и пластические сдвиги развиваются по кривым участкам. Для кривых сдвигов и трещин поля напряжений не найдены.

Кривые трещины исследовал Панасюк с сотрудниками [1]. Он исследовал разрушение стекла с дуговыми трещинами. Свои расчеты он вел в асимптотическом приближении. В некоторых случаях его расчеты совпадали с данными эксперимента, а в некоторых отличались в разы.

Была поставлена задача исследовать полное поле дуговой трещины во внешнем сдвиге. Задача решалась методом Мусхелишвили, методом сопряжения [2].

Сдвиг моделировали путем наложения внешних растягивающих

напряжений под углом  $\alpha + 45^\circ$  и сжимающих под углом  $\alpha - 45^\circ$ . Угол раскрытия дуги –  $2\theta$ . В работе исследовались различные дуги ( $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ ). Для каждой дуги менялся угол наклона сдвига от  $0^\circ$  до  $45^\circ$ .

На рисунке 1 представлена схема нагружения дуговой трещины.

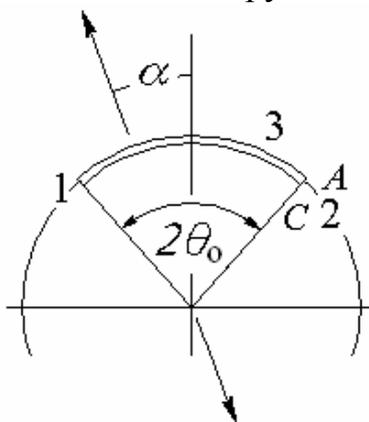


Рисунок 1 – Схема нагружения, где  $2\theta$  – угол раскрытия дуги,  $\alpha$  – угол наклона внешнего сдвига

### Методика

В [2] методом сопряжения решена упругая задача о растяжении плоскости с дуговым вырезом. Потенциалы, по которым вычисляются характеристики поля, имеют вид

$$\Phi(z) = \frac{1}{2X(z)} \left\{ C_0 z + C_1 + \frac{D_1}{z} + \frac{D_2}{z^2} \right\} + \frac{D_0}{2} + \frac{\bar{\Gamma}}{2z^2}, \quad (1)$$

$$\Omega(z) = \frac{1}{2X(z)} \left\{ C_0 z + C_1 + \frac{D_1}{z} + \frac{D_2}{z^2} \right\} - \frac{D_0}{2} - \frac{\bar{\Gamma}'}{2z^2}, \quad (2)$$

где

$$X(z) = \sqrt{(z-a)(z-b)}, \quad (3)$$

$$C_0 = \frac{1}{2}(\Gamma' - \bar{\Gamma}') \sin^2 \frac{\theta}{2} + \frac{4\Gamma + (\Gamma' + \bar{\Gamma}') \sin^2 \frac{\theta}{2} \cos^2 \frac{\theta}{2}}{2\left(1 + \sin^2 \frac{\theta}{2}\right)}, C_1 = -C_0 \cos \theta,$$

$$D_1 = -\bar{\Gamma}' \cos \theta, D_2 = -\bar{\Gamma}', D_0 = 2\Gamma - C_0, \quad (4)$$

Здесь  $z=x+iy$  – точка комплексной плоскости, содержащей дуговой вырез единичного радиуса с центром в начале координат,  $a$  и  $b$  – координаты концов дугового выреза,  $\theta$  – половина угла раскрытия дуги. Для одноосного растяжения с напряжением  $p$ :

$$\Gamma = p/4, \Gamma' = -(p/2) \exp(-2i\alpha).$$

Здесь  $\alpha$  – угол, отмеряемый против часовой стрелки от оси симметрии дуги до направления растяжения.

Сдвиг под углом  $\alpha$  к хорде, стягивающей дугу, и напряжением сдвига может быть получен наложением растяжения напряжением  $p$  под углом  $(\alpha+\pi/4)$  и сжатия напряжением  $(-p)$  под углом  $(\alpha-\pi/4)$ . Тогда

$$\Gamma = 0, \Gamma' = -\frac{p}{2} \exp\left[-2i\left(\alpha + \frac{\pi}{4}\right)\right] + \frac{p}{2} \exp\left[-2i\left(\alpha - \frac{\pi}{4}\right)\right]. \quad (5)$$

По управлению (1,2,5) вычисляются вспомогательные функции

$$\Psi(z) = \frac{1}{z^2} \Phi(z) - \frac{1}{z^2} \overline{\Omega\left(\frac{1}{\bar{z}}\right)} - \frac{1}{z} \frac{d\Phi(z)}{dz}, \quad (6)$$

$$N(z) = \Phi(z) + \Omega\left(\frac{1}{\bar{z}}\right) + \bar{z}\left(\bar{z} - \frac{1}{z}\right) \overline{\Psi(z)}, \quad (7)$$

$$U(z) = \frac{iz}{2\mu} \left[ (3 - 4\nu)\Phi(z) + \Phi\left(\frac{1}{z}\right) - z\left(z - \frac{1}{z}\right)\Psi(z) \right], \quad (8)$$

по которым находят величину гидростатического давления

$$P(z) = 4 \frac{1 + \nu}{3} \operatorname{Re}[\Phi(z)], \quad (9)$$

компоненты тензора напряжений

$$\sigma_{rr}(z) = \operatorname{Re}[N(z)], \sigma_{\beta\beta}(z) = P(z) - \sigma_{rr}(z), \tau_{r\beta}(z) = \operatorname{Im}[N(z)], \quad (10)$$

и производные компонента вектора смещений

$$\frac{\partial u_x}{\partial \varphi} = \operatorname{Re}[U(z)], \frac{\partial u_y}{\partial \varphi} = \operatorname{Im}[U(z)]. \quad (11)$$

Здесь  $\nu$  – коэффициент Пуассона (принят равным 0,3),  $\varphi = \arg(z)$ .

Напряжения (9) пересчитывали в декартовы координаты. Затем вычисляли величину и направление первого главного напряжения. В работе исследовано влияние: угла раскрытия дуги  $\theta$ , и направления сдвига, задаваемого величиной угла  $\alpha$ .

Для  $\theta=180^\circ$  дуга образует окружность. Задача о сдвиге плоскости с круговым вырезом со свободными краями решена в [2] методом, основанным на свойствах интегралов типа Коши. Решение по (1,2) для  $\theta=180^\circ$  совпадает с этим решением.

### Результаты

На рис.2 показаны поля первого главного напряжения для дуговой трещины с углом раскрытия дуги  $180^\circ$  при разном угле наклона внешнего сдвига ( $\alpha = 0^\circ$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\alpha = 45^\circ$ ). Первое главное напряжение – это разрывающее напряжение, которое ведет к образованию трещин отрыва. На рисунках области максимальных разрывающих напряжений светлые. Чем светлее, тем больше напряжения. Видно, что имеется три области повышенных разрывающих напряжений. Две области связаны с концами

трещины так же как для прямолинейной трещины, а третья область не связанная с концами трещина – новая по сравнению с прямолинейной трещиной. При наклоне внешнего сдвига эта область перемещается по дуге и когда  $\alpha = 45^\circ$  она находится на середине дуги.

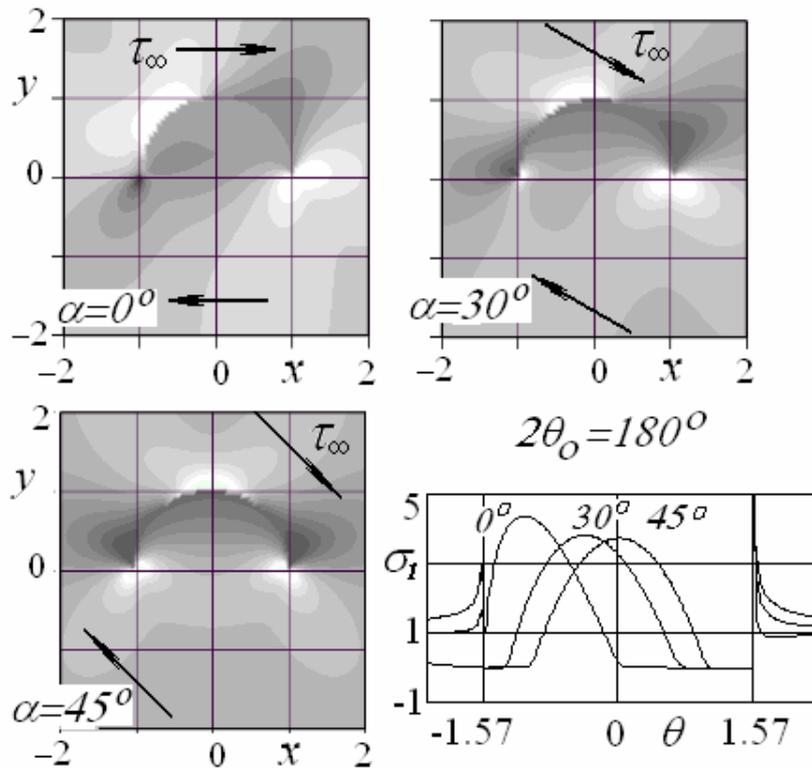


Рис.2 Поля первого главного напряжения для различных углов наклона внешнего сдвига

Были рассчитаны напряжения в этой области для различных дуг и для различных  $\alpha$ . Величина этих напряжений и величина третьей области для различных дуг представлена на рисунке 3.

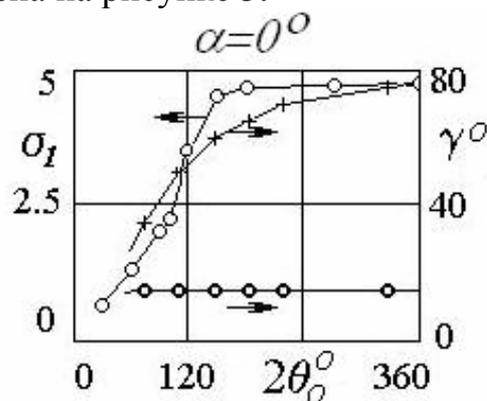


Рисунок 3 – Зависимость наибольшей величины первого главного напряжения в третьей области –  $\circ$  и величины углов, которые составляют лучи, направленные из центра дуги в концы этой области, от угла раскрытия дуги –  $+$ ,  $\circ$

Интерес представляет третья область высоких  $\sigma_1$ , расположенная на склоне выпуклой стороне дуги, обращенном к сдвигу. По сравнению со

сдвигом по прямолинейному отрезку эта область новая. При малых  $\theta$  она сливается с приполюсной областью. Для разделения вклада областей методом экстраполяции устанавливали зависимость для  $\sigma l$  приполюсной области и путем вычитания этой величины из общей функции находили зависимость  $\sigma l$  для третьей области [3]. С ростом  $\theta$  эта область отделяется от приполюсной за счет отодвигания полюса (рис. 3), увеличиваются ее размеры, повышаются напряжения. При  $2\theta=120^\circ$   $\sigma l > 3\tau_\infty$ .

Величина напряжений представлена в относительных единицах по отношению к внешнему сдвигу. Видно, что напряжения в этой области могут быть весьма значительными, в 4 – 4,5 раза превышать внешние сдвигающие напряжения. Таким образом, если эти напряжения велики, то трещина может пойти и в третьей области.

Первые главные напряжения направлены по касательной к дуге, т.е. трещина пойдет перпендикулярно дуге. В ходе исследования выявилось, что с увеличением угла раскрытия дуги, размеры третьей области увеличиваются, и напряжения в ней растут.

Достоверность полученных результатов была проверена путем решения одной и той же упругой задачи двумя разными методами: методом сопряжения и методом, основанным на свойствах интеграла типа Коши и на конформном отображении. Поля напряжений по данным этих методов для дуговой трещины и для кругового выреза согласуются.

Изучаемое поле напряжений может быть использовано для описания ситуаций, возникающих при разрушении сдвигом тел с кривыми трещинами; при проскальзывании по границам зерен в ходе пластической деформации нанокристаллических материалов.

Выводы.

1. Замена разреза по отрезку на разрез по дуге приводит к тому, что концентрация напряжений усиливается в области над выпуклой стороной дуги, а под дугой напряжения снижаются.

2. Над дугой ближе к одному из концов дуги формируется область повышенных разрывающих напряжений. Эти напряжения превосходят касательные напряжения внешнего сдвига более чем в 4 – 4,5 раз. Максимальные разрывающие напряжения направлены по касательной к дуге.

#### Библиографический список

1. Панасюк В.В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. Киев, Наукова думка. 1968. 246 с.
2. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., Наука, 1966. 707 с.
3. Неверов В.В., Неверова Т. И. Сдвиг плоскости с дуговой трещиной // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2005. Т. 2. №3. С.5-8.
4. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука. 1969. 420 с.

## **НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ РАСПЛАВОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ В НИХ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК**

**Кувшинникова Н.И.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Все существующие до настоящего времени методы обработки железоуглеродистого сплава рассматривают, в основном, вопрос удаления серы и фосфора из расплава. Модифицирование воздействует на степень графитизации, размеры и распределение графита путем изменения числа зародышей (в зависимости от характера этих изменений модифицирование этого типа может быть графитизирующим или стабилизирующим), либо влияет на форму графита путем изменения условий роста его включений [1]. Модифицирование сводится к воздействию добавки как дегазатора, снижающего содержание растворенных в металле газов, особенно водорода. Необходимо рассматривать влияние модификатора на способность измельчать структуру, а, следовательно, улучшать физико-химические свойства расплава.

В отношении природы зародышей существует много точек зрения, но ни одна из них не имеет достаточно солидного экспериментального подтверждения. Можно предположить, что в большинстве случаев эту роль играют оксиды, сульфиды, нитриды, карбиды или более сложные соединения [2].

Вероятность образования тех или иных соединений при присадке модификатора можно определить по изменению свободной энергии соответствующих реакций. Однако механизм модифицирования изучен не достаточно. Наибольшее распространения получили те гипотезы, согласно которым добавки либо являются поверхностно активными, либо являются центрами кристаллизации расплавов.

Основная цель данной работы – рассмотреть влияние некоторых добавок в железоуглеродистый сплав на физико-химические характеристики.

В частности нами была определена температура кристаллизации железоуглеродистых сплавов при введении таких модификаторов, как сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), хлористый натрий ( $\text{NaCl}$ ) и их смеси.

Экспериментально определили температуру кристаллизации железоуглеродистого сплава, которая колебалась в пределах 1128-1132°C. Установлено, что от химического состава расплава температура кристаллизации изменяется незначительно. При обработке этих же сплавов модифицирующими добавками, количество которых составляло 0,003 кг на 1 кг расплава, температура кристаллизации понижается на 10-16 °C. Это

связано с тем, что возможны различные процессы растворения, выделения коагуляции, всплывание неметаллических включений. Следовательно, кристаллизация расплава – образование графита – обуславливается большим воздействием активных центров или активных зародышей, какими являются данные модификаторы.

Другой не менее важной физико-химической характеристикой является плотность и молярный объем сплава. Кроме того, количественная связь между тепловыми и термодинамическими свойствами металлических расплавов имеет большое значения для теории и практики изучения сплавов. Изменение объемов при смешении компонентов позволяет делать заключение о межчастичном взаимодействии.

Плотность и молярный объем связаны соотношением:

$$V = \frac{M}{d}, \quad (1)$$

а значение объема бинарного раствора определяется из уравнения:

$$V = V_{Me1}^0 \cdot x_{Me1} + V_{Me2}^0 \cdot x_{Me2} + \Delta V^{cm}, \quad (2)$$

где  $V$ ,  $V_{Me1}^0$ ,  $V_{Me2}^0$  – молярные объемы раствора и чистых компонентов 1 и 2;

$M$  – молярная масса раствора;

$d$  – плотность.

Или:

$$V = x_1 V_1 + x_2 V_2 = x_1 V_1^0 + x_2 V_2^0 + a x_1^* \cdot x_2^* + b x_1^* \cdot x_2^*, \quad (3)$$

$$a = \frac{V_1}{x_2} + \frac{V_2}{x_1} \quad b = \frac{V_1}{x_2}$$

где

Сравнивая уравнения (2) и (3), находим изменение объема при смешении:

$$\Delta V = a x_1 \cdot x_2 + b x_1 \cdot x_2 \quad (4)$$

Для теплоты смешения в работе [3] получено:

$$\Delta H^{cm} = Q x_1 \cdot x_2 + Q x_1 \cdot x_2 \quad (5)$$

$$\Delta G^{cm} = \Delta H^{cm} - T \Delta S^{cm} \quad (6)$$

Анализ этих двух уравнений показывает, что изотерма молярного объема определяется соотношением объемов чистых компонентов, важнейших систем черной металлургии (таких, как Fe-C, Fe-Mn, Fe-C-Mn, Fe-C-Mn-S и других).

Удельный объем железа при разных температурах ( $T$ , °K) определяется уравнением:

$$V = 0,1412 \cdot [1 + 2,16 \cdot T^{-4} (T - 1809^\circ)] \quad (7)$$

Молярный объем графита [3]:

$$V = 5,276 + 1,77 \cdot 10^{-4} T \quad (8)$$

Молярный объем сплавов железа с углеродом в широком интервале температур и составов изучался [4, 5]:

$$V = 8,04x_{Fe} + 5,6x_C - 3,0x_C[1 - x_C] \quad (9)$$

Результаты расчетов хорошо согласуются с данными [4] (рисунок 1).

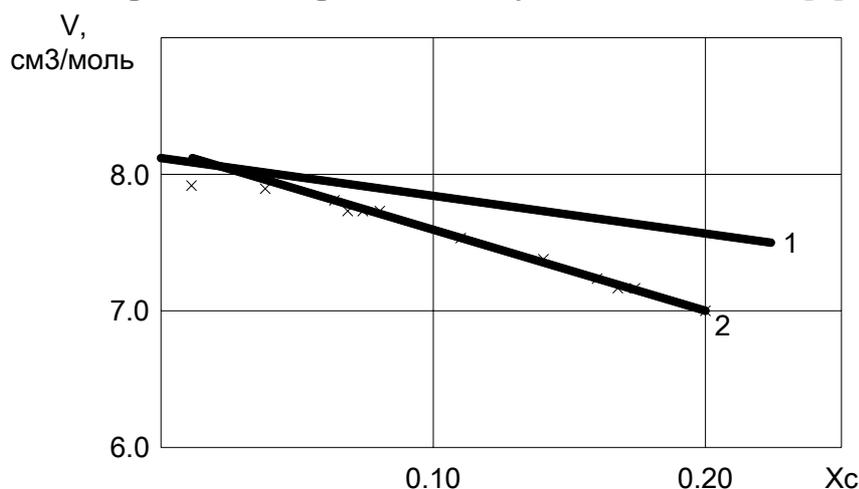


Рисунок 1 – Зависимость молярного объема железоуглеродистых сплавов при 1600°C от содержания углерода: линия 1 рассчитана по уравнению (2) при  $\Delta V=0$ , линия 2 – по уравнению (9)

Подобные выражения можно получить и для других температур и составов (например, рисунок 2).

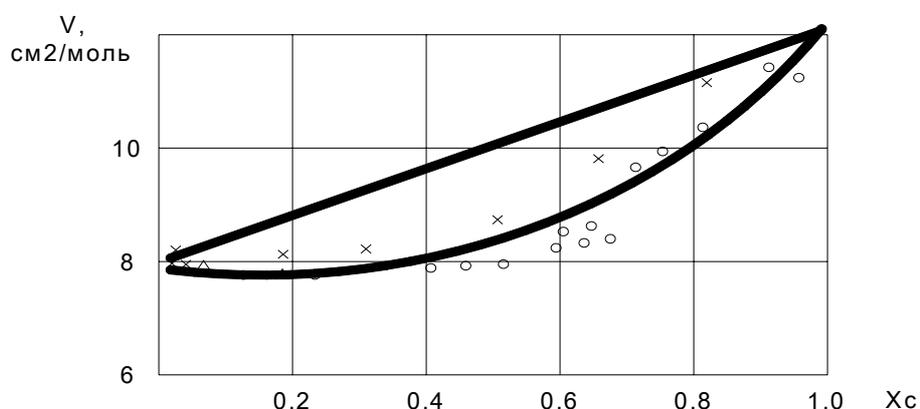


Рисунок 2 – Зависимость молярного объема в жидких сплавах Fe-Si при 1500°C от содержания углерода: линия 1 рассчитана по уравнению (2) при  $\Delta V=0$ , линия 2 – по уравнению (10), опытные данные [9]

До сих пор мы рассматривали изотермы молярного объема сплавов. Температурная зависимость плотности и молярного объема чистых жидких компонентов при небольших перегревах выше точки плавления может быть описана уравнением прямой, только температурный коэффициент плотности сильно различается для разных веществ [5].

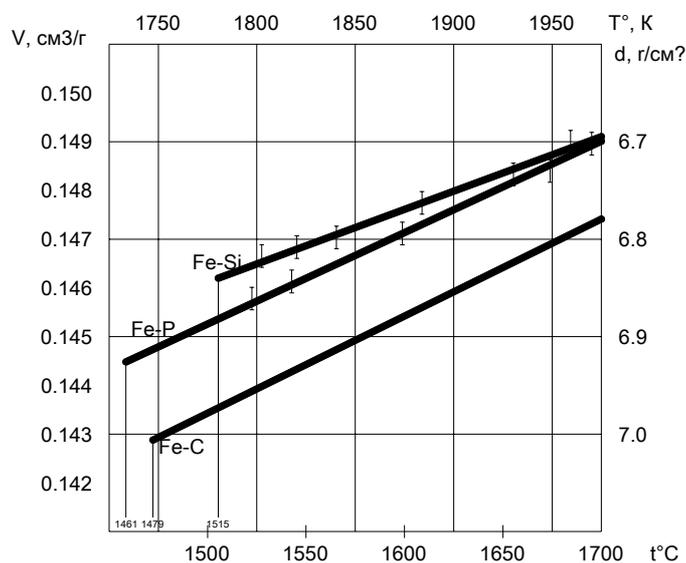


Рисунок 3 – Температурные зависимости плотности и удельного объема в жидких сплавах Fe-C, Fe-P и Fe-Si с 4 ат.% растворимых

Расчетное уравнение на основании выражений (7)-(9) с учетом температуры имеет вид:

$$V = (4,84 + 17,17 \cdot 10^{-4} T)x_{Fe} + (5,276 + 1,77 \cdot 10^{-4} T)x_C + (22,1 - 0,013T)x_{Fe} \cdot x_C \quad (10)$$

Результаты расчета по этому уравнению показаны линией 6 на рисунке 4. Совпадение с опытными данными хорошее.

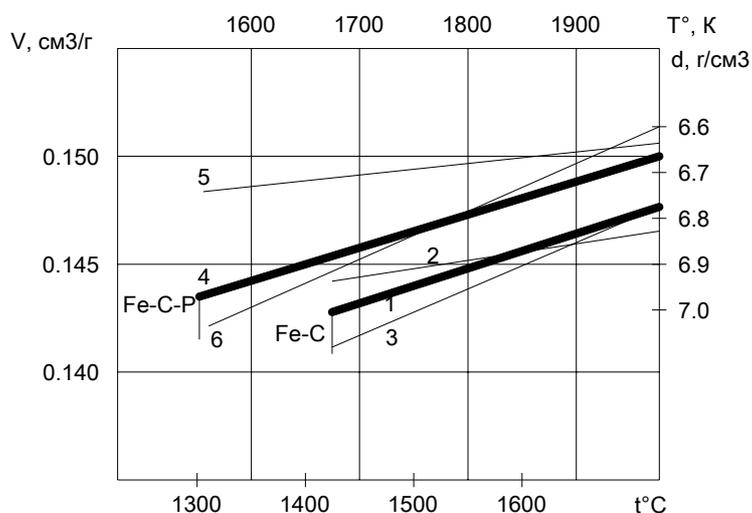


Рисунок 4 – Зависимость удельного объема и плотности сплавов от температуры: 1 – Fe-C, 2 – Fe-C-P

Поскольку выражение (9) проверено на сплавах с высоким содержанием углерода, то для расчета молярного объема жидких многокомпонентных сплавов получим уравнение:

$$V = (4,84 + 17,17 \cdot 10^{-4}T)x_{Fe} + (5,276 + 1,77 \cdot 10^{-4}T)x_C + (8,39 + 16,06 \cdot 10^{-4}T)x_{Si} + 10,0 \cdot x_{Mn} + (41,3 - 0,0173T)x_P - 3,0 \cdot x_{Fe}x_C - 8,0 \cdot x_{Fe}x_{Si} \quad (11)$$

Сопоставление расчетных данных по уравнению (11) приведены в таблице 1. Как видно из этих расчетных данных, плотность жидкого расплава разного состава и при разных температурах изменяется незначительно. В работе [6] показано, что плотность существенно зависит от температуры и продолжительности выдержки при данной температуре.

Экспериментальное изучение плотности различных по химическому составу сплавов проводили методом гидростатического взвешивания [7, 8].

Как показали проведенные исследования, исходные чугуны всех марок имеют примерно одинаковую плотность. Уменьшение содержания кремния с 3,5% до 1,5% практически не оказывает влияния на плотность чугуна. Вероятно, это объясняется недостаточными свойствами чугунов, получаемых в доменных печах большого объема, наличием газовых раковин, пористости, спели и т.д.

Таблица 1 – Расчетные значения удельного объема и плотности железоуглеродистых сплавов

Температура, °С	Состав металла, % вес.				Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	Плотность, г/см <sup>3</sup> Опытная
	C	Si	Mn	P		
1200	4,2	2,0	-	-	0,1450	6,90
1300	4,2	2,0	-	-	0,1478	6,765
1200	3,32	2,76	0,56	0,5	0,1445	6,92
1300	3,32	2,76	0,56	0,5	0,1477	6,77
1200	4,15	-	2	-	0,1432	6,99
1200	3,7	0,35	-	-	0,1410	7,09
1300	3,7	0,35	-	-	0,1428	7,00
1200	3,77	2,14	0,55	0,44	0,1453	6,88
1500	3,77	2,14	0,55	0,44	0,1502	6,66
1100	3,05	0,06	0,12	2,2	0,1377	7,26
1200	3,05	0,06	0,12	2,2	0,1410	7,08
1200	3,9	-	-	-	0,1368	7,31
1200	3,9	-	-	-	0,1385	7,22
1200	3,9	-	-	-	0,1462	6,84
1400	3,5	2,6	0,5	-	0,1485	6,74
1600	3,5	2,6	0,5	-	0,1557	6,42

Сравнение плотности исходных и обработанных чугунов (таблица 2) показало, что во всех случаях обработка чугуна хлористым натрием

способствует некоторому повышению плотности. При этом наибольшее увеличение наблюдается для марок с высоким содержанием кремния. Возможно, в этом случае обработка хлористым натрием в значительной степени тормозит процесс спелеобразования, чугун получается более плотным. Менее значительное повышение плотности при обработке низкокремнистых марок чугуна объясняется более высокими свойствами этих чугунов в исходном состоянии.

Кроме того, целесообразно искать различие в структуре сплава и, прежде всего, в составе и строении графитовых включений, так как графитовые включения различны по форме и размерам, а также по количественному содержанию, хотя во всех образцах количество неметаллической фазы велико. А сама неметаллическая фаза состоит из графитовых включений.

Таблица 2 – Плотность линейных железоуглеродистых сплавов, обработанных и необработанных модификаторами

Марка чугуна	ЛК-0	ЛК-1	ЛК-2	ЛК-3	ЛК-4
Плотность исходного чугуна, г/см <sup>3</sup>	6,9510	6,9960	7,0175	7,0570	7,0176
Плотность обработанного чугуна, г/см <sup>3</sup>	7,0250	7,0525	7,0697	7,0969	7,0282
Увеличение ΔР в результате обработки, %	1,07	0,80	0,74	0,56	0,15
Содержание в чугуне кремния, % масс.	3,2	3,0	2,7	1,7	1,4

#### Библиографический список

1. Михайлец В.Н. Расчет равновесных концентраций шлага на основе представления его как фазы с электронной системой / В.Н. Михайлец, К.М. Шакиров, Е.М. Рыбалкин//СМИ. – Новокузнецк, 1988. 35 с.
2. Владимиров Л.П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакции / Л.П. Владимиров. – М.: Металлургия, 1970. 528 с.
3. Ершова Т.П., Понятовский Е.Г.//ДАН СССР, 451, №6, 1963 – С. 1364-1367.
4. Вертман А.А. / А.А. Вертман, Е.С. Самарин // Известия вузов: черная металлургия. – 1964 – №7. – С. 19-23.
5. Бурылев Б.П. / Б.П. Бурылев // Физическая химия, 38. – 1964. – №12 – С. 313-315.
6. Термические константы веществ / Справочник в 10 выпусках под рук. академика Глушко. Выпуск XII, часть первая, М.: АН СССР, 1974. – 342 с.
7. Вертман А.А. / А.А. Вертман, Д.П. Иванов [и др.] // Литейное производство. – 1964. – №10. – С.30-32.
8. Лившиц Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов / Б.Г.Лившиц. – М.: МашГИЗ, 1956. – 420 с.

УДК 669.4.6:658.567.1

**ПОЛУЧЕНИЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ (ОЛОВО СВИНЕЦ) ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ТЕХНИКЕ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

**Кувшинникова Н.И.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Наверное каждому приходилось слышать о проблемах, возникших в связи с развитием техники и нарушением равновесия в природе. Большинство этих проблем объединяются под общим названием «загрязнение окружающей среды». В последнее время обществу становится все более очевидной актуальность таких проблем, и в разных странах создаются государственные и частные организации для их исследования и решения. Решение проблем загрязнения окружающей среды обычно довольно сложно. Может оказаться, что устранить каждую конкретную причину загрязнения очень просто – достаточно ликвидировать его источник; однако подобные действия могут серьезно повлиять на социальные и экономические благополучия отдельного региона или всей страны. В настоящее время хорошо изучены причины насыщения воздуха вредными веществами и разработаны способы, позволяющие предотвратить или уменьшить причины загрязнения окружающей среды.

Научно-технический прогресс, тесно связанный с использованием природных ресурсов, неизбежно вызывает существенное изменение естественного облика нашей планеты и влияет на среду обитания человека и всего живого на Земле [1, 2].

Ежедневно из недр Земли и с ее поверхности человечество забирает около 10 млрд. тонн минеральных и почти столько же органических сырьевых продуктов. От 10 до 99 % исходной массы сырья превращается в отходы, их сбрасывают на отчуждаемые земли, в атмосферу водоемы [2].

И если этот процесс не будет остановлен, то биосфере Земли будет нанесен катастрофический ущерб. Если в ближайшем будущем сохранится низкий уровень использования первичного сырья и высокий процент выбрасываемых отходов, то это приведет к истощению природных ресурсов. Например, многим известно опасное влияние ртути, свинца, олова, однако вряд ли известны источники попадания этих веществ в окружающую среду и возможности их использования для нужд человека [3, 4].

Вместе с тем применение подходящих химических и физических принципов позволяет эффективно уничтожить отходы, при этом извлекая из них полезные вещества и повторно использовать их. Все больше внимания необходимо уделять на развитие способов повторного использования полезных веществ. Так, в развитых странах каждый новый автомобиль на 40 % состоит из регенерированного металла. В новом самолете около 60 % алюминия регенерированного из металла, который уже однажды был использован. Чем дороже вещества, тем больше их процент подвергается повторному использованию.

В нашей стране повторное использование практикуется очень редко. Решением проблемы является создание безотходных производств, в которых отходы одних технологий служат сырьем для других технологий, особенно в цветной металлургии. В частности олово и свинец распространены в земной коре (массовые доли  $8 \cdot 10^{-2}$  и  $1,6 \cdot 10^{-3}$  %). Основные природные минералы касситерит  $\text{SnO}_2$  и галенит  $\text{PbS}$ .

Мировое производство олова  $10^5$  тонн в год, свинца – на порядок выше. Если темпы роста потребления сохранятся, то через 40-50 лет запасы их будут исчерпаны [5].

Кроме того, если эти металлы попадают в городскую свалку – это трагедия для людей, живущих вблизи. Свинец и олово и их соединения очень ядовиты. Так, постепенное накопление свинца в организме вызывает хроническое отравление. Признаки отравления – истощение организма, колики, нарушение работы почек, мышечная слабость, черная кайма на зубах около десен.

Переработка свинцово-оловянных отходов обусловлена еще тем, что их в земной коре, как отмечалось ранее, очень мало и их выплавка из руд требует колоссальной затраты энергии. Электролиз их солей, электрическое рафинирование приводят к тому, что их себестоимость очень высока. Единственный Новосибирский оловянный завод не обеспечивает потребности в олове, поэтому ~70 % его закупают в других странах.

Следовательно, нам нужно экспериментально получить из промышленных отходов олово и свинец. Главные источники сырья луженное и оцинкованное железо, консервная жесть, оболочки электрических кабелей, пластины аккумуляторов, радиодетали; а так же получить некоторые редко встречающиеся соединения для промышленного использования их. Полученные соединения позволят внедрять новые технологии не только для производства олова и свинца, но и благородных металлов. Определить объем и структуру твердых отходов, содержащие довольно редкие элементы, встречающиеся только в химически связанном виде.

Нами предпринята попытка утилизировать некоторые из промышленных и бытовых отходов и получить из них олово и свинец, и их производные соединения. Эти элементы известны с глубокой древности (бронзовый век).

$\beta$ -олово или белое олово, существующее в интервале 13-161°C серебристо-белый очень мягкий металл, но тверже свинца. Оно хорошо режется ножом, хорошо поддается литью,ковки, пайки и прокатки.

Явление превращения  $\beta$ -олово в  $\alpha$ -олово (серое олово или серый порошок) при низких температурах известно под названием «оловянная чума». Предметы из олова медленно разлагаются в серый порошок, который может широко использоваться для получения соединений.

Проведем термодинамическую оценку вероятности перехода обычного металлического олова в порошкообразную серую форму.

Стандартная энтальпия перехода Sn (тв. бел.) $\rightarrow$  Sn (тв. сер.)  $\Delta H_{298}^0 = -2,050$  кДж / моль, его стандартная свободная энергия  $\Delta G^0 = 0,084$  кДж/моль, а стандартная энтропия  $\Delta S^0 = -6,69$  Дж/моль·К. Величина  $\Delta G^0$  – величина положительная, а свободная энтропия превращения  $\Delta S^0$  – отрицательное значение, и это показывает, что при нормальных условиях (25°C, 1 атм) нет ни каких оснований беспокоиться о возможности самопроизвольного перехода в серое порошкообразное олово, так как движущая сила такого перехода не достаточно велика [6, 7].

Белое кристаллическое олово должно превращаться в серое лишь с очень не большой скоростью. Отобранные на городской свалке металлические изделия, покрытые оловом и свинцом, хорошо сохранились. Исследуемую на олово пробу обрабатывали хлороводородной кислотой, выделяющийся атомарный водород связывает олово до летучего SnH<sub>4</sub>, который окрашивает пламя горелки в ярко-синий цвет, характерный только для олова.

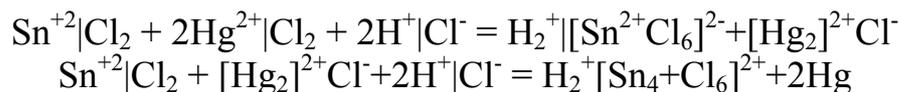
Чтобы получить чистые эти металлы и доказать, что переработка вторичных отходов может быть прибыльным делом, мы собрали несколько десятков консервных банок (луженое железо или белая жечь). Кроме того, это могут быть основные сплавы: обычные припои (2,0 – 90% Sn и 98 – 10% Pb), плавящиеся в интервале 185 – 300°C; оловянные баббиты (70 – 90% Sn), антифрикционные сплавы, оловянные бронзы (80 – 90% Cu и 20 – 10% Sn, Pb), литейные оловянно–цинковые бронзы, типографические сплавы, сплавы для изготовления фольги, низкоплавких припоев, посуды, тонких листов олова, применяемых для изготовления капсулей и электроприборов, обертки пищевых продуктов, отходы химической аппаратуры, аккумуляторных пластин, литья дробы и множество других.

Отходы, собранные на свалке подвергали прессованию. Данную массу помещали в корундизовые тигли и подвергали нагреву в печи Таммана. Температурный интервал данной нагревательной печи колеблется в пределах 0 – 1700°C, что позволяет переплавлять оставшееся железо.

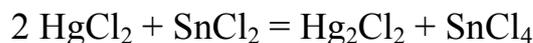
В результате хлорирования получен хлорид олова II (SnCl<sub>2</sub>) растворимое в воде вещество, плотность которого 3,95 г/см<sup>3</sup>, а температура плавления 246,8°C.

Полученный хлорид олова так же, как и хлорид свинца II – сильные восстановители; они восстанавливают многие окислители, например хлорид

ртути и данная реакция протекает по следующему механизму:



При действии хлорида олова II на раствор ртути II образуется белый осадок хлорида ртути I (каломель) по реакции:



$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  – каломель широко применяется в технике и медицине.

$\text{SnCl}_4$  – хлорид олова IV, характерной особенностью которого является способность растворять многие вещества, обычно трудно растворимые в общеизвестных растворителях.  $\text{SnCl}_4$  растворяет фосфор, серу, галогены. Находит применение в текстильной промышленности при покраске тканей и как дымообразующее вещество.

Подобным образом  $\text{SnCl}_2$  ( $\text{PbCl}_2$ ) восстанавливает ионы серебра, золота и многих других благородных металлов из растворов их солей. Следовательно, полученные хлориды ( $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{PbCl}_2$ ) могут быть использованы для получения благородных металлов из отходов промышленного производства, что принесет громадный экономический эффект.

Полученный серый порошок из старых консервных банок, так же найдет широкое применение. Мелко измельченное серое олово в смеси с серой образует дисульфид олова. Образование происходит по реакции:



Дисульфид олова представляет своей золотисто – желтые чешуйки, известные под названием «сусального золота». Как известно его применяют для мозаичных работ, позолоты дерева, гипса, картона, украшения гипсовых изделий и других работ [5].

#### *Выводы*

1. Произведен анализ отходов, находящихся на городской свалке, в результате которого выяснили о наличии значительного количества оловянно–свинцовых.

2. В лабораторных условиях получены олово и свинец.

3. Использование серого олова позволяет получить сульфиды (сусальное золото), хлориды Sn (II и IV), которые могут использоваться для получения ртути, фосфора, серы и некоторых благородных металлов, безвозвратно теряющихся с отходами.

4. Переработка отходов не только расчистит городские свалки, но и вместе с тем уберет ядовитые вещества (в нашем случае олово и свинец), ухудшающих здоровье людей.

#### *Библиографический список*

1. Алексеев Б.В. Человек и биосфера / Б.В. Алексеев. – М.: МГУ, 1973.

– 134 с.

2. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. – 1944. – 18. - №2. – С.113-1120.

3. Мелешкин М.Т. Промышленные отходы и окружающая среда / М.Т. Мелешкин, В.Н. Степанов. – Киев: Наукова Думка, 1980. – 178 с.

4. Новиков Э.А. Человек и литосфера / Э.А. Новиков. - Ленинград: Недра, 1976. – 160 с.

5. Коровин Н.В. Общая химия / Н.В. Коровин. – М.: Высшая школа, 1998. – 539 с., ил.

6. Слейбо У. Общая химия / У. Слейбо, Т. Персоне. – М.: Мир, 1979. – 550 с., ил.

7. Михайленко Я.И. Курс общей и неорганической химии / Я.И. Михайленко. – М.: Высшая школа, 1965. – 663 с., ил.

8. Уорд У. Земля одна / У. Уорд, Р. Дюбо. – М.: Прогресс, 1972. – 270 с.

УДК 546.666'141(546.05+548.226)

## **ТЕРМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ ПЛАВЛЕНИЯ БРОМИДА ЭРБИЯ (III)**

**Горюшкина Ю.В., Цибизова И.С.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Элемент эрбий относится к лантанидному ряду. Лантаниды интересны с научной точки зрения, так как образуют ряды соединений, в которых физические и химические свойства изменяются с определенной периодичностью, изученной не во всех деталях. Важное практическое значение имеют галогениды лантанидов, которые, в частности, используются в пиро- и электрометаллургических процессах. Поэтому необходимо изучение термических констант плавления галогенидов лантанидов, а для уточнения периодичности в лантанидном ряду требуются систематические исследования по единой методике на высокочистых образцах.

По литературным данным температура плавления  $\text{ErBr}_3$  варьируется от 1196К [1] до 1223К [2], энтальпия плавления экспериментально не определена.

В настоящей работе приведены результаты синтеза высокочистого бромид эрбия (III) и определения методом ДТА его термических констант плавления ( $T_m$ ,  $\Delta_m H^\circ$ ,  $\Delta_m S^\circ$ ).

**Синтез.** Нами разработан способ получения высокочистого безводного бромид эрбия из металлического эрбия и брома в вакуумированном двухсекционном кварцевом реакторе (рисунок 1).

В левую секцию реактора, в кварцевый тигель, помещали опилки

металлического эрбия (ЭрМ-1) массой 7-9 г. В правую секцию заливали  $\sim 20$  см<sup>3</sup> брома (хч). Бром для реакции с металлом брали в избытке. Реактор на короткое время ( $\sim 0,5$  мин) соединяли с работающим вакуумным насосом и отпаивали при откачке. Секцию с металлом реактора помещали в электрическую печь сопротивления, которую постепенно, в течение 5 суток с промежуточными изотермическими выдержками нагревали до  $\sim 800$ К. При этом секция реактора с бромом нагревалась до температуры кипения брома за счет теплоты печи секции реактора с металлом.

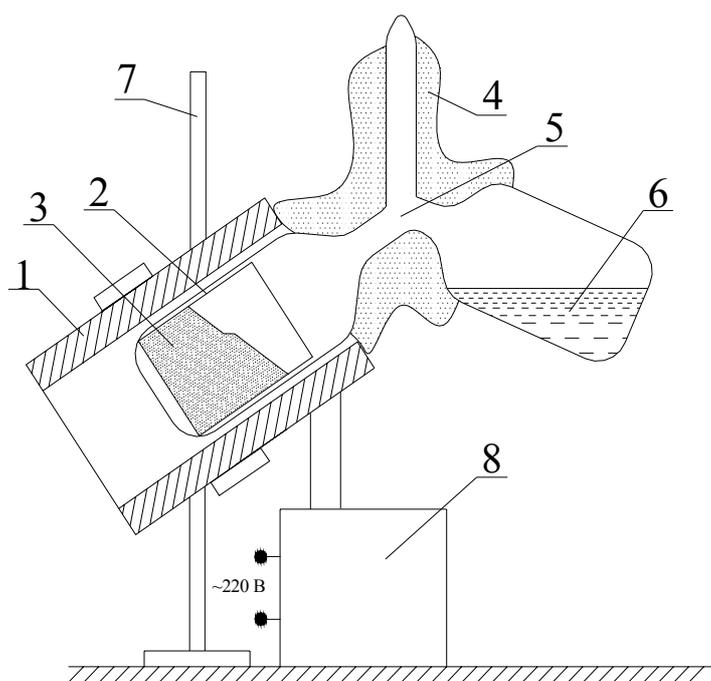


Рисунок 1 – Вакуумированный двухсекционный кварцевый реактор  
 1- печь; 2 – кварцевый тигель; 3 – металлический эрбий, а при завершении синтеза – бромид эрбия; 4 – утеплитель из асбестового шнура;  
 5 – вакуумированный кварцевый реактор; 6 – бром; 7 – штатив для закрепления печи; 8 – лабораторный автотрансформатор

Охлаждение реактора начинали с секции с бромом. Для этого к ней подносили сосуд Дьюара с жидким азотом и постепенно погружали в жидкий азот. Затем печь снимали и охлаждали секцию с полученным бромидом на воздухе до комнатной температуры. Охлаждённый реактор с твёрдым бромом быстро переносили в сухой бокс, разбивали, начиная с правой секции; слиток брома помещали в герметичный контейнер, а бромид  $\text{ErBr}_3$  извлекали из тигля и измельчали в ступке. В кварцевом тигле реактора бромид эрбия выглядел как умеренно спекшийся «пирог» розовой окраски, причём его объём был гораздо больше объёма исходного порошка металла, но он не касался боковых стенок тигля.

Косвенным доказательством отсутствия значительного взаимодействия между исходным металлом и кварцем, а также бромидом и кварцем при соблюдении режимных параметров синтеза является

сохранение прозрачности кварца и возможность использования одного и того же контейнера в нескольких последовательных синтезах.

Полученный в двухсекционном кварцевом реакторе продукт очищали вакуумной дистилляцией. Для этого вещество помещали в кварцевый реактор специальной формы, который имел секцию для сбора возогнанного вещества. Дистилляцию проводили при 1450 К в течение 3-4 ч, затем реактор охлаждали, отпаивали и переносили в сухой бокс для извлечения бромида.

При растворении очищенного  $\text{ErBr}_3$  в воде ( $\sim 0,2$  г на 10 мл  $\text{H}_2\text{O}$ ) образовывался прозрачный раствор, что предварительно указывает на отсутствие оксидов и оксидбромидов эрбия.

По описанному выше способу проводили три параллельных синтеза вещества  $\text{ErBr}_3$ .

**Химический анализ.** В химическом методе анализа для определения содержания бромид ионов использовали осадочный гравиметрический анализ (весовая форма  $\text{AgBr}$ ), а для определения эрбия – прямое комплексометрическое титрование раствором трилона Б с визуальной индикацией точки стехиометричности. Проанализировали вещество второго синтеза.

В полученном веществе:

	Er	Br
Найдено, %:	40,90±0,20	58,80±0,11
Для $\text{ErBr}_3$ вычислено, %	41,10	58,90
Суммарное содержание элементов:	99,70±0,23%.	

Результат химического анализа подтверждает пригодность разработанного способа для получения высокочистого бромида эрбия.

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

На спаи термопар устанавливали цилиндрические вакуумированные кварцевые сосуды (ампулы) с веществом  $\text{ErBr}_3$  (образец) и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (эталон). Ампула предохраняет вещество  $\text{ErBr}_3$  от воздействия окружающей среды, а одинаковые ампулы для образца и эталона призваны обеспечивать одинаковые условия нагревания для термопар во время опыта.

При проведении ДТА-измерений и ограничении площадей пиков на ДТА-кривых учитывали рекомендации Комиссии по стандартизации Международной конференции по термическому анализу (ICTA) [3].

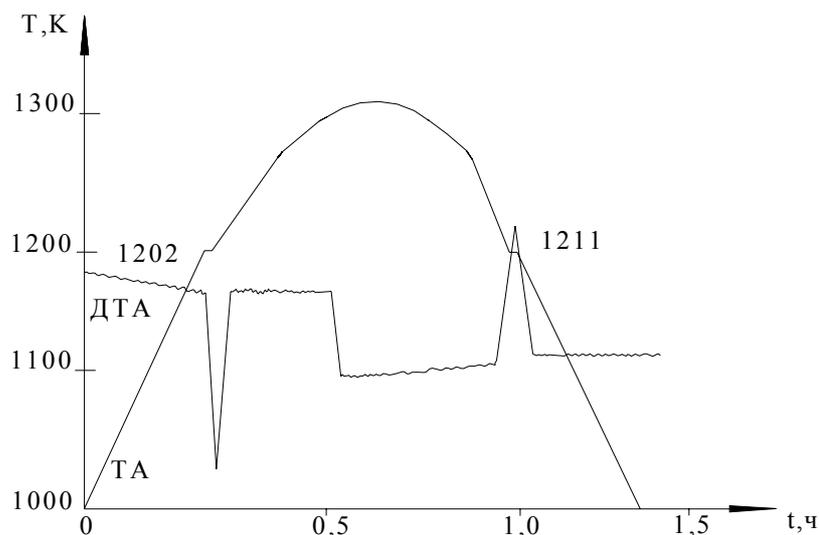


Рисунок 2 – Типичная ДТА – кривая образца  $\text{ErBr}_3$

Энтальпию превращения рассчитывали по уравнению:

$$\Delta_m H^\circ = \frac{S}{s \cdot n}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь пика ДТА,  $\text{см}^2$ ;  $s$  – инструментальная постоянная, равная площади термического эффекта, соответствующего изменению энтальпии образца на 1 кДж при условиях опыта,  $\text{см}^2/\text{кДж}$ ;  $n$  – количество испытуемого вещества, моль.

Способ калибровки прибора ДТА и градуировки термопары описан нами в работе [4]. Приведём только градуировочные уравнения:

$$T, \text{ K} = 580 + 34,0 h, \quad (2)$$

где  $h$  – расстояние от нулевой линии до площадки, соответствующей превращению на ТА – кривой;

$$S_{\text{нагрев}} = -17,7 + 0,0408T_m + 5,04m, \quad (3)$$

$$S_{\text{охлажд}} = 9,19 + 0,0211T_m + 4,9m \quad (4)$$

где  $S_{\text{нагрев}}$  и  $S_{\text{охлажд}}$  – инструментальная постоянная в уравнении (1) в зависимости от температуры плавления  $T_m, \text{ K}$  и массы образца  $m, \text{ г}$  соответственно для данных нагревания и охлаждения.

Для определения термических констант плавления  $\text{ErBr}_3$  записывали<sup>1</sup> 8 ДТА-кривых (рисунок 2), используя в образцах вещества всех трёх параллельных синтезов (партий).

Результаты измерений приведены в таблице.

<sup>1</sup> Съёмка ДТА-кривых на дериватографе произведена инженером Тираковым Г.М.

Таблица – Результаты ДТА-измерений образцов ErBr<sub>3</sub>

№* ДТА- кривой	Масса образца m, г	Нагревание				Охлаждение			
		h, см	T <sub>m</sub> , К	s, см <sup>2</sup> /кДж	Δ <sub>m</sub> H°, кДж/моль	h, см	T <sub>m</sub> , К	s, см <sup>2</sup> /кДж	Δ <sub>m</sub> H°, кДж/моль
1-1-1	1,46450	17,80	1185,2	38,04	41,37	18,35	1203,9	41,77	22,16
1-1-2	1,46450	17,70	1181,8	37,90	24,54	18,40	1205,6	41,80	19,91
2-1-1	0,89310	18,30	1202,2	35,85	39,30	18,55	1210,7	39,11	31,68
2-1-2	0,89310	18,10	1195,4	35,57	35,62	18,55	1210,7	39,11	35,96
2-1-3	0,89310	18,10	1195,4	35,57	35,10	18,35	1203,9	38,97	34,60
3-1-1	1,20055	17,90	1188,6	36,85	19,81	18,40	1205,6	40,51	16,10
3-1-2	1,20055	17,80	1185,2	36,71	17,62	18,40	1205,6	40,51	15,03
3-1-3	1,20055	18,10	1195,4	37,12	17,61	18,40	1205,6	40,51	14,73
средние значения			1191,2		25,05		1206,4		26,74

\* Первая цифра в номере ДТА-кривой означает номер партии, вторая – номер образца, а третья – какой по счёту раз нагревается данный образец.

Из таблицы следует, что ErBr<sub>3</sub> не склонен к переохлаждению, поэтому температуру плавления определяли совместной обработкой результатов нагревания и охлаждения. Энтальпии плавления, полученные при нагревании и охлаждении образцов, также составляют одну область рассеяния. Их статистически обработали совместно, исключив, предварительно, по два результата на противоположных концах интервала рассеяния.

По нашим данным ErBr<sub>3</sub> плавится при  $1200 \pm 3$  К (P=0,95; f = 15). Что подтверждает данные [1]. Энтальпия плавления равна:  $\Delta_m H^\circ(\text{ErBr}_3) = 26 \pm 5$  кДж/моль (P=0,95; f=11). По энтальпии и температуре плавления рассчитывали энтропию плавления:  $\Delta_m S^\circ(\text{ErBr}_3) = 22 \pm 4$  Дж/мольК.

#### Библиографический список

1. Spedding F.H., Daane A.H. The Rare-Earth Metals // Metallurgical Reviews, 1960. V.5, No. 19. – P. 297-341.
2. Термические константы веществ: Справ. Вып.8 / Под ред. В.П. Глушко, В.А. Медведева и др. М.: Наука, 1978. 525с.
3. Шестак Я. Теория термического анализа. М.: Мир, 1987. – С.318.
4. Горюшкин В.Ф., Пошевнева А.И., Винокурова Н.Г. Термические константы плавления иодида гольмия // Журн. неорганической химии, 1996. Т.41. №9. – С. 1534-1536.

## **МЕХАНОХИМИЧЕСКОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ И ЕЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПЕНТАОКСИДОМ ФОСФОРА**

**Котова Н.В., Белашева Л.В.**

**Научный руководитель: к.х.н., доцент Лагуткина Е.В.**

*Алтайский государственный университет  
г. Барнаул*

Древесина представляет собой природный полимерный композиционный материал, основные компоненты которого являются высокомолекулярными соединениями.

Для химической переработки древесина интересна своим комплексом природных органических полимеров – целлюлозы, нецеллюлозных полисахаридов, лигнина, а также разнообразных низкомолекулярных веществ - экстрактивных веществ.

Химические реакции древесины – это преимущественно реакции основных макромолекулярных компонентов клеточных стенок, т.е. целлюлозы, полиоз и лигнина, хотя в них могут принимать участие и экстрактивные вещества.

Важное место среди таких реакций занимает получение фосфорорганических соединений (ФОС). Наиболее известной сферой использования ФОС является защита сельскохозяйственных растений и животных от вредителей и болезней, стимулирование роста и развития растений зерновых культур. Многие органические производные фосфора являются флотореагентами, экстрагентами тяжелых металлов, присадками к маслам и топливам, пластификаторами и стабилизаторами высокомолекулярных соединений (ВМС). Фосфорсодержащие полимеры используются в современной технике как термостабильные и негорючие материалы, клеи. Введение в макромолекулу фосфорсодержащих группировок, в частности остатков фосфорсодержащих кислот, даёт возможность повышать огнестойкость древесных материалов, получать волокна и ткани, обладающие ионообменными или комплексообразующими свойствами, создавать новые сорбенты.

Реакционными группами компонентов древесного комплекса: целлюлозы, лигнина, полиоз являются гидроксильные группы. Реакция гидроксилсодержащих компонентов с оксидом фосфора (V) является одним из самых старых и дешевых методов синтеза смеси первичных и вторичных фосфатов. Обычное соотношение реагентов этой реакции 3:1:

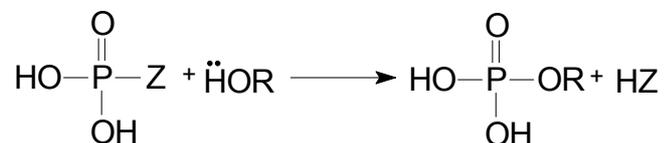


Схожие продукты образуются при нагревании смеси гидроксилсодержащих соединений с фосфорной кислотой при температуре

выше 100<sup>0</sup>С.

Целлюлоза почти не реагирует при обычной температуре с фосфорной кислотой, а только набухает и частично растворяется в ней. При нагревании также не получают фосфаты целлюлозы из-за деструкции полисахарида.

Фосфорилирование древесины фосфорной кислотой и ее производными протекает по следующей схеме:



где Z- группы OH, OR, NH<sub>2</sub>, NH - OR, OR - Hal.

По этой же схеме, вероятно, должно протекать фосфорилирование древесины и ее основных компонентов, роль нуклеофильного центра при этом играют гидроксильные группы элементарного звена макромолекулы целлюлозы и лигнина.

В процессе фосфорилирования образуются, в основном, простые и сложные эфиры древесины.

Твердофазное фосфорилирование древесины проводилось в вибраторе Ардена при комнатной температуре. В качестве фосфорилирующего агента использовался оксид фосфора (V). Время процесса варьировалось от 30 до 180 минут. По окончании реакции древесину промывали дистиллированной водой на стеклянном фильтре Шотта до нейтральной реакции среды, сушили на воздухе. При фосфорилировании бралось одинаковое массовое соотношение древесины и пентаоксида фосфора.

Исследована зависимость содержания фосфора в древесине от продолжительности процесса фосфорилирования.

Таблица 1 – Влияние продолжительности процесса на содержание фосфора

Продолжительность, мин	Содержание фосфора, %
30	0,32±0,04
60	0,99±0,06
90	1,40±0,02
120	2,65±0,03
180	1,69±0,04

Исходя из результатов, приведенных в таблице 1, следует, что при увеличении продолжительности процесса содержания фосфора в продуктах фосфорилирования увеличивается, но после 120 минут происходит снижение содержания фосфора. Это можно объяснить механической деструкцией макромолекул основных компонентов древесины в вибраторе Арденна. Происходит разрыв связи, при этом образуются низкомолекулярные соединения и мономеры. Отщепление низкомолекулярных продуктов является побочным процессом при механодеструкции полимеров. При этом

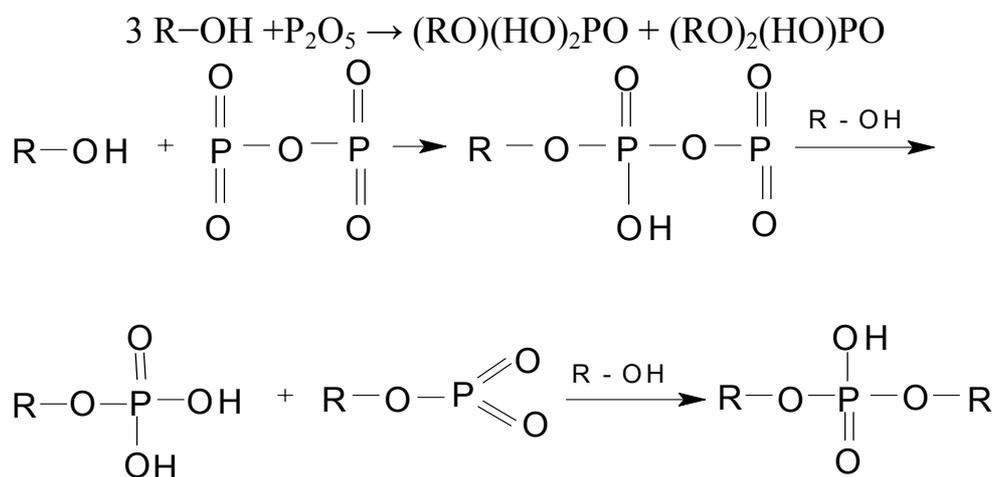
происходит активация метоксильных групп лигнина, отщепление низкомолекулярных растворимых продуктов целлюлозы и лигнина. Низкомолекулярные соединения и мономеры фосфорилируются легче, вследствие их большей реакционной способности. При дальнейшем увеличении продолжительности фосфорилирования деструкция макромолекул возрастает. С уменьшением молекулярной массы компонентов древесины их растворимость, а также растворимость их фосфатов, при промывании образцов водой, увеличивается, поэтому содержание фосфора в образцах снижается.

Исследовано фосфорилирование изолированных компонентов, выделенных из древесины осины (целлюлоза, холоцеллюлоза, ксилан, лигнин). Все выше перечисленные вещества взяты при равных условиях (температура, влажность, продолжительность, мольное соотношение реагентов).

Таблица 2 – Содержание фосфора в древесине и ее основных компонентах.

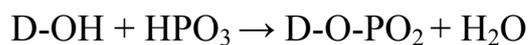
Компоненты	Содержание фосфора, %
Лигнин	2,65±0,06
Холоцеллюлоза	2,82±0,08
Целлюлоза	1,97±0,04
Ксилан	2,39±0,03
Древесина	2,65±0,04

Взаимодействие древесины с пентаоксидом протекает следующим образом:

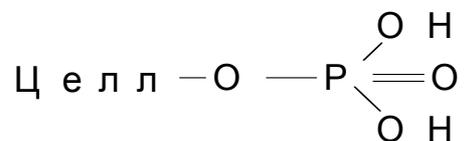


Логично предположить, что оксид фосфора (V) частично переходит в метафосфорную кислоту, при взаимодействии пентаоксида фосфора и воды, которую пентаоксид поглощает из воздуха, а частично из древесины (сильный водоотнимающий агент). Метафосфорная кислота так же реагирует с образцами древесины и ее основными компонентами, но в гораздо меньшей степени, т.к. эта реакция стерически затруднена.

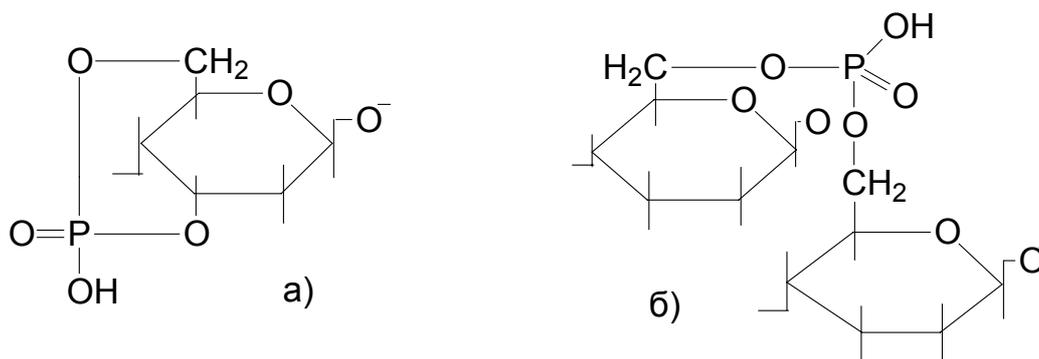




Этерификации подвергаются в первую очередь первичные гидроксильные группы глюкозной единицы. При температурах ниже 150° С образуются монозамещенные эфиры фосфорной кислоты,



а при более высоких температурах — дизамещенные, которые могут иметь структуру циклическую (а) или сшитую мостичными эфирными связями (б):



Механизм реакции фосфорилирования недостаточно изучен и по-видимому заключается в электрофильной атаке ионом фосфония  $PO_2^+$  кислорода OH – группы с отщеплением протона.

Макромолекулы лигнина легко взаимодействуют с электрофильными реагентами вследствие ароматической природы их структурных эвеньев, активированных электронодонорными заместителями.

Состав продуктов фосфорилирования изучен с помощью метода ИК – спектроскопии. Обнаружена широкая размытая полоса в области 1200 – 1220  $cm^{-1}$ , эту полосу приписывают валентным колебаниям группы P=O. Появилась полоса поглощения в области 1020  $cm^{-1}$ , характерная для P-O-C связи. Наблюдается сильное уменьшение интенсивности полос поглощения в области валентных колебаний гидроксильных групп 3000-3600  $cm^{-1}$ , что свидетельствует о взаимодействии фосфорилирующих агентов с гидроксильными группами.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что в процессе механохимического фосфорилирования древесины осины оксидом фосфора (V) в вибраторе Арденна образуются фосфаты основных компонентов древесины, содержащих гидроксильные группы.

## II. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 669.162.1

### СОКРАЩЕНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АГЛОМЕРАТА

**Одинцов А.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Долинский В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Мировой финансово-экономический кризис привёл к существенному сокращению промышленного производства во многих странах, в том числе и России. Так, мировое производство чугуна в декабре 2008 г. в сравнении с аналогичным периодом 2007 г. сократилось на 19,3 % до уровня 64,56 млн. т [1]. В условиях снижения объёмов производства товарной металлопродукции на ОАО «ЗСМК» возрастает актуальность сокращения издержек, значительную часть которых составляют расходы на топливно-энергетические ресурсы.

Цель данной работы – разработка способов сокращения топливно-энергетических ресурсов при производстве агломерата в условиях ОАО «ЗСМК».

Приоритетными направлениями сокращения топливно-энергетических ресурсов при производстве агломерата в настоящее время являются:

- рециркуляция горячего воздуха с охладителя агломерата в зону спекания агломашины с целью утилизации тепла охлаждающего воздуха. Использование горячего воздуха снижает удельный расход твёрдого топлива примерно на 10 %, а следовательно, уменьшаются и выбросы в атмосферу CO, SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> [2];

- использование горячего воздуха с охладителя для производства пара [3];

- совершенствование технологии шихтоподготовки (оптимизация гранулометрического состава твёрдого топлива и рациональное распределение его в слое аглошихты) [4];

- модернизация конструкции зажигательного горна с целью снижения расхода газообразного (жидкого) топлива при зажигании аглошихты [5].

В условиях агломерационного цеха ОАО «ЗСМК» доля затрат на топливно-энергетические ресурсы составляет более 6 % от себестоимости агломерата. Существенная часть этой доли приходится на твёрдое топливо, которое составляет 61,91 % энергоёмкости (разность между потреблением и выработкой энергоресурсов) агломерационного цеха [6].

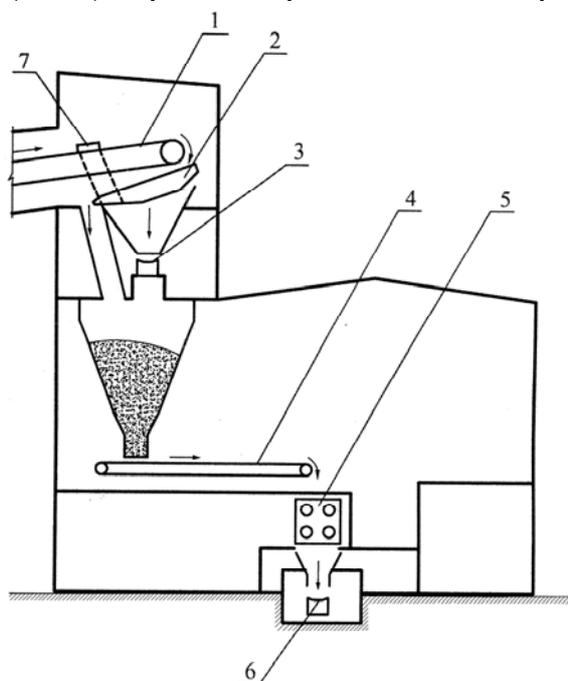
Таким образом, приоритетным направлением сокращения топливно-

энергетических ресурсов в агломерационном цехе ОАО «ЗСМК» является, прежде всего, сокращение удельного расхода твёрдого топлива на производство агломерата.

Совершенствование технологии подготовки твёрдого топлива к агломерации целесообразно развивать в двух направлениях: оптимизация режимов работы дробильно-сортировочного комплекса подготовки топлива и его предварительный отсев перед четырёхвалковыми дробилками. Анализ результатов исследований [7] по оптимизации зазоров валков четырёхвалковой дробилки показывает, что увеличение зазора нижних валков с 1-1,5 до 2-2,5 мм в период вывода из технологии подготовки топлива конусной дробилки (увеличение крупности исходного твёрдого топлива с 0-13 до 0-40 мм) позволяет снизить содержание нежелательной фракции менее 0,5 мм в дроблёном топливе с 37,1 до 34,5 %, а следовательно, снизить его удельный расход на 1 % отн. [8].

Проведённые на металлургических предприятиях Украины [9] и ОАО «Высокогорский ГОК» [10] промышленные исследования по предварительному отсеvu коксовой мелочи перед четырёхвалковыми дробилками показали эффективность данного технического мероприятия. Внедрение усовершенствованной технологии позволило снизить расход коксовой мелочи на 0,5 кг/т агломерата.

В действующей технологической цепи оборудования для подготовки твёрдого агломерационного топлива на ОАО «ЗСМК» наиболее приемлемый вариант расположения классификатора является установка его в корпусе измельчения топлива (КИТ) перед четырёхвалковыми дробилками (рисунок 1).

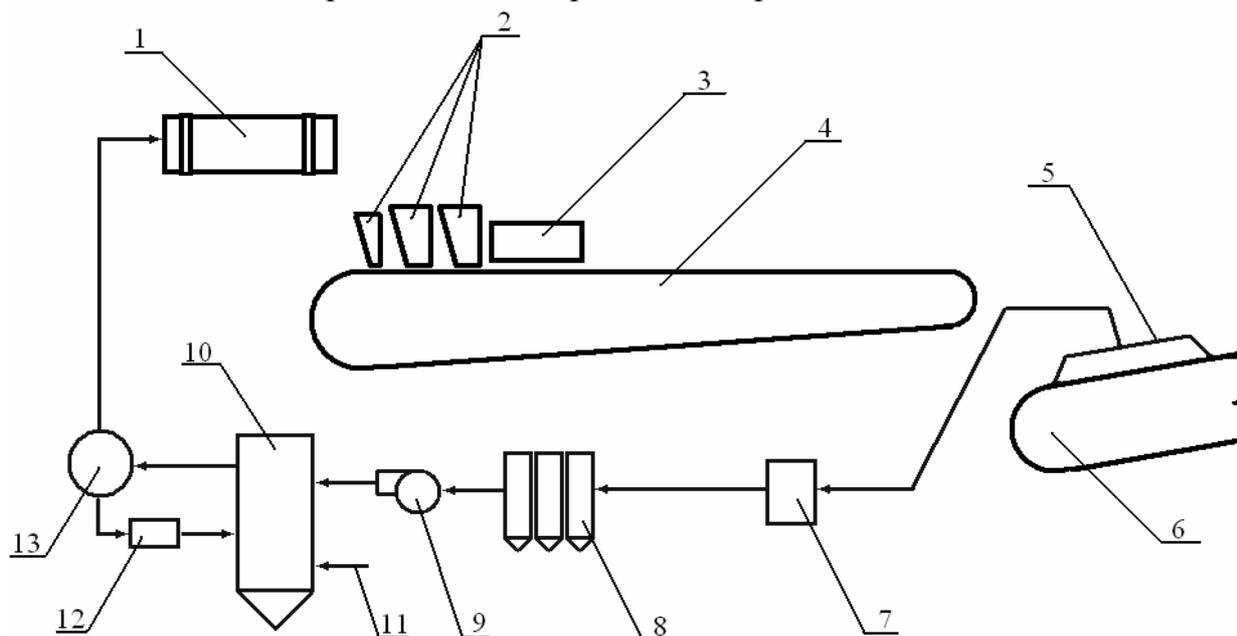


- 1 – конвейер ИТ-1; 2 – грохот; 3 – реверсивный конвейер ИТ-2;  
4 – конвейер ИТ-5; 5 – четырёхвалковая дробилка № 3; 6 – конвейер ИТ-8;  
7 – устройство для отклонения потока топливной смеси с конвейера ИТ-1

Рисунок 1 – Установка грохота в КИТ

В рамках совершенствования технологии шихтоподготовки предлагается увеличить скорость вращения смесителей и окомкователей аглошихты с 3-4 до 6-7 мин<sup>-1</sup>. Проведённые исследования по увеличению скорости вращения окомкователя № 5 с 4 до 7 мин.<sup>-1</sup> показали снижение расхода твёрдого топлива на 3 % отн. в опытный период (7 мин.<sup>-1</sup>) по сравнению с базовым (4 мин.<sup>-1</sup>). Снижение расхода твёрдого топлива обусловлено более равномерным распределением углерода топлива по фракциям окомкованной аглошихты.

Для определения наиболее экономически выгодного способа утилизации тепла от охладителя агломерата исходили из условия, что в агломерационном цехе ОАО «ЗСМК» действует система подачи перегретого пара в окомкователи аглошихты. Однако в зимние месяцы года температурные параметры пара не выдерживаются, что отражается на температуре шихты, уровень которой (48 °С в 2008 г.) ниже необходимого (57-60 °С). Для решения данной проблемы предлагается смонтировать установку по утилизации тепла от охладителя агломашины № 1 (рисунок 2), конструкция которой не предусматривает узла выделения горячего возврата. Таким образом, на охладителе агломашины № 1 возможна утилизация тепла не только от агломерата, но и от горячего возврата.



- 1 – окомкователь шихты;  
 2 – бункера для «постели», шихты нижнего и верхнего слоёв;  
 3 – зажигательный горн; 4 – агломашина АКМ-336;  
 5 – короб отбора горячего воздуха; 6 – охладитель агломерата ОП-315;  
 7 – пылесадительная камера; 8 – батарейные циклоны; 9 – вентилятор;  
 10 – котёл-утилизатор; 11 – подвод питающей воды;  
 12 – циркуляционный насос; 13 – барабан-сепаратор

Рисунок 2 – Схема установки по утилизации тепла

Принцип работы установки утилизации тепла следующий. Полученный на агломашине 4 агломерат дробится на одновалковой дробилке и загружается на линейный охладитель агломерата 6. На линейном охладителе в районе первых двух дутьевых камер установлен короб 5, где отбирается горячий воздух с охладителя и подаётся с помощью вентилятора 9 в котёл-утилизатор 10. Для увеличения срока службы вентилятора на тракте подачи горячего воздуха вмонтированы пылеосадительная камера 7 и блок батарейных циклонов 8. Для циркуляции горячей воды с котла-утилизатора до барабана-сепаратора 13 и обратно служит насос 12. Выработанный в барабане-сепараторе пар подаётся в окомкователь 1.

Для определения количества тепла, выделяемого готовым агломератом, был проведён расчёт производственной аглошихты в условиях ОАО «ЗСМК» и на его основе составлен тепловой баланс процесса спекания (таблица). Как видно из таблицы, теплота пирога готового агломерата (с учетом массы возврата) составляет существенную статью расхода тепла аглопроцесса – 43,68 МДж (38,76 %) на 100 кг агломерата.

Таблица – Тепловой баланс процесса спекания аглошихты (на 100 кг агломерата)

Приход тепла	кДж	%	Расход тепла	кДж	%
Теплота горения твердого топлива	61168,63	54,29	Теплота испарения гигроскопической влаги	22075,20	19,59
Теплота воздуха, подаваемого в спекаемый слой	1040,49	0,92	Теплота разложения гидратов и испарения гидратной влаги	779,55	0,69
Теплота подогретой шихты (с учетом массы возврата)	8661,24	7,69	Теплота разложения карбонатов	22294,89	19,79
Теплота горения серы и сульфидов	5966,43	5,30	Теплота отходящих газов	12585,76	11,17
Теплота зажигания	15120,00	13,42	Теплота пирога готового агломерата (с учетом массы возврата)	43680,00	38,76
Теплота минералообразования	2253,59	2,00	Тепловые потери	11265,65	10,00
Теплота окисления магнетита шихты до гематита	18469,10	16,39	Итого	112683,78	100,00
Итого	112679,48	100,00			

С учётом того, что выработка теплоэнергии в котле-утилизаторе составляет около 10 % от теплоты пирога готового агломерата [3], то количество возможного тепла, подаваемого в окомкователи, составит 43,68 МДж/т агломерата. Однако, согласно производственным данным за 2009 г., расход теплоэнергии на технологический пар составил 90,5 МДж/т

агломерата. Таким образом, установка по утилизации тепла позволит снизить количество теплоэнергии, поставляемой от Западно-Сибирской ТЭЦ для подогрева шихты паром, повысить температуру шихты до 57-60 °С и улучшить показатели аглопроцесса в зимние месяцы года.

Ожидаемый годовой технико-экономический эффект при внедрении вышеописанных мероприятий (без учёта капиталовложений на реконструкцию):

- от сокращения удельного расхода твёрдого топлива за счёт оптимизации работы дробильно-сортировочного оборудования для подготовки твёрдого топлива – 0,5 кг/т агл. или 0,4 млн. руб.;

- от сокращения удельного расхода твёрдого топлива за счёт организации его отсева перед четырёхвалковыми дробилками – 0,5 кг/т агл. или 4,3 млн. руб.;

- от сокращения удельного расхода твёрдого топлива за счёт совершенствования режимов работы смесительно-окомковательного оборудования – 1,6 кг/т агл. или 13,7 млн. руб.;

- от уменьшения расхода теплоэнергии на технологический пар за счёт утилизации тепла с охладителя агломерата и подачи его в виде пара в окомкователи – 40 МДж/т агл. или 21,7 млн. руб.;

- от снижения условно-постоянных расходов на производство агломерата за счёт увеличения удельной производительности агломашин (на 1,0 % отн.) – 2,5 млн. руб.

#### Выводы

Для сокращения топливно-энергетических ресурсов при производстве агломерата на ОАО «ЗСМК» предложены следующие технические мероприятия: оптимизация режимов работы дробильно-сортировочного оборудования для подготовки твёрдого топлива, организация его отсева перед четырёхвалковыми дробилками, увеличение скорости вращения смесительно-окомковательного оборудования, монтаж на охладителе агломашин № 1 установки по утилизации тепла и подачи его в виде пара в окомкователи шихты.

#### Библиографический список

1. Мировое производство чугуна [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://sapdb2.eam.ru:50000/irj/go/km/docs/documents/Links/news>.

2. Шаповалова Н.Г. Совершенствование процесса подготовки сырья к доменной плавке / Н.Г. Шаповалова // *Металлург. и горноруд. пром-сть.* – 2003. – № 2. – С. 11-13.

3. Зайцев Ю.С. Использование вторичных энергетических ресурсов в агломерационном производстве / Ю.С. Зайцев. – Харьков: Домна, 2003. – 86 с.

4. Русских В.П. Исследование и совершенствование технологии производства агломерата / В.П. Русских, В.П. Тарасов, О.В. Кривенко //

Вестник Приазов. гос. техн. ун-та: Сб. науч. тр. – Мариуполь, 2001. – Вып. 10 [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.pstu.edu/1\\_r/science/vestnik10.shtml](http://www.pstu.edu/1_r/science/vestnik10.shtml).

5. Освоение зажигательных горнов агломашии с горелками на передней торцевой стенке / В.В. Антонов [и др.] // *Металлург. и горноруд. пром-сть.* – 2003. – № 1. – С. 16-19.

6. Комплексный энергетический аудит ОАО «ЗСМК». В 3-х т. Т. 1. Общие материалы. Анализ энергоёмкости ЗСМК. Сравнение с другими заводами. Потенциал энергосбережения. Малозатратные мероприятия: промежуточный отчёт / ООО НТЦ «Промышленная энергетика». – Новокузнецк: ОАО «ЗСМК», 2008. – 61 с.

7. Одинцов А.А. Совершенствование режимов дробления твёрдого топлива на четырёхвалковых дробилках / А.А. Одинцов, В.А. Долинский // *Изв. вузов. Чёр. металлургия.* – 2008. – № 12. – С. 7-11.

8. Фролов Ю.А. Теплотехническое исследование процесса агломерации и совершенствование технологии и техники для производства агломерата / Ю.А. Фролов. Автореф. на соиск. уч. ст. докт. техн. наук. – Екатеринбург, 2005. – 53 с.

9. Совершенствование технологической схемы подготовки твёрдого топлива на агломерационной фабрике / В.А. Белоног [и др.] // *Металлург. и горноруд. пром-сть.* – 1991. – № 2. – С. 4-5.

10. Коростелов А.В. Мероприятия по повышению эффективности использования коксовой мелочи на агломерационный процесс / А.В. Коростелов // Тез. докл. Межд. науч.-техн. конф. мол. спец. ОАО «ММК», Магнитогорск, 17-22 апр., 2006. – Магнитогорск: ОАО «ММК», 2006. – С. 14-15.

УДК 658.567:669.162.275.8

## **УТИЛИЗАЦИЯ ЦИНКОСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕЙ И ШЛАМОВ ЗА ДОМЕННЫМИ ПЕЧАМИ**

**Медведская О.О.**

**Научный руководитель: Медведская Е.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Многочисленными исследованиями и практикой работы доменных печей доказано, что доменная плавка материалов, содержащих соединения цинка, сопряжена с рядом трудностей. Проблема цинка сохраняет свою актуальность и в обозримом будущем, особенно в связи с растущей необходимостью организации безотходной технологии с более полным использованием шламов металлургических производств, содержащих до 55 % железа. В настоящее время шламы практически выведены из оборотного

цикла главным образом из-за того, что они являются основным поставщиком цинка в шихту доменных печей, а существующая технология подготовки сырья к доменной плавке не обеспечивает его удаление. Принятые на ряде предприятий черной металлургии решения о сокращении или полном выводе шламов текущего производства, исключение использования накопленных шламов не только влекут за собой потерю миллионов тонн железа и сотен тысяч тонн цинка, но и ухудшают экологические условия, увеличивают и без того громадные земельные территории под шламонакопителями.

Главной проблемой, связанной с рециркуляцией колошниковой пыли, является цинк. Присутствие цинка даже в небольших количествах оказывает неблагоприятное воздействие на ход доменного процесса. Допустимое количество цинка в доменной шихте находится в пределах от 0,1 до 0,45 кг/т.

Тепловой баланс в печи значительно нарушается при повышающемся содержании цинка в шихте. Ввиду положительной энтальпии реакций и превращения из горна доменной печи отбирается тепло, вследствие чего устанавливаются более низкие температуры чугуна и шлака.

Кроме того, цинк приводит к повышенному износу огнеупорных материалов, а также образованию настывей в тех участках, где он конденсируется в виде оксида ZnO и осажается на шихтовых материалах и на огнеупорной кладке.

Выносимая из доменных печей пыль представляет собой сырьевой источник для получения черных и цветных металлов. Поэтому решение проблемы возвращения железосодержащей пыли в производство черных металлов связано с необходимостью разработки способов утилизации, предусматривающих не только извлечение примесей цветных металлов, но и выделение их в продукт, пригодный для дальнейшей переработки на предприятиях цветной металлургии. Для этого необходимо предварительное обогащение пылей цинком и другими цветными металлами до таких концентраций, которые требуются для экономической переработки известными способами утилизации.

При исследовании причин образования частиц цинка в доменной печи установлено, что большая его часть присутствует в виде оболочки на частицах металлов Fe, C и ферритов Ca. Поэтому содержание цинка больше в мелких фракциях пыли, суммарная удельная поверхность которых больше, чем у крупных частиц. В связи с этим, при эффективной классификации достигается разделение на богатые и бедные цинковые фракции. Довольно распространена обработка пылей в гидроциклонах, обеспечивающая концентрацию цинка в верхнем продукте, существенно уменьшая количество цинка, поступающего в доменную печь.

Для утилизации цинксодержащих пылей и шламов наибольшее распространение получили пирометаллургические методы обработки железосодержащих отходов. Они обеспечивают высокую степень удаления вредных примесей с одновременной металлизацией готового

железосодержащего продукта, что определяет их широкое промышленное применение. Метод предусматривает термическую обработку пыли в трубчатой или вращающейся печи. Пыли или шламы окомковывают в чашевых окомкователях, сушат и подогревают отходящими газами, а затем металлизуют во вращающихся печах при  $1100^{\circ}\text{C}$ . При этом цинк улетучивается на 99%, а применение металлизированных окатышей в шихте доменной печи в количестве 10% приводит к повышению ее производительности на 4,4-8,2%, снижению расхода кокса на 7,3-10,6%.

Успешно применяется в Японии процесс Кавасаки, разработанный фирмами «Сэйтэцу» и «Кавасаки дэюкоге». Этот процесс внедрен на трех фабриках этих фирм с общей производительностью мощностью 420 тыс.т/г окатышей. Перед вращающейся печью окатыши из шламов и пыли подогреваются на колосниковой решетке отходящими из печи газами и загружаются вместе с коксиком в печь. Готовый металлизированный продукт содержит 74,3%  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , 70,6%  $\text{Fe}_{\text{мет}}$ , и 0,02% Zn.

В СНГ Гипрометом совместно с Уралмеханобром и Гипроцветметом, а также институтом металлургии Уральского научного центра и Беловским цинковым заводом разработаны аналогичные процессы переработки шламов во вращающейся трубчатой печи с извлечением цинка и свинца. Получены высокие результаты – степень металлизации 92,5%, а степень извлечения цинка 95%. Установлено, что добавки цемента или извести, а также металлического железа повышают степень возгонки цинка на 20 – 30%.

Казахским химико–технологическим институтом предлагается гидровозгоночный метод переработки шламов и пылей во вращающейся печи с получением железосодержащих окатышей и парогазовой хлорсодержащей смеси, которая затем подвергается водно-известковой обработке с получением гидратов цветных металлов. В качестве хлорагента используются отходы производства соды. Способ базируется на отечественном оборудовании, которое используется в производстве керамзита. В процессе окислительно-хлорирующего обжига цинк и свинец отгоняются в парогазовую смесь на 92-96,5% при  $11700\text{C}$ . Продуктом переработки является обесцинкованный железосодержащий огарок (цинка 0,1...0,15%) и гидратный кек (цинка 29...32%). Огарок возвращается в металлургический передел, а кек может быть использован для выпуска цинковых белил.

Гидрометаллургические способы обесцинкования заключаются в выщелачивании и последующем селективном выделении цинка. Оксид цинка хорошо растворяется в растворах хлорида аммония, соляной и серной кислот, едкого натра, каустической соды. По активности растворители можно расположить в ряд: соляная кислота, раствор ее в соленой воде, хлорная вода. При pH менее 4 цинк переходит в раствор. При pH = 2 в раствор извлекается 63% цинка в течение 5 мин. При pH = 1 извлечение цинка повышается до 75%. При pH = 6,5-9 происходит осаждение соединений цинка, а дальнейшее повышение pH способствует обратному

растворению соединений цинка. При выщелачивании хлорной водой извлечение цинка составляет 75%. По данным немецких фирм (Лурги, Круп, Хутт и др.) 70% цинка выщелачивается обычной водопроводной водой, при обработке кальцинированной содой происходит осаждение цинка в виде геля. При осаждении известью осаждается 70% цинка. Скорость осаждения при  $pH = 9$  составляет 1-1,2 м/ч, добавление ПАВ увеличивает скорость осаждения в 3-4 раза, а при  $pH = 12-12,3$  скорость достигает 0,5 м/ч. При этом образуются тонкодисперсные частицы гидроксидов, которые, коагулируя, достаточно быстро оседают и образуют рыхлый обводненный осадок.

Несмотря на возможность получения высококачественного цинксодержащего продукта, гидрометаллургические способы неприемлемы для широкого промышленного внедрения. Это связано с высокими эксплуатационными затратами, дефицитом кислот и щелочей, тяжелыми условиями труда, загрязнением окружающей среды.

В последние годы разрабатываются новые способы извлечения цинка и других цветных металлов из дисперсных отходов металлургического производства. В частности, был предложен процесс их обесцинкования путем электроплавки окатышей, полученных из пыли, в дуговой электропечи. Принципиально этот метод заключается в следующем. При получении окатышей в них «накатывался» углеродосодержащий материал (например, молотый кокс) с тем, чтобы при плавке их в дуговой печи образовывалась восстановительная атмосфера. Оксиды кремния, кальция, марганца, имеющиеся в окатышах, представляют собой по существу пустую породу; при плавке они образуют шлаковый расплав, который периодически выпускается из печи. Цветные металлы возгоняются, и образующийся пылегазовый поток направляется в газоочистные сооружения через окислительную камеру. Цветные металлы превращаются в оксиды, которые затем и улавливаются. Уловленная пыль содержит до 50 % цинка. Кроме того, газовым потоком выносятся и такие металлы, как индий, таллий, кадмий.

В настоящее время на Западно-сибирском Металлургическом Комбинате (ОАО «ЗСМК») доменная пыль из пылесадительных камер полностью перерабатывается в агломерационном производстве, шлам направляется на гидроотвал. Шламы пылеулавливающих устройств доменной печи образуются при очистке газов, выходящих из нее, очищаются в скрубберах или трубах Вентури. Перед ними устанавливаются радиальные или тангенциальные сухие пылеуловители, в которых улавливается наиболее крупная, так называемая колошниковая, пыль, которая возвращается в аглопроизводство как компонент шихты.

Использование шламов препятствует высокому содержанию в них цинка, причем при кругообороте цинка в печи агломерат - доменная печь - шламы доменных газоочисток его количество в последних возрастает.

Несмотря на большое содержание железа в шламах доменного

производства ЗСМК, оксидов цинка в них содержится примерно 10, 9%.

Для утилизации таких шламов в условиях ЗСМК мы решили остановиться на разработанной в Японии технологии переработки шламов с большим содержанием цинка и других примесей – Раса НГП.

После мокрой газоочистки шлам поступает в сгуститель радиального типа, в котором происходит разделение шлама на осадок (с концентрацией твердой фазы не более 35-55%) и осветленную воду.

Согласно технологии шлам из сгустителя откачивается в вихревой обдирочный аппарат с многолопастной мешалкой и коллекторами, в котором цинк обдирается с поверхности частиц пыли.

Затем пульпа перекачивается в вакуумный гидроциклон. Гидроциклоны применяются для осветления и классификации твердых частиц диаметром от 5 до 150 мкм. Исследования фирмы «Син Ниппон» показали, что цинк в доменных шламах сосредоточивается в основном в наиболее тонкой фракции (около 20 мкм), железо сравнительно равномерно распределено во всех фракциях, а углерод - в наиболее крупных. На этой основе была разработана технология отделения наиболее тонкой фракции (содержащей соединения цинка) с помощью гидроциклона.

После классификации в гидроциклоне *нижний слив* поступает в сгуститель (например, радиальный отстойник), в котором он смешивается со шламом кислородных конвертеров и затем смесь обезвоживается на пресс – фильтрах. Далее шлам направляется в тарельчатый окомкователь для получения миниокатышей (1-5 мм), которые после поступают на агломашину.

*Верхний слив* с содержанием твердого 2% подают в отстойники (радиального типа), откуда через 3 ч шлам с концентрацией твердых частиц 8-15% подается в фильтр-пресс, а осветленная вода возвращается в первичный отстойник. Далее шлам также отправляется в тарельчатый гранулятор, где получают окатыши, обогащенные цинком, которые можно продавать предприятиям, где цинк используют в производстве.

Использование технологии с применением гидроциклонов позволяет

- 1) сохранить и использовать железо- и углеродсодержащие материалы;
- 2) экономит электроэнергию для транспортировки материалов;
- 3) дает возможность повторного использования воды в производстве;
- 4) высвободит территории, занимаемые шламохранилищами и отвалами.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В КОНВЕРТЕРАХ ОАО «ЗСМК»**

**Васильева Т.В., Калиногорский А.Н.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Всеобщее ухудшение экологической обстановки в мире вследствие развития промышленности, внедрения новых технологий, роста потребности человечества в комфортном и безопасном существовании является одной из глобальных проблем человечества.

Значительный ущерб окружающей среде наносит металлургическая промышленность. По объему вредных выбросов черная металлургия сопоставима с энергетикой, по количеству загрязняющих ингредиентов и их агрессивности она не уступает химической и нефтехимической промышленности.

При этом предприятия черной металлургии имеют возможность перерабатывать в собственном производстве значительную часть своих отходов.

В соответствии с развиваемыми положениями на Западно-Сибирском металлургическом комбинате разработаны технологические варианты переработки в конвертерах техногенного и вторичного сырья.

Первый вариант - это переработки в 160-т конвертерах железорудных отходов предпочтительно способом жидкофазного восстановления с применением в качестве восстановителей дешевых энергетических марок угля. На это техническое решение получен патент № 2107737 «Способ выплавки стали в конвертере». Целью, которого является, повышение выхода годного металла.

Сущность предлагаемой технологии заключается в том, что в условиях дефицита металлолома и необходимости более эффективного использования его заменителей (например, таких как железо, марганец, концентраты или агломераты) в конвертер заливают чугуны, вводят твердый окислитель и углеродсодержащие материалы и перемешивают ванну смесью нейтрального газа и кислорода в определенном соотношении для восстановления оксидов металлов твердого окислителя углеродом чугуна и присаживаемых углеродсодержащих материалов и углеродсодержащими газами рабочего пространства конвертера, а также другими примесями чугуна. Соотношение расхода чугуна и окислителя определяли на основе тепловой оценки окисления как охладителя и необходимости получения заданной массы плавки (табл. 1). Расход кокса рассчитывали из условий замыкания теплового баланса плавки и обеспечения необходимой степени восстановления окислителя к моменту перехода к окислительной продувке.

Таблица 1 – Материальный баланс конвертерной плавки с использованием промышленной окалины

Приход			Расход		
Материалы	т/пл.	% от мет. завалки	Материалы	т/пл.	% от мет. завалки
Жидкий чугун	145,3	100,0	Сталь	140,7	96,9
Скрап	-	-	Шлак	19,0	13,1
Окалина	15,0	10,3	Газовые продукты окисления чугуна (СО и СО <sub>2</sub> )	14,76	10,2
Известь	7,5	5,2	Продукты горения кокса	7,2	5,0
Кокс	3,0	2,1	Азот	1,94	1,3
Футеровка	0,5	0,34	Неусвоенный кислород	0,66	0,45
Кислород	13,3	9,15	Угар ферросплавов	0,14	0,09
Азот	1,94	1,34	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в виде пыли	1,5	1,03
Ферросплавы	1,13	0,77	Выбросы и выносы	1,5	1,03
			Корольки в шлаке	0,8	0,55
<b>Итого</b>	<b>187,6</b>	<b>100</b>	<b>Итого</b>	<b>188,2</b>	<b>100</b>

Технология конвертерной плавки с жидкофазным восстановлением оксидов железа плавка ведется в два основных периода: восстановительный и окислительный.

Использование железорудных отходов (прокатной окалины) для жидкофазного восстановления оксидов железа при окислительном рафинировании металла обеспечивает повышение выхода годного и уменьшение расхода металлошихты. При этом высвобождается дополнительное количество лома, обеспечивающее резерв производства и достижение нормированных расходных коэффициентов передела. В связи с особенностями ведения процесса наблюдается снижение средней производительности конвертера, обусловленное увеличением продолжительности цикла плавки, однако в условиях неполного использования производственных мощностей, влияние этого фактора на объем производства компенсируется увеличением экстенсивной нагрузки оборудования, что позволяет сохранить базовый объем производства.

На Западно-Сибирском металлургическом комбинате также разработана технология продувки металла в конвертерах с использованием фторуглеродистых отходов алюминиевого производства (выбойка углеродистой катодной футеровки электролизных ванн производства алюминия, отработанные аноды и катоды электролизных ванн производства алюминия, шлак производства вторичного алюминия и т.д.).

На это техническое решение получен патент № 2287018 «Способ выплавки стали в конвертере». Целью, которого является снижение расхода шлакообразующих материалов на плавку, увеличение выхода жидкой стали и стойкости футеровки кислородных конвертеров.

Способ выплавки стали в конвертере, включающий завалку металлолома, на него подают алюминийсодержащие отходы в количестве

40-60%, шлакообразующие и углеродсодержащие материалов, все это прогревают кислородом, затем заливают жидкий чугун и присаживают остальное количество алюминийсодержащих отходов одновременно со шлакообразующими материалами. Часть алюминийсодержащих отходов при присадке всплывает и попадает в шлак, снижая его вязкость. Использование фторуглеродистых отходов алюминиевого производства при конвертировании металла улучшает условия шлакообразования, переход серы и фосфора в шлак, что позволяет полностью исключить плавиковый шпат из конвертерной плавки и снизить расход твердого топлива (табл. 2).

Таблица 2 – Основные технологические показатели работы 160-т конвертеров по разработанной и обычной технологиям

Показатели	Технологические варианты	
	разработанная	обычная
Расход чугуна, кг/т	786,1	794,1
Температура чугуна, °С	1362	1354
Хим. состав чугуна, %		
Si	0,43	0,42
Mn	0,40	0,39
S	0,020	0,018
P	0,105	0,096
Расход материалов, кг/т:		
уголь	18,4	20,2
известково-магнезиальный флюс	11,7	9,3
углеродистая выбойка	6,2	—
известь	41,3	43,8
Хим. состав металла (повалка /		
C	0,11	0,08
Mn	0,24	0,22
S	0,023	0,026
P	0,026	0,027
Температура металла на повалке, °С	1628	1621
Коэффициенты распределения:		
серы	3,38	3,00
фосфора	75,07	71,72
Содержание в шлаке, %		
CaO	46,0	45,8
CaO /SiO <sub>2</sub>	2,4	2,4
FeO	27,2	29,2
MnO	5,8	6,1
MgO	7,2	5,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,4	2,2

В последнее время на комбинате активно изучается возможность использования металлургических агрегатов для переработки бытовых

отходов и автомобильных покрышек.

На техническое решение использования автомобильных покрышек получен патент № 2215045 «Способ производства стали в конвертере». Задачей изобретения является снижение расхода твердых углеродсодержащих теплоносителей, снижение расхода чугуна на производство стали и увеличение стойкости футеровки конвертеров.

Способ производства стали в конвертере, включает завалку отработанных автомобильных покрышек, за тем на них загружают металлолома, шлакообразующие и углеродсодержащие материалы и подают кислорода, для подогрева лома, после чего в конвертер заливают жидкий чугун и продувают плавку кислородом.

Использование отработанных автомобильных покрышек позволяет повысить приход тепла в конвертер за счет увеличения теплоты сгорания топлива и улучшения условий теплопередачи вследствие повышения светимости факела при сгорании сажистых частиц, что приводит к снижению общего расхода топлива. Ввод покрышек в конвертер не повлиял на содержание в выбрасываемых в атмосферу газах пыли, а также продуктов неполного сгорания топлива (сажа, оксид углерода, углеводороды).

Экономический эффект от внедрения технологии в условиях ОАО «ЗСМК» составляет более 3 млн. руб. в год, в том числе за счет частичной замены угля покрышками в сталеплавильном производстве, снижения экологических платежей и приема на переработку покрышек сторонних организаций. В настоящее время в сталеплавильном производстве комбината перерабатывается свыше 30 тыс. штук автопокрышек в год, что полностью решило проблему их утилизации в г. Новокузнецке и близлежащих населенных пунктах.

Следующий вариант - это «Способ переработки твердых бытовых отходов в кислородном конвертере» патент № 2287111. Задачей изобретения является снижение капитальных затрат за счет совмещения процесса окислительного рафинирования металла и термической переработки ТБО в действующих металлургических агрегатах.

При этом предлагают ввести отходы в технологический процесс выплавки стали в качестве топлива для улучшения тепловой работы конвертера.

При использовании бытовых отходов их предварительно подвергают сортировке с целью отделения ценных негорючих и токсичных компонентов. Остаточную часть отходов после сортировки окусковывают с целью повышения плотности и снижения вероятности выноса легких и мелких компонентов из сталеплавильного агрегата. Размеры кусков (брикеты, пакеты, гранулы и др.) должны обеспечивать их удобную укладку в загрузочные устройства, беспрепятственное введение в агрегат и их полное сгорание.

Способ включает загрузку ТБО, затем подают металлолом и загружают углеродсодержащие и шлакообразующие материалы, после чего прогревают кислородом, затем заливают жидкий чугун и ведут

окислительное рафинирование, присаживая по ходу продувки шлакообразующие материалы.

В качестве горючих нетоксичных компонентов твердых бытовых отходов рассматривают бумагу, картон, пищевые отходы, текстиль, резину, кожу, древесные отходы, кости и т.д. В таблице 3 представлены данные о химическом составе и теплоте сгорания углеродсодержащих материалов, рекомендуемых к использованию в сталеплавильном производстве (кокс, угли сортов ТОМ, ССО, Г), а также резиновых (отработанные автомобильные покрышки, транспортерные ленты и др.) и горючих компонентов твердых бытовых отходов (бумага, полиэтилен, полистирол и др.). Приведенные данные показывают, что твердые бытовые отходы по своему химическому составу и технологической ценности близки к теплоносителям, традиционно используемым в сталеплавильном производстве. При этом они имеют даже некоторое преимущество перед углем и коксом вследствие более низкой влажности, а полимеры (полиэтилен, полистирол, полиэтилентерефталат), текстиль, древесина обладают более низкой зольностью (менее 1,0%) по сравнению с углями (8-14%), коксом (10%) и резиной (2,5%).

Таблица 3 – Химический состав и теплота сгорания горючих компонентов бытовых отходов и других видов теплоносителей

Компоненты	Влажность, $W^t$ , %	Содержание, % сухой массы						Низшая теплота сгорания, кДж/кг
		Зольность, $A^d$	Углерод	Водород	Кислород	Азот	Сера	
Кокс	5,0	10,0	87,7	0,4	0,3	1,2	0,4	29580
Уголь ТОМ	5,0-9,0	10,0	83,2	2,5	2,3	1,7	0,3	29517
Уголь ССО	6,5-10,0	8,0	81,2	4,0	4,5	2,0	0,3	28680
Уголь Г	9,0-10,0	14,0	69,3	5,2	8,7	2,4	0,4	27069
Резина (отработанные автошины, транспортерные ленты)	менее 1,0	2,5	85,0	8,2	2,4	0,4	1,5	37025
Бумага	менее 1,0	4,0	42,3	5,9	47,1	0,5	0,2	19987
Полиэтилен	менее 1,0	менее 1,0	90,4	8,0	0	0,5	0,1	39680
Полистирол	менее 1,0	менее 1,0	95,8	3,0	0	0,2	0	35680
Текстиль	менее 1,0	1,0-3,0	55,1	6,8	31,2	4,8	0,1	22550
Древесина	1,0	1,0	51,0	6,1	41,6	0,2	0,1	19077

Преимущество предлагаемой технологии переработки отходов заключается в достижении оптимальных условий для быстрого наведения первичного железистого шлака и сжигании горючих нетоксичных компонентов твердых бытовых отходов в объеме высокотемпературного шлакового расплава без образования высокотоксичных соединений, что позволяет совместить процесс окислительного рафинирования металла и

термической переработки отходов в кислородном конвертере.

Таким образом, металлургия, вводя в свои технологические процессы отходы, может получить не только дешевое топливо, флюсы и экономию за счет снижения расхода традиционно используемых и постоянно дорожающих материалов, но и отличный шанс завоевать признание общественности как экологически безопасного и массового утилизатора техногенного и вторичного сырья.

УДК 669.184

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОМ ПРОЦЕССЕ**

**Алькова М.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Герасименко И.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В практике кислородно-конвертерного процесса имеет первостепенное значение получение замкнутого теплового баланса при различной шихтовке плавки, особенно при больших колебаниях доли лома и чугуна в металлозавалке. Последнее время все чаще приходится применять в конвертерных процессах твердое топливо для компенсации недостаточного количества физического и химического тепла, что связано с работой на повышенных расходах металлолома. В этих условиях чрезвычайно важной является правильность определения в каждом конкретном случае эффективности применения твердого топлива в процессе выплавки стали.

Для проведения исследования провели выборку из 116 плавов, выплавленных в 160-т конвертерах кислородно-конвертерного цеха №1 ОАО «ЗСМК», в том числе: 68 плавов с долей лома в металлозавалке 28,6% и 48 плавов с долей лома в металлозавалке 49,4%. Основные технологические параметры плавов представлены в таблице 1. Для указанных серий плавов с различной долей лома в металлозавалке рассчитали эффект от внесения в конвертер твердого топлива. При расчете использовали величину «избыточного тепла процесса», которая представляет собой разницу между общим приходом тепла и минимальным его количеством, необходимым для нагрева системы до заданной температуры и возмещением тепловых потерь конвертера, когда продувка ведется без принудительного охлаждения (при использовании в металлозавалке только чугуна).

Избыточное тепло процесса определяется по формуле:

$$Q_{\text{изб}} = 10^3 \times [(8,35 - 0,1 \times B) \times Si + 1,6 \times Mn + 3,8 \times C + 0,0195 \times t_{\text{чуг}} + 2] - [(0,44 + 0,64 \times B) \times Si + 0,17 \times Mn + 0,785 \times C + 20,4] \times t_M, \quad (1)$$

где  $B$  - основность шлака на первой повалке;  
 $Si$ ,  $Mn$ ,  $C$  - количество окислившегося кремния, марганца и углерода соответственно;

$t_{чуг}$  - температура чугуна, °С;

$t_M$  - температура металла на первой повалке, °С.

Таблица 1 – Технологические параметры плавки с различной долей лома в металлозавалке

№ п/п	Наименование параметра	Среднее значение параметра	
		доля лома 28,6%	доля лома 49,4%
1	Садка (чугуна + металлолом), т	154,1	157,7
2	Технология завалки лома	одним совком	три совками
3	Количество прогревов лома	1	3
4	Расход твердого топлива на прогрев лома: - кг/плавка - кг/т садки	3310	6040
		21,5	38,3
5	Расход кислорода на прогрев лома, м <sup>3</sup> /плавка	1938,7	6210,2
6	Длительность прогрева лома, мин.	7,38	25,1
7	Удельный расход кислорода на прогрев лома, м <sup>3</sup> /мин.	262,7	247,4
8	Химический состав чугуна, % - Si - Mn - S - P	0,44	0,45
		0,47	0,43
		0,017	0,020
		0,11	0,11
9	Температура чугуна, °С	1324	1321
10	Расход извести, кг/т	50,5	46,5
11	Расход магнезиального флюса, кг/т	7,9	7,6
12	Цикл плавки, мин.	50,5	77,0
13	Температура металла на повалке, °С	1627	1625
14	Химический состав металла на повалке, % - C - Mn - S - P	0,036	0,023
		0,121	0,059
		0,028	0,036
		0,018	0,014
15	Химический состав шлака, % - CaO - FeO - MgO - MnO - SiO <sub>2</sub>	37,1	36,8
		25,12	29,7
		8,26	8,41
		6,03	5,88
		16,42	16,2

Количество лома, необходимого для нейтрализации избыточного тепла чугуна рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{ИЗБ}}}{q_{\text{л}} + 0,01Q_{\text{ИЗБ}}} \quad (2)$$

$q_{\text{л}}$  - охлаждающий эффект металлолома, ккал/кг.

$$q_{\text{л}} = C_{\text{ТВ}}^{\text{л}} \times t_{\text{ПЛ}}^{\text{л}} + q_{\text{СКРЫТ}} + (t_{\text{М}} - t_{\text{ПЛ}}^{\text{л}}) \times C_{\text{Ж}}^{\text{л}},$$

где  $C_{\text{ТВ}}^{\text{л}}$  - теплоемкость твердого лома (0,167 ккал/(кг×град));

$t_{\text{ПЛ}}^{\text{л}}$  - температура плавления лома, °С;

$q_{\text{СКРЫТ}}$  - скрытая теплота плавления лома (68 ккал/кг);

$t_{\text{М}}$  - температура металла на 1-й повалке, °С;

$C_{\text{Ж}}^{\text{л}}$  - теплоемкость жидкого металла (20 ккал/(кг×град)).

При расходе стального лома в металлозавалке равного  $G_{\text{л}}$  следует ожидать получение замкнутого теплового баланса в кислородно-конвертерном процессе без применения топлива. Расчетные значения  $Q_{\text{ИЗБ}}$ ,  $q_{\text{л}}$  и  $G_{\text{л}}$  для исследуемых серий плавок приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные значения характеристик теплового баланса

Наименование параметра	Значение параметра	
	доля лома 28,6%	доля лома 49,4%
Избыточное тепло процесса ( $Q_{\text{ИЗБ}}$ ), ккал/100 кг чугуна	8954	9054
Охлаждающий эффект металлолома ( $q_{\text{л}}$ ), ккал/кг лома	343,01	342,62
Количество лома, необходимого для нейтрализации избыточного тепла чугуна ( $G_{\text{л}}$ ), % от металлозавалки	20,7	20,9

Как видно из таблицы 2 избыток лома при его расходе в металлозавалке 28,6% и 49,4% соответственно составляет:

$$\Delta G_{\text{л1}} = 28,6 - 20,7 = 7,9\% ;$$

$$\Delta G_{\text{л2}} = 49,4 - 20,9 = 28,5\% .$$

Недостаток тепла составил:

$$Q_{\text{НЕД1}} = \Delta G_{\text{л1}} \times q_{\text{л1}} = 7,9 \times 343,01 = 2725 \text{ ккал} ;$$

$$Q_{\text{НЕД2}} = \Delta G_{\text{л2}} \times q_{\text{л2}} = 28,5 \times 342,61 = 9754 \text{ ккал} .$$

Недостаток тепла компенсируется вводом в конвертер твердого топлива (см. таблицу 1).

Эффективность применяемого твердого топлива определили с помощью сквозного коэффициента полезного теплоусвоения.

При использовании в качестве топлива только угля сквозной коэффициент полезного теплоусвоения определяется по формуле:

$$\eta_{\text{КПТ}} = \frac{Q_{\text{НЕД}}}{q_{\text{УГОЛЬ}} \times Q_{\text{Н(УГОЛЬ)}}^P}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{НЕД}}$  - недостаток тепла, компенсированный вводом топлива (полезно усвоенное тепло), ккал на 100 кг металлозавалки;

$q_{\text{УГОЛЬ}}$  - расход угля, кг/100 кг металлозавалки.

При использовании различных видов топлива сквозной коэффициент полезного теплоусвоения определяется по формуле:

$$\eta_{\text{КПТ}} = \frac{Q_{\text{НЕД}}}{q_{\text{УГОЛЬ}} \times Q_{\text{Н(УГОЛЬ)}}^P + q_{\text{КОКС}} \times Q_{\text{Н(КОКС)}}^P + q_{\text{ЭЛ.БОЙ}} \times Q_{\text{Н(ЭЛ.БОЙ)}}^P}, \quad (4)$$

$q_{\text{КОКС}}$   $q_{\text{ЭЛ.БОЙ}}$  - расход кокса и электродного боя соответственно, кг/100 кг металлозавалки.

Расчеты показали, что изменение доли металлолома в шихте с 28,6% до 49,4% приводит к увеличению сквозного коэффициента полезного теплоусвоения с 18,7% до 37,4%.

По результат расчетов горения топлива установлено, что при доле металлолома в шихте 28,6% твердое топливо сгорает только на 31%, а остальное количество топлива участвует в улучшении теплового баланса, как карбонизатор. Согласно принятых допущений усвоение углерода твердого топлива равно 70%, окисление углерода до СО и СО<sub>2</sub> составило 90% и 10% соответственно. При доле металлолома в шихте 49,4% твердое топливо сгорает на 50,9%, что и приводит к увеличению количества усвоенного тепла по отношению к плавкам с долей лома 28,6% (с 18,7% до 37,4%).

УДК 669.18

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗОГРЕВЕ ФУТЕРОВОК СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

**Матвеев М.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Темлянецв М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

*Работа выполнена по гранту Губернатора Кемеровской области для поддержки  
молодых ученых-докторов наук*

В настоящее время на металлургических предприятиях России и зарубежных стран широкое распространение получил высокотемпературный (до 1100 – 1200 °С) разогрев футеровок сталеразливочных ковшей (СРК) перед приемом расплава. Применение высокотемпературного разогрева

футеровок обеспечивает повышение их стойкости и срока службы, снижает негативное воздействие термоудара при контакте жидкого металла с огнеупорами и потери тепла расплавом, что способствует снижению температур стали на выпуске из плавильной печи, общему энерго- и ресурсосбережению.

Выбор рационального температурного и теплового режимов разогрева футеровки во многом предопределяет срок службы огнеупоров, продолжительность межремонтного периода эксплуатации ковша, затраты тепловой энергии и расходы топлива на разогрев, величину тепловых потерь от расплава в окружающую среду и на аккумуляцию тепла футеровкой при транспортировании ковша и внепечной обработке стали.

В связи с тем, что проведение массовых промышленных экспериментов по разработке режимов разогрева весьма трудоемко, требует значительных временных затрат, дорогостоящего оборудования, приборов и нарушает общий ритм технологического процесса, ведущими проектными и научно-исследовательскими организациями для этих целей широко применяется математическое моделирование. Наиболее актуальными и востребованными являются комплексные многофакторные детерминированные математические модели, охватывающие совокупность теплофизических процессов протекающих при разогреве футеровок.

Как показал анализ специальной технической литературы, несмотря на высокий интерес к разработке математических моделей подобного рода существующие разработки не лишены недостатков. К наиболее существенным несовершенствам существующих моделей можно отнести: допущения, что футеровка выполнена однослойной или многослойной, но из материалов, имеющих одинаковые теплофизические характеристики, не учет внешнего теплообмена в процессах расчета, посредством задания граничных условий I рода, отсутствие возможности расчета температуры уходящих из полости ковша газов и др. В связи с этим на кафедре теплофизики и промышленной экологии Сибирского государственного индустриального университета разработана комплексная детерминированная математическая модель тепловой работы футеровок сталеразливочных ковшей. Математическая модель имеет блочную структуру, включающую следующие основные (укрупненные) блоки:

1) расчет процессов теплогенерации, в котором реализуется расчет полного горения газообразного топлива с определением количества окислителя, состава и объемов продуктов сгорания, калориметрической температуры горения;

2) расчет внешнего теплообмена излучением и конвекцией во внутреннем пространстве ковша;

3) расчет внутреннего теплообмена, нестационарных температурных полей в футеровке, состоящей из 4 слоев (рабочего, арматурного, теплоизоляционного и кожуха), выполненных из материалов с различными теплофизическими свойствами;

4) расчет постатейного теплового баланса с определением поэтапного и общего за весь период разогрева расхода газообразного топлива.

В математической модели использованы методы: конечных разностей, последовательных приближений, половинного деления.

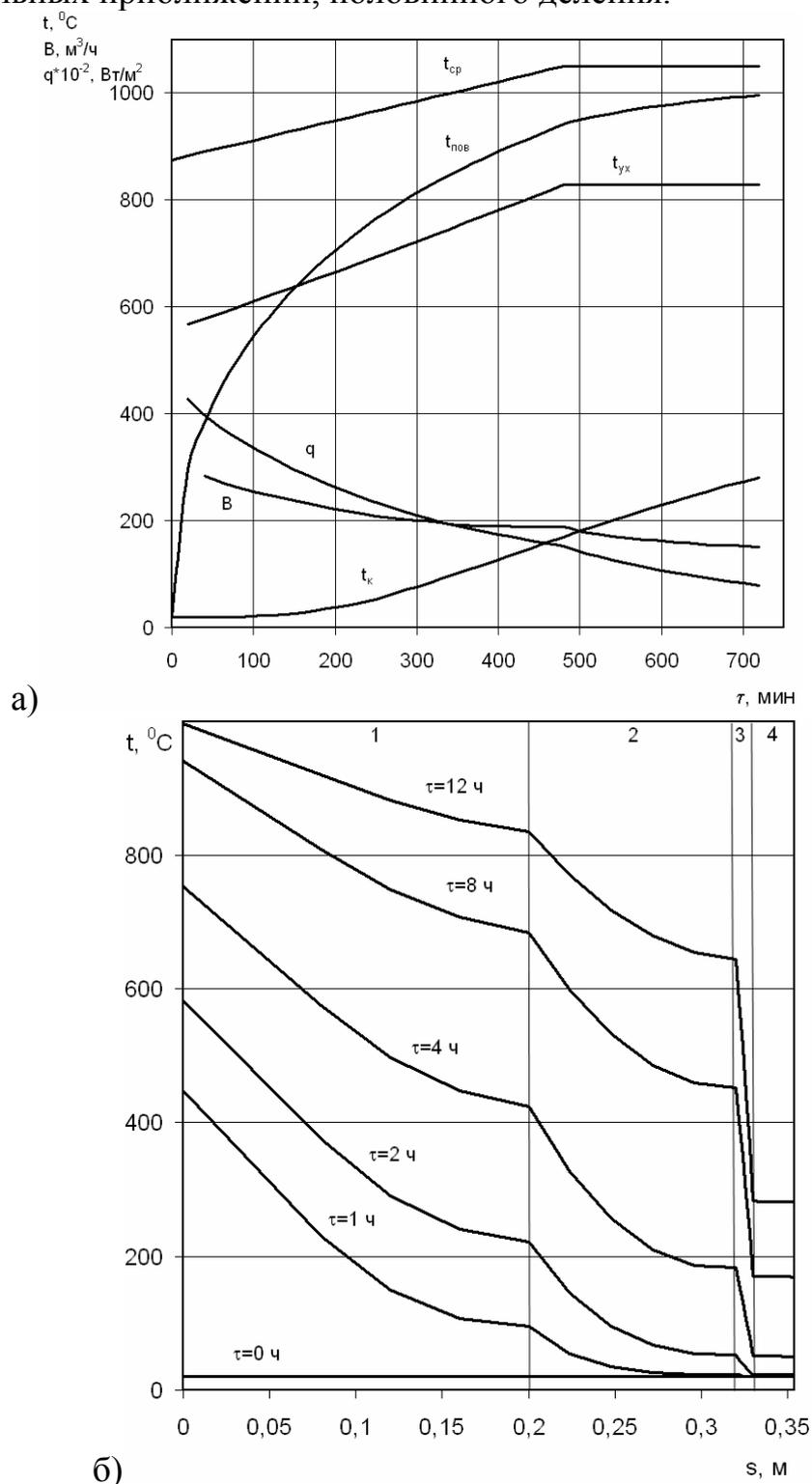


Рисунок – Тепловой и температурный режимы разогрева (а) и распределение температур по толщине кладки (б) в рабочем (1), арматурном (2), теплоизоляционном (3) слоях и коже (4)

Для проверки адекватности и точности математической модели, использовали результаты экспериментальных замеров тепловизором Flir температур внутренней поверхности футеровки и наружной поверхности кожуха, температур уходящих из ковша продуктов сгорания, а также расходов природного газа и воздуха, проведенных в промышленных условиях на действующем стенде. Погрешность расчетов на математической модели температурных полей не превышает  $\pm 10 - 15^\circ\text{C}$ , расходов природного газа  $\pm 1 - 3 \%$ , что можно считать удовлетворительным для моделей подобного рода.

На базе разработанной математической модели провели многовариантные расчеты для условий предплавочного разогрева футеровки 130-т сталеразливочного ковша, который имеет следующую конструкцию футеровки: рабочий слой толщиной 200 мм выполнен из периклазоуглеродистого кирпича, арматурный 120 мм – муллитокремнеземистый кирпич, теплоизоляционный 10 мм – асбест, кожух 24 мм – низколегированная сталь. На рисунке представлены изменение температур греющей среды  $t_{\text{ср}}$ , уходящих газов  $t_{\text{ух}}$ , внутренней поверхности футеровки  $t_{\text{пов}}$ , кожуха  $t_{\text{к}}$ , плотности теплового потока  $q$ , расхода топлива  $B$ , а также температурные поля по толщине  $s$  кладки для различных промежутков времени  $\tau$  при разогреве высушенного ковша по двухстадийному режиму, включающему 8-и часовой разогрев и 4-х часовую выдержку. Полученные данные использованы для разработки энергосберегающих режимов разогрева футеровок СРК.

УДК 669.168:621.365

## **КОМПЛЕКСНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ МАРГАНЦЕВЫХ РУД**

**Алпеева О.В., Тихонов А.В., Холин И.А., Кичигина О.Ю.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Нохрина О.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Использование никеля определяется его свойством противостоять коррозии, которое он придает и сплавам. Наибольшее применение никель находит в производстве нержавеющей стали и сплавов.

Никель также стабилизирует аустеническую структуру и увеличивает ковкость, делая нержавеющую сталь более пригодной для формуемости. Способствует увеличению прочности при высоких температурах и коррозионную стойкость, особенно в промышленной и морской атмосферах, химической, пищевой и текстильной индустрии.

Введение достаточного количества никеля (Ni) в хромистую сталь обеспечивает лучшую механическую прочность, делает сталь более стойкой к коррозии и к низким температурам. Нержавеющие стали с содержанием

18% Cr и 10% Ni получили наиболее широкое распространение в машиностроении.

Никелем повышает прокаливаемость стали. Никель увеличивает также, вязкость и пластичность стали, понижает температуру порога хладноломкости. Однако никель дорог, поэтому его вводят в сочетании с марганцем или хромом.

Никель обладает значительно меньшим сродством к кислороду, чем железо, и в ванне почти не окисляется. Основную часть никеля вводят во время заковки из расчета получения нижнего предела заданного его содержания.

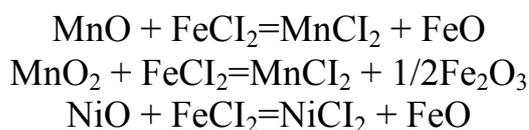
В данной работе исследовались марганцевые руды участков Сунгул и Чумай.

Химический состав марганцевых руд приведены в таблице.

Таблица 1 – Химический состав марганцевых руд

Месторождение	Mn	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S	CaO	MgO	BaO	Ni	K	Cu
Сунгул	20,4	2,0	50,6	6,96	0,039	<0,1	0,75	0,77	0,1	0,5	3,0	0,7
Чумай	48,8	3,0	17,5	5,90	0,0225	<0,1	-	0,68	0,07	0,5	3,0	0,2

Выщелачивание марганцевой руды проводили в лабораторном автоклаве. В качестве растворителя использовали раствор FeCl<sub>2</sub>. При этом протекают реакции:



Оксиды меди не растворяются и остаются в осадке. Железо образует оксиды и выпадает в осадок.

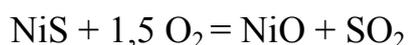
При этом извлечение никеля из руды в раствор составило 98%.

После осаждения марганца из полученного раствора осаждали никель сульфидом натрия.

Осаждение протекает по реакции:



Никелевый концентрат подвергали окислительному обжигу с целью получения NiO. Обжиг проводили в муфельных печах в окислительной атмосфере. Основной реакцией является окисление сульфида NiS и образование при этом NiO и SO<sub>2</sub>.



Полученный оксид никеля брикетировали на брикет-прессе, в качестве связующего использовали жидкое стекло и, загружали на дно тигля при выпуске стали из печи, из расчета введения 0,5 % Ni в сталь.

Оксид никеля восстанавливался углеродом стали по следующей реакции:



Усвоение Ni составило порядка 90 %.

УДК 669.187

## **АКТИВНОСТЬ КИСЛОРОДА В МЕТАЛЛЕ**

**Тайбичаков И.В.**

**Руководитель: к.т.н., доцент Носов Ю.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Кислород является основным элементом, определяющим термодинамику и кинетику процессов, протекающих при производстве стали, начиная от ее выплавки и кончая превращениями, протекающими в твердом металле.

Решающее влияние оказывает кислород на формирование структуры стального слитка (спокойного, кипящего или полуспокойного), так как большинство процессов, при затвердевании жидкой стали в изложнице или кристаллизаторе, происходит с его участием.

Раствор кислорода в железе является реальным и в этом случае в термодинамических и кинетических расчетах вместо концентрации используют величину активности кислорода.

Активность является не только чисто формальным понятием, а может быть определена как эффективная концентрация компонента, т.е. концентрация компонента, принимающая участие в химическом взаимодействии и отражающая характер межчастичного взаимодействия.

В связи с широким применением кислородных концентрационных элементов в лабораторных исследованиях и кислородных зондов в сталеплавильной практике важное значение приобретает вопрос о правомерности применения понятия активности к неравновесным по кислороду системам.

Практически все традиционные методы экспериментального определения активности кислорода в расплавах железа основаны на установлении состояния равновесия по кислороду между двумя контактирующими фазами, причем химический потенциал кислорода в одной из фаз известен.

Понятие термодинамической активности предполагает наличие равновесия в системе. В этой связи вопрос применимости понятия активности к неравновесным системам остается дискуссионным. Однако при рассмотрении этого вопроса необходимо иметь в виду вторую особенность понятия активности, как эффективной концентрации, отражающей характер межчастичного взаимодействия.

Измерение окисленности металла в сталеплавильных агрегатах перед

выпуском металла позволяет определить уровень его окисленности исходя из требований к производимой марке стали, а также с точки зрения оптимизации присадки раскислителей и легирующих добавок в ковш при выплавки стали. Исходя из уровня окисленности ванны можно определить, требует ли данная плавка додувки или нет, а если требует, то какова должна быть ее интенсивность и продолжительность.

При таком применении помимо информации о температуре и окисленности стали, полученные с помощью зонда, следует также знать среднюю степень усвоения алюминия, которая зависит от типа вводимой алюмосодержащей добавки (чистый алюминий, FeAl и др.), способа ввода алюминия, количества попавшего в ковш печного шлака, уровня его окисленности и ряда других факторов, которые в значительной степени различны у разных производителей стали.

Применение кислородных зондов может быть практически использовано для решения следующих задач:

– на основании измеренных зондом значений активности кислорода и температуры ванны рассчитываются %C, %Mn и %Fe(в шлаке), которые затем закладываются в расчет для определения параметров додувки. В то же самое время возможен и отбор пробы для обычного спектрального анализа.

– после короткой додувки производится финальное измерение окисленности стали, результаты которого дополняются анализом пробы, взятой на предыдущей повалке и при необходимости, производится еще одна додувка. В этом случае выпуск стали в ковш может производиться без ожидания анализа пробы стали, что сокращает общее время плавки.

Одним из наиболее важных преимуществ, которое дает измерение окисленности стали кислородными зондами, является сужение разброса химического состава стали после присадки добавок. Степень усвоения этих добавок напрямую зависит от содержания кислорода в стали и температуры.

Измеряя окисленность и температуру стали можно прогнозировать степень усвоения таких элементов, как Mn, C, Si и Al.

В научно-исследовательской работе исследовали, как зависит активность кислорода в металле, измеренной кислородным зондом Celox, от различных параметров, в частности от химического состава выплавляемой стали и температуры, и были сделаны следующие выводы:

1) активность кислорода в первую очередь зависит от концентрации углерода, в тоже время концентрация углерода в металле также зависит от активности кислорода, зная активность можно определить содержание кислорода, это ускоряет время на анализ, что способствует уменьшению длительности плавки на 3-5 минут;

2) активность кислорода в меньшей степени зависит от концентрации марганца в металле и совсем независит от содержания фосфора;

3) от температуры активность кислорода также не зависит;

4) зная активность кислорода в металле можно рассчитать необходимое количество раскислителей и легирующих, что способствует

уменьшению их расхода и позволит сэкономить дорогостоящие материалы;

5) зная активность кислорода в металле можно рассчитать количество алюминия, идущего на конечное раскисление и прогнозировать его содержание в готовом металле.

УДК 669.187

## ДЕСУЛЬФУРАЦИЯ МЕТАЛЛА

**Кузнецов Е.В.**

**Руководитель: к.т.н., доцент Носов Ю.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Разработана комплексная технология десульфурации, которая предусматривает применение в конвертерной плавке чугуна с содержанием серы <0,020%, обработку в ковше на выпуске из конвертера твердошлаковой смесью (ТШС) из извести и плавикового пшата в соотношении 4:1 и расходом от 1,5 до 10,8 кг/т с последующей обработкой на УВОС раскисленным гранулированным алюминием (0,2 кг/т) ковшевым шлаком с продувкой металла аргоном через донные фурмы и вводом порошковой проволоки с силикокальцием с расходом 0,3÷1,3 кг/т по силикокальцию. Сквозная технология десульфурации позволяет гарантированно выплавлять сталь в регламентированных на имеющемся в ККЦ сортаменте сталей пределах по содержанию серы. По данным выборки (60 плавов) содержание серы <0,010% достигается на 22,7÷48,3% плавов, <0,015% - на 68,8÷88,9% плавов, <0,020% - на 96,7÷98,6% плавов, <0,025% - на 99,3÷100% плавов. Показано, что концентрация серы в металле изменяется на всех технологических этапах производства непрерывнолитой заготовки от чугуна до готового металла - в конвертере, на выпуске, на УВОС и от УВОС до МНЛЗ. На каждом технологическом этапе десульфурация характеризуется нестабильностью процесса - от снижения концентрации серы (десульфурация) до ее возрастания (ресульфурация), а также большим разбросом концентраций серы. В готовом металле концентрация серы изменяется от 0,005% до 0,019%, количество удаленной серы за плавку - от прироста на 0,003% до снижения на 0,008%, сквозная степень десульфурации - от ресульфурации на 12,4% до десульфурации на 60÷70%. Существует четкая взаимосвязь концентраций серы в начале и конце каждого технологического этапа, что в конечном итоге определяет зависимость концентраций серы в готовом металле от ее концентраций в чугуне:

$$\begin{aligned} [S]_{\text{Г.М.}} &= 0,284 \times [S]_{\text{чуг}} + 0,006, & R^2 &= 0,173; \\ [S]_{\text{конв}} &= 0,381 \times [S]_{\text{чуг}} + 0,008, & R^2 &= 0,191; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[S]_{\text{г.м.}} &= 0,317 \times [S]_{\text{конв}} + 0,007, & R^2 &= 0,164; \\
[S]_{\text{увос}} &= 0,655 \times [S]_{\text{конв}} + 0,004, & R^2 &= 0,569; \\
[S]_{\text{акп}} &= 0,589 \times [S]_{\text{увос}} + 0,003, & R^2 &= 0,389; \\
[S]_{\text{г.м.}} &= 0,8 \times [S]_{\text{акп}} + 0,001, & R^2 &= 0,703.
\end{aligned}$$

Десульфурация в конвертере носит ограниченный характер и зависит от исходной концентрации серы в чугуне. При  $[S]_{\text{чуг}} < 0,020\%$  наблюдается прирост концентрации серы за конвертерную плавку, при  $[S]_{\text{чуг}} > 0,020\%$  - ее снижение. Десульфурация в конвертере протекает только в высокоосновных (3,5) и высокоокисленных ( $\text{FeO} = 22 \div 35\%$ ) шлаках. Коэффициент распределения серы  $L_s = (S)/[S]$  составляет от 3,5 до 8,0. При высокой исходной концентрации серы в чугуне ( $> 0,030\%$ ) разработаны дополнительные мероприятия (присадка марганцевых ферросплавов и промежуточное скачивание шлака) по снижению ее концентрации в конвертере. Однако это приводит к увеличению затрат на выплавку и цикла конвертерной плавки (~9 мин).

Процесс десульфурации на выпуске характеризуется изменением концентрации серы от прироста на 0,004% до снижения на 0,020%, степень десульфурации - от ресульфурации на 23,5% до десульфурации на 52,6%, коэффициент распределения серы  $L_s = 0,63 \div 74,4$ .

Показано, что основную роль в десульфурации на выпуске играет обработка металла шлаком. Ковшевой шлак, сформированный к концу выпуска характеризуется значительными колебаниями количества и химического состава, имеет, как правило, не оптимальный для десульфурации состав: низкую основность -  $1,65 \div 5,08$  (средняя 3,00), высокую окисленность -  $\text{FeO} = 0,73 \div 9,65\%$  и низкий потенциал по десульфурации - индекс Маннесмана  $(\text{CaO}/\text{SiO}_2)/\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,05 \div 0,30$ .

Колебания химического состава шлака определяется количеством конвертерного шлака, попадающего в ковш на выпуске в отсутствие его отсеки - от 0,5 до 5,0 т и выше. Увеличение количества конвертерного шлака приводят к снижению основности ковшевого шлака и повышению его окисленности, увеличению  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в шлаке при его раскислении и повышению концентрации фосфора в металле.

Повышение  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в шлаке выше 20% отрицательно влияет на процесс десульфурации, снижает индекс Маннесмана, что связано с загущением шлака (повешение температуры плавления шлака) и замедлением процессов протекающих между металлом и шлаком.

Реальным технологическим приемом, обеспечивавшим десульфурацию стали на выпуске, является присадка ТШС. При расходе ТШС на выпуске не менее 5кг/т обеспечивается средняя степень десульфурации на выпуске  $30 \div 34\%$  и сквозная степень десульфурации по всей плавке в среднем  $40 \div 55\%$  при максимальных значениях  $60 \div 70\%$ .

Десульфурация при внепечной обработке на УВОС также как и в конвертере, и на выпуске, характеризуется нестабильностью процесса.

Концентрация серы изменяется от прироста на 0,005% до снижения на 0,011%, степень десульфурации - от ресульфурации на 22,2% до десульфурации на 53,8%, коэффициент распределения серы между металлом и шлаком  $L_s$  - от 1,1 до 76,5.

Показано, что эффективность процесса десульфурации при внепечной обработке фактически не зависит от его эффективности на выпуске и в основном определяется химическим составом ковшевого шлака. Ковшевые шлаки в конце обработки мало отличаются от состава шлаков в начале обработки (кроме FeO, MnO и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), имеют, как правило, не оптимальный для десульфурации химический состав - низкую основность -  $1,18 \div 5,84$ , достаточно высокую окисленность – FeO=0,96÷3,86% и низкий потенциал по десульфурации – индекс Маннесмана (CaO/SiO<sub>2</sub>)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,04÷0,21.

Низкая окисленность металла (содержание алюминия 0,04÷0,05%) и ввод порошковой проволоки с силикокальцием не оказывает влияния на процесс десульфурации. Положительное влияние на процесс десульфурации оказывает основность шлака (десульфурация протекает только в шлаках с высокой основностью  $\geq 3 \div 4$ ), отрицательное влияние – концентрация Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> выше 20%, что связано с загущением шлака и торможением процессов, протекающих между металлом и шлаком.

От момента выдачи металла с УВОС до отбора маркировочной пробы из промежуточного ковша МНЛЗ концентрация серы изменяется от прироста на 0,005% до снижения на 0,005%, степень десульфурации изменяется от ресульфурации на 66,7% до десульфурации на 36,4%. Увеличение концентрации серы связано с присадкой в конце обработки на УВОС 1÷3т теплоизолирующей засыпки, состоящей из ~30% микрокремнезема и ~70% гранулированного доменного шлака. Ввод засыпки приводит к увеличению содержания серы в шлаке, снижению основности ковшевого шлака, что вызывает снижение коэффициента распределения серы  $L_s$  и переход серы из шлака в металл.

Рассмотрены основные направления повышения эффективности десульфурации на всех технологических этапах: - в конвертере, на выпуске, на УВОС, на АКП и от АКП до МНЛЗ.

УДК 669.041

## **КИНЕТИКА ПРОЦЕССОВ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА**

**Чужина И.В., Жидкова Л.С., Романова И.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Якушевич Н.Ф.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Для мини-заводов, выпускающих плоский прокат и имеющих в своем

составе электродуговую печь и машину непрерывного литья тонких слябов, железо прямого восстановления является наиболее подходящим исходным материалом для получения высококачественной продукции с заданными свойствами. Загрузка железа прямого восстановления в доменные печи приводит к повышению их производительности без каких-либо дополнительных капиталовложений и к снижению расхода кокса.

В настоящее время железо прямого восстановления производится по различным технологиям: с использованием в качестве топлива и восстановителя газа (процессы Midrex, HyL, Danarex, Finmet и Circored) или угля (во вращающихся обжиговых печах, печах с вращающимся подом и многоподовых печах).

Для изучения кинетики процессов прямого восстановления железа были изготовлены в лабораторных условиях на тарельчатом грануляторе окатыши из Абагурского железорудного концентрата, составом:  $\%Fe_{\text{общ.}} = 58,6$ ;  $\%SiO_2 = 6,37$ ;  $\%Al_2O_3 = 2,98$ ;  $\%CaO = 3,8$ ;  $\%MgO = 2,2$ . В качестве восстановителя был взят полукокс Кайчатского бурого угля ( $\%C = 84,8$ ;  $\%A^r = 11,6$ ;  $\%V^r = 3,6$ ), для связывания материалов использовалось жидкое стекло плотностью  $1,26 \text{ г/см}^3$ . Полукоксы, получаемые из бурых углей, обладают большей реакционной способностью и более высоким содержанием элементарного водорода, по сравнению с другими твердыми восстановителями, что позволяет при восстановлении оксидов железа обойтись без дополнительного ввода водородсодержащих компонентов для обеспечения оптимальных концентраций водорода в газовой фазе. Работа на таком полукоксе обеспечивает снижение температуры начала восстановления, увеличение в несколько раз скорости химических реакций за счет высокой степени адсорбции и диффузии водорода на поверхности руды и углеродистого материала.

Получены окатыши следующего фракционного состава:  $> 5 \text{ мм} - 17\%$ ,  $5-3,5 \text{ мм} - 18\%$ ,  $3,5-0,4 \text{ мм} - 41\%$ ,  $<0,4 \text{ мм} - 24\%$ .

Опыты проводились с окатышами и для сравнения с порошкообразной шихтой при различной выдержке (10 мин., 20 мин., 40 мин., 80 мин., 120 мин.) и температуре прокаливания ( $800 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $900 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $950 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Оптимальными условиями для степени восстановления железа более 90% оказались выдержка  $\sim 1$  час при температуре  $\sim 1200 \text{ }^\circ\text{K}$ . Показано, что скорость восстановления железа в окатанной шихте существенно превышает скорость восстановления в порошкообразной шихте.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА АЛЮМИНИЯ ПО ТОКУ ПО ФОРМУЛЕ ГРОТХЕЙМА-ВЕЛЧА

**Кондратенко В.С.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В электролитическом производстве алюминия важное значение имеет выход металла по току, т.е. отношение практически полученного количества металла к теоретически возможному, который зависит от многих факторов (температуры процесса, избытка фторида алюминия в криолите, и т.д.).

Неоднократно предпринимались попытки вывести зависимость, связывающую выход алюминия по току с параметрами электролизера. Все формулы содержат эмпирические константы, устанавливаемые по экспериментальным данным, включают только отдельные параметры электролиза и имеют ограниченное применение. Так, в ряде монографий и учебников рекомендуется формула М.А. Коробова, полученная на основе статистической обработки заводских данных для электролизеров с боковым и верхним токоподводами. Эта формула охватывает наибольшее число основных параметров электролиза, но и она дает несколько заниженные результаты. Наряду с этим, формула М.А. Коробова не учитывает влияние состава электролита и то обстоятельство, что, начиная с некоторого междуполюсного расстояния наступает возможность непосредственного контакта между анодными газами и поверхностью металла, который совершает волнообразное движение. Поэтому при малых междуполюсных расстояниях падение выхода алюминия по току происходит на самом деле быстрее, чем дают результаты расчета.

В результате детального изучения производительности электролизеров зарубежных предприятий с контролем междуполюсного расстояния и определением выхода алюминия по току К. Гротхеймом и В. Велчем получена и предлагается к использованию следующая формула:

$$B_t = 163,7 - 0,1388 * t + 0,59 * AlF_3 + 58,9 * \sin(3 * h) - 0,032 * A,$$

где  $t$  – температура электролита, °С;

$AlF_3$  – избыток фторида алюминия по сравнению с чистым криолитом, % масс.;

$h$  – уровень металла, см;

$A$  – срок службы электролизера, мес.

В настоящей работе с использованием формулы Гротхейма-Велча проведено исследование влияния технологических параметров процесса на выход алюминия по току. При этом начальные значения параметров составили: температура 960 С°, избыток фторида алюминия 5 % масс.,

уровень металла 30 см, время работы электролизера 3 года.

Ниже приведены полученные расчетным методом зависимости выхода алюминия по току от температуры, избытка фторида алюминия, продолжительности эксплуатации электролизера, уровня металла в электролизере. При расчете использовалась программа Microsoft Excel.

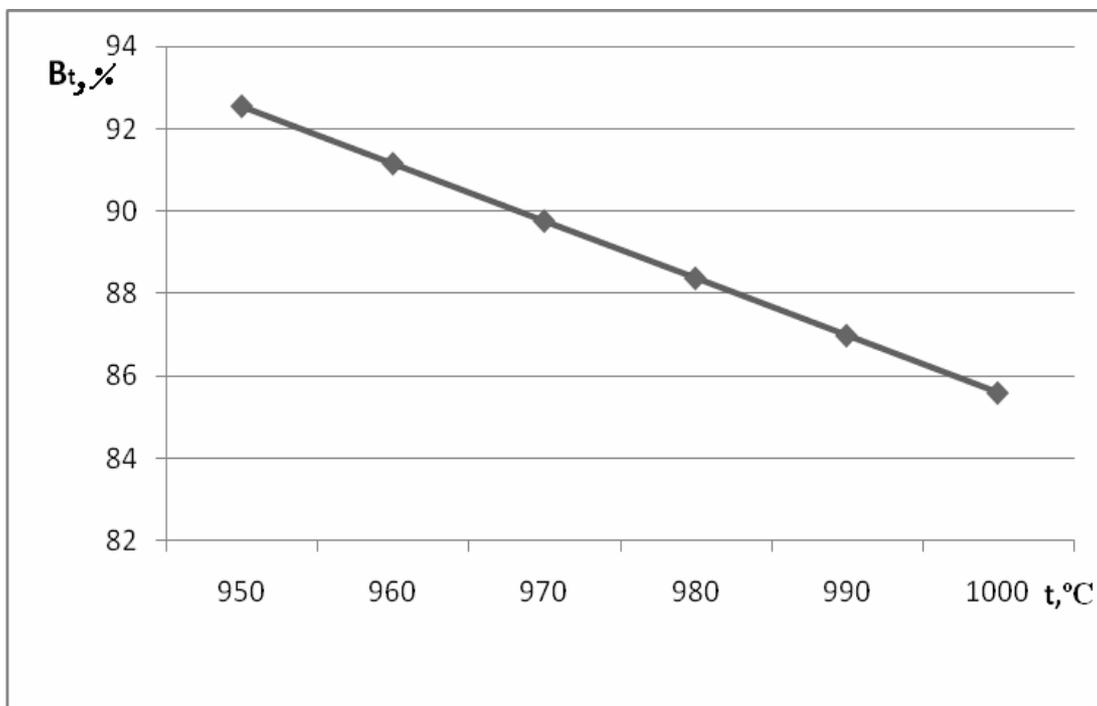


Рисунок 1 – Зависимость выхода по току от температуры процесса

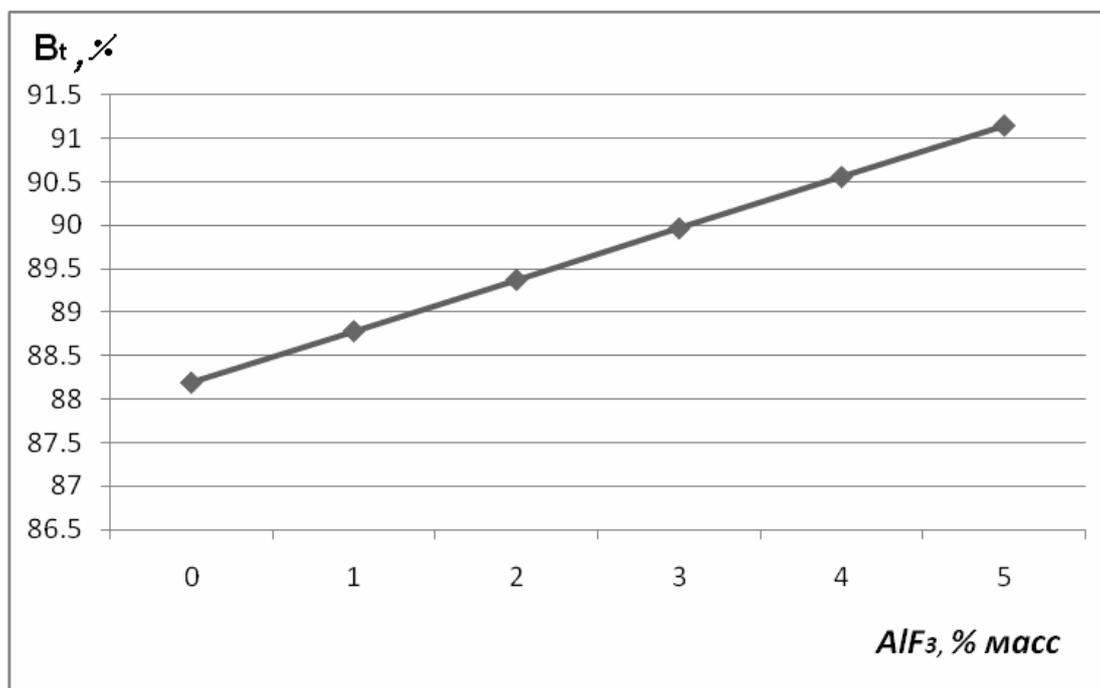


Рисунок 2 – Зависимость выхода по току от избытка фторида алюминия

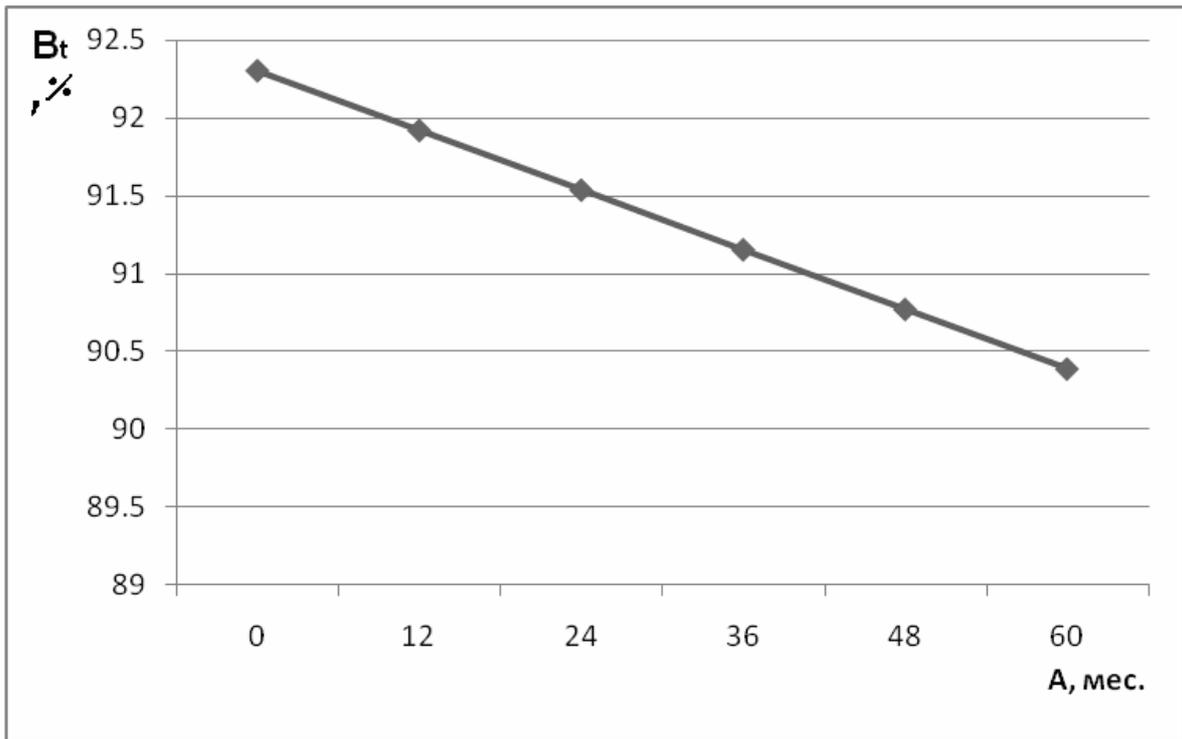


Рисунок 3 – Зависимость выхода по току от времени эксплуатации электролизера

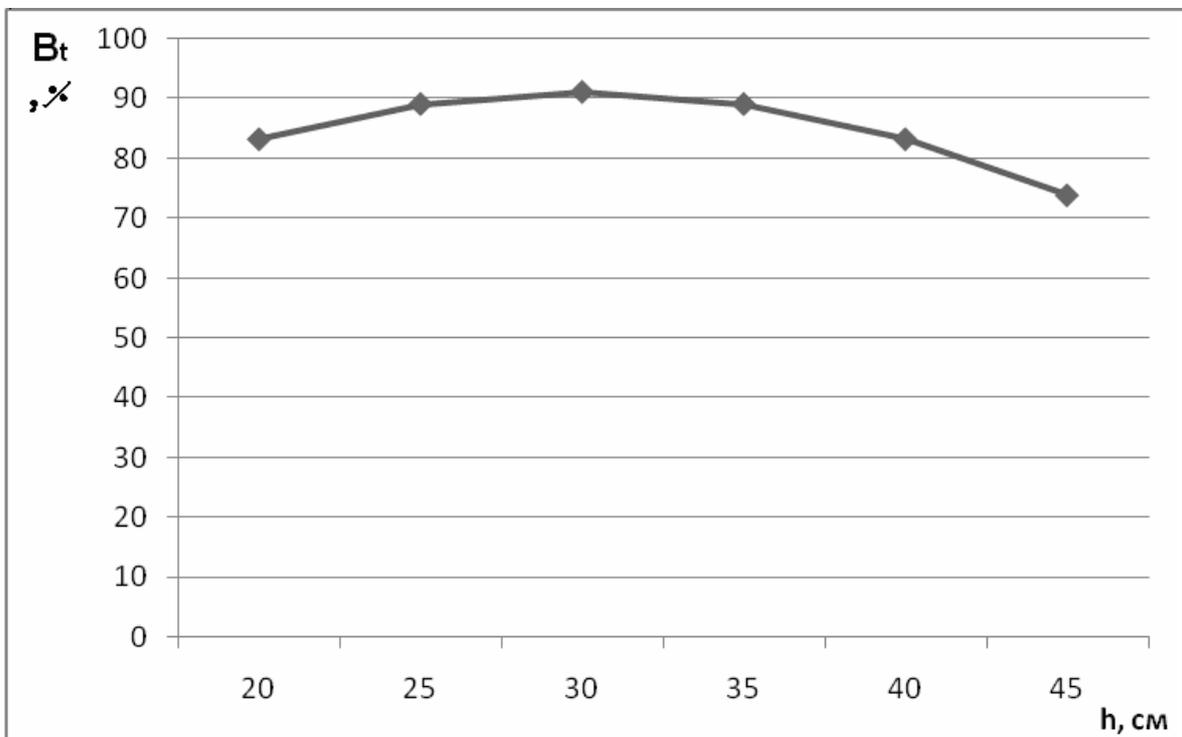


Рисунок 4 – Зависимость выхода по току от уровня металла в электролизере

Проведенные расчеты позволяют сделать следующие выводы:

1. Установленный характер зависимостей выхода алюминия по току от основных технологических параметров и их количественные закономерности соответствуют известным научно-производственным данным.

2. Значения выхода по току, рассчитанные по формуле Гротхейма-Велча, имеют хорошую сходимость с опытными данными, полученными на современных типах электролизеров, что делает возможным применение этой формулы для практических оценок.

УДК 669.15 – 198.017

## **РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРОМОЛИБДЕНА**

**Шефер П.Ю.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Ферромolibден – лигатурный сплав, используемый для введения добавок молибдена в хромистые, никелевые, хромоникелевые, вольфрамовые и другие специальные стали с целью улучшения их механических, антикоррозионных или магнитных свойств. Ферросплавная промышленность производит ферромolibден марок ФМо60, ФМо58, ФМо55, ФМо52 с содержанием молибдена соответственно не менее 60, 58, 55 и 52 %. Для получения ферромolibдена с малым содержанием углерода (0,1-0,2 %) применяется простой и экономичный внепечной металлотермический способ – силикоалюминотермическое восстановление триоксида молибдена.

Целью данной работы является исследование зависимости температуры расплава от состава восстановителя (соотношения в нем кремния и алюминия) при выплавке ферромolibдена внепечным силикоалюминотермическим способом. Температура расплава в момент расслоения шлака и металла определялась расчетным методом по обычно применяемой в металлотермии формуле

$$t = 1420 + 107 \delta H,$$

где  $t$  – температура расплава в момент расслоения шлака и металла, °С;

$\delta H = Q_{\Sigma} / m_{\Sigma}$  – удельная теплота металлотермического процесса;

$Q_{\Sigma}$  – тепло, выделяющееся в экзотермических реакциях, кДж;

$m_{\Sigma}$  – масса шихтовых материалов, г.

Для самопроизвольного протекания процесса (без подвода тепла извне) термичность должна составлять 2,0...2,1 МДж/кг шихты. Тепла,

выделяющегося при силикотермической реакции (если использовать чистый кремний), достаточно для самопроизвольного протекания процесса ( $\delta H_{Si} = 2,8$  МДж/кг). При использовании ферросилиция  $\delta H_{FeSi} = 1,5...1,6$  МДж/кг, и этого тепла уже недостаточно для самопроизвольного протекания процесса. Термичность процесса повышают введением в шихту железной руды и алюминия. Оптимальной считается температура 1850...1900 °С, причем порядка 42 % оксидов железа руды восстанавливается до железа, а остальные 58 % - до FeO.

Для выплавки ферромолибдена использовались шихтовые материалы, приведенные в таблице 1. Зависимость температуры расплава от массового соотношения Si/Al приведена в таблице 2.

Таблица 1 – Химический состав шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Мо-обожженный концентрат	Fe - руда	Fe - стружка	Fe-Si 75	Al - крупка	Известь	
Химический состав, % масс.	MoO <sub>3</sub>	81,93	–	–	–	–	
	FeO	5,22	–	–	–	–	
	SiO <sub>2</sub>	11,15	2,00	–	–	0,50	
	CuO	0,20	–	–	–	–	
	S	0,08	–	0,02	–	–	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	0,02	0,04 (p)	0,05 (p)	–	0,06
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,32	–	–	–	–	0,20
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	97,00	–	–	–	0,60
	CaO	–	0,98	–	–	–	93,30
	Fe	–	–	99,60	22,86	2,00	–
	C	–	–	0,20	0,09	–	–
	Si	–	–	0,14	75,00	1,00	–
	Al	–	–	–	2,00	93,00	–
	Cu	–	–	–	–	4,00	–
	MgO	–	–	–	–	–	0,74
CO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	4,60	

Таблица 2 – Зависимость температуры расплава от массового отношения кремний / алюминий в шихте

Массовое отношение Si / Al в шихте	Количество кислорода в шихте, связанное кремнием, % масс.	t, °С
0,04	5	2219
0,09	10	2208
0,14	15	2198
0,19	20	2187
0,26	25	2176
0,33	30	2165

*Продолжение таблицы 2*

Массовое отношение Si / Al в шихте	Количество кислорода в шихте, связанное кремнием, % масс.	t, °C
0,42	35	2155
0,52	40	2144
0,64	45	2133
0,78	50	2123
0,95	55	2112
1,17	60	2101
1,44	65	2090
1,81	70	2079
2,33	75	2069
3,11	80	2058
4,41	85	2047
7	90	2036
10,33	93	2030
14,78	95	2025

Зависимость температуры расплава от массового соотношения кремний / алюминий в шихте описывается регрессионным уравнением вида

$$t = 2148,32 - 12,05 [\text{Si} / \text{Al}]$$

при  $r = - 0,753$ . Анализ полученных результатов показывает, что используемая формула дает несколько завышенные результаты. Так, при реализуемом в производственных условиях массовом отношении Si / Al в шихте 4,40 расчетная температура расплава в момент расслоения шлака и металла составляет 2047 °C, а реально находится в пределах 1850-1900 °C, что свидетельствует о необходимости дополнительного учета тепловых потерь на уровне 30 %.

УДК 669.77

## **НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРИМЕНЕНИИ КАРБИДА КРЕМНИЯ**

**Сецкая Г.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Карбид кремния – абразивный материал, представляющий собой химическое соединение кремния с углеродом (SiC) с твердостью по Моосу 9,1 и микротвердостью 32000-35000 Н/мм<sup>2</sup>. Химически чистый карбид кремния бесцветен и прозрачен, а технический окрашен от светло-зеленого

до черного цветов, в зависимости от состава и содержания примесей.

Основным методом получения объемных монокристаллов карбида кремния является рост из паровой фазы. Основная идея данного метода - сублимационный перенос материала из более горячей зоны источника в более холодную (температура горячего источника 2300-2400° С). Первым технологическим вариантом был процесс, предложенный Ачесоном еще в начале XX века. Это очень эффективный метод, не претерпевший никаких принципиальных изменений вплоть до настоящего времени. Первичное образование карбида кремния в результате восстановления кремнезема углеродом протекает в интервале температур 1450-1700°С и описывается суммарным уравнением:



Его получают в электрических печах сопротивления силицированием частиц углерода парами кремниевой кислоты. Сырьем служат материалы, богатые кремнеземом: жильный кварц, кварцевые пески и кварциты, содержащие не менее 99,0-99,5%,  $\text{SiO}_2$ , а также углеродистый материал - нефтяной кокс. Нагревательным элементом печи является токопроводящий керн из углеродистых материалов. Карбид кремния образуется при температуре 1500-2300°С. Наиболее вредной примесью является углерод, который понижает абразивную способность карбида кремния и адгезию его со связкой [1, 2].

Обладая достаточно высокой прочностью, все карбидокремниевые материалы сохраняют высокую хрупкость. Карбид кремния обладает хорошими прочностными характеристиками. Уровень прочностных характеристик тесно связан с содержанием в материале основной фазы-карбида кремния и существенно зависит от пористости. Он так же имеет наиболее высокую термостойкость и теплопроводность. Карбид кремния — одно из наиболее химически стойких соединений. Он не разлагается при действии минеральных кислот и их смесей, растворов щелочей. Исключением является фосфорная кислота, с которой карбид кремния взаимодействует при 200-250 °С. Взаимодействие с фтором и хлором происходит при 1100-1200 °С, с монооксидом углерода - при 1250 °С, с азотом - при 1400 °С. Легко реагирует карбид кремния с расплавами карбонатов, гидроксидов и сульфатов щелочных металлов, с оксидами магния, кальция, свинца, серебра, марганца, никеля, меди (II), железа (II). Взаимодействие с кислородом и кислородсодержащими газами начинается при температуре около 800 °С. Скорость взаимодействия карбида кремния с газами - окислителями лимитируется скоростью диффузии кислорода через образующийся защитный слой диоксида кремния. Скорость окисления сильно возрастает при 1900 К. Высокая химическая и окислительная устойчивость обеспечивает работоспособность материалов на основе карбида кремния в различных агрессивных средах [2].

Специфика термомеханических, электрофизических, физико-химических свойств карбида кремния предопределяет следующие

направления его традиционного применения [3]:

- материалы на связках, представляющие собой гетерогенные композиции, в которых зерна карбида кремния цементированы связками, отличающимися по своему составу и физико-химическим свойствам от основной фазы;

- керамика (конструкционная и функциональная);
- композиционные материалы и покрытия;
- поверхностное модифицирование материалов;
- модифицирование полимеров;
- красочные составы особого назначения.

Благодаря высокой твёрдости, химической устойчивости и износостойкости карбид кремния широко применяется как абразивный материал (при шлифовании), для резания твёрдых материалов, точки инструментов, а также для изготовления различных деталей химической и металлургической аппаратуры, работающей в сложных условиях высоких температур. Карбид кремния, легированный различными примесями, используется в технике полупроводников, особенно при повышенных температурах. Он так же применяется в машиностроении для футеровки термических печей, в химическом аппаратостроении, где он подвержен абразивному воздействию твердых пылевидных продуктов в газовых потоках, используется для изготовления коррозионно- и эрозионностойких сопельных вставок, насадок и распылителей, для изготовления деталей теплообменной аппаратуры и деталей насосов для перекачки кислых растворов и других коррозионноактивных жидкостей и в некоторых других отраслях.

В настоящее время особый интерес представляет нанокарбид кремния и порошки на его основе [3]. Нанокарбид кремния применяется в качестве упрочняющей фазы в процессах электрохимического осаждения покрытий из электролитов никелирования и хромирования. При этом около 80% нанокарбида кремния используется в процессах хромирования, а остальные – 20% в процессах никелирования. Уникальные свойства нанодисперсных порошков карбида кремния обуславливают их применение в качестве различных наполнителей, модификаторов в составе специальной конструкционной керамики и защитных покрытий. Сопоставление различных технологий получения карбидокремниевых порошков свидетельствует о том, что для достижения наноуровня в первую очередь востребованы технологии, основанные на применении высокоцентрированных энергетических потоков для газификации сырья и формирования целевого продукта при конденсации из газовой фазы.

Нанокарбид кремния синтезирован в виде тройного соединения  $\text{Si}(\text{C},\text{N})$ , представляющего твердый раствор замещения атомов с атомами азота в решетке  $\beta\text{-SiC}$ , соединение азота в котором зависит от температуры закалки и достигает 6,8 масс. при 1600 К [3]. Нанокарбид представлен частицами, ограниченными в форме куба либо октаэдра, с тенденцией к

округлению ребер и вершин, формированию выпуклых граней. Он обладает устойчивостью при хранении и нагреве в агрессивных газах и жидких средах, имеет склонность к укрупнению. Нанокарбид кремния характеризуется высокой стойкостью в растворах гидроксида натрия, соляной и серной кислот и низкой – в растворах фтористоводородной кислоты и ее смеси с азотной кислотой.

В работе [3] разработаны теоретические основы инновационной технологии плазмометаллургического производства нанокарбида кремния. Процессы карбидообразования возможны при стехиометрическом или избыточном соотношении компонентов C/O и C/Si при температуре 2800 – 3000 К, характеризуется 96-ти и 100%-ным превращением кремния в карбид по газофазным химическим реакциям в системах Si – O – C – H – N и Si – C – H – N соответственно, термодинамически возможны при «газификации» углерода в интервале температур 3000 – 4000К. В зависимости от макрокинетических условий пиролиз углеводородного сырья в плазменном потоке азота протекает с развитием процессов газификации и конденсации углерода и характеризуется степенью его превращения в циановодород в области температур 3000 – 4500 К 0,82 – 0,96 для метана и 0,70 – 0,84 для пропана. Установлены закономерности процессов плазмометаллургического получения нанокарбида кремния синтезом при восстановлении микрокремнезема, карбидизации кремния, восстановлении шунгита и модифицированием (обработкой в плазменном потоке) микропорошка карбида кремния и его смеси с микропорошком нитрида кремния. В настоящее время разработаны для исследуемых технологических вариантов математические модели, описывающие зависимость содержания нанокарбида кремния продуктах синтеза и модифицирования от основных параметров начальной температуры плазменного потока, температура закалка, количества восстановителя, состава газа теплоносителя. Однако рынки сбыта карбида кремния нанотехнологического назначения остаются пока маломасштабными, хотя и высокостойкими.

#### Библиографический список

1. Косолапова Т.Я. Неметаллические тугоплавкие соединения / Т.Я. Косолапова [и др.]. – М.: Металлургия, 1985. – 224 с.
2. Порада А.Н. Электротермия неорганических материалов / А.Н. Порада, М.И. Гасик – М.: Металлургия, 1990. – 323 с.
3. Руднева В.В. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния: монография в 3 т. Дополнительный том. Плазмометаллургическое производство карбида кремния: развитие теории и совершенствование технологии / В.В. Руднева – М.: Флинта: Наука, 2008. – 387 с.

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ НАНОПОРОШКОВ ВОЛЬФРАМА**

**Черганов Ю.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк*

Вольфрам и его соединения играют важную роль в современном материаловедении. При этом около 95 % добываемого вольфрама используется в металлургии. Чистый вольфрам применяется для изготовления электронно-лучевых трубок, в производстве тиглей для испарения металлов, как конструкционный материал для космических и других аппаратов, эксплуатируемых при высоких температурах, является непременной составляющей лучших марок инструментальной стали [1]. Достаточно востребованы и сплавы вольфрама, обладающие многими замечательными свойствами. Так называемый тяжелый металл из сплава вольфрам – никель – медь служит для изготовления контейнеров, в которых хранят радиоактивные вещества. Его защитное действие на 40% выше, чем у свинца. Этот сплав применяют и в радиотерапии, так как он создает достаточную защиту при сравнительно небольшой толщине экрана. Сплавы карбида вольфрама с кобальтом настолько тверды, что могут частично заменить алмаз при бурении скважин, по-прежнему широко применяются в конструкциях аппаратов высокого давления для синтеза сверхтвердых материалов. Псевдосплавы вольфрама с медью и серебром рекомендуются в качестве материала для рубильников и выключателей электрического тока высокого напряжения и служат в шесть раз дольше обычных медных контактов [2].

Значительные объемы потребления вольфрама обуславливают необходимость разработки мероприятий по его ресурсосбережению и рециклингу. При этом важным направлением является повышение эксплуатационных свойств и срока службы изделий из вольфрамсодержащих материалов за счет использования вольфрама в нанодисперсном состоянии. Действительно, благодаря существенным отличиям в размерах стандартные порошки вольфрама (10-2 мкм) и его нанопорошки (100-5 нм) обладают различными физико-химическими свойствами. Нанопорошки химически более активны, легко взаимодействуют с кислородом и монооксидом углерода. При спекании заготовок из нанопорошков возможно получение мелкозернистой структуры с размером зерна на порядок меньшим, чем при применении порошков стандартной гранулометрии. Поэтому сплавы, произведенные из нанопорошков, обладают более высокими механическими свойствами, а изделия из них – увеличенным сроком службы. В связи с этим разработка эффективных технологий производства нанопорошков вольфрама является актуальной задачей современной порошковой металлургии.

Проведенный анализ научно-технической литературы позволяет выделить следующие способы получения нанопорошков вольфрама:

1. Способ электрического взрывания проводников.

Нанопорошки получают на опытно-промышленных установках, основными элементами которых являются генератор импульсных токов, блок осциллографической регистрации разрядного тока в контуре и напряжения на взрываемом проводнике, разрядная камера. Электрический взрыв проводников осуществляют в режиме «быстрого взрыва». В разрядной камере находится азот или другие газы при пониженном давлении порядка 0,3 атм. Недостатком данного способа является неоднородный гранулометрический состав нанопорошка – от 200 до 5 нм. Основными параметрами, влияющими на дисперсность порошка вольфрама, являются газовая среда и давление в разрядной камере [3].

2. Плазмометаллургический способ.

Плазменное восстановление кислородных соединений или солей вольфрама с получением металлического порошка можно осуществлять водородом или продуктами конверсии углеводородов. Так, обрабатывая  $WO_3$  в аргонно-водородной плазме при 4000 – 5000°C, используя конвертированный газ, состоящий только из CO и водорода, обеспечивают полное восстановление оксидов вольфрама до металла при избытке восстановителя не ниже двукратного. Процесс происходит в плазмотронах [4]. При производстве нанопорошков вольфрама необходимо подбирать тип и устройство плазмотрона. Получают порошки вольфрама со средним размером частиц около 50 нм и удельной поверхностью 6-8 м<sup>2</sup>/г.

Наиболее эффективным способом получения нанопорошков вольфрама является плазмометаллургический. Он позволяет получать порошки однородного гранулометрического состава достаточно высокой чистоты.

Сведения о фирмах, заявивших о себе как поставщиках нанопорошков вольфрама и материалов на его основе, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о поставщиках нанопорошков вольфрама и характеристики нанопорошков

Фирма – поставщик	Вольфрамсодержащие материалы и их характеристики		
	Состав	Наночуровень, нм	Стоимость, руб/кг
Nanostructured & Amorphous Materials, Inc., США [2]	W 99,9 %	60-10	*
	W 99,0 %	50	*
	W – Cu 6 %	50-100	*
	W – Cu 10 %	50-100	*
	W – Cu 15 %	50-100	*
	W – Cu 20 %	50-100	*
	W – Cu 25 %	50-100	*
	W – Cu 40 %	50-100	*
	W – Mn – Al	*	*

Продолжение таблицы 1

Фирма – поставщик	Вольфрамсодержащие материалы и их характеристики		
	Состав	Наноуровень, нм	Стоимость, руб/кг
	W – Ni – Cu	*	*
	W – Ni – Fe	*	*
	WC 99,5 %	90-300	*
	WC – Co 8 %	60-250	*
	WC – Co 12 %	60-250	*
	WS <sub>2</sub>	20-50	*
ООО «Экос-Сибирь» [2]	W 99,9 %	500-5000	3000
	W 99,9 %	1000	3000
	W	2-10	18000
	W	10-100	12000
	W	100-1000	6000

\* сведения не приведены

Имеющаяся информация не позволяет оценить уровень технического освоения производства нанопорошков (крупнолабораторный, опытный, промышленный) в российской и зарубежной металлургической практике. Выполненный в этом направлении в 70-80-е годы значительный объем научных и прикладных исследований, главным образом научным коллективом Института металлургии и материаловедения РАН под руководством академика РАН Цветкова Ю.В., заложил необходимые технологические основы нанометаллургии вольфрама, требующие в настоящее время дальнейшего развития. Учитывая роль и место вольфрама в современном материаловедении, можно ожидать государственной поддержки этого направления и финансирования его как одного из приоритетных проектов Российской корпорации нанотехнологий, учрежденной Федеральным законом РФ № 139-ФЗ от 19 июля 2007 года «для реализации государственной политики в сфере нанотехнологий, развития инновационной инфраструктуры в сфере нанотехнологий, реализации проектов создания перспективных нанотехнологий и nanoиндустрии».

#### Библиографический список

1. Каламазов Р.У. Высокодисперсные порошки вольфрама и молибдена / Р.У. Каламазов, Ю.В. Цветков, А.А. Кальков. – М.: Металлургия, 1988. – 192 с.
2. Производство и применение нанопорошков / Интернет - <http://popnano.ru/>.
3. Ильин А.П. Получение нанопорошков вольфрама методом электрического взрыва проводников / А.П. Ильин [и др.]. // Известия Томского политехнического университета, 2004. - № 4. – С. 68-70.
4. Либенсон Г.А. Процессы порошковой металлургии. В 2-х т. Т.1.

УДК 622.6

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ КАРБИДА БОРА: ОЦЕНКА И ПРОГНОЗЫ**

**Вишняков В.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Карбид бора обладает чрезвычайно широким комплексом химических, физических и механических свойств. Благодаря этому он используется в технике, хотя относительно высокая стоимость ограничивает его применение. Высокая твердость (третий по твердости материал после алмаза и кубического нитрида бора) позволила ему занять важное место среди абразивных и режущих керамических материалов для обработки малопрочных, но абразивных материалов (графит, огнеупоры, резина) [1].

Целью работы является проведение анализа современного состояния производства карбида бора и областей его применения.

Карбид бора – одно из самых инертных соединений. Он не поддается действию минеральных кислот и оснований. Химическая стойкость карбида бора изучалась неоднократно в различных окисляющих средах. При температурах до 1200<sup>0</sup>С карбид бора не реагирует с серой, фосфором, азотом. При температурах выше 1000<sup>0</sup>С он реагирует с хлором, образуя трихлорид ВСl<sub>3</sub> и со всеми непереходными металлами и их оксидами, образуя бориды. Порошок карбида бора начинает окисляться при температуре 600<sup>0</sup>С. Интенсивное окисление карбида бора начинается при температурах выше 1200<sup>0</sup>С, когда оксидная пленка В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> интенсивно испаряется. При высоких температурах карбид бора взаимодействует с диоксидом углерода по схеме  $V_4C + 7CO = 2V_2O_3 + 8CO$ . В присутствии СО реакция может идти с образованием свободного углерода, который реагирует с В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> и образует вторичный карбид бора. Изучение взаимодействия карбида бора с сухим воздухом показало, что окисление порошка крупностью менее 100 нм начинается при 520 -550<sup>0</sup>С и становится заметным при 600<sup>0</sup>С [2]. Обнаружено, что начальная температура и скорость окисления компактных образцов В<sub>4</sub>С в сухом воздухе уменьшаются с увеличением их плотности. Образцы плотностью 98 % практически не окисляются до 750<sup>0</sup>С. Присутствие в воздухе паров воды снижает начальную температуру и повышает скорость окисления. Водяные пары начинают реагировать с карбидом бора уже при 250<sup>0</sup>С с образованием В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> и создают газовую молекулу борной кислоты, удаляя тем самым образующуюся пленку оксида бора. При этом обнаружено, что при 550 - 600<sup>0</sup>С и точке росы 25 -

70°C, температуре 650°C и точке росы 88°C наблюдается равенство скоростей образования и удаления пленки В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> [3]. При более высоких температурах В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> образуется быстрее, чем удаляется. Поэтому при низких температурах карбид бора окисляется водяными парами быстрее, чем сухим воздухом, а при высоких температурах наоборот.

Наиболее распространен и имеет промышленное значение метод получения карбида бора углетермическим восстановлением оксида бора по реакции  $2\text{В}_2\text{О}_3 + 7\text{С} = \text{В}_4\text{С} + 6\text{СО}$  [1]. Этот метод может быть осуществлен при температурах плавления и ниже них. В качестве исходных веществ используют борную кислоту и сажу либо нефтяной кокс, которые предварительно смешивают и обезвоживают при 800°C. Производство В<sub>4</sub>С в дуговых электропечах осуществляется при 2300 - 2500°C и основано на кристаллизации его из расплава. Но при таких высоких температурах карбид бора практически разлагается с испарением бора и обогащением полученного продукта свободным углеродом. Поэтому готовый продукт после сортировки и измельчения подвергается сложной и дорогостоящей операции отмывки от примесей и свободного углерода.

Исследование процесса получения карбида бора углетермическим восстановлением оксида бора в интервале температур 1600 – 1850 °С при атмосферном давлении в защитной среде показало, что стопроцентная степень восстановления В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> достигается за 90 минут при 1850 °С с использованием 10 %-ного избытка В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> в шихте [2]. Полученный карбид практически соответствует стехиометрическому составу: 77,8 – 78,2 % В; 20,8 – 21,4 % С. Снизить избыток В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> в шихте и температуру процесса можно, удалив газообразные продукты реакции продуванием печи током аргона.

Применение карбида бора основано на использовании его высокой твердости, абразивной способности, износостойкости, высоких механических характеристик при повышенной температуре, химической инертности, полупроводниковых свойств и способности поглощать тепловые нейтроны [4]. Применяют В<sub>4</sub>С в виде порошка, в виде спеченных и литых изделий. Абразивный порошок карбида бора широко используют для шлифования стекол, твердых сплавов, сверления волоочильных фильер из алмазов и твердых сплавов.

Карбид бора с размером частиц менее 100 нм привлекает исследователей из-за возможности получения на его основе материалов с высокой плотностью и высокими эксплуатационными свойствами. Известен ряд методов получения нанопорошка карбида бора: получение нанопорошка смешиванием реагентов в водных растворах с последующей сушкой и отжигом для образования карбида, плазменный синтез и др.

Для плазменного синтеза используется ВЧ-плазматрон на базе генератора ЛИГЗ-25, мощностью 25 кВт и частотой 13,5 МГц [3]. Анализ хлоридной системы синтеза /ВСl<sub>3</sub>+СН<sub>4</sub>/ показывает, что при отсутствии в системе водорода восстановление треххлористого бора не происходит, а при стехиометрическом соотношении реагентов для реакции



степень превращения  $\text{BCl}_3$  в карбид не превышает 19%. Продукт, полученный в этих условиях, содержит 30% свободного углерода. Для увеличения выхода продуктов необходимо разбавление системы водородом. При этом степень превращения треххлористого бора увеличивается и при соотношении  $\text{H}:\text{B} = 100\%$  составляет 100%, температурный интервал существования карбида бора значительно расширяется, свободный углерод отсутствует во всем рассматриваемом температурном интервале. На практике целесообразно использовать 10-кратный кратный избыток водорода. При этом степень превращения  $\text{BCl}_3$  составляет 80%, в продукте присутствует до 3% свободного углерода, который регулируется изменением соотношения  $\text{B}:\text{C}$ . Содержание карбида бора максимально при соотношении  $\text{B}:\text{C} = 2,1$ . При уменьшении этого соотношения появляется свободный углерод, а при соотношении  $\text{B}:\text{C}$  меньше 2,1 – свободный бор. Осуществить процесс плазмохимического синтеза карбида бора очень сложно. Более перспективен как по производительности, так и по экономическим показателям восстановительный синтез с использованием кислородсодержащих соединений бора. В связи с этим следует искать пути решения проблемы получения чистого целевого продукта указанным методом, одним из которых может быть создание двухстадийных плазменных процессов.

#### Библиографический список

1. Порада А.Н. Электротермия неорганических материалов. / А.Н. Порада, М.И. Гасик – М. : Metallurgy, 1990. – 323 с.
2. Кислый П.С. Карбид бора. / П.С. Кислый, М.А. Кузенкова, Н.И. Боднарук, Б.Л. Грабчук – Киев : Наук. Думка, 1988. – 216 с.
3. Косолапова Т.Я. Неметаллические тугоплавкие соединения. / Т.Я. Косолапова [и др.]. – М. : Metallurgy, 1985. – 224 с.
4. Самсонов Г.В. Тугоплавкие соединения (справочник). / Г.В. Самсонов, И.М. Веницкий. – М. : Metallurgy, 1976. – 560 с.

УДК 669.77

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ НИТРИДА КРЕМНИЯ**

**Бондаренко И.С.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Одна из задач современного материаловедения – получение материалов с физико-химическими свойствами, способствующими решению новых технических и научных задач или позволяющими упростить

существующие технологии.

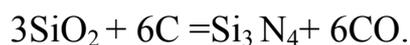
Среди керамических материалов, нашедших широкое применение в огнеупорной промышленности, черной и цветной металлургии, радиоэлектронике и других областях техники, в последние два десятилетия особым образом выделился новый класс материалов из нитрида кремния, который получил название технической, перспективной или высокотехнологичной керамики. Нитридная керамика – материал будущего, который позволит по-новому перестроить многие технологические процессы не только в полупроводниковой, золотодобывающей и стекольной промышленности, но и в различных перерабатывающих отраслях. Широкому применению нитридокремниевых материалов способствуют практически безграничные запасы сырья для их производства.

Керамический материал на основе нитрида кремния обладает высокой прочностью, твердостью и термостойкостью при низком удельном весе, окалинотойкостью и инертностью во многих агрессивных средах, низким коэффициентом трения. Керамику из нитрида кремния получают спеканием или горячим прессованием порошка нитрида кремния с использованием уплотняющих добавок и реакционным связыванием кремния.

Нитрид кремния не взаимодействует с азотной, серной и соляной кислотами, слабо реагирует с  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и интенсивно с фтористоводородной кислотой; разлагается расплавами щелочей, оксидов и карбонатов щелочных металлов. Не взаимодействует с  $\text{Cl}_2$  до  $900^\circ\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  - до  $1000^\circ\text{C}$ ,  $\text{H}_2$  - до  $1200^\circ\text{C}$ . С расплавами Al, Pb, Sn, Zn, Bi, Cd, Cu не реагирует, с переходными металлами образует силициды, с оксидами металлов выше  $1200^\circ\text{C}$  - силикаты. Окисление нитрида кремния на воздухе начинается выше  $900^\circ\text{C}$ .

Существуют несколько методов получения порошка нитрида кремния: синтез из простых веществ (кремний с азотом или аммиаком), восстановление оксида кремния неметаллами с одновременным азотированием и газофазное осаждение. Синтез из простых веществ предполагает взаимодействие кремния с азотом или аммиаком. Его разновидностями являются синтез в печах сопротивления, плазмохимический синтез и самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

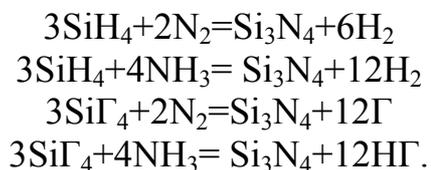
Восстановление оксида кремния углеродом с одновременным азотированием описывается реакцией:



Метод известен с конца прошлого века, в настоящее время привлекает внимание исследователей во всех промышленно развитых странах. Это связано с тем, что увеличился спрос на нитрид кремния, который вызвал поиск более дешевых способов его получения. Рассматриваемый метод позволяет получать монозернитые и активноспекающиеся порошки. При получении нитрида кремния в качестве исходного вещества используют кремниевую кислоту, а так же природные материалы и отходы производства (датолитовую землю, природный туф, рисовую шелуху). Восстановителем

служат: аморфный углерод, графит, карбид кремния, нефтяной кокс, карбонизированная смола.

По методу газофазного осаждения нитрид кремния образуется в результате взаимодействия силана и его галогена или органопроизводных с азотом или аммиаком, а также галогенидов кремния с аммиаком или азотоводородной смесью по реакциям:



В последнее время нитрид кремния стал рассматриваться как перспективный теплопроводящий материал. Его исключительная стойкость к воздействию химических реагентов, даже таких, как плавиковая кислота, расплавы щелочей и металлов, в сочетании с огнеупорностью используется в химической промышленности. Из него изготавливают футеровку ванн для получения металлов электролизом расплавленных солей, футерованную арматуру, сопла для распыления расплавленных металлов, тигли для плавки сверхчистых металлов и т. д. [1].

Из реакционно-связанного, спеченного, горячепрессованного нитрида кремния разработаны элементы и узлы горячей зоны газотурбинных двигателей для авиакосмической техники, наземного транспорта (каталитические воспламенители форсажной камеры, камеры сгорания, стабилизаторы горения, форсунки камеры сгорания, надпоршневые уплотнения, кольцевые элементы соплового аппарата, диск турбины, сопловые и рабочие лопатки); для двигателей внутреннего сгорания накладки на поршень, плита головки, вставки гильзы цилиндра, выхлопные каналы, толкатели клапанов; для атомной, химической промышленности и металлургии тигли (цилиндрические, конические - высокие, широкие, с закруглением по нижнему диаметру, или плоским дном и т.д.) объемом от 0,2 до 6 л; для керамического производства тигли и контейнеры для обжига керамики; ювелирного производства приспособления для плавки серебра, золота. В стекольной промышленности изготавливают пресс-формы для производства термостойкой стеклянной посуды, в оптике опорные плиты для оптических приборов, в инструментальной промышленности резцы, фрезы, абразивы. Разработана технология изготовления керамических деталей для газосварочных аппаратов, обладающих высокими изолирующими свойствами, не подверженных соединению с расплавленным металлом, легко очищающихся от застывших брызг при минимальном механическом воздействии, длительно не подверженных окислению при 1000-1300°C, не растрескивающихся при перепадах температур и случайном падении [2].

#### Библиографический список

1. Косолапова Т.Я. Неметаллические тугоплавкие соединения / Т.Я.

Косолапова [и др.]. – М.: Металлургия, 1985. – 224 с.

2. Самсонов Г.В. Тугоплавкие соединения (справочник) / Г.В.Самсонов, И.М.Виницкий. - М.: Металлургия, 1976. - 560с.

УДК 669.295.69:621.793

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОВЕРХНОСТЬ СТАЛИ 45 ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО МЕДНЕНИЯ**

**Ващук Е.С., Вострецова А.В., Карпий С.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время широко исследуются и применяются способы защиты и упрочнение металлов концентрированными потоками энергии. Интерес к их исследованию определяется высокой экономической эффективностью, поскольку они позволяют проводить упрочнение локально, т.е. в тех местах, которые подвержены наибольшему разрушению в процессе эксплуатации. Электровзрывное легирование (ЭВЛ) является одним из видов такого упрочнения. Его суть состоит в импульсном оплавлении и насыщении поверхностных слоев материалов продуктами электрического взрыва проводников с последующей самозакалкой. Целью настоящей работы является изучение влияния импульсной электронно-пучковой обработки на структуру и распределение микротвердости по глубине поверхностных слоев стали 45 после электровзрывного меднения.

В качестве материала подложки использовали образцы углеродистой стали 45 в отожженном состоянии с феррито-перлитной структурой. Для обработки использовали электровзрывную установку, которая включает в себя емкостный накопитель энергии и плазменный ускоритель, состоящий из коаксиально-торцевых электродов с размещенным на них взрываемым проводником, разрядной камеры, локализирующей продукты взрыва, и формирующего сопла, по которому они истекают в вакуумированную технологическую камеру. ЭВЛ осуществляли путем электрического взрыва медных фольг толщиной 20 мкм и массой 100 мг.

Для улучшения качества модифицированных поверхностей проводили дополнительную электронно-пучковую обработку поверхности на установке ИСЭ СО РАН «SOLO». Плотность энергии импульсов  $E_s$  составляла от 15 до 30 Дж/см<sup>2</sup>, число импульсов  $N$  длительностью 50 мкс – от 2 до 200. Такие режимы дополнительной обработки обеспечивали переплавление поверхности после модификации легированием, сглаживание ее рельефа и перераспределение легирующих добавок по глубине.

Исследование поверхностных слоев проводили стандартными

методами световой микроскопии и измерения микротвёрдости.

Световая микроскопия модифицированных слоёв стали 45 после электровзрывного меднения показала, что вблизи поверхности образуется зона легирования толщиной примерно 12,5 мкм, отделённая от основы зоной термического влияния толщиной 12,5 мкм. Между зоной легирования и зоной термического влияния видна зубчатая граница, обусловленная течением расплава вдоль поверхности (рис. 1, а). После дополнительной электронно-пучковой обработки в зоне легирования появляются включения частичек меди, так как медь плохо растворяется в железе (рис. 1, б).

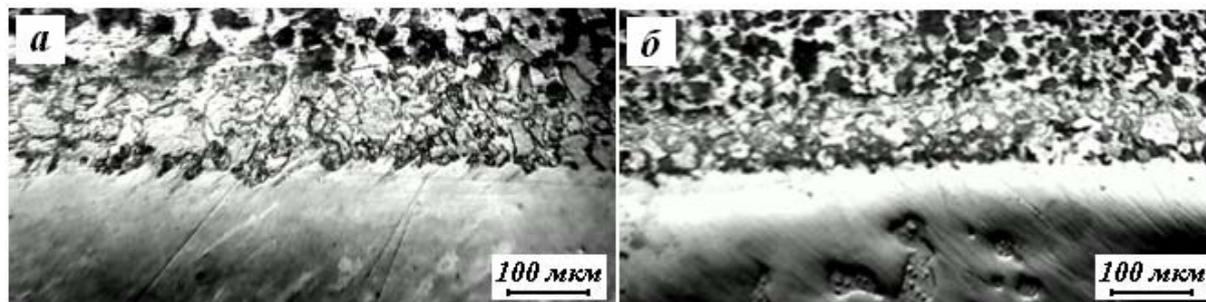


Рисунок 1 – Световая микроскопия слоев стали 45 после электровзрывного меднения (а) и последующей электронно-пучковой обработки (б)

На исходном образце и образце после электронно-пучковой обработки при  $N = 10$  и  $E_s = 15$  Дж/см<sup>2</sup>, когда оплавления поверхности не происходило, микротвердость на поверхности меньше, чем в объеме. Ее распределение по глубине качественно повторяет распределение на исходном образце (рис. 2, а). Это коррелирует с тем, что сама поверхность имеет явно выраженный желтоватый оттенок, что свидетельствует о повышенном (по сравнению с объемом зоны легирования) содержании меди. Металлографически в зоне легирования обнаруживаются островки меди.

Их характерные размеры – от нескольких микрометров до нескольких десятков микрометров. При электронно-пучковом переплавлении поверхности ( $E_s \geq 20$  Дж/см<sup>2</sup>) на поверхности появляется максимум. После электронно-пучковой обработки с оплавлением локальный максимум в объеме зоны легирования сохраняется. Его уровень меньше, чем на поверхности и с ростом плотности энергии от 15 до 20 и затем до 25 Дж/см<sup>2</sup> сначала падает, а затем при увеличении  $E_s$  от 25 до 30 Дж/см<sup>2</sup> – резко возрастает. Учитывая точность измерений (7–10 %), можно считать, что микротвердость в зоне термического влияния, условную границу которой определяли по зернам осветленного перлита, после электронно-пучковой обработки при 15 и 20 Дж/см<sup>2</sup> не изменяется по сравнению с образцами сразу после ЭВЛ. Однако, при 25 и 30 Дж/см<sup>2</sup> микротвердость растет. Это коррелирует с тем, что по металлографическим наблюдениям граница зоны легирования с зоной термического влияния становится неровной, приобретая гидродинамические особенности. Это свидетельствует о том, что электронно-пучковая обработка в этих режимах приводит к переплавлению

зоны легирования на всю глубину.

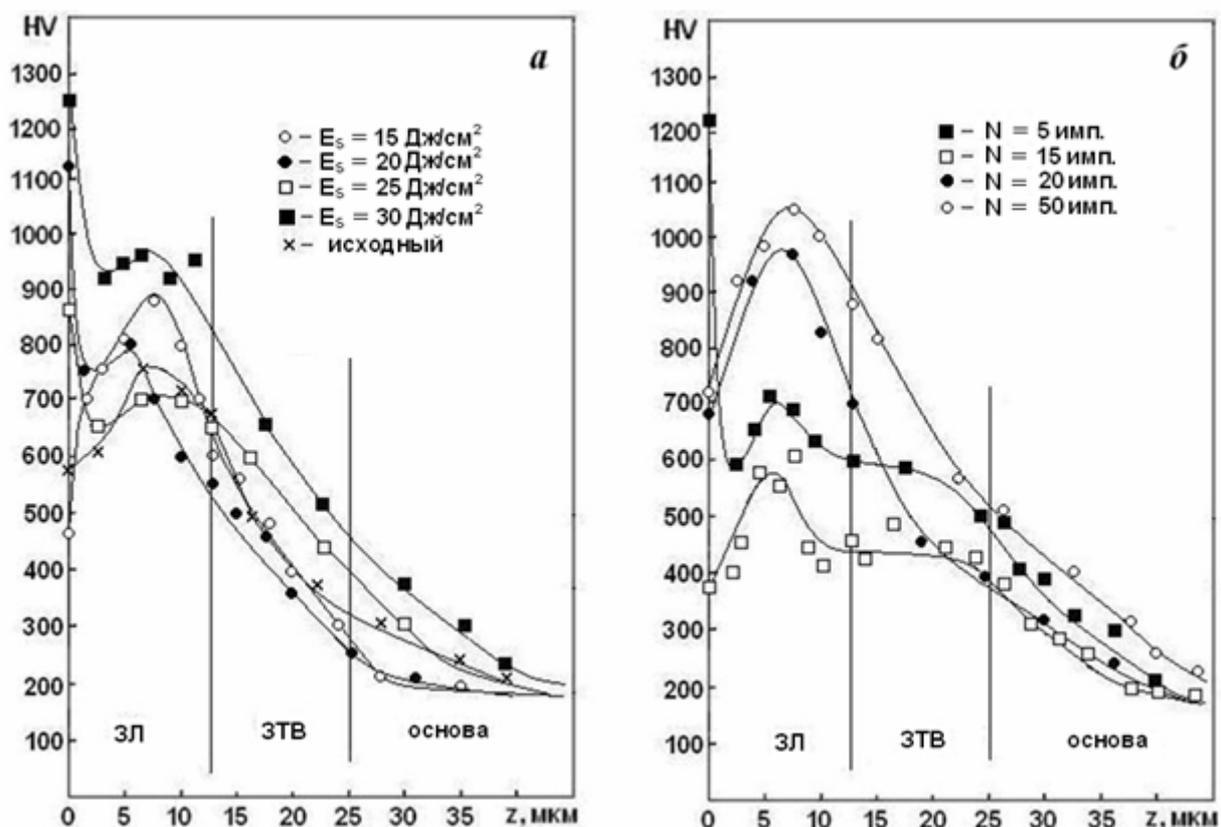


Рисунок 2 – Распределение микротвёрдости по глубине поверхностных слоев стали 45 после комбинированной обработки: (а) – в зависимости от плотности энергии  $E_s$ , число импульсов  $N = 10$ ; (б) – в зависимости от числа импульсов  $N$  при плотности энергии  $E_s = 20$  Дж/см<sup>2</sup>

При  $N = 5$  на поверхности наблюдается максимум микротвердости. Также как и при  $N = 10$  в серии с изменением плотности энергии при больших  $N$  (15, 25, 50) такого максимума уже нет (рис. 2, б). Причина появления этого максимума может быть связана с закалочными эффектами: тонкий поверхностный слой зоны легирования сильно перегревается по сравнению с нижележащими слоями и вскипает, поэтому скорость его охлаждения высокая, а с ростом  $N$  происходит выравнивание температуры по глубине и закалочные эффекты проявляются в меньшей степени. Максимум микротвердости в объеме зоны легирования, который есть на исходных образцах, сохраняется во всех случаях. Причем с ростом  $N$  его уровень увеличивается. Причина, по которой микротвердость в объеме увеличивается, может состоять в том, что с ростом  $N$  происходит объединение мелких включений меди в железе и железа в меди. При этом в самих включениях происходит распад твердых растворов и дисперсионное твердение. В зоне термического влияния качественных особенностей в распределении микротвердости нет.

Таким образом, толщина зоны электровзрывного меднения поверхности стали 45 в выбранном режиме составляет 12 мкм, толщина зоны термического влияния – 12 мкм. Поверхность обработки имеет характерный рельеф, обусловленный закалкой из жидкого состояния. Дополнительная электронно-пучковая обработка приводит к сглаживанию рельефа упрочняемой поверхности. Граница зоны легирования с основой имеет мелкомасштабные возмущения, обусловленные радиальным течением расплава. Распределение микротвердости по глубине зоны легирования имеет максимум в объеме, обусловленный повышенным содержанием меди вблизи поверхности. Дополнительная электронно-пучковая обработка при увеличении плотности энергии облучения приводит к появлению и росту максимума микротвердости на поверхности, обусловленному сверхбыстрой закалкой. При этом величина максимума микротвердости в объеме также имеет тенденцию к росту с увеличением плотности энергии облучения. Дополнительная электронно-пучковая обработка при увеличении числа импульсов облучения приводит к появлению максимума на поверхности только при небольшом числе импульсов, что свидетельствует об уменьшении закалочных эффектов с ростом их числа. Уровень максимума микротвердости в объеме с ростом числа импульсов растет, что можно связывать с распадом пересыщенных твердых растворов, образующихся в процессе легирования.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантами РФФИ №№ 08-02-00024-а, 08-02012012-офи.*

УДК 621.791.03

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СВАРНЫХ ОБЕЧАЕК**

**Исаков А.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Полная автоматизация сварки требует, чтобы сварочный автомат управлял одновременно как режимом, так и пространственным положением инструмента. К автоматам такого типа относится промышленный робот - сложное комплексное устройство, в конструкции которого воплощены все современные достижения механики, вычислительной техники, электроники, автоматики.

Сварочный промышленный робот можно определить как автоматическое устройство с программным управлением, оборудованное рабочим органом-рукой с тремя-шестью степенями свободы, обладающее памятью, специальной системой обучения, способное быстро

переналаживаться на очередной цикл операций и допускающее объединение с другими роботами в группу, управляемую одной центральной ЭВМ. Конструктивно промышленный робот является комплексным устройством, в котором в сложной взаимосвязи сочетаются механические, электрические и электронные информационные элементы и устройства. Он состоит из механической части, системы управления и силового оборудования.

Назначение механической части — обеспечить перемещения рабочего органа с нагрузкой. Механическая часть представляет собой манипулятор, имеющий несколько степеней свободы, прикрепленный на неподвижном основании. Манипулятор состоит из независимо перемещающихся механизмов — исполнительных органов, каждый из которых снабжен собственным приводом перемещения рабочего органа, получающим питание от силового блока робота.

Привод по каждой из координат робота обеспечивает силовое воздействие на соответствующий исполнительный механизм, позволяя реализовать заданное перемещение.

Устройство управления имеет несколько функций. Его основные задачи - управлять автоматическим действием робота, обеспечивать связь с обслуживаемым оборудованием и программировать при обучении.

В режиме автоматической работы устройство управления выдает командные сигналы на систему приводов робота, извлекая для этого информацию из запоминающего устройства в заданной последовательности и перерабатывая ее. При этом последовательность действий может определяться как внутренними командами блока синхронизации, так и внешними сигналами, поступающими от технологического оборудования.

В режиме обучения сигналы на систему приводов подаются оператором, производящим обучение и управляющим роботом вручную; одновременно информация о положении рабочего органа поступает в запоминающее устройство для записи. Управление ведется, как правило, с выносного пульта, располагаемого возле объекта обработки, что позволяет программировать процесс с меньшими погрешностями.

Перемещения сварочного органа человеком и промышленным роботом различны, так как различны их возможности. Для получения точечного шва односточечной подвесной машиной сварщик перемещает автоматически работающие клещи вдоль линии шва с некоторой средней скоростью рывками, не выдерживая строго расстояния между свариваемыми точками, прерывая движение при сжатии клещей.

Промышленный робот, выполняя ту же операцию, последовательно перемещает сварочные клещи от точки к точке с заданной постоянной скоростью, останавливая их в заданной позиции до начала сжатия электродов. В данном случае движения робота менее целесообразны. Однако разброс и пропуски сварных точек, допускаемые при сварке вручную, вынуждают предусматривать большее число сварных точек, с тем чтобы была выдержана требуемая прочность сварного соединения. Строгое

позиционирование точек промышленным роботом позволяет обойтись меньшим числом сварных точек.

Далеко не всякий промышленный робот, способный выполнять транспортные операции, пригоден для целей сварки. Здесь необходима специализированная конструкция, предусматривающая быструю переналадку при переходе от одной детали к другой и возможность сварки в любом направлении.

Роботы контактной точечной сварки используют для процессов: собственно сварка, выполняемая во время сжатия электродов, и вспомогательные операции, заключающиеся в транспортировке клещей или объекта обработки. Промышленный робот предназначен для автоматизации вспомогательных операций.

Можно выделить три случая использования промышленного робота для контактной точечной сварки:

1) загрузка и разгрузка специализированной сварочной машины, рассчитанной на определенный тип изделия; здесь робот устанавливает заготовку в машину, а после сварки вынимает ее и заменяет следующей;

2) обслуживание стационарной сварочной машины, которое состоит в том, что робот подает очередную деталь, располагает ее надлежащим образом, включает машину, перемещает деталь и убирает ее;

3) сварка с помощью автоматически работающих сварочных клещей, укрепленных на конце руки робота.

Первый случай является тривиальным и требует применения позиционного транспортирующего робота обычного типа, второй и третий соответствуют замене промышленным роботом квалифицированного сварщика.

Ошибка позиционирования промышленного робота в точке сварки зависит от качества работы и типа механического манипулятора, системы приводов, устройства управления, а также от оператора, обучающего робот.

Рабочим органом робота, выполняющего транспортные операции, служит механическое захватывающее устройство (схват); у робота, выполняющего технологические операции - соответствующий инструмент (сварочные клещи).

Исполнительный орган робота должен подобно руке человека перемещать нагруженный схват или клещи в некоторую точку пространства и ориентировать их определенным образом. Рабочий орган робота, как правило, перемещается базовым механизмом с тремя степенями свободы.

У робота с прямоугольной системой региональных координат (координаты руки робота) рабочее пространство представляет собой параллелепипед. Промышленный робот с цилиндрической или сферической системой координат характерен большим объемом рабочего пространства при относительно малой площади основания манипулятора. Еще более компактны роботы с рычажной конструкцией, однако из-за большого износа шарнирных соединений при работе ошибка позиционирования в них может

превышать аналогичную ошибку у робота с прямоугольной системой координат.

Система приводов промышленного робота состоит из нескольких независимых устройств, объединенных общим источником энергии. Число устройств привода равно числу управляемых координат робота. В задачу системы приводов робота входит перемещение рабочего органа (сварочных клещей) в нужном направлении в соответствии с командным сигналом, поступающим от устройства управления. Таким образом, комплексный привод робота является позиционной следящей системой, на вход которой подается электрический сигнал, а на выходе устанавливается механическая величина - линейное и угловое перемещения.

Наиболее простую структуру устройства привода робота можно получить, применяя шаговый исполнительный орган, позволяющий преобразовывать управляющий импульс в фиксированное перемещение без применения датчика обратной связи. В этом случае управляющим сигналом служит серия импульсов, подаваемых на шаговый двигатель с устройства управления. Частота следования импульсов обуславливает выходную скорость, а число импульсов - требуемое перемещение исполнительного органа.

Преимущество гидравлического привода заключается в возможности сохранить хорошее быстродействие при большой мощности привода. Для управления силовой частью гидропривода (гидроцилиндром) в следящей системе привода используют малоинерционный гидравлический золотник. Для перемещения золотника служит электромеханический преобразователь, обмотка которого питается через усилитель командным сигналом, поступающим с устройства управления.

УДК 621.791.03

## **МЕХАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДА ДЫМОВОЙ ТРУБЫ**

**Бич А.Н.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

С точки зрения безопасности эксплуатации изделий и конструкций большое значение имеет проблема обеспечения высокого качества сварных швов. Эффективным методом контроля качества сварных швов является радиационный контроль, с помощью которого могут быть обнаружены скрытые в металле дефекты. Решение о пригодности изделия принимается на основе анализа радиационного изображения, который традиционно осуществляется человеком, визуально оценивающим качество сварного шва.

Способ радиационного контроля качества имеет свои недостатки, связанные с такими психологическими особенностями человека, как невозможность постоянно концентрировать внимание на одном объекте, переутомление и субъективные искажения при визуальном восприятии. Применение системы автоматического распознавания дефектов на радиационных изображениях позволит исключить негативное влияние человеческого фактора и обеспечит надежность, постоянство и повторяемость результатов контроля.

В последнее время в мире ведутся интенсивные исследования, направленные на разработку эффективных методов автоматического распознавания дефектов. Математическими основами существующих методов анализа радиационных изображений являются теория распознавания образов и теория цифровой обработки изображений. Аппаратная реализация систем распознавания дефектов возможна на базе современных компьютеров и микроконтроллеров.

Целью данного обзора является освещение текущего состояния исследований в области распознавания дефектов на радиационных изображениях сварных швов. В работе рассматриваются существующие методы распознавания дефектов и структура процесса распознавания. Поскольку для успешного распознавания большое значение имеет качество исходных изображений, описаны методы их улучшения. Также рассмотрены вопросы, касающиеся достоверности существующих методов распознавания дефектов.

Общая структура процесса автоматического распознавания дефектов. Автоматическое распознавание дефектов на радиационном изображении сварного шва представляет собой цифровую обработку полутонового радиационного изображения, результатом которой является текстовый список дефектов сварного шва, содержащий такие данные о дефектах, как их месторасположение на изображении, параметры и классы (трещина, пора, непровар и т. д.).

На основе анализа работ процесс автоматического распознавания дефектов можно представить в виде последовательности трех основных процедур, предварительная обработка изображения; обнаружение дефектов; классификация дефектов. Предварительная обработка радиационного изображения выполняется для улучшения его визуального качества. Обнаружение дефектов состоит в выявлении на изображении областей с неоднородностями функции яркости, соответствующих дефектам сварного соединения. На этапе классификации для каждого обнаруженного дефекта на изображении определяется его класс.

Предварительная обработка радиационного изображения. Исходные радиационные изображения характеризуются высоким уровнем шумов и низким контрастом. Поэтому для повышения достоверности распознавания дефектов обычно производят предварительную обработку радиационного изображения с целью улучшения его визуального качества и

информативности. Улучшение качества достигается с помощью повышения контраста изображения и подавления шумов.

Для повышения контраста радиационных изображений применяется линейное контрастирование, эквализация гистограммы и адаптивное контрастирование.

Обнаружение дефектов. Дефекты сварных швов на радиационных изображениях имеют вид локальных неоднородностей по яркости на фоне более однородных бездефектных областей сварного шва. Размер и форма этих неоднородностей соответствуют форме и размерам дефектов в той степени, в какой теневое радиационное изображение отображает структуру сварного шва. Исходя из этого, процедуру автоматического обнаружения дефектов можно представить как процесс нахождения на изображении областей с неоднородностями по яркости, соответствующих дефектам сварного шва.

В методах статистической классификации решение о том, к какому классу отнести исследуемую область изображения, принимается на основе анализа статистической выборки — набора изображений дефектов. Для идентификации дефектов применяются следующие методы статистической классификации: линейная, пороговая, полиномиальная, байесовская классификация, метод к-ближайших соседей.

Оценка достоверности обнаружения дефектов производится экспериментально, поскольку для аналитической оценки требуется построить формальную спецификацию задачи, а задача обнаружения дефектов является существенно неформальной. Экспериментальная оценка достоверности состоит в том, что исследуемый алгоритм обнаружения дефектов проверяют на тестовом наборе радиационных изображений.

Основным показателем, характеризующим достоверность обнаружения, является процент обнаруженных дефектов. Согласно проведенным исследованиям, для существующих методов значение этого показателя при проверке на тестовых изображениях составляет 90...96%. Кроме процента обнаруженных дефектов, важным параметром является минимальный размер обнаруживаемых дефектов. В работе было измерено значение этого параметра для круглых пор. Для исследованного в этой работе метода при использовании изображений, полученных с помощью рентгеновской пленки, минимальный размер обнаруживаемых дефектов был равен 0,3 мм, а при использовании рентгенотелевизионных изображений - 0,46 мм.

Отдельного рассмотрения требует вопрос сравнения достоверности автоматического обнаружения дефектов и достоверности обнаружения дефектов человеком. Исследование этих двух способов контроля представлено в работе, где одни и те же радиационные изображения были проверены на наличие дефектов группой дефектоскопистов и алгоритмом автоматического обнаружения дефектов. В результате исследования установлено, что с помощью методов автоматического обнаружения может

быть достигнута такая же высокая достоверность обнаружения, которая свойственна человеку. Однако было установлено, что опытный дефектоскопист довольно хорошо обнаруживает очень маленькие дефекты (поры диаметром менее 0,3 мм), в то время как алгоритм автоматического обнаружения не мог отличить поры диаметром менее 0,3 мм от ложных обнаружений, вызванных шумовыми выбросами. Отсюда можно сделать вывод, что существенным недостатком разработанных алгоритмов автоматического обнаружения является низкая достоверность обнаружения дефектов небольших размеров.

Автоматическая классификация дефектов. Алгоритм классификации дефектов должен определять, к какому классу принадлежит обнаруженный дефект. В исследованиях, посвященных автоматической классификации, дефекты сварных швов делятся на следующие классы: пора, шлаковое включение, трещина, непровар, подрез, прожог. Принятие решения об отнесении обнаруженного дефекта к определенному классу принимается на основе анализа значений его информативных признаков. Информативные признаки вычисляются на основе изображения дефекта и выбираются таким образом, чтобы по их значениям можно было правильно разделить дефекты на классы.

Информативные признаки, которые используются для классификации обнаруженных дефектов, можно разделить на два типа: яркостные и геометрические. Яркостные признаки характеризуют распределение яркости на изображении дефекта. Геометрические признаки несут информацию о форме и размерах дефекта, а также о его пространственном расположении относительно сварного шва.

В настоящее время используют следующие яркостные признаки: средняя яркость дефекта; среднеквадратическое значение яркости дефекта; диапазон яркости в области дефекта; специальные инвариантные моменты (инвариантные к пространственной ориентации и размерам дефекта). Из геометрических признаков применяют следующие: большая и малая ось эквивалентного эллипса (наименьшего эллипса, который может быть описан вокруг изображения дефекта); площадь дефекта; периметр дефекта; радиус эквивалентной окружности; среднее расстояние от точек дефекта до его центра; угол между большой осью эквивалентного эллипса дефекта и горизонтальной линией; ширина и длина эквивалентного прямоугольника; площадь эквивалентного прямоугольника; расстояние от центра дефекта до центра сварного шва.

В представленных в литературе алгоритмах автоматической классификации дефектов используются три основных метода классификации:

- классификация с помощью искусственной нейронной сети;
- статистическая классификация;
- классификация с помощью экспертной системы с нечеткой логикой.

В исследованиях качество автоматической классификации

оценивалось экспериментально путем проверки работы разработанных алгоритмов на тестовом наборе образцов дефектов. В качестве показателя качества классификации в этих исследованиях используется процент правильных классификаций, равный отношению количества дефектов, класс для которых был определен верно, к общему количеству дефектов в тестовом наборе. Процент правильных классификаций рассчитывался непосредственно для одного тестового набора дефектов и составлял 94...99 %. Недостатком такого способа оценки можно считать его низкую надежность, так как использовался тестовый набор небольшого размера (59...124 дефекта). Более надежный метод оценки качества классификации был использован метод самонастройки. Значения процента правильных классификаций, полученные с помощью этого метода, составляли 81...92 %. Эту оценку качества классификации можно считать более достоверной. Сравнительный анализ методов автоматической классификации, сделанный на основе полученных экспериментальных данных, позволяет сделать вывод, что качество классификации дефектов приблизительно одинаково для всех используемых методов.

В известных на сегодня методах распознавания дефектов процесс распознавания состоит из трех основных процедур: предварительной обработки исходного изображения, обнаружения дефектов и классификации дефектов.

Предварительная обработка позволяет повысить достоверность распознавания. Для повышения контрастности исходного изображения наиболее эффективными оказались методы адаптивной эквализации гистограммы и адаптивного контрастирования, а для подавления шумов - морфологическая обработка и вейвлет-преобразование.

Для выделения области сварного шва на изображении наиболее перспективным является применение искусственной нейронной сети. Такой подход обеспечивает высокую устойчивость к искажениям, возникающим из-за шумов и сложной формы сварного шва. Среди методов сегментации радиационного изображения для выделения дефектов перспективными можно считать следующие: адаптивную пороговую обработку, выделение границ областей на основе вейвлет-преобразования, сегментацию с помощью искусственной нейронной сети. Эффективными методами идентификации дефектов являются: статистическая классификация и идентификация на основе искусственной нейронной сети. При использовании этих методов процент обнаруженных дефектов составляет 90...96 %. Существенным недостатком существующих методов автоматического обнаружения дефектов можно считать низкую достоверность обнаружения дефектов небольших размеров.

Для классификации дефектов в настоящее время применяют следующие методы: классификация с помощью искусственной нейронной сети, статистическая классификация, классификация с помощью экспертной системы с нечеткой логикой. Согласно экспериментальным данным, все эти

методы имеют приблизительно одинаковую эффективность, процент верных классификаций для них составляет 81...92 %.

Для сканирования промышленной рентгеновской пленки рекомендовано использовать систему LS 85.

Система сканирования промышленной рентгеновской пленки KODAK INDUSTREX Film Digitizer позволяет сканировать пленки шириной до 35 см со скоростью 120 пленок в час с разрешением 2048 пикселей на линию. Система не требует калибровки, так как в ней предусмотрена функция автоматической самокалибровки.

Даже при высокой плотности почернения рентгеновских снимков лазерный луч легко проникает в толщу пленки и обеспечивает отличное качество изображения. Каждая отдельная точка пленки просвечивается лазером с последующей регистрацией более 99% проходящего света и измерением его интенсивности. В результате разрешение и распределение плотности почернения оцифрованного изображения полностью соответствует исходному снимку, что позволяет выявлять едва заметные низкоконтрастные отклонения. Запатентованный логарифмический усилитель, применяемый исключительно в цифровых сканерах KODAK INDUSTREX для рентгеновской пленки обеспечивает равномерное распределение цифровых сигналов с точностью до 0,001 от оптической плотности. Ни один другой сканер не обеспечивает такой точности воспроизведения.

УДК 621.785.08:669.14.018.29

**ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СВАРИВАЕМОЙ  
ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННОЙ АРМАТУРЫ КЛАССА В 500С  
НА ОАО «ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ  
КОМБИНАТ»**

**Волков С.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время специалистами металлургии и стройиндустрии широко обсуждается возможность широкомасштабного освоения выпуска и использования нового вида холоднодеформированной арматуры В500С. На опытно-промышленной этапе было отмечено высокое расхождение значений полного относительного удлинения при максимальной нагрузке  $\delta_{\max}$  (Agt), которое определялось по ГОСТ 12004.

В работе предлагается возможный механизм, отвечающий за изменение параметра Agt, что позволяет предложить технологические методы стабилизации данного параметра.

Сегодня ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» является одним из наиболее подготовленных металлургических предприятий для широкомасштабного производства свариваемого холоднодеформированного бунтового арматурного проката периодического профиля класса прочности В500С. Этому способствует собственная сырьевая база для выплавки требуемого сортамента сталей, наличие оборудования прокатного и метизного переделов для выпуска определенной части сортамента, технический и технологический опыт и подготовленность персонала.

Массовое производство холоднодеформированного арматурного проката (ХДАП) возможно при обеспечении привлекательной экономики для производителя и потребителя продукции, что достигается при решении трех основных задач:

- выполнение геометрии периодического профиля, который удовлетворит требования анкеровки арматуры в бетоне;
- получение прочностных ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $\sigma_b/\sigma_{0,2}$ ) и пластических ( $Agt$ ,  $\delta_5$ ) свойств требуемого уровня при изготовлении ХДАП из низкоуглеродистых сталей;
- разработка требований к составу и углеродному эквиваленту стали, обеспечивающих технологическую свариваемость арматуры при изготовлении строительных каркасов

Первая задача надежно решается путем использования навесного оборудования на традиционных волочильных станах, либо применения современных линий по производству холоднодеформированной арматуры отечественного или зарубежного изготовления. Задача производства свариваемой арматуры, с учетом отмеченных сырьевых возможностей Запсибметкомбината, также не является принципиальной.

Достаточно проблемным на сегодняшний день представляется обеспечение требуемого сочетания прочностных и пластических свойств ХДАП. Если разумным сочетанием легированности стали и деформации производитель достигает величины условного предела текучести на уровне не менее  $500 \text{ Н/мм}^2$ , то пластические свойства, чаще всего, не соответствуют отечественным и зарубежным нормам. Возможности «прямого» решения задачи повышения пластичности за счет уменьшения суммарной деформации практически исчерпаны, что связано с обеспечением нормированного значения анкерных свойств. Идти по пути повышения поперечного сечениям - значит снижать экономическую привлекательность проекта, что в конечном итоге приведет к отрицательному результату.

Если рассмотреть наиболее проблемный параметр  $Agt$ , то, даже для ХДАП из весьма «благополучной» катанки Белорусского металлургического завода, колебания его численного значения находятся в пределах от 2 до 6%. Приблизительно такой же разброс показывают испытания  $Agt$  одной партии проката в различных испытательных центрах).

Значительное расхождение (более чем в 3 раза) результатов испытаний

не получило достаточно правдоподобного объяснения. Анализ реальных протоколов аттестационных испытаний выявляет статистически значимую закономерность - испытания одного и того же материала после достаточно непродолжительной (до четырех дней) выдержки дают меньшее значение  $A_{gt}$ .

Для оценки влияния временного фактора на пластические свойства испытывалась ХДАП одной партии в 1, 4, 14 и 25 дни после производства.

Изменение пластичности со временем может быть связано с выделением избыточной фазы из твердого раствора диффузионно подвижных примесных атомов углерода и водорода. О том, что этот процесс возможен, говорят результаты работы, в которой методами сканирующей и просвечивающей электронной дифракционной микроскопии показана возможность частичного охрупчивания в результате формирования оксикарбидных фаз в зависимости от сроков эксплуатации под нагрузкой. Есть данные о высокой корелляции механических свойств металлов и сплавов с распределением и перераспределением водорода и энергии его связи в объеме материалов. Следовательно, мы можем связать такое изменение механических свойств с процессом старения низкоуглеродистых холоднодеформированных сталей. Морган и Шайн показали, что на ранних стадиях старения заметное повышение пластических свойств может происходить раньше, чем удастся наблюдать какое-либо повышение предела прочности или потерю пластичности. При дальнейшем старении пластичность может понизиться настолько сильно, что материал оказывается невозможно использовать по прямому назначению. Потеря пластичности, по нашему мнению, служит достаточно убедительной иллюстрацией к утверждению Моргана и Шайна.

Используя вышеприведенные рассуждения можно предложить механизм противодействия потере пластичности в холоднодеформированной арматуре, который реализуется созданием условий для распределения и максимально возможного рассредоточения скоплений примесных атомов в объеме материала. Это можно достичь максимально измельчением первичного зерна, микролегированием, рядом других эффективных технологий, выбор которых необходимо соотнести с экономическими показателями.

Необходимость технологического противодействия падению пластичности ХДАП становится практически неизбежной с учетом расхождения результатов первичных аттестационных испытаний у производителя, по которым осуществляется реализация продукции, с результатами повторных испытаний у потребителя при входном контроле, либо после эксплуатации материала при статической нагрузке.

Что касается экономической привлекательности производства рассматриваемого вида металлопродукции, то следует отметить, что добавляя финишный передел, то есть холодную деформацию, мы повышаем затраты на производство на 12-17% в зависимости от себестоимости

заданного.

Сформированная на сегодняшний день ценовая политика на рынке арматуры не позволит обеспечить покрытие дополнительных затрат за счет увеличения цены с последующим перераспределением прибыли между продавцом, производителем и потребителем.

Реальная экономия при использовании холоднодеформированной арматуры возможна только после изготовления из нее сеток для армирования. Используя размеры с максимально возможными минусовыми допусками или изменения понижающие диаметр (номер арматуры) до минимально возможного при сохранении всех требуемых механических характеристик, мы получаем из одного и того же весового количества арматуры большее количество сеток, чем при использовании горячекатаной арматуры.

Исходя из этого, нужно четко определиться, где возникает зона дополнительного производства, создающая прибыль. Либо это развитие производства сеток при сталепрокатных, прокатных и метизных производствах, либо оборудование для холодной деформации при изготовлении сеток нужно разместить в специальных металсервисных центрах, ориентированных на строительную индустрию. Как показывает опыт использования холоднодеформированной арматуры, в промышленно развитых странах эффективен любой из предлагаемых вариантов.

При широкомасштабном внедрении любого из вариантов нужно поставить задачу снижения затрат на передел, связанный с холодной деформацией. Это возможно, если использовать прогрессивные технологии подготовки материала к холодному волочению и ориентироваться на возврат инвестиций, исходя из ожидаемой прибыли 8-11%.

УДК 621.791.4

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ**

**Гагарин В.Е., Бухтин Н.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Малущин Н.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Непрерывное усложнение конструкций и повышение уровня требований к их качеству сопровождается возрастанием трудоемкости их изготовления и себестоимости. Процесс изготовления сварных конструкций помимо сварки включает такие этапы, как получение заготовок; подготовка их под сварку; сборку; дополнительную обработку после сварки; контроль качества. Все эти этапы взаимосвязаны и во многом определяют качество

сварных металлоконструкций. Одной из характерных особенностей развития современного сварочного производства являются механизация и автоматизация сборочно-сварочных операций, которые позволяют повысить производительность процессов, улучшить качество соединений и условия труда.

Анализ производства сварных металлоконструкций на ряде предприятий города выявил основные недостатки существующего сварочного производства: 1. низкий уровень механизации и автоматизации сборочно-сварочных процессов; 2. широкое применение ручной дуговой сварки покрытыми электродами; 3. отсутствие специализированных производств по изготовлению типовых металлоконструкций таких, например, как балки, колонны, емкости. Основными направлениями совершенствования технологического процесса изготовления сварных металлоконструкций является устранение отмеченных недостатков.

Проведенный анализ литературных источников показал, что лидирующее положение на мировом рынке сварочного оборудования стабильно занимает оборудование для дуговой сварки (45-47%). Доля его и дальше будет возрастать в основном в результате увеличения доли оборудования для сварки порошковой и сплошной проволоками при сокращении доли оборудования для ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

Машины для контактной сварки удерживают второе место на рынке оборудования (31%), объемы их продаж также имеют тенденцию к росту. Доля оборудования для газовой сварки и резки сокращается, но при этом остается достаточно большой (17%). Плазменная сварка и резка в структуре мирового рынка сварочного оборудования занимает 4%.

В структуре европейского рынка оборудования для дуговой сварки наблюдается более высокая по сравнению с мировым рынком доля оборудования для сварки в защитных газах и более низкая доля сварки покрытыми электродами.

За последние 20 лет в промышленно развитых странах доля металла наплавленного ручной дуговой сваркой, снизилась почти в три раза и составляет сейчас 20-30%. На мировом рынке сварочного оборудования и сварочных материалов аппаратура и материалы для механизированных видов сварки, в первую очередь порошковая и сплошная проволоки, уверенно теснят по объемам продаж на рынке покрытые электроды для ручной дуговой сварки. Структура мирового рынка сварочных материалов приведена в таблице 1.

На предприятиях города также наметилась тенденция расширения применения механизированных способов дуговой сварки, при этом реализуются два основные направления: 1. использование импортного оборудования и материалов; 2. применение современных отечественных разработок.

Таблица 1 – Структура мирового рынка сварочных материалов, %

Сварочные материалы	1990г.	2003г.
1. Покрытые электроды	38,6	32
2. Сплошные проволоки	31,3	33,5
3. Порошковые проволоки	13,5	15,5
4. Материалы для сварки под флюсом	7,6	9,0
5. Прутки и другие присадки	9,0	10,0

Ниже приведены примеры технических решений, реализуемые в настоящее время на предприятиях города при изготовлении типовых металлоконструкций балочного типа и емкостей.

Так, в технологическом процессе изготовления колонны сборку ветвей колонны рекомендовано выполнять на специализированном стенде самоходным порталом для сборки балок Н-образного сечения. Стыковые швы полок и стенок ветвей колонны выполняются автоматом КА-001 под слоем флюса.

Сварка поясных швов ветвей колонны производится на установке ВТ-2 автоматом А-1416 под слоем флюса АНЦ-1 сварочной проволокой Св-08ГА от сварочного выпрямителя КИУ- 1201.

Механизированную сварку ребер жесткости, опорных плит и других технологических элементов предлагается выполнять полуавтоматом ПДГ-516 от источника питания КИУ -501 сварочной проволокой Св-08Г2С в смеси защитных газов Ar +CO<sub>2</sub>.

В технологическом процессе изготовления емкостей сборку и сварку карт рекомендовано осуществлять на специализированных установках для сборки листов в стык с самоходным сварочным порталом. Стыковые швы при изготовлении карт выполняются автоматом А2 S Mini Master фирмы ESAB и сварочным трактором АДФ-6010 под слоем флюса АН-60 сварочной проволокой Св-08ГА от сварочного трансформатора LAF 635 фирмы ESAB.

Механизированную сварку отдельных элементов конструкции (кольца жесткости, патрубки, днища) выполняют полуавтоматом ПДГ-508М от источника питания КИУ-501 в смеси защитных газов CO<sub>2</sub>(20%)+Ar(80%) сварочной проволокой Св-08Г2С.

Наружные продольные и кольцевые швы предложено выполнять автоматом А2 S Mini Master фирмы ESAB под слоем флюса АН-60 сварочной проволокой Св-08ГА от сварочного трансформатора LAF 635 фирмы ESAB.

Технические характеристики автомата КА-001 и автомата А2 S Mini Master одной из признанных мировых производителей сварочной техники фирмы ESAB приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Технические характеристики автомата КА-001

Параметр	Значение
Напряжение питающей сети, В	380
Номинальный ток, А, при ПВ=100%	1000
Количество электродов, шт.	1
Диаметр электрода, мм	2-5
Способ защиты дуги	флюс
Скорость подачи электрода, м/ч	49-404
Скорость сварки, м/ч	17-110
Изменение скоростей: - подачи электрода - сварки	ступенчатое ступенчатое
Масса электродной проволоки, кг	15
Масса трактора, кг	46
Тип сварочного источника	ВДУ-1202, КИУ 1201
Габаритные размеры трактора, мм	540×360×740

A2 S Mini Master представляет собой автоматическую сварочную систему, в конструкцию которой заложены требования малой массы, компактность и универсальность применения. Система собрана из стандартных компонентов.

Сварочная головка комплектуется такими приспособлениями, как система позиционирования, система слежения по стыку, система подачи флюса. Применение электронного блока управления помогает максимально упростить работу сварщика. Тесная связь блока управления со сварочным источником обеспечивает высокую стабильность сварочного процесса.

Таблица 3 – Технические характеристики сварочной головки A2 S Mini Master

Максимальный ток (ПВ 100%), А	800
Диаметр проволоки, мм	2 – 5
Скорость подачи, м/мин	2 – 9
Габаритные размеры, мм	880x400x592
Масса, кг	47

Сварочные источники LAF имеют отличные сварочные характеристики во всем диапазоне токов и напряжений. Особенно хороши характеристики первичного зажигания и повторного зажигания дуги. Источники обеспечивают стабильную дугу, как на высоких, так и на малых величинах напряжения. Плавное регулирование напряжения дуги позволяет четко управлять сварочными параметрами.

Выпрямители LAF обеспечивают стабильность дуги при очень малых величинах напряжений.

Таблица 4 – Технические характеристики источника питания LAF 635

Напряжение сети, В	400
Макс. сварочный ток при ПВ 60%, А	800
Макс. сварочный ток при ПВ 100%,А	630
Диапазон регулирования, А/В	800-3030/21-44
Напряжение холостого хода, В	54
КПД при макс. токе	0,84
Фактор мощности при макс. токе	0,90
Габариты, мм	670x490x930
Масса, кг	260

Наличие развитой системы торговых центров фирмы ESAB, а также популярность данной марки позволяют рекомендовать производимое фирмой оборудование для использования на предприятиях города.

Сравнение технических характеристик отечественного и импортного оборудования показывает, что они в достаточной мере обеспечивают требуемое качество сварных соединений.

Экономический анализ принятых технических решений по повышению уровня механизации и автоматизации сборочно–сварочных операций на базе отечественного и импортного оборудования и материалов показал сопоставимые результаты, поэтому эти оба направления совершенствования технологического процесса изготовления сварных металлоконструкций можно рекомендовать для применения в практику сварочного производства.

УДК 621.791.92

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ ЗАКАЛИВАЮЩИМИ СТАЛЯМИ**

**Беркович Р.Д., Зеленко М.С.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Малущин Н.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В вопросе снижения материалоемкости продукции важная роль принадлежит наплавке. Из общего объема сварочных материалов для наплавки используется 8-10% электродов и сплошных проволок, до 30% порошковых проволок и практически все спеченные и порошковые ленты. Для износостойкой наплавки деталей металлургического оборудования широко используют в качестве наплавочных материалов теплостойкие хромовольфрамовые закаливающиеся стали.

В сварочном производстве по прежнему остается основополагающей и приоритетной проблема свариваемости, и в первую очередь - уточнение

причин образования сварочных трещин. Такие исследования необходимы для нахождения путей улучшения свариваемости существующих сталей и для создания новых хорошо свариваемых высокопрочных и специальных сталей. Существующие способы наплавки закаливающихся сталей недостаточно эффективны и трудоемки, так как для предотвращения образования холодных трещин обязательно применяется предварительный и сопутствующий высокотемпературный подогрев до температуры 350-700°C и замедленное охлаждение наплавленного изделия. Получение низкопрочных и достаточно пластичных продуктов распада аустенита позволяет избежать образования холодных трещин. Однако для обеспечения высоких прочностных и служебных характеристик для данного класса сталей необходимо проведение сложной термической обработки наплавленных изделий в виде отжига - закалки - отпуска. Проведение такой термической обработки большинства крупногабаритных деталей металлургического оборудования затруднительно или практически невозможно. На многих металлургических предприятиях термообработка ограничивается низкотемпературным отпуском для снятия напряжений. Наплавленные детали после наплавки и отпуска имеют неравномерную твердость и низкую износостойкость. В итоге высокие эксплуатационные свойства наплавленного металла на основе закаливающихся хромовольфрамовых сталей используются недостаточно полно.

Поэтому повышение эффективности применения в качестве наплавочных материалов хромовольфрамовых закаливающихся сталей на основе устранения существующих недостатков технологии их наплавки является одной из актуальных задач в области наплавки деталей металлургического оборудования.

Целью предлагаемой работы являлась разработка и исследование способа многослойной наплавки закаливающихся сталей, исключающего применение высокотемпературного подогрева и последующей закалки, обеспечивающего высокую стойкость наплавленного металла против образования холодных трещин и максимально приближающего свойства металла наплавки к закаленным сталям.

В результате проведенных на кафедре МиТСП исследований установлено, что основной причиной образования холодных трещин в хромовольфрамовом металле являются закалочные явления.

Поиск и принятие новых принципиальных решений позволяет, обеспечить прорыв в улучшении качества, т. е. поднять его на значительно более высокий уровень. Таким принципиально новым подходом в технологии наплавки теплостойких сталей высокой твердости является использование эффекта кинетической пластичности («сверхпластичности») в процессе мартенситного или бейнитного превращения.

В разработанных на кафедре МиТСП СибГИУ способах наплавки теплостойких сталей высокой твердости для предотвращения образования холодных трещин предложено использовать эффект кинетической

пластичности (сверхпластичности). Проявление эффекта кинетической пластичности в процессе мартенситного или бейнитного превращения было отмечено при исследованиях свойств наплавленного теплостойкими сталями высокой твердости металла на установках тепловой микроскопии типа ИМАШ.

Особенностью предложенных способов наплавки является применение низкотемпературного предварительного и сопутствующего подогрева ( $T_{\text{под}} = 150-200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Для получения наплавленного металла с низкой склонностью к образованию трещин регулируется уровень временных напряжений в процессе наплавки путем их частичной релаксации за счет проявления эффекта кинетической пластичности в момент протекания мартенситного или бейнитного превращений. Это позволяет получить наплавленный металл в закаленном состоянии без трещин и с низким уровнем остаточных напряжений.

Основой способов является строго определенный термический цикл наплавки, особенностями которого является ограниченное время пребывания наплавленного металла в высокотемпературной зоне, высокие скорости охлаждения металла в области минимальной устойчивости аустенита, сохранение металла в аустенитном состоянии до завершения процесса наплавки путем применения предварительного подогрева с температурой  $M_n + (50-100)^{\circ}\text{C}$ . Для уменьшения уровня накопившихся в аустенитной области временных напряжений предложено кратковременное снижение температуры подогрева на  $(20-100)^{\circ}\text{C}$  ниже  $M_n$ . Снижение температуры подогрева в процессе многослойной наплавки приводит к частичной релаксации временных напряжений, происходящей в основном за счет эффекта «сверхпластичности» в момент мартенситного или бейнитного превращений. Релаксация временных напряжений в интервале температур мартенситного или бейнитного превращений предотвращает образование трещин в процессе многослойной наплавки.

В качестве способа наплавки выбрана плазменная наплавка нетоковедущей присадочной проволокой. Выбор способа наплавки объясняется рядом преимуществ перед другими способами наплавки: такими, как высокая производительность, широкая возможность легирования наплавленного металла, возможность применения различных наплавочных металлов, большой диапазон регулирования ввода теплоты в основной и наплавляемый металлы, что позволяет реализовать предлагаемый термический цикл наплавки. Перечисленные положительные стороны способов плазменной наплавки не только существенно расширяют технологические возможности их применения, но и позволяют получать значительный экономический эффект за счет наплавки слоев с минимальной глубиной проплавления и сохранения первоначальных физико-механических свойств наплавленного металла. Положительно на увеличении твердости наплавленного металла сказывается применение в качестве защитно-легирующей среды в процессе плазменной наплавки азота и введение в

шихту порошковой проволоки алюминия в определенных пределах. В процессе наплавки происходит легирование наплавленного металла азотом непосредственно из газовой фазы, что позволяет дополнительно повысить твердость рабочего слоя изделия. Алюминий вводят в состав шихты порошковой проволоки для устранения пористости за счет связывания избыточного азота в нерастворимые в жидком металле соединения, способные дополнительно упрочнять металл за счет образования мелкодисперсных частиц нитридов. Дополнительно улучшить свойства наплавленного высоколегированного металла, а также обеспечить благоприятное напряженное состояние позволяет применение высокотемпературного отпуска и ультразвуковой поверхностной упрочняющей обработки (УПУО). Так, твердость металла после наплавки составляет HRC 52-57, а после отпуска на вторичную твердость и УПУО достигает HRC 64-66.

Разработанная технология позволяет упростить процесс наплавки, избежать образования трещин и максимально использовать свойства наплавленного высоколегированного металла.

Таким образом, реализация предложенного способа повышения качества наплавленных деталей машин и механизмов в процессе их изготовления и эксплуатации обеспечивает существенное повышение их стойкости за счет предупреждения образования холодных трещин в наплавленном слое при сохранении его высокой твердости.

УДК 621.791

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ**

**Гришина Я.С., Федорович О.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Рассматривая состояние производства сварочных материалов в России за последние двадцать лет, следует отметить, что дуговые способы сварки за это время по-прежнему сохраняют за собой доминирующее положение среди других технологий в производстве сварных металлоконструкций. К сожалению, сегодня приходится считаться со снижением общих объемов производства промышленной и строительной продукции, что серьезно отразилось в виде адекватного снижения объемов выпуска и потребления сварочных материалов, непосредственно связанных с выпуском стали и готового проката.

Производство стали в России и соответственно готового проката уменьшилось по сравнению с 1990 г. на 30%. В последнее пятилетие

наблюдалась некоторая стабильность и даже некоторое увеличение производства стали и проката. Это отразилось и на производстве сварочных материалов, а в частности увеличилось производство сварочной проволоки марок Св-08, Св-08А, Св-08Г2С и электродов для ручной дуговой сварки в необходимом количестве и качестве до начала кризиса.

Сварочные материалы для дуговой сварки занимают одно из ведущих мест в сварочном производстве в России. В новом столетии дуговые способы сварки сохраняют ведущее положение среди других технологических процессов в производстве машиностроительной и строительной продукции. Естественно, одной из важнейших проблем сварочного производства остается уровень производства сварочных материалов, их номенклатура, сортамент, качество, цена и конкурентоспособность по сравнению с зарубежными.

Проанализируем производство сварочных материалов в России за последние пять лет до начала кризиса. Объем выпуска электродов за последнее время составил 165000 тонн в год, что в 3 раза меньше выпуска в 1990г. Резкий спад объемов выпуска электродов произошел в 1994г. и только с 1999г. выпуск электродов стабилизировался и даже стал немного увеличиваться в последнее пятилетие.

Если оценку вести по назначению, то:

- рутильменитовых электродов в 2008г. выпущено 120000т., что по сравнению с 1990г. уменьшилось в 3,3 раза; доля же ежегодного выпуска в процентах составила 70 – 75%.

- фтористо-кальциевых электродов в 2008г. выпущено 35000т. (по сравнению с 1900г. уменьшилось в 2,3 раза), доля ежегодного выпуска в процентах составила 17 – 22%.

- электродов специального назначения в 2008г. выпущено 8000т. (что в сравнении с 1900г. уменьшилось в 4 раза),

Значительно уменьшился в 2008г. сортамент выпуска электродов. Абсолютные объемы производства электродов диаметром 3 и 4 мм по сравнению с 1990г. выросли соответственно на 30% и 60%. Это стало возможным благодаря сокращению выпуска электродов диаметром 5 и 6 мм.

Положительным является и то, что производители сварочных электродов стараются выпускать электроды разной номенклатуры и сортамента и этим закрепляют за собой постоянных потребителей продукции.

Важным направлением в электродном производстве является осуществление технического перевооружения крупных и средних электродных цехов и участков с учетом развивающихся рыночных отношений, пересмотр существующих мощностей для того, чтобы сделать их экономически прибыльными, многономенклатурными, механизированными, т.е. сведя ручной труд до минимума. Техническое перевооружение электродных цехов и участков должно привести к улучшению качества продукции.

Что же касается материалов для механизированной сварки, то объемы их производства также значительно снизились. За последние годы легированной сварочной проволоки диаметром 0,8 – 2 мм для сварки в углекислом газе изготовлено 20000 тонн, что составляет 14 - 18% от уровня 1990г. Доля легированной сварочной проволоки малых диаметров 0,8-1,4 мм значительно увеличилась и составила от 40% до 45%. Положительным является также факт выпуска омедненной проволоки.

Порошковой проволоки изготовлено в 2008г. всего 2100т., что составляет 9% от уровня 1990г. Сварочного флюса произведено 6600т., что составляет 15% от уровня 1990г.

Мировые тенденции производства сварочных материалов отличаются от тех, которые имеют место в России. В развитых странах отмечается четкая тенденция снижения доли выпуска и использования электродов (в Японии и США на их долю приходится уже не более 20% общего выпуска сварочных материалов), однако это достигается путем наращивания уровня механизации и автоматизации сварочных работ и объемов использования материалов, предназначенных для механизированной сварки. В развитых странах наблюдается тенденция наращивания производства сварочных материалов, особенно, предназначенных для механизированной сварки.

Не вызывает сомнений, что в России нынешний спад производства сменится его оживлением, а затем и ростом. И если принимать в расчет мировые тенденции, то они должны отмечаться увеличением потребности в материалах для механизированной и автоматической сварки. Перед производителями сварочных материалов стоит задача суметь сосредоточиться на решении вопросов разработки и совершенствования технологии и повышения качества изготовления электродной проволоки, сварочного флюса и электродов.

УДК 621.791: 658.562

## **СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЛИНИЕЙ СТЫКА ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ**

**Рудаков Г.Ю.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Различные задачи автоматизации процесса дуговой сварки могут решаться с помощью отдельных систем и устройств. Так создавались следящие системы для перемещения электрода только поперек стыка, системы регулирования только длины дуги, системы стабилизации только отдельных электрических параметров процесса. Между тем, чтобы ни автоматизировали в отдельности - положение, скорость, параметры режима дуги, - в конечном счете, все это отражается на качестве сварного соединения. Необходимость комплексного подхода к автоматизации

процесса сварки очевидна, ибо сварочный процесс относится к категории сложных объектов и может быть представлен только в виде многосвязной системы. Системы регулирования все чаще осуществляются как комплексные и комбинированные, в которых контролируются и регулируются не только позиционные параметры процесса, но и одновременно параметры режима дуги. Некоторые разработанные системы настолько громоздки (по содержанию, а не конструктивно), что не поддаются классификации. Поэтому принятое ниже разделение систем на группы в ряде случаев можно рассматривать условно - по преобладающему признаку.

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОРИЕНТАЦИЯ ЭЛЕКТРОДА ОТНОСИТЕЛЬНО ИЗДЕЛИЯ

Системы, обеспечивающие заданную ориентацию электрода относительно свариваемого изделия, целесообразно разделить на две группы: первая - следящие системы, осуществляющие ориентацию только в направлении, перпендикулярном продольной оси стыка; вторая - двух- и трехкоординатные следящие системы ориентации головки, а также комбинированные системы, обеспечивающие не только необходимую ориентацию электрода, но и регулирование некоторых других механических и электрических параметров процесса при условии, что управляющие воздействия в них имеют исключительно механическую природу.

Наиболее простыми являются однокоординатные системы ориентации сварочного электрода относительно изделия. Большое внимание ученых и производителей обращено на автоматическую ориентацию сварочной головки в поперечном относительно оси свариваемого стыка направлении. В следящих системах, разработанных для этой цели, для контроля положения свариваемого стыка используются датчики пневматические, ионизационные, фотоэлектрические, электромагнитные.

Тип используемого в следящей системе датчика для контроля положения стыка зависит от места его расположения относительно электрода. Обычно фотоэлектрический датчик контролирует положение не самого стыка, а вспомогательной линии и выносится поэтому в сторону от электрода. Вспомогательная линия наносится параллельно стыку на некотором от него расстоянии с помощью, например, резца, как это было сделано в первой фотоэлектрической следящей системе для стана спиральной сварки труб. В другой системе линия наносится на поверхность металла алюминиевым карандашом. Более четкое изображение линии, а следовательно, большую точность и надежность системы можно получить, если не заранее, а в процессе сварки - что особенно важно - писать вспомогательную линию на бумаге, укладываемой на свариваемом изделии или протягиваемой синхронно с движением свариваемых листов, т. е. использовать метод следящего программирования. Представляет интерес получение вспомогательной линии по концам тонких стержней, уложенных

по периметру намагниченного барабана, который поворачивается синхронно с перемещением свариваемого изделия.

В качестве чувствительного элемента датчика фотоэлектрической следящей системы использовали различные типы фотоэлементов. Автор считает, что наиболее подходит для этих целей фотодиод. Исследования показали его работоспособность вблизи от сварочной дуги. В фотоэлектрической следящей системе датчик состоит из источника света (малогабаритной лампы накаливания), оптико-механического модулятора (диска с отверстиями на валу двигателя), фотодиода и соответствующей оптики, обеспечивающей перенос светового потока от источника на поле вспомогательной линии, а от него на фотодиод. Сигнал с фотодиода поступает на усилитель, настроенный на пропускание несущей частоты синила, далее детектируется и подается на усилитель, которым управляет двигателем, перемещающим сварочную головку.

Вспомогательная линия при небольшой кривизне стыка не нужна. В этом случае датчик может быть закреплен на сварочной головке впереди от электрода и контролирует непосредственно положение свариваемого стыка. Ионизационные датчики из-за отсутствия малогабаритных счетчиков Гейгера применения пока не нашли. При разработке электромагнитных датчиков одни предпочитают датчики индуктивного типа, другие индукционного типа. Автором разработан датчик индуктивно-индукционного типа характеризующийся повышенной чувствительностью.

Отметим, что достаточно четко наметилось два метода контроля положения свариваемого стыка: фотоэлектрический и электромагнитный. Фотоэлектрический метод успешно разрабатывается в ИЭС им. Е. О. Патона и ВНИИМАШе, электромагнитный метод - более широким кругом организаций.

При двусторонней сварке обечаек и труб большого диаметра необходимо наложить первый шов точно по оси стыка, а затем совместить второй шов с обратной стороны с первым. Обычно сначала варят шов изнутри, чтобы была возможность визуально контролировать снаружи положение пятна прогрева относительно кромок стыка и перемещать с помощью штурвала и штанги сварочную головку внутри трубы поперек стыка, а затем накладывают второй шов снаружи, причем стык остается хорошо видимым.

В одной из работ рекомендуется сначала накладывать наружный шов, а затем внутренний, а для их совмещения использовать следящую систему.

В качестве рассогласования используется смещение изображения прогретого следа от внутренней дуги относительно блика от наружного валика, спроектированных с помощью системы зеркал на одном экране. Этот способ технически достаточно трудно реализуем.

Было предложено ИЭС им. Е.О. Патона окрашивать одни из свариваемых листов черной или белой краской, либо обрабатывать металлической щеткой, создавая тем самым большой контраст в

отражательной способности его поверхности по сравнению с другим листом, никак не обработанным. Это дает возможность с помощью фотоэлектрического датчика, размещенного впереди от сварочного электрода, направлять его по стыку с точностью  $\pm 2$  мм.

УДК 621.03:534-8

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИОННО-ВАКУУМНОГО УПРОЧНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИНСТРУМЕНТА**

**Коротков Д.Г.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Одним из основных узлов акустической системы является инструмент, к которому предъявляется ряд требований. Одно из требований – высокая прочность, которую можно достичь многими способами.

В последнее время для упрочнения инструмента находит широкой применение ионно-вакуумное осаждение тонких твердых пленок, которые не изменяют геометрии инструмента, но резко увеличивают срок работы инструмента.

*В связи с этим, целью настоящей работы является изучение возможности применения метода ионно-вакуумного осаждения для повышения эксплуатационных свойств инструментов.*

## **МАГНЕТРОННЫЕ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

Получение высококачественных тонкопленочных слоев металлов, сплавов, диэлектриков проводников является одной из актуальных задач технологии изготовления различных элементов радиоэлектронной аппаратуры. До сравнительно недавнего времени для получения пленок толщиной до нескольких микрон использовались, главным образом, процессы испарения и конденсации веществ в высоком вакууме (так называемые термовакuumный метод).

При необходимости получать более толстые слои (например, микрополосковые линии толщиной (10 – 20 мкм) этот метод дополняется методом ионного покрытия, а так же электрохимическим наращиванием тонких пленок.

Анализ ионно–плазменных методов получения пленочных покрытий /1/ показывает, что их развитие идет в направлении все более широко использования процессов ионного распыления с постепенным понижением диапазона рабочих давлений, увеличением скоростей осаждения и снижением напряжения на разрядном промежутке распылительных систем. Изменение этих параметров в указанном направлении вызывается, с одной

стороны, стремлением увеличить производительность процесса распыления и, с другой стороны, необходимостью получения пленок с минимальным уровнем загрязнения и радиационных дефектов.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ МАГНЕТРОННЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Принцип действия и рабочие параметры. Магнетронные распылительные системы получили свое название от СВЧ приборов М – типа (магнетронных устройств), хотя, кроме наличия скрещенных электрического и магнитного полей, ничего общего с ними не имеют. Магнетронные системы относятся к системам распыления диодного типа, в которых распыление материала происходит за счет бомбардировки поверхности мишени ионами рабочего газа, обычно аргона

Основные рабочие характеристики магнетронных распылительных систем – напряжение на электродах, ток разряда, плотность тока на мишени и удельная мощность, величина индукций магнитного поля и рабочее давление. От величины и стабильность перечисленных параметров, которые взаимно связаны между собой, зависят стабильность разряда и воспроизводимость процесса нанесения пленок. Магнетронные системы относятся к низковольтным системам распыления.

Напряжение питания не превышает 1000В. постоянного тока. Рабочее напряжение составляет 300 – 700В на мишень обычно подается отрицательный потенциал, а анод имеет нулевой потенциал. Однако в магнетронных системах с плоским катодом для более полного улавливания вторичных электронов рекомендуется на анод подавать небольшое положительное смещение (40-50В) в некоторых системах предусматривается подача отрицательного напряжения смещения на подложку до (100 В) для реализации распыления со смещением.

### Характеристика разрядного промежутка

При низком давлении разряд в распылительной системе с холодным катодом поддерживается в основном за счет вторичных электронов, эмитируемых с катода под действием ионной бомбардировки.

Магнитное поле практически не оказывает влияния на траекторию движение ионов т.е. они свободно под действием электрического поля уходят на мишень по траекториям, близким к прямолинейным.

Основную роль в процессах образования и поддержания плазмы в магнетронных распылительных системах играют электроны

Реальный анод МРС должен располагаться от центра зоны распыления на расстоянии, не меньше заданного, в противном случае он будет захватывать из магнитной ловушки электроны, способные ионизировать газ, и эффективность разряда будет уменьшаться.

### ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЛАЗМЫ РАЗРЯДА

Одной из особенностей магнетронных распылительных систем

является локализация плазмы аномального тлеющего разряда у распыляемой поверхностей мишени, причем плазма имеет форму близкую к тороидальной и степень ее ионизации максимална в центральной части над зоной.

Анализ различных вариантов конструкций магнетронных распылительных систем показывает, что все они в диапазоне используемых для разряда магнитных полей (0,03 – 0,1Т) характеризуются наличием как положительного у катода, так и отрицательного у анода пространственных зарядов, причем анодное падение потенциал возрастает с ростом индукций магнитного поля.

#### Колебание в плазме и возникновение неустойчивостей

В плазме, находящейся в магнитном поле возникают волновые явления. Электроны могут совершать колебания вдоль силовых линий магнитного поля с частотой  $\omega_{\text{п}} = 56,4 n_e^{1/2}$ , причем частота этих колебаний может превышать частоту столкновений электронов с атомами рабочего газа. Кроме того, электроны совершают колебания поперек силовых линий магнитного поля с частотой  $(\omega_{\text{п}}^2 + \omega_{\text{е}}^2)^{1/2}$ , где  $\omega_{\text{е}} = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ В}$  циклотронная частота электрона,  $\text{с}^{-1}$ . В плазме могут возникать колебания ионного тока, которые распространяются со скоростью, пропорциональной  $(kT_{\text{е}}/m_i)^{1/2}$ , где  $k$  – постоянная Больцмана,  $T_{\text{е}}$  – температура электрона. В плазме цилиндрической МРС экспериментально наблюдались колебания в диапазоне частот 50 – 500 кГц.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

*В работе изучен метод ионно-вакуумного осаждения и возможности применения его для повышения эксплуатационных свойств инструментов.*

#### Библиографический список

1. Данилин Б.С., Сырчин В.К. Магнетронные распылительные системы. – М.: Радио и связь, 1982.-72с., ил.

УДК 621.791.03-52(075.8)

### СТАБИЛИЗАЦИЯ ГЛУБИНЫ ПРОПЛАВЛЕНИЯ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

**Казанцев С.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Качество сварного соединения обуславливается его механическими и коррозионными свойствами, зависящими от геометрических размеров и формы сварного шва. Стабилизация геометрических размеров шва способствует повышению качества сварного соединения. Но не во всех

случаях это условие можно считать единственным критерием качества. Например, при сварке материалов, склонных к закаливанию или к образованию горячих или холодных трещин, важным фактором является также поддержание заданного термического цикла в процессе сварки, обеспечивающего необходимую скорость охлаждения металла. Только при этом условии можно получить требуемую структуру сварного шва и околошовной зоны. Заданный термический цикл и геометрические размеры шва можно считать обобщенным критерием качества. Закон изменения их зависит от погонной энергии дуги  $q$ .

В свою очередь, закон регулирования  $q \setminus V_{\text{св}}$  зависит от типа действующих возмущений на объект «источник питания -дуга- сварочная ванна».

В системах, обрабатывающих технологические возмущения, действующие на питающую систему и дугу, для получения качественного сварного соединения, обеспечивалось условие  $q = \text{const}$ , благодаря стабилизации электрических параметров дуги.

Оценку влияния различных, возмущений на качество сварного соединения в таких системах можно оперативно провести одной из методик для автоматов общего назначения, связывающей отклонения параметров шва с вызвавшими их возмущениями через коэффициенты качества регулирования. Например, отклонения глубины проплавления и ширины шва при известных возмущения по напряжению сети, и длине дуги можно определить зная соответствующие коэффициенты связи

Необходимо располагать таблицами или графиками, характеризующими зависимость коэффициентов от режимов сварки. Варьируя параметрами режима, можно выбрать такое их сочетание, при котором какое-либо возмущение вызовет отклонение, например, глубины проплавления, не превышающее допустимого. Ценность методики состоит в том, что она при конкретных возмущениях позволяет оценить эффективность применения тех или иных дуговых автоматов.

Более сложный закон изменения  $q \setminus V_{\text{св}}$  для получения качественного сварного соединения требуется при технологических и конструктивных возмущениях, действующих непосредственно на сварочную ванну (шов). Влияние этих возмущений на качество сварного соединения не может быть компенсировано с помощью систем автоматической стабилизации параметров режима сварки. Их влияние условно может быть оценено эквивалентным изменением коэффициента  $\eta_{\text{э}}$ , характеризующим изменение условия тепловложения в свариваемый материал.

Измерение конструктивных и технологических возмущений связано со значительными трудностями из-за их относительной рассредоточенности и удаленности от стыка. Частичное устранение влияния конструктивных возмущений можно обеспечить путем измерения и записи их с помощью специального датчика в период холостого прохода стыка и затем корректировки в процессе сварки параметров режима по записанной

программе. Однако из-за тепловой деформации детали в процессе сварки такая программа часто малоэффективна. Поэтому наиболее приемлемым способом является введение в систему регулирования обратной связи по некоторому обобщенному параметру, на который в процессе сварки влияют как конструктивные, так и технологические возмущения. В качестве такого параметра можно принять температуру металла сварочной ванны или околошовной зоны. Температуру можно регулировать изменением погонной энергии в системе «источник питания- дуга- сварочная ванна». Задача регулирования при этом сводится к стабилизации подвижного температурного поля. С точки зрения теории автоматического регулирования температурное поле как объект регулирования описывается апериодическим звеном. Постоянная времени этого звена определяется параметрами свариваемого материала (теплоемкость, теплопроводность и т. д.). Температуру можно измерить лишь на некотором расстоянии от сварочной дуги, что обуславливает появление погрешностей измерения относительно реальной температуры под дугой и запаздывание в передаче сигнала управления.

Для измерения температуры целесообразно применение бесконтактных датчиков, действие которых основано на измерении интенсивности излучения с поверхности металла. Использование контактных датчиков (например, скользящей термопары, одной ветвью которой является стержень или ролик, катящийся по поверхности металла, а другой — свариваемый металл), приводит к большим погрешностям из-за инерционности датчика и отсутствия постоянного контакта между ним и металлом. Применение бесконтактных датчиков позволяет приблизить точку измерения температуры (площадку визирования датчика) к сварочной дуге.

Однако имеются ограничения на приближение площадки визирования к сварочной дуге, так как полезный сигнал «забивается» помехами, вызванными прямым или отраженным излучением дуги. Иногда удобен вариант размещения площадки визирования датчика с обратной стороны шва, при этом необходимо обеспечить защиту датчика от пыли, повреждения расплавленным металлом, температурного воздействия окружающей атмосферы. Необходимо также проектировать устройства, упрощающие операцию визирования датчика на точку измерения температуры.

Чувствительным элементом датчиков является фотоэлемент. Все датчики содержат защитный кожух, фокусирующую и передающую оптику. В некоторых конструкциях кожух датчиков дополнительно охлаждается либо только водой, либо струёй газа и водой вместе. Газ в процессе сварки используется также для защиты обратной стороны шва. Струя газа, не влияя на спектр лучистого потока, предохраняет входной зрачок датчика от запыленности.

Из-за сложности визирования датчика с обратной стороны шва в ряде случаев необходимо изыскивать возможности построения бесконтактных

датчиков, устанавливаемых со стороны дуги. Основным условием работоспособности датчика в этом случае является наличие корреляции между сигналом с датчика и выбранным критериальным параметром шва (например, размером обратного валика при сварке со сквозным проплавлением). Возможности использования таких датчиков расширяются при аргонодуговой сварке металлов толщиной 1-6 мм, если стабилизирована внешняя длина дуги.

Известен оригинальный способ получения информации о качестве проплавления по интенсивности излучения спектральной линии базового элемента (например, линии хрома). Интенсивность спектральной линии базового элемента связана с проваром изделия в зоне стыка. При сварке разнородных материалов для регулирования глубины проплавления используют Световой поток, излучаемый сварочной ванной. Затем с помощью специальной аппаратуры его разлагают в спектр и по интенсивности спектральной линии базового элемента устанавливают требуемый регулирующий параметр. Для применения этого способа измерения при сварке однородных, материалов на поверхность одной из кромок перед сваркой наносят контрастное вещество.

Известен также способ определения размеров сварочной ванны со стороны дуги. Модулированным источником света освещают поверхность сварочной ванны шириной. Поскольку поверхность свариваемой детали отражает свет значительно слабее, чем жидкая ванна, то энергия отраженного светового сигнала зависит от размера ванны. Отраженный от сварочной ванны световой поток фиксируется фотоприемником.

При плазменной сварке известен способ регулирования проплавления по контролю с обратной стороны изделия параметров факела ионизированных газов.

Параметры факела измеряют либо с помощью, фотоэлемента, либо по разности потенциалов между свариваемым изделием и искусственно вводимой под деталь контактной подложкой.

Экспериментально установлена линейная зависимость между шириной обратного валика и измеряемыми параметрами факела.

При наличии информации о качестве проплавления для построения системы регулирования в каждом конкретном случае необходимо еще правильно выбрать регулирующие воздействия. В простейшем случае это может быть один параметр, например ток (в непрерывном и импульсном режимах), скорость сварки, амплитуда поперечных колебаний электрода, а также параметры магнитной системы при управлении дугой магнитным полем, скорость подачи электродной проволоки и т.д. В более сложных случаях требуется комбинированное управление (сила тока - скорость сварки, скорость подачи электрода - длина вылета, сила тока - амплитуда поперечных колебаний и т. д.).

При выборе регулирующего воздействия (воздействий) необходимо всесторонне проанализировать влияние его на качество сварного соединения

- форму шва, структуру металла, зону термического влияния и т. д. Иногда для эффективного регулирования требуется не только правильно выбрать регулирующее воздействие и подобрать остальные параметры режима сварки, но и применять дополнительные технологические приемы, расширяющие возможности способа сварки. К ним можно отнести повышение пространственной устойчивости дуги (например, наложением на нее коротких по длительности импульсов или магнитного поля), управление кристаллизацией металла шва с помощью электромагнитного перемешивания (ЭМП), удержание металла сварочной ванны с помощью магнитного поля, управление пространственным положением дуги относительно линии стыка с помощью механических и электромагнитных устройств.

Особое внимание при создании автоматического оборудования заслуживают способы сварки с периодически изменяющимся током. Основные из этих способов: импульсно-дуговая сварка со свободной и проникающей дугой; импульсно-дуговая сварка плавящимся и неплавящимся электродами; сварка модулированным током. Сварка на постоянном токе в импульсном режиме помимо повышения проплавления способности дуги позволяет уменьшить сварочные деформации вследствие малого времени существования сварочной ванны и малой зоны нагрева, обеспечить сходство химического состава металла шва с составом основного металла, уменьшить вероятность прожогов. Режим в этом случае регулируется изменением скважности импульсов, т. е. изменением отношения

Сварка модулированным током обеспечивает изготовление тонколистовых конструкций и высококачественное формирование вертикальных и потолочных швов. При модулированном токе сварки проплавление способность дуги меньше зависит от изменения ее длины, уменьшается расход энергии на 15-20 %, на эту же величину увеличивается производительность процесса, обеспечивается легкое управление дозировкой энергии, вводимой в дугу.

УДК 621.791:658.562 (075.8)

## **ДЕФЕКТЫ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Подшивалов И.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

### **Общие сведения и организация контроля**

По ГОСТ 15467-79 качество продукции есть совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество сварных изделий

зависит от соответствия материала техническим условиям, состояния оборудования и оснастки, правильности и уровня отработки технологической документации, соблюдения технологической дисциплины, а также квалификации работающих. Обеспечить высокие технические и эксплуатационные свойства изделий можно только при условии точного выполнения технологических процессов и их стабильности. Особую роль здесь играют различные способы объективного контроля как производственных процессов, так и готовых изделий. При правильной организации технологического процесса контроль должен быть его неотъемлемой частью. Обнаружение дефектов служит сигналом не только к отбраковке продукции, но и оперативной корректировке технологии.

Сварные конструкции контролируют на всех этапах их изготовления. Кроме того, систематически проверяют приспособления и оборудование. При предварительном контроле подвергаются проверке основные и вспомогательные материалы, устанавливается их соответствие чертежу и техническим условиям,

После заготовительных работ детали подвергают чаще всего наружному осмотру, т.е. проверяют внешний вид детали, качество поверхности, наличие заусенцев, трещин, забоин и т.п., а также измеряют универсальными и специальными инструментами, шаблонами, с помощью контрольных приспособлений. Особенно тщательно контролируют участки, подвергающиеся сварке. Профиль кромок, подготовленных под сварку плавлением, проверяют специальными шаблонами, а качество подготовки поверхности - с помощью оптических приборов или специальными микрометрами.

Во время сборки и прихватки проверяют расположение деталей друг относительно друга, величину зазоров, расположение и размер прихваток, отсутствие трещин, прожогов и других дефектов в местах прихваток и т.д. Качество сборки и прихватки определяют главным образом наружным осмотром и обмером.

Наиболее ответственным моментом является текущий контроль выполнения сварки. Организация контроля сварочных работ может производиться в двух направлениях: контролируют сами процессы сварки либо полученные изделия.

Контроль процессов позволяет предотвратить появление систематических дефектов и особенно эффективен при автоматизированной сварке (автоматическая и механизированная дуговая, электрошлаковая и др.). Существуют следующие способы контроля сварочных процессов.

**Контроль по образцам технологических проб.** В этом случае периодически изготавливают образцы соединений из материала той же марки и толщины, что и свариваемое изделие, и подвергают их всесторонней проверке: внешнему осмотру, испытаниям на прочность соединений, просвечиванию рентгеновскими лучами, металлографическому исследованию и т.д. К недостаткам такого способа контроля следует отнести

некоторое различие между образцом и изделием, а также возможность изменения сварочных условий с момента изготовления одного образца до момента изготовления следующего.

**Контроль с использованием обобщающих параметров**, имеющих прямую связь с качеством сварки, например использование дилатометрического эффекта в условиях точечной контактной сварки. Однако в большинстве случаев сварки плавлением трудно или не всегда удается выявить наличие обобщающего параметра, позволяющего достаточно надежно контролировать качество соединений.

**Контроль параметров режима сварки.** Так как в большинстве случаев определенных обобщающих параметров для процессов сварки плавлением нет, то на практике контролируют параметры, непосредственно определяющие режим сварки. При дуговой сварке такими параметрами в первую очередь являются сила тока, дуговое напряжение, скорость сварки, скорость подачи проволоки и др. Недостаток такого подхода заключается в необходимости контролирования многих параметров, каждый из которых в отдельности не может характеризовать непосредственно уровень качества получаемых соединений.

Контроль изделий производят пооперационно или после окончания изготовления. Последним способом обычно контролируют несложные изделия. Качество выполнения сварки на изделии оценивают по наличию наружных или внутренних дефектов. Развитие физики открыло большие возможности для создания высокоэффективных методов дефектоскопии с высокой разрешающей способностью, позволяющих проверять без разрушения качество сварных соединений в ответственных конструкциях.

В зависимости от того, нарушается или не нарушается целостность сварного соединения при контроле, различают неразрушающие и разрушающие методы контроля.

### **Дефекты сварных соединений и причины их возникновения**

В процессе образования сварных соединений в металле шва и зоне термического влияния могут возникать различные отклонения от установленных норм и технических требований, приводящие к ухудшению работоспособности сварных конструкций, снижению их эксплуатационной надежности, ухудшению внешнего вида изделия. Такие отклонения называют дефектами. Дефекты сварных соединений различают по причинам возникновения и месту их расположения (наружные и внутренние). В зависимости от причин возникновения их можно разделить на две группы. К первой группе относятся дефекты, связанные с металлургическими и тепловыми явлениями, происходящими в процессе образования, формирования и кристаллизации сварочной ванны и остывания сварного соединения (горячие и холодные трещины в металле шва и околошовной зоне, поры, шлаковые включения, неблагоприятные изменения свойств металла шва и зоны термического влияния).

Ко второй группе дефектов, которые называют дефектами

формирования швов, относят дефекты, происхождение которых связано в основном с нарушением режима сварки, неправильной подготовкой и сборкой элементов конструкции под сварку, неисправностью оборудования, недостаточной квалификацией сварщика и другими нарушениями технологического процесса. К дефектам этой группы относятся несоответствия швов расчетным размерам, непровары, подрезы, прожоги, наплывы, незаваренные кратеры и др. Дефектами формы и размеров сварных швов являются их неполномерность, неравномерные ширина и высота, бугристость, седловины, перетяжки и т.п.

Эти дефекты снижают прочность и ухудшают внешний вид шва. Причины их возникновения при механизированных способах сварки - колебания напряжения в сети, проскальзывание проволоки в подающих роликах, неравномерная скорость сварки из-за люфтов в механизме перемещения сварочного автомата, неправильный угол наклона электрода, протекание жидкого металла в зазоры, их неравномерность по длине стыка и т.п. Дефекты формы и размеров швов косвенно указывают на возможность образования внутренних дефектов в шве.

**Наплывы** образуются в результате натекания жидкого металла на поверхность холодного основного металла без сплавления с ним. Они могут быть местными - в виде отдельных застывших капель, а также иметь значительную протяженность вдоль шва. Чаще всего наплывы образуются при выполнении горизонтальных сварных швов на вертикальной плоскости. Причины образования наплывов - большой сварочный ток, слишком длинная дуга, неправильный наклон электрода, большой угол наклона изделия при сварке на спуск. При выполнении кольцевых швов наплывы образуются при недостаточном или излишнем смещении электрода с зенита. В местах наплывов часто могут выявляться непровары, трещины и др.

**Подрезы** представляют собой продолговатые углубления (канавки), образовавшиеся в основном металле вдоль края шва. Они возникают в результате большого сварочного тока и длинной дуги. Основной причиной подрезов при выполнении угловых швов является смещение электрода в сторону вертикальной стенки. Это вызывает значительный разогрев металла вертикальной стенки и его стекание при оплавлении на горизонтальную стенку. Подрезы приводят к ослаблению сечения сварного соединения и концентрации в нем напряжений, что может явиться причиной разрушения.

**Прожоги** - это сквозные отверстия в шве, образованные в результате вытекания части металла ванны. Причинами их образования могут быть большой зазор между свариваемыми кромками, недостаточное притупление кромок, чрезмерный сварочный ток, недостаточная скорость сварки. Наиболее часто прожоги образуются при сварке тонкого металла и выполнении первого прохода многослойного шва. Прожоги могут также образовываться в результате недостаточно плотного поджатая сварочной подкладки или флюсовой подушки.

**Непроваром** называют местное несплавление кромок основного

металла или несплавление между собой отдельных валиков при многослойной сварке. Непровары уменьшают сечение шва и вызывают концентрацию напряжений в соединении, что может резко снизить прочность конструкции. Причины образования непроваров - плохая зачистка металла от окалины, ржавчины и загрязнений, малый зазор при сборке, большое притупление, малый угол скоса кромок, недостаточный сварочный ток, большая скорость сварки, смещение электрода от центра стыка. Непровары выше допустимой величины подлежат удалению и последующей заварке.

**Трещины**, также как и непровары, являются наиболее опасными дефектами сварных швов. Они могут возникать как в самом шве, так и в околошовной зоне и располагаться вдоль или поперек шва. По своим размерам трещины могут быть макро- и микроскопическими. На образование трещин влияет повышенное содержание углерода, а также примеси серы и фосфора.

**Шлаковые включения**, представляющие собой вкрапления шлака в шве, образуются в результате плохой зачистки кромок деталей и поверхности сварочной проволоки от оксидов и загрязнений. Они возникают при сварке длинной дугой, недостаточном сварочном токе и чрезмерно большой скорости сварки, а при многослойной сварке - недостаточной зачистке шлаков с предыдущих слоев. Шлаковые включения ослабляют сечение шва и его прочность.

**Газовые поры** появляются в сварных швах при недостаточной полноте удаления газов при кристаллизации металла шва. Причины пор - повышенное содержание углерода при сварке сталей, загрязнения на кромках, использование влажных флюсов, защитных газов, высокая скорость сварки, неправильный выбор присадочной проволоки. Поры могут располагаться в шве отдельными группами, в виде цепочек или единичных пустот. Иногда они выходят на поверхность шва в виде воронкообразных углублений, образуя так называемые свищи. Поры также ослабляют сечение шва и его прочность, сквозные поры приводят к нарушению герметичности соединений.

**Микроструктура шва и зоны термического влияния** в значительной степени определяет свойства сварных соединений и характеризует их качество.

К дефектам микроструктуры относят следующие: повышенное содержание оксидов и различных неметаллических включений, микропоры и микротрещины, крупнозернистость, перегрев, пережог металла и др. Перегрев характеризуется чрезмерным укрупнением зерна и огрублением структуры металла. Более опасен пережог - наличие в структуре металла зерен с окисленными границами. Такой металл имеет повышенную хрупкость и не поддается исправлению. Причиной пережога является плохая защита сварочной ванны при сварке, а также сварка на чрезмерно большой силе тока.

*Сделанный в работе анализ дефектов сварных соединений позволяет правильно выбрать метод контроля, позволяющий более полно оценить качество сварного соединения и эффективность контроля для дальнейшей эксплуатации сварной конструкции.*

УДК 621.771

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕСООТВЕТСТВИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА УСИЛИЯ ПРОКАТКИ**

**Панов С.С.**

**Научный руководитель: доцент Лужный А.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

К настоящему моменту времени существует достаточное количество экспериментальных данных по энергосиловым параметрам прокатки, в том числе и по усилию прокатки. Использование этих данных может исключить необходимость проведения экспериментов, для определения усилия прокатки в конкретных условиях: горячая прокатка листовой стали.

Существующие методы расчета усилия прокатки содержат такой важный этап, как определение сопротивления металла деформации. Среди известных методов определения сопротивления металла деформации и, прежде всего, определение предела текучести стали можно назвать такие, как:

- 1) графо-аналитический метод;
- 2) инженерный метод;
- 3) метод с использованием термомеханических коэффициентов

### **1. Методика проведения производственных исследований**

Исходные данные, использованные для нахождения коэффициентов несоответствия при прокатке листовой стали, были получены на стане 2150 Кузнецкого металлургического комбината. При проведении исследования фиксировались:

- геометрические параметры раскатов;
- температура металла по пропускам;
- усилие прокатки.

Усилие прокатки фиксировалось при прокатке листов: 30\*1750; 22\*1650; 40\*1750 мм из стали марок ЗСП и ЗПС.

### **2. Методика проведения теоретических исследований**

Особенностью проведённых исследований является то, что масштаб моделирования инструмента равен единице, так как моделью является клеть, которая, в то же самое время, является натурой. Такой метод исследования позволяет определить усилие прокатки металла в любой клетки стана по усилию прокатки в первой клетки.

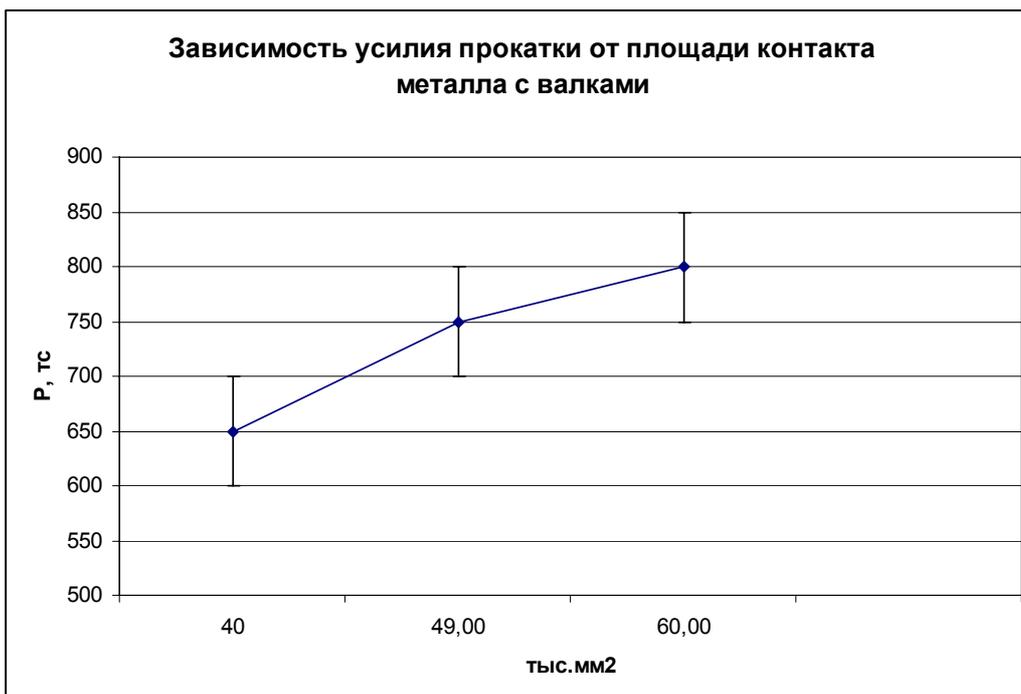
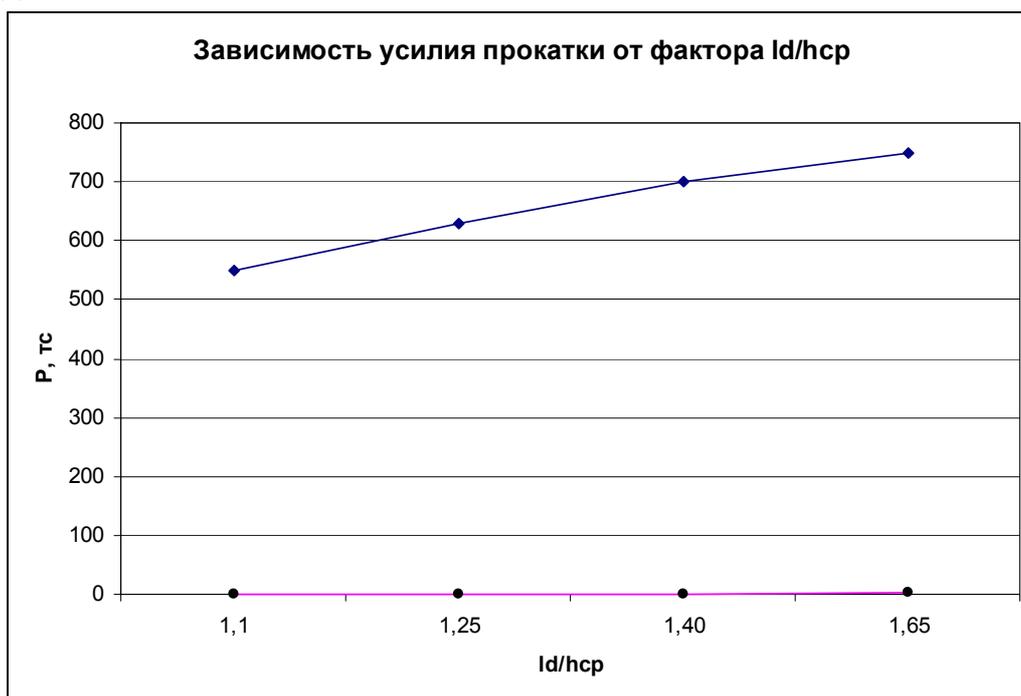
Для определения факторов, по которым рассчитаны коэффициенты несоответствия, были построены зависимости (рис.1):

- 1) зависимость усилия прокатки от фактора формы  $l_d/h_{cp}$ ;
- 2) зависимость усилия прокатки от площади контакта металла с валками.

Поскольку температура металла изменялась в незначительных пределах, то коэффициент несоответствия по температуре «натуры» и модели не рассчитывался.

В качестве «натуры» было принято усилие прокатки металла в первой клети, а усилие прокатки в каждой последующей клети за «модель».

Методика расчета коэффициента несоответствия, например по площади контакта металла с валками.



Усилие прокатки возрастает с увеличением площади контакта металла с валками. Таким образом, площадь контакта металла с валками в первом пропуске (натура) больше, чем в одном из последующих пропусков, то коэффициент несоответствия находился, как

$$\eta_F = F_H / F_M, \quad (1)$$

где  $F_H$  – площадь контакта металла с валками в первом пропуске,  $\text{мм}^2$ ;  
 $F_M$  – площадь контакта металла с валками при прокатке в последующих Клетях (модель),  $\text{мм}^2$ .

Коэффициент несоответствия по фактору формы  $l_d / h_{cp}$  рассчитывался аналогично расчету коэффициента несоответствия по площади контакта металла с валками. После расчета соответствующих коэффициентов несоответствия, по пропускам рассчитывалось усилие прокатки по формуле

$$P_{(H)} = P_{(M)i} \cdot \eta_F \cdot \eta_\phi \quad (2)$$

где  $\eta_\phi$  – коэффициент несоответствия по фактору формы, т.е.

$$\eta_\phi = (l_d / h_{cp})_M / (l_d / h_{cp})_H$$

$P_{(M)i}$  – усилие прокатки в каждом последующем пропуске после первого.

Значение  $P_{(H)}$  (первый пропуск) и значения  $P_{(M)i}$ , расчетные значения представлены в таблицах.

3. Расчет усилия прокатки методом коэффициентов несоответствия

$$\eta_F = 60 / 64,2 = 0,93,$$

$$\eta_\phi = 1,13 / 1,38 = 0,82,$$

$$P_{(H)} = P_{(M)i} \cdot \eta_F \cdot \eta_\phi = 787 * 0,93 * 0,82 = 600 \text{ т},$$

Всего: 18 пропусков.

Ошибка  $\Delta$  - до 10% - 10 расчетов,

10%  $\leq \Delta \leq$  20% - 2 расчета,

$\geq$  20% - 6 расчетов

4. Заключение

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1) Расчет усилия прокатки с использованием коэффициентов несоответствия по некоторым параметрам процесса прокатки дали удовлетворительные результаты;

2) В тех случаях, когда расчетные значения усилия при прокатке в натуральных условиях больше или меньше экспериментально зафиксированных – это следствие допущения о пропорциональном изменении усилия прокатки от факторов, по которым рассчитывались коэффициенты несоответствия.

3) Методика расчета усилия прокатки с использованием коэффициентов несоответствия может быть использована для практических целей, с условием учета влияния большего количества факторов, влияющих

на усилие прокатки.

УДК 621.73

## **ПРИМЕНЕНИЕ ШАРОВОЙ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ШТАМПОВКИ**

**Филиппова М.В., Бахаев А.В., Федоров А.А.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Перетягко В.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Применяемые на заводах автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения технологические процессы полугорячей и горячей объемной штамповки осесимметричных деталей из цилиндрических заготовок имеют следующие недостатки [1,2]:

– разделительные операции сопровождаются колебанием массы заготовок за счет искажений геометрии торцов заготовки и изменения ее длины. Поэтому штамповка поковок из таких заготовок происходит с обломом;

– разделительные операции нередко сопровождаются дефектами (трещины, сколы) по торцам заготовки, что может приводить к браку штампованных поковок;

– нагрев заготовок перед штамповкой вызывает необходимость защиты всей поверхности заготовки от окалины, которая снижает эксплуатационные характеристики штампового инструмента и качество поверхности поковки;

– цилиндрические заготовки в момент штамповки имеют перепад температуры по сечению, что существенно снижает ресурс пластичности металла;

– цилиндрические заготовки необходимо ориентировать в штампе.

Все вышеперечисленные недостатки делают процесс штамповки и последующую их механическую обработку более трудоемкой, снижают коэффициент использования металла, а также сужают номенклатуру штампуемых деталей. Поэтому поиск других форм заготовок, которые уменьшили бы негативные явления сопровождающие штамповку цилиндрических заготовок актуален.

Одним из таких перспективных направлений является штамповка осесимметричных деталей (шестерни, диски, ролики) из шаровых заготовок. Небольшое удорожание шаровой заготовки по сравнению с цилиндрической заготовкой компенсируется следующими преимуществами:

– шаровая поверхность имеет минимальную площадь поверхности по сравнению с любой другой формой заготовки равного объема и может быть качественно защищена от окисления при нагреве;

– при движении шара через проходной индуктор ТВЧ достигается

более равномерный прогрев заготовки по сравнению с цилиндрической. Таким образом, в момент штамповки наблюдается меньший перепад температуры по сечению шаровой заготовки, что повышает ресурс ее пластичности;

- шаровая заготовка имеет большую точность по массе, что создает возможность для безоблойной штамповки;

- при штамповке из шаровых заготовок не требуется ориентации при подаче их в штамп;

- шаровая заготовка обеспечивает меньшую разностенность штампованной детали за счет посадки ее в матрицу с расчетным натягом;

- отсутствие окалины на поверхности шаровой заготовки позволяет повысить работоспособность штампового инструмента.

Промышленное использование новой технологии развивается по двум схемам: с установкой собственного шаропрокатного стана и с централизованным получением готовых шаровых заготовок нужных типоразмеров с металлургического завода.

По первой схеме уже длительное время успешно работает Новосибирский инструментальный завод (НИЗ). В цехе по штамповке сменных головок торцевых ключей, установлены два стана поперечно-винтовой прокатки производительностью 1500 шт./час каждый, которые полностью обеспечивают заготовками кривошипные прессы, работающие в автоматическом режиме. Нагрев штанги стали марки 40ХФА перед прокаткой на шаропрокатном стане производится в индукционном нагревателе до температуры 950 – 1000°С. Сменные валки с однозаходной калибровкой могут прокатывать шары диаметром от 24,6 до 42,5 мм, из которых штампуются поковки сменных головок 21 типоразмера. Шаровые заготовки катают с допуском плюс 0,2 мм на диаметр, что составляет около 1,5% от номинальной массы. Все прокатанные шары после охлаждения на воздухе загружают в шароопиловочные станки, на которых происходит общая опиловка поверхности. Затем шары загружаются в галтовочный барабан, в котором на них наносится технологическая смазка на основе сульфитно-спиртовой барды и серебристого графита. Смазанные заготовки мостовым краном загружаются в автоматический бункер-загрузчик, который питает двухручьевого индукционный нагреватель, обслуживающий два прессы. Чтобы смазка не выгорала, нагрев в индукторе производится до температуры 700-750°С. Нагретые шары по наклонному лотку по очереди вкатываются через боковое окно кривошипного прессы в рабочую зону штампа и с помощью автоматического загрузчика фиксируются в матрице. Рабочий ход ползуна осуществляется от сигнала фотоэлектрического датчика, установленного в боковом окне и срабатывающего при пересечении светового луча вкатывающейся шаровой заготовкой. Конструкцией штампа предусмотрено выталкивание готовой поковки из штампа. После штамповки поковки нормализуют в печи и очищают от окалины.

Для широкого промышленного использования технологии штамповки

из шаровой заготовки более приемлемой является схема с централизованным производством шаровых заготовок различных типоразмеров на базе мощного шаропрокатного стана, установленного на металлургическом предприятии. Промышленная апробация отдельных звеньев технологической линии по производству заготовок, по нагреву и штамповке из них осесимметричных поковок позволила разработать комплексный технологический процесс, на основании которого на комбинате построен специализированный кузнечный цех. На мощном шаропрокатном стане 80-125 производительностью 150 тысяч тонн шаров в год предполагается получать заготовки не только для шаровых мельниц, но и для поставок на некоторые машиностроительные предприятия.

Технологическая линия для штамповки из шаровой заготовки на НКМК выглядит следующим образом.

В заготовительном отделении цеха на шаропрокатном стане предусмотрена прокатка шаровые заготовки диаметром от 80 до 125 мм. Исходный сортовой прокат поставляется прокатные станы комбината. Прием металл, его раскладка, сортировка и передача к нагревательной печи осуществляется на механизированном стеллаже. Нагрев штанг для прокатки на шаропрокатном стане происходит в печи с шагающими балками до температуры 1150-1250°С. В валках происходит прокатка шара, отделение шара и последующая калибровка.

На поверхности заготовок не допускаются трещины, закаты, пузыри, шлаковые включения.

Из заготовительного отделения шаровые заготовки передаются в прессовое отделение цеха. Нагрев шаровых заготовок осуществляется в серийном индукторе ИК-1-750/1, производительностью 2,1 тонн/час. Время нагрева и темп выдачи устанавливается по реле времени. Передача нагретых заготовок к кривошипному прессу АК-8544 происходит по наклонному лотку, скатываясь по которому шар через боковое окно прессы попадает в межштамповое пространство.

Штамповка происходит без предварительной осадки, сразу в чистовом ручье. Нижний штамп, как уже было сказано, не имеет углублений, поэтому вся образующаяся при штамповке окалина выдувается сжатым воздухом в процессе деформирования и заштамповки окалины не происходит. В штампе предусмотрено выталкивание поковки из верхнего штампа. После штамповки поковки проходят нормализацию и обработку по удалению окалины.

#### Библиографический список

1. Норицын И.А. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов / И.А. Норицын, В.Я. Шехтер, А.М. Мансуров - Учеб. пособие для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 1977, - 423 с., ил.
2. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т. / Ред. Совет: К56 Е.И. Семенов (пред) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – т.1 Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка/Под. ред. Е.И. Семенова, 1985 – 568 с., ил.

## **ОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВАГРАНОЧНОГО ПРОЦЕССА**

**Прохоренко А.В., Деев В.Б., Цецорина С.А., Филинберг И.Н.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Селянин И.Ф.**

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк*

Коксовые вагранки в настоящее время продолжают оставаться одними из широко используемых агрегатов для плавки чугуна в литейных цехах. Относится коксовая вагранка к плавильным печам шахтного типа непрерывного действия и работает по принципу противотока. Снизу вверх поднимается поток горячих газов, образующихся в результате горения кокса, навстречу ему опускается поток шихты. В результате теплообмена между этими потоками металлическая шихта прогревается, плавится, и получившийся жидкий металл перегревается выше температуры ликвидуса. Таким образом, металл, загруженный в вагранку, опускаясь в шахте, последовательно проходит через зоны подогрева, плавления, перегрева и стекает в горн или копильник. Для вагранок определяющее значение имеет используемое кусковое твердое топливо, так как оно должно давать не только тепло при своем сжигании, но и поддерживать столб шихты в шахте вагранки.

Следует отметить нежелательную особенность процесса горения кокса в вагранке – неизбежность протекания реакции редукиции, которая приводит к снижению температуры газов. Это, в свою очередь, снижает возможности перегрева чугуна и производительность печи. Поэтому для плавки в вагранке следует использовать кокс с минимальной реакционной способностью, то есть способностью восстанавливать СО и СО<sub>2</sub>. Для этого пористость кокса должна быть минимальной, не более 30...40 %.

Производительность вагранки и температура на желобе в большей степени зависят также и от размеров кусков кокса. Исходя из этого, технология плавки и характеристики топлива должны обеспечивать получение требуемого и стабильного состава чугуна и высокой температуры металла при заданной производительности. Выполняются эти требования за счет выбора соответствующего расхода кокса и дутья. Сложность управления процессом заключается в том, что изменение расходов кокса или воздуха изменяет одновременно как температуру металла, так и производительность вагранки. Поэтому для изменения только производительности или только температуры металла, как правило, необходимо изменять и расход кокса, и расход дутья.

Оптимальный режим работы вагранок – получение чугуна в интервале температур 1340...1400 °С при холодном дутье и 1400...1450 °С при подогретом дутье.

Современные методы интенсификации ваграночного процесса

направлены либо на повышение температурного режима в вагранке, либо на перегрев жидкого металла на желобе, в горне или копильнике. Как было отмечено выше, в значительной степени это определяется используемым топливом – коксом. Поэтому исследование изменений параметров топлива в результате процесса горения с целью дальнейшей интенсификации ваграночного процесса является актуальной задачей, особенно в сложившихся социально-экономических условиях последних лет.

В данное время устройств, позволяющих в полной мере изучать кинетику горения топлива и различные технологические параметры ваграночного процесса – не существует. Однако нерационально используемые параметры кокса (фракция, зольность и др.) могут оказать негативное влияние на течение процесса, следствием чего может являться недостаточная температура в шахте печи (ведущая к образованию настывлей и «закозления» в области фурм), происходить увеличение продолжительности времени плавки и т.д.

На кафедре литейного производства ГОУ ВПО «СибГИУ» разработана конструкция устройства, позволяющего исследовать характеристики твердого топлива различных видов (причем как однокомпонентного, так и смешанного). Устройство состоит из шахты, воронки, стола, короба, системы ротаметров, воздуходувки, соединительных рукавов. В шахте просверлены специальные отверстия.

Работает устройство следующим образом. В шахту загружается изучаемое топливо, производится розжиг. Затем через соединительные рукава в систему ротаметров и затем в воронку и шахту с помощью воздуходувки подается воздух. По мере протекания процесса горения меняется геометрия фракций, температура и газосодержание в слоях топлива. Через отверстия в шахте можно производить измерение изменений температуры и газов относительно слоев топлива и времени течения процесса. Температура и состав газов определяется с помощью газоанализатора Varioindustrial Plus. Установка предусматривает подачу горячего и холодного воздуха.

Изучение различных видов топлив на данной установке позволит изучить кинетику процесса горения с целью выявления рекомендаций по их эффективному применению в шахтных печах (в частности, в ваграночной плавке).

### III. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 669.715:621.77.01:536.413.2

#### ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ЛИТОГО СПЛАВА Al-30Ni

**Обухов Г.В., Богданович Л.Е.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк*

В среде наиболее выдающихся сплавов с заданным значением теплового расширения особое место занимают сплавы на основе Al-Ni (инвары, элинвары, суперинвары и др.). Главным недостатком их является большой вес, что немаловажно для приборов космической техники. В связи с этим особое внимание должно быть уделено сплавам Al-Ni. При рассмотрении диаграммы состояния Al-Ni видно, что Al и Ni образуют интерметаллическое соединение Al-Ni с большой областью гомогенности и высокой температурой плавления 1650°C. Линейное расширение сплава Al-Ni с большим содержанием Ni совершенно не изучено. Поэтому в настоящей работе изучалось влияние некоторых технологических факторов на линейное расширение литого сплава Al-30%Ni.

1. Поскольку шихтовый никель применяется в виде гранул и электролитических пластин, важным был вопрос о целесообразности применения гранулированного никеля. На рис.1 приведены результаты измерения коэффициента линейного расширения сплава, приготовленного на различном шихтованном никеле. На основании этих результатов в дальнейшем сплав Al-30%Ni приготавливался на электролитическом никеле.

2. Изучена перспектива применения в больших количествах никеля для уменьшения теплового расширения после различных нагревов в интервале 20-600°C. На рис. 2 а, б показана возможность существенного снижения коэффициента линейного расширения при температурах испытания 50-100°C (приборная техника).

3. Нагрев до 600°C существенно изменяет количество, форму и характер распределения фазы Al<sub>3</sub>Ni. Именно поэтому изучена возможность дальнейшего снижения коэффициента линейного расширения за счет увеличения длительности нагрева при 600°C. На рис. 3 видно, что увеличение времени нагрева до 10 и 15 ч. нецелесообразно. Важным в этом случае является то, что после 5 ч. нагрева коэффициент линейного расширения составляет 14,23-14,54·10<sup>-6</sup> град<sup>-1</sup> при t<sub>исп</sub>=50-100°C, что соответствует сплавам Al с 30-35%Si, отличающихся от Al-30%Ni большей легкостью, но и более высокой хрупкостью.

Поэтому необходимо дальнейшее изучение сплавов Al с большим содержанием Ni.

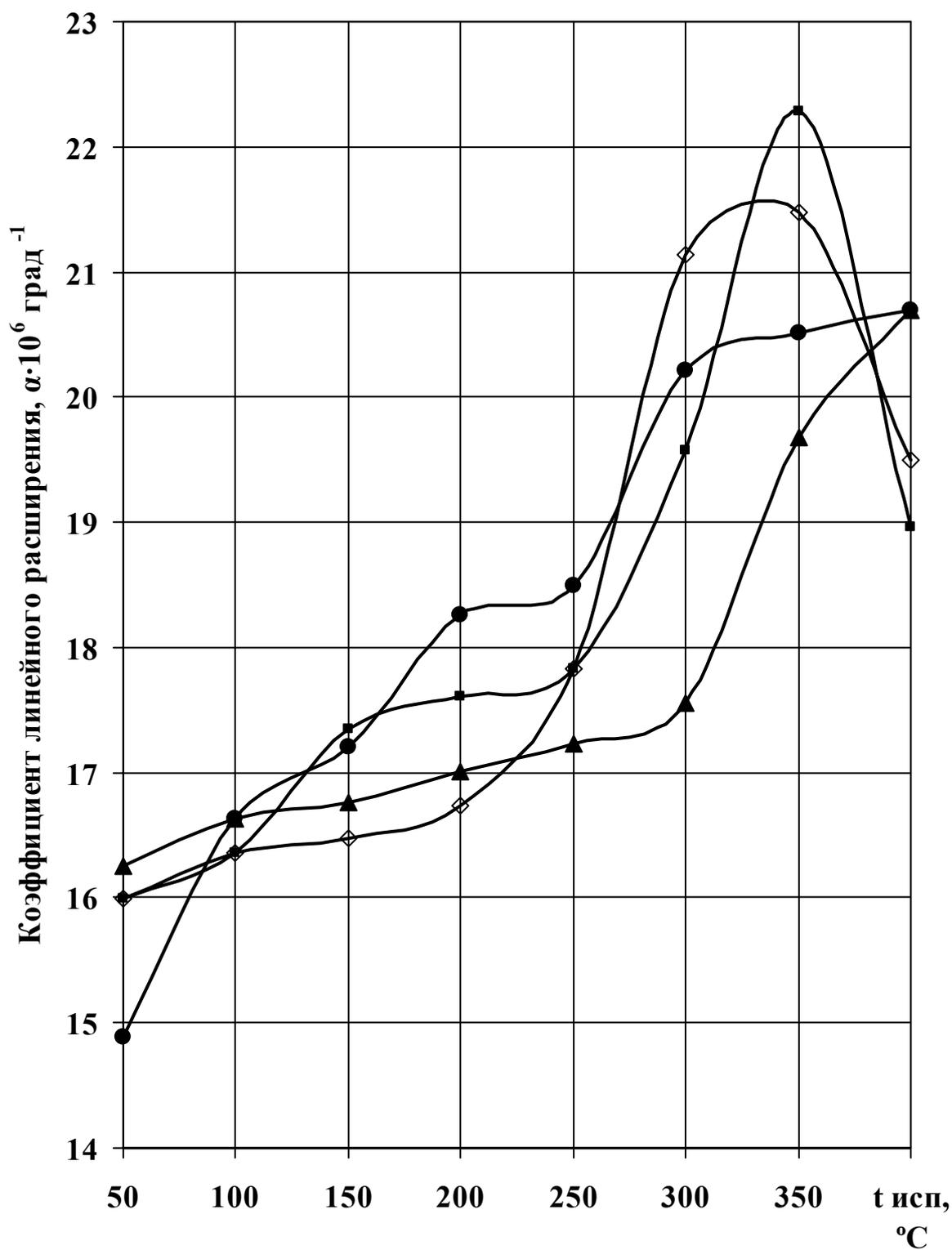


Рисунок 1 – Линейное расширение сплава Al - 30% Ni,  
 приготовленного на различном шихтованном никеле:  
 -◇- электролитический; -■- электролитический + 600-610°C, 5 ч., воздух;  
 -▲- гранулированный; -●- гранулированный + 600-610°C, 5 ч., воздух.

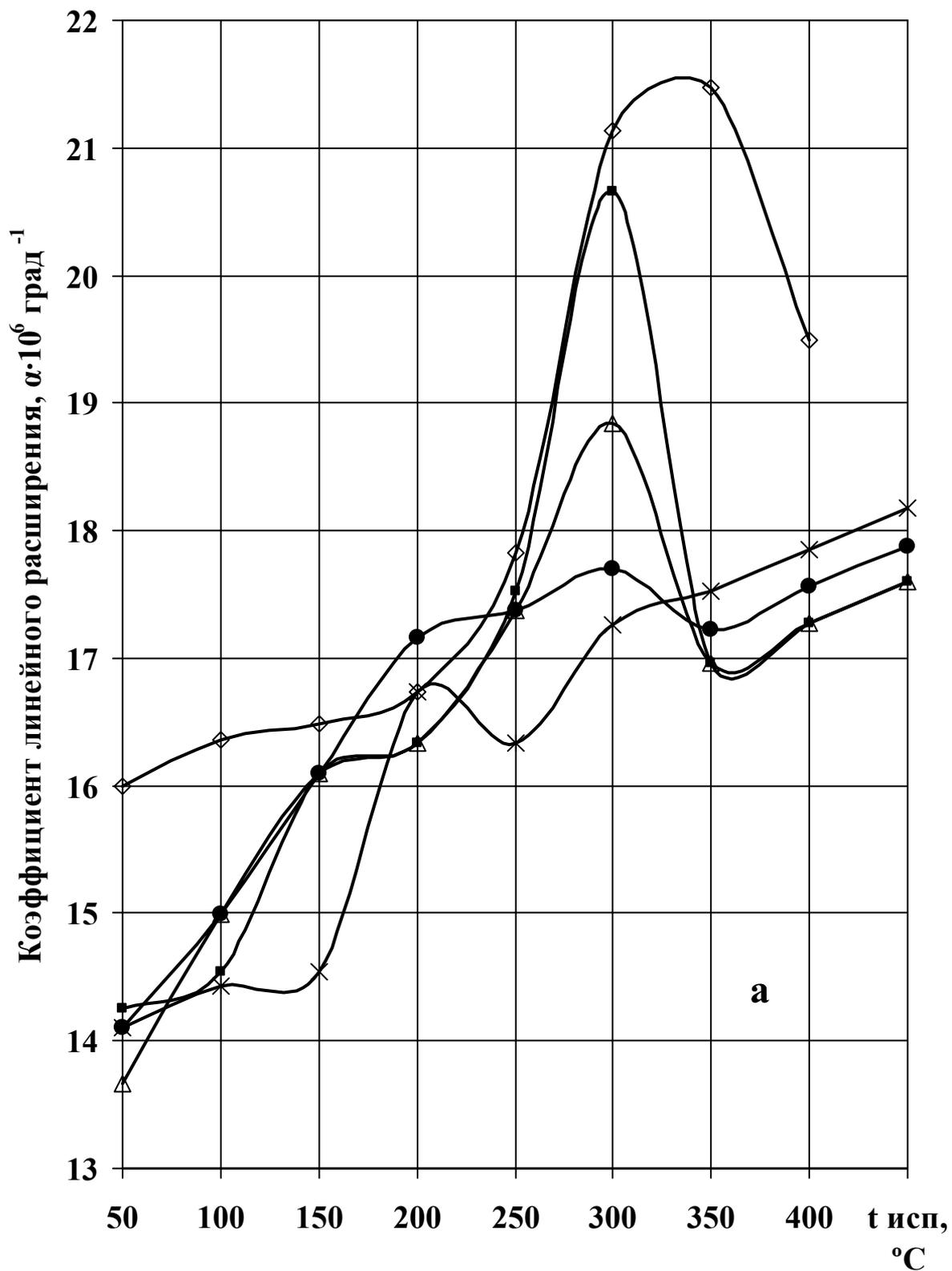
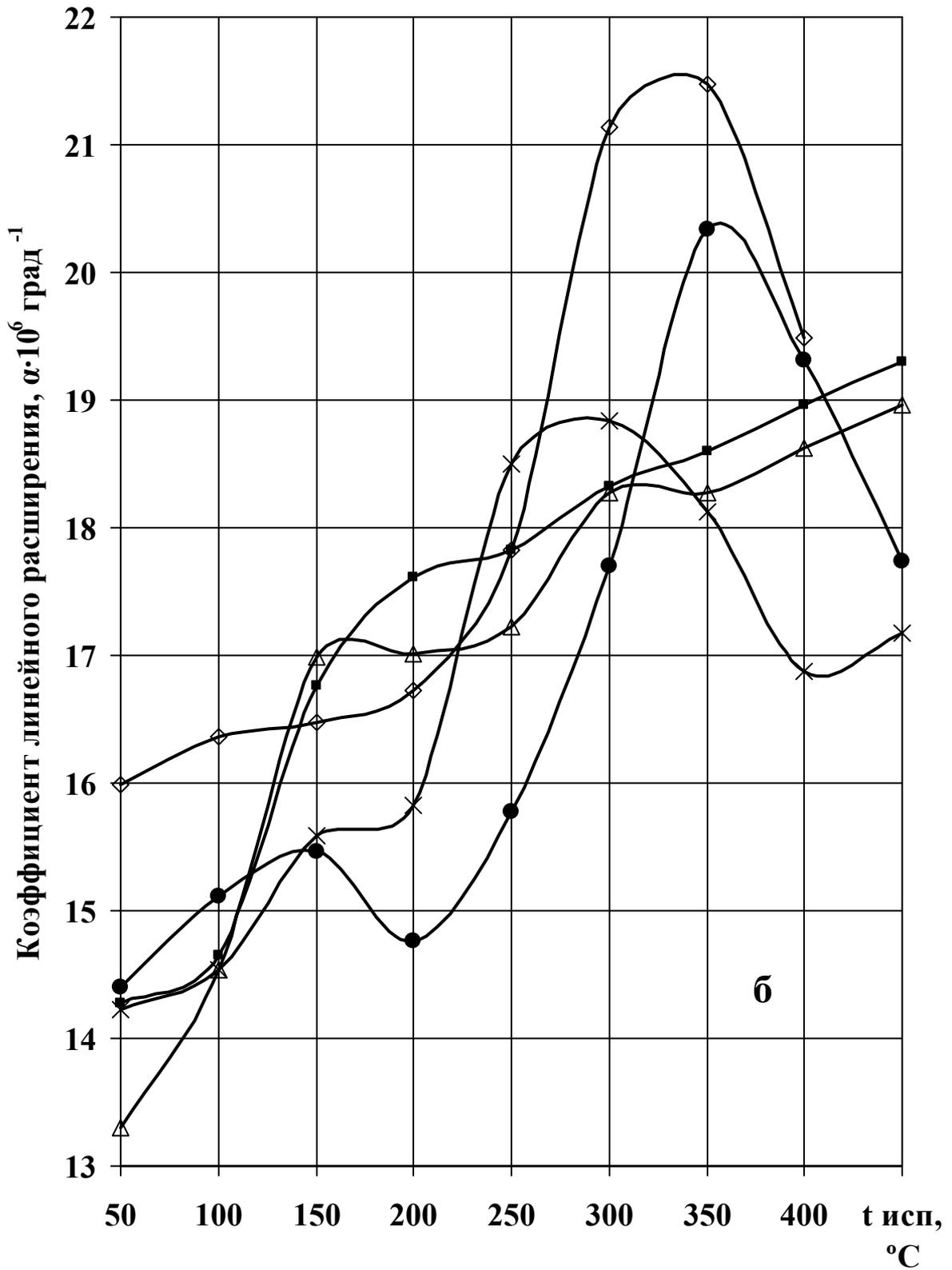


Рисунок 2 – Влияние нагрева ( $\tau=5$  ч., воздух) на линейное расширение сплава Al - 30% Ni: - ◇- без нагрева; - ■- 100 °C; - △- 200 °C; - ●- 250 °C; - ×- 300 °C.



-◇- без нагрева; -■- 400 °C; -△- 500 °C; -●- 540 °C; -×- 600 °C.

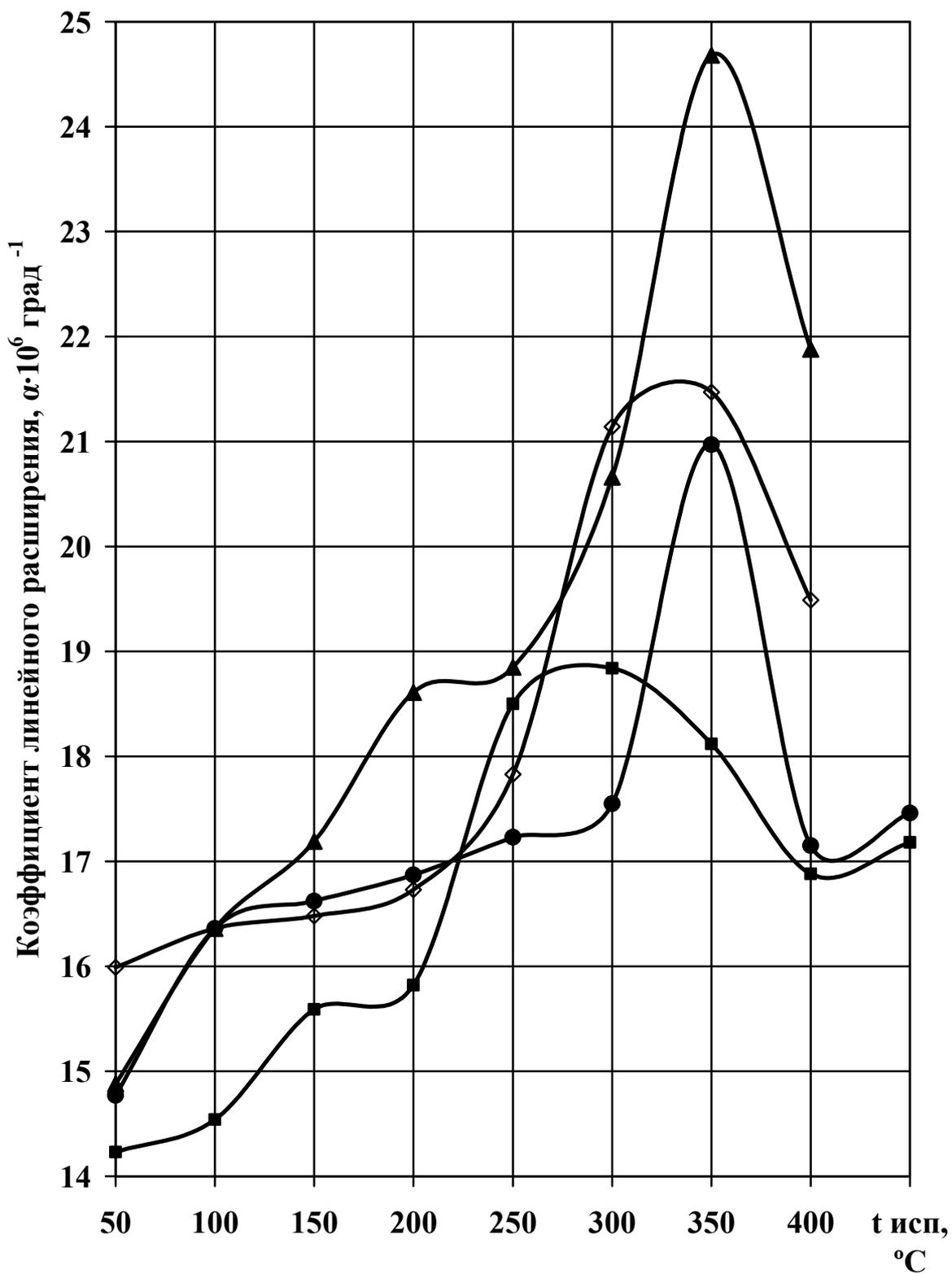


Рисунок 3 – Влияние времени нагрева при 600°C (воздух) на линейное расширение сплава Al - 30% Ni: -◇- без нагрева; -■- 5 ч.; -▲- 10 ч.; -●- 15 ч.

## НИТРИД АЛЮМИНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО

Медведев П.С.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Нитрид алюминия – это сверхтвердый материал, основной особенностью которого является сочетание ионного и ковалентного типов химической связи при практически полном отсутствии металлической. Нитрид алюминия AlN является перспективным материалом, обладающим сочетанием таких ценных для практического использования свойств, как твердость и прочность, тугоплавкость и термостойкость, малый коэффициент термического расширения, удовлетворительная теплопроводность. Такой комплекс свойств обеспечивает широкое применение нитрида алюминия во многих областях современной техники.

Целью работы является аналитическое исследование современного состояния технологии производства нитрида алюминия и его практического использования.

Несмотря на то, что исследования в области сверхтвердых материалов с каждым годом расширяются, в настоящее время завершённой работы по изучению диаграммы состояния бинарной системы Al – N нет. В системе Al – N известно только одно соединение – AlN. Структура нитрида алюминия отличается от идеальной структуры вюрцита некоторым сжатием тетраэдров вдоль оси «с» и, как следствие, искажением тетраэдрически ориентированных связей Al – N [1]. Кристаллы AlN имеют форму шестигранных игл, призм. Цвет кристаллов нитрида алюминия зависит от примесей, входящих в его состав: например, при загрязнении примесями оксикарида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нитрид приобретает голубую или голубоватую окраску. Порошкообразный нитрид алюминия обычно белого цвета. Наиболее чистые кристаллы бесцветны. Температура плавления AlN соответствует интервалу 2000-2500°C, так как он разлагается до достижения температуры плавления на компоненты. Плотность нитрида алюминия находится в пределах 3,047 – 3,12 кг/м<sup>3</sup>. Нитрид алюминия является типичным диэлектриком с высоким электросопротивлением [2]. Порошки нитрида алюминия технической чистоты заметно реагируют с водой при комнатной температуре. Рост температуры увеличивает скорость взаимодействия, и при 100°C AlN полностью разлагается. Стойкость нитрида алюминия зависит от степени упорядочения кристаллической решетки. На порошкообразный нитрид алюминия соляная, азотная и серная кислоты действуют очень слабо, а в концентрированной фосфорной и смесях кислот

– серной с хлорной и фосфорной с хлорной – AlN полностью разлагается. Нитрид алюминия устойчив по отношению к расплавам алюминия, галлия, сталей, меди, молибдена и вольфрама [1]. Твердость по минералогической шкале Мооса определена в широком интервале от 5 до 9 – 10 единиц [2].

Впервые нитрид алюминия был получен в 1862 году действием азота на алюминий при температуре 700°C. Основными методами получения нитрида алюминия являются синтез из простых веществ, восстановление оксида алюминия при одновременном азотировании и метод газофазного осаждения. Метод получения нитрида непосредственным азотированием алюминия осуществляется в следующих технологических вариантах: азотированием алюминия в печах сопротивления, в дуговом разряде, в низкотемпературной плазме ВЧ-разряда и самораспространяющимся высокотемпературным синтезом. Этот метод, известный с прошлого века, широко используют в лабораторной практике. В настоящее время на его основе создан ряд промышленных технологий получения нитрида алюминия. Метод состоит во взаимодействии алюминия с азотом и описывается реакцией с большим выделением тепла:  $2Al + N_2 = 2AlN$ . Поэтому, если в начале этого процесса прекратить внешний обогрев, то реакция может продолжаться до конца при увеличении количества подаваемого азота. Взаимодействие алюминия с азотом начинается при 500°C. Кинетические кривые в интервале 500 – 600°C описываются линейной зависимостью, т.е. процесс лимитируется скоростью химического взаимодействия, которая при этих температурах еще невелика. Начиная с 700°C скорость азотирования заметно возрастает, а кинетические кривые подчиняются параболическому закону, т.е. процесс определяется скоростью диффузии азота через слой образовавшегося нитрида. Выход нитрида увеличивается с ростом давления азота в реакционной системе, так как повышение давления способствует возрастанию скорости диффузии азота через слой образовавшегося нитрида. Большое выделение тепла при азотировании приводит к частичному выплавлению алюминия и спеканию образуемого нитрида, в результате чего получается неоднородный по составу продукт с низким содержанием азота. Для предотвращения этого целесообразно проводить азотирование по двухступенчатому режиму с измельчением продукта первой стадии либо вводить в алюминиевый порошок готовый нитрид или фторид алюминия и медленно поднимать температуру. Чистота получаемого нитрида зависит от чистоты алюминия и азота. Алюминий высокой чистоты выпускают только в виде слитков. Поэтому для получения чистого нитрида алюминия предлагается либо испарять алюминиевый слиток в дуговом разряде, либо плавить его во взвешенном состоянии в высокочастотном поле [3].

В настоящее время один из наиболее перспективных способов получения нитрида алюминия – плазмохимический синтез, осуществляемый в низкотемпературной плазме при 5000 – 10000 К. При этих температурах

значительная доля частиц плазмы в виде электронов, ионов, радикалов и нейтральных частиц находится в возбужденном состоянии с высокой кинетической энергией, частицы взаимодействуют между собой с высокими скоростями. Время взаимодействия составляет  $10^{-6}$ – $10^{-3}$  с. Процесс осуществляется по схеме: плазмотрон – реактор – закалочное устройство.

В плазмотроне образуются активные частицы. В реакторе протекает собственно синтез, состоящий из нагрева исходных веществ, испарения, химического взаимодействия и гомогенной конденсации, в результате которой образуются зародыши продукта взаимодействия, и происходит рост кристаллов. Особое значение в плазмохимических реакциях имеет способ закалки. Выбор условий охлаждения, при которых скорость образования зародышей велика, а скорость роста кристаллов мала, позволяет получать продукты в виде нанопорошков, выбор места и скорости закалки дает возможность производить продукты заданного состава с нужной формой и размером частиц. Чистота порошков определяется чистотой исходных материалов [1].

Способ получения нанопорошков нитрида алюминия, основанный на прямом азотировании алюминиевого порошка из пудры в плазменном потоке азота, в силу кинетических факторов, как правило, не обеспечивает полного азотирования исходного материала. Вследствие этого, в конечных продуктах плазмохимического синтеза всегда присутствует значительное количество кислорода и свободного алюминия, что делает их недостаточно пригодными для целого ряда технических применений.

В качестве альтернативной схемы получения AlN следует использовать процесс пиролиза в потоке низкотемпературной плазмы соединений – аммиаков хлорида алюминия, в которых уже имеется готовый фрагмент связи Al – N. Аммиачные комплексы хлорида алюминия с общей формулой  $AlCl_3 \cdot nNH_3$  ( $n=1, 3, 5, 6$ ) характеризуются относительной простотой их синтеза, возможностью глубокой очистки, достаточной гидролитической устойчивостью и сравнительно низкой температурой пиролиза. Вследствие этого они используются для получения высокочистого AlN (в виде монокристаллов, эпитаксиальных слоев и поликристаллических покрытий) с максимальной комплектностью по элементам и минимальным содержанием свободного алюминия.

Низкотемпературный пиролиз моноаммиаката хлорида алюминия проводят при атмосферном давлении в проточном реакторе трубчатого типа на нагретой кварцевой подложке с косвенным подогревом. Реактор представляет собой кварцевую трубу диаметром 35 мм и длиной 500 мм, содержащую три зоны: 1) – зона испарения аммиаката и подогрева газаносителя; 2) – зона пиролиза аммиаката и осаждения нитрида; 3) – зона конденсации и сбора неразложившегося аммиаката и слаболетучих побочных продуктов пиролиза. Первые две зоны имеют внешний автономный источник нагрева в виде трубчатой печи сопротивления с

питанием от независимо регулируемого источника питания.

Экспериментально установлено, что оптимальными температурами в зоне испарения и пиролиза являются 350 и 950°C соответственно. Такой температурный режим работы реактора в сочетании с относительно низким расходом транспортирующего азота (~10 л/ч) обеспечивает эффективный подогрев газа-носителя, приемлемую скорость осаждения аммиаката (2–3 г/ч), минимальный просок исходного аммиаката за пределы зоны пиролиза и примерно 55 процентный выход AlN. Нитрид алюминия осаждается в виде молочно-белых поликристаллических слоев с хорошей адгезией к кварцу подложки. Продукты пиролиза, конденсирующиеся в холодильнике, собирают и анализируют отдельно от осадков высокотемпературной зоны реактора. Получаемые плазмохимическим синтезом нанопорошки нитрида алюминия имеют форму правильного куба, представлены монокристаллами, размер частиц составляет 30 – 70 нм [4].

Известные огнеупорные свойства нитрида алюминия – стойкость его в расплавленных алюминии, олове, галлии, борном ангидриде до температур в 1300–2000°C – обеспечивают перспективы его использования в качестве материала футеровок ванн, электролизеров, тиглей, резервуаров для высокотемпературных галлиевых термометров. Электроизоляционные свойства нитрида алюминия позволяют применять его для изготовления соломки для защиты металлических термопар, а стойкость в кислотах – в химическом машиностроении. Особенно перспективно изготовление покрытий из нитрида алюминия на сталях, графите, различных металлических и неметаллических материалах. Огнеупорный материал состоящий из нитрида алюминия с 10–20% углерода и плавиковым шпатом, который может использоваться до 2300°C для футеровки стеклоплавильных ванн, ванн электрохимических производств [2]. Пленки из нитрида алюминия применяют в микроэлектронике при изготовлении микромодулей и интегральных схем [1].

Нитрид алюминия считается перспективным радиокерамическим материалом с высокими диэлектрическими и теплофизическими характеристиками. Однако реализация нитрида алюминия в изделиях с такими характеристиками возможна лишь при условии создания воспроизводимой технологии бескислородного нитрида алюминия, имеющего определенный гранулометрический состав и не содержащего свободного алюминия [5].

#### Библиографический список

1. Косолапова Т.Я. Неметаллические тугоплавкие соединения / Т.Я. Косолапова [и др.] – М.: Металлургия, 1985. – 224 с.
2. Самсонов Г.В. Нитриды / Г.В. Самсонов – Киев: Наук. думка, 1969. – 380 с.
3. Апасов А.М. Материаловедение / А.М. Апасов, Г.В. Галевский, В.И.

Данилов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 622 с.

5. Чукалин В.И. Аммиачные процессы синтеза нитрида алюминия / В.И. Чукалин [и др.] // Сб. науч. тр. / Ин-т новых химических проблем академии наук СССР – Черногоровка, 1984. – С. 121-146.

4. Чукалин В.И. Синтез нитрида алюминия в процессе пиролиза аммиакатов хлорида алюминия в азотной плазме СВЧ – разряда / В.И. Чукалин [и др.] // Сб. науч. тр. / Ин-т новых химических проблем академии наук СССР – М., 1981. – С. 145-164.

УДК 669.2

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ КАРБИДА ТИТАНА**

**Диденко М.Ю.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Понятие «сверхтвердость» зародилось в физике для обозначения резкого изменения свойств вещества при изменении таких важных параметров как температура и давление. Сверхтвердыми веществами принято называть синтетические, металлоподобные (неметаллические) вещества, имеющие твердость выше твердости корунда.

В настоящее время изучением сверхтвердых материалов занимаются многие ученые в мире. В литературных источниках имеется большое количество информации о таких сверхтвердых материалах как карбид кремния и нитрид бора, но имеются и другие сверхтвердые материалы, свойства которых описаны недостаточно. В настоящей работе проведен анализ современного состояния производства и применения одного из представителей сверхтвердых металлоподобных соединений - карбида титана, который в настоящее время широко используется в промышленности [1].

Карбид титана имеет ряд особых свойств, определяющих его применение в современных технологиях. При низких температурах карбид титана инертен по отношению ко многим реагентам, таким как соляная, серная, фосфорная кислоты и щелочам. При повышенных температурах (> 110 °С) и длительном нагреве (≈ 60 мин), взаимодействие с перечисленными реагентами, протекает с разложением карбида. Исключением являются «царская водка» и смесь азотной и фтористоводородной кислот. С этими реагентами карбид способен взаимодействовать при нормальных условиях [2]. Карбид титана хорошо противостоит окислению – начинает окисляться на воздухе только при температуре выше 1000°С. Окисление

сопровождается выделением свободного углерода и металлического титана. При высоких температурах (1400 - 1800°C) карбид титана способен взаимодействовать с азотом. При этом происходит образование твердого раствора TiC-TiN – так называемого карбонитрида титана, который в настоящее время широко используется в материалообработке [3].

Механические свойства карбида титана зависят от строения кристаллической решетки, а также от соотношения количества углерода и титана. Такие механические свойства как предел прочности при разрушении, при изгибе и при сжатии напрямую зависят от температуры и пористости карбида.

По физическим свойствам карбид титана представляет порошок серого цвета, имеет твердость по шкале Мооса 9,5 и по Виккерсу 29000 МПа [2].

В настоящее время существует несколько наиболее распространенных способов получения сверхтвердых соединений. Для карбида титана наиболее изученными способами являются получение его в виде порошка:

- в процессе синтеза из простых веществ (исходными веществами являются порошок титана и сажа);
- взаимодействием оксидов, солей или других соединений титана с углеродом или его соединениями; восстановление оксидов проходит через стадии образования низших карбидов титана;
- взаимодействием газообразных или легколетучих соединений титана и углерода с осаждением карбида титана из парогазовой фазы;
- электролизом расплавленных сред; однако, этот метод является малоэффективным, поэтому применяется ограничено [4].

Особые свойства карбида титана, описанные выше, определяют его техническую востребованность. Он применяется в жаропрочных сплавах (керметы) для изготовления лопаток газовых турбин, роторов, деталей высокотемпературных испытательных машин (захватов, роликов). Керметы, на основе TiC и других карбидов тугоплавких металлов, а также SiC, B<sub>4</sub>C, их сплавов с оксидами используются для защитных покрытий элементов и головных частей ракет. Также TiC используется как износ- и коррозионностойкие покрытия на чугунах и сталях, в составе металлокерамических твердых сплавов для резания сталей. TiC имеет высокую электропроводность, тугоплавкость и малую скорость испарения, поэтому в настоящее время широко распространено использование его в составе электродов дуговых ламп. Для подводной электрокислородной резки сталей используются электроды из TiC со стабилизирующим покрытием из нитрида кремния или нитрида бора. Карбид титана может служить эмиттером при высоких температурах. Он также используется как катод при температурах 2500°C для мощных электронных пушек и термоэлектрических преобразователей [5]. Такие свойства как стойкость против действия восстановительных газов, линейная температурная зависимость электросопротивления, высокая прочность определяют его

использование в качестве чехлов электродов термопар для измерения температур до 2500°C в печах с восстановительными и инертными средами и в вакууме, чехлов металлических термопар, а также в качестве деталей и арматуры металлургических печей. Порошки карбида титана используются для приготовления абразивных паст, а также применяются при получении дисперсно-упрочненных сплавов, твердосплавного инструмента и изделий, карбидосталей (КСТ, Ferro-TiC) и т.д. Карбид титана, обладая стойкостью против действия расплавленных металлов, находит применение в ядерной технике в виде тиглей для изготовления теплообменников, например из сплава 80% TiC + 5% WC, или TaC и 15% Co, стойкого против расплавленного натрия (900°C – 188 часов) и висмута (1000°C – более 180 часов). Он также может применяться в качестве материала наружного термоэлектрода в термопаре C-TiC [6].

Для производства высококачественных керамических материалов необходимо получение их с мелкозернистой, однородной, свободной от дефектов и воспроизводимой микроструктурой. Образованию такой микроструктуры способствует использование нанопорошков. В настоящее время нанотехнологии определяют получение сверхтвердых соединений в промышленных масштабах, с размером частиц менее 100 нм. Производство нанопорошков может осуществляться различными методами: механическими, физическими и химическими. Сущность плазмометаллургического метода состоит в нагреве и газификации исходного материала в потоке аргоновой плазмы высокочастотного разряда или аргоно-водородной дуговой плазмы постоянного тока и конденсации образующегося в газовой фазе соединения в виде наноразмерного порошка. В качестве исходных продуктов используются простые или сложные галогениды титана и углеводороды (такие как метан, бензин, бензол). Также могут применяться другие сложные соединения, которые при достаточно низких температурах разлагаются с образованием синтезируемого вещества. В результате синтеза получают нанопорошки состава TiC<sub>0.97</sub> - TiC<sub>0.98</sub> (размером 40 – 80 нм) с небольшим содержанием свободного углерода. Преобладающей формой частиц является сферическая, так как они образуются по механизму «пар – жидкость – кристалл». В литературе в настоящее время имеется большое количество информации о методе получения нанопорошков плазмохимическим синтезом [7].

Таким образом, карбид титана занимает одно из первых мест в ряду сверхтвердых веществ. Широкое изучение свойств карбида титана позволило создать высокоэффективные огнеупорные, инструментальные, конструкционные, космические материалы, материалы электротехнического назначения, атомной энергетики и т.д. На основе TiC разработаны материалы, способные эксплуатироваться в экстремальных условиях: при высоких температурах и давлениях, в агрессивных средах, действии высоких напряжений и скоростей. Из-за высокой температуры плавления и

склонности карбида титана разлагаться при плавлении получение материалов и изделий из него осуществляется главным образом методом порошковой металлургии. Развитие нанотехнологий в ближайшем времени позволит в промышленных масштабах получать нанокарбид титана [8].

#### Библиографический список

1. Вульф Б.Н. Титан в электронной технике / Б.Н. Вульф, С.М. Берцевский. – М.: Энергия, 1975. – 184 с.
2. Самсонов Г.В. Покрытия из тугоплавких соединений / Г.В. Самсонов, И.М. Веницкий. – М.: Металлургия, 1976. – 399 с.
3. Косолапова Т.Я. Свойства, получение и применение тугоплавких соединений / Т.Я. Косолапова. - М.: Металлургия, 1986. – 893 с.
4. Войтович Р.Ф. Окисление карбидов и нитридов / Р.Ф. Войтович, Э.И. Головкин. – Киев: Наук.думка, 1984. – 255 с.
5. Королёв Ю.М. Получение и обработка тугоплавких металлов и сплавов / Ю.М. Королёв. – М.: Металлургия, 1982. – 104 с.
6. Самсонов Г.В. Тугоплавкие соединения / Г.В. Самсонов, А.П. Эпин. – М.: Металлургия, 1976. – 560 с.
7. Жуков М.Ф. Новые материалы и технологии / М.Ф. Жуков, А.А. Неронов. – Новосибирск: Наука.Сиб.отделение, 1992. – 183 с.
8. Корнилов И.И. Титан. Источники, составы, свойства, металлохимия и применение / И.И. Корнилов. – М.: Наука, 1975 – 308 с.

УДК 669.29

## ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ДИБОРИДА ЦИРКОНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКЕ

**Воробьева А.Г.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк*

Современная наука ставит задачу совершенствования и развития технологии производства сверхтвёрдых материалов, более широкого использования их в различных областях техники, т. к. традиционные материалы не могут удовлетворить сложным комплексным воздействиям высоких температур, нагрузок, скоростей, агрессивных сред. Среди этих материалов важное место занимает диборид циркония.

Диборид циркония  $ZrB_2$  представлен обычно кристаллами с гексагональной решеткой серого цвета. Устойчив в расплавах цветных и черных металлов, металлургических шлаков. Характеризуется стабильностью термоэлектрических свойств. Из химических свойств

диборида циркония наиболее полно исследованы его стойкость против окисления на воздухе и коррозионная стойкость в растворах электролитов. Диборид циркония отличается сравнительно высокой стойкостью против окисления в области температур до 1373-1473К, разлагается разбавленной соляной и серной кислотами с выделением водорода, менее хрупок, чем карбиды соответствующих металлов [1].

Механические свойства диборида циркония определяются присутствием в нем структурных дефектов, примесей, пористости. На прочностные характеристики диборида циркония оказывают существенное влияние размер исходных частиц порошка, скорость нагрева и охлаждение, размер зерен и пор и другие факторы. Наиболее важной характеристикой, определяющей практическое использование диборида циркония, является высокая твердость, связанная с направленным характером и энергетической прочностью межатомных связей. На основе диборида циркония разрабатывают материалы, способные эксплуатироваться в экстремальных условиях: при высоких температурах и давлениях, в агрессивных средах, при высоких напряжениях и скоростях.

В промышленности диборид циркония в основном получают карбидоборным и боротермическими способами. При взаимодействии летучих соединений циркония и бора в присутствии водорода можно получить как субмикронные порошки, так и плотные кристаллические осадки. Также предложено получать диборид циркония путем восстановления силиката циркония и карбида бора сажей в струе аргоновой плазмы при температурах выше 3000<sup>0</sup>С. При этом исследуемую шихту готовят в виде вязкого шликера на водном растворе поливинилового спирта. Отмечается высокая чистота конечного диборида циркония [1].

Диборид циркония нашел применение и часто не заменим в машиностроении и металлургии, космонавтике, авиации и других отраслях техники и промышленности. Уникальные его свойства реализуются при разработке на его основе или с его участием композиционных материалов с пластичной связкой. Всесторонний подход к изучению свойств диборида циркония и материалов на его основе, накопленная информация о свойствах аморфных, дисперсных, поликристаллических порошков, монокристаллов диборида циркония открывают новые возможности применения этого класса сверхтвердых соединений. Способность бора поглощать тепловые нейтроны находит выход в использовании диборида циркония в атомной энергетике. Комплекс электрофизических свойств обеспечивает их применение в составе резисторов, катодов и других изделиях электронной технике. Особое значение имеют огнеупорные свойства диборида циркония и материалов на его основе в сочетании с высокими термоэлектрическими параметрами. Из них изготавливают защитные чехлы термопар, детали футеровки высокотемпературных печей, тигли, испарительные элементы вакуумных металлозащитных установок [2].

В настоящее время исследования в области наноматериалов и нанотехнологий привлекают пристальное внимание специалистов разных областей науки и технологии. По оценкам экспертов, именно благодаря развитию нанонауки в сфере высоких технологий происходят революционные изменения. Освоение высоких технологий в современных условиях определяет уровень конкурентоспособности государства в мировом сообществе и степень обеспечения их национальной безопасности. Государства, осуществляющие активную деятельность по развитию нанотехнологий, будут являться лидерами мирового сообщества в течение нескольких ближайших десятилетий. Несмотря на большое разнообразие и развитость методов получения нанокристаллических частиц (в особенности это относится к наиболее известным методам газовой фазы – испарения и конденсации и осаждения из коллоидных растворов), исследования структуры и свойств наночастиц являются весьма сложными и трудоемкими. Это связано, в частности, с высокой реакционной способностью наночастиц из-за их высокоразвитой поверхности. В связи с этим большой фундаментальный и прикладной интерес представляют компактные нанокристаллические материалы, во многих случаях более удобные для изучения и применения. Особый интерес представляет нанодиборид циркония и порошки на его основе. Уникальные свойства нанодисперсных порошков диборида циркония обуславливают их применение в качестве различных наполнителей, модификаторов, в составе специальных защитных покрытий. Сопоставление различных технологий получения порошков из диборида циркония, свидетельствует о том, что для достижения наноуровня в первую очередь востребованы технологии, основанные на применении энергетических потоков для газификации сырья и формирования целевого продукта при конденсации из газовой фазы [3].

Сверхтвердые материалы, включая и диборид циркония, постепенно занимают все большее место в современной технике. Однако рынки сбыта диборида циркония нанотехнологического назначения остаются пока маломасштабными, хотя и высокостойкими. Диапазон применения диборида циркония и сверхтвердых соединений бора увеличивается день ото дня. Можно с уверенностью сказать, что это материалы будущего.

#### Библиографический список

1. Кузьма Ю.Б. Кристаллохимия боридов / Ю.Б. Кузьма.– Львов : Высшая школа. Издательство при Львов. ун-те, 1983. – 160 с.
2. Серебрякова Т.И. Высокотемпературные бориды / Т.И. Серебрякова, В.А. Неронов, П.Д. Пешев. – М. : Металлургия, Челябинское отделение, 1991. – 368 с.
3. Галевский Г.В. Теоретические основы и технология плазмохимического синтеза тугоплавких карбидов и боридов / Г.В. Галевский, В.В. Руднева. – Новокузнецк, СМИ, 1994. – 135 с.

## **ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА И УСЛОВИЙ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО АЛЮМИНИЯ А7**

**Иванова Н.М., Копытько А.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В работе изучалась зависимость линейного расширения от времени выдержки после нагрева 100°С, и условий охлаждения непрерывнолитого алюминия А7.

КЛР определяли с помощью оптического дифференциального dilatометра системы Шевенара в интервале температур 50 – 450°С по методике [1].

Образцы нагревались при температуре 100°С в течении 10 ч и 20 ч и охлаждались в воду, на воздухе и с печью соответственно.

На рисунке 1 представлены результаты исследования времени выдержки и последующего охлаждения на воздухе на линейное расширение алюминия А7. При выдержке 10 ч КЛР снижается во всем интервале температур испытания, но после 20 ч. нагрева при низких и высоких температурах испытания этот эффект исчезает. Та же закономерность наблюдается у образцов, охлажденных с печью (рисунок 2). Видно, что во всем интервале температур испытания заметно снижается КЛР. Так при  $t_{исп}=450^{\circ}\text{C}$  КЛР достигает значения  $\alpha=22 \cdot 10^{-6}$ , град<sup>-1</sup>, тогда как исходный образец при той же температуре испытания имеет значение  $\alpha=26,5 \cdot 10^{-6}$ , град<sup>-1</sup>.

Из рисунка 3 видно, что нагрев алюминия при 100 °С, в течение 10 ч. с последующим охлаждением в воду снижает КЛР при высоких температурах испытания. Значительное снижение КЛР в диапазоне температур 100 – 350°С наблюдается и у образцов после выдержки в течении 20 ч. В этом случае при температуре испытания 200°С коэффициент приобретает минимальное значение  $\alpha=17,3 \cdot 10^{-6}$ , град<sup>-1</sup>.

Известно [2], что такие низкие значения ( $\alpha=17,3 \cdot 10^{-6}$ , град<sup>-1</sup>) при  $t_{исп}=200^{\circ}\text{C}$  могут быть получены при введении в алюминий 20 - 25 % Si. Такие сплавы отличаются высокой хрупкостью и нетехнологичностью.

Таким образом, установлена возможность существенного снижения коэффициента линейного расширения технического алюминия с помощью термической обработки.

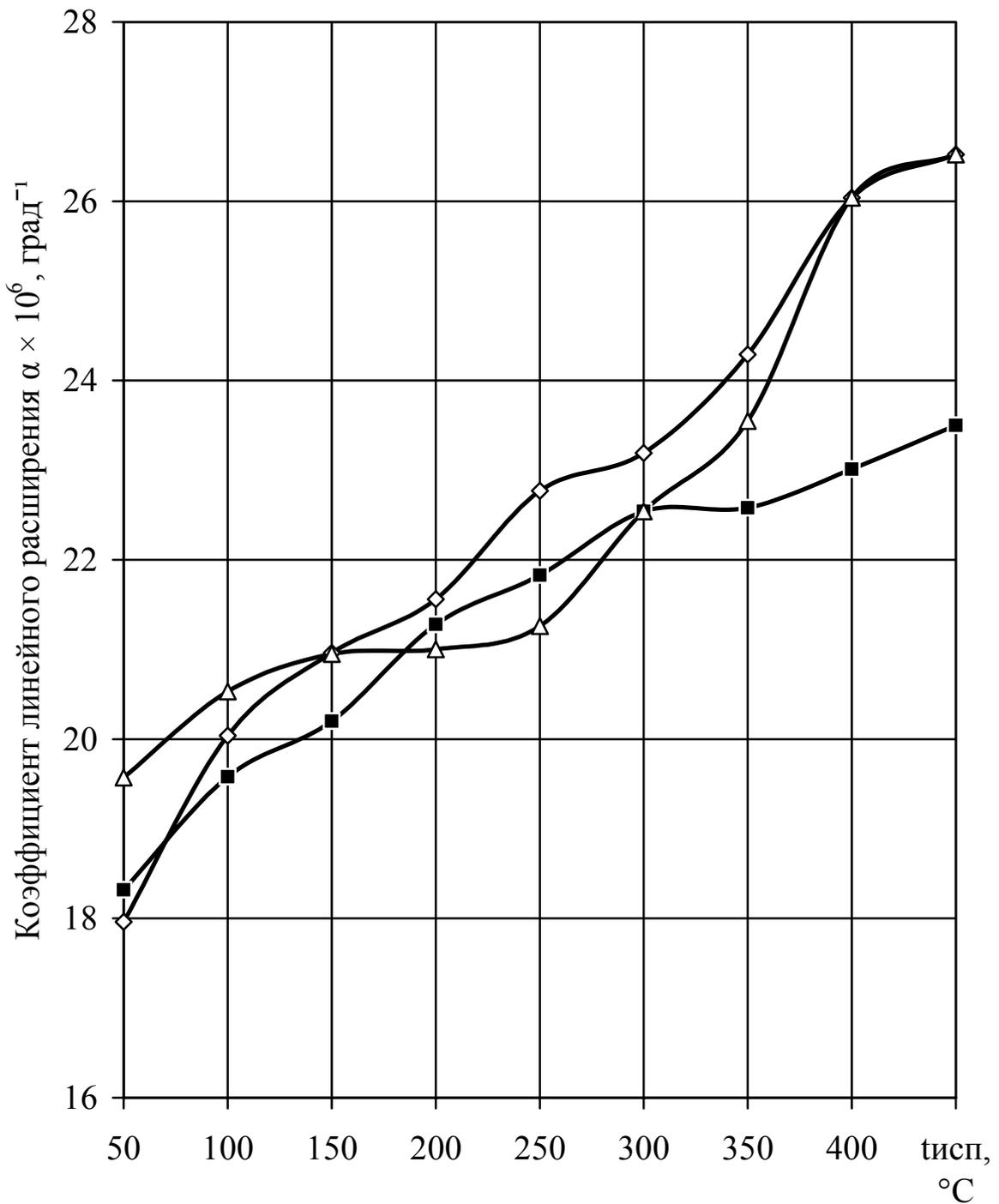


Рисунок - Влияние времени выдержки на линейное расширение непрерывнолитого алюминия А7 (100 °С, воздух):

—◇— без нагрева      —■— 10 ч;      —△— 20 ч.

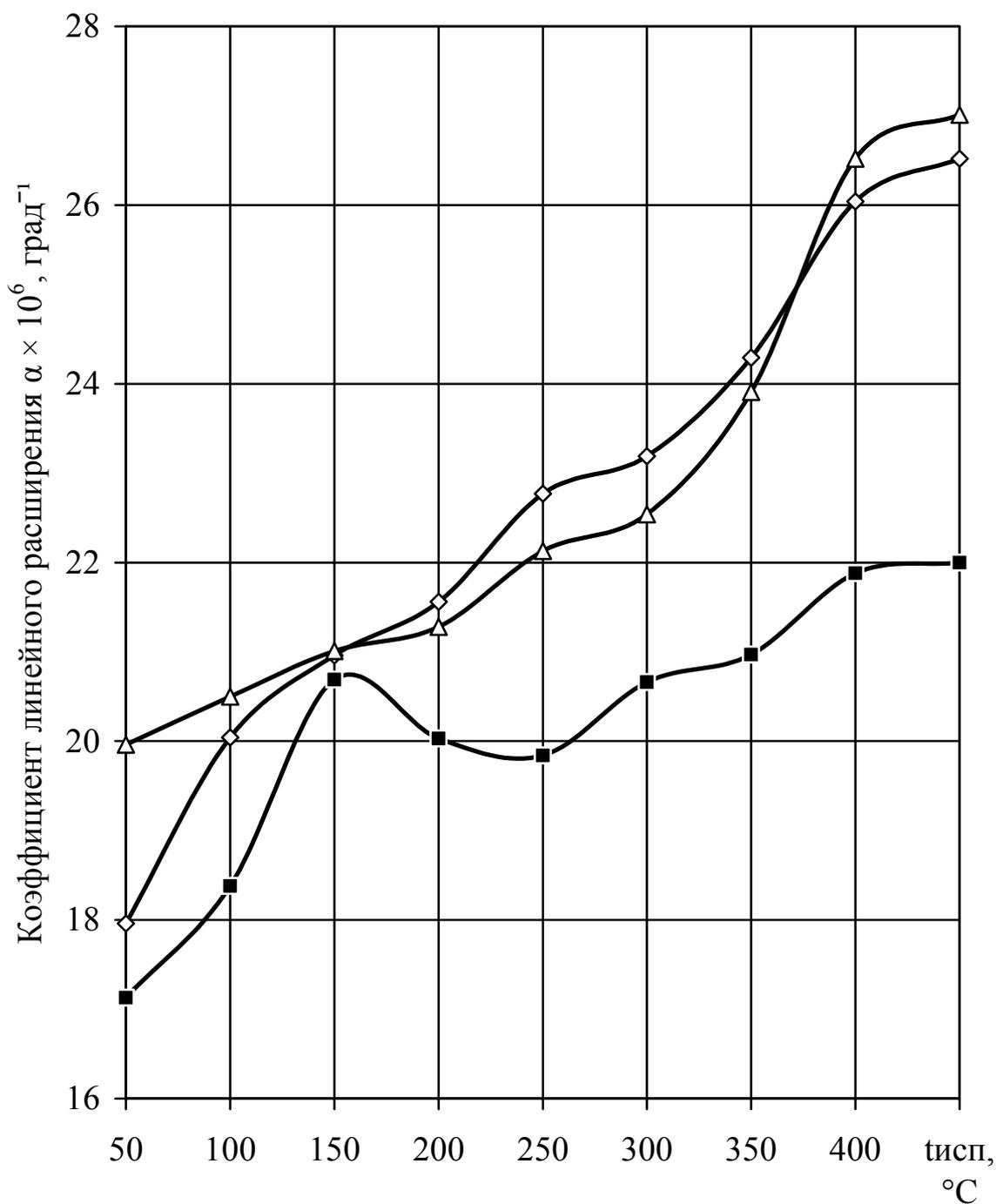


Рисунок 2 - Влияние времени выдержки на линейное расширение непрерывнолитого алюминия А7 (100 °С, печь):

—◇— без нагрева      —■— 10 ч.;      —△— 20 ч.

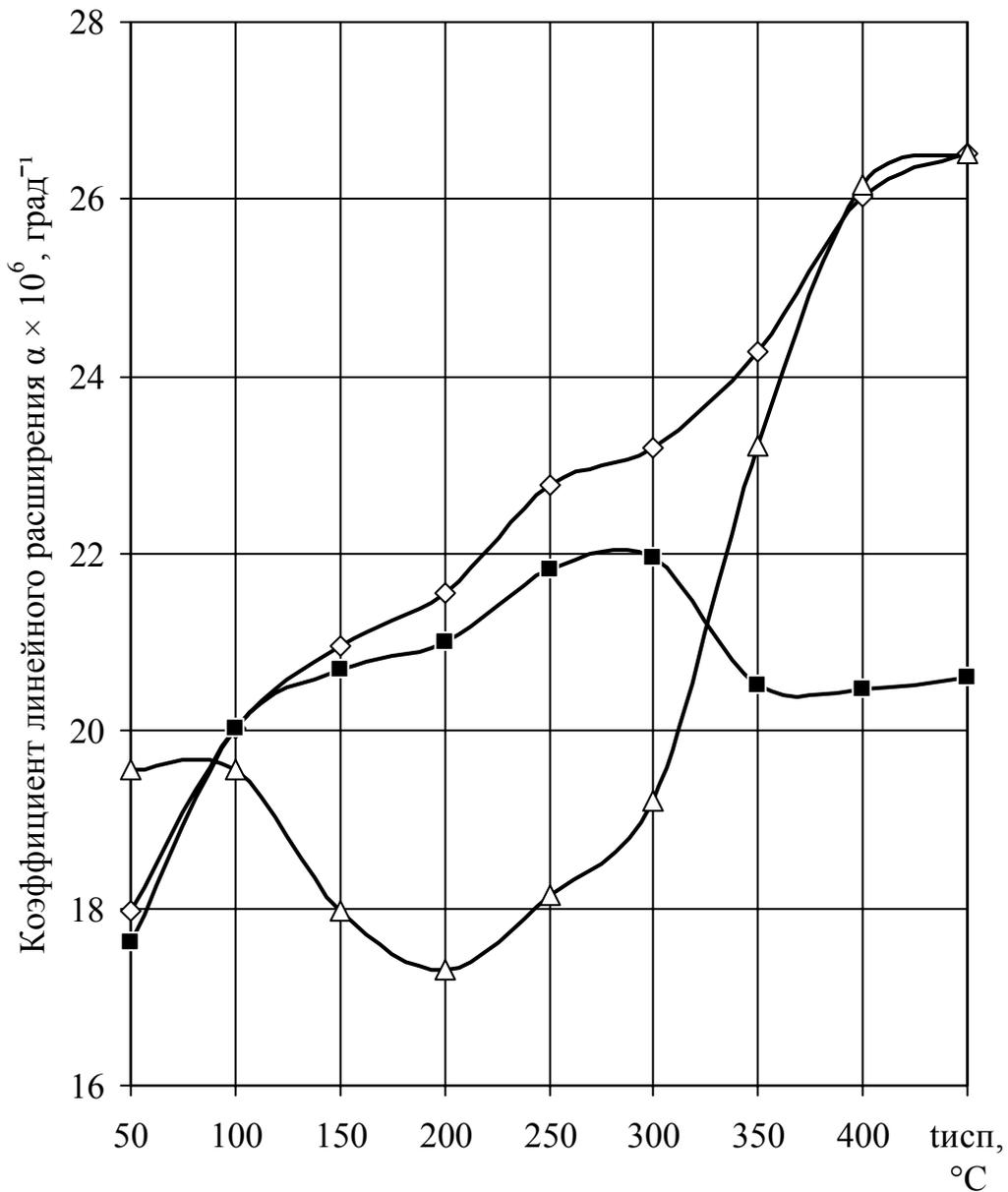


Рисунок 3 - Влияние времени выдержки на линейное расширение непрерывнолитого алюминия А7 ( 100 °С, вода):

—◇— без нагрева      —■— 10 ч;      —△— 20 ч.

#### Библиографический список

1. Новикова С.И. Тепловое расширение твердых тел / С.И. Новикова. – М. : Наука, 1974 . – 292 с.
2. Афанасьев В.К., Попова М.В., Ружило А.А., Фролов В.Ф. Легкие сплавы с малым тепловым расширением. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 376 с.

## ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ПОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОЧИСТОГО ЖЕЛЕЗА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Долгова С.В., Казей И.Г.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В работе изучалось сравнительное влияние нагрева в воздушной среде, кварцевом песке и бутылочном стекле на механические свойства и микроструктуру высокочистого железа 008ЖР. Бой бутылочного стекла содержал, масс.‰: 60,4SiO<sub>2</sub>, 11,8 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,4Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,7 CuO, 0,3MgO, 13,9 Na<sub>2</sub>O, 2,5K<sub>2</sub>O, 0,3SO<sub>3</sub>, 1,3Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 1,4TiO<sub>2</sub>.

Результаты определения механических свойств приведены в таблице 1.

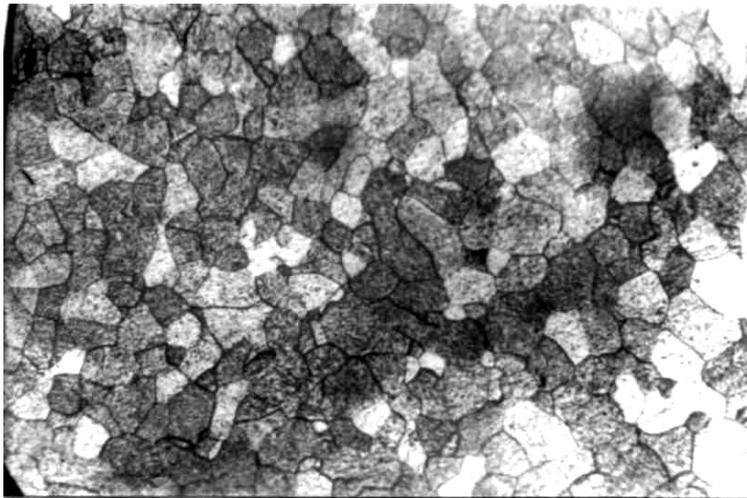
Таблица 1 – Влияние внешней среды нагрева на свойства железа 008ЖР

Режим термообработки	Механические свойства	
	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %
Без обработки	400	11,6
Нагрев в кварцевом песке, 550°C, 9ч.	401	26,0
Нагрев в стекломассе, 700°C, 3 ч.	330	27,1
Нагрев в стекломассе, 700°C, 5 ч.	337	22,6

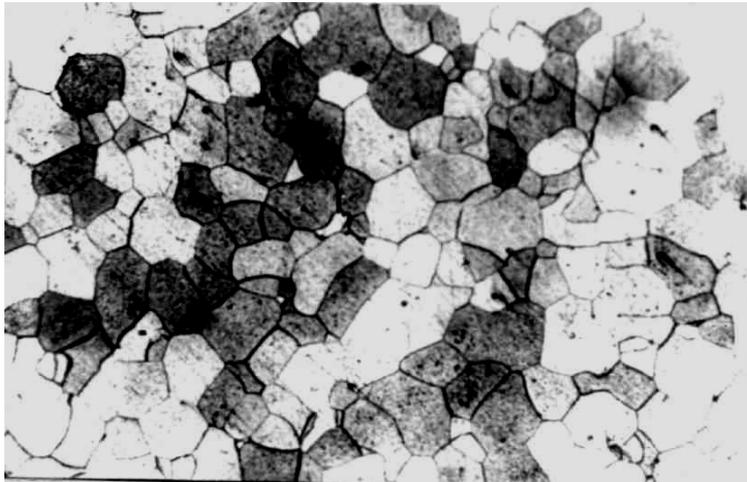
Как видно из таблицы 1, длительная выдержка в песке в течение 9 ч. при 550°C вызывает увеличение пластичности более чем в 2 раза и не оказывает влияния на прочность. В то же время, обработка в твердо-жидком стекле сопровождается небольшим уменьшением  $\sigma_B$  с 400 МПа у исходного до 330 МПа после 3 ч. выдержки в стекле и увеличением пластичности более чем в 2 раза (по сравнению с исходной). Причем, при увеличении времени выдержки в стекле с 3 до 5 ч. пластичность падает с 27% до 22,6%.

Вероятно, рост пластичности вызван изменениями в микроструктуре в результате обработки в песке и стекле, а также уменьшением содержания примесей, при этом более эффективно идет удаление примесей при обработке в твердо-жидком стекле.

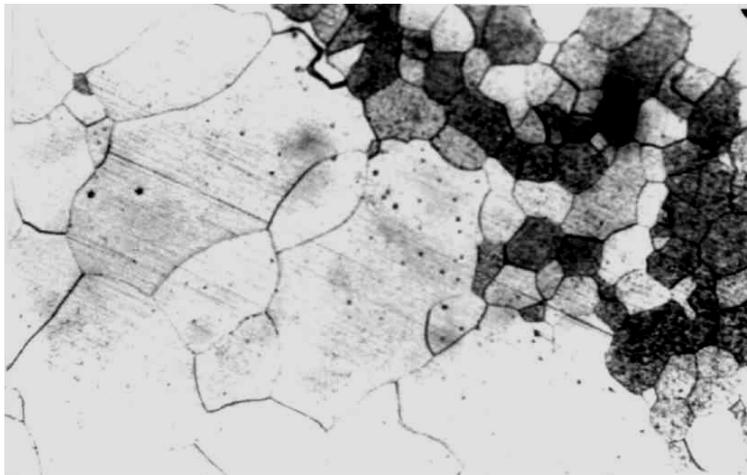
При изучении микроструктуры установлено, что нагрев в среде с повышенным содержанием кислорода существенно уменьшает травимость тела зерна. Наблюдается прерывистая травимость границ зерен (рисунок 1, б). После нагрева в стекломассе наблюдаются большие области с частичной травимостью границ крупных зерен (рисунок 1, в). Для объяснения такого изменения свойств может быть привлечен механизм химического растрескивания У.Эванса, уделяющий особое внимание воздействию внешней кислородосодержащей среды на диффузионное перераспределения водорода, содержащегося в металле. [1]



*a*



*б*



*в*

Рисунок 1 – Микроструктура железа 008ЖР. х 110  
*a* – без обработки, *б* - нагрев в кварцевом песке, 550°C, 9ч.,  
*в* - нагрев в стекломассе, 700°C, 5 ч.

#### Библиографический список

1. У. Эванс. Механизм химического растрескивания. Коррозионное растрескивание и хрупкость. Сборник статей. – М.: Металлургия, 1961.

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ХИМИКО – ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5

Волкова А.С., Ващенко А.Ю.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк*

Интенсивное развитие техники требует непрерывного создания сплавов, в том числе и инструментальных, с повышенными эксплуатационными свойствами. Теплостойкие стали высокой твердости, называемые *быстрорежущими*, — наиболее характерные стали, используемые для режущих инструментов. Они сочетают теплостойкость (600—700° С) с высокой твердостью ( $HRC$  63—65) и повышенным сопротивлением пластической деформации. Наиболее распространенной экономнолегированной быстрорежущей сталью является сталь Р6М5, химический состав которой приведен в таблице 1.

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  $HV$  2500—2700 МПа и  $\sigma_B \leq 1000$  МПа.

Таблица 1 – Химический состав стали Р6М5 (по ГОСТ 19265-73) [1]

Массовая доля элементов, %							
С	Cr	W	Mo	V	Si	Mn	Ni
0,80-0,88	3,8-4,4	5,5-6,5	5,0-5,5	1,7-2,1	<0,5	<0,4	<0,4

Эксплуатационные свойства режущего инструмента можно повысить применением сложнелегированных быстрорежущих сталей, а также различными методами упрочнения поверхностного слоя, в частности, термической, химико-термической, термомеханической обработкой или комплексным их воздействием. Особое внимание уделяется химико-термической обработке, которая позволяет получить заданные свойства инструмента, не увеличивая производственных затрат [2].

В работе проводилось изучение влияния предварительного нагрева в молотом бондюжском карбюризаторе ( $t=950^\circ\text{C}$ ,  $\tau=1\text{ч}$ , воздух) и последующей термической обработки на коэффициент линейного расширения (КЛР) стали Р6М5. Результаты приведены на рисунке 1.

Можно отметить, что при всех режимах обработки происходит снижение значения КЛР стали Р6М5 во всем интервале температур испытания. Минимальные значения  $\alpha_{150}=6,95 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup> и  $\alpha_{250}=8,57 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup> получены после нагрева в карбюризаторе ( $t=950^\circ\text{C}$ ,  $\tau=1\text{ч}$ , воздух) + закалка  $1000^\circ\text{C}$ , 15 мин, вода; а также  $\alpha_{150}=7,79 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>,  $\alpha_{250}=8,00 \cdot 10^{-6}$

град<sup>-1</sup> – после нагрева в карбюризаторе ( $t=950^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=1\text{ч}$ , воздух) и последующей многократной заалки ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода).

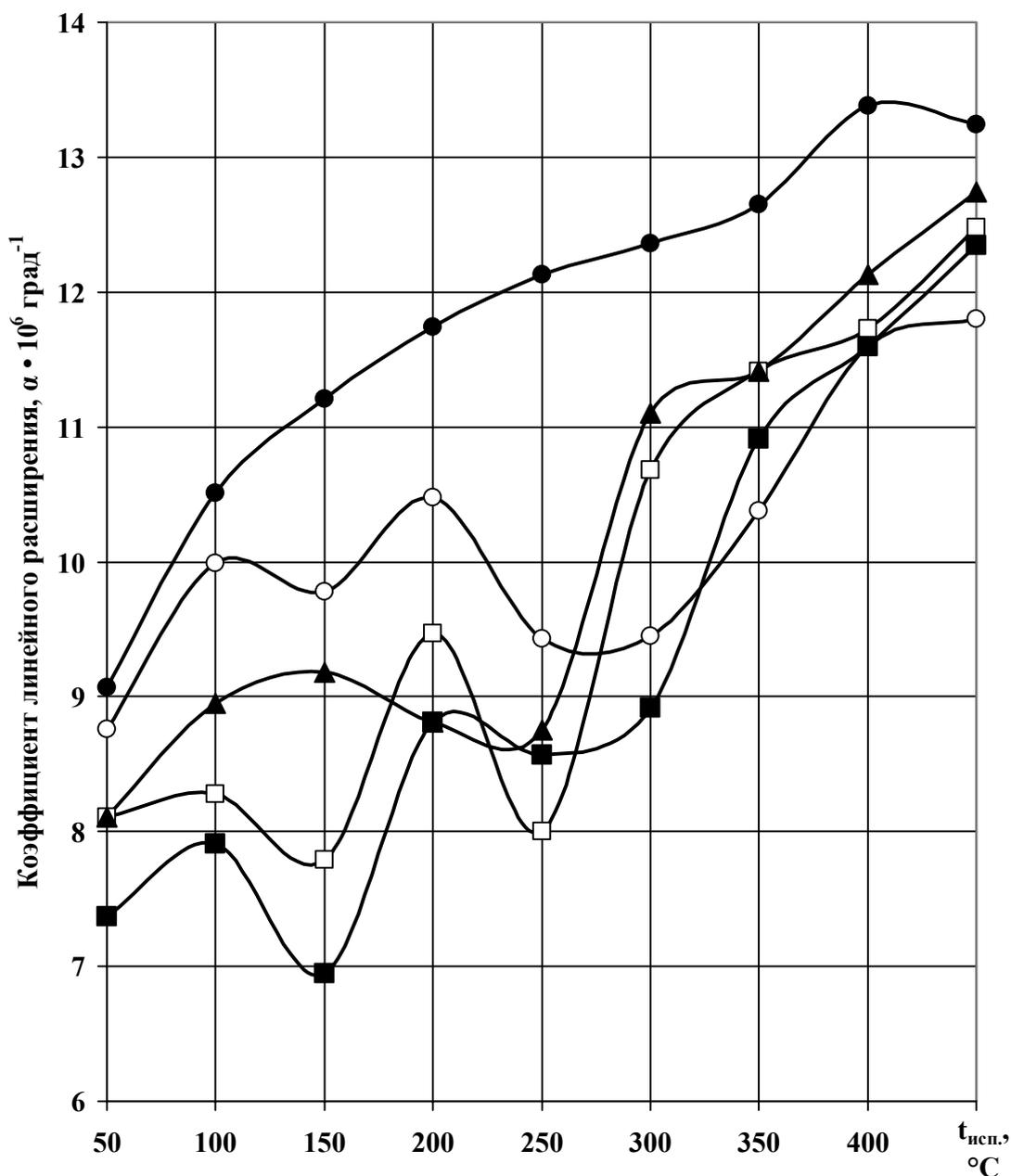


Рисунок 1 – Влияние предварительного нагрева в молотом бондюжском карбюризаторе ( $t=950^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=1\text{ч}$ , воздух) и последующей термической обработки на коэффициент линейного расширения стали Р6М5: -●- без нагрева, -○- цементация, -■- цементация + заалка ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода), -□- цементация + заалка ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода) + заалка ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода), -▲- цементация + заалка ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода) + заалка ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода) + заалка ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода) + заалка ( $1000^{\circ}\text{C}$ , 15 мин, вода)

Проведенная работа показывает перспективность исследований влияния цементации на коэффициент линейного расширения быстрорежущей стали Р6М5.

Работа в данном направлении продолжается.

## Библиографический список

1. Гуляев А.П. Инструментальные стали. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп., – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.;
2. Липинский В.В., Мурас В.С., Паранюшкин О.В., Ткачев С.П. Химико-термическое упрочнение быстрорежущей стали // МиТОМ, 1983. №12. с. 47-49.

УДК 621.78:669.11.017

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗА 008ЖР

Долгова С.В., Чевозёрова А.К.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Коэффициент линейного расширения (КЛР) – физическая величина, характеризующая изменения размеров тела при изменении температуры. Свойство металлов расширяться при нагревании и сжиматься при охлаждении, необходимо учитывать при изготовлении металлических сооружений и деталей различных машин. Существуют сплавы, обладающие минимальными значениями КЛР, - это инвары, суперинвары и ковары, химический состав которых приведен в таблице 1.[1]

Таблица 1 – Химический состав сплавов инварного типа [2]

Сплав	Содержание элементов, %		
	Ni	Co	Cu
36Н (инвар)	35 – 37	–	–
32НКД (суперинвар)	31,5 – 33	3,3 – 4,2	0,6 – 0,8
29 НК (ковар)	28,5 – 29,5	17 – 18	–

Настоящая работа проводилась с целью получения оптимального режима химико-термической обработки (ХТО), которая приводит к снижению значений коэффициента линейного расширения (КЛР) чистого железа. Химический состав приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав железа 008ЖР

Содержание элементов, %, остальное Fe								
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al
0,008	0,006	0,03	0,005	0,003	0,01	0,03	0,03	0,05

ХТО заключалась в цементационном нагреве в бондюжском карбюризаторе (930°C, 1 ч, воздух) и последующей закалке.

Результаты влияния химико-термической обработки на КЛР показаны

на рисунке 1. Видно, что последующая закалка приводит к снижению КЛР во всем интервале температур испытания.

Минимальное значение КЛР ( $\alpha = 9,45 \cdot 10^6$ , град $^{-1}$ ) достигается при проведении ХТО, заключающейся в цементации и закалке (900 °С), выдержке 3 мин. и охлаждении в воде. Полученное значение КЛР колеблется около исходного значения КЛР ( $\alpha = 9,36 \cdot 10^6$ , град $^{-1}$ ).

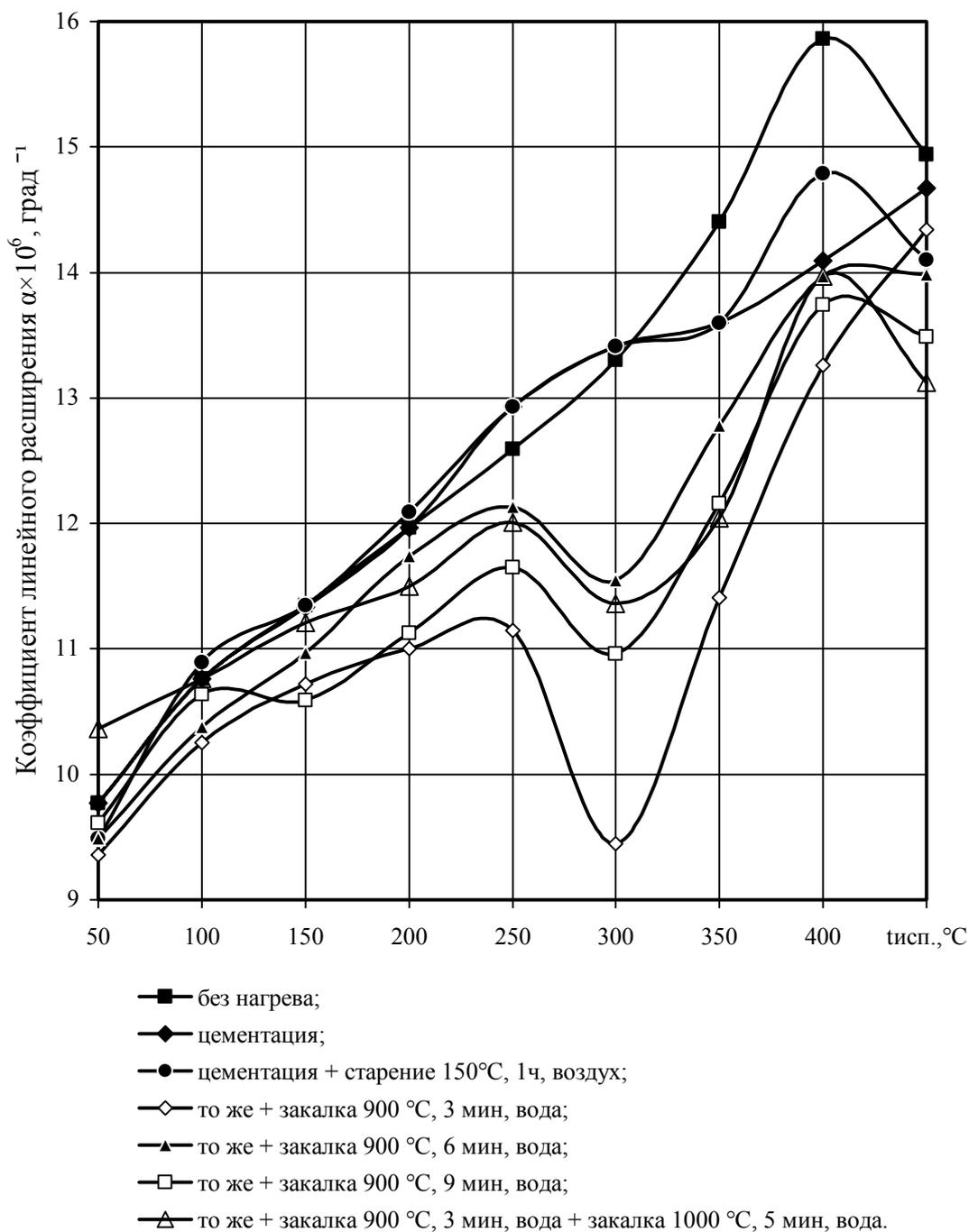


Рисунок 1 – Влияние цементации в твердом карбюризаторе и последующих термических обработок на коэффициент линейного расширения железа 008ЖР

Проводилось исследование влияния среды нагрева при цементации (930°С, 1 ч, охлаждение воздух) на твердость железа 008ЖР. При сравнении

полученных значений твердости видно, что наибольшая твердость достигается при обработке чистого железа в среде древесного угля, смоченного раствором мочевины (рис. 2).

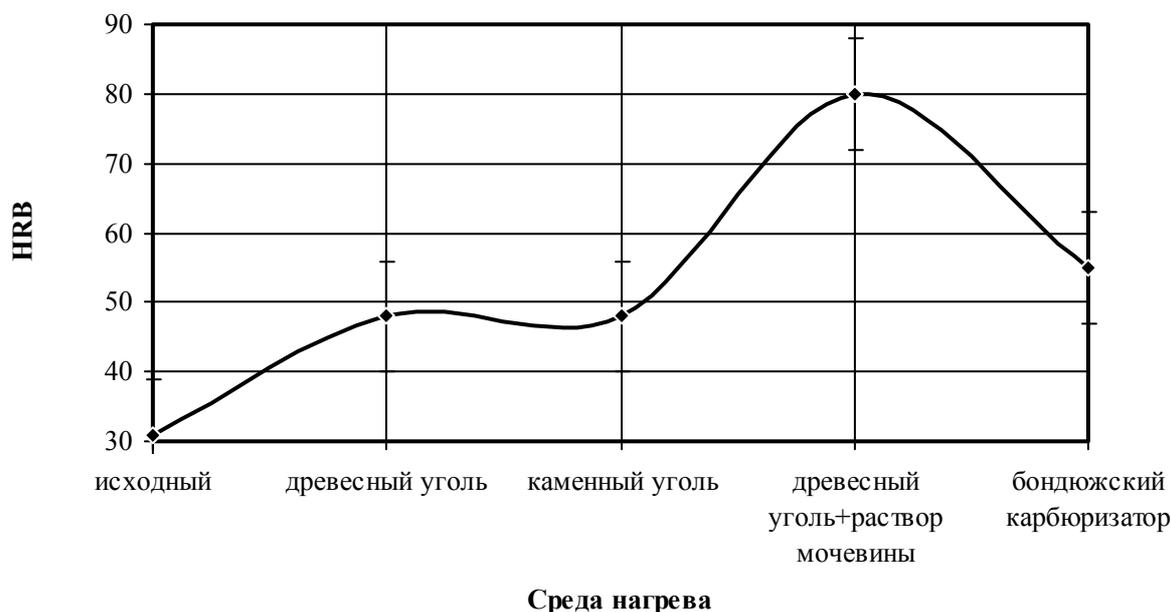


Рисунок 2 – Влияние среды нагрева при цементации на твердость железа 008ЖР

В ходе работы получены результаты, исходя из которых, можно сделать вывод о необходимости продолжении исследовательских работ по поиску материалов, которые могут выступить достойной заменой инваров.

#### Библиографический список

1. Гуляев А.П. *Металловедение: Учебник для вузов.* 6-е изд. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
2. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. и др. *Материаловедение: Учебник для вузов.* 6 – е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 648 с.

УДК 669.71.017

## **ВЛИЯНИЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ЧУШКОВОГО АЛЮМИНИЯ А7**

**Агиенко Н.Ю., Старостина М.А., Махонина Е.Н.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Алюминий является наиболее используемым материалом во многих отраслях промышленности, сферы потребления которого постоянно растут.

Благодаря ряду полезных свойств, он приобрел особое значение во многих областях техники [1]. Достаточная прочность, хорошая теплопроводность, электропроводность, невозгораемость, хорошая обрабатываемость давлением, высокая пластичность и коррозионная стойкость, возможность соединения алюминиевых деталей в различных конструкциях с помощью сварки, пайки, склеивания и других способов; способность к нанесению защитных и декоративных покрытий и т.д. способствуют широкому использованию алюминия как основы для разработки новых конструкционных материалов с заданными свойствами [2].

В наши дни, благодаря широкому развитию области приборостроения, возникла актуальная проблема создания легких материалов с низким коэффициентом линейного расширения.

Известно, что алюминий имеет высокий коэффициент линейного расширения [3]. Для его снижения применяется легирование дорогостоящими элементами.

Поэтому цель настоящей работы - показать возможность снижения коэффициента линейного расширения алюминия за счет различной термической обработки [4], а также показать перспективность исследований в этой области для разработки новых материалов с заданными свойствами.

Для исследования были использованы образцы, вырезанные из чушкового алюминия А7. Нагрев образцов проводился в среде мочевины ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), содержащей 62% азота при 150, 200, 250 °С в течение 10ч с последующим охлаждением на воздухе.

При изучении микроструктуры сырых образцов после электрополировки, характерным является частичное проявление границ зерен и неравномерно распределенная микропористость (рисунок 1,а).

После нагрева при 150°С в микроструктуре обнаруживается только микропористость. Границы зерен практически не выявляются.

Выдающимся процессом при нагреве чушкового алюминия является изменение микроструктуры, выявляемое после нагрева в интервале 200-250°С. В этом интервале протекает взаимодействие водорода с азотом [5], в результате этого происходит распад пересыщенного раствора водорода и азота в алюминии, продукты распада выделяются по границам зерен (рисунок 1, в) и при более высокой температуре - 250°С по границам и телу зерен (рисунок 1, г).

В наибольшей мере этот распад наблюдается после нагрева при 250°С.

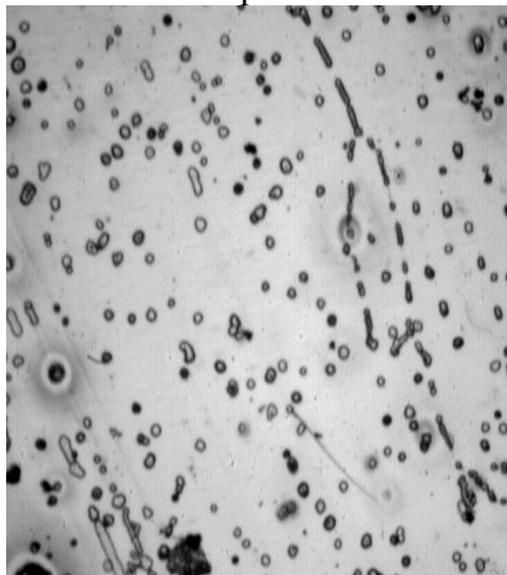
Таким образом, можно сделать заключение, что нагрев в карбамиде ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) с высоким содержанием азота (60-62%) не изменяет температурный интервал максимального распада пересыщенного раствора водорода, азота и других примесных элементов, что сказывается на изменении коэффициента линейного расширения.

Исследовав влияние мочевины на линейное расширение алюминия А7, можно сделать вывод, что карбамид снижает коэффициент линейного расширения во всем интервале температур.

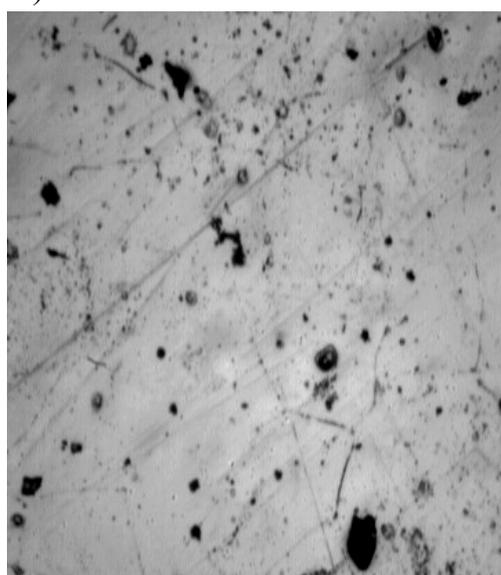
Из рисунков 2, 3, 4 следует, что при нагреве образцов до 250°C и временем выдержки 10ч., все предложенные термические обработки понижают коэффициент линейного расширения, но наименьшее значение во всем интервале температур испытания соответствует нагреву алюминия в карбамиде при температурах 200-250°C.

После нагрева в мочеvine и последующего старения на воздухе, линейное расширения алюминия А7 понижается по сравнению с исходным образцом.

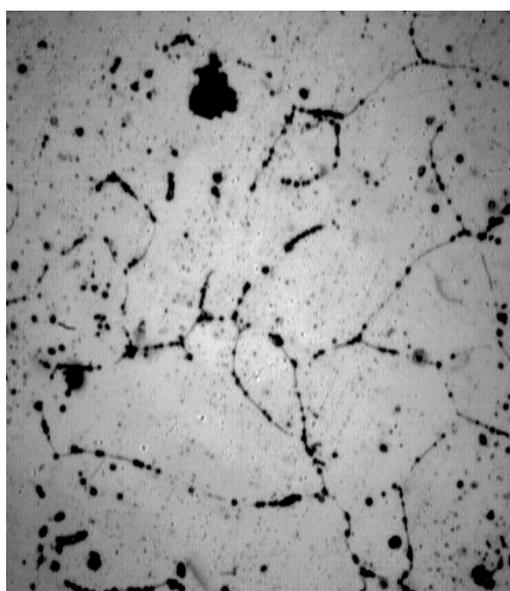
Значительное снижение коэффициента линейного расширения наблюдается после нагрева в мочеvine при 250°C и последующего старения при 150°C в интервале 100-150°C. (рисунок 4).



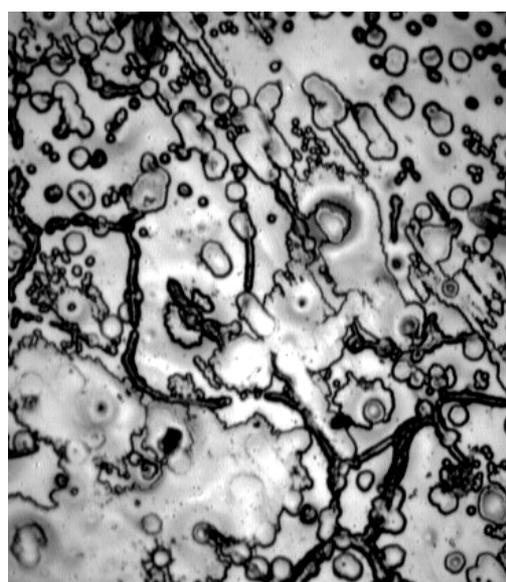
*а*



*б*



*в*



*г*

Рисунок 1 - Влияние нагрева в карбамиде ( $\tau=10$ ч) на микроструктуру чушкового алюминия А7  $\times 300$ :

*а* - без нагрева; *б* - 150°C; *в* - 200°C; *г* - 250°C

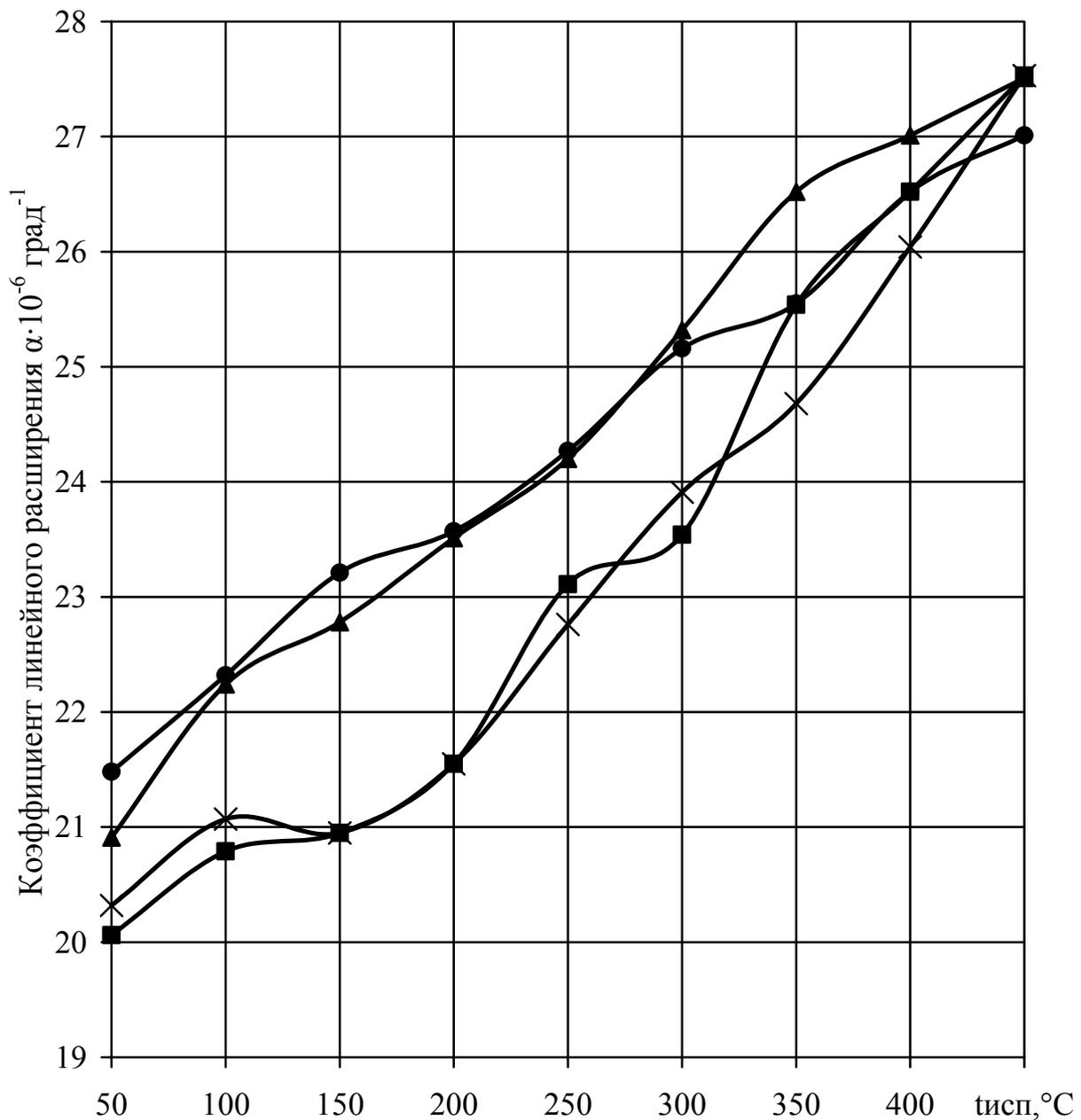


Рисунок 2 - Влияние среды нагрева ( $\tau = 10\text{ч}$ ) на линейное расширение алюминия А7:

- Без нагрева;
- 150°C, мочеви́на;
- ▲ 150°C, воздух;
- × 150°C, мочеви́на + 150°C, воздух

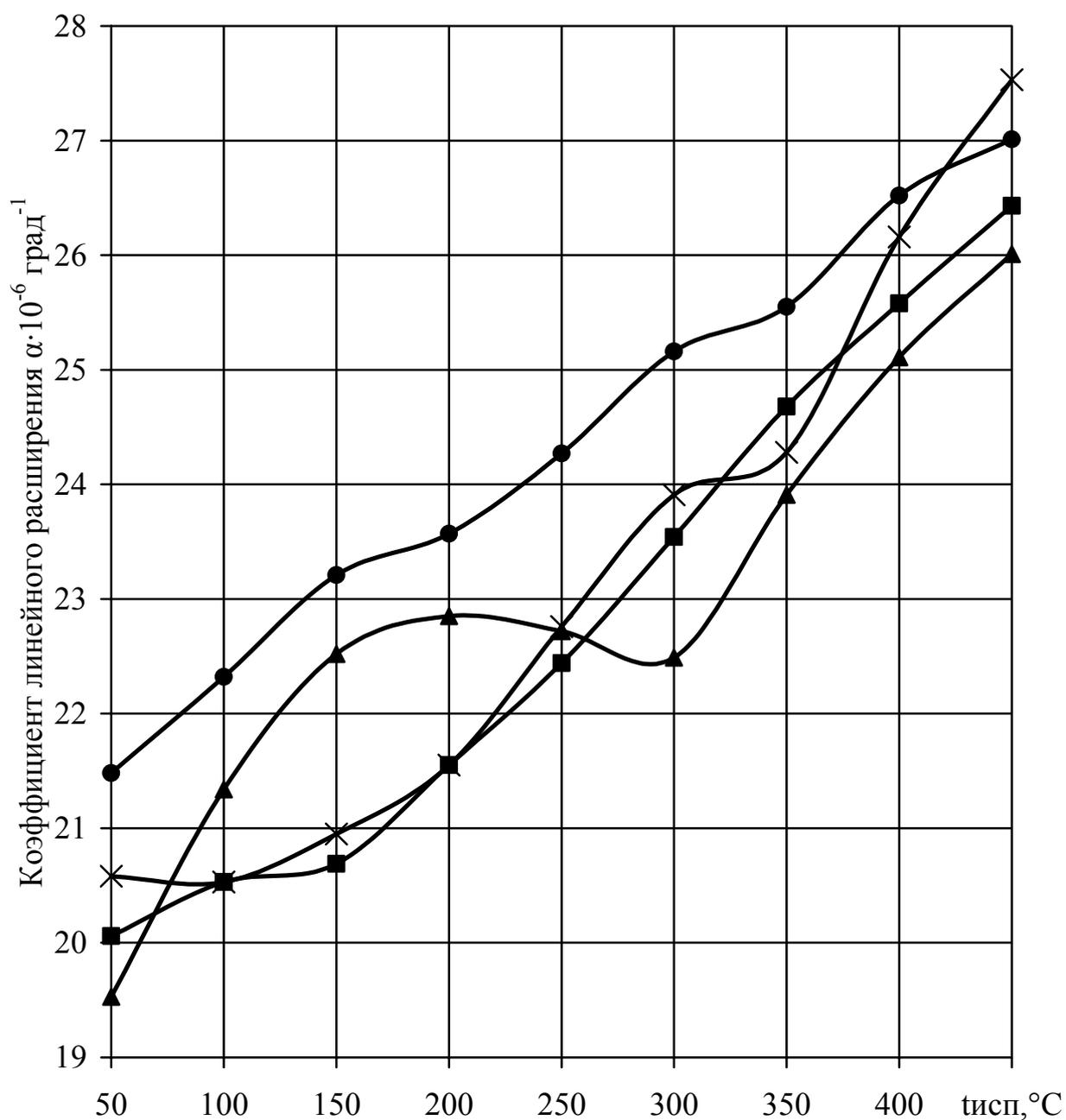


Рисунок 3 - Влияние среды нагрева ( $\tau=10\text{ч}$ ) на линейное расширение алюминия А7:

- Без нагрева;
- 200°C, мочеви́на;
- ▲ 200°C, воздух;
- × 200°C, мочеви́на + 100°C, воздух

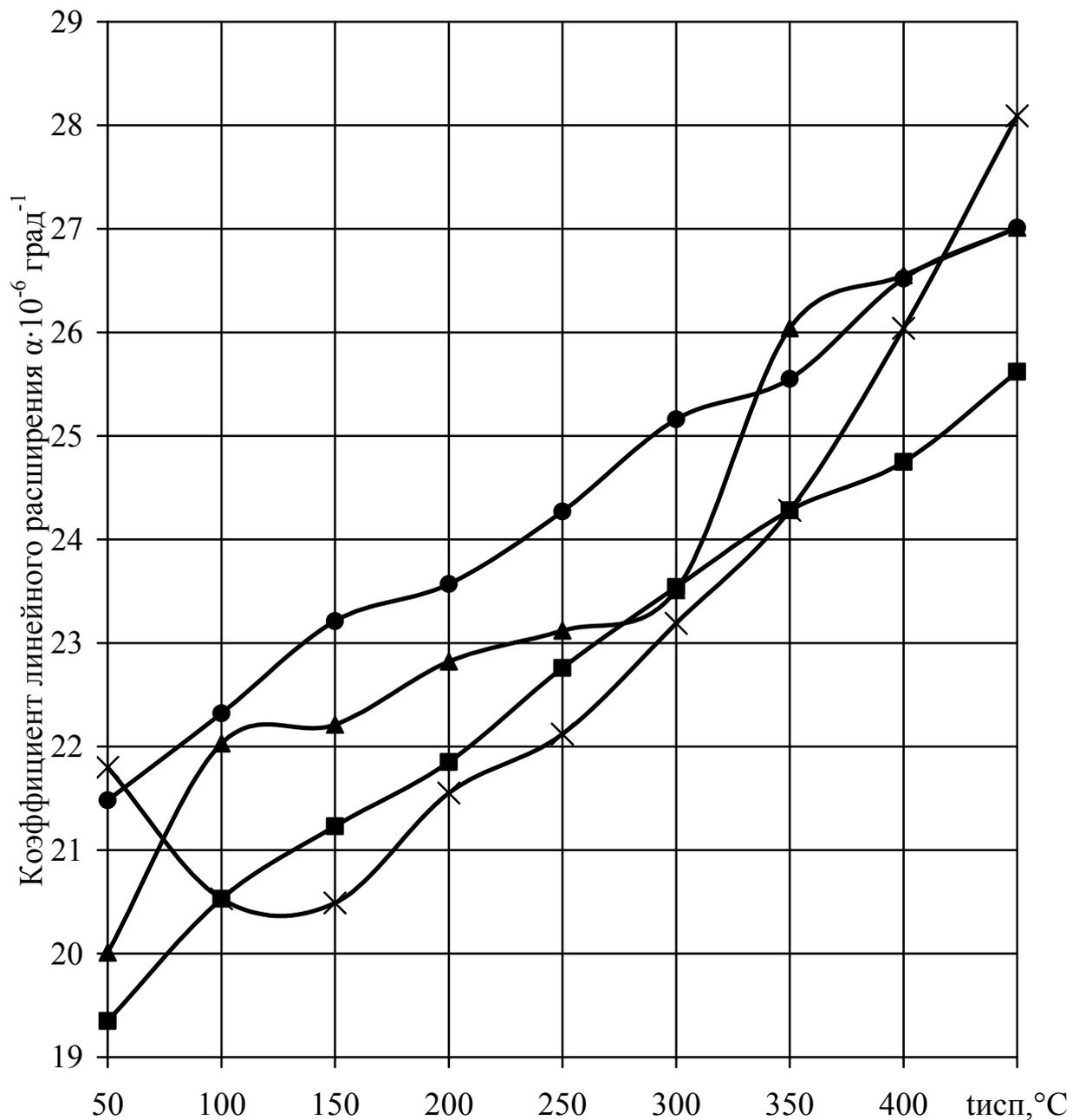


Рисунок 4 - Влияние среды нагрева ( $\tau = 10\text{ч}$ ) на линейное расширение алюминия А7:

- Без нагрева;
- 250°C, мочевины;
- ▲ 250°C, воздух;
- × 250°C, мочевины + 150°C, воздух

В данной работе представлены результаты исследования влияния химико-термической обработки на свойства и микроструктуру алюминия А7. Проводился нагрев в атмосфере воздуха, в карбамиде, а также наблюдалось совместное влияние нагрева в карбамиде и последующего старения на воздухе.

Полученные результаты позволили сделать вывод о необходимости продолжения исследовательских работ по снижению КЛР алюминия с целью устранения легирования дорогостоящими элементами.

#### Библиографический список

1. Алюминий. Свойства и физическое металловедение / Под ред. Дж.Е.Хэтча -М: Metallurgia, 1989. - 421с.

2. Борисоглебский Ю.В., Галевский Г.В., Кулагин Н.А., Минцис М.Я., Сиразутдинов Г.А. Metallurgia алюминия. - Новосибирск Наука, 1999. 437с.

3. Новикова С.И. Тепловое расширение твердых тел. - М.: Наука, 1974. 320с.

4. 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. - 68с.

5. Афанасьев В.К., Попова М.В., Ружило А.А., Фролов В.Ф. Легкие сплавы с малым тепловым расширением. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 376 с.

УДК 669.71.017

## **НОВЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ**

**Старостина М.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Проблема расширения и сжатия является чрезвычайно важной в современном материаловедении. До настоящего времени идут поиски путей создания легких сплавов с нужным сочетанием механических свойств с регулируемым коэффициентом линейного расширения (КЛР) [1].

По мнению многих исследователей, наиболее перспективными в этом отношении являются легкие сплавы на основе алюминия. Для разработки легких алюминиевых сплавов необходимо начинать с изучения особенностей расширения технического алюминия А7. Известно, что значительно понижают КЛР легирующие добавки, которые имеют коэффициент значительно ниже, чем у алюминия [2].

Используемый на практике метод создания легких сплавов с требуемым значением температурного КЛР посредством легирования развивается по дорогостоящему пути проб и ошибок.

В данной работе была исследована возможность снижения КЛР алюминия марки А7 за счет обработки расплава, которую можно рассматривать как микролегирование. В качестве реагента для обработки расплава был выбран доломит, который представляет смесь карбонатов щелочноземельных металлов  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{Mg CO}_3$  [3]. Задачей данного способа обработки расплава является повышение технологических и физических свойств алюминия за счет повышения предельной степени пластической деформации и снижения коэффициента линейного расширения.

На рисунках 1 и 2 приведены данные дилатометрических исследований образцов, обработанных доломитом и залитых с разных температур. Из рисунков видно, что данный способ обработки расплава способствует снижению КЛР алюминия во всем температурном интервале.

В алюминиевых сплавах, подвергнутых обработке по предлагаемому способу, происходит разложение выделений промежуточных фаз, их измельчение, что, в свою очередь, обеспечивает повышение предельной степени пластической деформации сплавов с одновременным снижением значений КЛР [3]. Использование смеси карбонатов элементов с высоким средством к водороду позволяет повысить эффективность модифицирования алюминия и его сплавов, улучшить их технологические и физические свойства.

Повышение свойств алюминия и его сплавов по сравнению с прототипом связано, видимо, с лучшим усвоением водорода и кислорода, вводимых в расплав в виде соединений. Кроме того, частицы тугоплавких оксидов  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$ , содержащихся в смеси, служат дополнительными многочисленными центрами кристаллизации. При высоких скоростях охлаждения (кокильное литье) кристаллизация выделений промежуточных фаз происходит именно на этих частицах. Это приводит к значительному диспергированию выделений промежуточных фаз [3].

Предлагаемый способ запатентован и обеспечивает достижение технического результата, заключающегося в значительном повышении предельной степени пластической деформации и снижении коэффициента линейного расширения. Получение данного технического результата достигнуто решением задачи на изобретательском уровне, например выбор параметров обработки расплава, подбор компонентов смеси для обработки расплава. В качестве примера обработке подвергали технический алюминий А7 и сплавы на его основе, содержащие 15, 20, 30, 40 и 50% кремния.

Выплавку сплавов осуществляли в закрытой лабораторной печи сопротивления в алуновом тигле. После расплавления алюминия и растворения кремния расплав обрабатывали смесью карбоната кальция и карбоната магния, взятых в равном соотношении.

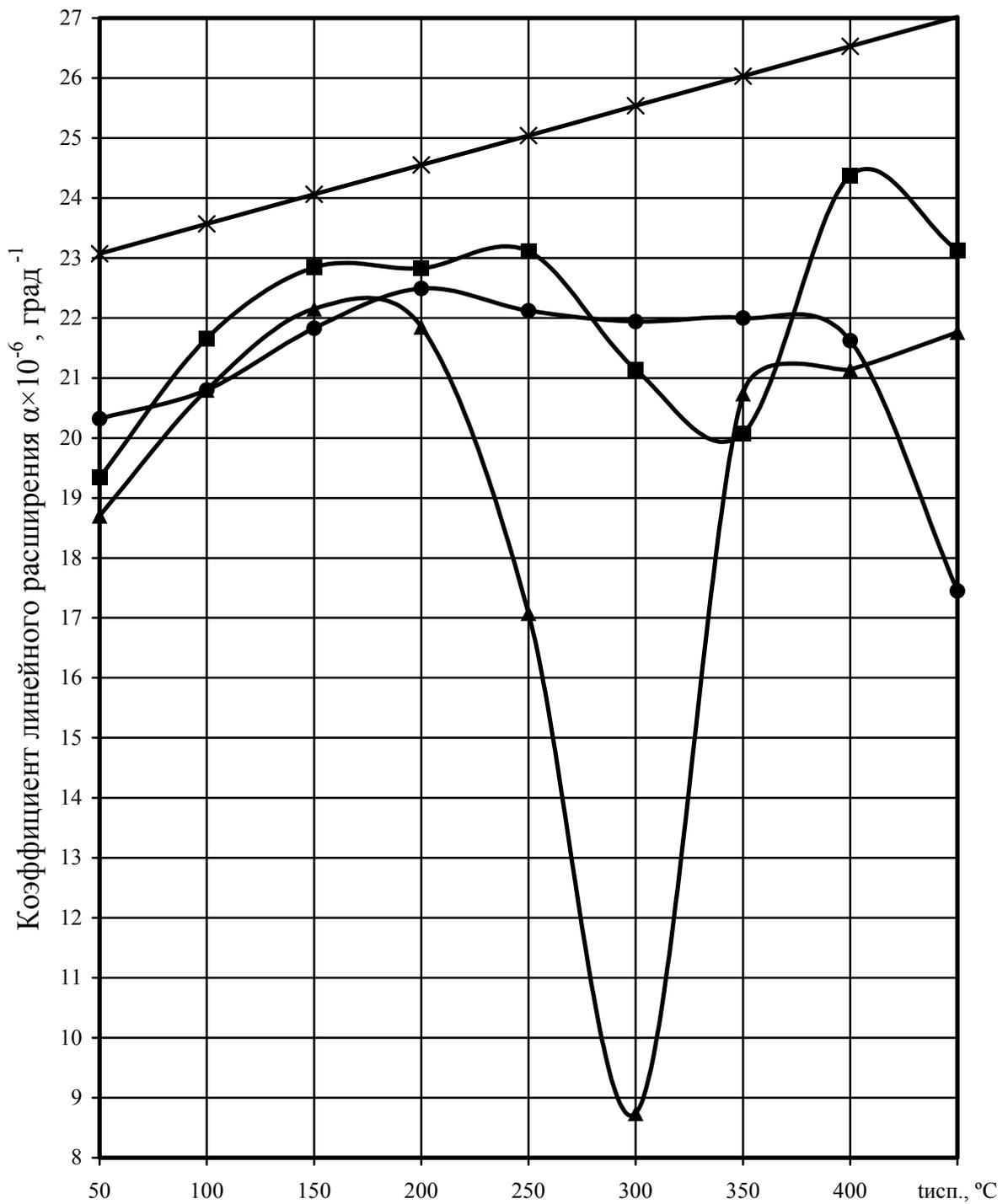


Рисунок 1- Влияние температуры заливки на линейное расширение алюминия А7 (обработка доломитом)

—\*— без обработки —■— 640 °C —▲— 670 °C —●— 740 °C

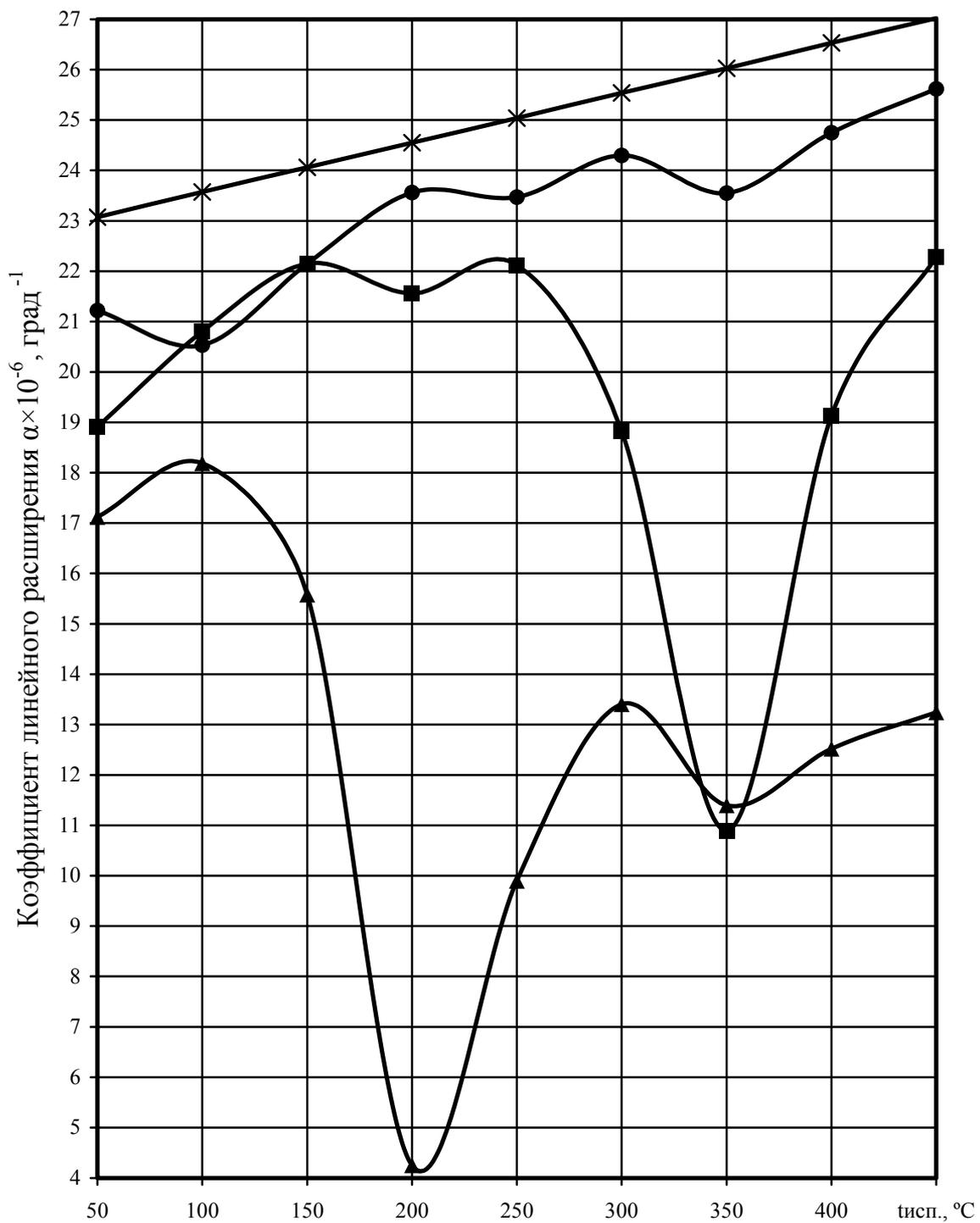


Рисунок 2- Влияние температуры заливки на линейное расширение алюминия А7 (обработка доломитом)

—x— без обработки —■— 780 °C —▲— 820 °C —●— 860 °C

Смесь вводили в расплав в количестве 1-7% от массы расплава и обработку расплава проводили в течение 3-15 минут при температуре, на 50-250°C превышающей температуру плавления металла - основы (710-910 °C). По окончании обработки с поверхности удаляли шлак и проводили заливку в алюминиевый кокиль. Из полученных слитков изготавливали образцы для дилатометрического исследования. КЛР определяли на оптическом дифференциальном дилатометре системы Шевенара в интервале 20-200 °C. Слитки после гомогенизирующей термообработки подвергали горячей прокатке с максимально возможной степенью деформации (до появления первой трещины) на лабораторном прокатном стане мощностью 20 кВт.

Об эффективности предлагаемого способа обработки расплава для алюминия и сплавов системы Al-Si, свидетельствует наблюдаемое увеличение предельной степени пластической деформации до разрушения в среднем на 7-25% и снижение коэффициента линейного расширения на 7-14%.

#### Библиографический список:

1. Легкие сплавы с малым тепловым расширением / В.К. Афанасьев [и др.] – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 376 с.
2. Афанасьев В.К., Попова М.В., Ружило А.А., Фролов В.Ф. О влиянии легирования на тепловое расширение алюминия // *Металлы*. – 2002 г. - № 6. – С. 32 – 38.
3. Пат. 2136773 РФ. Способ модифицирования алюминия и его сплавов / М.В. Попова, В.В. Герцен, А.В. Доронченко, В.К. Афанасьев. - № 98104521; заявл. 05.03.98; опубл. 10.09.99.

УДК 669.715:621.77.01:536.413.2

## ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ СПЛАВА AL – 11% SI

**Горшенин А.В., Дегтярёва И.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Алюминий – легкий металл, обладающий хорошими пластическими, но при этом невысокими прочностными характеристиками. Для того чтобы придать алюминию необходимые свойства в него вводят добавки различных элементов. Легируют алюминий медью, цинком, хромом, никелем, кремнием, кобальтом и другими элементами.

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 и, в первую очередь - кремния.

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.

Алюминий и большинство его сплавов относятся к весьма пластичным металлическим материалам. Из алюминиевых сплавов изготавливают практически все известные в технике деформированные полуфабрикаты. Заготовками во всех случаях служат слитки, отлитые методом непрерывного литья. При производстве полуфабрикатов широко используют различные способы горячей и холодной обработки давлением. Горячей деформацией, ковкой или штамповкой на молотах и прессах получают заготовки для различных деталей сложной конфигурации.

Пластическая деформация металла при обработке давлением не только является средством получения изделий определенной формы, но она также кардинально изменяет структуру алюминия и алюминиевых сплавов и тем самым эффективно влияет на их свойства.

В работе было изучено влияние пластической деформации на коэффициент линейного расширения сплава Al – 11% Si. Полученные данные представлены на рисунке 1.

Установлено, что различная степень пластической деформации способствует понижению коэффициента линейного расширения во всем температурном интервале испытания (50 - 450°C). Холодный прокат образца с 40 до 25 мм приводит к уменьшению коэффициента линейного расширения до температуры 350°C, после наблюдается повышение коэффициента до  $\alpha = 10,43 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup> при 450°C. При холодном прокате образца с 40 до 5 мм КЛР снижается до температуры 200°C, затем в интервале 200 - 350°C относительно стабилизируется, а при дальнейшем нагреве снова снижается и достигает минимального значения при 450°C ( $\alpha = 1,3 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>).

Также изучалось влияние наводороживания и пластической деформации на линейное расширение сплава Al - 11% Si. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

Установлено, что наводороживание и последующая пластическая деформация по-разному влияет на линейное расширение алюминия. Для интервала испытания 150 – 250°C характерно увеличение коэффициента линейного расширения сплава алюминия при различном времени наводороживания расплава. Затем наблюдается снижение линейного расширения до температуры 400°C и стабилизация коэффициента в интервале 400 – 450°C. Максимальное значение КЛР достигает при наводороживании

расплава 0,5ч и холодной ковке с 60 до 30мм при 200°С ( $\alpha=26,96 \cdot 10^{-6}$  град $^{-1}$ ). При наводороживании расплава в течение 1ч и последующей холодной ковке с 60 до 30мм при 400°С наблюдается минимальное значение коэффициента линейного расширения сплава Al - 11% Si ( $\alpha=5,55 \cdot 10^{-6}$  град $^{-1}$ ).

Следует отметить, что различная степень пластической деформации способствует понижению коэффициента линейного расширения во всем температурном интервале испытания, причем с увеличением степени деформации степень снижения линейного расширения сплава Al - 11% Si увеличивается.

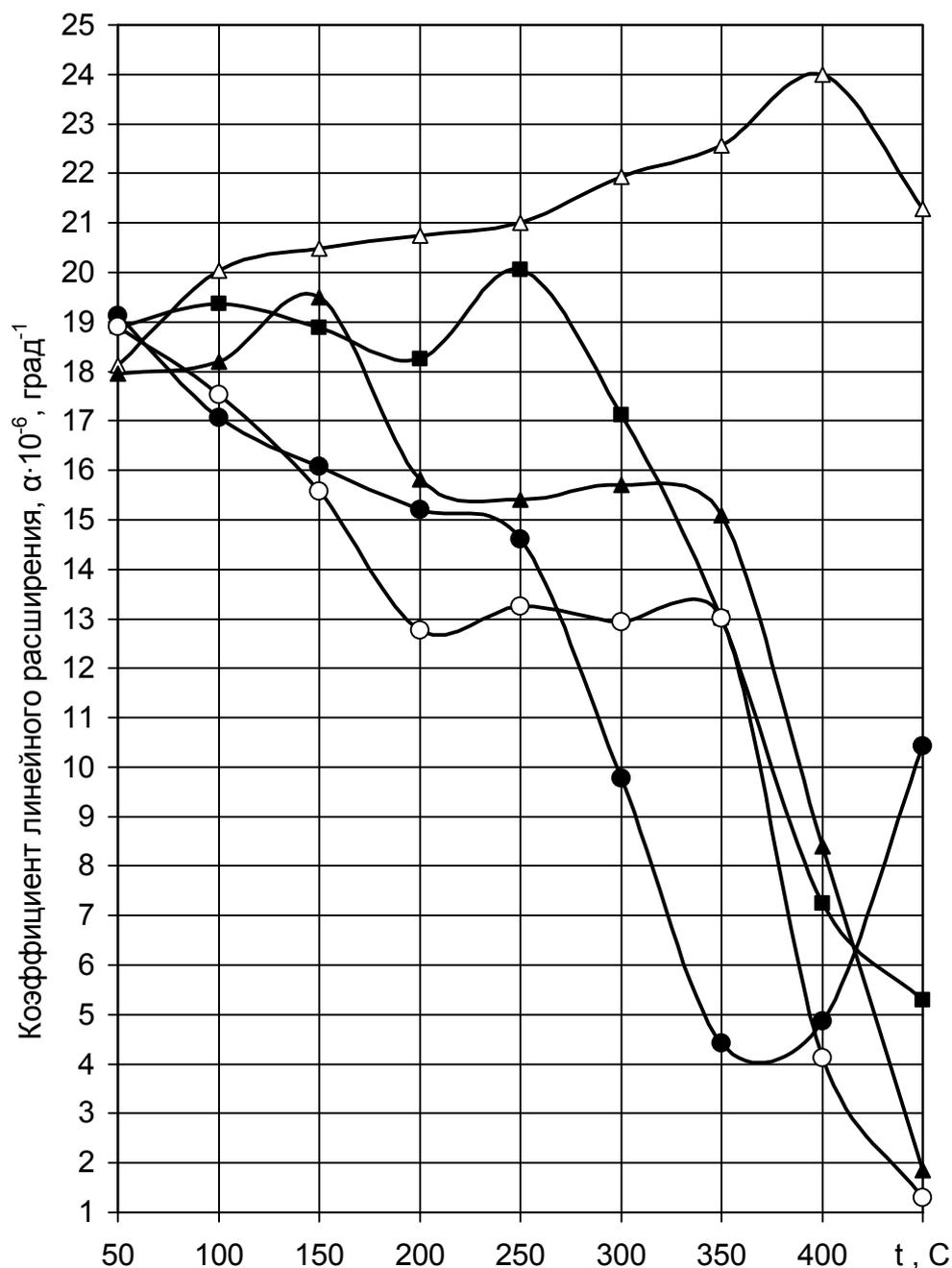


Рисунок 1 – Влияние пластической деформации на линейное расширение сплава Al - 11% Si:  $\Delta$ —литой;  $\bullet$ — холодный прокат с 40 до 25 мм;  $\blacksquare$ — холодный прокат с 40 до 20мм;  $\blacktriangle$ — холодный прокат с 40 до 10мм;  $\circ$ —холодный прокат с 40 до 5мм.

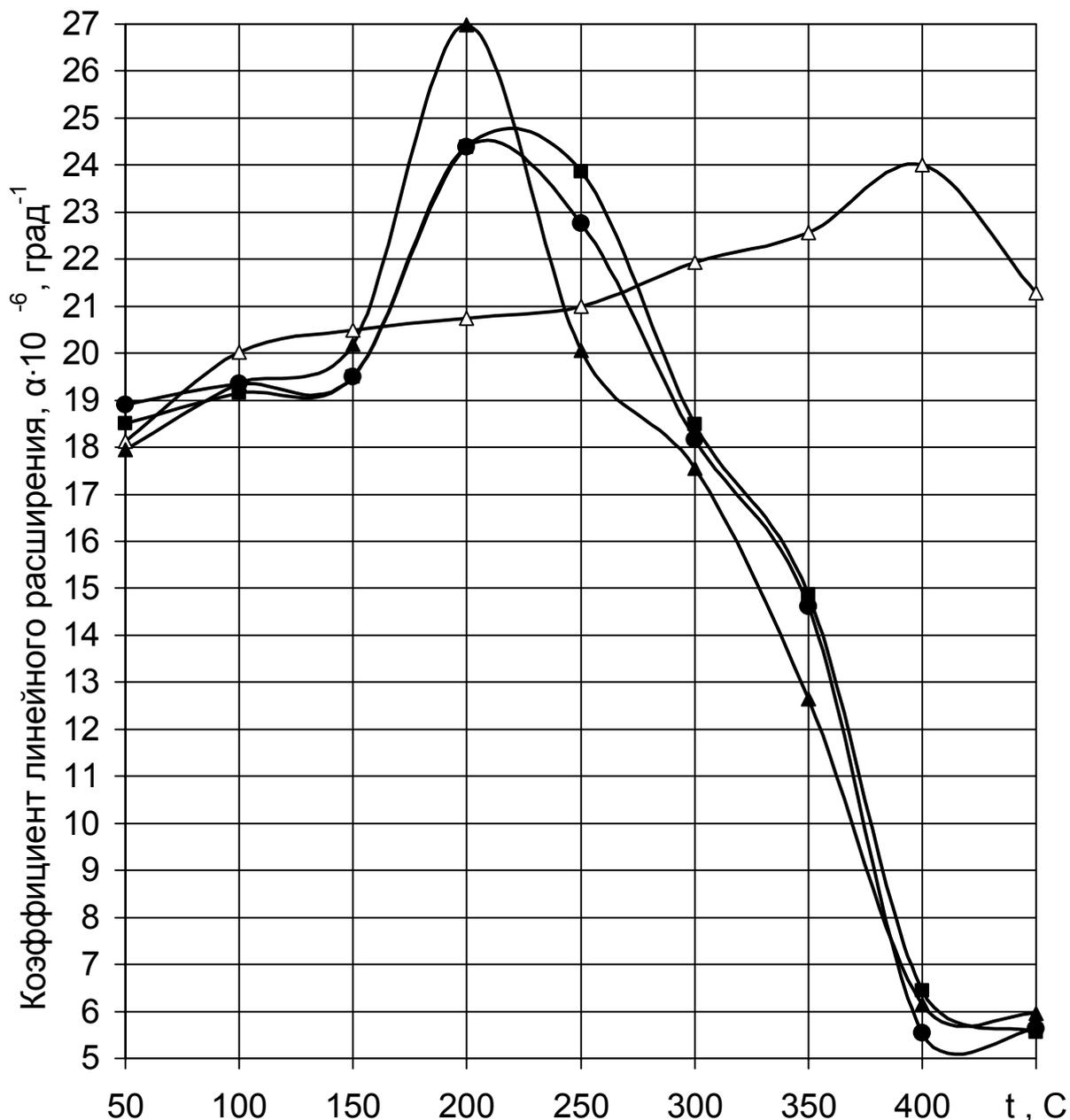


Рисунок 2 – Влияние наводороживания и пластической деформации на линейное расширение сплава Al - 11% Si: —Δ—литой;

—▲— наводороживание расплава (0,5ч), холодная ковка с 60 до 30мм;

—●— наводороживание расплава (1,0ч), холодная ковка с 60 до 30мм;

—■— наводороживание расплава (1,5ч), холодная ковка с 60 до 30мм;

#### Библиографический список

1. Афанасьев В.К., Попова М.В., Ружило А.А., Фролов В.Ф. Легкие сплавы с малым тепловым расширением. - Кемерово, Кузбассвуиздат, 2000. - 375с.

2. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И.. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия,

1981. - 416 с.

3. *Металловедение алюминия и его сплавов* / А.Н. Беляев и др.: Под ред. И.Н. Фридляндера. - М.: *Металлургия*, 1983. - 278 с.

УДК 669.715:621.77.01:536.413.2

## **ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ СПЛАВА AL-30%SI**

**Слюняева Е.В., Морозова Е.Л., Первакова Е.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Особое внимание уделяется сплавам на основе системы алюминий - кремний, которые в настоящее время широко известны как литейные. Эти сплавы наиболее доступны к использованию, поскольку велико содержание кремния и алюминия в земной коре. Именно это определяет в ближайшем будущем наибольшую пригодность силуминов для изготовления изделий новой техники.

Так как коэффициент линейного расширения играет большую роль для поршневых сплавов; целью является получить его как можно ниже. Наиболее ярко это проявляется при высоких содержаниях кремния. Однако низкие механические свойства этих сплавов в литом состоянии не позволяют применять их для изготовления тяжело нагруженных деталей и узлов изделий ответственного назначения. Обусловлено это, прежде всего, присутствием в их структуре хрупких выделений кремнистой фазы. Поэтому важной задачей является разработка различных мероприятий, позволяющих регулировать количество, форму и характер распределения этих выделений для получения требуемых механических и физических свойств [1, 2].

Целью настоящей работы является изучить влияние пластической деформации на линейное расширение сплава Al-30%Si. На рисунке 1 и 2 показано влияние горячей прокатки и горячейковки без и совместно с холодной обработкой. Видно, что наибольшее снижение коэффициента наблюдается при температуре 150-200<sup>0</sup>С в случае, обработки расплава гидридом лития (LiH) с последующим горячим прокатом с 17 до 5 мм. Так же положительное влияние при этих же температурах испытание оказывает горячий прокат с 17 до 2 мм. Ковка с 40×40 до 10×10, горячий прокат и последующий нагрев до 560<sup>0</sup>С, 6ч, вода повышают коэффициент вплоть до температуры 300<sup>0</sup>С и значения КЛР сравнимы со значениями КЛР литого сплава. Горячий прокат с 17 до 2 мм в интервале температур 100-200<sup>0</sup>С понижает коэффициент, но при повышении температуры вновь наблюдается его рост.

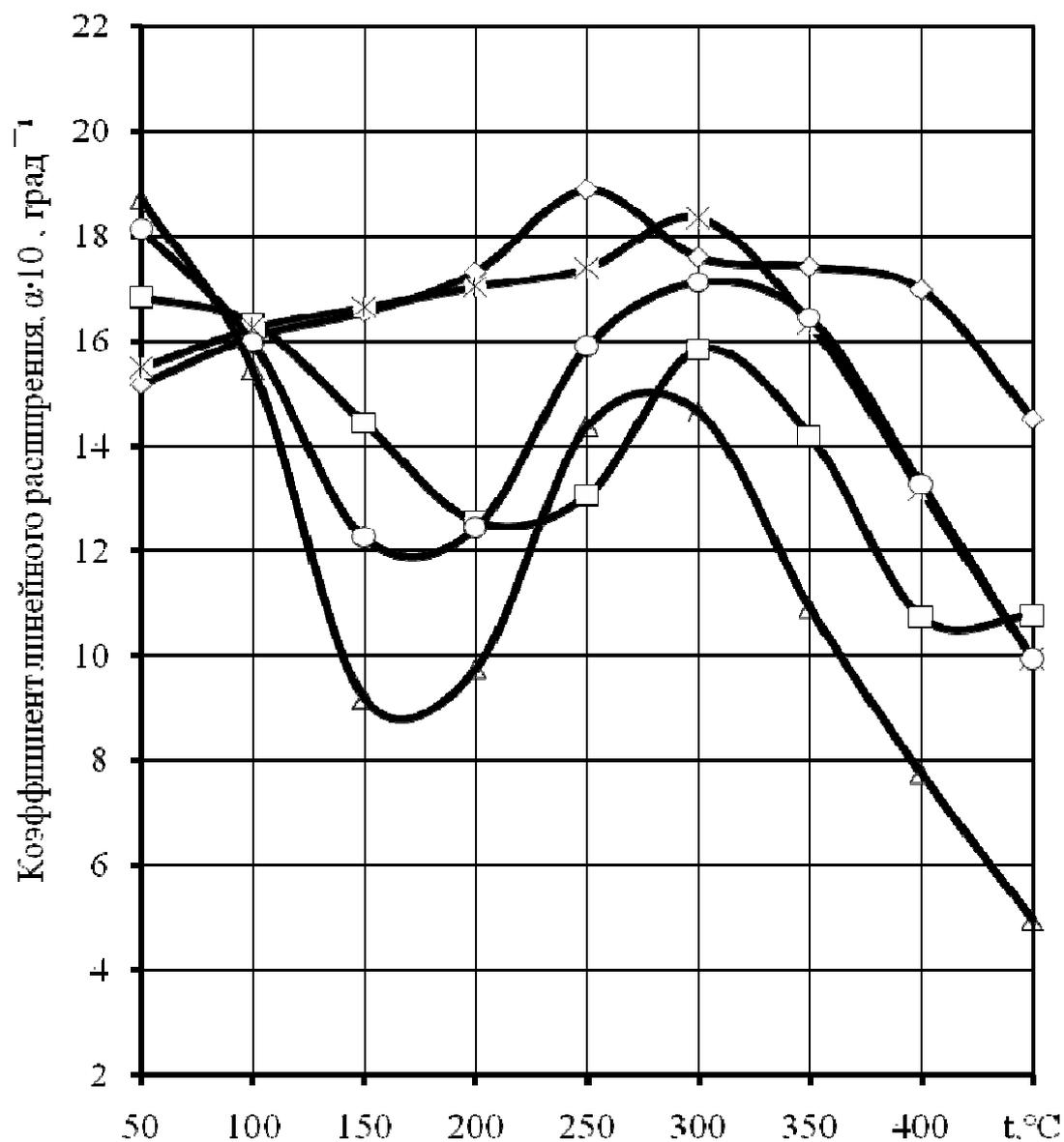


Рисунок 1. Влияние пластической деформации на линейное расширение сплава Al-30%Si.

- ◇— листой
- ковка с 40 40 до 10 10, горячий прокат
- \*— ковка 40 40 до 10 10, горячий прокат, 560°C, 6ч, вода
- горячий прокат с 17 до 2.2 мм
- △— обработка расплава LiH, горячий прокат с 17 до 5 мм

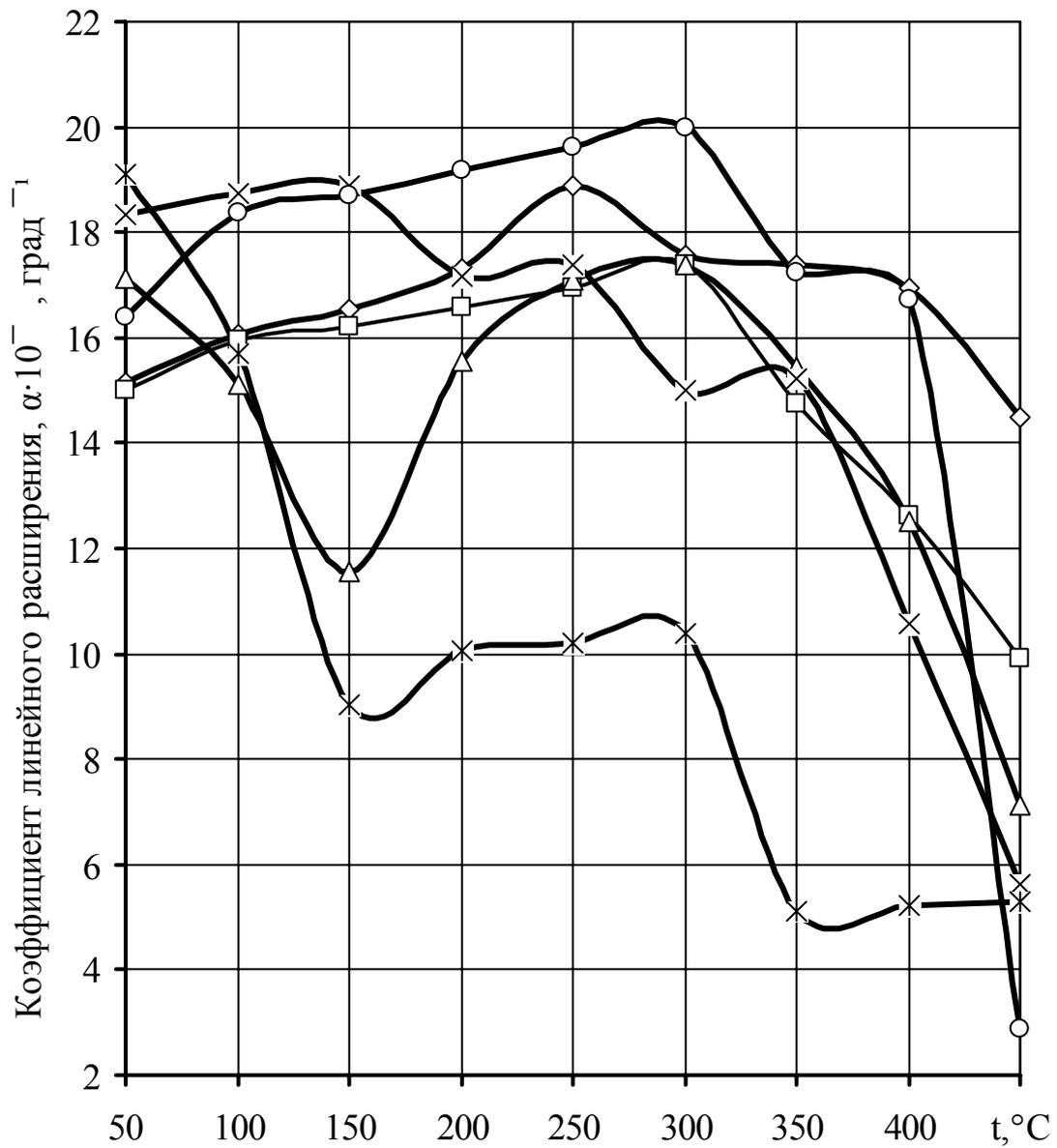


Рисунок 2. Влияние пластической деформации на линейное расширение сплава Al - 30%Si.

- ◇— литой
- горячая ковка с 30×30 до 4×4 мм
- △— горячий прокат с 17 до 2,2 мм
- ×— горячая ковка с 40×40 до 4×4 мм, холодный прокат до 3 мм
- Ж— горячий прокат с 17 до 5 мм
- горячая ковка с 40×40 до 15×15 мм, горячий прокат до 5 мм

Как видно из рисунка 2, наиболее сильно снижает коэффициент во всем интервале температур горячий прокат с 17 до 5 мм. При максимальной рабочей температуре поршня, а именно при 350<sup>0</sup>С наблюдается наименьшее значение, порядка  $5 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>. Аналогично влияет горячий прокат с 17 до 2,2 мм. При такой деформации значения коэффициента понижаются по сравнению с исходными. Так же можно заметить, что горячая ковка с 40×40 до 15×15 и горячий прокат до 5 мм значительно повышают значения коэффициента в интервале температур 100-300<sup>0</sup>С и лишь при более высоких температурах наблюдается его снижение. Горячая ковка с 40×40 до 4×4 и далее холодный прокат до 3мм, удовлетворительно понижают коэффициент и при температуре испытания выше 300<sup>0</sup>С наблюдаются значения близкие к значениям, полученным после горячего проката с 17 до 2,2мм.

Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшее снижение коэффициента наблюдается:

1. После горячейковки с 40×40 до 4×4 мм, холодный прокат до 3 мм.
2. В результате обработки расплава гидридом лития.

#### Библиографический список

1. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием /В.К. Афанасьев (и др.).- Абакан: Хакасское кн. издательство, 1998. -192 с.
2. Легкие сплавы с малым тепловым расширением / В.К. Афанасьев, М.В. Попова, А.А. Ружило и др. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 374 с.

УДК 669.715:621.77.01:536.413.2

## **ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ, ЛЕГИРОВАННЫХ БЕРИЛЛИЕМ И СВИНЦОМ**

**Богданович Л.Е.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Используемые в промышленности Al-Si сплавы в основном являются легированными. Легирующие элементы вводят для повышения механических свойств и увеличения восприимчивости их к упрочняющей термической обработке. Введение в эти сплавы до 3% бериллия повышает жаропрочность и прочность, а добавки свинца улучшают обрабатываемость резанием, но снижают жаропрочность, а в результате образования легкоплавких фаз и эвтектик, которые при нагреве под закалку плавятся, охрупчивают силумины.[1,2]

Исследовалось влияние деформации на линейное расширение эвтектических силуминов (Al+11%Si), легированных свинцом. Из результатов, представленных на рисунке 1 видно, что легирование

силуминов свинцом с дальнейшей деформацией дает снижение коэффициента линейного расширения во всем температурном интервале испытания. Но наибольшее снижение наблюдается при содержании свинца 0,5% и 11% с последующим холодным прокатом, а также при концентрации Pb 0,5% после горячего проката. При содержании Pb 0,5%+холодный прокат наблюдается возрастание коэффициента линейного расширения до  $18,67 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>, кривая достигает максимума при температуре 250°C, и затем происходит резкий спад. Похожий характер у кривой Al-11%Si-0,5Pb+горячий прокат, только наибольшее значение коэффициент линейного расширения достигает в интервале температур 300-350°C. Кривая, показывающая линейное расширение сплава Al-11%Si-11%Pb+холодный прокат, незначительно возрастает и резко снижается до температуры 200°C ( $\alpha=7,69 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>), затем наблюдается повышение коэффициента линейного расширения при температуре 250° и снова спад. При содержании 0,3%Pb и холодном прокате коэффициент сначала незначительно повышается, а затем снижается до температуры 200°C ( $\alpha=16,6 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>), при дальнейшем повышении температуры он изменяется незначительно. При содержании 15%Pb, холодном прокате со степенью деформации 60% и термической операции, заключающейся в нагреве до 535°C, выдержке 4 часа и охлаждении в воде, коэффициент линейного расширения сначала возрастает до температуры 150°C, затем снижается до температуры 250°C, вновь возрастает до температуры 300°C и при дальнейшем увеличении температуры до 450°C практически не изменяется.

Также исследовалось влияние деформации и обработки расплава NH<sub>4</sub>F и AlCl<sub>3</sub> на коэффициент линейного расширения сплава Al-11%Si-0,15Be. Снижение коэффициента линейного расширения также наблюдается во всем температурном интервале испытания (рисунок 2). При горячем прокате со степенью деформации 40% коэффициент линейного расширения резко возрастает до температуры 250°C ( $\alpha=31,13 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>), достигая максимума и затем снижается. При обработке расплава AlCl<sub>3</sub> в течении 4 минут и горячем прокате с  $\epsilon=35\%$ , коэффициент линейного расширения изменяется также, только максимум наблюдается при температуре 250°C ( $\alpha=24,27 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>). При обработке расплава NH<sub>4</sub>F в течении 10 минут и горячем прокате с  $\epsilon=35\%$ , коэффициент линейного расширения сначала незначительно возрастает, а затем при температуре 150°C плавно снижается. При обработке расплава NH<sub>4</sub>F в течении 10 минут и холодном прокате до температуры 150°C наблюдается незначительное увеличение коэффициент линейного расширения, затем его достаточно резкое снижение до температуры 200°C, снова подъем до 350°C и снижение.

Таким образом, из рисунков 1 и 2 можно сделать вывод, что именно при холодном прокате легированных силуминов достигаются наименьшие значения коэффициента линейного расширения, близкие к нулю.

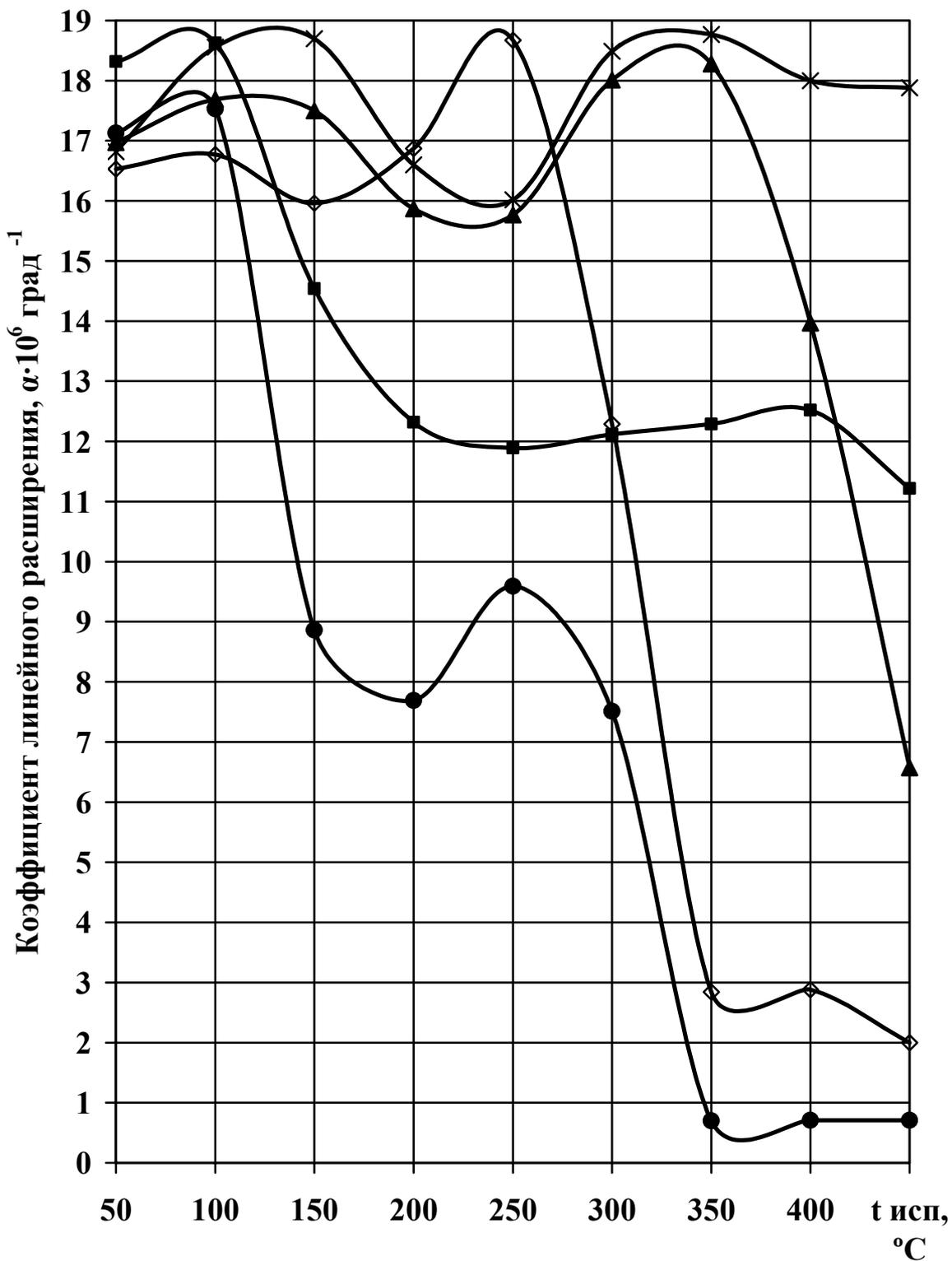


Рисунок 1 – Линейное расширение деформированных сплавов Al-11%Si-Pb (Al-11%Si+), -◊- +0,5Pb, холодный прокат, 45%;  
 -■- +0,3Pb, холодный прокат с 40 до 25 мм; -▲- +0,5Pb, горячий прокат, 58%; -●- +11Pb, холодный прокат, 60%;  
 -×- +15Pb, холодный прокат, 60%+535 °С. 4 ч., вода.

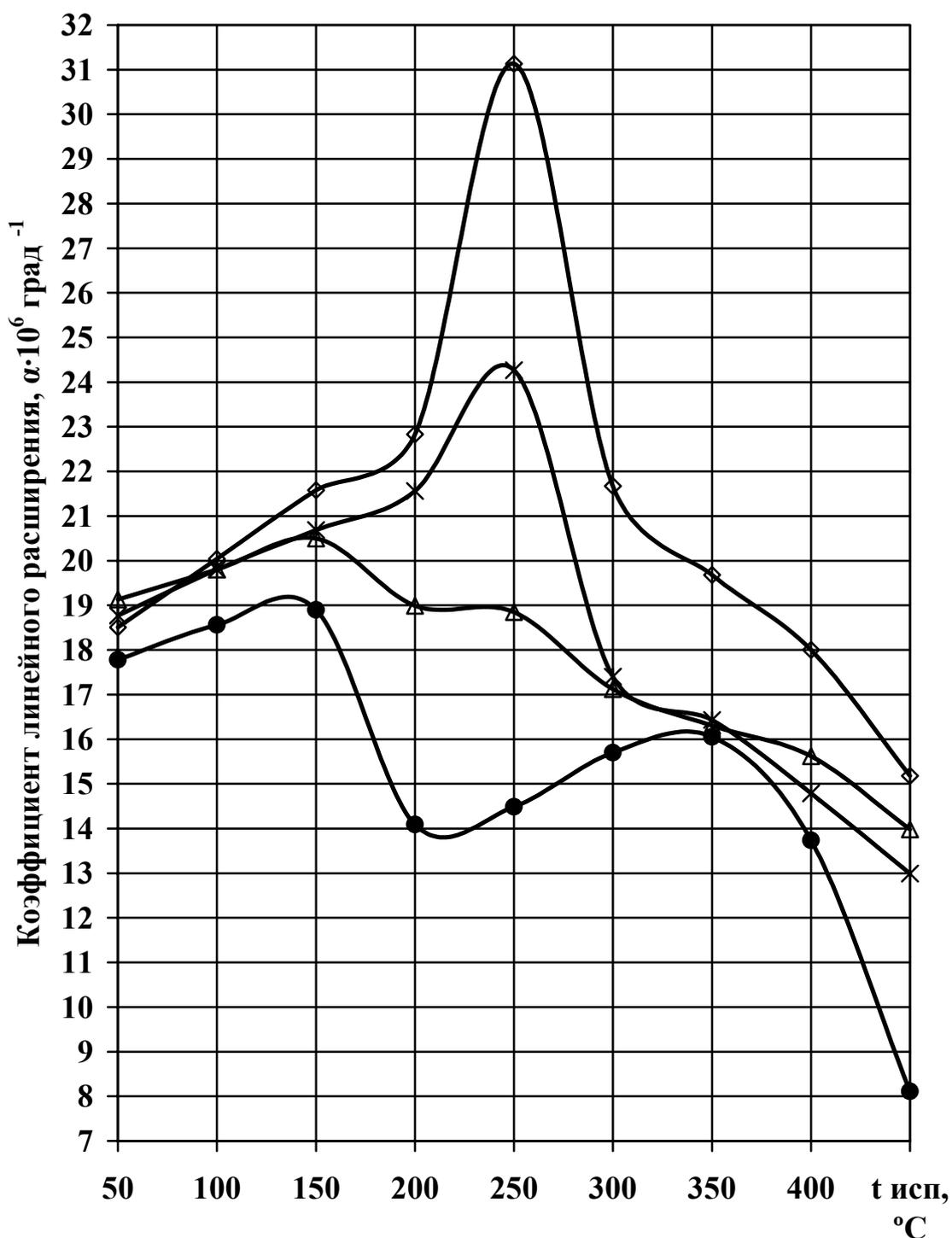


Рисунок 2 – Линейное расширение деформированных сплавов Al-11%Si-0,1%Fe, -◇- горячий прокат, 40%; -Δ- обработка расплава NH<sub>4</sub>F, 30 мин., горячий прокат, 35%; -●- обработка расплава NH<sub>4</sub>F, 10 мин., холодный прокат; -×- обработка расплава AlCl<sub>3</sub>, 4 мин., горячий прокат, 35%.

#### 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.*

УДК 669.131.6.017

## **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ВЛИЯНИЯ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ СЕРОГО ЧУГУНА СЧ 20**

**Джемела П.В., Передерей С.В., Лейманн Е.С.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Лазерная, микроволновая, измерительная и вакуумная техника, приборостроение, автоматика и другие отрасли промышленности требуют материалов с низким коэффициентом линейного расширения (КЛР). В основном эти требования удовлетворяются с помощью инваров - сплавов с очень низким КЛР [1]. Химический состав классического инвара приведен в таблице 1 [2]. Серьезным недостатком инваров является их высокая стоимость, поэтому актуальным будет поиск новых материалов и технологий, которые позволили бы получить более дешевые материалы для промышленности. Такой новый материал можно назвать уже сейчас – это доменный чугун.

Таблица 1 – Химический состав инвара 36Н (по ГОСТ 10994-74)

Марка	Содержание основных элементов, % (остальное железо)				
	Ni	Mn	Co	Cr	Cu
36Н	35,0 - 37,0	0,3 - 0,6	-	0,15	-

В работе изучалось влияние циклической химико-термической обработки на линейное расширение серого чугуна СЧ 20, химический состав которого приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав серого чугуна СЧ 20 (по ГОСТ 1412-85)

Массовая доля элементов, %				
Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера
			Не более	
3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1,0	0,2	0,15

Образцы для дилатометрического анализа подвергали циклической химико-термической обработке, которая заключалась в предварительном электролитическом наводороживании ( $\tau = 0,5$ ч), старении ( $250^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 1$ ч) и последующей закалке ( $1000^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 3$  мин, охл. в воде) – 1 цикл. Было проведено 5 циклов обработки. Через каждый цикл измеряли КЛР в

интервале температур испытания 50 – 450°C.

Проведение 5 циклов химико-термической обработки со старением приводит к появлению низко- и высокотемпературной аномалий (рисунок 1). Кривая, описывающая изменение КЛР, при термической обработке лежит ниже кривой исходного образца во всем интервале температур испытания.

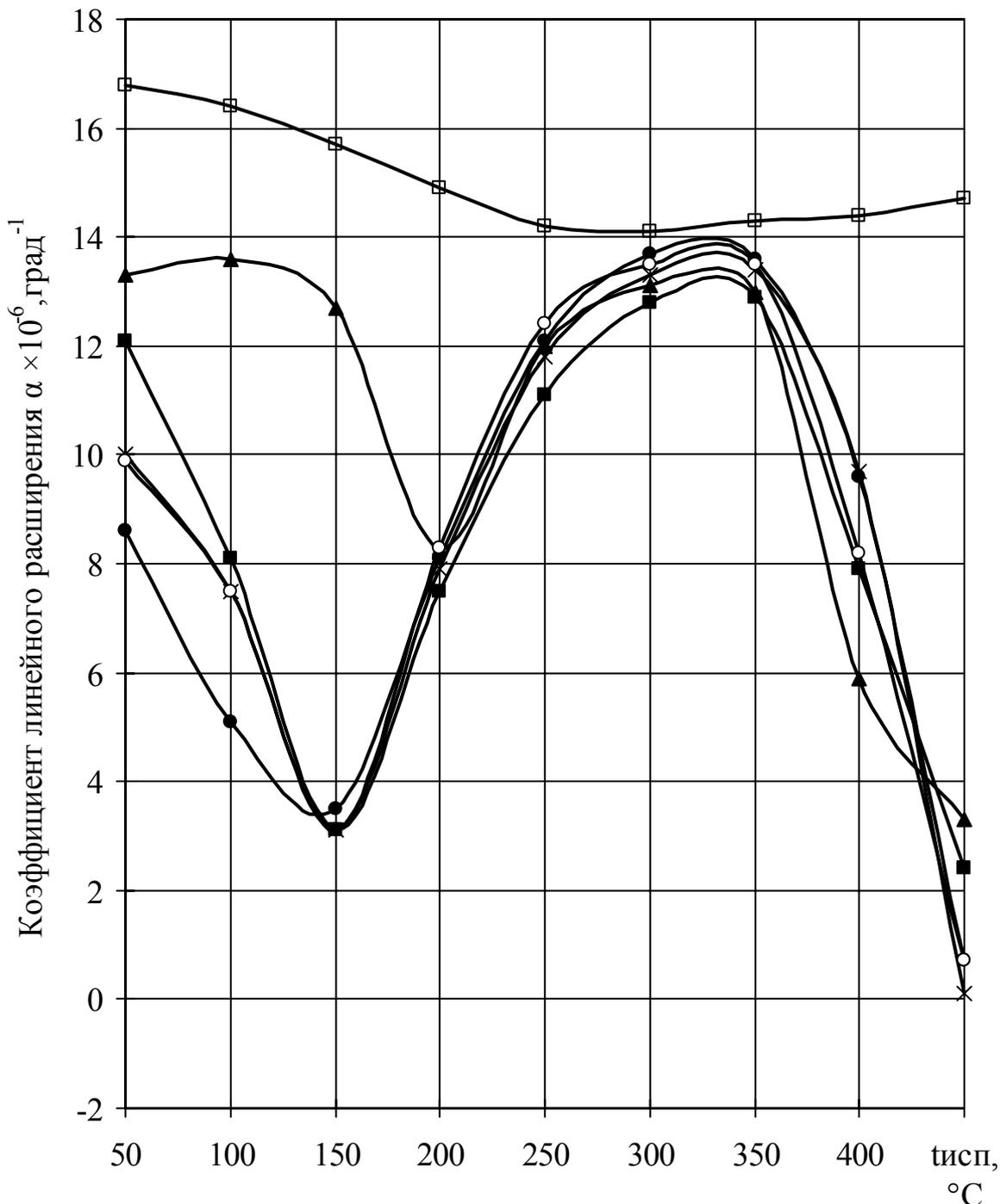


Рисунок 1 – Влияние циклической химико-термической обработки (электролитической наводороживание, 0,5 ч + старение 250°C, 1ч, возд. + закалка 1000°C, 3 мин, охл. в воде - 1 цикл) на линейное расширение серого чугуна СЧ20: -□-без нагрева; -×-1 цикл; -●-2 цикл; -▲- 3 цикл; -○-4 цикл; -■-5 цикл

При температурах испытания 150 и 450°C наблюдается максимальное снижение КЛР до значений  $3,1 \times 10^{-6} \text{ град}^{-1}$  и  $0,1 \times 10^{-6} \text{ град}^{-1}$  соответственно.

При старении же в среде мочевины после 5 циклов химико-термической обработки наблюдается значительное повышение КЛР в интервале температур 250 - 350°C после 3 и 5 циклов нагрева. Также наблюдается два минимума значений КЛР, равных  $2,7 \times 10^{-6} \text{ град}^{-1}$  и  $-0,9 \times 10^{-6} \text{ град}^{-1}$  при температурах испытания 150 и 400°C соответственно (рисунок 2).

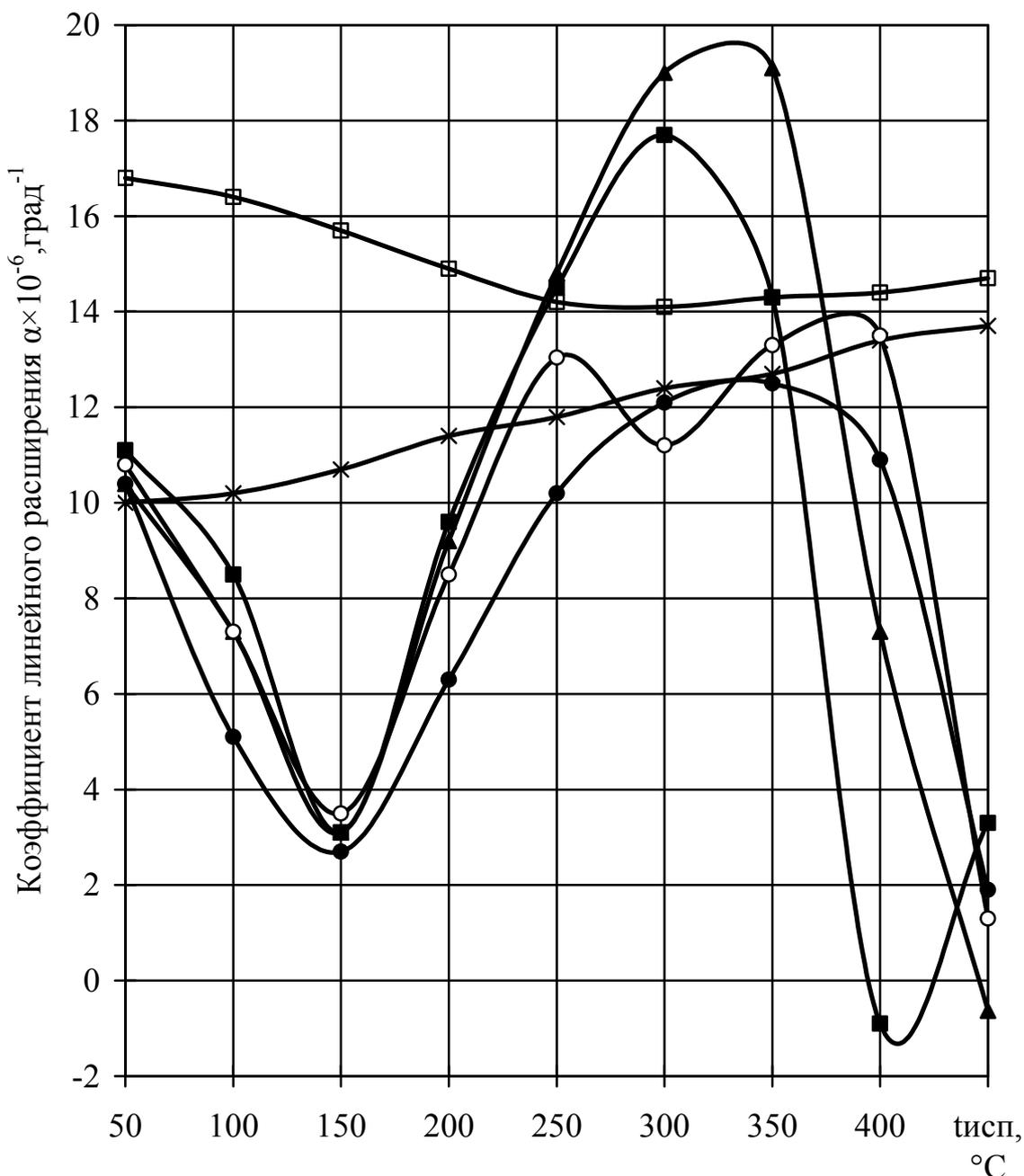


Рисунок 2 – Влияние циклической химико-термической обработки (электролитического наводороживания, 0,5ч + старение, 250°C, 1ч, мочевины + закалка, 1000°C, 3 мин, охл. в воде – 1 цикл) на линейное расширение серого чугуна СЧ20: -□-без нагрева; -x-1 цикл; -●-2 цикла; -▲- 3 цикла; -○-4 цикла; -■-5 циклов

Полученные результаты указывают на возможность регулирования значений КЛР, что в перспективе позволит заменить дорогие железоникелевые сплавы на дешевый серый чугун. Работа в данном направлении продолжается.

#### Библиографический список

1. Афанасьев В.К., Сагалакова М.М., Симонов П.С. Линейное расширение доменного чугуна без выделений графита // Изв. вуз. Черная металлургия. 2002. № 2. С. 33-36
2. Прецизионные сплавы: справочник / под ред. Б.В.Молотилова. – М.: Металлургия, 1983. – 439с.

УДК 621.784.063

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОПОЛИМЕРНОЙ СРЕДЫ ТЕРМОВИТ-М ПРИ ЗАКАЛКЕ СТАЛИ МАРКИ 30ХГСА**

**Бессонова Т.И., Говоркова Н.В., Романов Н.А.**

**Научные руководители: к.т.н., доцент Осколкова Т.Н.,  
Шорохова О.В., Симачев А.С.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Термическая обработка стали, направленная на резкое повышение ее твердости, называется *закалкой*. Она сопровождается образованием мартенсита. Первый и важный вопрос в связи с закалкой возникает в отношении выбора закалочной среды.

Основным условием, которому должны отвечать все закалочные среды, является способность воспринимать тепло со скоростью, не меньшей критической скорости. Выполнение этого условия имеет целью предупредить диффузионные превращения переохлажденного аустенита.

Из охладителей при закалке наиболее распространена вода. Она обладает высокой охлаждающей способностью, связанной с большой теплотой парообразования. Достоинство воды как закалочной среды заключается в том, что она обеспечивает высокую скорость охлаждения в температурном интервале диффузионного превращения 650 – 400 °С. Это позволяет использовать воду для закалки углеродистых и низколегированных сталей, имеющих малую устойчивость переохлажденного аустенита. Вода как охлаждающая среда при закалке имеет и существенные недостатки: высокая скорость охлаждения в области температур мартенситного превращения нередко приводит к образованию закалочных напряжений и даже трещин [1].

Другой распространенный охладитель – масло, в интервале температур 800 – 400 °С охлаждает примерно в 5 – 6 раз медленнее, чем вода, а при температуре порядка 200 °С – в 15 – 25 раз, что обусловлено меньшей

теплотой парообразования и большей вязкостью 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 [1].

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. 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.

В последнее время большое внимание уделяют разработке и применению закалочных сред на основе водорастворимых полимеров.

Все полимерные охлаждающие среды предназначены или для замены масел с целью устранения их недостатков (возгораемость, задымленность, загрязнение среды), или для заполнения области между водой и маслом по охлаждающей способности, что расширяет использование марок сталей с ограниченной возможностью закалки в воде и масле.

Наиболее эффективно применение полимерных сред при закалке углеродистых и низколегированных сталей, для которых охлаждение в воде опасно ввиду образования трещин.

Применение различных водных растворов полимеров при закалке – новое и перспективное направление развития технологии термической обработки сталей и сплавов [2-5].

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 на основе концентрата Термовит-М производства ЗАО научно-производственного объединения «Промэкология» г. Омск (концентрат водополимерной закалочной среды Термовит-М изготавливают в соответствии с техническими условиями ТУ 2219-045-23763315-2007) при закалке стали марки 30ХГСА, а также рекомендация применения данной среды вместо индустриального масла И-20А.

Водный раствор полимера на основе концентрата Термовит-М не обладает раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки, не оказывает вредного влияния на сердечно-сосудистую и кроветворную системы организма человека. При закалке в среде закалочной жидкости Термовит-М не выделяются дым и вредные для здоровья пары. Вредных выбросов в атмосферу и сточных вод при использовании закалочной жидкости нет. Допускается утилизация отработанной жидкости в канализацию.

Жидкость Термовит-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 Термовит-М регулируется изменением концентрации полимера в растворе, температуры или интенсивности перемешивания 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. Очистка 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 Термовит-М обеспечивает по сравнению с закалкой в масле следующие преимущества:

1) улучшается экологическая обстановка;

2) после закалки в полимере Термовит-М детали не нуждаются в промывке (это сокращает денежные затраты на технологический процесс);

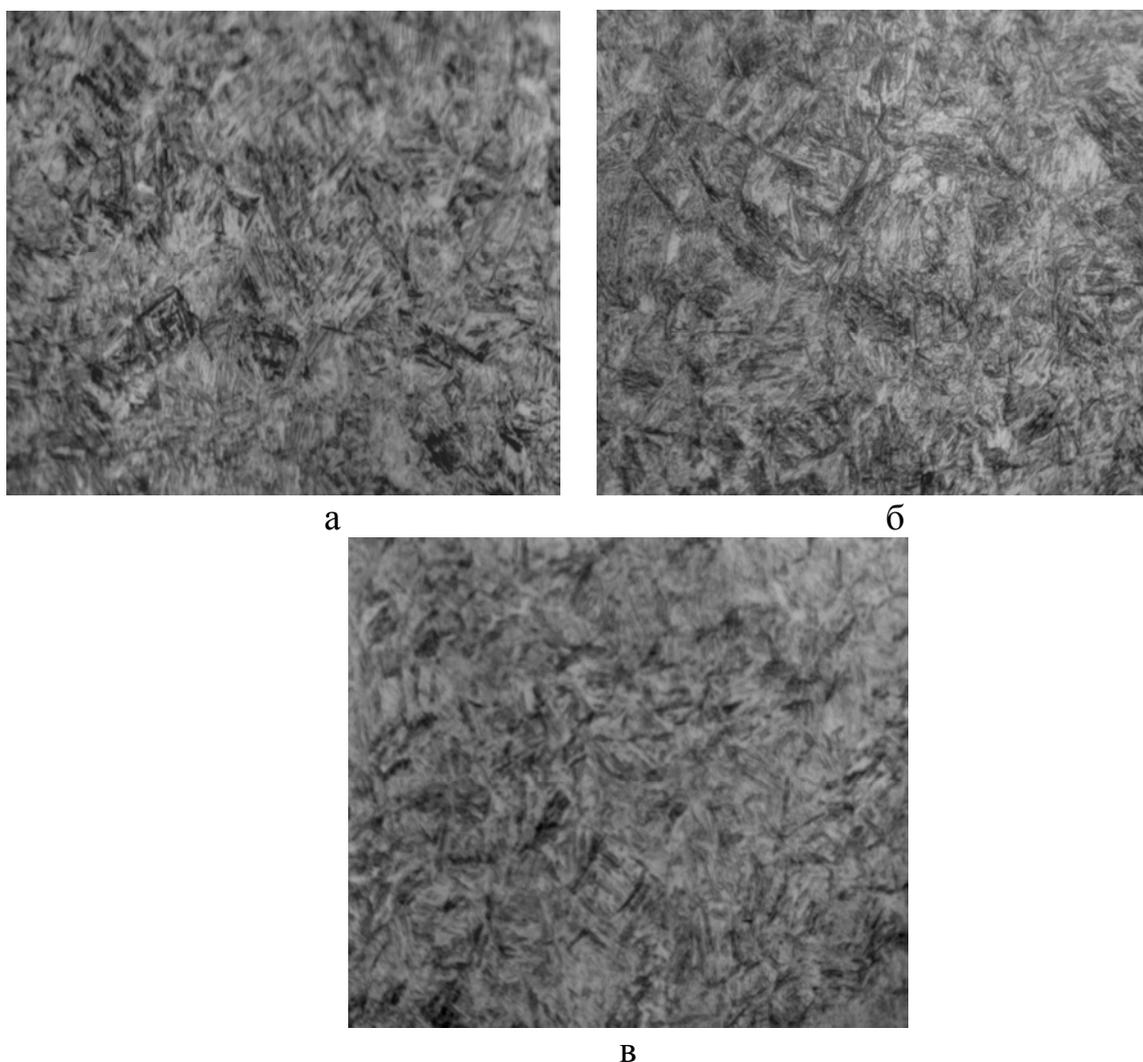
3) в процессе эксплуатации не требуется замены водного раствора полимера в закалочном баке (как этого периодически требуется для индустриального масла), рабочее состояние водного раствора полимера поддерживается проведением корректировок (добавлением концентрата, воды), исходя из результатов регулярного контроля охлаждающей способности ванны;

4) водный раствор Термовит-М не является пожароопасной жидкостью.

- 5) обеспечивает минимальную остаточную деформацию твёрдого сплава.  
6) не обладает пенообразованием.

В работе в качестве закалочной среды использовались растворы Термовит-М с концентрациями 2, 5, 8 %, нагретых до температур 20, 30, 40, 50<sup>0</sup>С по рекомендации завода-изготовителя. После приготовления водополимерных растворов образцы из стали марки 30ХГСА подвергали объемной закалке в данной закалочной среде от температур, принятых для этих сталей.

Исследуемые образцы не содержали закалочных трещин; по твердости (HRC = 50÷52), микроструктуре (рисунок 1) не уступали образцам, закаленным в индустриальном масле И-20А. Следует отметить, что охлаждающая способность 2÷8 % водного раствора полимера при нагреве его с 20<sup>0</sup>С до 50<sup>0</sup>С практически не меняется, так как не выявлено изменений в структурах и твёрдости исследуемых сталей. Закалка в растворах Термовит-М привела к существенному уменьшению количества окалины на поверхности обработанных изделий.



а – 2 %; б – 5 %; в – 8 %

Рисунок 1 – Микроструктуры стали марки 30ХГСА, закалённой в полимере Термовит-М с разной концентрацией при температуре 40<sup>0</sup>С x 200

Таким образом, при опробовании закалочной среды Термовит-М были получены положительные результаты: закалка в данной среде с концентрацией 2÷8 % обеспечивала получение заданной твердости и микроструктуры для исследуемой стали марки 30ХГСА. Небольшая стоимость водного раствора Термовит-М открывает перед этой закалочной жидкостью большие перспективы и может успешно использоваться вместо индустриального масла И-20А.

#### Библиографический список

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

УДК 621.784.063

### ЭКСПЕРТИЗНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА СТАЛИ 09Г2С

**Лисовенко Н.Н.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

На исследование было предоставлено 2 группы образцов, по 4 вырезки в каждой группе из гнutoго участка петли крепления грузов (пруток диаметром 20 сталь 09Г2С) с целью исследования микроструктуры.

Методика. Металлографическое исследование выполнялось на микроскопе «ЛабoМет1» при увеличениях x100, x200. Для травления использовался 4% спиртовой раствор азотной кислоты.

Загрязненность стали неметаллическими включениями, определялась на нетравленном продольном шлифе при увеличении x100.

Величина зерна оценивалась по шкале ГОСТ 5639-82.

Полосчатость структуры оценивалась по ГОСТ 5640-68

Экспериментальные результаты. На поверхности всех образцов

обезуглероженный слой отсутствует. Микротрещины на поверхности растянутой зоны образцов не обнаружены. Внешний вид образца «1.1» после холодной гибки представлен на рисунке 1.

В центральной зоне образца «1.1» наблюдается скопление инородных неметаллических включений, расположенных поперек и вдоль направления деформации в количестве не менее 5 штук с максимальным продольным размером 2 мм, максимальным поперечным размером 0,625 мм (рисунок 1.2). В районе скопления неметаллических включений наблюдаются признаки «светловины» и обнаружена тонкая продольная микротрещина длиной 0,53 мм.

Образец		Неметаллические включения		Микро-структура	Величина зерна	Полосчатость
марка	характеристика	тип	балл		балл	балл
«1.1»	поперечный после холодной гибки (серия 1)	оксидов, нитридов и сульфидов	1-2	феррита и перлита	7 - 8	отсутствует
«1.2»	продольный после холодной гибки (серия 1) Рис. 3.4	оксидов, нитридов и сульфидов	1-3	феррита и перлита	6 - 8	4-6
«2.1»	продольный после гибки с подогревом	оксидов, нитридов и сульфидов	не более 4	феррита и перлита	6-8	не более 2
«2.2»	поперечный после гибки с подогревом	оксидов, нитридов и сульфидов	не более 4	феррита и перлита	6-8	не более 2
«5»	продольный после холодной гибки (серия 2)	оксидов, нитридов и сульфидов	2-3	феррита и перлита	8	2-3
«6»	поперечный после холодной гибки (серия 2) Рис. 5.6	оксидов, нитридов и сульфидов	2-3	феррита и перлита	7-8	отсутствует
«7»	продольный, после холодной гибки с последующим наревом $T=500-550$ С, 2 часа охл. на воздухе Рис. 7.8	оксидов, нитридов и сульфидов	2-3	феррита и перлита	7-8	2-3
«8»	поперечный, после холодной гибки с последующим наревом $T=500-550$ С, 2 часа охл. на воздухе Рис. 9.10	оксидов, нитридов и сульфидов	2-3	феррита и перлита	6-8	отсутствует



Рис. 1.



Рис.2. (x 50)

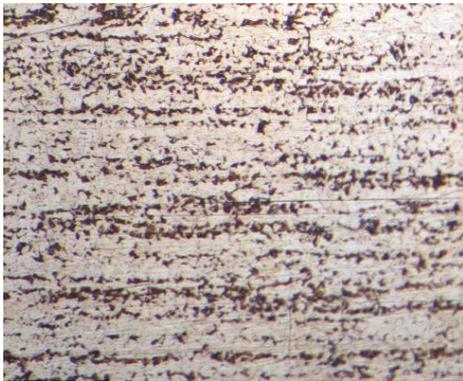


Рис. 3. (x 50)

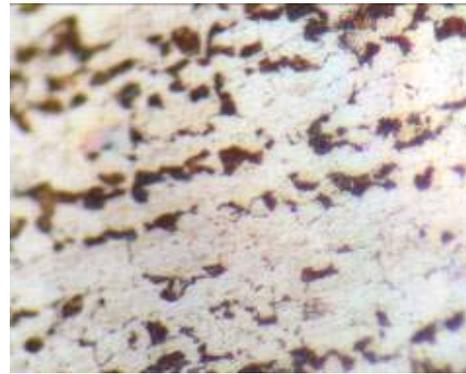


Рис. 4 (x 100)



Рис. 5 (x 100)

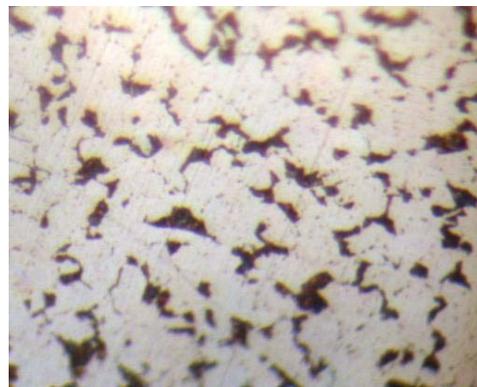


Рис. 6 (x 200)



Рис. 7 (x 100)

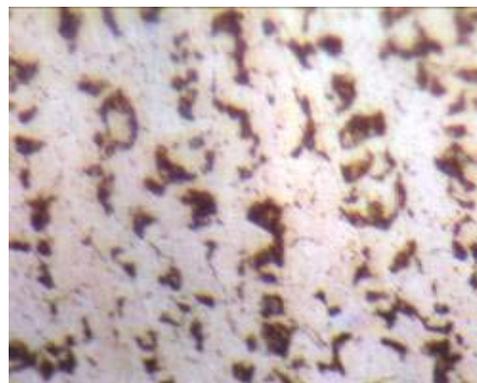


Рис. 8 (x 200)



Рис. 9 (x 50)

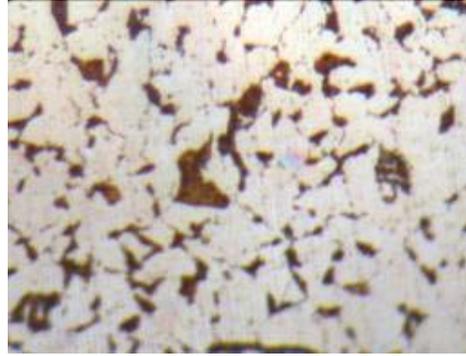


Рис.10 (x 200)

#### Библиографический список

1. Металловедение и термическая обработка. Справочник под. ред. Бернштейна М.Л. т.1 ,1983.
2. Панченко Е.В. Лаборатория металлографии. / Е.В. Панченко. М., 1965. – 439 с.

## **IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ**

УДК 622.7.012:658.011.56

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

**Одинец С.А, Пинаев К.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Мышляев Л.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Поточно-транспортные системы (ПТС) являются незаменимыми практически на любом производстве, связанном с материальными потоками. В целом такие системы могут состоять из конвейеров, питателей, скреперов и других транспортных механизмов, объединяемых в маршруты. В состав отдельных маршрутов входят бункера. Работа ПТС в значительной мере определяет бесперебойность и нормальный ход технологического процесса фабрики. Автоматизация ПТС позволяет резко сократить количество обслуживающего персонала, сократить время пусковых операций, повысить технико-экономические показатели работы. Немаловажен и тот факт, что внедрение автоматизации приводит к снижению травматизма и созданию условий для его полной ликвидации.

К задачам автоматизации ПТС относятся:

- контроль скорости движения конвейерной ленты;
- контроль (и предупреждение) смещения ленты в сторону;
- контроль порывов ленты;
- контроль наличия продуктов на ленте и уровней в бункерах;
- контроль забивки перегрузочных устройств и течек;
- контроль и учет времени работы (или простоев) механизмов;
- контроль и защита электродвигателей;
- пуск и остановка определенных групп агрегатов;
- загрузка и разгрузка бункеров;
- некоторые вспомогательные задачи.

При управлении группой взаимосвязанных технологических агрегатов, объединенных в одну технологическую линию, необходимо создавать блокировочные зависимости, чтобы исключить аварийные ситуации, вызванные пуском или остановкой зависимых друг от друга агрегатов. Другими словами, если технологическая линия состоит из питающего бункера и конвейера то остановку такой системы нужно начинать с закрытия бункера, затем убедиться в том, что остатки транспортируемого материала были доставлены, а затем только производить остановку конвейера. Если начать процесс остановки в обратном порядке, остановить конвейер при

открытом бункере, то конвейер попросту завалит. Так же возможна ситуация порыва конвейерной ленты, когда конвейер запущен но номинальной скорости не набирает, либо схода ленты. Все это и многое другое являются причинами для автоматического контроля и управления поточно-транспортных систем.

Автоматизацию любого технологического объекта следует начинать с изучения и анализа технологических процессов, протекающих в нем. Затем находятся параметры технологического оборудования, которые необходимо контролировать. Технически, автоматизация основывается на программируемых логических устройствах – контроллерах.

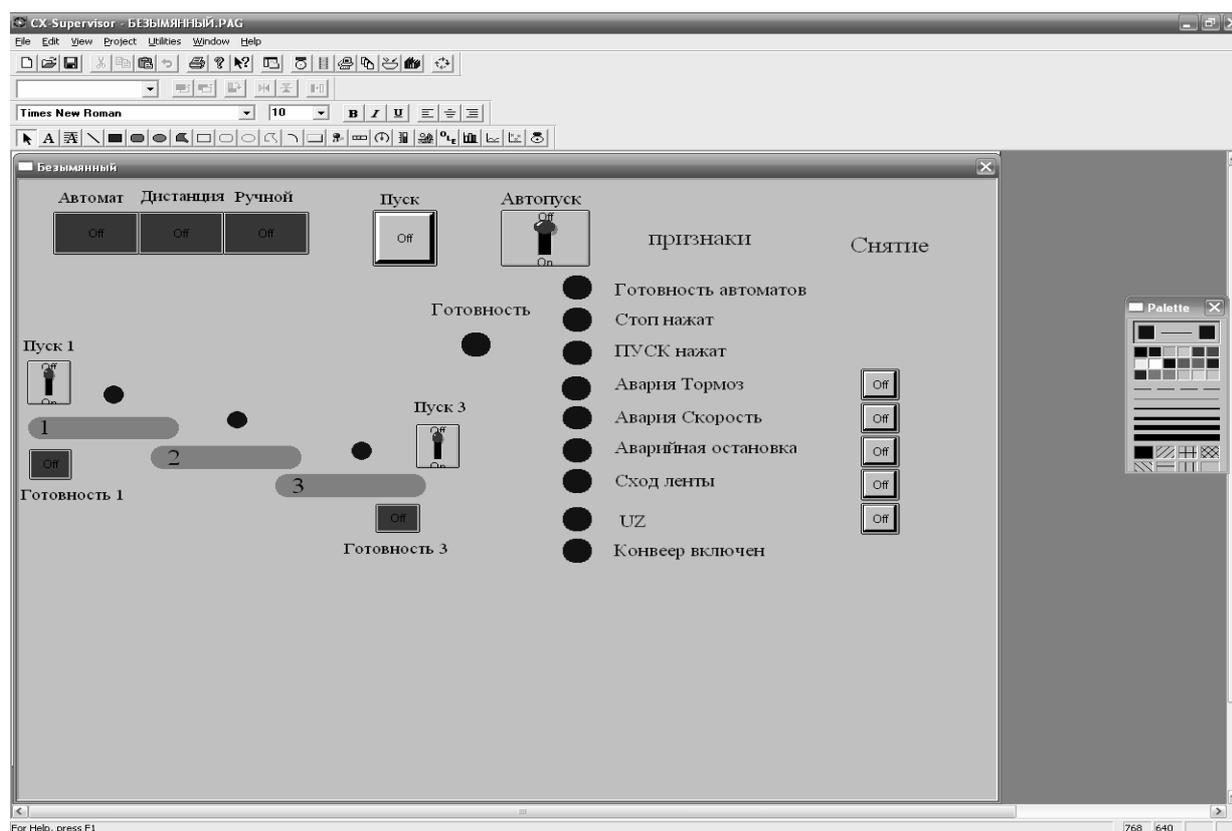


Рисунок 1 – Внешний вид панели оператора

### ***Программирование контроллера***

В данной работе нами была предложена имитационная модель поточно-транспортной системы состоящая из 3 конвейерных лент и созданная при помощи программного обеспечения поставляемого фирмы «OMRON» - «CX-Supervisor». На рис.1 указан внешний вид панели оператора и виртуального конвейера. Система управления реализована двумя контроллерами: СРМ 1А, СРМ2А. Задачей первого контроллера были сбор сигналов поступающих с виртуального конвейера и передачи их на управляющий, второй контроллер. Задачами второго контроллера были обработка сигналов, поступающих с первого контроллера, с пульта оператора и управление электроприводом конвейера и сигнализацией.

Процесс программирования контроллеров включает в себя следующие моменты:

1. программирование каждого агрегата, которыми будет управлять контроллер;
2. пишется технологическая программа, для управления отдельными комплексами предприятия;
3. параллельно идет процесс создания графического интерфейса для управления технологическими агрегатами на основании SCADA систем;
4. происходит отладка и проверка программы с помощью SCADA системы.

Программа проверяет наличие сигналов с датчиков и записывает признаки в отдельные ячейки памяти, предусмотренные производителем контроллеров, далее на основании наличия тех или иных признаков, или совокупности признаков, выполняются конкретные действия, указанные при программировании.

#### ***Установка признаков «Неготовность» и «Авария»***

Данные признаки являются главными и выставляются в отдельном рунге (сбор аварийных сигналов). Рунгом называется отдельный, логически обособленный участок программы. Признак «Авария» выставляется в том случае, если есть аварийные признаки из предыдущего рунга и одновременно при наличии установленных признаков «Пуск» или «Работа». Признак «Неготовности» выставляется тогда, когда нет установленных признаков «Пуск», «Работа», «Авария» и есть хотя бы один из аварийных признаков из предыдущего рунга. Таким образом, если конвейерная лента порвана, но конвейер отключен, то выставляется признак «Неготовность». Если лента порвалась в ходе работы – «Авария». Для каждого технологического агрегата выбираются свои признаки:

**Аварийный признак «Нет исполнения команд».** Этот признак необходимо учитывать как при включении, так и выключении конвейера. Он выставляется в том случае, если есть выходной сигнал «Включить конвейер», но через пять секунд на вход контроллера не приходит сигнал «Конвейер включен». Аналогично происходит при выключении конвейера: отправлен сигнал «Выключить конвейер», но на входе продолжает поступать сигнал «Конвейер включен».

**Признак «Сработала защита двигателя»** выставляется, если сработало устройство защитного отключения (УЗО). Данная защита предназначена для исключения возможности работы двигателя в аварийном режиме.

**Признак «Сход ленты»** работает через датчики, установленные по краям конвейера. Датчики срабатывают в том случае, если лента начинает об них ударяться. Удары могут происходить и случайно, например, большие куски породы. Для этого в программе поставлен таймер: если во время отчета таймера сигнал с датчика не пропадает, значит реально произошел сход ленты.

**Признак «Авария тормоза»** выставляется в двух случаях. Если при пуске конвейера тормоз заторможен, значит, произошла авария тормоза.

**Признак «Авария набора скорости»** выставляется в том случае, если через 10 секунд после запуска агрегата скорость конвейерной ленты не достигнет 80% от номинальной. По показанию датчика скорости происходит выставление признака «Работа».

#### ***Квитирование аварийных признаков***

Сигнал на квитирование (сброс) аварийных признаков приходит от оператора. Этот сигнал «говорит» системе, что оператор увидел возникшую проблему, и устранил ее. Данный сигнал необходим для того, чтобы после устранения причины аварии сбросить аварийные признаки. Если этого не сделать, то конвейер будет работать до первой аварии. После квитирования можно заново запускать агрегат и если после проверки готовности вновь не появятся аварийные признаки, то произойдет запуск.

#### ***Включение агрегата***

Включение агрегата должно происходить в трех режимах: в местном при нажатии клавиши «Пуск» и в режимах «Автомат», «Дистанция» по команде оператора. В программе также должно учитываться, что пуска не произойдет в том случае, если уже есть признаки «Пуск», «Работа», т.е. чтобы при случайно нажатой кнопке «Пуск» агрегат не стал запускаться заново. Кроме того, включение агрегата не произойдет в том случае, если есть аварийные признаки или признаки неготовности агрегата. В данном случае, прежде чем включать агрегат, необходимо устранить причины «Аварии» или «Неготовности».

Включение агрегата начинается с «Предпусковой сигнализации». Это звуковая сигнализация, которая согласно технической документации должна включаться на семь секунд до включения привода, предупреждая работников, что происходит запуск конвейера.

После этого сигнал «Предпусковая сигнализация» должен быть выключен, и установлен бит выходного контакта на включение привода.

#### ***Выключение агрегата***

Выключение агрегата должно происходить по получению сигналов «Авария», «Неготовность», «Экстренный останов», по нажатой клавише «Стоп», по команде оператора «Выключить конвейер».

#### ***Установка признаков «Пуск», «Работа»***

Рассмотрим условия выставления признаков «Пуск» и «Работа». Признак «Пуск» выставляется в том случае, когда идет предпусковая сигнализация, когда отправлен выходной сигнал «включить конвейер», а входной – «работа» еще не получен. Как только появился сигнал 80% от номинальной скорости с датчика скорости, значит пуск конвейера закончился, поэтому выставляется признак «Работа», а «Пуск» сбрасывается.

На примере проделанной работы видно, что при программировании алгоритма работы конвейерных лет необходимо соблюдать не только технологический регламент пуска и останова, но и такие моменты как:

- аварийные режимы и поведение конвейерной ленты в нем;
- предупредительная сигнализация;
- квитирование аварийных признаков.

УДК 621.78:658.51

## **К ОЦЕНИВАНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕРМИЧЕСКОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ АВИАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Шилов М.А.**

**Научные руководители: доцент Мусатова А.И.,  
к.т.н., доцент Осколкова Т.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Пропускная способность термического подразделения характеризуется производительностью и фондом времени его работы. Анализ отчетной документации показал, что в термическом подразделении отсутствует необходимая нормативная база технико-экономических показателей для определения обоснованного плана производства (обработки) деталей, а также для выявления «узких мест» и имеющихся резервов. В связи с этим была поставлена задача: разработать нормативные показатели на основе комплексных исследований производственного процесса, изучения функционирования основного и вспомогательного оборудования, их механизмов, устройств с учетом работы обслуживающего персонала.

В термическом подразделении детали проходят процесс двухстадийного отжига в шахтной электрической печи. Перед загрузкой деталей предварительно печь разогревают до 750 °С. Подача (загрузка) садки деталей в шахтную электропечь и выгрузка (разгрузка) производится электротельфером. При этом рабочий открывает шибер печи, загружает садку деталей в печь с помощью электротельфера и закрывает шибер печи. Затем происходит первая стадия отжига, то есть процесс выдержки деталей в печи при температуре 750 °С. После этого рабочий открывает шибер печи, выгружает электротельфером садку на стенд, где детали охлаждаются до температуры помещения цеха. В период естественного охлаждения деталей параллельно рабочий производит перевод температуры в печи с 750 °С до 600 °С. Затем охлажденные детали со стенда подаются к печи: рабочий зацепляет электротельфером подвеску с садкой деталей, открывает шибер печи, загружает садку в печь, закрывает шибер печи и начинается вторая стадия отжига, то есть процесс выдержки деталей при температуре 600 °С. После окончания отжига рабочий открывает шибер печи, выгружает садку деталей на приемный стол и закрывает шибер. В период естественного охлаждения деталей рабочий осуществляет подготовку печи к отжигу для

следующей садки деталей путем перевода температуры с 600 °С до 750 °С. Затем охлажденные детали подвергаются пескоструйной очистке и окончательному контролю.

Производительность термического подразделения определяется по ведущему оборудованию, которым является в данном случае электрическая печь, где осуществляется главная технологическая операция – отжиг деталей. На производительность влияют следующие факторы: такт работы печи (являющийся основополагающим), масса садки деталей и количество садок одновременно обрабатываемых в печи. Следует отметить что процесс отжига деталей в подразделении организован по разнообразным технологическим маршрутам, которые функционируют, как человеко-машинные системы, например: «шахтная печь → транспортное оборудование (тельфер) → рабочий».

Для оценивания техничеки возможной и нормативной производительности термического подразделения для каждого типа обрабатываемых деталей была разработана тактовая модель по основным маршрутам на базе проведенных исследований. В качестве примера приведен декомпозиционный подход к нормированию такта работы электрической печи для деталей типа «раскос» (таблица 1) и соответствующий логический алгоритм (рисунок).

Технически возможный и нормативный такт работы шахтной электрической печи определяется из следующего выражения:

$$T_{ш.п.}^{мс} = t_{отж}^1 + (t_t^1 + \Delta t) + t_{отж}^2 + t_t^0, \text{ мин}$$

где  $t_{отж}^1$  – длительность первой стадии отжига деталей в печи;

$t_t^1$  – время перевода температуры рабочего пространства шахтной печи с 750°С до 600°С для проведения второй стадии отжига деталей;

$\Delta t$  – разность между временем охлаждения садки деталей после первой стадии отжига в печи и временем перевода температуры в печи для проведения второй стадии отжига;

$t_{отж}^2$  – длительность второй стадии отжига деталей в печи;

$t_t^0$  – время перевода температуры рабочего пространства печи с 600 °С до 750 °С для проведения первой стадии отжига следующей садки деталей.

Нормативный такт работы шахтной электрической печи предлагается определять по формуле:

$$T_{ш.п.}^н = \frac{T_{ш.п.}^{мс}}{K_u^н}, \text{ мин}$$

где  $K_u^н$  – нормативный коэффициент использования оборудования, зависит от степени автоматизации и механизации оборудования, определяется методом технического нормирования на основе

хронометражных наблюдений.

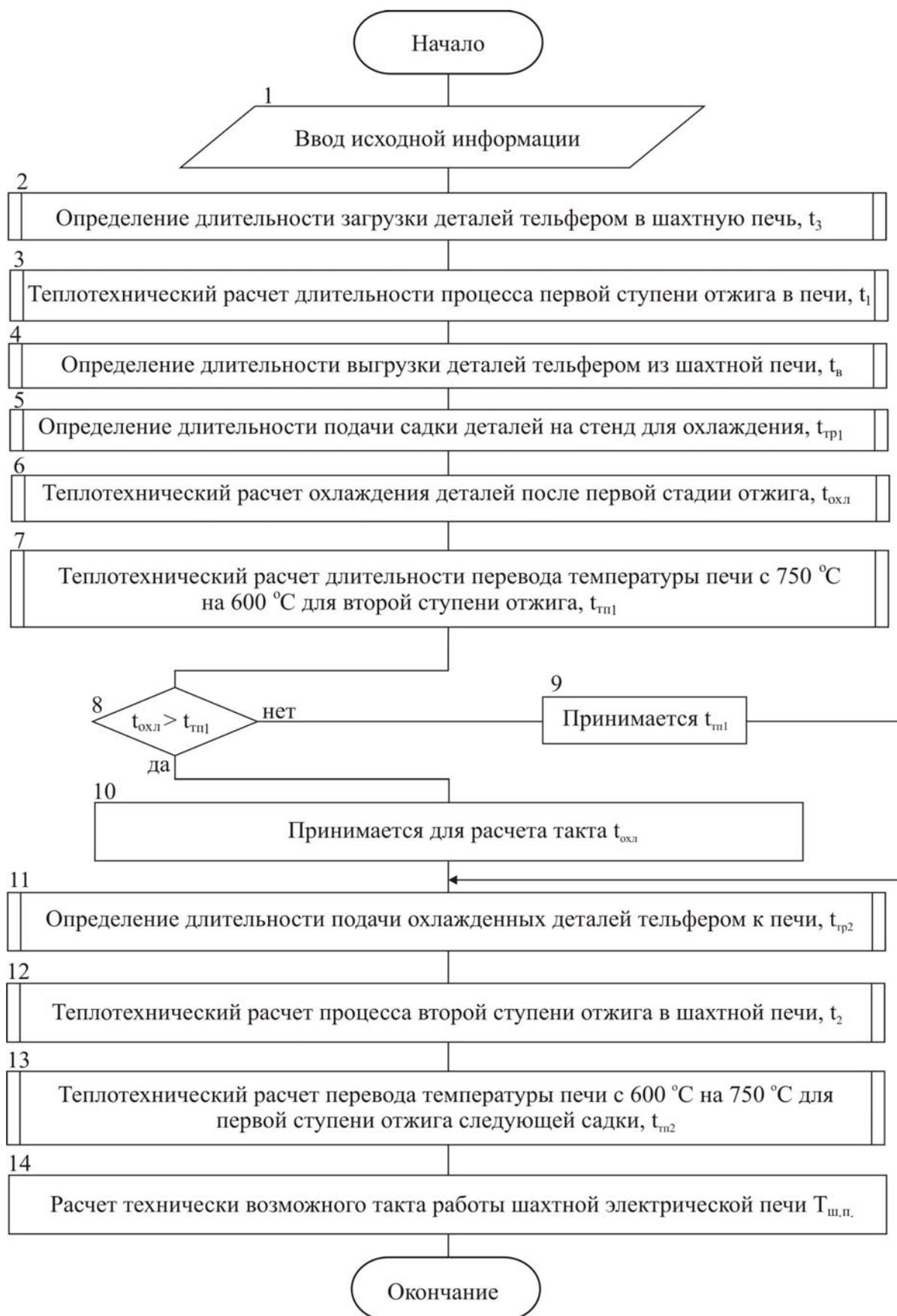


Рисунок – Логическая схема определения такта работы шахтной печи

Таблица 1 – Нормирование элементов такта работы шахтной печи

Процессы, операции, элементы	Длительность, с		$K''_u$
	технически возможная	нормати- вная	
1. Загрузка садки в шахтную печь электротельфером:	100	109,89	0,91
1.1 Захват подвески с деталями крюком тельфера и снятие со стенда подготовки	10	10,87	0,92
1.2 Транспортировка подвески с деталями от подготовительного стенда к шахтной печи	30	32,26	0,93
1.3 Открытие шиберов шахтной печи рабочим с пульта управления	25	26,60	0,94
1.4 Опускание подвески с деталями на крюке тельфера в шахтную печь	5	5,44	0,92
1.5 Закрытие шиберов шахтной печи рабочим с пульта управления с одновременной фиксацией подвески с деталями шибером шахтной печи	25	26,60	0,94
1.6 Высвобождение рабочим крюка тельфера от подвески с деталями	5	5,44	0,92
2. Собственно нагрев деталей на первой стадии отжига до температуры 750 °С.	4800 (1,33 ч)	5454,54 (1,52 ч)	0,88
3. Выгрузка садки из шахтной печи электротельфером:	55	60,44	0,91
3.1 Зацепление рабочим подвески с деталями крюком тельфера	10	10,87	0,92
3.2 Открытие шиберов шахтной печи рабочим с пульта управления	25	26,60	0,94
3.3 Подъем подвески с деталями из шахтной печи тельфером на высоту транспортировки	5	5,38	0,93
3.4 Закрытие шиберов шахтной печи рабочим с пульта управления	15	15,96	0,94
4. Подача подвески с деталями после первой стадии отжига от печи к стенду охлаждения:	35	38,04	0,92
4.1 Транспортировка подвески с деталями от печи к стенду охлаждения тельфером	15	16,13	0,93
4.2 Установка рабочим подвески с деталями на стенд охлаждения	15	16,48	0,91
4.3 Высвобождение крюка тельфера от подвески с деталями при помощи рабочего	5	5,50	0,91
5. Перевод температуры печи рабочим для второй стадии отжига:	75	80,65	0,93
5.1 Переход рабочего от стенда охлаждения к контрольно-измерительным приборам (КИПиА)	35	37,23	0,94
5.2 Перевод температуры рабочим с помощью прибора «Диск-250» с 750 °С на 600 °С	10	10,75	0,93
5.3 Переход рабочего от КИПиА к площадке подготовки следующей садки	30	31,91	0,94
6. Собственно автоматический перевод температуры печи.	3600 (1 ч)	3789,47 (1,05 ч)	0,95

Продолжение таблицы 1

Процессы, операции, элементы	Длительность, с		$K''_u$
	технически возможная	нормати- вная	
7. Естественное охлаждение подвески с деталями на стенде охлаждения.	5400 (1,5 ч)	5684,21 (1,58 ч)	0,95
8. Подача охлажденных деталей со стенда охлаждения к шахтной печи:	25	27,17	0,92
8.1 Зацепление рабочим подвески с деталями крюком тельфера	5	5,44	0,92
8.2 Снятие подвески с деталями со стенда охлаждения тельфером	5	5,44	0,92
8.3 Транспортировка подвески с деталями от стенда охлаждения к шахтной печи	15	16,13	0,93
9. Загрузка садки в шахтную печь электротельфером:	60	64,52	0,93
9.1 Открытие шиберов шахтной печи рабочим с пульта управления	25	26,60	0,94
9.2 Опускание подвески с деталями на крюке тельфера в шахтную печь	5	5,44	0,92
9.3 Закрытие шиберов шахтной печи рабочим с пульта управления с одновременной фиксацией подвески с деталями шибером шахтной печи	25	26,60	0,94
9.4 Высвобождение рабочим крюка тельфера от подвески с деталями	5	5,44	0,92
10. Собственно нагрев деталей на второй стадии отжига до температуры 600 °С.	14400 (4 ч)	16363,64 (4,55 ч)	0,88
11. Выгрузка садки из шахтной печи электротельфером:	55	59,14	0,93
12. Подача подвески с деталями после второй стадии отжига от печи к стенду охлаждения.	35	38,04	0,92
13. Перевод температуры печи рабочим на первую стадию отжига.	75	79,79	0,94
14. Собственно автоматический перевод температуры печи на первую стадию отжига.	3600 (1 ч)	3789,47 (1,05 ч)	0,95
Такт работы шахтной электропечи	7,91 ч	8,78 ч	0,90

Разработанные модельные значения технически возможных и нормативных тактов работы каждого оборудования для термической обработки различных видов деталей дают возможность составлять рациональные графики очередности выполнения плановых заданий с учетом уровня загрузки оборудования, принимать эффективные управленческие решения по объемам выпускаемых деталей на базе нормативной информации (таблица 2).

Таблица 2 – Загрузка термического подразделения

Наименование деталей	Производительность подразделения, кг/ч		Нормативный фонд времени, ч	Нормативный выпуск продукции	
	технически возможная	нормативная		%	<i>m</i>
1. Раскос № 50	2,713	2,44	1598,36	21,2	3,90
2. Раскос № 30	2,584	2,32	1681,03	21,2	3,90
3. Подкос № 210	2,36	2,12	915,09	10,6	1,94
4. Подкос № 220	2,26	2,03	605,91	6,7	1,23
5. Прочие детали	3,192	2,87	2581,86	40,3	7,41
Итого	-	-	7382,25	100	18,38
Среднее значение	2,77	2,49	-	-	-

УДК 378.014.6:378.014.543

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ Н-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ПОДСЧЕТЕ КОЛИЧЕСТВА РЕЙТИНГ-БАЛЛОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТИМУЛИРУЮЩИХ НАДБАВОК ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ**

**Миронова Е.В.**

*Прокопьевский электромашиностроительный техникум  
г. Прокопьевск*

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Кулаков С.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Большинство известных рейтинговых систем не имеют четкого механизма определения количества рейтинг-баллов за тот или иной вид деятельности. Это приводит к усилению влияния субъективного фактора на итоговую оценку деятельности. Применение Н-распределения позволяет формализовать подсчет рейтинг-баллов и тем самым существенно уменьшить влияние субъективного фактора.

Под ранжированием будем понимать процедуру упорядочения факторов в порядке их существенности [1]. На первое место поставим самый существенный фактор и присвоим ему наибольший ранг. На второе место поставим менее существенный фактор, но самый существенный из оставшихся, и присвоим ему ранг на единицу меньше. Подобную процедуру будем продолжать до тех пор, пока не будут учтены все факторы, причем ранг наименее значимого фактора должен быть равен 1. Аналогичную процедуру ранжирования проделаем для всех качеств, влияющих на размер

стимулирующей надбавки.

Согласно [1] ранжирование можно производить тогда, когда нужно упорядочить объекты в соответствии с каким – либо качеством, но при этом нет возможности произвести точное измерение этого качества

Анализ выполненных работ всеми преподавателями рассматриваемого учреждения за 1 год позволил выделить следующие критерии их оценки: сложность, важность, трудоемкость. Пример порангового распределения выполняемых преподавателями работ с точки зрения их сложности, важности, трудоемкости представлен в таблице 1. Для определения количества баллов, начисляемых преподавателю за каждую выполненную работу, применим ранговое распределение. Под ранговым распределением будем понимать распределение, полученное в результате процедуры упорядочения объектов соответственно их рангу. По Б.И. Кудрину, закон рангового распределения особей в техноценозе (Н – распределение) имеет вид гиперболы [2].

$$W = \frac{A}{r^{\epsilon}} \quad (1)$$

где  $A$  – максимальное значение параметра особи с рангом 1;

$r$  – количество рангов;

$\epsilon$  – ранговый коэффициент, характеризующий степень крутизны кривой распределения;

$W$ - количество объектов, имеющих данное значение параметра.

Таблица 1 – Распределение работ преподавателей ГОУ СПО «Прокопьевский электромашиностроительный техникум» за 2006 – 07 учебный год

Критерии	Количество работ				
	ранг 1	ранг 2	ранг 3	ранг 4	ранг 5
Сложность	60	28	18	13	10
Важность	96	22	12	–	–
Трудоемкость	74	30	17	9	–

Подобное распределение характерно для рационально функционирующих и жизнеспособных техноценозов. [2] В связи с этим, целесообразно построить шкалу рангов на основе выше указанного закона.

Параметр  $\epsilon$  определим из условия максимальной близости теоретического и эмпирического распределения для каждого из критериев путем перебора вариантов. Порядок определения параметра  $\epsilon$  для критерия «Трудоемкость» представлен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Аппроксимация распределения работ преподавателей кривой Н – распределения по трудоемкости при различных коэффициентах  $\epsilon$

A=74; r = 4								
$\epsilon$	Ранг работ							
	Ранг 1		Ранг 2		Ранг 3		Ранг 4	
	факт	расчет	факт	расчет	факт	расчет	факт	расчет
1,3	74	74	30	29,6	17	17,5	9	12,4
1,35	74	74	30	28,7	17	16,6	9	11,2
1,4	74	74	30	27,7	17	15,6	9	10,4

Таблиц 3 – Ошибка аппроксимации при различных значениях коэффициента  $\epsilon$

$\epsilon$	СМО	СМО,%
1,3	1,34	13
1,35	1,14	8,43
1,4	1,52	9,33

Исходя из произведенных расчетов, принимаем  $\epsilon = 1,35$ , так как для него СМО является наименьшим.

Значения оптимальных коэффициентов  $\epsilon$  для критериев «Трудоемкость», «Сложность», «Важность» представлены в таблице 4.

Расчет баллов по каждому критерию для конкретной выполненной работы осуществляется в соответствии с законом рангового распределения (1).

$$B = \left] \frac{A}{W} \left[ = ]r^\epsilon [ \quad (2)$$

где  $B$  – баллы за работу;

$] \bullet [$  - операция округления до целого числа.

Таблица 4 – Значения оптимальных по СМО коэффициентов  $\beta$  для частных критериев

$\beta$	трудоемкость	сложность	важность
	1,35	1,90	1,15

Представленная процедура достаточно проста, не требует больших затрат времени и может быть использована при разработке рейтинговой системы стимулирования преподавателей техникума.

#### Библиографический список

1. Малин А.С. Исследование систем управления [Текст] /А.С. Малин, В.И. Мухин. - М.: Издательский дом ГУ ВШЭ, 2005.-398 с: ил.
2. Гурина Р.В. Ранговый анализ педагогических систем (ценологический подход) [Текст]: методические указания для работников образования / Р.В.Гурина //Ценологические исследования, вып. 32, - М.: Технетика, 2006.-40 с: ил.

## РАСЧЕТ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ЗАВИСИМОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОСТРУКТУРЫ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ОТ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Алёшина Е.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Мышляев Л.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Управление структурой и свойствами материалов является перспективной и актуальной задачей материаловедения. Предполагая, что параметрические зависимости количественных показателей структуры и свойств материалов представляют собой фрактальные объекты, можно попытаться установить связь их фрактальной размерности с параметрами обработки. Эти результаты в дальнейшем могут быть использованы при управлении и прогнозировании свойств и структуры материалов в процессе термической обработки.

Первый шаг к решению этой задачи - разработка методов и алгоритмов исследования топографии поверхностей, представляющих собой зависимости свойств и структуры материалов от параметров обработки, в частности определение фрактальной размерности исследуемой поверхности. В настоящей работе это было реализовано на примере исследования зависимости объемной доли графита в высокопрочном чугунах от параметров термической обработки (температура нагрева, время выдержки) (рисунок 1).

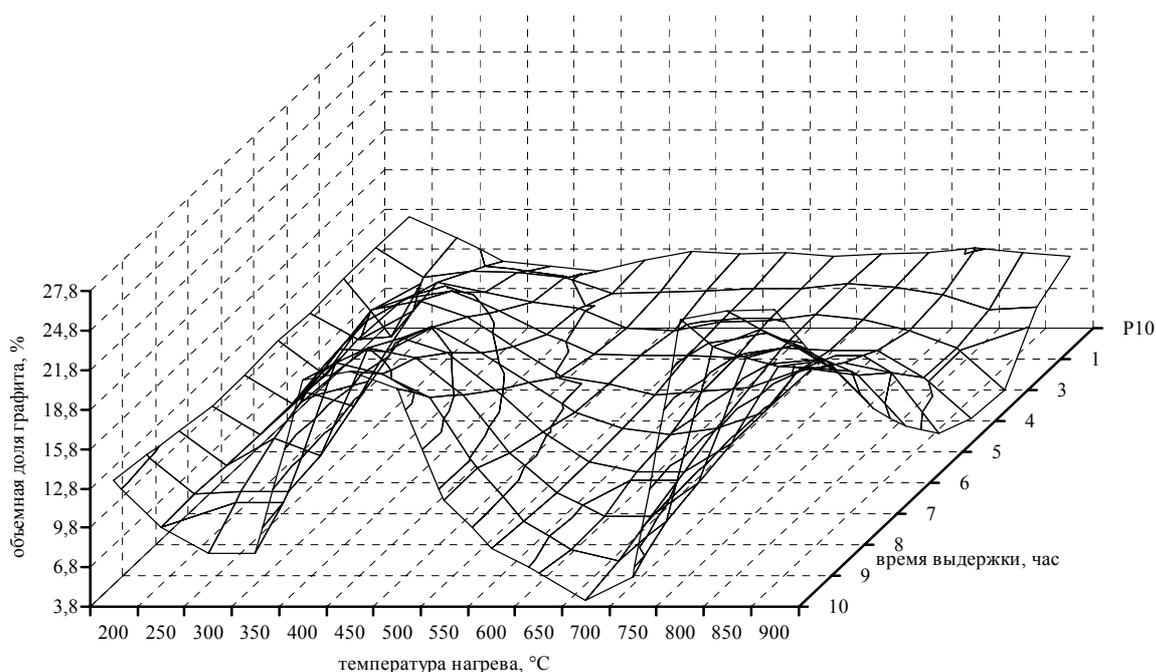


Рисунок 1 – Общий вид поверхности отклика целевой функции  
(объемной доли графита) для высокопрочного чугуна

Объемная доля графита - хрупкая структурная составляющая, определяющая свойства чугуна, определялась с помощью оптического микроскопа «OPTON» и анализатора изображений «SIAMS Photolab».

Фрактальный анализ исследуемой поверхности проводился по методике [1,2], основанной на определении фрактальной размерности вертикального сечения (профиля поверхности), которая связана с размерностью поверхности соотношением:

$$D_L = D_f - 1. \quad (1)$$

Известно [1,2], что в случае фрактальных поверхностей выполняется степенной закон, устанавливающий связь между длиной кривой  $L$  и величиной измерительного масштаба  $\delta$ :

$$L(\delta) = L_0 \delta^{1-D_L} \quad (2)$$

где  $L_0$  – проекция кривой  $L$  на ось сечения  $x$ , а  $D_L$  – фрактальная размерность профиля поверхности. Величина  $D_L$  определяется по углу наклона линейного участка зависимости  $\ln(L/L_0)$  от  $\ln(\delta)$ .

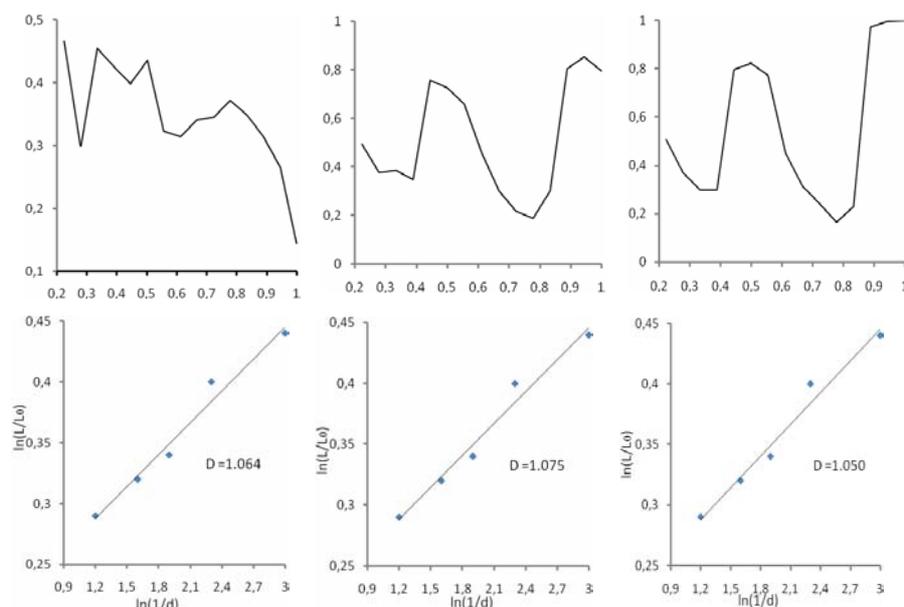


Рисунок 2 – Профили вертикальных сечений поверхности и зависимости  $\ln(L/L_0)$  от  $\ln(1/\delta)$  для определения фрактальной размерности  $D_L$

На рисунке 2 приведены результаты определения фрактальной размерности трех вертикальных сечений поверхности. Для каждого профиля рассчитывались пять значений  $L$  в зависимости от разных  $\delta$ . Полученные результаты обрабатывались по методу наименьших квадратов, после чего определялся угол наклона зависимости. В результате расчета установлено, что фрактальная размерность профиля лежит в интервале  $D_L = 1,050 - 1,075$ .

Таким образом, в работе определено, что зависимость объемной доли графита в чугуне является фрактальной с размерностью, в соответствии с соотношением (1),  $D_f = 2,050 - 2,075$ .

## Библиографический список

1. Е. Федер. Фракталы. – М., Мир, 1991. – 261 с.
2. Торхов Н.А. Определение фрактальной размерности поверхности эпитаксиального  $n - GaAs$  в локальном пределе/ Н.А. Торхов, В.Г. Божков, И.В. Ивонин, В.А. Новиков // Физика и техника полупроводника.- 2009, том 43, вып. 1. С. 38 – 45.

УДК 658.5.012.1

### **ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛНОВОЙ ТЕОРИИ ЭЛИОТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Евтушенко А.Е.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Евтушенко В.Ф.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Вопрос, какими будут через месяц, год или в ближайшие несколько лет курсы доллара и евро, фунта стерлингов и японской йены, акций РАО ЕЭС и Газпрома, цены на нефть, газ, золото, медь и многие другие важнейшие активы, имеющие огромное значение для экономики страны, безусловно, интересует очень многих людей - бизнесменов, финансистов, нефтяников, металлургов, строителей, участников внешнеэкономической деятельности, политиков. Точный ответ на это вопрос не может дать никто, но составить предположительную картину поведения валютных курсов, а также любого другого актива, будь то это курс евро/доллар, цена на нефть или недвижимость, можно, и делается это с помощью анализа волн Эллиотта (EWA - Elliott Wave Analysis), одного из мощнейших инструментов анализа и прогнозирования поведения любых финансовых рынков в будущем.

Волновая Теория Эллиотта представляет собой разработку известной теории Доу. Она применима для любого свободно торгуемого актива, обязательства или товара (акции, облигации, нефть, золото и т.д.). Теория волн была выдвинута бухгалтером Ральфом Нельсоном Эллиоттом в монографии «Волновой принцип», опубликованной в 1938 году.

Главное открытие Р. Эллиота состояло в том, что поведение «толпы» – будь то рыночные торговцы или участники биржевой игры – подчиняется характерным законам. По его мнению, социально-массовое психологическое поведение последовательно проходит стадии экспансии, энтузиазма и эйфории, за которыми следуют успокоение, упадок и депрессия. Эта схема прослеживается в различных периодах времени, начиная с нескольких минут и заканчивая веками.

Изменения массовой психологии хорошо видно по изменениям цен на товары и услуги, валюты и ценные бумаги, промышленные индексы и цены

на недвижимость. Таким образом, применяя схему психологического развития общества к ценовым графикам, мы наблюдаем, как реагируют массы на ту или иную информацию. Волновые принципы Эллиотта описывают поведенческие модели, которые имеют свойство повторяться, а поэтому в большой степени прогнозируемы.

Волновая Теория Эллиота – одна из старейших теорий технического анализа. Со времени ее создания никто из пользователей не вносил в нее каких-либо заметных новшеств. Наоборот, все усилия были направлены на то, чтобы принципы, сформулированные Эллиотом, вырисовывались все более и более четко. Результат – налицо. С помощью теории Эллиота были сделаны самые лучшие прогнозы движения американского индекса Доу-Джонса.

Технический анализ — это исследование динамики рынков, чаще всего посредством графиков, с целью прогнозирования будущего направления движения цен. Технический анализ заключается в исследовании ценовой динамики рынка с помощью анализа закономерностей изменения трех рыночных факторов: цены, объема и открытого интереса (объема открытых позиций). Причем, первичными для анализа считаются цены, а изменения остальных факторов изучаются для подтверждения правильности направления движения цен. В данной технической теории, как и в любой другой, есть основные постулаты:

### **1. Движения рынка учитывает все.**

Этот постулат наиболее важен в техническом анализе — его понимание необходимо для адекватного восприятия всех методик анализа. Суть его заключается в том, что любой фактор, влияющий на стоимость ценной бумаги — экономический, политический, психологический, заранее учтен и отражен на ценовом графике. Другими словами, на любое изменение цены есть соответствующее изменение внешних факторов. Главным следствием этой предпосылки является необходимость внимательного отслеживания и изучения динамики цен. Анализируя ценовые графики и множество дополнительных индикаторов, технический аналитик добивается того, что рынок сам указывает ему наиболее вероятное направление своего движения.

### **2. Цены двигаются направленно.**

Это предположение стало основой для создания всех методик технического анализа, поскольку рынок подверженный тенденциям в отличие от хаотичного рынка можно анализировать. Из положения о том, что движение цен подчинено тенденциям, проистекают два следствия. Следствие первое заключается в том, что действующая тенденция, по всей вероятности, будет развиваться далее, а не обращаться в собственную противоположность, то есть этим следствием исключается неупорядоченное, хаотичное движение рынка. Следствие второе говорит о том, что действующая тенденция будет развиваться до тех пор, пока не начнется движение в обратном направлении.

### **3. История повторяется.**

Технический анализ и исследования динамики рынка теснейшим образом связаны с изучением человеческой психологии. Так графические ценовые модели, которые были выделены и классифицированы в течение последних ста лет, отражают важнейшие особенности психологического состояния рынка. И если в прошлом эти модели работали, есть все основания предполагать, что и в будущем они будут работать, поскольку основываются они на человеческой психологии, которая с годами не изменяется. Можно сформулировать последний постулат — «история повторяется» несколько иными словами: ключ к пониманию будущего кроется в изучении прошлого.

Однако стоит отметить, что сами по себе ценные бумаги некоторой компании отражают общую стоимость всего предприятия: как его основных фондов, так и оборотных средств. Таким образом, очевидно, что имеется связь между благополучием, уровнем развития компании и ее положением на рынке. Следовательно, волновая теория Элиота может быть вполне успешно применена для прогнозирования жизненного цикла предприятия, но требует некоторой настройки под условия функционирования того или иного предприятия.

В частности, для каждой конкретной системы, в нашем случае — производственного предприятия, требуется собрать необходимые данные, предоставить их на анализ экспертам в области функционирования конкретной системы и отследить особенности и закономерности, возникающие в процессе функционирования системы. Прделав эту работу, можно приступить к разработке динамической модели исследуемой системы. На динамической модели предполагается проверить результаты полученного исследования и сделать выводы о реальной применимости волновой теории Эллиота и ее модификация к прогнозированию жизненного цикла системы. Для создания динамической модели исследуемой системы предполагается использовать разработки Кугаенко А.А.

УДК 656.21.011.56

## **АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРОВ ВАГОНОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ГРУЗОПЕРЕВОЗОК ОАО «ЗСМК»**

**Русакова Е.П.**

**Научный руководитель: к.т.н. Трофимов В.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В действующей автоматизированной системе учета вагонов и грузов ОАО «ЗСМК» при управлении перевозочными процессами оператором

выполняется визуальный контроль (видеонаблюдение и регистрация) номеров вагонов с применением видеокамер, однако 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 неправильно 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  $\alpha_i$  – весовые коэффициенты ( $i=1, \dots, 5$ ), формируемые экспертами.

**Требуется** разработать алгоритмическое обеспечение системы распознавания номеров грузовых вагонов, учитывающее возможные искажения изображений символов цифр номера, ограничения и обеспечивающее оптимальное значение интегрального критерия.

Решением поставленной задачи является процедура, состоящая из следующих основных блоков.

1. Звуковое оповещение о начале движения состава.
2. Сканирование боковой поверхности вагона с помощью видеокамер и специального осветителя.
3. Разбиение каждого видеосигнала на последовательность непересекающихся видеок кадров (цифровых изображений).
4. Представление  $i$ -го цифрового изображения в цветовом формате RGB (получение 24-разрядного изображения).
5. Преобразование полученного цветного изображения в изображение с нулевым контрастом выполняется по формуле, которая отражает цветное

восприятие человека:

$$S_{n,m}(i) = \alpha R_{n,m}(i) + \beta G_{n,m}(i) + \gamma B_{n,m}(i) \quad (1)$$

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).

$$\alpha = 0,30; \beta = 0,59; \gamma = 0,11.$$

6. Нормирование изображения выполняется по формуле:

$$S^H_{n,m}(i) = (S_{n,m}(i) - S^{\min}) / (S^{\max} - S^{\min}) \quad (2)$$

где  $S^{\max} = 255$ ,  $S^{\min} = 0$  - максимальное и минимальное значения  $S_{n,m}(i)$ .

7. Адаптивная бинаризация изображения («1» – белый цвет пикселя, «0» – черный) осуществляется по следующему правилу:

$$S^B_{n,m}(i) = \begin{cases} 0, & \text{если } S^H_{n,m}(i) \leq \delta(i) \\ 1, & \text{если } S^H_{n,m}(i) > \delta(i) \end{cases} \quad (3)$$

где  $\delta(i)$  – пороговый уровень, зависящий от яркости  $i$ -го изображения.

8. Элиминирование факторов, искажающих изображение фрагментов номеров вагонов, осуществляется следующим образом: если в заданной окрестности пикселя, у которого  $S^B_{n,m}(i) = 1$ , все другие пиксели имеют значение равное нулю, то  $S^B_{n,m}(i)$  этого пикселя принимается равным нулю. Размер окрестности очистки устанавливает квадрат с центром в пикселе, у которого цвет белый («белый пиксель»). Размер равный единице соответствует квадрату 3x3 пикселей с центром в «белом пикселе», размер равный двум – квадрату 5x5 и т.д. Если «белый пиксель» расположен близко к краю изображения, то часть окрестности не имеющая пикселей отсекается.

1. Сегментация изображения на фрагменты как показано на рисунке.



Рисунок – Пример сегментации изображения

2. Удаление участка изображения, не содержащего элемента номера.
3. Получение информативного признака путем суммирования

бинарных кодов цвета пикселей в соответствии с выражениями по строкам и по столбцам соответственно:

$$\begin{aligned} \text{по строкам: } X_1(i) &= \sum_{m=1}^{60} S_{1,m}^B(i), \dots, X_{116}(i) = \sum_{m=1}^{60} S_{116,m}^B(i), \\ \text{по столбцам: } X_{117}(i) &= \sum_{n=1}^{116} S_{n,1}^B(i), \dots, X_{176}(i) = \sum_{n=1}^{116} S_{n,60}^B(i). \end{aligned} \quad (4)$$

4. 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.

В выходном слое нейрон вырабатывает выходной сигнал, имеющий вид:

$$\begin{aligned} X_j^H(i) &= \frac{X_j(i) - X_j^{\min}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}} \\ Y_p^H(i) &= \left[ 1 + \exp \left( - \sum_{m=0}^{100} w_{pm}^{(3)} \left[ 1 + \exp \left( - \sum_{k=0}^{100} w_{mk}^{(2)} \left[ 1 + \exp \left( - \sum_{j=0}^{176} w_{kj}^{(1)} X_j^H(i) \right) \right] \right) \right] \right) \right]^{-1} \\ Y_p(i) &= Y_p^{\min} + [Y_p^{\max} - Y_p^{\min}] Y_p^H(i) \end{aligned} \quad (5)$$

где  $X_j(i)$  – сумма кодов цвета пикселей по строкам, столбцам (выделенный информативный признак;  $j$  – номер строки, столбца черно-белого изображения;  $i$  – номер наблюдения (изображения);  $Y_p(i)$  – оценка принадлежности  $i$ -го наблюдения  $p$ -му классу;  $p = 1, \dots, 10$ .

$X_j^H(i)$  и  $Y_p^H(i)$  – нормированные значения  $X_j(i)$  и  $Y_p(i)$ ;  $X_j^{\max}$ ,  $X_j^{\min}$  и  $Y_p^{\max}$ ,  $Y_p^{\min}$  – максимальное и минимальное значения  $X_j(i)$  и  $Y_p(i)$  взятые из обучающей выборки;  $w_{kj}^{(1)}$ ,  $w_{mk}^{(2)}$ ,  $w_{pm}^{(3)}$  – весовые коэффициенты, оптимальные значения которых, определяются в процессе обучения сети.

13. Проверка условия «Элемент номера вагона установлен с заданной точностью?». Если условие выполняется, то переход к операции 14, в противном случае - к операции 18.

14. Оперативное запоминание элемента номера вагона.

15. Проверка условия «Обработаны все сегменты?». Если условие выполняется, то переход к операции 16, в противном случае - к операции 9.

16. Формирование номера вагона в автоматическом режиме.

17. Проверка условия «Распознанный номер совпадает с номером из

внешнего списка?». Если условие выполняется, то переход к операции 22, в противном случае - к операции 18.

18. Просмотр оператором видеоизображения боковой поверхности вагона.

19. Ручной ввод оператором номера вагона.

20. Проверка условия «Распознанный номер совпадает с номером из внешнего списка?». Если условие выполняется, то переход к операции 22, в противном случае - к операции 21.

21. Формирование сообщения о несовпадении распознанного номера с номерами из внешнего списка. Запись в журнал событий.

22. Проверка условия «Обработаны все полученные изображения?». Если условие выполняется, то переход к операции 23, в противном случае - к операции 3.

23. Регистрация распознанного номера в базе данных автоматизированной системы учета грузоперевозок ОАО «ЗСМК».

Предложенный алгоритм распознавания номеров грузовых вагонов имеет существенное значение для металлургических заводов, поскольку эффективно работает в затрудненных промышленных условиях.

Результаты ситуационного моделирования системы распознавания с использованием натуральных видеокадров, полученных в ОАО «ЗСМК», показали возможность достижения 90÷97 % правильности распознавания вагонов.

#### 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 621.771

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ И РАСКРОЯ МЕТАЛЛА НА ЛИНИИ «БЛЮМИНГ-НЗС»**

**Чистякова О.В., Бердова О.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Бондарь Н.Ф.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время при создании системы слежения в обжимном цехе, для подсчета и перемещения слитков из 1-й группы оборудования в 4-ю на участке ножниц Н1400т были установлены оптические датчики BLN и BLT.

В связи с тем, что при проходе металла через область видимости датчика BLT заготовки идут очень плотно, датчик не срабатывает, из-за чего разрыв и переход в 4-ю группу не фиксируется.

Учет головной и донной обреза на ножницах Н1400т и Н150т на данный момент не производится.

Контроль входа слитков в зону 1-ой группы оборудования организован таким образом: соосно с редуктором валков установлен сельсин-передатчик, а на ПУЗ сельсин-приемник, на сельсин приемник, также соосно, закреплен датчик-импульсатор SIMODRIVE (рисунок 1).

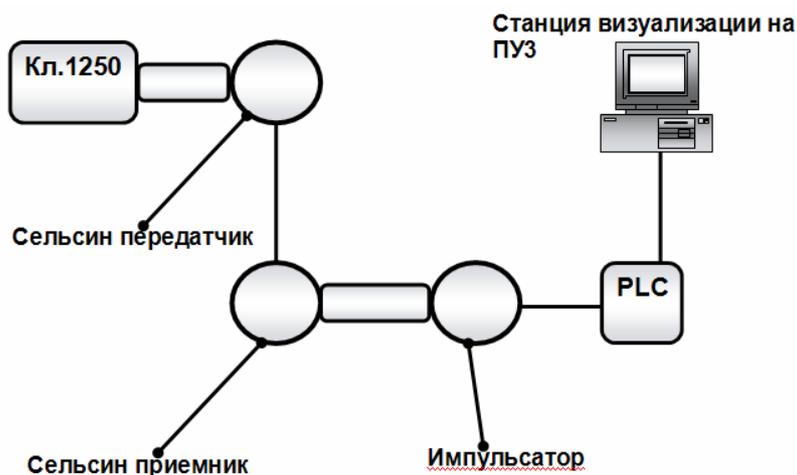


Рисунок 1 – Структурная схема подсистемы контроля входа металла в 1-ю группу оборудования

Контроль перемещения металла осуществляется в соответствии с алгоритмом, который производит анализ графиков обжатия слитков в клетки 1250 .

Существует зависимость результатов измерения положения заготовки от состояния технологического оборудования. Замер фотоголовками после клетки 6 и ножниц 150т нестабильный, так как после тянуще-следящих роликов и между валками металл проскальзывает.

С целью устранения недостатков действующей системы предлагается установить в обжимной цехе дополнительные датчики для измерения длины слитков в точках BV1, BV2, BV3, BV4, BV5, BV6, а именно бесконтактные оптические корреляционные измерители типа ICVR2. Схема расположения датчиков приведена на рисунке 2.

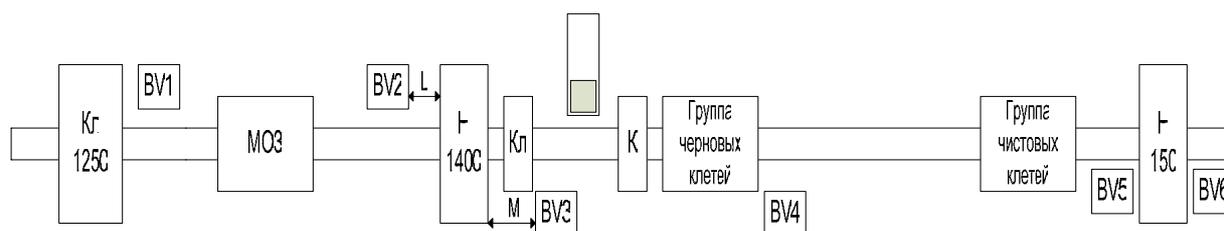


Рисунок 2 – Схема установки датчиков

*Разработка алгоритма контроля транспортировки слитков  
из 1-й в 4-ю группу оборудования*

Используя устанавливаемые датчики, переход слитков из 1-й в 4-ю группу оборудования предлагается реализовать в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 3.

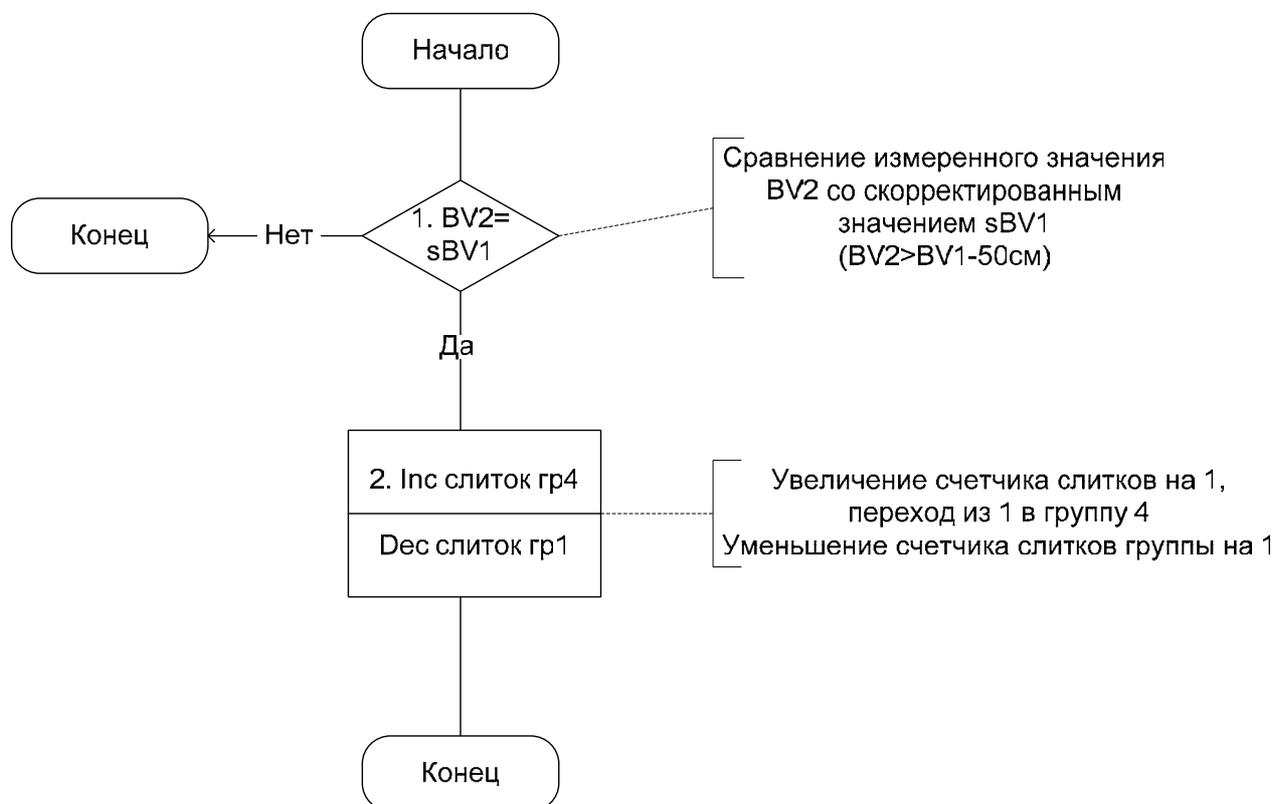


Рисунок 3 – Алгоритм контроля перехода слитков из 1-й в 4-ю группу оборудования

В соответствии с алгоритмом:

- при выходе слитка из обжимной машины, датчик BV1 измеряет его длину, полученные данные запоминаются;
- при прохождении соответствующей длины через зону замера датчика BV2 происходит перенос данных о слитке из 1-й в 4-ю группу оборудования.

*Разработка алгоритма учета головной и донной обрезки  
на ножницах H1400t*

Учет головной обрезки на H1400t предлагается реализовать по алгоритму, представленному на рисунке 4.

Описание алгоритма головной обрезки:

- произошел рез H1400;
- выполнено условие: длина измеренная BV3 после последнего перехода слитка меньше 0,5м и длина измеренная BV2 больше расстояния от датчика BV2 до H1400;

- происходит вычисление головной обрезки.

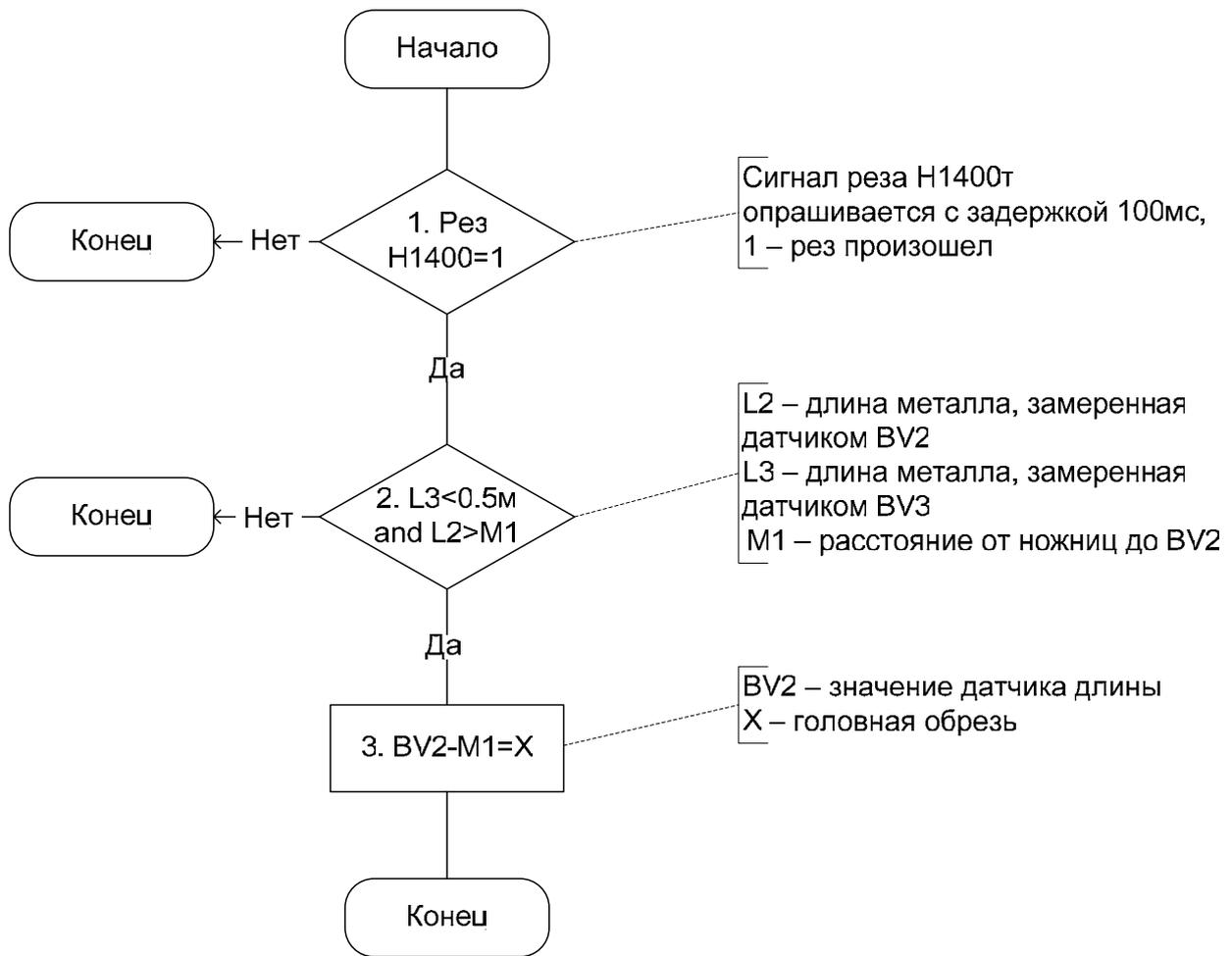


Рисунок 4 – Алгоритм учета головной обрезки на ножницах N1400т

Учет донной обрезки будет реализован по алгоритму, представленному на рисунке 5.

Описание алгоритма донной обрезки:

- произошел рез N1400;
- выполнено условие: разность длины слитка измеренной BV1 и длины ушедшей за линию реза меньше 0,5м;
- происходит вычисление донной обрезки.

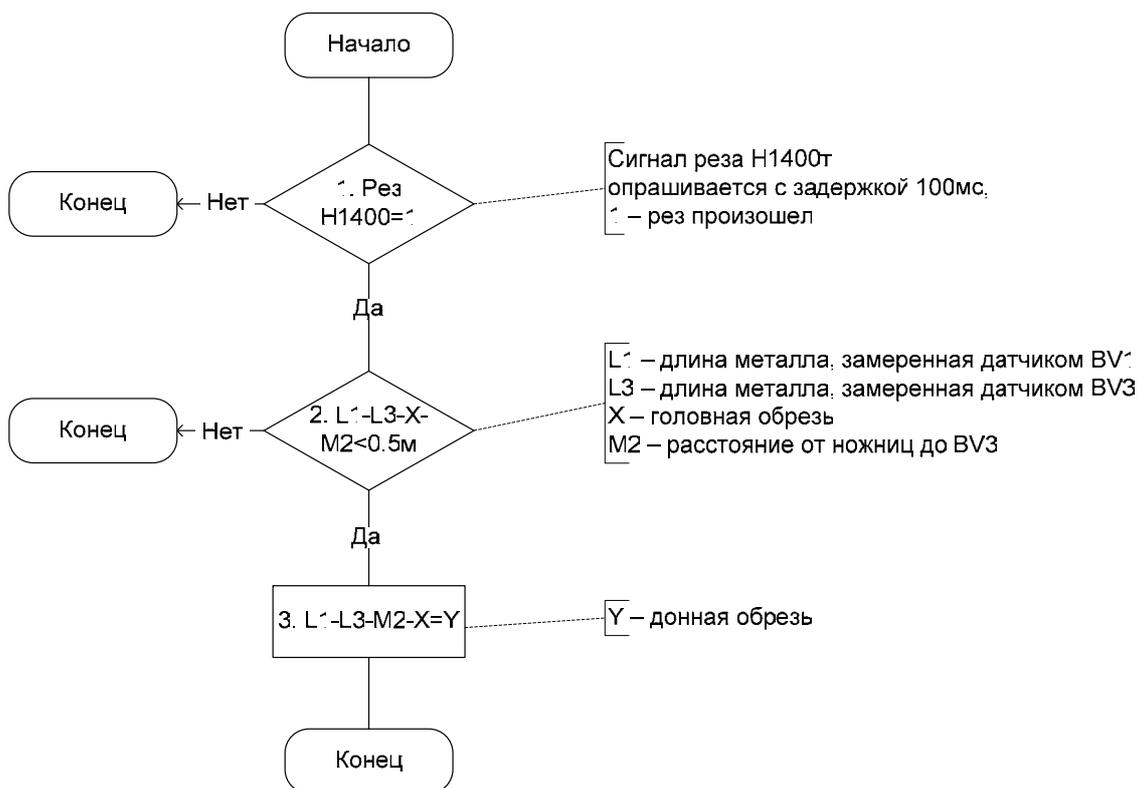


Рисунок 5 – Алгоритм учета донной обрезь на H1400t

УДК 621.783.22

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМАМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Голубева Д.В., Башмакова А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Бондарь Н.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Существенным недостатком действующей подсистемы «Транспорт» АСУ нагревом заготовок в методической печи является быстрый износ гидравлического оборудования и креплений шагающих балок (ШБ) и машины выдачи (МВ) заготовок. Быстрый износ креплений ШБ и МВ происходит из-за сильных динамических ударов при подъеме и опускании заготовок. Износ гидравлического оборудования происходит в результате действия гидравлических ударов в системе привода. Для уменьшения этого недостатка предлагается подъем и опускание ШБ, МВ начинать и заканчивать с движения на пониженной (первой) скорости, которая установлена для горизонтального перемещения металла.

### *Разработка программ управления ШБ*

Сила динамических и гидравлических ударов пропорциональна скорости перемещения ШБ. Таким образом, при малой скорости при начале

и окончании движения ШБ сила динамических и гидравлических ударов будет малой.

Предлагаемые программы управления ШБ представлены на рисунке 1 и 2.

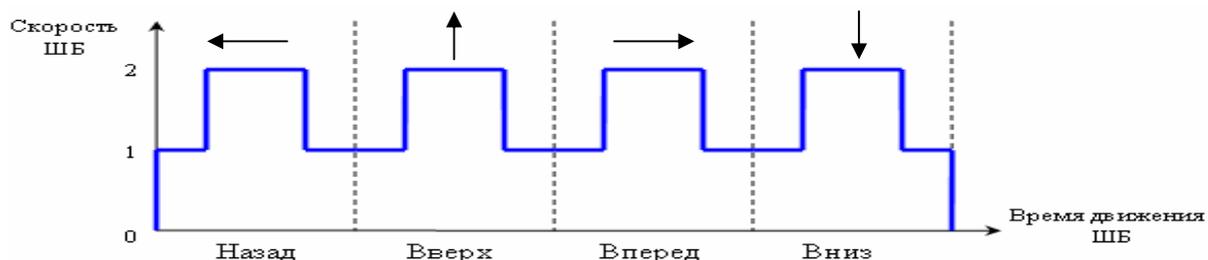


Рисунок 1 – Программа управления ШБ, цикл «Вперед»

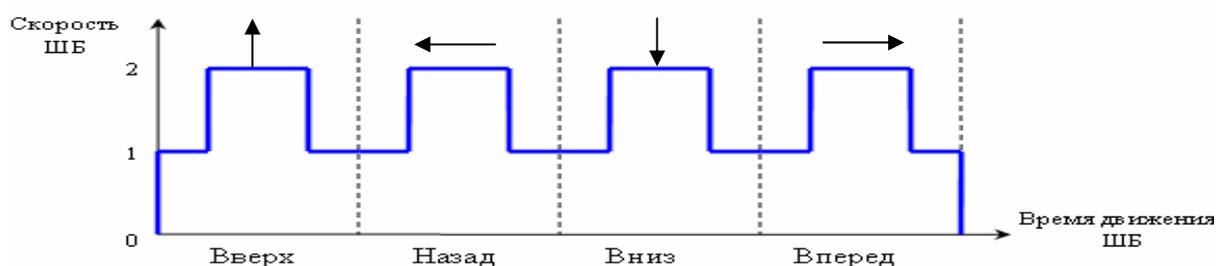


Рисунок 2 – Программа управления ШБ, цикл «Назад»

Плавный ход ШБ, предусмотренный данными программами, позволит уменьшить силу динамических и гидравлических ударов, в результате чего сократятся расходы на ремонт оборудования печи. Переключение с одной скорости на другую должно осуществляться максимально плавно, чтобы не было резких рывков ШБ. Оптимальным вариантом, удовлетворяющим действующим техническим условиям будет численное соотношение скоростей  $\frac{1}{2}$ .

#### *Управление перемещением ШБ.*

Продолжительность цикла движения ШБ, т.е. перемещения балок на один шаг, определяется в зависимости от заданной величины шага ШБ. Так, если шаг равен 0,300 м, то ШБ должны совершить за час 93 цикла, то есть продолжительность одного цикла составляет 38,8 с.

Для режимов управления «Автоматический» и «Ручной циклический» определяются циклы:

- «Вперед» – из исходного положения ШБ начинают движение назад на первой скорости, после прохождения  $\frac{1}{4}$  части пути происходит переход на вторую скорость и при завершении движения осуществляется возврат на первую скорость. Затем ШБ перемещаются вверх на первой скорости, переключаются на вторую и при завершении движения возвращаются на первую. Далее ШБ двигаются вперед, аналогично движению назад. В завершении цикла ШБ начинают опускаться на первой скорости, после чего переходят на вторую и при завершении движения снова возвращаются на первую;

- «Назад» – аналогично движению «Вперед».

Максимальный путь, пройденный балкой за один цикл равен 1,0 м.

Скорость движения механизмов рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{S}{T}, \text{ где } S - \text{ перемещение механизма, м; } T - \text{ продолжительность}$$

движения механизма, с.

Значит, средняя скорость движения ШБ при номинальной работе прокатного стана должна быть около 0,026 м/с. Перемещение вверх или вниз составляет 0,200 м, таким образом, на подъем или опускание ШБ затрачивается 7,7 с.

С учетом максимальной скорости движения балок в вертикальном направлении по данной формуле получаем следующее соотношение скоростей:  $V_{B1}^{ШБ} = 0,020$  м/с и  $V_{B2}^{ШБ} = 0,039$  м/с; а продолжительность перемещений, соответственно:  $T_{B1}^{ШБ} = 2,6$  с и  $T_{B2}^{ШБ} = 2,6$  с. Скорости в горизонтальном направлении также составят:  $V_{Г1}^{ШБ} = 0,020$  м/с и  $V_{Г2}^{ШБ} = 0,039$  м/с; а продолжительность перемещений будет, соответственно:  $T_{Г1}^{ШБ} = 4,0$  с и  $T_{Г2}^{ШБ} = 3,7$  с.

Первая и вторая скорости обеспечиваются за счет включения второго дополнительного гидронасоса. Для обеспечения первой скорости включается один насос, при переходе на вторую дополнительно к первому включается второй, тем самым перемещение ШБ ускоряется.

При загрузке и выгрузке заготовок по две шт. заданная продолжительность нагрева не изменяется (также составляет 1 час). Следовательно, продолжительность цикла также будет составлять 38,8 с.

#### *Разработка программы управления сталкивателем*

Движение сталкивателя блокируется в том случае, когда ШБ находятся выше стационарного пода. Соответственно продолжительность перемещения сталкивателя составляет половину продолжительности цикла ШБ, т.е.  $T^C \leq \frac{1}{2} T^{ШБ}$ . При продолжительности цикла ШБ 38,8 с продолжительность перемещения сталкивателя будет 19,4 с. За это время сталкиватель должен переместить заготовку в печь и вернуться обратно, т.е. совершить перемещение равное 400 мм. Таким образом, по вышеприведенной формуле получим скорость движения сталкивателя:  $V^C = 0,021$  м/с. Получаем, что при загрузке в печь по одной заготовке скорость перемещения сталкивателя будет низкой и необходимости установки двухскоростного режима, как это сделано для ШБ, не возникает.

При загрузке по две заготовки сталкиватель должен совершить два движения в печь. При этом необходимо учесть, что между движениями в печь должен быть перерыв в 5 с для подачи заготовки на РЗ. Зная, что при загрузке по две заготовки цикл ШБ составляет 38,8 с, сталкиватель должен совершить перемещение в 600 мм за 14,4 с. Средняя скорость движения

сталкивателя составит:  $V^c = 0,042$  м/с.

Для более плавного движения сталкивателя целесообразно ввести двухскоростное управление. Программа управления сталкивателем представлена на рисунке 3.

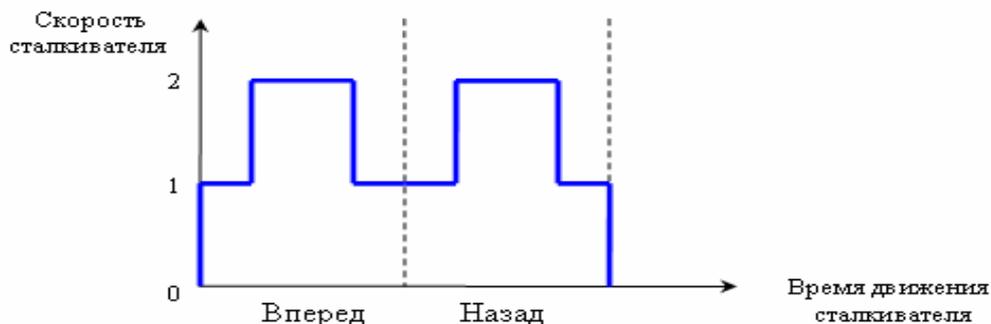


Рисунок 3 – Программа управления сталкивателем

Используя вышеприведенную формулу получим следующее соотношение скоростей:  $V_1^c = 0,032$  м/с и  $V_2^c = 0,063$  м/с, а продолжительность перемещений, соответственно равно:  $T_1^c = 1,2$  с и  $T_2^c = 1,9$  с.

УДК 621.783

## РАЗРАБОТКА ЭКРАННЫХ ФОРМ ДЛЯ АСУ НАГРЕВОМ ЗАГОТОВОК

**Башмакова А.А., Голубева Д.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Бондарь Н.Ф.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

На мнемосхеме «Припечное и печное оборудование» представлена схема расположения механизмов участка нагревательной печи мелкосортного прокатного стана, которые обеспечивают передачу заготовок с загрузочных решёток к печи, загрузку их в печь, нагрев заготовок, их транспортировку через печное пространство, выгрузку заготовок из печи и передачу нагретой заготовки в линию прокатки. На экране «Припечное и печное оборудование» отображаются следующие действия:

- выбор задания на работу стрелки рольганга в режиме «Автоматический»;
- позиционирование машины выдачи и шагающих балок (ШБ);
- выбор шага ШБ.

На мнемосхеме расположены группы радиокнопок. Выбор подрежима осуществляется с помощью трэкбола. Для этого нужно установить стрелку

на соответствующей радиокнопке и нажать левую кнопку трэкбола. Введенное значение проверяется на допустимые пределы. При превышении допустимого предела выдается предупредительное сообщение, введенное значение не принимается в работу.

В новой автоматизированной системе управления загрузкой и выдачей заготовок, в мнемосхему следует добавить меню «выбор режима загрузки/выдачи» (рисунок 1).

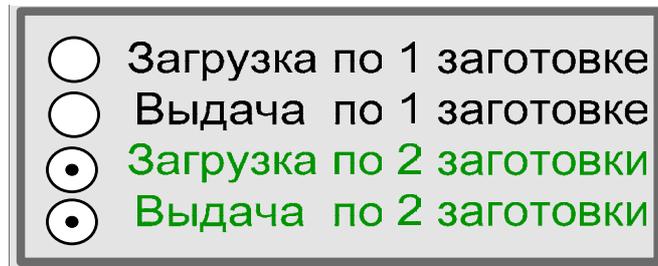


Рисунок 1 – Выбор режима загрузки/выдачи

С учетом данного дополнения мнемосхема «Припечное и печное оборудование» примет вид показанный на рисунке 2.

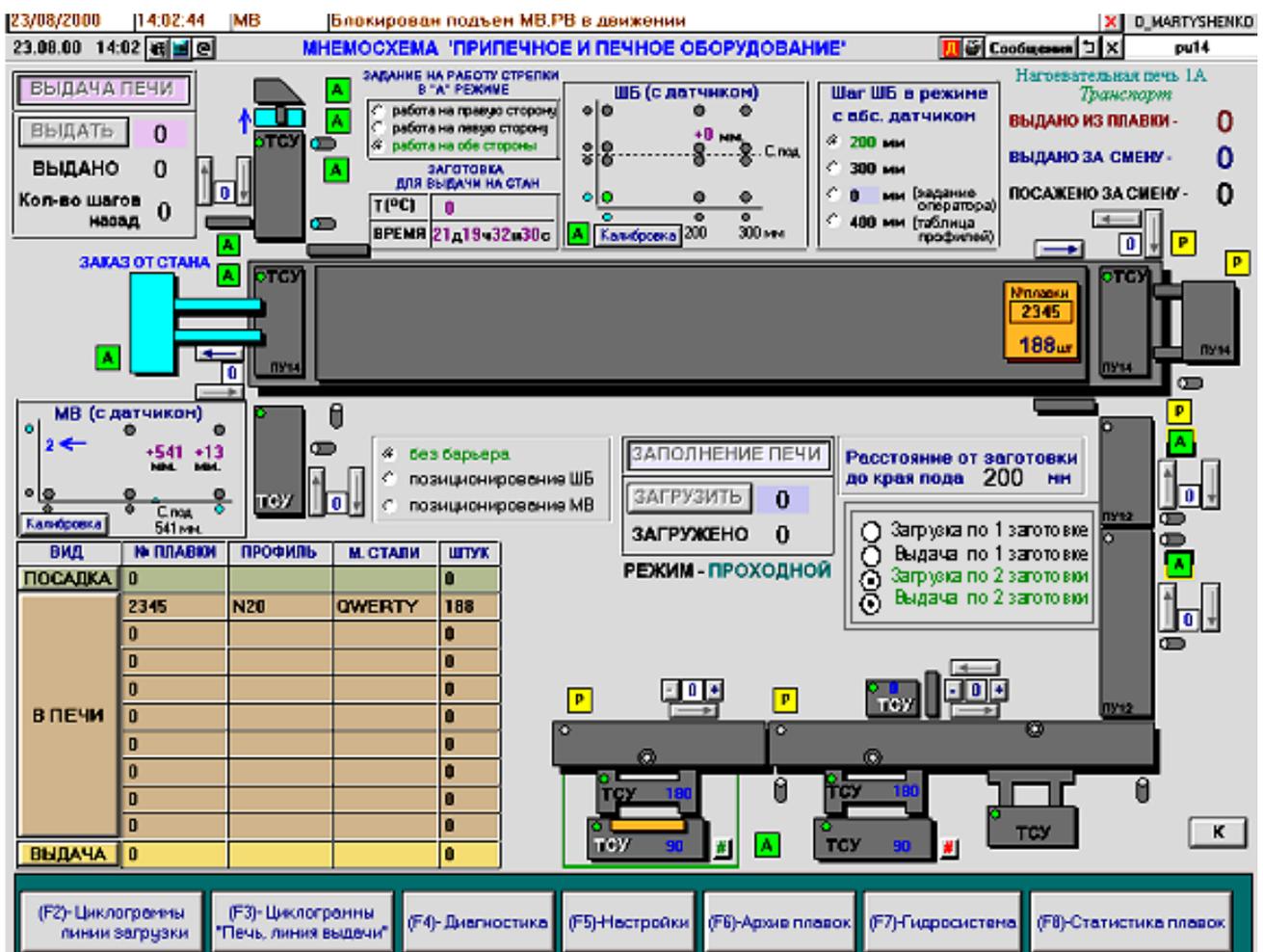


Рисунок 2 – Новый экран мнемосхема «Припечное и печное оборудование»

Если выбран режим «загрузка по 2 заготовки», то сталкиватель будет сталкивать по две заготовки подряд. При выборе данного режима, обязательно должен быть задан шаг 300 для шагающих балок. При этом шагающие балки меняют исходное положение. Исходным становится «Сзади, внизу». Если же выбирается режим «Загрузка по 1 заготовке», то сталкиватель сталкивает по одной заготовке. При этом исходным положением шагающих балок является положение «Впереди, внизу».

При выборе режима «Выдача по 2 заготовки» машина выдачи будет совершать два цикла выдачи заготовки, на каждый цикл работы шагающих балок «вперед». При этом ход штанг машины выдачи в печь на первом и втором цикле будет отличаться на величину равную ширине заготовки. Если выбирается режим «Выдача по 1 заготовке», то на каждый цикл «вперед» шагающих балок производится один цикл выдачи заготовки машиной выдачи.

При загрузке и выдаче заготовок по две задание на работу стрелки выбирается «работа на обе стороны».

Из основного экрана мнемосхема «Припечное и печное оборудование» можно вызвать экран «Гидравлическая схема», где схематично показывается динамика работы шагающих балок, машины выдачи и сталкивателя (рисунок 3).

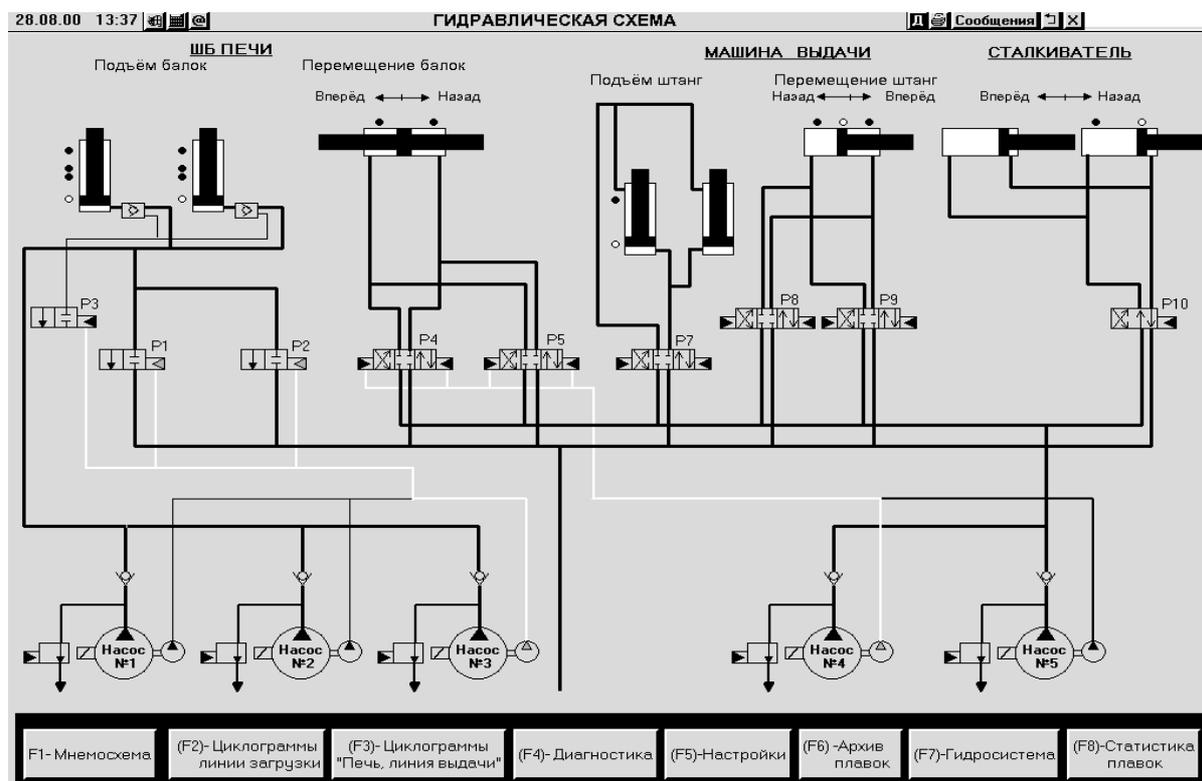


Рисунок 3 – Экран «Гидравлическая схема»

При внедрении новой автоматизированной системы управления загрузкой и выдачей заготовок экран «Гидравлическая схема» изменится следующим образом (рисунок 4).

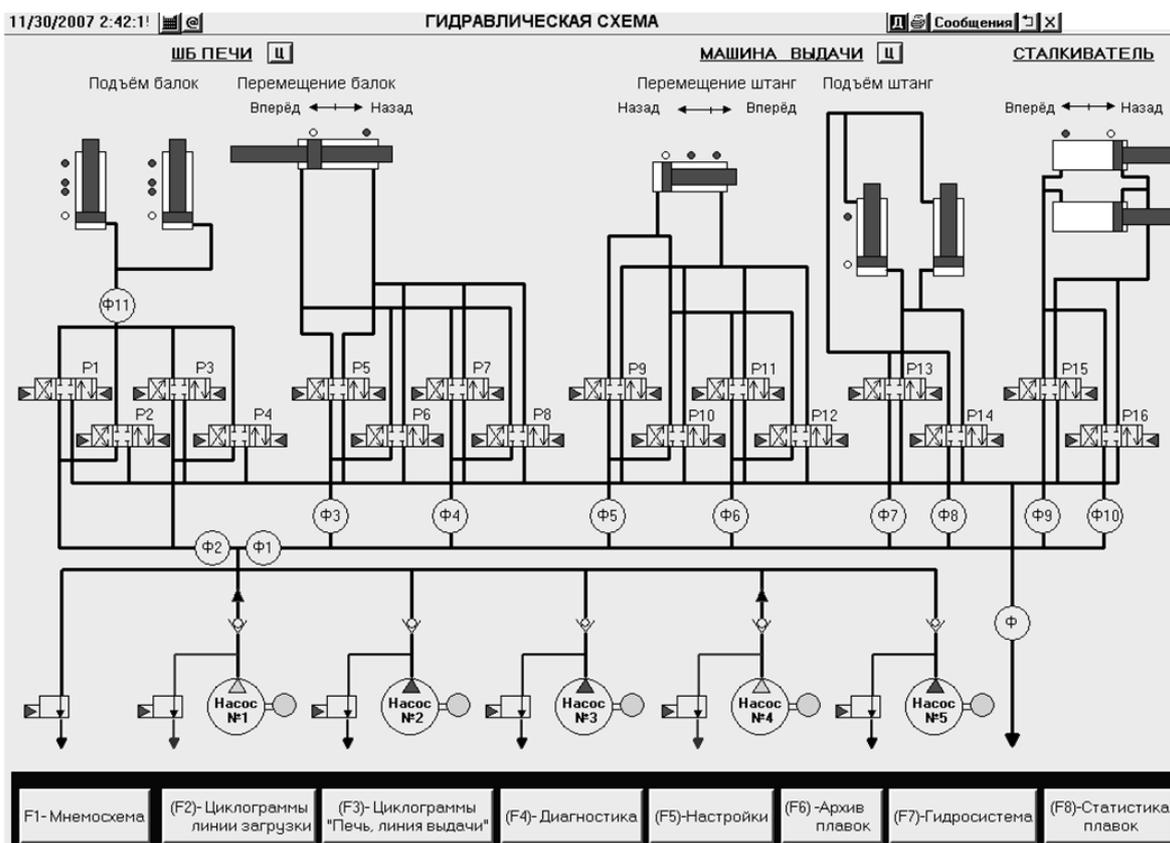


Рисунок 4 – Новый экран «Гидравлическая схема»

УДК 378.147:004

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Куропаткин Р.К.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Цымбал В.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Процесс информатизации образования предполагает внедрение компьютерных технологий в учебный процесс. Мультимедиа технологии находят свое применение в электронных учебниках, учебно-методических комплексах, виртуальных лабораторных работах и т.д., которые за последнее время приобрели неслыханную популярность и стали все больше применяться в учебном процессе наряду с традиционными печатными учебниками.

Разработка электронных изданий во многом может способствовать решению проблемы обновления и актуализации учебного материала, а также своевременного обеспечения обучаемых необходимыми учебными пособиями. Это обусловлено рядом объективных обстоятельств: бурное развитие науки, техники и культуры, приводит к быстрому устареванию

информации, особенно в такой области, как информатика.

Кроме того, компьютерные технологии, применяемые при разработке электронных учебных средств, позволяют наделить их многими дидактическими возможностями, которые невозможно реализовать в традиционных печатных учебниках (Рисунок 1).

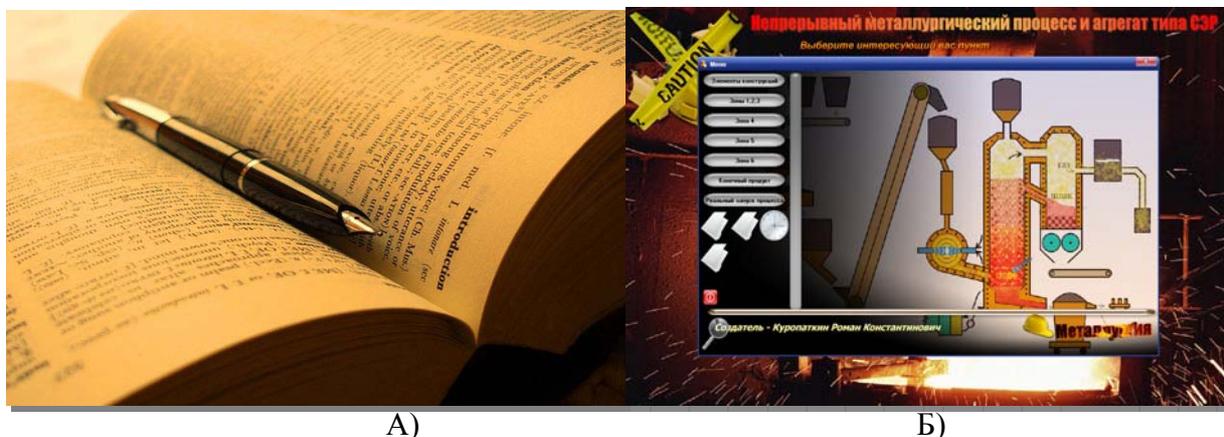


Рисунок 1 – А) – стандартный печатный учебник; Б) – электронный учебник

Технология создания мультимедийного учебника – одна из самых сложных педагогической информатики, поскольку создание качественного учебника предполагает знание множества инновационных программ.

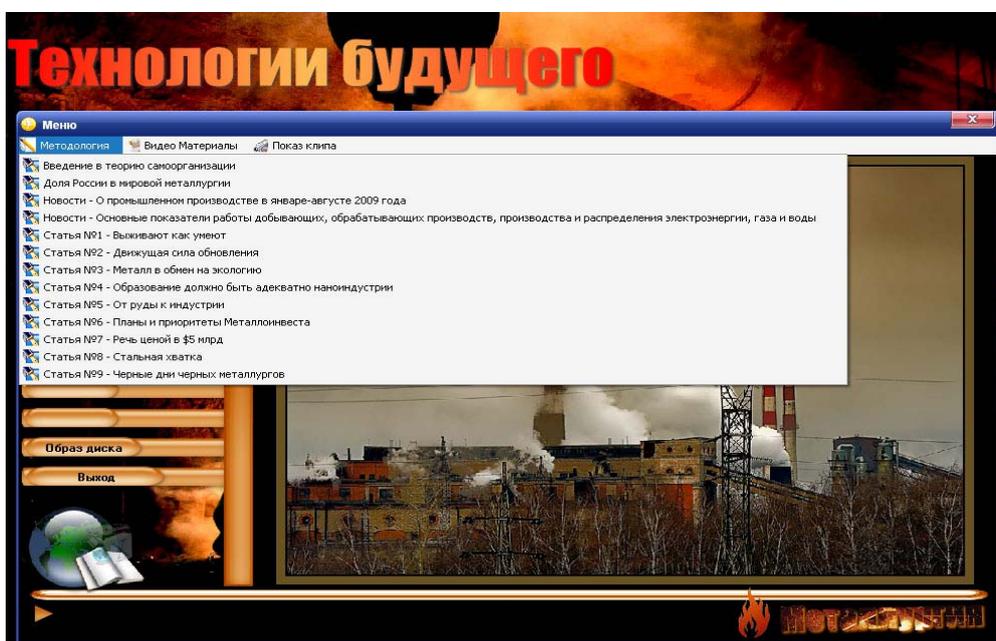


Рисунок 2 – Развивающийся (пополняемый) электронный учебник

Мультимедийные технологии обогащают процесс обучения, позволяют сделать обучение более эффективным, вовлекая в процесс восприятия учебной информации большинство чувственных компонент обучаемого (Рисунок 2).

Сегодня мультимедиа-технологии — это одно из перспективных направлений информатизации учебного процесса. В совершенствовании программного и методического обеспечения, материальной базы, а также в обязательном повышении квалификации преподавательского состава видится перспектива успешного применения современных информационных технологий в образовании.

Мультимедиа и гипермедиа-технологии интегрируют в себе мощные распределенные образовательные ресурсы, они могут обеспечить среду формирования и проявления ключевых компетенций, к которым относятся в первую очередь информационная и коммуникативная. Мультимедиа и телекоммуникационные технологии открывают принципиально новые методические подходы в системе общего образования.

*Мультимедиа* - это взаимодействие визуальных и аудиоэффектов под управлением интерактивного программного обеспечения с использованием современных технических и программных средств, они объединяют текст, звук, графику, фото, видео в одном цифровом представлении.

*Гипермедиа* – это компьютерные файлы, связанные посредством гипертекстовых ссылок для перемещения между мультимедийными объектами.

Для организации компьютерных классов в вузах привлекательными являются Интернет-технологии, однако, обладая преимуществами, связанными с возможностью получения актуальной информации, возможностями организации диалога практически со всем миром, они имеют серьёзные недостатки: это трудности при работе с большими объёмами информации при плохих линиях связи, невозможность работать без линий связи. Эти недостатки устраняются с использованием оптических компакт дисков, называемых CD и DVD диски.

Имеющиеся программные продукты, в том числе готовые электронные учебники и книги, а так же собственные разработки позволяют преподавателю повысить эффективность обучения. Незаменимым помощником преподавателя в поиске и получении информации, и как средство общения с коллегами, становится Интернет.

В настоящее время преподаватели сталкиваются с проблемой снижения уровня познавательной активности учащихся, нежеланием работать самостоятельно, да и просто учиться. Среди причин того, что студенты теряют интерес к занятиям, безусловно, надо назвать однообразие преподавания дисциплин. Отсутствие повседневного поиска приводит к шаблону в преподавании, а это проявление постоянства разрушает и убивает интерес, особенно студенческий. Только творческий подход к построению урока, его неповторимость, насыщенность многообразием приемов, методов и форм могут обеспечить эффективность. Существует много способов развития познавательной активности учащихся.

Один из способов это применение видеофильмов и мультимедиа технологий, которые дают возможность повысить степень активности

студентов и привлечь внимание учащихся.

Интенсивное проникновение в практику работы учебных заведений новых источников экранного преподнесения информации позволяет выделить видеометод в качестве отдельного метода обучения. Видеометод можно использовать для преподнесения знаний, для организации контроля, закрепления, повторения, обобщения, он успешно выполняет все дидактические функции. Метод покоится преимущественно на наглядном восприятии информации. Обучающая и воспитывающая функция данного метода обуславливаются высокой эффективностью воздействия наглядных образов. Информация, представленная в наглядной форме, является наиболее доступной для восприятия, усваивается легче и быстрее.

**Использование видеометода в учебном процессе обеспечивает возможность:**

- *дать обучающимся более полную информацию об изучаемых явлениях и процессах;*
- *повысить роль наглядности в учебном процессе;*
- *удовлетворить запросы, желания и интересы учащихся;*
- *освободить учителя (преподавателя) от части технической работы, связанной с контролем и коррекцией знаний;*
- *наладить эффективную обратную связь;*
- *организовать полный и систематический контроль, объективный учет успеваемости.*

Разумеется, еще рано делать окончательные выводы о степени влияния мультимедийных технологий на образовательную область в целом, хотя бы потому, что временной интервал существования этих технологий не сопоставимо мал в сравнении со временем развития общей педагогической науки. Но все, же вполне возможно отследить некоторые тенденции, которые начинают проявляться. Прежде всего, это связано с возникновением так называемых «информационных сред обучения» и «виртуальных образовательных пространств», «которые строятся по системе ученик–посредник–учитель, где в качестве посредника выступают современные средства информационных технологий». Появляются новые формы организации учебной информации, которые, прежде всего, характеризуются нелинейным структурированием учебного материала, что в свою очередь позволяет обучаемому, выбрать «индивидуальную траекторию обучения». В качестве примера можно привести радиально–концентрическую модель, «в центре которой находится сетевой гипертекст, а от него радиально расходится сеть вариативных курсов». Все эти факты ведут к необходимости научно–педагогического осмысления новых возможностей в обучении в связи с обогащением современного процесса образования мультимедийными обучающими технологиями.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ОБЖАТИЙ В КЛЕТЯХ ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА

Нюняев А.Е.

Научные руководители: к.т.н., профессор Кадыков В.Н.,  
доцент Мусатова А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Исследуемый листопрокатный цех металлургического предприятия функционирует как сложная производственная система, состоящая из агрегатов и участков, связанных между собой единым потоком горячего металла. Ведущим участком в цехе является участок прокатки, который формирует из нагретых заготовок (слябов) готовые листы заданных размеров (по толщине и ширине). Процесс прокатки осуществляется сначала в черновой двухвалковой клетки, а затем в трехвалковой чистовой клетки. В каждой из них одновременно прокатывается только один сляб (раскат).

Критерием оптимизации и ограничениями при расчете режимов обжатий являлись:

- минимальное количество пропусков и кантовок;
- назначение кантовки в черновой клетки осуществляется в зависимости от ширины раската  $b_p$ , длины бочки вала  $l_\delta$ ; если  $b_p \geq l_\delta$ , то необходимо проводить кантовку раската на  $90^\circ$ ;
- проверка соответствия полученных размеров раската (ширина и длина) после чистовой клетки заданным размерам листа с учетом припуска на температурный режим металла, длины готового раската  $L_p = l_l \cdot n_k$  и допустимого отклонения обрезки в раскате от ее номинального значения;
- рациональная загрузка привода двигателя прокатной клетки (назначенные обжатия не должны перегружать двигатель).

Для определения оптимальных режимов обжатий слябов рассматривались варианты режимов обжатий по пропускам, которые в процессе моделирования корректировались. Кроме этого осуществлялись расчеты энергосиловых параметров по пропускам при выбранной схеме обжатий. Если расчетная мощность электродвигателя превышала его номинальную мощность, то проводилось перераспределение режима обжатий в сторону уменьшения.

С целью снижения издержек производства необходима строгая регламентация производственных процессов, операций и технологических режимов, которая позволяет прогнозировать, рационально планировать и оперативно управлять материальными потоками в соответствии с поступающими заказами потребителей. На основании анализа действующей системы, известных методов расчета и полученного экспериментального материала, была разработана имитационная модель процесса прокатки в

черновой и чистовой клетях, которая позволяет рассчитать оптимальные режимы обжатий (рисунки 1, 2).

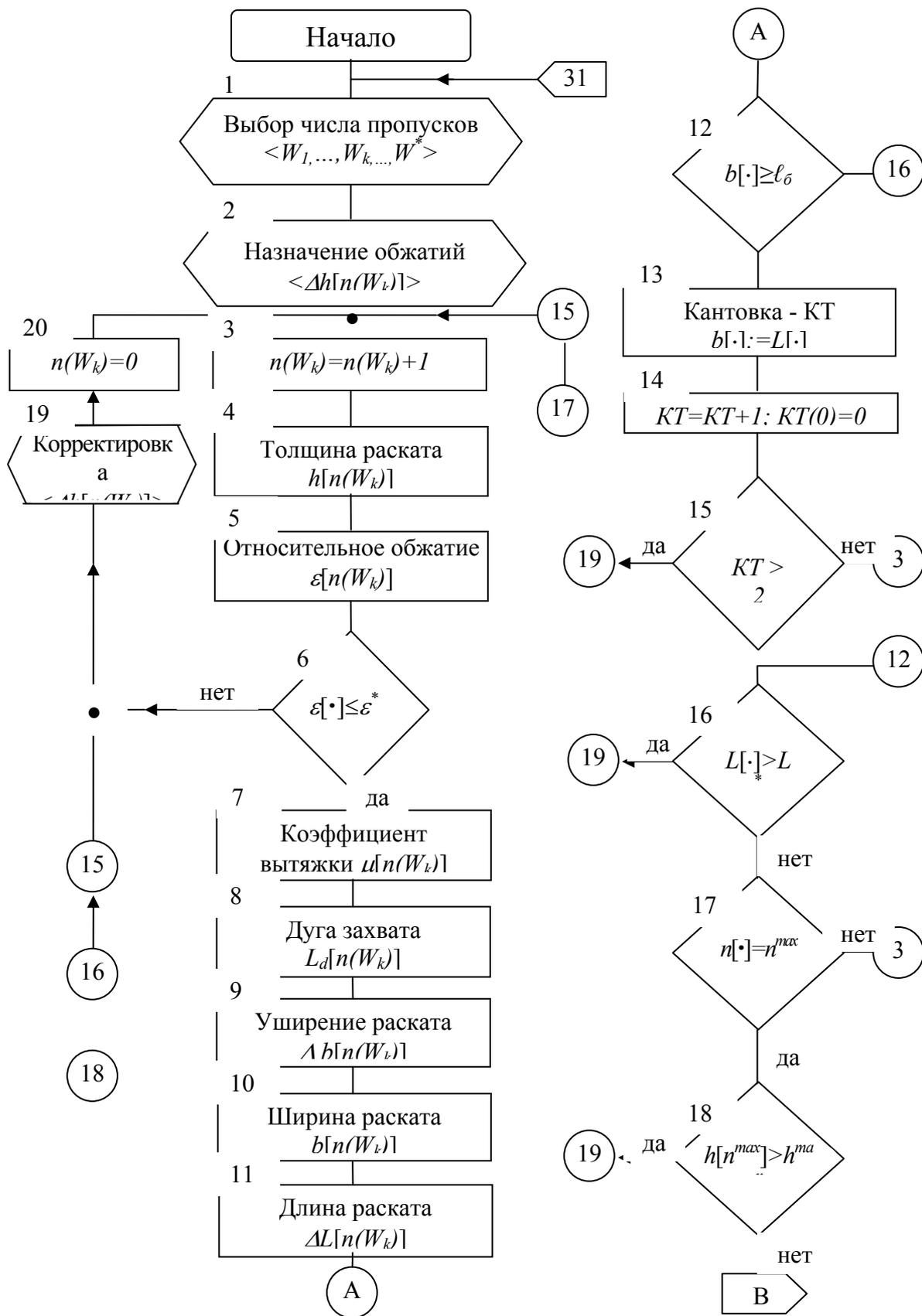


Рисунок 1 – Схема имитационного моделирования процесса прокатки в черновой клетях

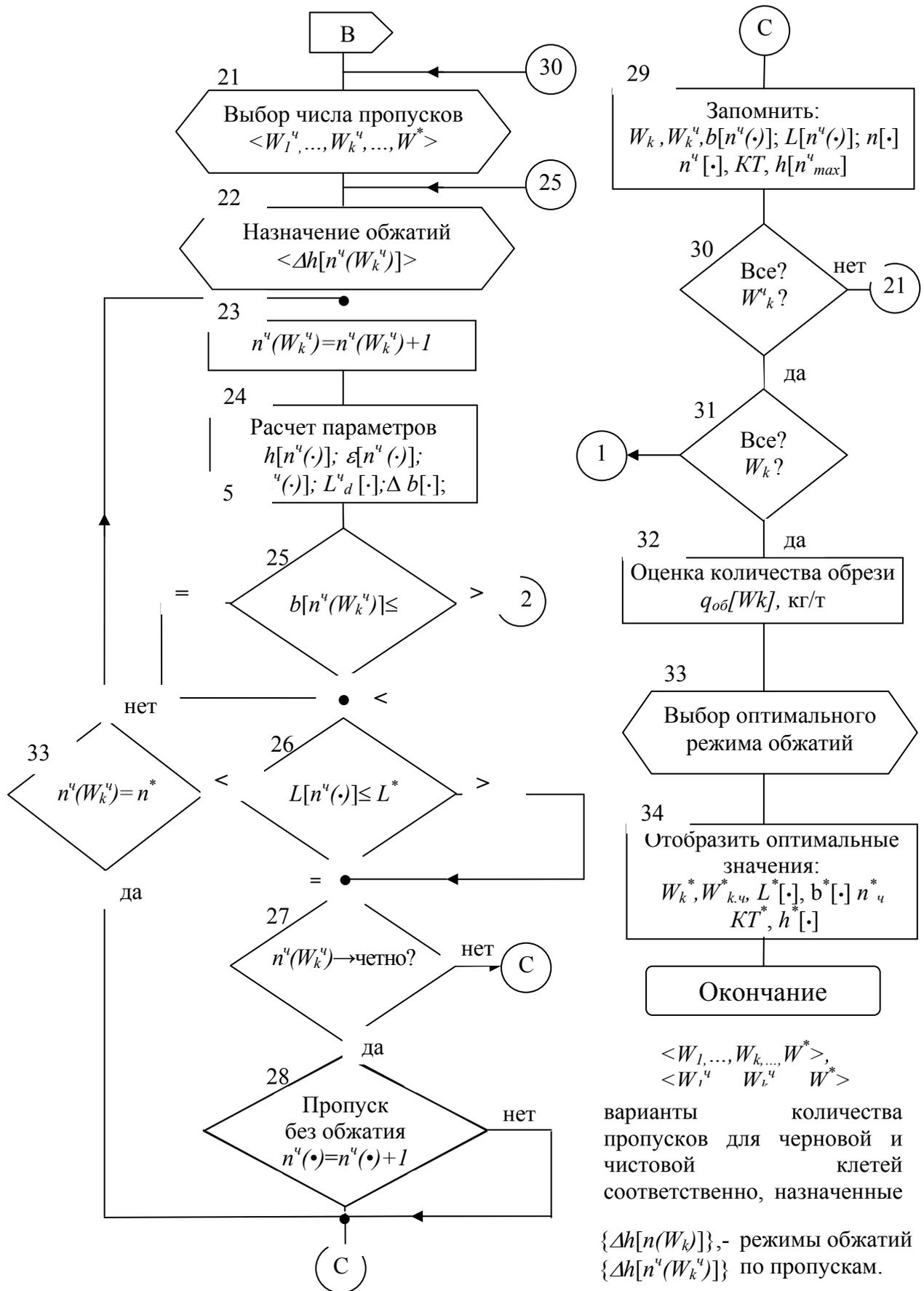


Рисунок 2 – Схема имитационного моделирования процесса прокатки в чистой клетке

## **ВИРТУАЛЬНАЯ ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ ВУЗА**

**Соколова Н.Б.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Ляховец М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Число человек, пользующихся Интернетом, и Рунетом в частности, растет в геометрической прогрессии. Также увеличивается число человек, которые в качестве источников информации используют информационные ресурсы Интернета. При этом по данным статистического ресурса RUметрика [1], 18% пользователей Интернета – это лица от 15 до 19 лет, являющиеся потенциальными абитуриентами. Таким образом, сайт учебного заведения должен иметь специальный раздел для абитуриентов, который поможет привлечь внимание молодых людей и их родителей к образовательным программам ВУЗа.

В специальном разделе для абитуриентов возможно размещение информации, способствующей выбору абитуриентом той или иной специальности (направления подготовки), а также информации об условиях, предъявляемых определенной специальностью к знаниям поступающего. Подобный раздел является виртуальным представительство приемной комиссии учебного заведения, и берет на себя часть информационной поддержки, осуществляемой персоналом приемной комиссии. Но информационная поддержка лишь часть функционала виртуальной приемной комиссии [2]. К другим возможностям виртуальной приемной комиссии можно отнести:

- Внедрение современных информационных технологий в работу образовательных учреждений.
- Автоматизация процесса приема документов от поступающих лиц.
- Облегчение контакта приемной комиссии и иногородних абитуриентов.

Первоначально раздел, посвященный абитуриенту, на сайте ВУЗа представлял собой список экзаменов и документов, необходимых для поступления, а также содержал контактную информацию (электронный и физический адреса приемной комиссии, часы приема и тому подобное). Но с развитием информационных технологий и распространением Интернета, данный раздел претерпел ряд изменений и приобрел следующие особенности:

1. Размещение актуальной информации о состоянии приемной кампании.
2. Публикация правил приема, бланков заявлений и других документов, которые необходимы для ознакомления в ходе поступления в ВУЗ.
3. Возможность виртуальной подачи документов (предварительной).

4. Возможность отслеживания ранжированного списка абитуриентов для каждой специальности в отдельности.

Тем не менее, большинство из представленных в российском сегменте Interneta виртуальных приемных комиссий учреждений образования можно разделить на 3 класса: *справочные, статистические и диалоговые*.

1. **Справочные виртуальные приемные комиссии** – содержат информацию о местонахождении учебного заведения и контактную информацию; информацию, описывающую специальности и правила приема.

Положительными сторонами данного класса являются простота в реализации и низкая стоимость разработки. Но, в то же время, подобные разделы обладают малой функциональностью, что становится серьезным недостатком, особенно при постоянном увеличении конкуренции среди ВУЗов. К таким виртуальным представительствам приемной комиссии можно отнести разделы сайтов Новгородского государственного университета [3], Кубанского государственного технологического университета [4], и Современной гуманитарной академии [5].

2. **Статистические виртуальные приемные комиссии** - содержат информацию не только характеризующую специальности, но и требования этой специальности к уровню знаний абитуриента; содержат статистическую информацию о предыдущих приемных кампаниях, т.е. содержится вся та информация, которая может потребоваться абитуриенту для первичного анализа соответствия требованиям, предъявляемым ВУЗом.

К достоинствам виртуальных приемных комиссий такого типа можно отнести то, что они предоставляют достаточную информационную поддержку абитуриенту в период приемной кампании, разработка их малозатратна, но при этом продолжительность разработки гораздо выше, чем у предыдущего класса. Статистическими виртуальными приемными комиссиями располагают сайты Московского государственного университета им. Ломоносова [6], Московского государственного университета экономики и статистики [7] и Кемеровского государственного университета [8].

3. **Диалоговые виртуальные приемные комиссии** - виртуальные приемные комиссии, в которых помимо оказания информационной поддержки, осуществляются операции по тесному взаимодействию абитуриентов и их законных представителей с приемными комиссиями и руководством ВУЗа, в том числе по виртуальной подаче документов; по формированию ранжированных списков абитуриентов на текущий момент, например, на основе технологии многокритериального рейтингования, и тому подобное.

Несмотря на то, что разработка разделов третьего класса требует больших затрат ресурсов (как человеческих и временных, так и материальных), их реализация ведет к повышению функциональности раздела на несколько порядков. Обновление раздела «Абитуриенту» в соответствии с современными информационными технологиями позволяет создать условия для диалога пользователя и приемной комиссии на расстоянии. Подобного класса виртуальные приемные комиссии есть на

сайтах Московского технического университета им. Баумана [9], Московского государственного технического университета «МАМИ» [10] и Тульского государственного университета [11].

В рамках развития сайта СибГИУ и увеличения информационной поддержки абитуриентов планируется расширение контента раздела «Абитуриенту». На данный момент виртуальную приемную комиссию СибГИУ [12] можно отнести к первому классу, то есть раздел «Абитуриенту» не отвечает требованиям по информированию абитуриента в полном объеме. Также отсутствие информации о предыдущих приемных кампаниях делает проблематичным статистический анализ имеющейся информации.

Для повышения функциональности раздела необходимо добавить информационно-статистические подразделы, например, такие как новостной подраздел, статистические данные о предыдущих приемных кампаниях (конкурс на место для каждой специальности, списки зачисленных, количество подавших заявление и количество зачисленных и тому подобное), подраздел с электронными версиями бланков заявлений, подраздел часто задаваемых вопросов, словарь абитуриента. Добавление таких подразделов повысит информирование абитуриента до нужного уровня. Внедрение подразделов «Подача документов» и «Ранжированный список абитуриентов для специальностей» поможет организовать диалог между абитуриентом и удаленной приемной комиссией.

Однако, в рамках автоматизации работы технического персонала приемной комиссии простого добавления этих разделов недостаточно, так как «ручное» их заполнение сделает информацию менее актуальной, из-за возросших длительности и трудоемкости обновления данных. Поэтому требуется внедрение автоматизированной информационной системы виртуальной приемной комиссии (АИС ВПК), являющейся неотъемлемой частью автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений приемной комиссии (АИС ППР ПК) [13], что поможет в установлении взаимодействия между АИС ВПК и подразделами сайта «Подача документов» и «Ранжированный список абитуриентов для специальностей».

Усовершенствование раздела до представленного на макете дает следующие преимущества:

- Автоматизация приема документов, что ведет к:
  - снижению влияния человеческого фактора за счет уменьшения количества ошибок;
  - увеличению скорости приема документов;
  - возможности экспорта данных в сторонние программные средства университета для их анализа и обработки, например, АИС ППР ПК и АИС «Контингент».
- Доступность бланков, необходимых для подачи документов, ведет к комплексному заполнению абитуриентом всех необходимых бумаг и

ускоряет процедуру подачи документов.

- Информационная поддержка поступающего позволит абитуриенту быть в курсе актуальных событий приемной кампании ВУЗа.
- Упрощение процедуры подачи документов иногородними абитуриентами.
- Возможность узнать заранее требования, предъявляемые каждой специальностью к уровню знаний абитуриента.

Макет раздела представлен на рисунке 1.

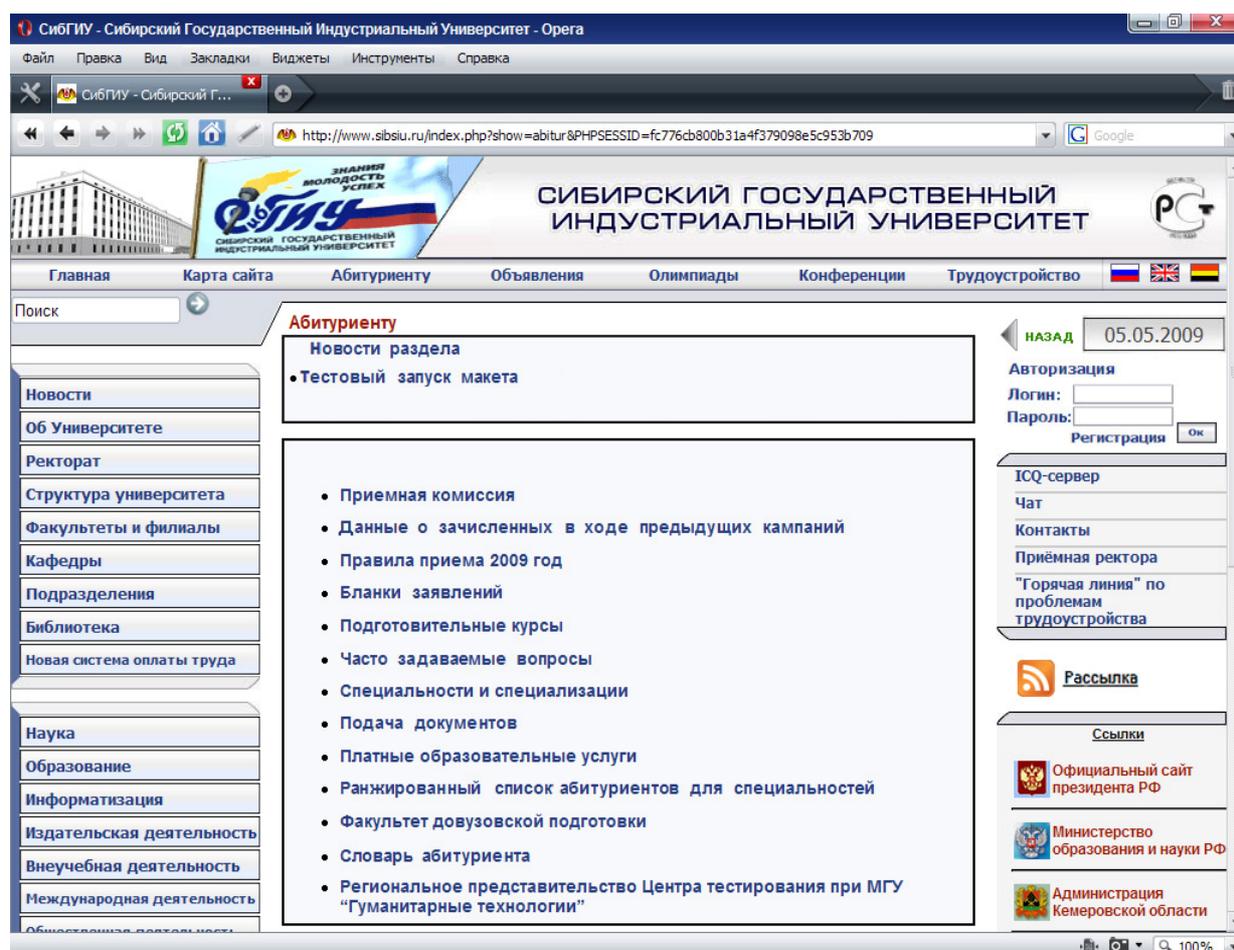


Рисунок 1 – Макет обновленного раздела «Абитуриенту»

Таким образом, все указанные преимущества дают возможность вывести на новый уровень диалог поступающего и приемной комиссии. С другой стороны, интеграция с автоматизированной информационной системой поддержки принятия решений приемной комиссии ВУЗа позволит проводить в режиме реального времени мониторинг ситуации, обработку и анализ полученной информации ответственными лицами приемной комиссии. Это в комплексе делает предлагаемую разработку удобной и многофункциональной для абитуриентов, так и для ВУЗа в целом.

#### Библиографический список

1. RUметрика [Электронный ресурс] – Режим доступа –

[<http://rumetrika.rambler.ru/>] – Загл. с экрана.

2. Пыхтин А.И. Виртуальная приемная комиссия региона // Открытое образование, 2007, №6. – С. 27 – 30.

3. Новгородский государственный университет [Электронный ресурс] – Режим доступа – [[http://uspo.novsu.ac.ru/doc/priemn\\_kom.shtml](http://uspo.novsu.ac.ru/doc/priemn_kom.shtml)] – Загл. с экрана.

4. Кубанский государственный технологический университет [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://kubstu.ru/>] – Загл. с экрана.

5. Современная гуманитарная академия [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://www.muh.ru/>] – Загл. с экрана.

6. Московский государственный университет им. Ломоносова [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://www.msu.ru/entrance/>] – Загл. с экрана.

7. Московский государственный университет экономики и статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://www.pk.mesi.ru/>] – Загл. с экрана.

8. Кемеровский государственный университет [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://abiturient.kemsu.ru/faq/faq.htm>] – Загл. с экрана.

9. Московский технический университет им. Баумана [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://www.bmstu.ru/mstu/abitur>] – Загл. с экрана.

10. Московский государственный технический университет «МАМИ» [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://www.mami.ru/pk/index.php>] – Загл. с экрана.

11. Тульский государственный университет [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://abitur.tsu.tula.ru/>] – Загл. с экрана.

12. Сибирский государственный индустриальный университет [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://www.sibsiu.ru/>] – Загл. с экрана.

13. Соколова Н.Б. Методы и алгоритмы автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений приемной кампании вуза // Инновации молодых ученых: Сборник докладов участников Молодежного научно-инновационного конкурса на 67-ой науч.-техн. конференции. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – С. 89-90.

УДК 004.032.26

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАВМАТИЗМА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Максимова Н.Н.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Киселева Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Автоматизированная информационная система «Социально-

гигиенический мониторинг», функционирующая в рамках Кустового медицинского информационно-аналитического центра (КМИАЦ) г. Новокузнецка, содержит анализирующий блок «Здоровье», направленный на контроль состояния здоровья населения, оценивание его показателей, выдачу рекомендаций по повышению уровня социального благополучия населения и установления причинно-следственных связей наиболее распространенных заболеваний, а также обеспечения органов управления городского и территориального уровня достоверной информацией о состоянии социальной среды населения, требующей принятия решений по управлению системой здравоохранения [1].

В рамках анализирующего блока «Здоровье» сделана попытка использования нейронных сетей для прогнозирования уровней производственного и бытового травматизма с целью выявления устойчивых признаков их повышения с тем, чтобы на основе имеющейся развитой базы данных и анализирующей системы установить причины и принять соответствующие меры по их устранению.

В частности, рассмотрена задача построения структуры нейронного прогнозатора с его конкретизацией для прогнозирования рядов данных, характеризующих количество бытовых и производственных травм, зафиксированных в городе Новокузнецке в течение месяца. Рассматриваемые реализации включали шесть лет (с 2003 г. по 2008 г.).

Для формирования структуры нейронного прогнозатора с целью выявления факторов, влияющих на уровень травматизма, был проведен предварительный анализ реализаций данных, характеризующих травматизм. В результате анализа было установлено, что на эти показатели влияет сезонность. В частности, в летний период количество бытовых травм наибольшее, а в зимний период - наименьшее. Наблюдаются существенные различия этих показателей в зависимости от возраста людей (у трудоспособного населения число бытовых и производственных травм больше, чем у остальных людей) и выявлены существенные различия по половым признакам. На первом этапе возрастной фактор не учитывался, так как у нейронной сети существенно возрастает число входов, а количество данных, включающих шесть лет (72 значения), для такого числа входов недостаточно, поэтому качество прогнозирования получается не слишком высоким. По мере накопления информации о травматизме структура прогнозатора будет усложнена.

По результатам предварительного анализа было определено количество входных и выходных факторов нейронного прогнозатора, а также количество нейронов в скрытом слое, которое выбирается в зависимости от числа зафиксированных входов. Таким образом, было отобрано 8 входов, 2 выхода и один промежуточный слой с 17 нейронами в нем. Прогнозирование осуществлялось на один, два и три месяца.

Нейронный прогнозатор выбран в виде многослойного персептрона с одним скрытым слоем (в виде двухслойной нейронной сети) [2]. Первый

слой - сенсорный или входной; внутренний слой называется скрытым и последний слой – выходной или результативный.

Полученная структура нейронного прогнозатора приведена на рисунке 1, где приняты следующие обозначения:  $V_1(n) \div V_6(n)$ ;  $X_1(n), X_2(n)$  – входные величины, в качестве которых взяты:  $V_1(n)$  и  $V_2(n)$  – факторы сезонности, причем в зимние месяцы  $V_1(n) = V_2(n) = 1$ ; в весенние месяцы  $V_1(n) = 0, V_2(n) = 1$ , в летние месяцы  $V_1(n) = 1, V_2(n) = 0$ , в осенние месяцы  $V_1(n) = V_2(n) = 0$ ; факторы  $V_3(n) \div V_6(n)$  отображают влияние на производственный и бытовой травматизм половых признаков. Величины  $X_1(n)$  и  $X_2(n)$  соответствуют количеству случаев производственных и бытовых травм за текущий  $n$ -ый месяц, а  $X_1(n+1), X_2(n+1)$  – количества производственных и бытовых травм, спрогнозированные на следующий  $(n+1)$ -ый месяц.

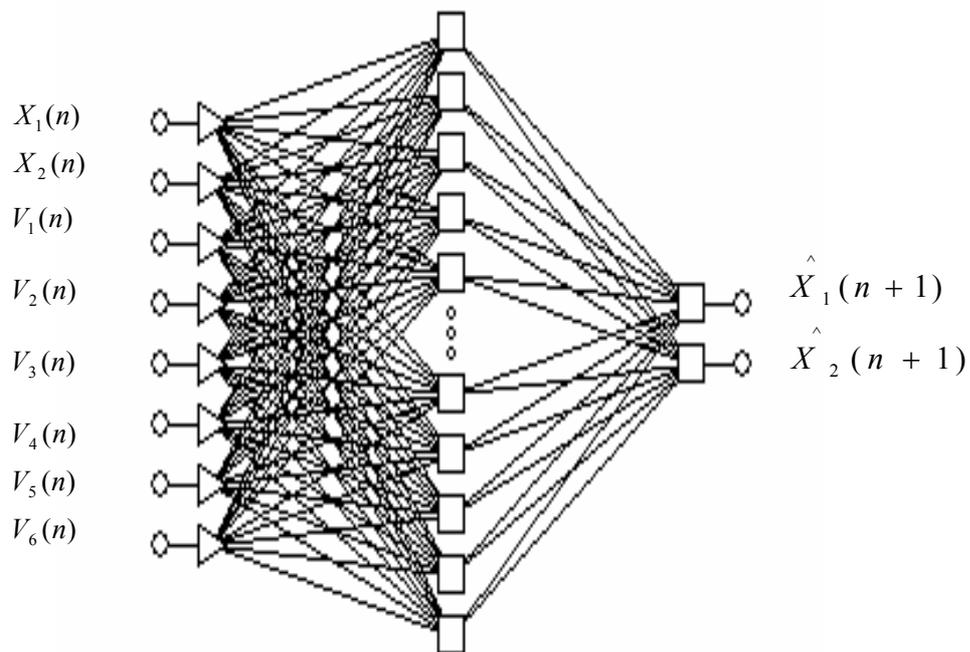


Рисунок 1 – Структура нейронного прогнозатора, построенного на базе многослойного персептрона

Для использования нейронного прогнозатора сеть вначале необходимо обучить. От того, насколько тщательно решена задача обучения в значительной степени зависит точность прогнозирования рядов данных. Постановка задачи обучения сети дана в следующем виде.

Дано:

1. Реализация данных, характеризующих прогнозируемый параметр.
2. Результаты предварительного анализа данных с целью выявления

входных и выходных переменных.

3. Программный продукт, моделирующий искусственные нейронные сети – STATISTICA Neural Networks.

4. Тип обучения нейронной сети: обучение с учителем.

5. Число слоев нейронного прогнозатора.

6. Известные методы обучения сети: обратного распространения ошибки; сопряженных градиентов; быстрого распространения.

7. Ограничение: весовые коэффициенты при обучении изменяются в диапазоне от -1 до +1.

8. Критерий: среднеквадратическая ошибка, полученная на каждом шаге обучения - целевая функция следующего вида:

$$E(w) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N (X_j(n) - \hat{X}_j(n, w))^2}{J \cdot N}}, \text{ где } \hat{X}_j(n, w), X_j(n) - \text{прогнозные и фактические}$$

значения  $j$ -го показателя травматизма; причем в общем случае  $j = \overline{1, J}$ ;  $n = \overline{1, N}$ ,  $n$  – текущий номер в реализации длиной в  $N$  значений;  $w$  – значения весов нейронной сети.

Требуется: Обучить нейронный прогнозатор с тем, чтобы он удовлетворял ограничению и минимизировал критерий: 1) выбрать наилучший алгоритм обучения по минимальному значению целевой функции, количеству эпох и затраченному времени; 2) оценить точность работы прогнозатора на контрольной выборке.

Процесс обучения нейронной сети, предназначенной для прогнозирования, позволяет получить оптимальные настроечные параметры, в качестве которых выступают такие величины весов и порогов нейронной сети, которые приводят к минимальному значению ошибки прогноза. Это является основной целью обучения нейронной сети. Реализации данных, характеризующих бытовой и производственный травматизм, разбиты на две части: обучающую и контрольную. На обучающей реализации сеть обучается, а с помощью контрольной - проверяется точность прогнозирования.

Среди алгоритмов обучения наиболее популярными являются: алгоритм обратного распространения ошибки, градиентные алгоритмы и алгоритм сопряжения градиентов. [2]. Все эти методы, по сути, являются градиентными и основаны на поиске вектора градиента поверхности ошибок, который указывает направление наискратчайшего спуска по поверхности из данной точки в сторону уменьшения ошибки прогнозирования. Значение ошибки, а также градиента поверхности ошибок используется для корректировки весов. Обучение происходит до тех пор, пока ошибка не уменьшится до требуемого значения, либо когда она перестанет уменьшаться. Процесс обучения нейронной сети с помощью градиентных алгоритмов можно описать следующим образом. На каждом шаге обучения (шаги называются *эпохами*) на вход сети поочередно подаются все обучающие наблюдения (из обучающего ряда); выходные

значения сети сравниваются с желаемыми значениями, в качестве которых выступают прогнозируемые показатели травматизма. По целевой функции вычисляется ошибка прогнозирования; значение ошибки, а также градиент поверхности ошибок используются для корректировки весов нейронной сети, после чего действия повторяются.

При использовании различных методов обучения сделан выбор наилучшего из них по следующим показателям: 1) количество эпох, необходимых для достижения локального минимума; 2) время достижения локального минимума; 3) значение критерия  $E(w)$  в точке локального минимума. Оптимальным оказался алгоритм сопряженных градиентов, при использовании которого потребовалось 25 эпох для достижения локального минимума целевой функцией.

На рисунках 2 и 3 показаны результаты прогнозирования производственного и бытового травматизма.

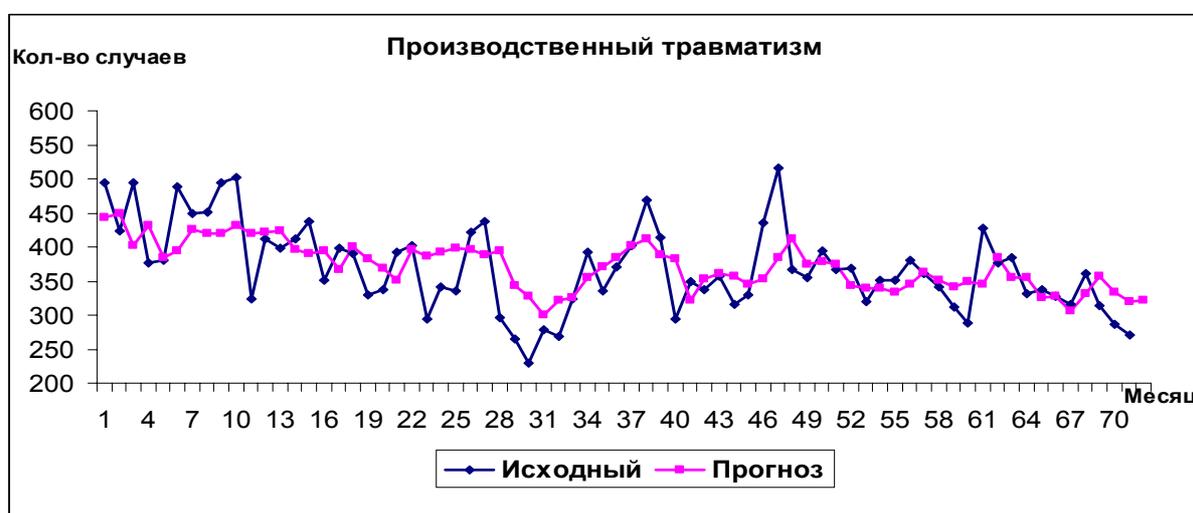


Рисунок 2 – Прогнозные и фактические значения количества случаев производственного травматизма по месяцам

Точность прогнозирования при прогнозе на 1, 2 и 3 месяца оценивалась по среднемодульному критерию, значения которого приведены для обоих рядов данных в таблице.

Полученные ошибки прогнозирования при прогнозе на первый месяц соответствуют 7,99 % (СМО = 26,58) для бытового травматизма и 7,88 % (СМО = 298,82) для производственного травматизма. Такая точность считается приемлемой, так как предельно допустимая ошибка составляет 10 %. Как видно из таблицы, при прогнозировании числа случаев травматизма на 2-ой и 3-ий месяцы результаты, безусловно, ухудшились, а именно точность прогнозирования количества бытовых травм составила на 2-ой месяц 8,12 % (СМО = 28,41), а на 3-ий – 8,51 % (СМО = 30,24); для производственного травматизма точность равна 8,42 % (СМО составляет 303, 53) и 8,96 % (СМО = 308,91). Такую точность также можно считать

приемлемой.

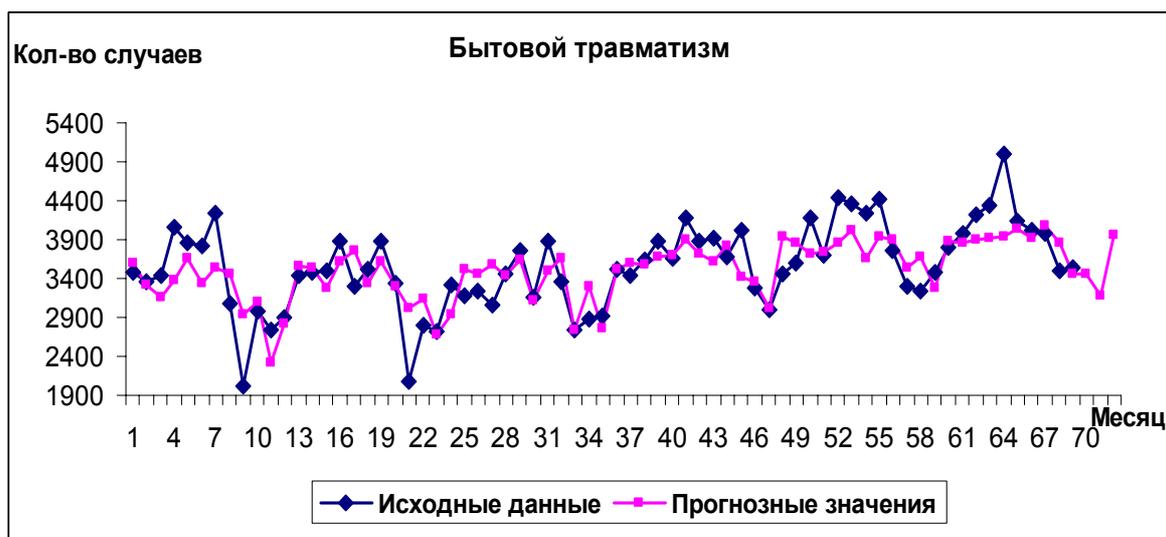


Рисунок 3 – Прогнозные и фактические значения количества случаев бытового травматизма по месяцам

Таблица – Значения среднемодульного критерия при прогнозировании количества производственных и бытовых травм на 1, 2 и 3 месяца

СМО	Производственный травматизм	Бытовой травматизм
на 1 месяц	26,58	298,82
на 2 месяц	28,41	303,53
на 3 месяц	30,24	308,91

Если прогнозные показатели бытовых или производственных травм устойчиво возрастают в 1, 2 и 3-ий месяцы прогноза или хотя бы наметилась тенденция к их росту, аналитическая группа КМИАЦ выявляет возможные причины, которые в будущем могут привести к ухудшению состояния бытового или производственного травматизма. Результаты анализа сообщаются соответствующим органам управления городского и регионального уровня для принятия мер по их устранению.

#### Библиографический список

1. Жилина Н.М. Автоматизированная система социально-гигиенического мониторинга здоровья и среды обитания – инструмент принятия научно обоснованных решений: монография / Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин, Т.В. Сапрыкина. - Новокузнецк, 2005. – 159 с.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 343 с.

## **О МОДЕРНИЗАЦИИ ПОДСИСТЕМЫ ОБМЕНА ТЕКСТОВЫМИ СООБЩЕНИЯМИ МЕЖДУ СОТРУДНИКАМИ АКБ «БСТ-Банк»**

**Потехин М.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Кораблина Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Системой обмена текстовыми сообщениями, используемой в АКБ «БСТ-банк» ЗАО, является Intranet Chat версии 1.21b6, которая позволяет реализовать следующие возможности: массовое оповещение сотрудников, дистанционное обучение и консультация, отправка запроса на проведение каких-либо мероприятий или работ, использование функции «Доски объявлений» для длительного информирования сотрудников о чем-либо.

Первым недостатком является отсутствие возможности отправки оффлайновых сообщений. Данный недостаток существует из-за отсутствия функции сохранения сообщения для последующей переправки пользователю, когда он будет подключен к системе обмена текстовыми сообщениями. Существует также вероятность, что сотрудник не обратит внимание на личное сообщение из-за того, что личные и публичные сообщения отображаются в одном текстовом поле. Также клиент системы не имеет функции уведомления о пришедших сообщениях.

Второй недостаток – это отсутствие аутентификации пользователей в системе. Это может привести к тому, что доступ в систему получают посторонние лица. Создание в системе базы данных позволит устранить указанные недостатки. База данных позволит получать историю сообщений конкретного пользователя и отслеживать состояния отправленного сообщения (например: «отправлено», «доставлено», «прочитано»).

Третьим недостатком является отсутствие шифрования при передаче сообщений по сети, что является недопустимым, так как это может позволить злоумышленнику исказить передаваемое сообщение либо использовать его в своих личных целях.

Четвертый недостаток является наиболее существенным. Он связан с тем, что большое количество отправленных сообщений не доходит до конечного пользователя.

Цель работы заключалась в уменьшении непроизводительных затрат времени на передачу сообщений между сотрудниками организации и защите передаваемой информации от постороннего вмешательства.

В рамках данной цели решены следующие задачи:

- построение базы данных;
- построение автоматизированной информационной системы.

Полученные результаты можно охарактеризовать следующим:

1. Спроектирована и реализована база данных, которая позволяет хранить сведения о пользователях, их правах доступа в систему и группах, к которым они принадлежат, а также личные сообщения пользователей и сообщения для отображения при помощи функции «Доска объявлений». При построении базы данных использовалась система управления базами данных (СУБД) MySQL версии 5.0.24. Данная СУБД была выбрана по следующим причинам:

- распространение по универсальной общедоступной лицензии GNU (GNU GPL). Данная лицензия позволяет свободно распространять программное обеспечение [1];

- кроссплатформенность.

2. Разработана определенная универсальная структура сообщения, позволяющая клиенту и серверу обмениваться сообщениями в едином формате, что снижает число конфликтных ситуаций с неверной обработкой полученных данных.

Данная структура представляет собой набор из тегов (англ. tag – ярлык, этикетка, бирка; метить), параметров, а также данных, хранящиеся внутри сообщения.

Теги позволяют отделять одни параметры от других. Совокупность знаков, из которых состоят теги, запрещены для использования в текстовом сообщении, которое формируется пользователем. Теги делятся на пять типов:

- тег начала параметра;
- тег окончания параметра;
- тег разделения данных;
- тег начала сообщения;
- тег окончания сообщения.

Параметры предназначены для различения хранящихся в сообщении данных. Одноименные параметры в сообщении могут использоваться только один раз. В зависимости от типа сообщения в нем могут использоваться все параметры, либо только определенные.

Определенная последовательность записи тегов, параметра и данных в сообщении представляет собой блок данных. Таким образом, сообщение – это совокупность блоков данных, следующих друг за другом и тегов начала и окончания сообщения.

3. Разработан криптографический алгоритм, который основан на методе построения блочных шифров «сеть Фейстеля». Сеть представляет собой определенную интегрированную структуру [1].

Число итераций в разработанном алгоритме равно восьми. Все данные разбиваются на блоки фиксированной длины. В случае, если длина входного блока меньше, чем размер, который шифруется заданным алгоритмом, блок удлиняется методом добавления нулей. Длина блока и длина ключа содержат 64 бита.

Выбранный блок делится на два равных подблока — «левый» (L0) и

«правый» (R0). L0 и R0 видоизменяются операцией «исключающее или» с помощью раундовых ключей. В конце раунда L0 и R0 меняются местами. После чего операция шифрования повторяется еще 7 раз; при этом при переходе от одного этапа к другому меняются раундовые ключи.

4. Разработана автоматизированная информационная система на основе «клиент-серверной» архитектуры при помощи среды разработки Delphi 7. Обмен данными между сервером и клиентом происходит при помощи стека протоколов TCP/IP. Клиент системы не имеет непосредственного доступа к базе данных, а все необходимые сведения получает от сервера в виде сообщений. Сервер взаимодействует с базой данных только при помощи SQL-запросов. Данный принцип функционирования разработанной системы представлен на рисунке 1.

Серверная часть системы обладает следующими достоинствами:

- Создает возможность удобно работать с базой данных, которая заключается в возможности регистрировать новых пользователей (в автоматическом или ручном режиме), добавлять новые группы пользователей, определять права пользователей для доступа в систему, а также изменять данные зарегистрированных пользователей.

- Отслеживает доставку сообщения, переправляет сообщения, если они не были доставлены, и сохраняет необходимые сообщения в базе данных.

- Аутентифицирует пользователей в системе.

- Создает возможность мониторинга событий. Позволяет отслеживать те или иные события, происходящие на сервере, что способствует достаточно быстрому устранению возникших ошибок.

- Делает шифрование и дешифрование отправляемых сообщений.



Рисунок 1 – Структура автоматизированной информационной системы обмена текстовыми сообщениями

Клиент системы имеет возможность:

- Отслеживать и исправлять ненормативную лексику в сообщениях;
- Использовать функции «Доски объявлений», позволяющей пользователям размещать сообщения для более длительного отображения в интерфейсах других пользователей, чем личные или публичные сообщения;
- Отображать отдельно личные и публичные сообщения. Имеется функция уведомления о пришедших личных сообщениях.
- Имеет возможность использовать удаленную регистрацию в системе.
- Имеет функцию автоматического копирования сообщения для последующего, если необходимо, быстрого формирования готовых сообщений;
- Шифровать и дешифровать отправляемые сообщения.

Таким образом, разработанная автоматизированная информационная система позволила устранить все указанные недостатки Intranet Chat версии 1.21b6, а также привнесла дополнительные функции.

УДК 622.6

## **О МОДЕРНИЗАЦИИ АИС ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПЕНСИОННОГО ФОНДА РФ**

**Стафиевский А.Ю.**

**Научный руководитель: к.т.н., Кораблина Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Ежегодно организации предоставляют отчетность в Пенсионный фонд с указанием количества отчислений на накопительную часть пенсии своих работников. Для автоматизации данного процесса была разработана система электронного документооборота Пенсионного фонда Российской Федерации (ПФР).

Рассмотрим схему движения документов в системе: все документы от страхователя проходят через оператора связи и поступают в Центр обработки данных (ЦОД), где происходит их машинная обработка. По ее результатам формируется подтверждение, которое уходит обратно страхователю. Далее ЦОД передает документы конкретному специалисту ПФР, который при необходимости формирует протокол контроля и отправляет его обратно на ЦОД, после этого протокол передается оператору связи и уходит к страхователю. Таким образом, физически система представляет собой совокупность локальных сетей, объединенных между собой с помощью глобальной сети Интернет. Подсистема анализа и обработки располагается в Отделении Пенсионного фонда в г. Кемерово.

Для унификации процесса передачи документов Правлением

Пенсионного фонда был разработан транспортный пакет, который выглядит следующим образом: в пакете располагается справочный документ «Описание пакета», который описывает транзакцию, отправителя и получателя пакета и перечень передаваемых документов. Все документы в пакете заверены электронными цифровыми подписями (ЭЦП) отправителя. Тем не менее, на практике структура пакета может отличаться в зависимости от конкретного оператора связи.

В результате анализа работы системы был выявлен ряд недостатков: недостаточная защищенность и медленная работа системы; отсутствие отчетов для анализа ее работы; игнорирование новых форм документов, которые не поддерживаются системой и интерпретируются как неправильные. Для устранения выявленных недостатков было принято решение о модернизации исходной системы. Процесс модернизации проходил в два этапа.

На первом этапе вносились изменения в структуру базы данных. Первоначальная структура базы характеризовалась большим количеством таблиц, хотя все хранимые документы имеют схожую структуру. Также в процессе эксплуатации системы таблица «Отчет» разбивалась на три одинаковых таблицы: отчеты, анкетные данные и отчетность согласно ФЗ №56. Все это делало структуру базы запутанной и менее гибкой, что является немаловажным фактором для данной системы. После изменения структуры базы данных количество таблиц сократилось до 6. Также удалось избавиться и от однотипных таблиц, объединив их в общую таблицу «Документ».

После изменения базы данных на втором этапе производилась модернизация самой информационной системы. Изменения в систему также вносились поэтапно.

Сначала была изменена техническая структура системы. До модернизации комплекс «Центр обработки данных» состоял из двух модулей: ЦОД, который используется для непосредственной обработки документов, и Модуль управления ЦОДом. Модули находятся на одном компьютере и какое-либо сетевое управление отсутствует. ЦОД физически расположен в демилитаризованной зоне, где производит работу с расшифрованными документами.

После модернизации ЦОД был перенесен в локальную сеть, а в демилитаризованной зоне появился модуль транспортировки. Был разработан модуль АРМ мониторинга ЦОДа для того, чтобы специалисты Пенсионного фонда могли отслеживать, на какой стадии обработки находится конкретный документ.

Также в АРМ мониторинга ЦОДа была добавлена возможность составления отчетов для анализа работы системы. С помощью этих отчетов можно узнать, сколько было предоставлено отчетов в каждое управление Пенсионного фонда в общем или же с разделением по операторам связи, либо получить список всех отчетов конкретной организации.

Основная работа по модернизации информационной системы была произведена на следующем этапе, на котором были перепроектированы или обновлены многие программные модули.

На рисунке показана диаграмма программных классов модуля обработки пакета документов. Он имеет ряд недостатков:

1. Работа с пакетом документов производится через класс `SNPacketZIP`. Поэтому, меняя что-то для одного оператора связи, можно случайно изменить алгоритм обработки документа для другого оператора.

2. Из-за специфики инструментария для работы с СУБД `Lotus Domino` в многопоточном приложении на данный момент между всеми потоками используется всего одно подключение к базе данных, доступ к которой происходит в порядке «живой очереди».

При проектировании модернизированной библиотеки применялись различные шаблоны проектирования (абстрактная фабрика, одиночка, композиция и др.).

Параллельно был переработан модуль управления очередями подключений к базе данных. Алгоритм работы этого модуля позволяет скрыть все особенности работы с базой данных и при внесении изменений в программный код отдельного потока программист об этом может не думать.

Так как модуль для работы с пакетами документов стал использоваться не только в подсистеме обработки и анализа, то возникла необходимость работы с различными криптографическими средствами. Поэтому далее был переработан программный модуль работы с криптографией. Данный модуль должен работать с различными средствами криптографической защиты:

- СКЗИ Домен-К;
- СКЗИ, работающие через интерфейс `Microsoft CryptoAPI 2.0`;
- СКЗИ Верба версии 6.0.

Работа с криптографией производится с помощью модуля `SNCryptFactory`, который реализован в виде абстрактной фабрики. С помощью фабричного метода `CreateFactory` создается конкретный экземпляр фабрики для работы с конкретным криптографическим модулем. Фабрика позволяет создавать объекты двух видов в зависимости от потребностей клиента:

1) Объекты `SNCSF` используются для выполнения криптографических операций (подпись, шифрование и т.д.).

2) Объекты `SNCertificateStore` служат для работы с хранилищами сертификатов открытого ключа ЭЦП участников документооборота.

Отдельно реализован модуль для работы с сертификатами открытого ключа ЭЦП.

В результате модернизации существующей системы удалось добиться более стабильной ее работы, которая, кроме того, стала более защищенной. Также в систему был добавлен новый «функционал» по составлению отчетов для анализа системы и обеспечена поддержка новых форм документов. Были перепроектированы и обновлены многие программные модули, разработаны дополнительные модули.

## О КОМПЛЕКСНОМ МНОГОВАРИАНТНОМ ПОДХОДЕ ПРИ АНАЛИЗЕ БИРЖЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Жердева Ю.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кораблина Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Огромное количество текстовой и числовой биржевой информации ежедневно порождается и оседает в хранилищах данных. При анализе данной информации чаще всего используют классические методы технического анализа. Несмотря на достигнутые успехи и большое разнообразие в подходах к анализу биржевых данных существует потребность в качественном расширении используемых моделей, методов и инструментов, особенно по пути комплексного многовариантного подхода.

Анализ *автокорреляционных функции*, построенных для различных рядов данных, характеризующих деятельность бирж, за различные периоды наблюдения, а также *скользящих оценок коэффициентов автокорреляции* с вариантностью по временному интервалу «скольжения» вдоль анализируемого ряда свидетельствует о наличии сильных линейных автосвязей. В связи с этим было принято решение проводить отдельно анализ выделенных структурно однородных составляющих сигнала. При выделении этих составляющей использовался алгоритм скользящего экспоненциального среднего с настроечным параметром  $\alpha$ , значения которого выбирались эмпирически.

Для каждого значения  $\alpha$  рассчитывался соответствующий сглаженный ряд, значения которого вычитались из фактических, а затем ряд остатков исследовался на остаточные линейные связи (рисунок 1). Для большинства временных рядов оптимальным  $\alpha=0,6$  ( $\alpha$  считался оптимальным, если коэффициент корреляции ряда остатков был достаточно мал).

Исследование свойств структурно однородных компонент рядов данных, характеризующих деятельность бирж, позволяет предположить наличие фрактально-хаотического механизма их порождения с разнотемповой и разномасштабной хаотической динамикой, что делает необоснованным применение чисто линейных моделей, особенно в условиях неопределенности, свойственной кризисным периодам. Поэтому на первом этапе было принято решение об определении фрактальной размерности остатков с использованием процедуры Паккарда – Таккенса.

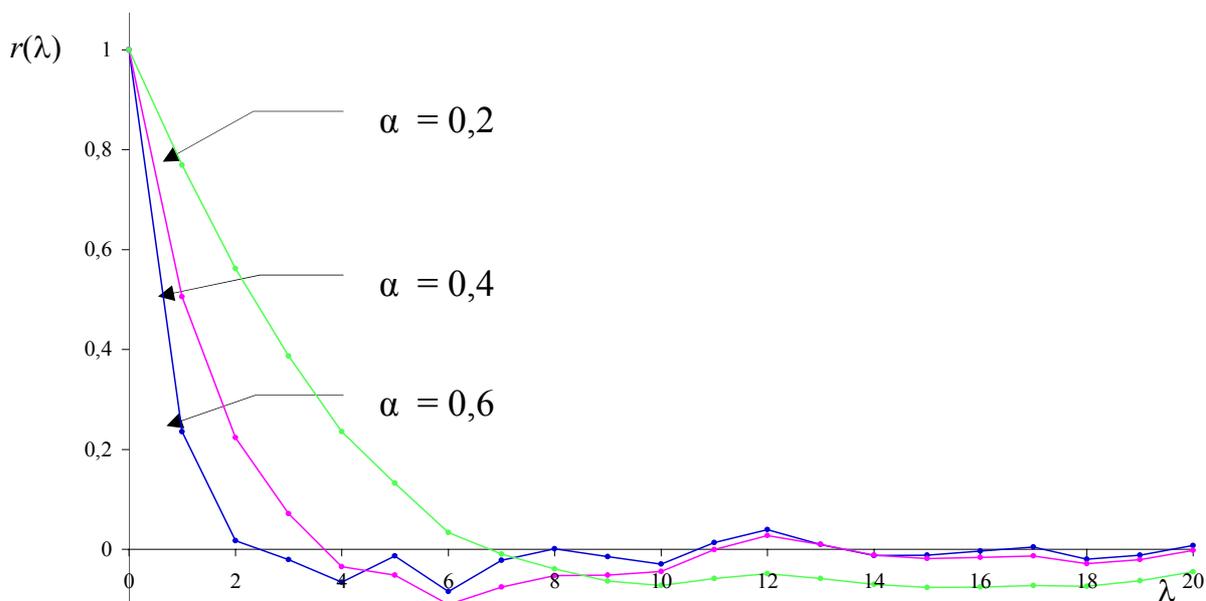


Рисунок 1 – Автокорреляционные функции рядов данных, характеризующих остатки

Вычисления производились для последовательных значений размерности псевдофазового пространства от 1 до 10. Оценка корреляционной размерности для каждого псевдофазового пространства делалась с использованием обобщенного корреляционного интеграла (рисунок 2).

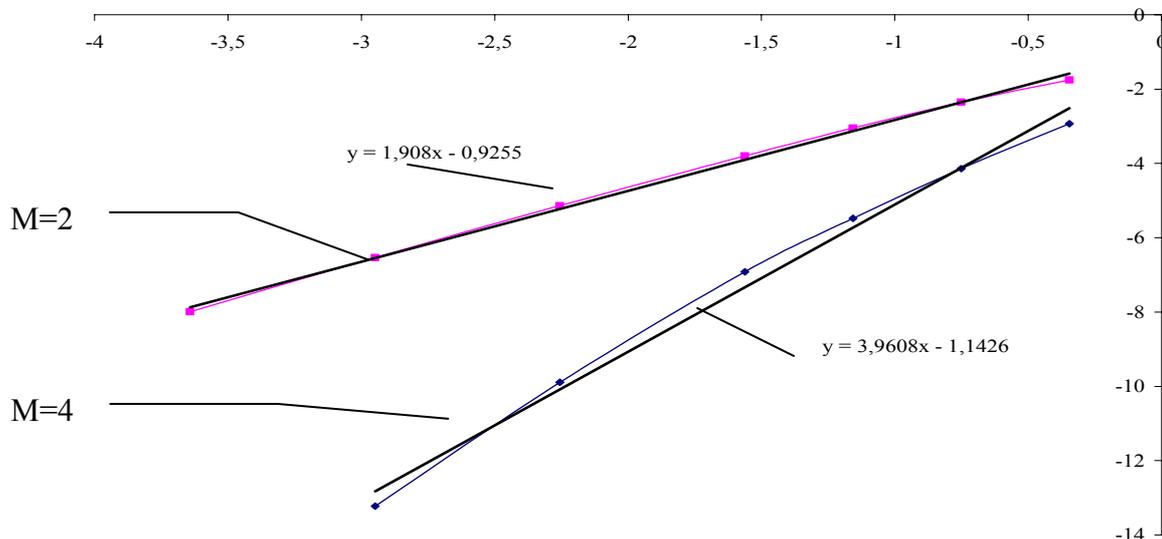


Рисунок 2 – Результаты оценки корреляционной размерности для псевдофазового пространства  $M=2$  и  $M=4$  с использованием обобщенного корреляционного интеграла

После вычисления корреляционных размерностей для всех псевдофазовых пространств вложения оценивается нижняя граница фрактальной размерности. Из рисунка 3 видно, что при размерности псевдофазового пространства, равной 8, график зависимости выходит «в

насыщение» и дальнейшее изменение размерности псевдофазового пространства не приводят к существенным изменениям значений корреляционной размерности. Это свидетельствует о том, что в качестве нижней оценки фрактальной размерности можно взять значение 6,8.

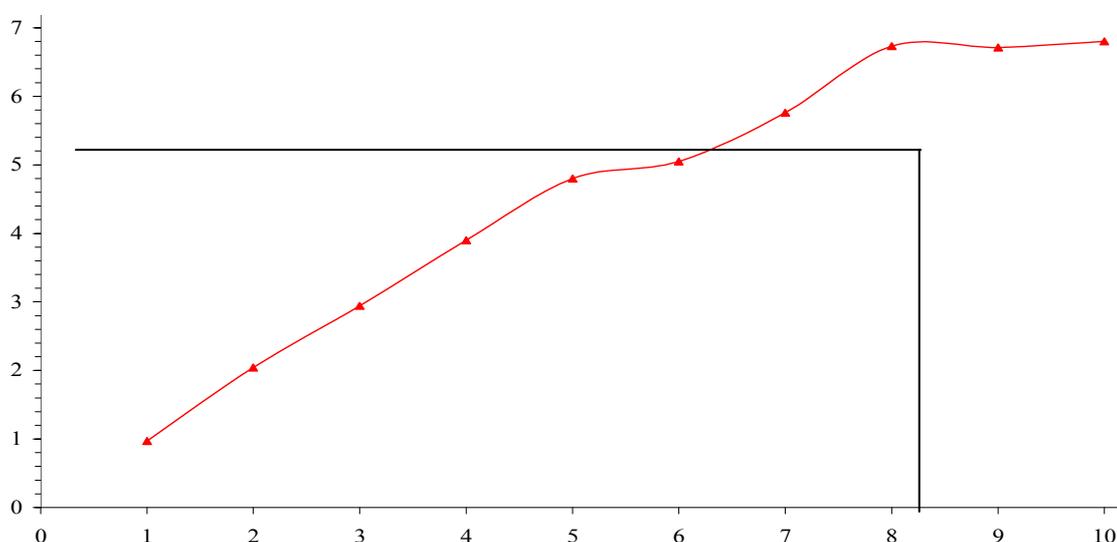


Рисунок 3 – Определение корреляционной размерности обобщенного временного ряда остатков

Помимо определения фрактальной размерности для рядов данных в исходном виде и для различных структурно однородных их составляющих были рассчитаны значения скользящих оценок корреляционного отношения  $\eta$ , коэффициента корреляции, показателя степени нелинейности  $S_n$  с вариантносью по числу групп  $q$ , размеру окна скольжения  $L$ , числу аргументов  $a$ , настроечного параметра усредняющих преобразований  $\alpha$ , некоторые диапазоны значений показателя степени нелинейности приведены в таблице 1, а на рисунке 2 представлен ряд данных биржевого индекса для потребительских товаров соответствующие скользящие оценки коэффициента корреляции и показателя степени нелинейности.

Таблица 1 – Диапазоны значений показателя степени нелинейности

Тикер	$\alpha$	$L$	$q$	$S_n$
нефть и газ	0,1	60	2	0-0,63
нефть и газ	0,2	120	2	0-0,41
нефть и газ	0,2	240	16	0-0,23
нефть и газ	0,8	60	2	0-0,87
потребительские товары	0,8	120	8	0-0,89
потребительские товары	0,8	240	16	0-0,83

Для компоненты, полностью очищенной от низкочастотных составляющих, коэффициент автокорреляции находится в пределах порога различимости. Напротив, автокорреляционное отношение, определяющее

нелинейную связь, близко к своему теоретическому значению, равному единице. Соответственно показатель степени нелинейности динамической связи между соседними значениями ряда данных также близок к единице. Показатель степени нелинейности динамических связей и взаимосвязей дает полезную информацию не только для построения хороших моделей одномерных и многомерных рядов данных, включая выбор их структур в классе линейных, нелинейных и комбинированных представлений, но и для выбора и построения рациональных автопрогнозаторов (экстраполяторов).

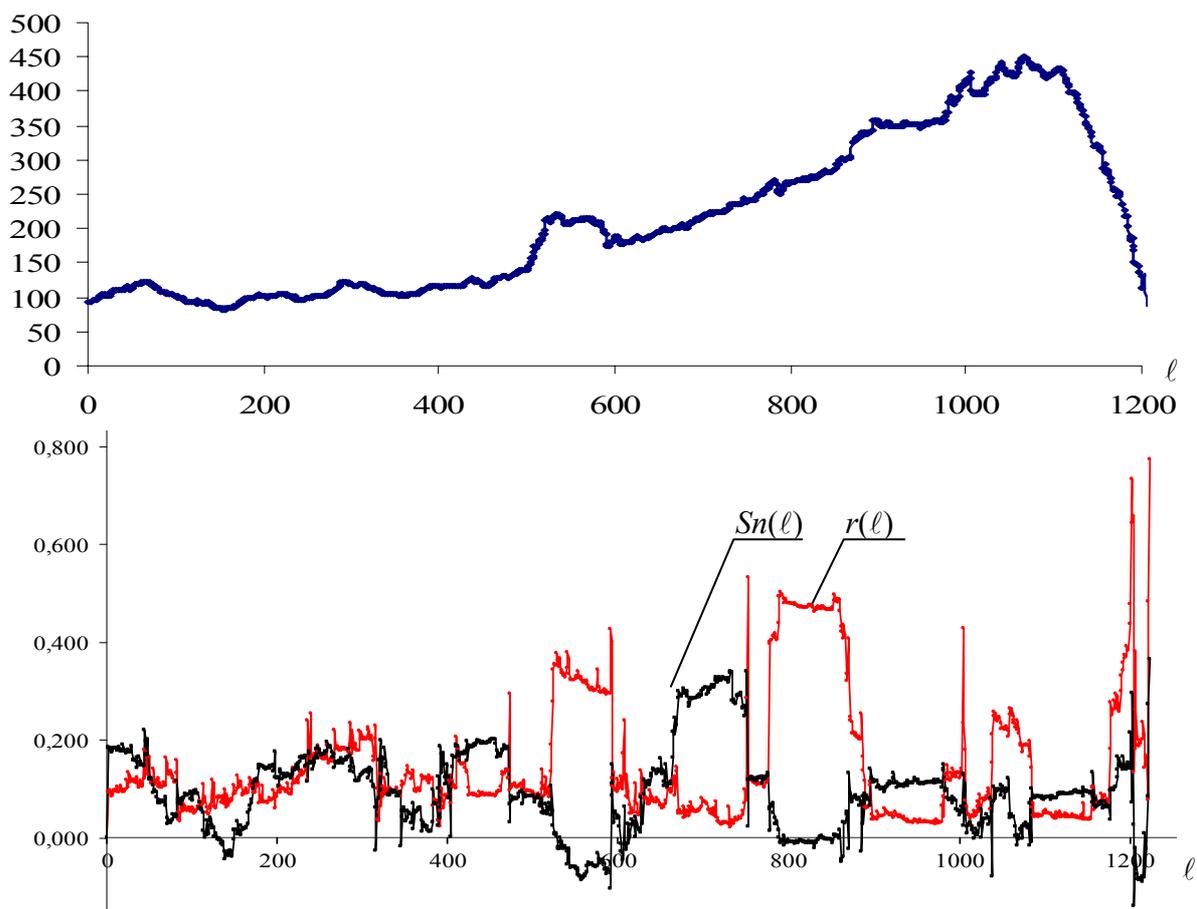


Рисунок 5 – Ряд данных о значениях индекса РТС-промышленность  $РТС(l)$ , скользящей оценки показателя степени нелинейности  $S_n(l)$  и коэффициента корреляции  $r(l)$

Кроме того, было установлено, что резкие изменения значений показателя степени нелинейности в сторону их увеличения совпадают со сроками серьезных событий в мире. Например, на рисунке 5 можно наблюдать появление сильных нелинейных связей в августе 2005 года (зарегистрировано 112 случаев заболевания птичьим гриппом), в конце марта 2008 (начало мирового экономического кризиса) и в начале марта 2009 года (сообщение о первых случаях заболевания гриппом А/Н1N1).

Таким образом, можно констатировать, что использование алгоритмов нелинейной динамики позволит успешно оценивать разнотемповые, разномасштабные изменения степени нелинейности, асимметрии,

нестационарности и предсказуемости самых разных рядов данных, характеризующих экономические системы. Это даст возможность выявить и учесть гораздо больше потенциальных и реальных рисков, связанных с фондовым рынком, чем учитываемых в классическом экономическом подходе.

УДК 681.3.06(075)

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО  
АНАЛИЗА ДАННЫХ В СОСТАВЕ  
АИС «СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ»**

**Фадеева А.Е.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Кораблина Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Кустовым медицинским информационно-аналитическим центром в целях повышения качества управления здравоохранением города разработана автоматизированная информационная система «Социально-гигиенический мониторинг» (АИС СГМ), которая состоит из трех подсистем: подсистема сбора информации, подсистема хранения информации, подсистема анализа информации [1].

Информация в Кустовой медицинский центр предоставляется медицинскими учреждениями в виде отчетов установленной формы, содержащих сведения как в виде количественных, так в виде качественных показателей. В целях повышения оперативности обработки и качества получаемых результатов, а также для наиболее полного извлечения полезной информации предлагается использовать средства, алгоритмы и методы интеллектуального анализа данных (Data Mining).

В ходе исследования для анализа были взяты данные, характеризующие смертность в г. Новокузнецке, так как вопрос снижения уровня этого показателя является одним из самых важных на сегодняшний день.

Для выявления основных причин и факторов, влияющих на уровень смертности, использовались алгоритмы поиска ассоциативных правил, позволяющих определить часто встречающиеся наборы объектов в большом множестве транзакций (*транзакция* – это множество событий произошедших одновременно) [2].

Ассоциативные правила определяются, как утверждения вида  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\} \Rightarrow Y$ , где подразумевается, что  $Y$  может присутствовать в транзакции при условии, что  $X_1, X_2, \dots, X_n$  присутствуют в этой же транзакции. Вероятность нахождения  $Y$  в транзакции, в которой имеются элементы  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , называется *достоверностью*. Процент транзакций, содержащих

правило, от общего числа транзакций называется *поддержкой* (support). Ещё одной важной характеристикой ассоциации является *улучшение*. Улучшение показывает полезнее ли правило случайного угадывания. Если улучшение больше 1, то правило считается значимым. По отношению к анализу смертности ассоциативные правила могут использоваться для поиска ответа на ряд вопросов, например: существуют ли такие заболевания, которые распространены преимущественно только в пределах одного административного района города?

Минимальное значение поддержки устанавливается равным 0,05%, значение достоверности 51%, значение улучшения 1.

В результате исследования были выявлены 28 правил, каждое, из которых содержит сведения о заболеваниях и район, в котором зарегистрировано более 51% случаев смерти из-за данного заболевания. Так, в Центральном районе таких заболеваний выявлено 13, в Куйбышевском – 4, в Заводском – 5, в Орджоникидзевском – 5, в Новоильинском – 1, в Кузнецком районе таких заболеваний не выявлено. На рисунке 1 представлены примеры полученных правил по одному для каждого района.



Рисунок 2 – Выявленные ассоциативные правила

Полученные результаты далее были подвергнуты анализу с целью *выявления причин такого распределения*. Возможными причинами могут быть экологические, социальные и другие факторы присущие каждому из районов, а также ошибки при сборе информации и составлении отчетной документации. В качестве инструмента для решения задачи построения адекватной модели для прогнозирования количества случаев смерти жителей

г. Новокузнецка в месяц от наиболее социально значимого класса заболеваний были выбраны нейронные сети [4].

Построение нейронной сети выполнялось в несколько этапов.

#### 1) Предварительная обработка данных.

Для выявления наиболее социально значимого класса заболеваний применялись методы многокритериального выбора вариантов. В результате исследования для прогнозирования был выбран класс заболеваний, связанных с системой кровообращения.

Алгоритм прогнозирования основан на теореме Таккенса, согласно которой, если временной ряд порождается динамической системой, то существует такая глубина погружения  $d$ , которая обеспечивает однозначное предсказание следующего значения временного ряда. Необходимо найти компромисс между глубиной погружения и количеством примеров для обучения, так как чем больше  $d$ , тем, соответственно, меньше число примеров.

Для решения поставленной задачи глубина погружения выбрана 36 месяцев, а количество примеров – 82.

Вся имеющаяся выборка была разделена на три части: обучающую, тестовую и контрольную. Установлено, что наилучшее качество прогноза достигается при соотношении объема выборок 60:20:20. Таким образом, объем обучающей выборки был взят равным 50 примерам, объем тестовой выборки 16 примеров, объем контрольной выборки 16 примеров.

#### 2) Выбор архитектуры нейронной сети.

Задача прогнозирования наиболее качественно может быть решена следующими типами нейронных сетей: многослойным персептроном (MLP) и обобщенно-регрессионной нейронной сетью (GRNN).

Многослойный персептрон состоит из слоя входных узлов, одного или нескольких скрытых слоев и выходного слоя, соединенных последовательно в прямом направлении и не содержащих связей между элементами внутри слоя и обратных связей между слоями.

В данном случае многослойный персептрон состоит из 3 слоев, во входном слое – 36 нейронов по количеству значений, на основе которых строится прогноз, в скрытом слое – 51 нейрон, в выходном слое – 1 нейрон.

Обобщенно-регрессионная сеть состоит из 4 слоев, во входном слое 36 нейронов, в слое примеров 50 нейронов, по количеству примеров для обучения сети, в суммирующем слое всегда будет 2 нейрона и в выходном 1.

#### 3) Выбор алгоритма обучения нейронной сети.

Под обучением понимается настройка свободных параметров сети с целью минимизации целевой функции. В качестве целевой функции берется, как правило, среднеквадратическая ошибка. Процедура, с помощью которой происходит обучение сети, называется алгоритмом обучения [5].

В качестве алгоритма обучения многослойного персептрона выбран алгоритм обратного распространения ошибки, как самый распространенный и наиболее надежный. Для обучения обобщенно-регрессионной сети

существует только один алгоритм, который так и называется – алгоритм обучения обобщенно-регрессионной сети. Блок-схемы алгоритмов представлены на рисунке 2.

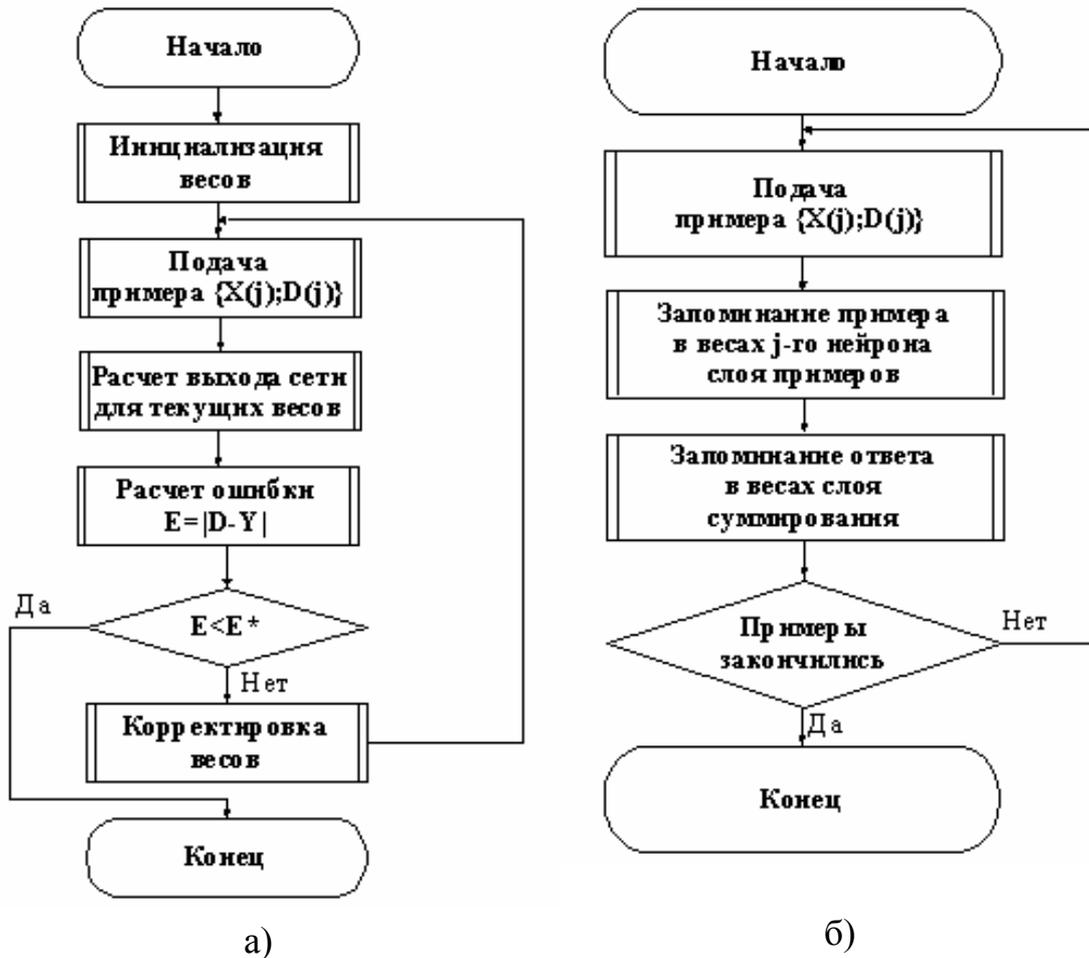


Рисунок – Блок-схемы алгоритмов: а) обратного распространения ошибки; б) обучения обобщенно-регрессионной сети

#### 4) Поиск оптимальных настроечных параметров.

Для многослойного персептрона настроечными параметрами является коэффициент скорости обучения  $\eta$  и момент  $\alpha$ . Для обобщенно-регрессионной сети настроечным параметром является коэффициент сглаживания  $\sigma$ . В качестве целевой функции выбрана среднеквадратическая ошибка прогноза ( $E$ ). Оптимальными считаются те значения настроечных параметров, при которых целевая функция минимальна. После обучения настроенную сеть (сеть с оптимальными настроечными параметрами) применяют к контрольному множеству. На контрольном множестве проверяется адекватность модели по среднеабсолютной процентной ошибке прогноза. Если эта ошибка меньше 10%, то построенная модель считается адекватной.

В таблице 1 представлены различные значения настроечных параметров и значения целевой функции соответствующей им.

Таблица 1 – Настроечные параметры: а) многослойного персептрона; б) обобщенно-регрессионной сети

$\eta$	$\alpha$	E
0.01	0	27.87
0.1	0	28.60
0.5	0	29.79
0.9	0	30.63
0.01	0.1	27.89
0.1	0.1	27.76
0.5	0.1	29.94
0.9	0.1	30.52
0.01	0.5	28.01
0.1	0.5	28.92
0.5	0.5	30.60
0.9	0.5	30.10
0.01	0.9	28.58
0.1	0.9	30.72
0.5	0.9	31.22
0.9	0.9	33.07

а)

$\sigma$	E
0.1	30.74
0.2	31.78
0.3	30.62
0.4	30.52
0.5	32.48
...	...
0.9	36.48
0.31	30.89
0.32	30.54
...	...
0.42	29.81
0.43	31.35
...	...
0.49	33.02

б)

Таким образом, оптимальные значения настроечных параметров для многослойного персептрона  $\eta=0,1$ ,  $\alpha=0,1$ ; для обобщенно-регрессионной сети  $\sigma=0,42$ . Среднеабсолютная процентная ошибка прогноза для многослойного персептрона равна 6,52%, для обобщенно-регрессионной сети 11,59%.

5) Интерпретация полученных результатов.

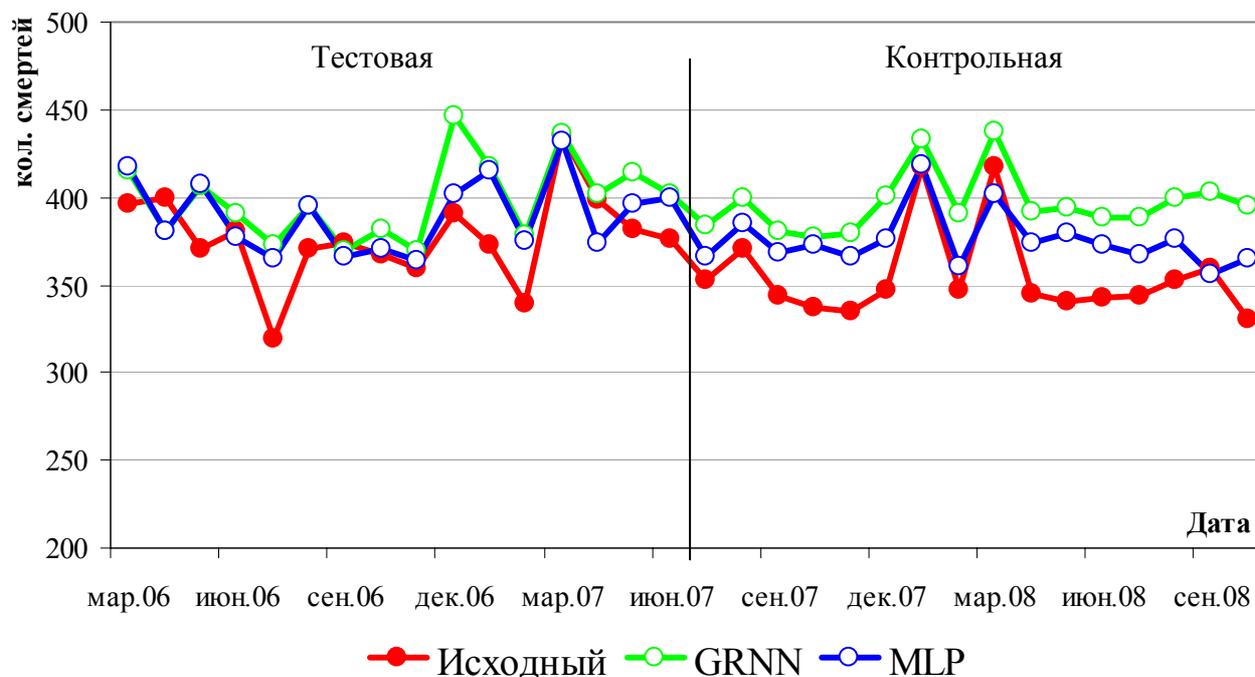


Рисунок 3 – Исходный ряд и прогнозные значения, полученные с помощью многослойного персептрона и обобщенно-регрессионной сети

На рисунке 3 представлены исходный ряд (тестовая и контрольная выборка) и прогнозные значения, полученные с помощью многослойного персептрона и обобщенно-регрессионной сети с оптимальными настроечными параметрами.

Из графика видно, что точность прогноза нейронной сети на базе многослойного персептрона выше, чем обобщенно-регрессионной сети, к тому же модель на основе персептрона адекватна (среднеабсолютная процентная ошибка прогноза меньше 10%), а на основе обобщенно-регрессионной сети нет (среднеабсолютная процентная ошибка прогноза больше 10%). Это связано с тем, что обобщенно-регрессионная сеть не учитывает тренд. Для решения этой проблемы возможно совместное применение методов классической статистики для прогнозирования тренда с последующим прогнозом «остатков» с помощью обобщенно-регрессионной сети.

Таким образом, продемонстрированы некоторые возможно использование методов интеллектуального анализа в составе анализирующей подсистемы АИС «Социально-гигиенический мониторинг», которые существенно расширяют имеющийся арсенал способов анализа и моделирования и позволяют повысить точность прогноза.

#### Библиографический список

- 1) Баргесян А.А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP/ А.А. Баргесян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – Минск : ВХВ, 2008. – 384 с.
- 2) Siu Nin Lam. Discovering Association Rules in Data Mining [Электронный ресурс] / Siu Nin Lam. – Электрон. текстовые дан. – Illinois. : University of Illinois at Urbana-Champaign, 2007. – Режим доступа: <http://www.raymond-lam.com/CS411.doc>, свободный.
- 3) Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
- 4) Бодянский Е.В. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучения, применения / Е.В. Бодянский, О.Г. Руденко. – Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004. – 369 с.
- 5) Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: Вильямс, 2001. – 287 с.

## **ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩИЙ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС МОУ «СРЕДНЯЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №60»**

**Абалакин М.Р.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Хамитов Р.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В связи со стремительным развитием информационных технологий и накопления большого количества электронной информации образовательные учреждения в целях отражения своей деятельности в виртуальной среде общения, развлечений и обучения – сети интернет – создают свои сайты.

Перечислим только основные преимущества создания сайта учебного заведения:

1. Сайт – это своего рода представительство образовательного учреждения в Интернете. Учащиеся или любые заинтересованные лица имеют постоянный доступ к информации об учебном заведении, факультативах, программах обучения; получают своевременную и актуальную информацию об изменениях, событиях и предложениях образовательного учреждения; самостоятельно находят ответы на интересующие их темы, избавляя сотрудников учебного заведения от многократного разъяснения однотипных вопросов по телефону или очно.

2. Сайт является недорогим рекламным средством образовательного учреждения, при этом охватывая огромную аудиторию, работая круглые сутки семь дней в неделю без перерывов, праздников и выходных, доступный в любой точке мира.

3. Сайт может использоваться также для сбора и накопления информации, необходимой для повышения качества и эффективности образования. Размещение анкет, опросников и голосований поможет уменьшить недостатки и успешнее организовать учебный процесс.

4. На базе сайта можно создать эффективную систему для оптимизации деятельности образовательного учреждения и взаимоотношений с другими подобными учреждениями. Также появляется возможность дистанционно проводить тесты, контрольные работы, как для школьников, так и сотрудников.

5. Создание сайта – один из важнейших этапов повышения популярности учебного заведения и его развития на рынке современных образовательных технологий.

Актуальность данной работы состоит в том, что с ростом популярности и доступности сети интернет встаёт вопрос о необходимости представления собственной информации в сети.

Гипотезой является предположение о том, что создание web-сайта поможет облегчить связь между учителями, учениками и выпускниками,

поможет получать всем желающим информацию о жизни школы.

Сфера деятельности любой школы – предоставление услуг по образованию детей. Любая школа характеризуется процессом организации управления и обучения в ней, профессиональным уровнем учителей. Для управления работой в системе большого числа пользователей применяется привязка ресурсов системы к достаточно высокоуровневым бизнес-процессам (которые сами также являются ресурсами).

В системе образовательного учреждения выделяются следующие основные «подсистемы»:

- управление персоналом школы; цель подсистемы – структурирование информации о персонале школы, личных данных и данных о профессиональном уровне каждого учителя.

- управление классами и учениками; цель подсистемы – структурирование информации о классах и учениках школы для последующего вовлечения их в обучающую систему объекта, создание взаимодействия «учитель - ученик».

- управление процессом обучения; цель подсистемы – повышение уровня обучения с помощью управления домашними заданиями, ведения журнала оценок, посланий ученикам от учителей.

- административное управление; цель подсистемы – создание пользователей информационной системы и обеспечение разграничения их прав.

В ходе анализа существующих школьных сайтов были замечены следующие недостатки:

- часть из них являются информационными сайтами и не включают в себя обучающих функций;

- отсутствие интерактивности; все страницы сайта статичные, так как не используется технология серверных скриптов и не ведется база данных сайта;

- отсутствие авторизации на сайте и, как следствие, невозможность разделение функциональности между категориями пользователей «ученик» и «учитель»; домашние задания и учебный материал нельзя разгруппировать по классам и учащимся;

- отсутствуют какие-либо учебные материалы для учащихся, отсутствует интерактивное тестирование на сайте для самопроверки знаний учащихся;

- отсутствует рабочая информация: состав классов школы, управление домашними заданиями и журналом посещений и отметок учащихся;

- отсутствуют формы обратной связи, нет возможности задать вопрос администрации сайта или школе.

При разработке информационного обучающего ресурса были учтены достоинства и недостатки других подобных сайтов.

При разработке сайта были использованы: язык серверный сценариев

PHP; язык структурированных запросов SQL для работы с базой данных MySQL; язык JavaScript, а так же библиотека jQuery реализующая технологию AJAX. Использование данных технологий позволило сделать сайт полностью интерактивным и динамичным.

Главная страница сайта представлена на рисунке 1. Сайт имеет три группы авторизации пользователей: учащийся школы; учитель школы; директор школы.

Для неавторизованного пользователя доступны только основные возможности сайта. Для каждой авторизованной группы пользователей добавляются свои возможности на сайте.

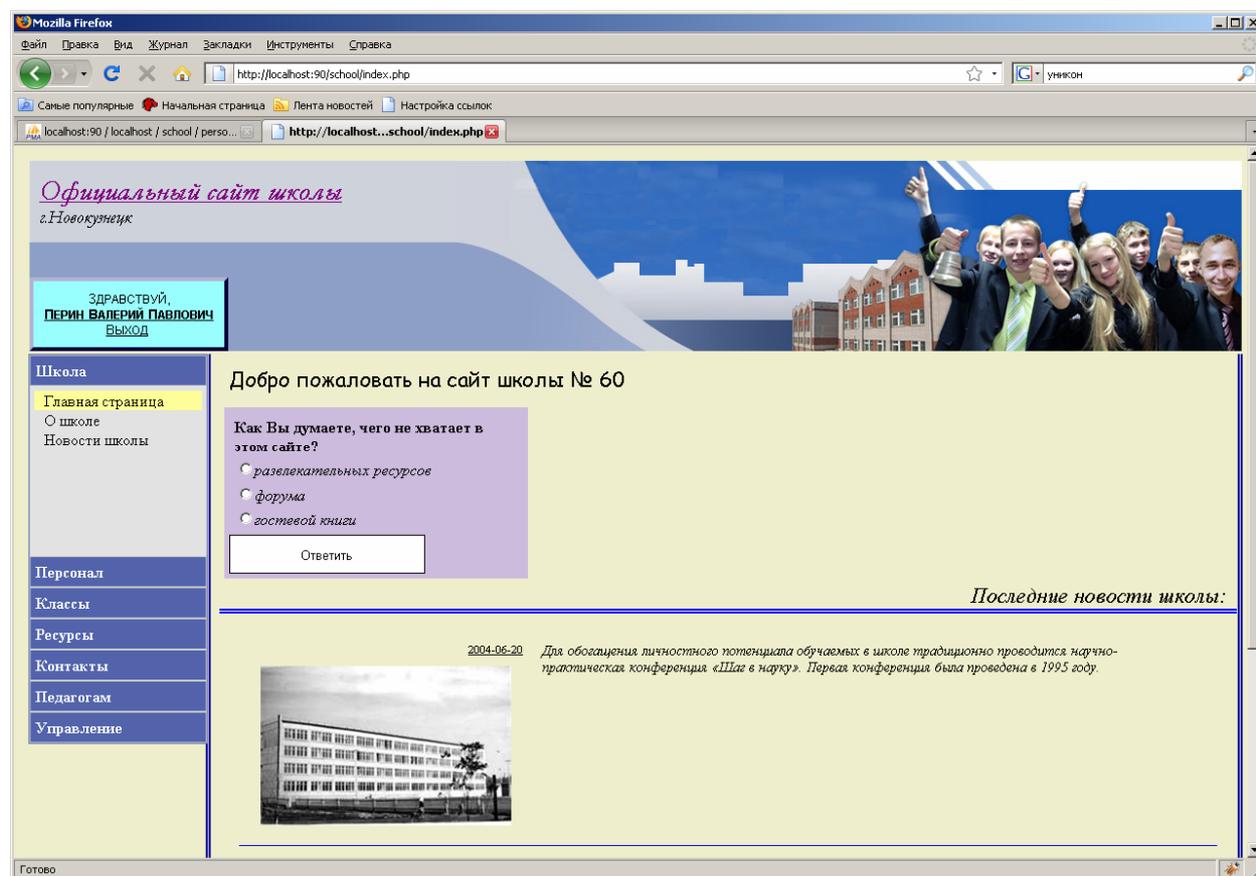


Рисунок 1 – Главная страница сайта

Неавторизованные гости сайта имеют возможность:

- просмотра истории школы, новостей школы;
- голосования на сайте школы в целях улучшения функциональности и интерфейса сайта, а также улучшения организации школьной жизни учащихся;
- просмотреть информацию о педагогическом составе школы;
- просмотреть информацию об ученическом составе школы (классы и учащиеся);
- просмотреть информацию о расписании занятий любого класса (пример страницы представлен на рисунке 2);

- задать вопрос администрации школы;
- просмотреть контактную информацию о школе.

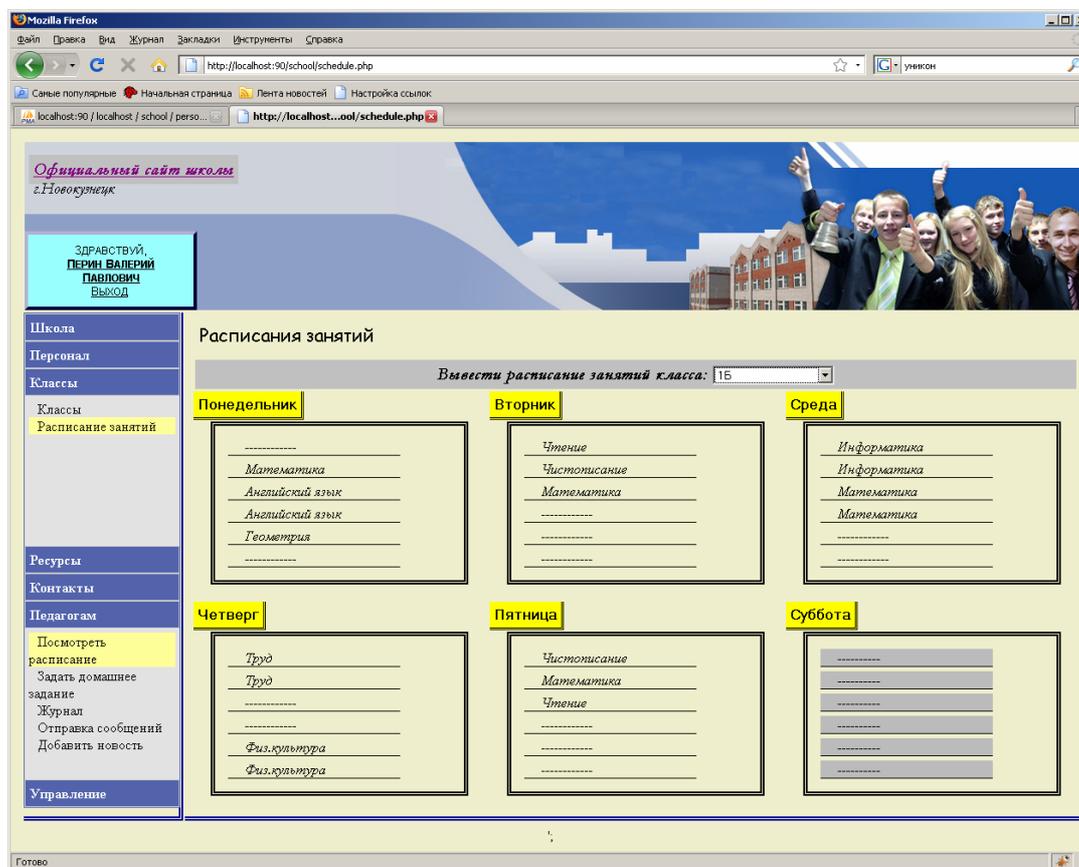


Рисунок 2 – Страница «Расписание занятий»

Ученики имеют возможность:

- просмотра домашних заданий для своего класса по всем предметам и за любой день;
- просмотра расписания занятий для своего класса (и не только);
- просмотра своего дневника;
- просмотра сообщений от учителей для своего класса и адресованных лично учащемуся;
- пройти интерактивное тестирование по различным предметам с выводом результатов тестов в целях самопроверки.

Учителя имеют возможность:

- создания и редактирования домашних заданий для классов;
- ставить оценки учащимся в журнале (пример страницы представлен на рисунке 3), делать отметки о неявке.
- отправлять сообщения, как для класса, так и для отдельно взятого ученика.
- добавлять школьные новости.

Директор или администратор имеет возможность управления:

- списком преподаваемых дисциплин;

- классами;
- расписаниями для классов;
- педагогическим и административным составом школы;
- ученическим составом;
- пользователями, возможность сопоставлять любого пользователя учителем или учеником.

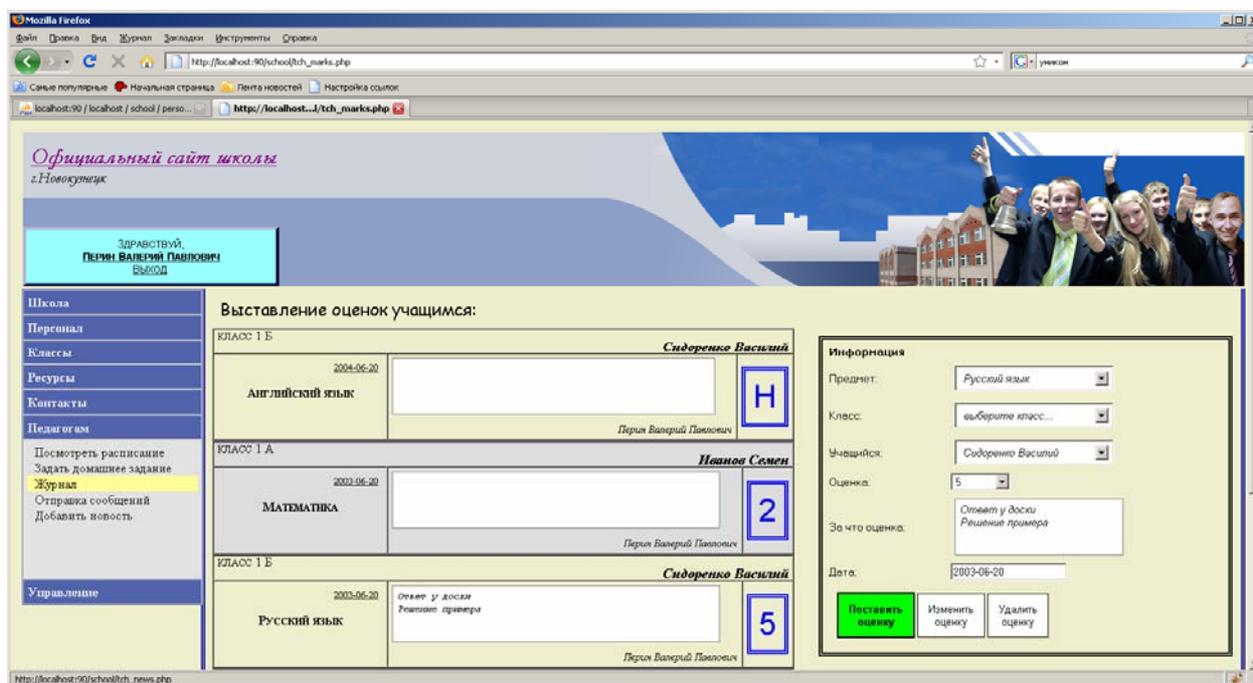


Рисунок 3 – Страница «Журнал» (только для учителей)

Таким образом, такой способ построения сайта исключает попадание простых пользователей на запрещенные для них страницы. Доступ регулируется данными авторизации, а навигационное меню строится с учетом этих данных.

Данный сайт поможет контролировать родителям и учителям процесс обучения учащихся. Родители смогут просматривать электронный дневник своего ребенка-ученика, смотреть его домашние задания, получать сообщения от учителей или администрации школы. Учителя – вести журнал оценок учащихся, задавать домашние задания, тестировать учащихся, делать объявления для учащихся и их родителей. Разумеется, содержание и функциональность страниц сайта в дальнейшем могут быть улучшены в ходе развития и эксплуатации сайта.

## **О КОНЦЕПЦИИ АКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СИНТЕЗА ВУЗОВСКИХ РАСПИСАНИЙ**

**Добрынин А.С.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Кулаков С.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Одним из недостатков большинства современных подходов к синтезу вузовских расписаний является стремление представить задачу составления расписаний в виде некоторой оптимизационной модели технической системы, с фиксированными подмножествами ограничений и критериев оптимальности. Подобный подход дает положительный результат, но тем не менее, не совсем адекватен. При построении и практическом использовании математических моделей планирования и координации в организационных и социально – экономических системах достаточно сложно избавиться от неопределенности, связанной, в первую очередь, с многообразием режимов функционирования таких систем и предпочтений агентов, участвующих в реализации планов и расписаний.

В большинстве современных подходов задача синтеза вузовских расписаний рассматривается с позиции теории оптимизации технических систем. При этом не учитываются различия, которые существуют при решении задач оптимизации технических и активных (организационных, человеко-технических, социально-экономических) систем [1]. При оптимизации функционирования технической системы, оптимальность ее работы может быть оценена на основе мнений экспертов и технических специалистов по фиксированному количеству критериев. Оптимизация активной системы представляет собой более сложную задачу поскольку требует учета интересов и специфических особенностей людей. Очевидно, что при оптимизации функционирования организационной системы следует принимать во внимание целевые функции отдельных субъектов организации.

Необходимо также отметить целесообразность применения так называемого прототипного подхода, основанного на идее формирования нового объекта посредством выявления и устранения недостатков известных объектов (аналогов, прототипов) того же самого или близкого назначения. В качестве аналогов или прототипов в данном подходе нами предлагается использовать ранее реализованные или ретроспективно улучшенные высококачественные расписания учебных занятий, структурные элементы которых могут быть сохранены, модифицированы или существенно изменены с учетом условий нового (очередного) интервала планирования. В рамках прототипного подхода, задача синтеза вузовских расписаний может быть сформулирована на основе ретроспективно заданных рациональных

расписаний и их базовых элементов, а также на основе выбранных критериев оптимальности и ограничений, которые должны быть учтены при решении задачи оптимизации. Базовые элементы нового расписания определяются путем анализа натуральных прототипов и аналогов, в том числе на основе метода ретроспективной оптимизации. При этом учитываются требования соответствующих нормативных документов и стандартов, регламентирующих учебный процесс.

Основная идея, предложенная в рамках данного принципа заключается в использовании гибкой методики синтеза, основанной на пожеланиях субъектов учебного процесса и их потребностях, ранее реализованных прототипах учебных расписаний и децентрализованном подходе к синтезу, когда локальные расписания уровня кафедр синтезируются в отдельности, являясь основой для построения общеузовского расписания. Основываясь на пожеланиях, формируемых субъектами (агентами) низкого уровня, строится локальное расписание, которое является следствием устранения противоречий агентов и, в определенном смысле, является фрагментом оптимального расписания вуза. Реализованный фрагмент оптимального расписания сохраняется в базе данных локальных прототипов расписаний, которые впоследствии используются для адаптации расписания к новым условиям функционирования организации и новым требованиям, предъявляемым субъектами учебного процесса.

В зависимости от формы организации учебного процесса, структуры специальностей и учебных дисциплин, подходов к обучению и традиций вуза, принципы синтеза вузовских расписаний могут существенно отличаться друг от друга. Типовая концептуальная структура трехуровневой активной системы синтеза вузовских расписаний на базе прототипного подхода, представлена на рисунке 1.

Устранение противоречий между агентами достигается за счет использования моделей и методов управления организациями [1], которые, с одной стороны позволяют добиться более эффективных действий центра, связанных с организацией учебного процесса в вузе, с другой стороны, формируют механизм синтеза, основой которого являются динамически изменяющиеся пожелания и требования субъектов учебного процесса. Модели и методы управления организациями позволяют существенно повысить эффективность работы профессорско-преподавательского состава, а также предоставляют механизмы построения высококачественных расписаний, где оценка оптимальности расписания осуществляется комплексно, на основе используемой центром модели принятия решений.

Учебный процесс характеризуется параметрами, которые определяются требованиями к уровню подготовки выпускников, их квалификации, характером и структурой учебных планов, требованиями государственных стандартов и формами обучения.

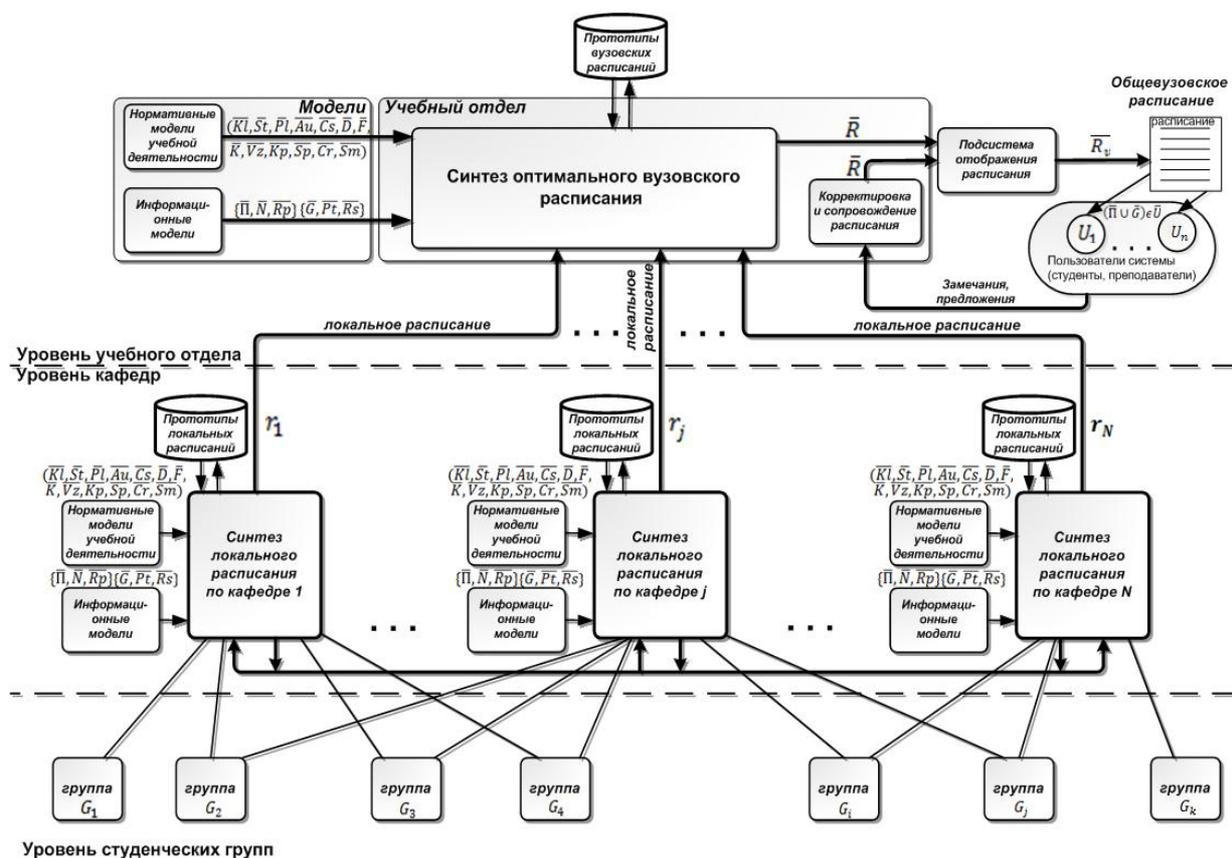


Рисунок 1 – Трехуровневой активной системы синтеза вузовских расписаний

Деятельность учебных заведений осуществляется в рамках организационных структур, реализующих разнообразные функции управления на различных уровнях иерархии системы, к которым, в частности относятся: обучение студентов, составление расписаний занятий студентов, составление расписаний зачетов и экзаменов, научная деятельность. Все вышеперечисленные функции учебных заведений можно рассматривать в качестве функции управления, которую реализует центр, для достижения желаемого режима функционирования организационной системы. В данном подходе анализируется типовая структура организационной системы вуза применительно к задачам синтеза вузовских расписаний, которая представляет собой иерархическую трехуровневую систему, представленную на рисунке 1. В состав организационной системы входят преподаватели и студенты (более обобщенно – агенты А), которые, в процессе своего взаимодействия формируют периодические фазы жизненного цикла организационной системы.

Нормативные модели учебной деятельности подразделений могут быть представлены вектором:

$$\overline{NM} = (\overline{Kl}, \overline{St}, \overline{Pl}, \overline{Au}, \overline{Cs}, \overline{D}, \overline{F}, \overline{K}, \overline{Vz}, \overline{Kp}, \overline{Sp}, \overline{Cr}, \overline{Sm})$$

где  $\overline{Kl}$  – нормативный интервал планирования (календарь временной сетки);  $\overline{St}$  – государственные стандарты по специальности;  $\overline{Pl}$  – учебные планы по специальности;  $\overline{Au}$  – аудитории;  $\overline{Cs}$  – циклы дисциплин;  $\overline{D}$  –

дисциплины;  $\overline{F}$  – факультеты;  $\overline{K}$  – кафедры;  $\overline{Vz}$  – виды занятий;  $\overline{Kp}$  – учебные корпуса;  $\overline{Sp}$  – специальности;  $\overline{Cr}$  – курсы,  $\overline{Sm}$  – семестры.

Информационные модели управляемых агентов представлены вектором:

$$IM = \{\overline{G}, \overline{Pt}, \overline{Rs}, \overline{П}, \overline{N}, \overline{Rp}\}$$

который состоит из моделей преподавательского состава  $\{\overline{П}, \overline{N}, \overline{Rp}\}$  и моделей студенческих групп  $\{\overline{G}, \overline{Pt}, \overline{Rs}\}$ , участвующих в учебном процессе. Модель преподавателей представлена списком преподавателей  $\overline{П}$ , их учебной нагрузкой  $\overline{N}$ , а также пожеланиями (потребностями) преподавателей  $\overline{Rp}$ , связанными с рациональным планированием своего рабочего времени. Пожелания (потребности) преподавателей направляются центру. В дальнейшем, на их основе центром формируется план работы, который предусматривает рационализацию деятельности в рамках учебного процесса. Модель студенческих групп включает в себя перечень учебных групп, представленных вектором  $\overline{G}$ , потоки групп, которые представляют собой объединение нескольких групп в единую логическую единицу работы  $\overline{Pt}$ , пожелания (потребности) студенческих групп  $\overline{Rs}$ , которые могут быть представлены аналогично пожеланиям преподавателей.

Модель потребностей агента по сути, представляет собой пересечение подмножеств информационных моделей потребностей преподавателей и студенческих групп, описывается матрицами потребностей, которые определяют наиболее предпочтительные временные периоды для проведения учебных занятий.

Ключевым механизмом взаимодействия между участниками представленной выше двухуровневой активной системы являются механизм планирования, который определяет способы и порядок взаимодействия друг с другом различных субъектов учебного процесса. Следует отметить, что основным способом взаимодействия субъектов учебного процесса является принцип открытого управления, который предполагает отсутствие манипулирования [1,2,3], поскольку задача центра в данном случае заключается в том, чтобы в максимальной степени удовлетворить пожеланиям агентов, следовательно, агенты заинтересованы в предоставлении центру объективной информации без искажения. Персональные или групповые расписания (ПР, ГР), могут быть сформированы в нескольких различных формах в зависимости от уровня детализации и пожеланий агентов. Ниже представлены некоторые из типичных ситуаций, которые соответствуют штрафу или поощрению, связанному с появлением определенной ситуации в персональном или групповом расписании у агента.

$Matr\_R_{t,A}[\text{day} \rightarrow \text{DAY}] = p_{n_{\text{day}}} * p$ , где  $p_{n_{\text{day}}}$  – безразмерная величина (штраф или поощрение), определяющая потребность или нежелание агента А типа t проводить занятия в определенный день, где p - показатель

приоритета.

$Matr\_R_{t,A}[\text{slot} \in \text{SLOT}] = p_{n_{\text{slot}}} * p$ , где  $p_{n_{\text{slot}}}$  – безразмерная величина, определяющая потребность или нежелание агента А типа t проводить занятия на определенном временном интервале, неделе, месяце,  $p$  – показатель приоритета.

$Matr\_R_{t,A}[\text{day} \in \text{DAY}, \text{slot} \in \text{SLOT}] = p_{n_{\text{day,slot}}} * p$ , где  $p_{n_{\text{day,slot}}}$  – безразмерная величина, определяющая потребность или нежелание агента А типа t проводить занятия на определенном временном интервале дня,  $p$  – показатель приоритета.

$Matr\_R_{t,A}[\text{day} \in \text{DAY}, \text{slot} \in \text{SLOT}, r \in R] = p_{n_{\text{day,slot,r}}} * p$ , где  $p_{n_{\text{day,slot,r}}}$  – безразмерная величина, определяющая потребность или нежелание агента А типа t на определенном временном интервале дня использовать тот или иной ресурс,  $p$  – показатель приоритета.

Целевые функции агентов реализованы на основе матриц персональных и групповых расписаний агентов, описывающих пожелания (потребности) агентов по планированию своего рабочего распорядка. Удовлетворение пожеланий (потребностей) агентов описывается целевыми функциями агентов. Потребности, связанные с использованием определенных интервалов планирования преподавателями определяются целевой функцией:

$$\sum_{t \in I} \sum_{\text{day}} \sum_{\text{slot}}^{DAY \text{ SLOT}} Matr\_R_{t, n \in A}[\text{day} \in \text{DAY}, \text{slot} \in \text{SLOT}] * \gamma_{\text{day,slot}}^n \rightarrow \text{MAX} \quad (1)$$

Потребности, связанные с использованием определенных ресурсов на интервалах планирования на графике занятий преподавателями определяются целевой функцией.

$$\sum_{t \in I} \sum_{\text{day}} \sum_{\text{slot}}^{DAY \text{ SLOT}} Matr\_R_{t, n \in A}[\text{day} \in \text{DAY}, \text{slot} \in \text{SLOT}, r \in R] * \Delta_{\text{day,slot}}^{n,r} \rightarrow \text{MAX} \quad (2)$$

Аналогичным образом представлены целевые функции, отражающие потребности студенческих групп:

$$\sum_{g \in G} \sum_{\text{day}} \sum_{\text{slot}}^{DAY \text{ SLOT}} Matr\_R_{t, g \in A}[\text{day} \in \text{DAY}, \text{slot} \in \text{SLOT}] * \gamma_{\text{day,slot}}^g \rightarrow \text{MAX} \quad (3)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{\text{day}} \sum_{\text{slot}}^{DAY \text{ SLOT}} Matr\_R_{t, g \in A}[\text{day} \in \text{DAY}, \text{slot} \in \text{SLOT}, r \in R] * \Delta_{\text{day,slot}}^{g,r} \rightarrow \text{MAX} \quad (4)$$

где  $\gamma_{\text{day,slot}}^n, \Delta_{\text{day,slot}}^{n,r}, \gamma_{\text{day,slot}}^g, \Delta_{\text{day,slot}}^{g,r}$  булевские переменные определяющие занятость преподавателя или ресурса в некоторый день на временном интервале.

## Библиографический список

1. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.:МПСИ, 2005. – 584 с.
2. Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. М.: КомКнига, 2006. -332 с.
3. Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А. Математические модели организаций: Учебное пособие. – М.:Ленард, 2008.- 360 с.
4. Галузин К.С. Математическая модель оптимального учебного расписания с учетом нечетких предпочтений [Электронный ресурс]: Дис. Канд. Физ. –Мат. Наук: 05.13.18. –М.:РГБ, 2005.
5. Костин С.А. Модели и методы многокритериальной оптимизации начального расписания занятий [Электронный ресурс]: Дис. Канд. Техн. Наук: 05.13.18 – Саратов: РГБ, 2006.
6. Лоптева О.Н. Система автоматизированного формирования учебного расписания в высшем учебном заведении на основе эвристических алгоритмов [Электронный ресурс]: Дис. Канд. Техн. Наук: 05.13.01. – Красноярск: РГБ, 2006.
7. Макарцова Е.А. Средства моделирования и численные методы в задаче формирования начального расписания занятий [Электронный ресурс]: Дис. Канд. Техн. Наук: 05.13.18 – Саратов: РГБ, 2006.
8. Низамова Г.Ф. Математическое и программное обеспечение составления расписания учебных занятий на основе агрегативных генетических алгоритмов [Электронный ресурс]: дис. Канд.техн. наук: 05.13.11. – Уфа: РГБ, 2007.

УДК 004.414.3 : 519.718.7

### **ПРОБЛЕМА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРОЛИРУЮЩЕГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧАЮЩЕГО ТЕСТИРОВАНИЯ**

**Углев В.А.**

*Хакасский технический институт – Филиал СФУ  
г. Абакан*

Педагогическое компьютерное тестирование, как инструмент автоматизации измерения уровня знаний, интенсивно используется при сопровождении современного учебного процесса. Наряду со многими положительными эффектами, компьютерное тестирование (КТ) имеет ряд недостатков. Для процесса обучения это, в первую очередь, позиционирование тестирующего программного обеспечения (ТПО) исключительно как средства контроля. Проведём анализ существующих пакетов ТПО в аспекте их соответствия запросам современного личностно-

ориентированного учебного процесса.

Изначально необходимо определить, какими особенностями должно обладать КТ для целей обучения. Будем исходить из того, что ТПО должно поддерживать функций *обучающего тестирования* (ОКТ)<sup>1</sup> [1]. Выделим четыре основных группы критериев, реализация которых желательны при организации образовательного процесса с привлечением ТПО.

Во-первых, это реализация специальных функций *в среде КТ*, позволяющих интегрировать тесты и *электронные учебные курсы* (ЭУК) [2]: 1. деление тестовой выборки на соответствующие учебному материалу тематические разделы; 2. реализация подсказок к контролирующему материалу; 3. вывод рекомендаций по оптимизации траектории освоения учебного материала; 4. присутствие метаинформации (детализированного описания дополнительных признаков теста, моделей курса и пользователя); 5. интеграция тестовых заданий с учебным материалом.

Во-вторых, это реализация механизмов личностно-ориентированного подхода при обучении (*индивидуализация*): 1. выделение нескольких режимов тестирования, включая обучающее или тренировочное; 2. включение алгоритмов адаптации тестовой выборки; 3. вывод помощи в режиме обучения; 4. учёт целей пользователя при работе с ЭУК и КТ (например, обучение, ознакомление или освоение отдельных тем); 5. учёт динамики обучения.

В-третьих, это обеспечение процесса КТ эффективными *алгоритмами* работы с информацией: 1. наличие механизмов адаптации тестовой выборки к индивидуальным особенностям обучаемого; 2. анализ дополнительных факторов при оценке знаний<sup>2</sup>; 3. использование методов искусственного интеллекта; 4. учёт семантических связей тестовых заданий и фрагментов учебного материала; 5. возможность перехода из теста в ЭУК.

В-четвёртых, это некоторые *особенности архитектуры* ТПО, позволяющие обеспечить процесс ОКТ: 1. работа в локальной вычислительной сети / Интернете; 2. генерация сводных и детализированных отчётов; 3. разделение на функциональные модули; 4. наличие инструментов модификации связей с ЭУК; 5. наличие инструментов статистической и аналитической обработки результатов КТ.

Рассмотрим ряд систем ТПО в контексте предложенных признаков обеспечения ОКТ. Разделим их на две группы: имеющих полноценную реализацию (а) или представленных в литературе в виде научных работ и моделей (б). В качестве критерия отбора были выбраны либо известность системы (например, АСТ или Тест-Экзаматор), либо её расширенные

---

<sup>1</sup> Обучающее тестирование – педагогическое тестирование, которая ориентирована на достижение оптимальных показателей обучения для отдельного пользователя посредством тесной интеграции с электронными учебными курсами, комплексной оценки знаний и механизма адаптации

<sup>2</sup> Обычно в системах ТПО учитывается только сумма набранных баллов и время тестирования. При этом упускается множество других полезных факторов (например, распределение верных и пропущенных ответов, целей обучения, скорость ответов и пр.).

функциональные возможности (например, [15] и [17]). Очевидно, что здесь представлена только малая часть систем КТ: большинство ТПО были исключены из рассмотрения, т.к. их возможности слишком ограничены для проведения ОКТ. Поэтому результаты анализа следует воспринимать как качественную характеристику современного состояния процесса развития систем КТ. Данные по ТПО приведены в таблице.

Значения в таблице представлены четырьмя категориями: 1 - признак в системе реализован; 0 – характеристика не применима; 0,5 – возможность продекларирована частично, либо только в теоретическом описании; н – о наличии характеристики ничего не известно. К четырём основным группам критериев можно прибавить ещё и степень информационной неопределённости (*закрытости*).

Таблица – Характеристики ТПО, позволяющие реализовать ОКТ

№	Наименование	Интеграция с ЭУК					Индивидуализация					Алгоритмы					Особенности архитектуры				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
а. Программы																					
1	TestOfficePro [3]	н	н	0	н	н	1	н	н	н	н	0	0	0	0	н	1	н	1	н	н
2	AVELife TestGold Studio [4]	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	н	0	0	1	1	1	0	1	1
3	АСТ [5,6]	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
4	УНИТЕСТ [7]	1	1	0	н	1	1	1	1	0	0	1	н	н	н	1	1	1	1	1	н
5	Прометей [6, 8]	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
6	Тэст-Экзаменатор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
7	ГИПЕРТЕСТ [9]	1	0	1	н	1	1	1	1	1	0	1	н	0	1	0	1	0	1	1	0
8	WebСТ [10]	1	0	н	1	1	н	0	1	0	0	0	0	0	н	1	1	н	н	1	0
9	ОРОКС [11]	1	н	0	н	1	н	0	н	н	0	0	н	0	0	н	1	0	1	1	0
б. Исследовательские модели																					
1	Данилова С.Д. [12]	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
2	Малкина О.И. [13]	н	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
3	Магомедов М.А. [14]	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	н	0	0
4	Протасов М.А. [15]	1	0	0	1	0	0	1	н	1	0	1	0	1	н	0	1	н	1	н	0
5	Петрик Ю.С. [16]	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	н	0	н	0	н	0	0
6	Жукова И.Г. [17]	1	н	н	1	1	1	1	н	1	1	1	1	1	1	0	1	н	1	1	н
7	Ульянов Д.А. [18]	0	0	0	н	0	н	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	н	1
8	Пугачёв А.А. [19]	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	н	0	1	0	1	1	0

Результат анализа таблицы представлен на рисунке. Большинство рассмотренных систем ТПО имеют достаточно ограниченные возможности для реализации ОКТ. При этом закрытость систем в группе *а* значительно выше, чем в группе *б*. Если учесть, что большинство «слабых» ТПО было исключено из рассмотрения, то картина становится удручающей: развитыми

алгоритмическими решениями обладают лишь некоторые ТПО из области научных разработок. Наибольшая ограниченность рассмотренных реализаций проявляется в вопросах их интеграции с ЭУК. И эти тенденции наблюдаются тогда, когда повсеместно декларируется комплексный подход к индивидуализации процессов обучения и контроля.

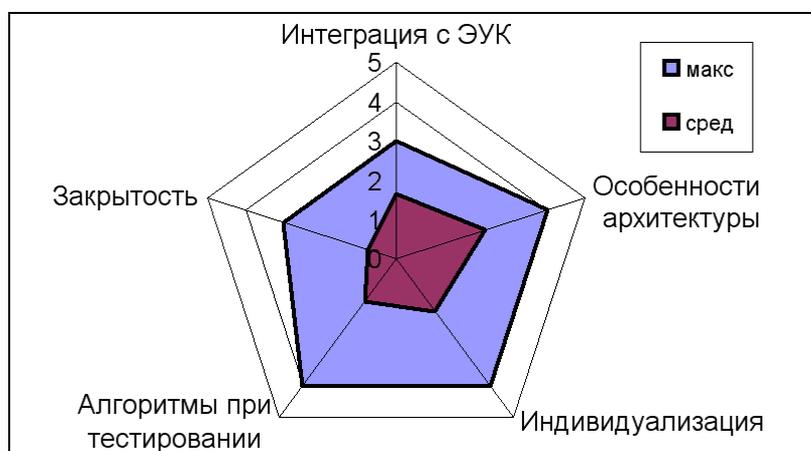


Рисунок – Обобщённая характеристика возможностей ТПО для ОКТ

В заключение следует отметить, что существующих разработок для проведения обучающего тестирования явно недостаточно. Требуется создание расширенной, многофункциональной системы компьютерного тестирования, позволяющей эффективно применять процесс контроля в контексте обучения, а не за его пределами.

#### Библиографический список

1. Углев В.А. Обучающее компьютерное тестирование // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции. - Улан-Удэ: ВСГТУ, 2007. - С. 312 – 316.
2. Углев В.А., Устинов В.А. Некоторые аспекты разработки программ для обучающего компьютерного тестирования // Наука. Технологии. Инновации: Материалы Всероссийской научной конференции молодых ученых. Ч 2.-Новосибирск: НГТУ, 2006.- С.70-72.
3. Орел Е., Прохоров А. Создание тестов и компьютерное тестирование // Компьютер-Пресс, №7 2006. – С. 94 – 99.
4. AVELife TestGold Studio (<http://soft.meta.ua/catalog/prgram.php?ID=8752&progdesc=long>).
5. Тягунова Т.Н. Философия компьютерного тестирования - М.: МГУП, 2003. - 246 с.
6. Бершадский А.М., Белов А.А., Вергазов Р.И., Кревский И.Г. Актуальные проблемы компьютерного контроля знаний ([www.uran.donetsk.ua/~masters/2005/fvti/changli/library/problems.htm](http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2005/fvti/changli/library/problems.htm))
7. УНИТЕСТ (<http://unitest.edu.rt.ru>).
8. Прометей (<http://www.prometeus.ru/products/test/>).

9. Пантелеев Е.Р. Средства поддержки жизненного цикла в Web-обучения в инструментальном комплексе ГИПЕРТЕСТ 2.0 // Информационные технологии, №2 2007. – С. 39 – 45.

10. WebCT (<http://www.webct.ru>).

11. ОРОКС (<http://ito.edu.ru/2001/ito/III/1/III-1-15.html>).

12. Данилова С.Д. Адаптивная, нечёткая модель оценивания результатов автоматизированного тестирования с разделением заданий по уровням усвоения: дис... канд.тех.наук:05.13.01/ -М.,2005.–153 с.

13. Малкина О.И., Сошников Д.В. Создание интерактивных систем адаптивного тестирования в среде интернет с использованием технологий искусственного интеллекта (<http://nit.miem.edu.ru/cgi-bin/article?id=89>).

14. Магомедов М.А., Магомедова Н.А. Адаптивное тестирование как аспект дистанционного обучения информационным технологиям ([www.soft.netacademy.ru/docs/0001.htm](http://www.soft.netacademy.ru/docs/0001.htm)).

15. Протасов А.С. Создание интеллектуальных средств адаптивного тестирования ([www.bitpro.ru/ito/2003/VII/VII-0-2057.html](http://www.bitpro.ru/ito/2003/VII/VII-0-2057.html)).

16. Петрик Ю.С., Порядин Г.В., Афанасьев А.С., Заугольникова Н.С. Использование технологии последовательного дифференцирующего тестирования для измерения обширности и качества знаний учащихся (<http://ksmulab.narod.ru/Dif-test.htm>).

17. Жукова И.Г., Сипливая М.Б., Шабалина О.А. Концепция открытой адаптивной контрольно-обучающей системы на основе персонализации процесса обучения (<http://systech.miem.edu.ru/2003/n1/Zhukova.htm>).

18. Ульянов Д.А. Марковская модель адаптивного тестирования и ее программная реализация в условиях дистанционного обучения: дис... канд.тех. наук: 05.13.18 / - Иркутск, 2005. - 164 с.

19. Пугачев А.А. Высокоуровневое, специализированное программное обеспечение, пакет eCourse Publisher (<http://www.grnm.ru/articles.html>).

УДК 669.184.244.66

## **АНАЛИЗ ПРОЦЕДУР РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ПРОЦЕССА**

**Агеев Д.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Расчетам по оцениванию коэффициентов моделей конвертерного процесса посвящено достаточно много работ [1-4]. Несмотря на это, необходимость совершенствования таких процедур очевидна, постоянная модернизация оборудования, ужесточение требований по качеству выплавляемого металла, необходимость снижения затрат на производство и другие обстоятельства свидетельствуют об этом.

Одним из перспективных направлений совершенствования может служить учет нелинейности кислородно-конвертерного процесса. Однако данное направление по сегодняшний день остается малоизученным и требует тщательной проработки. В настоящем сообщении представлены некоторые результаты, из которых и делается вывод о необходимости учета нелинейности.

Для того, чтобы учесть особенности идентификации объекта в системе управления, был принят метод идентификации с использованием инструментальной переменной [5].

С целью выполнения необходимых расчетов, отобраны 800 текущих плавков кислородно-конвертерного цеха ОАО «Северсталь» за период сентябрь - октябрь 2008г. Данные формировались в ходе специального исследования, исключающего их субъективное искажение. На отобранных плавках не наблюдалось нарушений технологических режимов, в частности отсутствовали выбросы шлако-металлической эмульсии, химический состав металла соответствовал заданию. Техническое состояние агрегата (стойкость огнеупорной футеровки, ее конфигурация, состояние кислородной фурмы и другие) изменялись незначительно.

В таблице 1 представлены усредненные значения технологических показателей производства стали в условиях ОАО «Северсталь» на момент проведения исследования.

Таблица 1 – Технологические показатели конвертерных плавков в условиях ОАО «Северсталь», отобранных для исследований.

Показатель	Значение	Ед.изм.
Садка конвертера	400	т
Расход чугуна	300 - 310	т
Расход лома	100 - 110	т
Расход извести	16 - 17	т
Расход сырого доломита	4 - 4,5	т
Средний химический состав чугуна:		
Кремний	0,40 - 0,60	%
Марганец	0,30 - 0,45	%
Сера	0,018- 0,025	%
Фосфор	0,09 - 0,130	%
Температура чугуна	1370 - 1410	°С
Средний химический состав металла перед выпуском		
Углерод	0, 04 - 0,65	%
Фосфор	до 0,02	%
Сера	до 0,025	%
Химический состав шлака:		
Оксид кремния	14 - 17	%
Оксида магния	12 - 16	%
Оксид кальция	45 - 60	%
Оксид железа	23 - 26	%

Для анализа была взята линейная, относительно коэффициентов, математическая модель расчета массы выхода жидкой стали, следующего вида

$$\delta G_{ст(i)} = k_1 \delta Si_{ч(i)} + k_2 \delta Mn_{ч(i)} + k_3 \delta P_{ч(i)} + k_4 \delta S_{ч(i)} + k_5 \delta T_{ч(i)} + k_6 \delta G_{л(i)}; \quad (1)$$

где:

$G_{ст}$  - масса выхода жидкой стали, %;  $Si_{ч}$  - кремний чугуна, %;  $Mn_{ч}$  - марганец чугуна, %;  $P_{ч}$  - фосфор чугуна, %;  $S_{ч}$  - сера чугуна, %;  $T_{ч}$  - температура чугуна, °C;  $G_{л}$  - масса металлического лома на плавку, %.

Символом « $\delta$ » обозначены приращения учитываемых факторов относительно их базового уровня. В качестве базовых уровней могут приниматься средние значения факторов, что зачастую и делается в большинстве известных работ [1,2].

В модели (1) приняты приращения  $\delta(t)$  относительно среднего значения фактора на предыдущем интервале усреднения  $\delta(t-L)$ , где

$L$  - интервал усреднения. Это сделано для того, чтобы «привязать» модель к динамическим изменениям траектории процесса на длительных интервалах времени.

Отбор информативных участков осуществлялся по значительным ступенчатым либо «трендовым» изменениям уровней определяемых факторов. Примеры отобранных участков представлены на рисунках 1- 6.

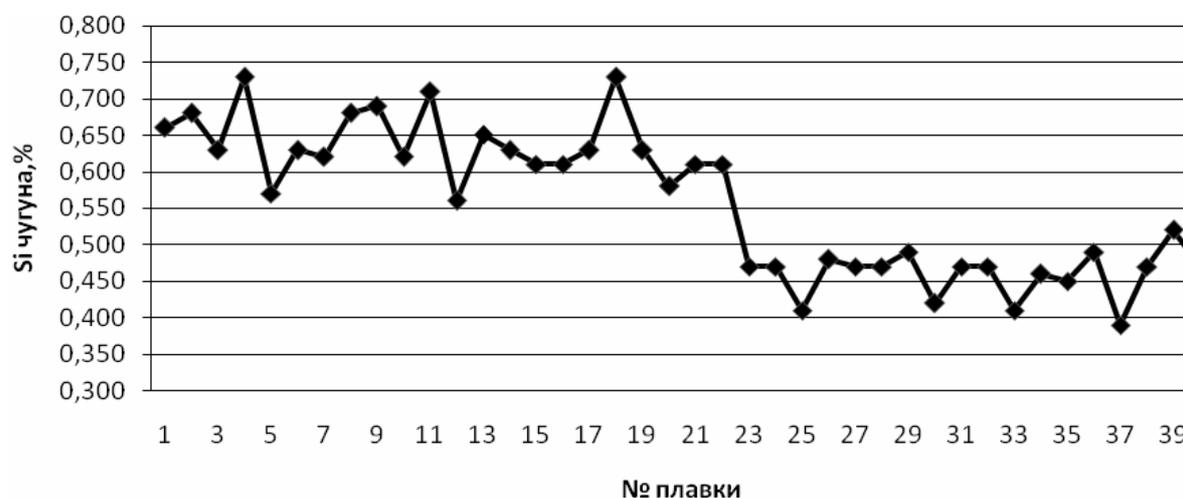


Рисунок 1 – Информативный участок изменения содержания кремния чугуна

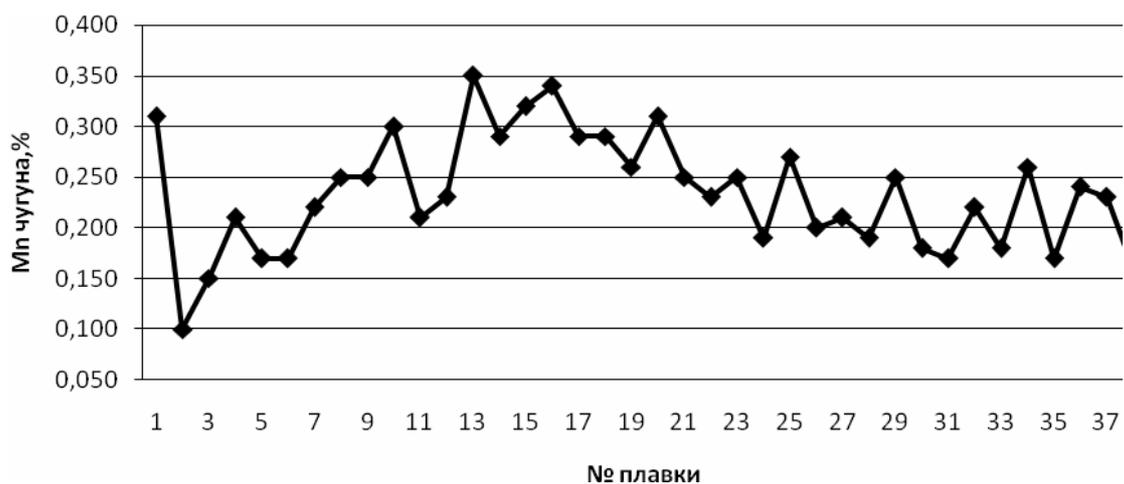


Рисунок 2 – Информативный участок изменения содержания марганца чугуна



Рисунок 3 – Информативный участок изменения содержания фосфора чугуна

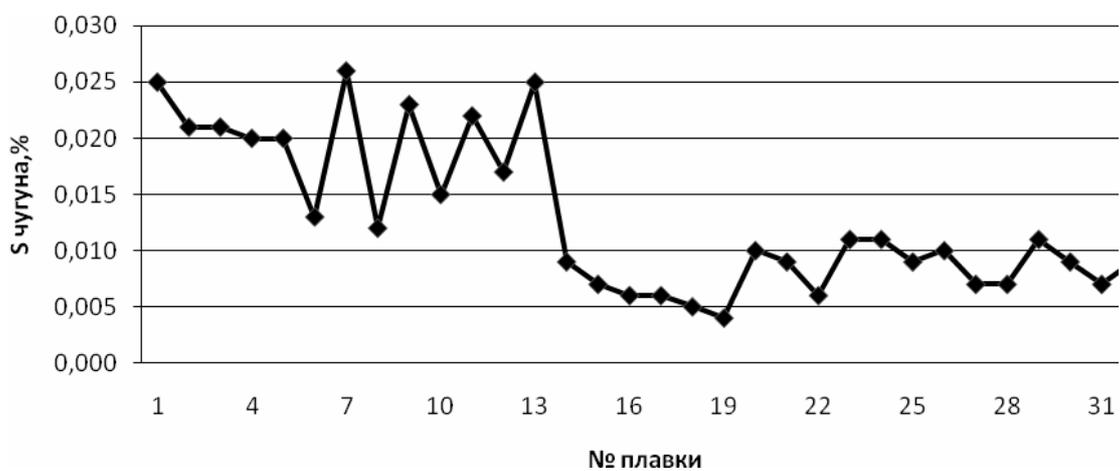


Рисунок 4 – Информативный участок изменения содержания серы чугуна



Рисунок 5 – Информативный участок изменения температуры чугуна



Рисунок 5 – Информативный участок изменения расхода лома



Рисунок 6 – Информативный участок изменения выхода жидкой стали

По полученным, методом наименьших квадратов, данным оценивались коэффициенты модели (1), результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты адаптации

Коэффициент	Размерность	Значения
k1	%/%	46,16
k2	%/%	114,69
k3	%/%	-2,09
k4	%/%	-68,13
k5	°C/%	0
k6	%/%	0

Такие значения коэффициентов не полностью соответствуют балансовым представлениям о кислородно-конвертерном процессе [1], это объясняется тем, что, во-первых, при моделировании не удалось полностью устранить влияние «управляемости» на результаты идентификации и, во-вторых, принятой линейной структурой модели (1).

Результатом изложенного выше может служить вывод о том, что для совершенствования процедур построения математических моделей управления объектом необходимо более тщательное формирование информативных данных, а также использования нелинейных структур моделей.

#### Библиографический список

1. Авдеев В.П., Айзатулов Р.С., Мышляев Л.П., Петрунин М.В., Сарапулов Ю.А. Способы расчета масс материалов конвертерного процесса. - М.: Металлургия, 1994. - 192с.
2. Туркенич Д.И. Управление плавкой стали в конвертере. - М.: Металлургия 1971. - 360с.
3. Зарвин В.Я., Авдеев В.П., Евтушенко В.Ф. и др. Поисковая идентификация выхода жидкой стали в кислородном конвертере. // Изв. Вузов. Черная металлургия. - 1977. - №6. - С.162-165.
4. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи: Управление при неопределенности. - М.: Наука. Физматлит, 1997.- 352с.
5. Кендалл М. Дж., Стюарт А. Статистические выводы и связи: Пер. с англ. - М.: Наука, 1973. - Т.2. - 900с.
6. Вентцель Е.С. Теория Вероятностей. - М.: Высш.шк., 2001.- 575с.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА «ТОЧНО В СРОК» УЧЕТА ЛЕГИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОАО «НКАЗ»**

**Силюкова А.А.**

**Научный руководитель: Тараборина Е.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Автоматизированная система «Точно в Срок» является модулем единой системы управления предприятия (СУП). Актуальность автоматизированной системы «Точно в Срок» очень высока и заключается в обеспечении поставки легирующих компонентов к рабочим местам литейного производства в определенное время и в определенном количестве в соответствии с запланированными объемами литья. Кроме того, система обеспечивает учет задержанной и забракованной продукции. В комплексе с данными, импортированными с технологического портала, возможна всесторонняя аналитика и расчет расходных коэффициентов при выплавке сплавов.

До внедрения системы «Точно в Срок» была программа, написанная в Microsoft Access для учета суточных потребностей ТМЦ. Она была несовершенна и ограничена, не позволяла получать отчеты, в любой момент в нее могли быть внесены изменения, в том числе прошлым числом, что не допустимо. Срочно требовалась разработка новой системы, которая учитывала бы все потребности мастеров, бригадиров, технологов и, конечно, требования руководства предприятия.

Автоматизированная система «Точно в Срок» была разработана ОИТ НФ ООО «ИТ – Сервис» по заказу группы Проекта «Внутризаводская логистика». В создании структуры бизнес – процесса принимали активное участие менеджеры литейного производства, мастера и бригадиры. Программа запущена в промышленную эксплуатацию 1 октября 2007 года.

Назначение системы:

1. Автоматизации учета легирующих металлов, а также аналитике их движения и количества в производстве;
2. Автоматический расчет ежедневного заказа суточной потребности (по рабочим местам ЛО-1, ЛО-2) литейного производства, исходя из плана производства сплавов на следующие сутки;
3. Получения фактических расходных коэффициентов по всем легирующим материалам, используемым на рабочих местах ЛП посуточно.

На данный момент процесс состоит в следующем:

Технолог составляет плановую потребность в легирующих ТМЦ на месяц до начала предыдущего месяца. При необходимости происходит изменение плановой потребности в легирующих ТМЦ на месяц посредством

дополнительной заявки.

Мастер смены/бригадир рассчитывает суточную потребность в легирующих (ТМЦ) согласно планируемому в текущие сутки выпуску готовой продукции (сплава) для составления заказа. Мастер смены/бригадир в электронном виде составляет заказ с обязательным указанием рабочего места, номенклатурного номера и объема заказываемого ТМЦ. Вносимые данные должны строго соответствовать расчетным предшествующего завозу. Кладовщик комплектовочного склада после получения заказа передает данные персоналу комплектовочного склада для предварительной комплектации заказа. Утром текущего дня заказ комплектуется окончательно, изменения в Карточке заказа не допустимы. Этим же утром Кладовщик ЦСХ проводит выдачу ТМЦ со склада согласно полученной Карточке заказа и переносит ее на бумажный носитель для подписи. Выдача со склада ТМЦ производится в указанных в заказе объемах. Заявка не подлежит редакции после выдачи ТМЦ с комплектовочного склада. В случае изменения плана по выпуску готовой продукции суточная заявка сторнируется и оформляется заново.

После получения материалов со склада Мастер смены/бригадир должен учесть все данные (количество, химический состав) по входящим составляющим для процесса плавки. Входящими составляющими являются алюминий-сырец, ТМЦ, полученные по заявке со склада, брак и отходы.

По окончании производственного процесса Мастер смены/бригадир должен учесть данные (количество, химический состав) по выходящим составляющим. Выходящими составляющими являются готовая продукция, брак, отходы и неизрасходованные ТМЦ. Мастер смены/бригадир обеспечивает возврат неизрасходованных за предыдущие сутки ТМЦ с указанием данных в Карточке заказа. Кладовщик сверяет количество и фиксирует количество возврата в электронном заказе за день выдачи.

Дополнительными операциями, имеющими значение в учете легирующих металлов, являются переплавка брака и передача отходов в другой цех. В процессе плавки одной из составляющих на выходе является НЗП в жидком или твердом виде. Накопление НЗП в миксерах может происходить в течение нескольких плавок. Учет данных по НЗП является одной из задач Мастера смены/бригадира.

Данная программа предусматривает автоматизацию учета легирующих компонентов практически на всех участках литейного производства:

- 1) Планирование месячной потребности в легирующих материалах;
- 2) Составление графиков производства Al и сплавов по каждому рабочему месту на месяц;
- 3) Планирование суточной потребности в легирующих материалах по каждому рабочему месту;
- 4) Учет движения легирующих материалов на складе;
- 5) Учет производства готовой продукции по каждому рабочему месту;
- 6) Учет производственных процессов с регистрацией всех входящих

компонентов (Al – сырец, ТМЦ, задержанная продукция, металл, возвращенный на переработку, АВ и другие) и всех выходящих компонентов (готовая продукция, задержанная продукция, металл, возвращенный на переработку, АВ и другие );

7) Расчет передачи ТМЦ по сменам, а также остатка ТМЦ, возвращаемого на склад;

8) Журнал регистрации задержанной продукции;

9) Журнал регистрации твердого металла в ЛО;

10) Учет переплавки задержанной продукции и твердого металла в ЛО;

11) Получение аналитической информации по процессам плавки, по расходу легирующих компонентов, по качеству готовой продукции.

12) Для исключения двойного ввода информации предусмотрен импорт данных из технологических АРМов (Шихтовщик, СГП и другие).

13) Получение необходимых отчетных форм;

14) Визуализация данных производства с помощью диаграмм.

Описание функциональности системы.

1. Программное обеспечение системы «Точно в Срок» обеспечивает введение первичных данных на всех этапах бизнес-процесса:

- месячный план на обеспечение ТМЦ; суточный план по выпуску; оформление процесса плавки; регистрация входящих составляющих процесса плавки (Al-сырец, ТМЦ, другие); регистрация выходящих составляющих процесса плавки (готовая продукция, ТМЦ, др.); операции дошихтовки брака; передача отходов в другой цех; учет НЗП.

- ПО системы формирует заказ на суточную потребность в ТМЦ. ПО системы рассчитывает расходные коэффициенты по каждому рабочему месту.

На основании внесенных первичных данных ПО представляет аналитические данные по количеству легирующих металлов на всех этапах бизнес-процесса.

## V. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

УДК 621.831

### ПРОБЛЕМА ИЗБЫТОЧНЫХ СВЯЗЕЙ В ПЛАНЕТАРНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Макиенко А.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

*Планетарная передача* - механизм для передачи вращательного движения цилиндрическими или коническими зубчатыми колёсами, в состав которого входят сателлиты (колёса, совершающие сложное движение и имеющие подвижную ось вращения). Число сателлитов в планетарной передаче может быть различным. Широкое применение планетарные передачи получили из-за способности реализовывать большие передаточные числа и передавать значительные мощности. Компактность и малая масса планетарных передач в значительной степени объясняются распределением передаваемой мощности между сателлитами и использованием внутреннего зацепления. Однако большой проблемой для таких механизмов является появление избыточных связей.

*Избыточными связями* в механизмах называют такие связи, устранение которых не увеличивает подвижность механизма, обеспечивая при этом их адаптивность к изменяющимся нагрузкам. Трение приводит к неизбежному чрезмерному износу зубьев колес, вызывающих потерю зацепления отдельных сателлитов с центральными колесами.

Рассмотрим четырехзвенный планетарный механизм, структурная схема которого приведена на рисунке 1., с целью выявления избыточных связей. В состав механизма входит 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 – двухповодвижные ( $p_4 = 2$ ).

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  $W = 1$ .

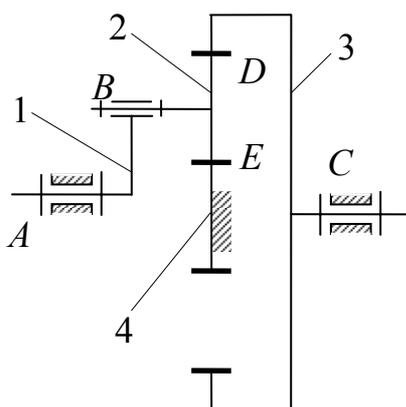


Рисунок 1 – Схема четырёхзвенного планетарного механизма

Введем формулу определения числа избыточных связей

$$q = W - 1, \quad (2)$$

где  $q$  – число избыточных связей в механизме;

$W$  – подвижность механизма.

Проверим данный механизм по формуле (2) на наличие избыточных связей:

$$q = W - 1 = 1 - 1 = 0.$$

Механизм является вполне работоспособным и в нем отсутствуют избыточные связи.

Необходимость уравнивания инерционных сил в передаче требует введения дублирующих сателлитов – одного, двух, трёх и т.д., установка которых в механизм приводит к появлению избыточных связей во всей передаче.

Добавим еще два сателлита (рисунок 2). 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

$$W = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 5 - 6 = -1,$$

$$q = W - 1 = -1 - 1 = -2.$$

Передача будет работать с принуждением.

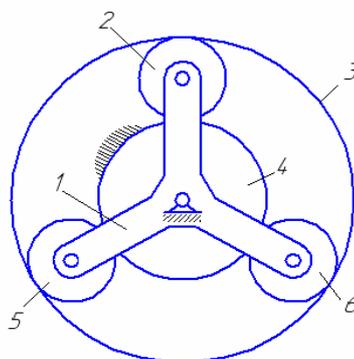


Рисунок 2 – Планетарный механизм с тремя подвижными сателлитами

Если продолжать добавлять спутники, то можно проследить, как увеличивается количество избыточных связей. При четырёх спутниках (рисунок 3а) подвижность механизма равна

$$W = 3 \cdot 6 - 2 \cdot 6 - 8 = -2,$$

а число избыточных связей

$$q = W - 1 = -2 - 1 = -3.$$

При пяти спутниках (рисунок 3б)

$$W = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 7 - 10 = -3,$$

$$q = W - 1 = -3 - 1 = -4.$$

При шести спутниках (рисунок 3с):

$$W = 3 \cdot 8 - 2 \cdot 8 - 12 = -4,$$

$$q = W - 1 = -4 - 1 = -5.$$

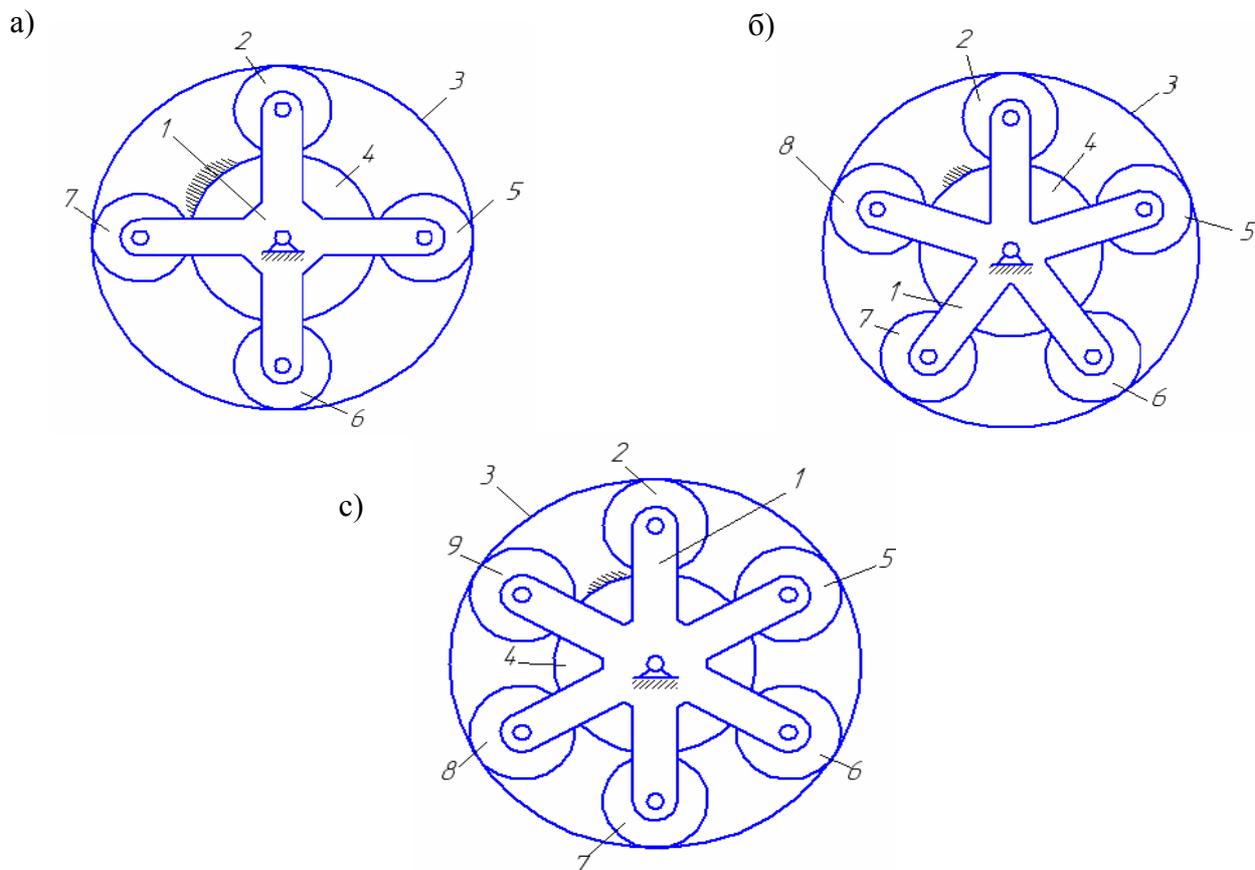


Рисунок 3 – Многоспутнитные планетарные механизмы

Фактически полученные числа избыточных связей свидетельствуют о неработоспособности механизмов, о неспособности их к движению. Однако такие системы используются в практике. Их принуждают к движению насильно. Чтобы избавиться от избыточных связей механизмы адаптируются к движению за счет износа поверхностей зубьев. Лишь в том случае, когда передача осуществляется только через один спутник, механизм становится безыбыточным.

## К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ АССУРОВЫХ И НЕАССУРОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ВТОРОГО СЕМЕЙСТВА

**Фомин А.С.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Современное машиностроение требует создания наиболее оптимальных по своим параметрам и разнообразных по назначению механизмов. Разработка новых видов механизмов, алгоритмов их структурного поиска является весьма актуальной задачей сегодня. Пока наибольшее распространение имеют механизмы третьего семейства, достаточно изучены механизмы четвертого семейства, а обладающие особенными свойствами, механизмы второго семейства, практически остаются неисследованными. Найдено лишь несколько частных схем, показанных Артоболевским И.И.

В настоящей работе по существу впервые рассматривается общий принцип образования механизмов второго семейства, как ассуровых, так и неассуровых.

Известно [1], что формула подвижности механизмов второго семейства имеет вид

$$W_2 = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3, \quad (1)$$

где  $p_3, p_4, p_5$  – число кинематических пар третьего, четвертого и пятого класса.

Все механизмы второго семейства в зависимости от вида кинематических пар, применяемых в них, могут быть разделены на подсемейства [2]. Всего таких подсемейств семь.

К нулевому подсемейству относятся механизмы, в которых обязательно присутствуют все виды кинематических пар - и  $p_3$ , и  $p_4$ , и  $p_5$

$$W_{2(0)} = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3, \quad (2)$$

в механизмах первого подсемейства связь между звеньями осуществляется лишь через кинематические пары  $p_4$  и  $p_5$

$$W_{2(1)} = 4n - 3p_5 - 2p_4, \quad (3)$$

в механизмах второго подсемейства не используются пары  $p_4$  и связь звеньев в них осуществляется через кинематические пары  $p_3$  и  $p_5$

$$W_{2(2)} = 4n - 3p_5 - p_3. \quad (4)$$

Третье подсемейство организовывается исключительно через пары  $p_5$

$$W_{2(3)} = 4n - 3p_5, \quad (5)$$

четвертое подсемейство особенно тем, что в нем не используются одноподвижные пары  $p_5$

$$W_{2(4)} = 4n - 2p_4 - p_3. \quad (6)$$

Такие механизмы относятся к неассуровым, т.к. парами  $p_4$  и  $p_3$  нельзя организовать так называемого механизма первого класса по Ассуру.

Пятое подсемейство организуется исключительно двухподвижными парами  $p_4$ . Это подсемейство интересно тем, что в нем нельзя создать механизм ( $W=1$ ), потому что в формуле (7) коэффициенты перед  $n$  и  $p_4$  четные. Задаваясь подвижностью  $W=0$  можно исследовать группы Ассура для этого подсемейства.

$$W_{2(5)} = 4n - 2p_4. \quad (7)$$

Механизмы шестого подсемейства организуются только парами  $p_3$ . Их структурная формула имеет вид

$$W_{2(6)} = 4n - p_3. \quad (8)$$

Таким образом, всего различных подсемейств внутри второго семейства - семь. Можно отметить несколько принципиальных отличий между подсемействами. Из семи подсемейств четыре относятся к ассуровым: нулевое, первое, второе и третье подсемейства. Оставшиеся три подсемейства не могут быть отнесены к ассуровым. Поэтому их следует называть неассуровыми. Среди механизмов этих подсемейств могут существовать такие, в которых простейшей кинематической парой является двухподвижная пара  $p_4$  (четвертое и пятое подсемейство). Могут также существовать механизмы с простейшей трехподвижной парой (шестое подсемейство).

Введение понятия подсемейств механизмов второго семейства существенно конкретизирует и упрощает задачи поиска многообразия таких структур.

Рассмотрим подробнее образование ассуровых и неассуровых механизмов на примере нулевого подсемейства, т.к. в этом подсемействе могут быть образованы как ассуровы, так и неассуровы механизмы второго семейства.

Ассуровы механизмы нулевого подсемейства, как любые ассуровы механизмы образуются путем присоединения к ведущему звену групп Ассура. Поэтому обратимся к поиску групп нулевой подвижности этого подсемейства. Тогда уравнение (2) запишется в виде

$$3p_5 + 2p_4 + p_3 = 4n,$$

откуда вполне очевидно, что простейшей группой Ассура по числу звеньев будет двухзвенная ( $n=2$ )

$$3p_5+2p_4+p_3=8.$$

Такая группа Асура может быть образована только с использованием треугольного базисного звена  $\tau$  ( $\tau=3$ ). Параметр  $\tau$  определяется из универсальной структурной системы [3].

Возможными являются два решения

$$p_5 = 1, p_4 = 1, p_3 = 3, n_2 = 1, \phi = 3;$$

$$p_5 = 1, p_4 = 2, p_3 = 1, n_1 = 1, \phi = 3.$$

Поиск групп Асура с числом подвижных звеньев более двух, осуществляется через универсальную структурную систему. Рассмотрим случай, когда  $n=3$ . Тогда из (2) получим уравнение

$$3p_5+2p_4+p_3=12.$$

Решая это уравнение совместно с универсальной структурной системой, найдем следующие решения

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
|                          | $\phi = 4, n_1 = 1, n_2 = 1;$ |
|                          | $\phi = 5, n_2 = 1;$          |
| 1. $p_5=1, p_4=1, p_3=7$ | $\phi = 6, n_1 = 1, n_2 = 1;$ |
|                          | $\phi = 7, n_1 = 2;$          |
|                          | $\phi = 4, n_2 = 2;$          |
|                          | $\phi = 4, n_2 = 1, n_3 = 1;$ |
| 2. $p_5=1, p_4=2, p_3=5$ | $\phi = 5, n_1 = 1, n_2 = 1;$ |
|                          | $\phi = 6, n_2 = 2;$          |
|                          | $\phi = 3, n_2 = 2;$          |
|                          | $\phi = 4, n_1 = 1, n_3 = 1;$ |
| 3. $p_5=1, p_4=3, p_3=3$ | $\phi = 5, n_1 = 2;$          |
|                          | $\phi = 3, n_1 = 1, n_2 = 1;$ |
| 4. $p_5=1, p_4=4, p_3=1$ | $\phi = 4, n_1 = 2;$          |
|                          | $\phi = 3, n_2 = 2;$          |
|                          | $\phi = 4, n_1 = 1, n_3 = 1;$ |
| 5. $p_5=2, p_4=1, p_3=4$ | $\phi = 5, n_1 = 2;$          |
|                          | $\phi = 3, n_1 = 1, n_2 = 1;$ |
| 6. $p_5=2, p_4=2, p_3=2$ | $\phi = 4, n_1 = 2;$          |
|                          | $\phi = 3, n_1 = 2.$          |
| 7. $p_5=3, p_4=1, p_3=1$ |                               |

Присоединяя к ведущему звену - к кривошипу или ползуну, найденные группы Асура, можно получать асуровы механизмы нулевого подсемейства.

Неассуровы механизмы нулевого подсемейства могут быть найдены, только при использовании универсальной структурной системы. Для этого

подсемейства система запишется

$$\begin{cases} p = \phi + (\phi - 1)n_{\phi-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\phi-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{2(0)} = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3. \end{cases} \quad (9)$$

Из последнего уравнения системы (9) при условии  $W_{2(0)}=1$ , выразим  $n$

$$n = \frac{(3p_5 + 2p_4 + p_3) + 1}{4}.$$

Из этого уравнения следует, что однозвенного механизма создать нельзя, т.к. скобка  $(3p_5+2p_4+p_3)$  должна быть равна трем. А, используя, хотя бы по одной паре каждого класса, мы не сможем достичь такого результата. Таким образом, самым простейшим, по количеству подвижных звеньев, неассуровым механизмом нулевого подсемейства будет трехзвенный механизм. Задаваясь числом подвижных звеньев  $n=2, 3, 4, \dots$  скобка  $(3p_5+2p_4+p_3)$  будет принимать значения из ряда  $7, 11, 15, 19, \dots$  через  $4$ .

При  $n=2$  из универсальной структурной системы не сложно найти единственное решение

$$n = 2, n_1 = 1, p_5 = 1, p_4 = 1, p_3 = 2.$$

При  $n=3$  получаем

$$n = 3, n_1 = 2, p_5 = 2, p_4 = 2, p_3 = 1,$$

$$n = 3, n_1 = 1, n_2 = 1, p_5 = 1, p_4 = 3, p_3 = 2,$$

$$n = 3, n_1 = 1, n_2 = 1, p_5 = 2, p_4 = 1, p_3 = 3,$$

$$n = 3, n_2 = 2, p_5 = 1, p_4 = 2, p_3 = 4.$$

Аналогично находятся решения для неассуровых механизмов нулевого подсемейства с числом подвижных звеньев более 3.

Наиболее практически реализуемым является четвертое подсемейство, образованное только парами пятого класса. В данном подсемействе возможно образование только ассуровых механизмов. Поэтому алгоритм образования таких механизмов заключается в поиске групп нулевой подвижности и присоединении к ним ведущего звена, соединенного со стойкой парой пятого класса. Примеры ассуровых механизмов четвертого подсемейства показаны на рисунках 1 и 2 [4].

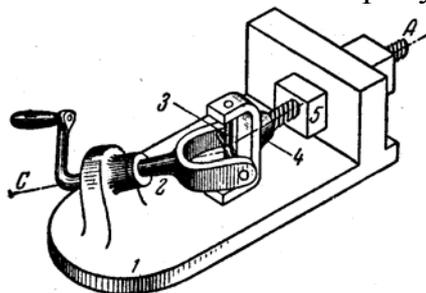


Рисунок 1 – Модель пространственного рычажно-винтового механизма

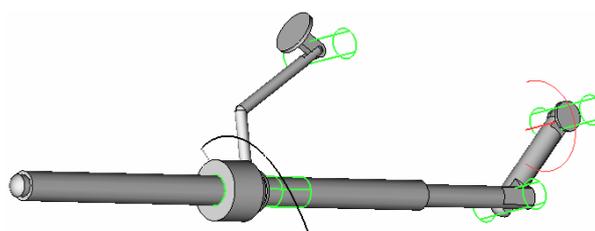


Рисунок 2 – Механизм для воспроизведения пространственной кривой

Следует отметить, что группы Ассура, используемые в механизмах второго семейства, являются пространственными и в них присутствует винтовое движение.

#### Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов / И.И. Артоболевский - М.: «Наука», 1965.- 776 с.
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. Новокузнецк 2004.
4. Патент РФ 2309051.

УДК 621.01

### АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА МЕХАНИЗМОВ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ВЕТВЯМИ

Полосухин А.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В последние годы большой научный и практический интерес получили так называемые платформенные механизмы или механизмы параллельной структуры. Первый механизм – платформа Стюарта был запатентован в США в 1965г. К настоящему времени известны сотни устройств такого типа, защищенные патентами многих государств мира. Далее будет изложен новый метод синтеза структур платформенных механизмов. Исходными параметрами при синтезе структур механизмов будет приниматься сложность наиболее сложного звена, а именно платформы механизма. Разработанный метод синтеза может быть использован для всех пяти возможных семейств, от классически пространственных до клиновых.

Любая кинематическая цепь, любая механическая система может быть описана универсальной структурной системой [1] вида.

$$\begin{cases} \sum p_k \cdot h(k-m) = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + i \cdot n_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \\ W = (6 - m)n - \sum (k - m)p_k \cdot h(k - m), \end{cases} \quad (1)$$

где  $\tau$  - число геометрических элементов (кинематических пар) наиболее сложного - базисного звена цепи ( $\tau$ -угольника),

$n_i$  - число звеньев, добавляющих в цепь по  $i$  кинематических пар,  
 $n$  - общее число звеньев цепи,  
 $m$  - число общих связей, накладываемых на всю цепь (по Добровольскому В.В.),  $m$  может принимать значения: 0,1,2,3,4 и 5,  
 $W$  - подвижность цепи,  
 $k$  - класс применяемых в цепи кинематических пар,  $k$  может принимать значения: 1,2,3,4 и 5,  
 $h(k-m)$  - единичная функция, имеющая вид

$$h(k-m) = \begin{cases} 1, & (k-m) > 0, \\ 0, & (k-m) \leq 0. \end{cases} \quad (2)$$

Общее решение универсальной структурной системы (1), которое может быть использовано при синтезе структур любых кинематических цепей, в том числе и цепей с параллельными ветвями может быть представлено в виде зависимостей

$$\frac{n-W+p_4h(4-m)+2p_3h(3-m)+3p_2h(2-m)+4p_1h(1-m)}{(5-m)} - (\tau-1) = N, \quad (3)$$

$$(\tau-2)n_{\tau-1} + \dots + (i-1)n_i + \dots + 2n_3 = N - n_2, \quad (4)$$

$$n_1 = n - 1 - n_{\tau-1} - \dots - n_i - \dots - n_3 - n_2, \quad (5)$$

$$p_5 = \frac{(6-m)n - W - (4-m)p_4h(4-m) - (3-m)p_3h(3-m)}{(5-m)} - \frac{(2-m)p_2h(2-m) + (1-m)p_1h(1-m)}{(5-m)} \quad (6)$$

где  $N$ - целое положительное число.

Относительно механизмов с параллельными ветвями очевидными являются следующие соображения:

✓ Платформа этих механизмов есть наиболее сложное базисное звено цепи, т.е. является  $\tau$ -угольником;

✓ Число ветвей цепи  $\gamma$  определяется сложностью  $\tau$ -угольника, т.е.  $\gamma=\tau$ , при этом речь о параллельных ветвях может идти лишь при условии, что  $\tau \geq 2$ ;

✓ Если ветви цепи одинаковы, то число звеньев в каждой ветви  $n_e$  есть общее число звеньев цепи, кроме платформы  $(n-1)$  отнесенное к  $\tau$ , т.е.

$$n_e = \frac{n-1}{\tau},$$

а число кинематических пар в каждой ветви цепи

$$p_e = \frac{p}{\tau},$$

где  $p$  - общее число кинематических пар цепи

В общем случае, в каждой из ветвей цепи могут быть использованы различные звенья, т.е. добавляющие в цепь от одной до  $(\tau-1)$  пар. Поэтому ветви могут быть сколько угодно сложными по составу звеньев.

$$p = \sum p_k \cdot h(k - m).$$

Рассмотрим, прежде всего, механизмы с одинаковыми параллельными ветвями и такими, в которых использованы только линейные звенья, т.е. звенья  $n_1$ , которые, присоединяясь к  $\tau$ -угольнику, добавляют по одной кинематической паре каждое.

В этом случае, все звенья  $n_i$  от  $n_2$  до  $n_{\tau-1}$  отсутствуют, т.е.

$$n_{\tau-1} = \dots = n_i = \dots = n_2 = 0, \text{ и } N = 0. \quad (7)$$

В соответствии с (5)

$$n_1 = n - 1. \quad (8)$$

Решим (3) относительно  $W$  с учетом (7)

$$W = \tau[n_B - (5-m) + (6-m) + p_4 h(4-m) + 2p_3 h(3-m) + 3p_2 h(2-m) + 4p_1 h(1-m)] \quad (9)$$

Приведенные взаимосвязи позволяют выполнить синтез схем механизмов с параллельными ветвями.

В качестве примера, рассмотрим классические пространственные кинематические цепи, для которых  $m = 0$  (нулевое семейство) и подвижность которых определяется формулой Малышева

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1. \quad (10)$$

Поставим реальные для практики условия – в механизмах используются только пары  $p_5$ ,  $p_4$  и  $p_3$  т.е.  $p_2 = p_1 = 0$ . Тогда

$$p_5 + p_4 + p_3 = \tau + n - 1. \quad (11)$$

Обозначим числа пар разных классов в цепи как

$$p_{3\varepsilon} = \frac{p_3}{\tau}, \quad p_{4\varepsilon} = \frac{p_4}{\tau}, \quad p_{5\varepsilon} = \frac{p_5}{\tau}. \quad (12)$$

Разделив правую и левую части уравнения (11) на  $\tau$ , решим его относительно  $p_{3\varepsilon}$

$$p_{3\varepsilon} = 1 + n_\varepsilon - p_{5\varepsilon} - p_{4\varepsilon}. \quad (13)$$

Подставив (12) и (13) в (9) получим

$$W = \tau(3n_\varepsilon - 2p_{5\varepsilon} - p_{4\varepsilon} - 3) + 6. \quad (14)$$

Вероятнее всего, наибольший интерес будут представлять механизмы с параллельными одинаковыми ветвями, в которых используются все виды пар, т.е.  $p_5$ ,  $p_4$ , и  $p_3$ .

Запишем зависимости (13) и (14) в виде системы

$$\begin{cases} W = \tau(3n_6 - p_{46} - 2p_{56} - 3) + 6, \\ p_{36} = 1 + n_6 - p_{46} - p_{56}. \end{cases} \quad (15)$$

Рассмотрим случай, когда подвижность механической системы вне зависимости от сложности платформы, т.е. не зависимо от значения  $\tau$  будет минимальной, т.е. к случаю  $W = 6$ . Это станет возможным при условии, когда скобка в первом уравнении (15) будет равна нулю, т.е.

$$3n_6 - p_{46} - 2p_{56} - 3 = 0. \quad (16)$$

Согласно (16) возможные к применению значения  $n_6$  могут изменяться от 1 до 5.

Из второго уравнения (15) следует, что

$$p_{36} = 1 + n_6. \quad (17)$$

В результате найдем восемь возможных решений уравнения (16).

1.  $n_6 = 1, p_{36} = 2, p_{56} = 0, p_{46} = 0, p_{36} = 2,$
2.  $n_6 = 2, p_{36} = 3, p_{56} = 1, p_{46} = 1, p_{36} = 1,$
3.  $n_6 = 2, p_{36} = 3, p_{56} = 0, p_{46} = 3, p_{36} = 0,$
4.  $n_6 = 3, p_{36} = 4, p_{56} = 2, p_{46} = 2, p_{36} = 0,$
5.  $n_6 = 3, p_{36} = 4, p_{56} = 3, p_{46} = 0, p_{36} = 4,$
6.  $n_6 = 4, p_{36} = 5, p_{56} = 4, p_{46} = 1, p_{36} = 0,$
7.  $n_6 = 4, p_{36} = 5, p_{56} = 3, p_{46} = 0, p_{36} = 2,$
8.  $n_6 = 5, p_{36} = 6, p_{56} = 6, p_{46} = 0, p_{36} = 0.$

Все они пригодны для платформ любой сложности от  $\tau = 2$  и более без ограничений.

Далее в качестве примера, покажем несколько схем, соответствующих этим решениям.

Используя систему (15), можно находить решения и для всех значений  $W$  не равных шести. При этом существенную роль будет играть сложность платформы.

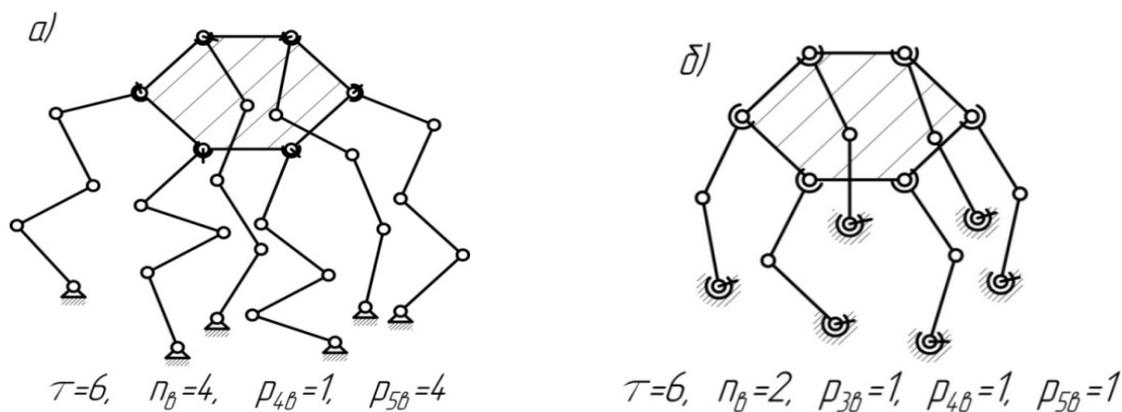


Рисунок 1 – Схемы пространственных механизмов с одинаковыми параллельными ветвями

В принципе, ветви механизмов с параллельными ветвями могут быть и более сложными, т.е. в каждой из ветвей возможно использование не только линейных, но трех-, четырех- и более угольных звеньев. Такие схемы также поддаются систематическому изучению и синтезу. Достаточно в зависимости (3) задавать параметру  $N$  численные значения от 1 и выше.

Таким образом, были рассмотрены аналитические основы синтеза структур механизмов с параллельными ветвями.

#### Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Общее решение универсальной структурной системы, пригодное для синтеза структур любых кинематических цепей. В сб. «Материалы восьмой научно-практической конференции по проблемам машиностроения, металлургических и горных машин». – Новокузнецк, 1998 с. 8-20.

2. Дворников Л.Т. К вопросу о синтезе структур механизмов с параллельными ветвями. В сб. «Материалы девятой научно-практической конференции по проблемам машиностроения и горных машин». – Новокузнецк, 1999 с. 7-20.

УДК 620.01

### **К ОБОСНОВАНИЮ ПРИНЦИПА МОДЕРНИЗАЦИИ ГИДРОДОМКРАТОВ ШАХТНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ**

**Князев А.С.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Основной объем подземной добычи угля обеспечивается комплексами оборудования с механизированными крепями. Создание и широкое внедрение механизированных комплексов сыграло исключительно важную роль в техническом перевооружении угольной промышленности, послужило мощным стимулом к развитию и повышению технического уровня всех звеньев технологических комплексов угледобычи.

В настоящее время в мировой практике применяются механизированные крепи различного вида. Они отличаются по структуре, по габаритам, по количеству используемых гидродомкратов, по дизайну, по взаимодействию с окружающим массивом горных пород. Во всех известных конструкциях используются гидродомкраты, принцип работы которых одинаков. Недостатком в работе гидродомкратов является то обстоятельство, что при длительном нагружении кровли поршень гидродомкрата может проседать. В конструкции гидродомкратов используются разгрузочные клапаны (гидрозамки). Они предназначены для пропуска рабочей

жидкости в поршневую полость гидродомкрата при его распоре, гидравлического запираания этой полости после начального распора гидродомкрата, а также для пропускания на слив рабочей жидкости из поршневой полости гидродомкрата при его разгрузке и принудительном складывании. В отдельных случаях разгрузочные клапаны (гидрозамки) могут применяться для гидравлического запираания полости гидроцилиндров и другого назначения. При применении разгрузочных клапанов для гидродомкратов имеется два специфических обстоятельства, которые обусловили их конструкции.

Первое обстоятельство заключается в том, что при разгрузке гидродомкрата освобождается значительная энергия упруго сжатой рабочей жидкости из стенок цилиндра гидродомкрата, вызывающая в ряде случаев явление гидроудара.

Второе обстоятельство состоит в том, что поскольку в сливной магистрали механизированной крепи могут возникать давления рабочей жидкости до 3 МПа, потребовалось, чтобы разгрузочный клапан, когда он используется как обратный клапан, через который осуществляется поступление рабочей жидкости в поршневую полость гидродомкрата, открывался при давлении не менее 4 МПа. Это необходимо для исключения случаев самопроизвольного распора гидродомкрата секции крепи при ее передвижке давлением рабочей жидкости в сливной магистрали.

Недостатками разгрузочных клапанов являются незначительный ресурс вследствие эрозийного размывания пластмассового седла и частые случаи потери герметичности при попадании и внедрении металлической стружки в поверхность рабочей кромки седла [1].

Таким образом, рассматривая описанную проблему можно сделать вывод о том, что используемые в механизированных крепях гидродомкраты требуют модернизацию и усовершенствования. Анализ схем используемых в практике гидродомкратов, дает основание к поиску принципиально новых схем, в частности, совмещение в них как собственно гидродомкратов, так и устройств, обеспечивающих механическое самоторможение. Механическое самоторможение может быть введено в конструкцию гидродомкрата в виде дополнительного винтового механизма, например редукторов поступательного движения. Одно из таких технических решений приводится в настоящей публикации на рисунке 1.

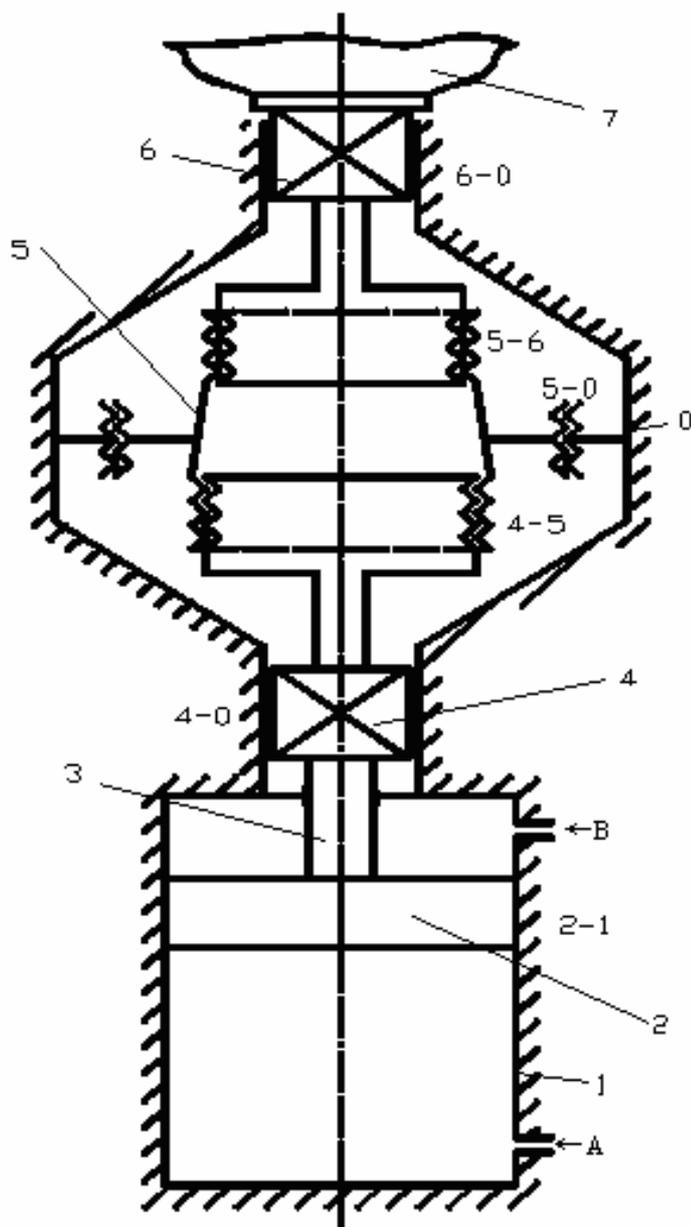


Рисунок 1 – Модернизированный гидродомкрат секции механизированной крепи по патенту РФ №2329381

Предлагаемое устройство [2] состоит из гидродомкрата 1 с поршнем 2 и штоком 3, входного ползуна 4, гайки 5 и выходного ползуна 6. Гидродомкрат 1 имеет входное А и выходное В отверстия. Работает устройство следующим образом: через отверстие А в гидродомкрат 1 подается рабочая жидкость под давлением. За счет чего поршень 2 получает осевое смещение, и через шток 3 передает движение ползуну 4. Этот ползун, воздействуя на гайку 5, которая через резьбовую пару 4-5 получает винтовое движение относительно резьбовой пары 5-0 и заставляет двигаться выходной ползун относительно резьбовой пары 5-6. Так как выходной ползун 6 создан за одно целое с поступательной парой 6-0, то винтовое движение гайки 5 переходит в поступательное движение выходного ползуна 6, который

непосредственно воздействует на кровлю выработки 7. Звенья 4, 5 и 6 образуют между собой редуктор поступательного движения.

Если углы подъема резьб в винтовых парах 4-5 и 5-6 выбираются таким образом, чтобы обеспечить относительное движение звеньев 4 и 5, а в паре 5-0 с гидродомкратом самоторможением. Передача движения гидродомкрата к ползуну 6 будет возможна как вверх, так и вниз, при таком соединении звеньев редуктора поступательного движения. С передаточным отношением редуктора поступательного движения обратное движение звеньев друг относительно друга под действием силы от кровли на звено 6 через винтовую самотормозящую пару 5-0 окажется невозможным. Таким образом, механизм в обратном направлении самопроизвольно движения иметь не может, а вернуть его в начальное положение можно только поворотом гайки 5, которого можно достичь путем подачи рабочей жидкости на поршень 2 через отверстие В. Эффект самоторможения позволяет снимать давление в гидродомкрате 1, под поршнем 2.

#### Библиографический список

1. Сафохин М.С. Горные машины и оборудование: Учебник для вузов / М.С. Сафохин, Б.А. Александров, В.И. Нестеров – М.: Недра, 1995. – 463 с.
2. Патент №2329381 Гидродомкрат секции механизированной крепи / Дворников Л.Т., Баклушин Д.С., Князев А.С.(РФ) – приоритет от 22.01.2007, опубл. 20.07.2008, Бюл. №20.

УДК 621.01

### **КИНЕМАТИКА МЕХАНИЗМОВ С ШЕСТИУГОЛЬНЫМ ЗАМКНУТЫМ ИЗМЕНЯЕМЫМ КОНТУРОМ**

**Макаров А.В., Горяшин В.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Появление новых схем, тем более содержащих замкнутые изменяемые контуры, зачастую вынуждает искать новые методы, которые позволили бы провести их кинематический, статический и динамический анализы.

Одним из таких примеров является кинематическая схема щековой дробильной машины с двумя подвижными щеками [1], в состав которой входит шестиугольный замкнутый изменяемый контур (рисунок 1).

Применение классических методов теории машин и механизмов не дает возможности определить скорости точек механизма.

В настоящей статье предлагается способ решения данной задачи.

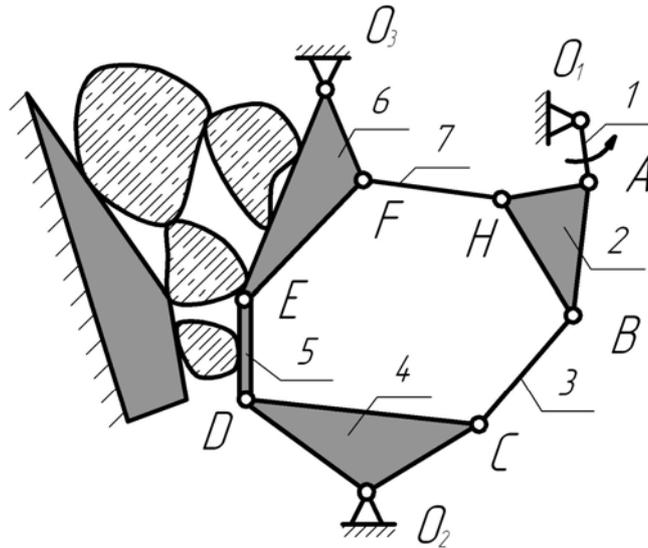


Рисунок 1 – Кинематическая схема щековой дробилки

Разложим рассматриваемую сложную структуру на простые (не делимые) группы. Такими группами являются плоская шестизвенная шарнирная группа Ассур (рисунок 2,а), содержащая замкнутый изменяемый контур, и ведущее звено (рисунок 2,б).

Величина и направление скорости точки А:

$$V_A = \omega * O_1A, \quad \vec{V}_A \perp O_1A$$

Для кинематического анализа группы Ассур воспользуемся специальными точками  $S_2, S_4, S_6$ . Такие точки называются точками Ассур. Они принадлежат звеньям  $ABH, CO_2D, EFO_3$  и находятся на пересечении линий  $BC, ED, HF$ .

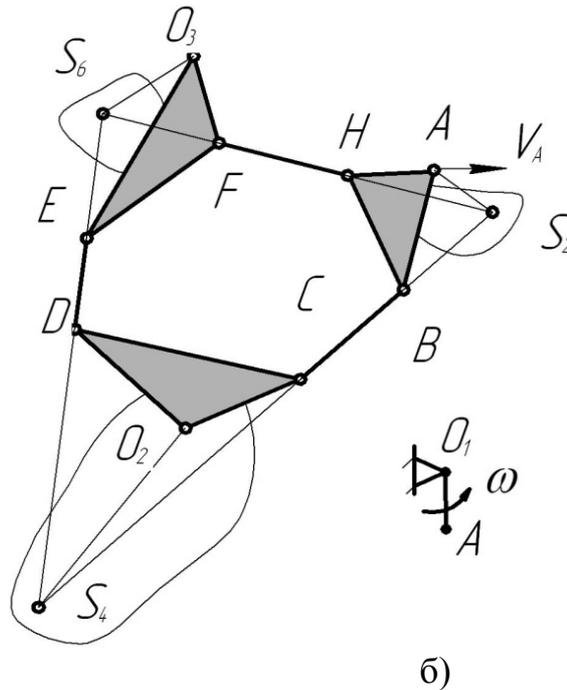


Рисунок 2 – Простые неделимые кинематические группы

Воспользуемся графо-аналитическим методом, т.е. построим план скоростей (рисунок 3).

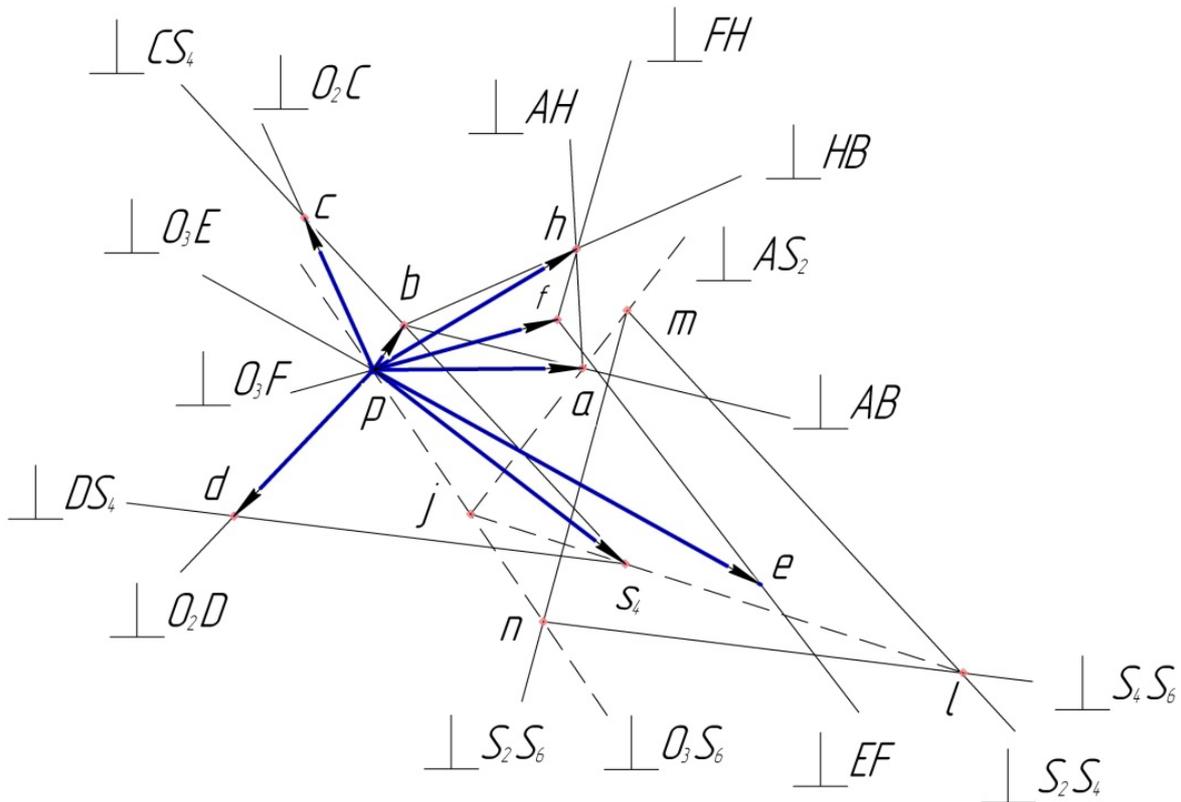


Рисунок 3 – План скоростей

Откладываем на плане из точки  $p$  вектор скорости  $\vec{V}_A (pa)$ .

Скорости точек  $O_2$  и  $O_3$  равны нулю, так как в этих точках механизм крепится к неподвижной стойке. Таким образом  $o_2$  и  $o_3$  на плане скоростей помещаются в полюс (в точку  $p$ ).

Воспользуемся известным в теории машин и механизмов свойством проекций скоростей точек плоской фигуры: проекции скоростей двух точек плоской фигуры на линию, проходящую через эти точки, равны. Из этого свойства следует, что равными являются проекции скоростей соседних точек Ассур на линию их соединяющую.

Рассмотрим скорости точек  $S_2, S_4$  и  $S_6$ .

Проводим из конца вектора  $\vec{V}_A$  (из точки  $a$ ) линию, перпендикулярную  $AS_2$ , а из точки  $p$  – линию, перпендикулярную  $O_3S_6$  (на плане эти линии показаны пунктиром). Находим точку их пересечения – точку  $j$ .

На перпендикуляре к  $AS_2$  произвольно фиксируем точку  $m$  и из неё проводим линию, перпендикулярную  $S_2S_6$  до пересечения с перпендикуляром к  $O_3S_6$  в точке  $n$ . Далее, из точки  $m$  проводим линию, перпендикулярную  $S_2S_4$ , а из точки  $n$  – линию, перпендикулярную  $S_4S_6$ ; они пересекутся в точке  $l$ .

Из свойства плана скоростей следует, что треугольник  $mnl$  должен быть подобен треугольнику  $S_2S_4S_6$  на схеме механизма. Таким образом,

можно утверждать, что концы векторов скоростей точек  $S_2$ ,  $S_4$  и  $S_6$  лежат на продолжении линий  $jm$ ,  $jl$  и  $jn$  соответственно (на плане они показаны штрихпунктирными линиями).

Из точки  $p$  проводим перпендикуляр к  $O_2S_4$  и на пересечении его с линией  $jl$  находим точку  $s_4$ . Соединяя полюс плана скоростей  $p$  и точку  $s_4$ , находим вектор  $\overrightarrow{ps_4}$ , который определит скорость точки  $S_4$ .

Зная скорость точки  $S_4$  и направления скоростей точек  $D$  и  $C$ , можно определить их значения.

$$\begin{cases} \overrightarrow{V_D} = \overrightarrow{V_{S_4}} + \overrightarrow{V_{DS_4}}; \overrightarrow{V_{DS_4}} \perp DS_4; \\ \overrightarrow{V_D} \perp O_2D. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{V_C} = \overrightarrow{V_{S_4}} + \overrightarrow{V_{CS_4}}; \overrightarrow{V_{CS_4}} \perp CS_4; \\ \overrightarrow{V_C} \perp O_2C. \end{cases}$$

Далее, могут быть найдены скорости точек  $B$  и  $H$

$$\begin{cases} \overrightarrow{V_B} = \overrightarrow{V_C} + \overrightarrow{V_{BC}}; \overrightarrow{V_{BC}} \perp BC; \\ \overrightarrow{V_B} = \overrightarrow{V_A} + \overrightarrow{V_{BA}}; \overrightarrow{V_{BA}} \perp BA. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{V_H} = \overrightarrow{V_B} + \overrightarrow{V_{HB}}; \overrightarrow{V_{HB}} \perp HB; \\ \overrightarrow{V_H} = \overrightarrow{V_A} + \overrightarrow{V_{HA}}; \overrightarrow{V_{HA}} \perp HA. \end{cases}$$

Аналогично могут быть определены скорости точек  $F$  и  $E$

$$\begin{cases} \overrightarrow{V_F} = \overrightarrow{V_H} + \overrightarrow{V_{FH}}; \overrightarrow{V_{FH}} \perp FH; \\ \overrightarrow{V_F} \perp FO_3. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{V_E} = \overrightarrow{V_F} + \overrightarrow{V_{EF}}; \overrightarrow{V_{EF}} \perp EF; \\ \overrightarrow{V_E} \perp EO_3. \end{cases}$$

При необходимости не составляет труда найти скорости точек  $S_2$  и  $S_6$ .

В результате проведенных операций найдены скорости точек механизма, представляющего собой щековую дробильную машину с шестизвенным замкнутым изменяемым контуром. Полученный результат дает возможность не только продолжить анализ движения механизма (определения ускорений точек), но и открывает путь для его статического и динамического анализов.

#### Библиографический список

1. Стариков С.П. Обоснование кинематической и кинетостатической разрешимости шестизвенных шарнирных плоских групп Ассур: Автореф. дисс. ... канд.техн.наук / Стариков С.П. – Новосибирск, 2008. – 20 с.

**К РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ****Заболкин К.В.****Научный руководитель: д.т.н., профессор Дворников Л.Т.***Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Прочность резьбового соединения во многом зависит от того, как нагрузка распределяется по виткам резьбы. В общем случае нагружения усилия в витках распределяются по определённому закону, и витки оказываются нагруженными достаточно неравномерно. Проблема создания рационального резьбового соединения является крайне важной и актуальной, известно множество конструкций, улучшающих распределение нагрузки по виткам резьбы.

На распределение нагрузки по виткам резьбы могут существенно влиять схема нагружения и форма тел резьбовых деталей. По схеме нагружения различают два основных типа резьбового соединения: *болт-гайка* и *стяжка*. В соединении типа болт-гайка (рис. 1) осевая нагрузка приложена и к болту и к гайке снизу, вследствие чего, тело болта растягивается, а тело гайки сжимается, а в соединении типа стяжка (рис. 2), осевая нагрузка приложена к болту снизу, а к гайке сверху, вследствие чего обе резьбовые детали оказываются растянутыми. Тела резьбовых деталей могут быть как постоянного, так и переменного сечения.

Решение задачи о распределении нагрузки по виткам резьбы возможно двумя путями – по непрерывной и по дискретной схемам.

Решение по дискретной схеме позволяет найти нагрузку на каждом полном витке и являются удобным в случае, если тела винта и гайки имеют переменное сечение. Изменение сечения резьбовых деталей изменяет их податливость и позволяет варьировать закон распределения нагрузки по виткам.

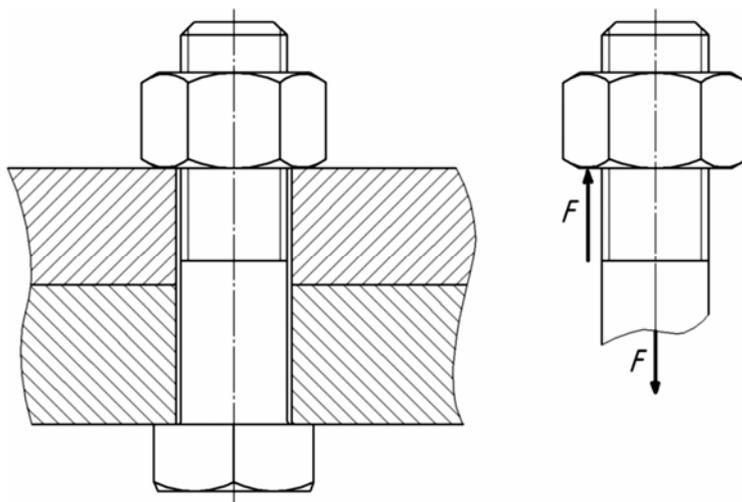


Рисунок 1 – Соединение типа болт-гайка

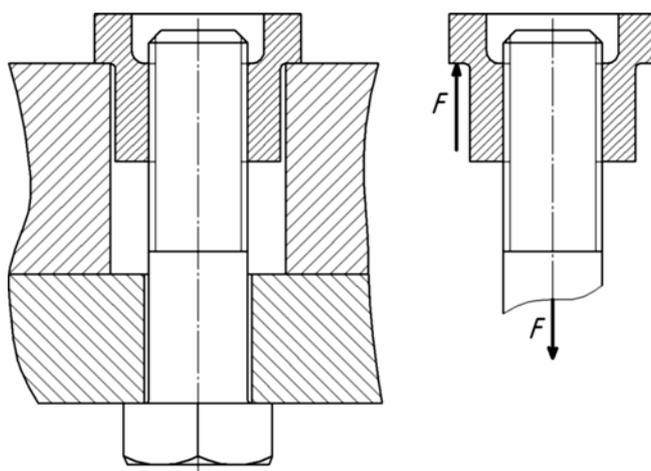


Рисунок 2 – Соединение типа стяжка

Главное достоинство дискретной схемы состоит в том, что она позволяет решать обратную задачу, т.е. находить формы резьбовых деталей, обеспечивающих квазиравномерное распределение нагрузки по виткам.

Задавая нагрузку постоянной на всех витках, можно получить зависимости для определения форм резьбовых деталей. Задавая параметры резьбы, схему нагружения и форму одной из резьбовых деталей можно синтезировать форму второй резьбовой детали, обеспечивающую равномерное распределение нагрузки.

В результате решения обратной задачи было выяснено, что для схемы нагружения типа **болт-гайка** невозможно подобрать формы резьбовых деталей, обеспечивающих равномерное распределение. В соединениях типа болт-гайка витки резьбы нагружены достаточно неравномерно: 31% всей нагрузки приходится на первый виток, 22% на второй, и всего 4% на последний виток резьбы. Это легко объясняется тем, что детали деформируются в различных направлениях: гайка сжимается, а винт растягивается. Равномерное распределение возможно только в случае с абсолютно жёсткими деталями (с такими деталями, податливость которых равна нулю), что не может быть реализовано в действительности, а утоньшения гайки и вырезы в винте только увеличивают податливость деталей, и тем самым повышают неравномерность распределения. Для схемы нагружения типа «болт - гайка» распределение нагрузки по виткам нельзя улучшить варьированием формы деталей, и стандартные конструкции гаек оказываются оптимальными.

В случае со «стяжкой» ситуация принципиально другая. Распределение нагрузки по виткам резьбы изначально более равномерно из-за того, что и винт и гайка работают на растяжение. Определенная неравномерность в распределении нагрузки возникает в результате осевых деформаций тел винта и гайки, для которых наибольшая осевая деформация у винта оказывается внизу, а у гайки сверху её, что как раз в определённой мере можно исправить варьированием формы винта и гайки. При использовании винта постоянного сечения, можно увеличить жёсткость в верхней части гайки, и уменьшить в нижней, такая гайка даст распределение

нагрузки, близкое к равномерному.

Теоретически при схеме нагружения типа стяжка можно получить равномерное распределение нагрузки, задавая для винта постоянное сечение, а для гайки переменное по гиперболической кривой (рис. 3, а). Полученный профиль гайки обеспечивал бы равномерное распределение нагрузки по виткам резьбы, но является нетехнологичным и не может быть выполнен на практике, однако простые технологичные профили, приближенные к теоретическому (рис. 3, б), могут давать приемлемые результаты.

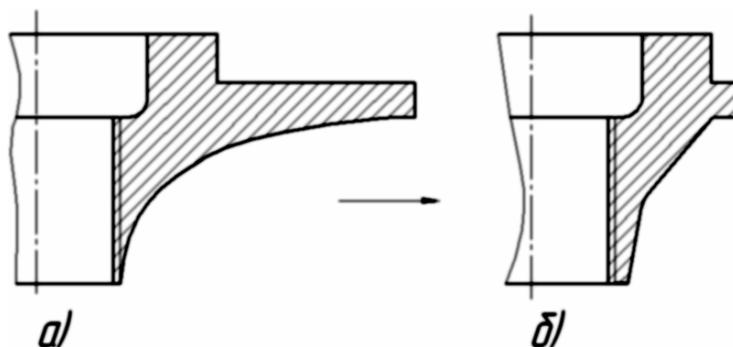


Рисунок 3 – Теоретический и приближенный к нему профили гаек

Соединение типа стяжка с гайкой переменного сечения может существенно выравнивать распределение нагрузки по виткам резьбы, делая его квазипостоянным. Однако недостатком такой конструкции является то, что соединяемая деталь должна иметь отверстие большего диаметра, чем у винта для размещения в нём тела гайки (рис. 2), что делает невозможным использование соединения типа стяжки для замены стандартных резьбовых соединений типа болт-гайка. Для того чтобы резьбовое соединение имело удобную для размещения конструкцию и при этом работало по схеме стяжки, необходимо включение в соединение дополнительной детали – опорной втулки (рис. 4).

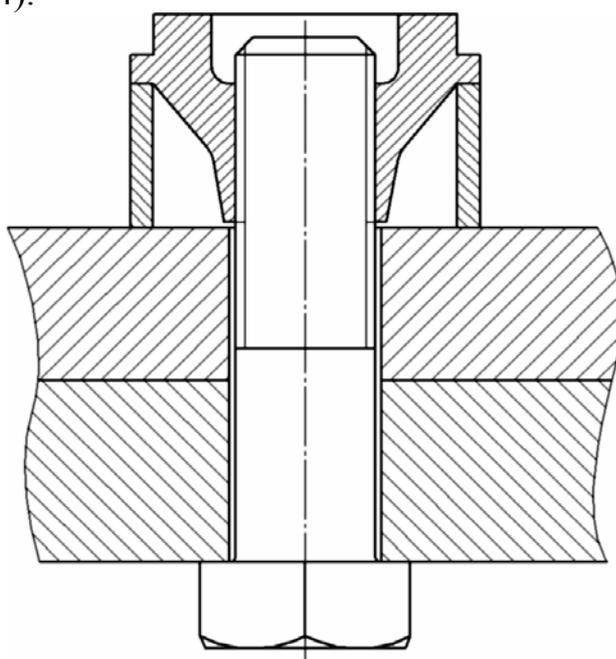


Рисунок 4 – Трёхзвенное резьбовое соединение

Через опорную втулку нагрузка прикладывается к кольцевому выступу в верхней части гайки, при этом соединение работает аналогично стандартным конструкциям типа болт-гайка, и для его установки не требуется увеличения отверстия в соединяемых деталях.

Таким образом, классическое соединение типа болт-гайка не имеет перспектив решения задачи равномерного распределения нагрузки по виткам резьбы, существенная неравномерность распределения не может быть улучшена конструктивно, для создания рационального резьбового соединения необходимо включение в резьбовое соединение третьего звена и перехода на схему стяжки.

УДК 656.13+164

## **ФУНКЦИИ НАКОПИТЕЛЬНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛОВ**

**Покровская О.Д.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В условиях развития рыночных отношений, увеличения товарообмена и расширения хозяйственных связей меняется традиционно сложившееся в России представление о терминале как о складе с минимумом функций, связанных с переработкой и накоплением грузов. Оно заменяется понятием многофункционального терминального комплекса как крупного транспортно-распределительного логистического центра с широким спектром оказываемых услуг и представляющим собой комплекс инженерно-технических сооружений с современным технологическим оборудованием [1].

Сегодня терминалы являются не только пунктами накопления мелких отправок, но играют роль крупных грузораспределительных центров и баз снабжения, превращаясь во все более важные звенья логистических цепей производителей. В отличие от складских предприятий, выполняющих функции складирования и хранения грузов, на терминалах, наряду с грузонакоплением, выполняется грузопереработка: разукрупнение/укрупнение партий грузов, формирование/расформирование отправок по направлениям перевозки, переработка тарно-штучных грузов (мелких и крупных партий, мелко-, средне- и крупнотоннажных контейнеров), упаковка/пакетирование, маркировка грузов, выполнение комплекса сервисных и коммерческо-деловых услуг.

Цели данной работы следующие: 1) выявление основных функциональных составляющих деятельности терминальных комплексов; 2) анализ выполняемых терминалами функций; 3) предложение укрупнённой

классификации функций накопительно-распределительных терминалов.

*Грузовой терминал* представляет собой специальный комплекс сооружений, персонала, технических и технологических устройств, организационно взаимоувязанных и предназначенных для выполнения логистических операций, связанных с приемом, погрузкой-разгрузкой, хранением, сортировкой, грузопереработкой различных партий грузов, а также коммерческо-информационным обслуживанием грузополучателей, перевозчиков и др. логистических посредников в перевозках.

Основное звено транспортно-экспедиционного обслуживания и системы товародвижения в целом – терминалы, выполняющие весь комплекс логистических, транспортно-экспедиционных и дистрибьюторских работ. Терминалы не только являются пунктами накопления мелких отправок, но и играют роль крупных грузораспределительных центров и баз снабжения, превращаясь во все более важные звенья логистических цепей системы товародвижения, поскольку необходимость в промежуточном хранении и складировании присутствует на всех стадиях товародвижения от начального поставщика до конечного потребителя.

Эффективность логистических систем во многом зависит от совершенства складского (терминального) обслуживания товародвижения. Терминалы в транспортном процессе преобразуют грузопотоки, изменяя параметры принимаемых и выдаваемых грузовых партий по величине, составу, физическим характеристикам, времени отправки партий и др.

Современный терминал — самостоятельный производственно-транспортно-торговый (логистический) комплекс, созданный для оказания складских и транспортно-экспедиционных услуг на основе формирования единого организационно-экономического, финансового, информационного, кадрового и нормативно-правового обеспечения. Терминалы являются главными функциональными элементами логистических транспортно-распределительных систем и представляют собой грузонакопительные, грузоперерабатывающие, перевалочные комплексы, сооружаемые в узлах транспортной сети, в местах стыка магистральных видов транспорта.

Терминалы играют роль буфера между транспортом и производством. Подавляющее большинство грузов не доставляется непосредственно со склада готовой продукции потребителю, так как требуют дополнительной комплектации, разукрупнения партий и др. операций. Такие формы поставки являются терминальными [2]. В этом аспекте основное предназначение накопительно-распределительных комплексов - грузонакопление, грузопереработка и грузораспределение (дистрибуция).

Цели создания и функционирования терминалов: 1) доставка грузов в междугородном и международном сообщении с использованием терминальных технологий и предоставлением полного комплекса транспортно-экспедиционных услуг; 2) повышение качества обслуживания клиентуры; 3) сокращение сроков доставки; 4) снижение потерь груза при перевозке, повышение эффективности использования подвижного состава и

развитие сервисного обслуживания водителей и транспорта; 5) взаимодействие с таможней [3]. Терминальное хозяйство способствует: сохранению качества перемещаемых грузов, повышению ритмичности и организованности работы транспорта, улучшению использования территорий и финансово-материальных средств предприятий, снижению простоя транспорта и величины транспортных расходов [4].

Задачи терминалов состоят в обеспечении единства транспортного процесса, грузопереработки и временного складирования товаров при передаче грузов с магистрального транспорта на транспорт подвоза — развоза грузов и при других перевозках в смешанном сообщении.

К основным функциям работы терминала относятся: 1) электронное сопровождение товародвижения (складских процессов по переработке грузов); 2) мониторинг потребностей клиентуры и возможностей производителей; 3) комплексное обслуживание клиентов на основе логистических принципов, концентрация и хранение запасов, 4) обеспечение бесперебойной и ритмичной переработки грузопотоков, 5) временное размещение и хранение запасов; преобразование материальных потоков; 6) обеспечение логистического сервиса в системе транспортного обслуживания.

Любой терминал как система имеет входной, выходной и внутренний материальный поток. Входной поток — это разгрузка транспорта, проверка количества и качества прибывшего груза. Выходной поток — погрузка транспорта. Внутренний поток — внутрискладские перемещения грузов.

Все операции, выполняемые на терминале, образуют *единый логистический технологический процесс*, включающий следующие этапы: 1) снабжение запасами — координация сопоставимости размеров закупок и поставок, мониторинг рыночного спроса и предложения; основная задача данного этапа — обеспечение наилучшей загрузки складских мощностей при полном удовлетворении запросов потребителей; 2) контроль поставок — обеспечение ритмичности грузопереработки, сокращение сроков хранения запасов и увеличение складского грузооборота; 3) разгрузка подвижного состава на специализированных рампах и/или контейнерных площадках и приёмка грузов; 4) внутрискладская транспортировка — перемещение груза между различными зонами склада с минимальным числом перевалок; 5) складирование и хранение — размещение и укладка грузов на хранение определённым образом с обеспечением соответствующих условий; 6) комплектация (комиссионирование) заказов и отгрузка — подготовка товаров в соответствии с заказами потребителей; 7) транспортировка и экспедиция заказов; 8) сбор и доставка порожних товароносителей; 8) информационное обслуживание склада — электронная обработка входящей документации, оформление заказов поставщиков и потребителей, управление приёмкой и отправкой, документационно-справочное сопровождение товародвижения; 9) контроль выполнения заказов и обеспечение потребительского сервиса на всей продолжительности товаропроводящей (логистической) цепи.

На рисунке 1 проиллюстрирован технологический процесс обработки груза на терминале:



Рисунок 1 – Типовой технологический процесс работы терминала

Более конкретизировано технологию работы терминала можно представить следующим образом:

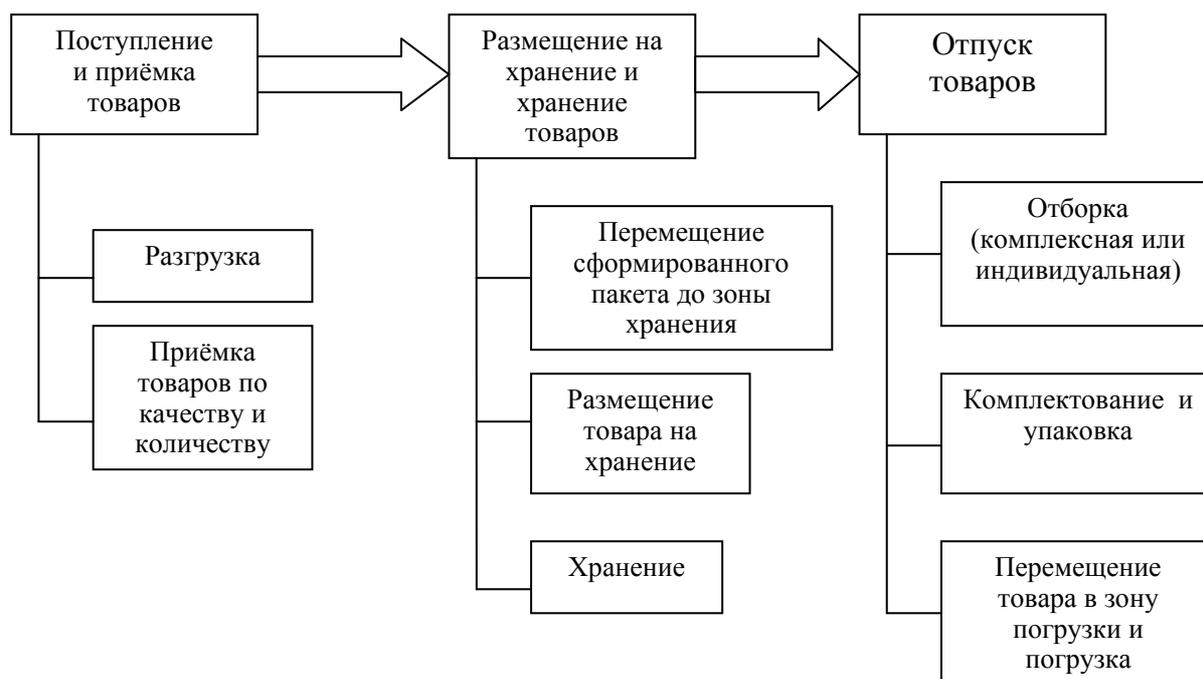


Рисунок 2 – Технологический процесс грузового терминала

Все услуги, предлагаемые терминалами, разделены на пять функциональных типов, которые определяют специализацию терминалов: 1. Услуги по перегрузке. 2. Обслуживание грузовых мест (аренда, лизинг, складирование, ремонт). 3. Обслуживание автотранспортных средств (аренда, лизинг, стоянка, ремонт, техобслуживание, мойка). 4. Обслуживание сети (начально-конечные операции, таможенное обслуживание, система контроля за движением). 5. Услуги, связанные с грузом (загрузка, выгрузка, предоставление складов) [5].

Различают универсальные и специализированные терминалы и терминальные комплексы. *Универсальные* терминалы представляют собой группу складов с дистрибутивным центром. Функциями этих терминалов являются сбор, завоз, развоз, грузопереработка в основном мелких отправок, хранение грузов и другие элементарные логистические активности. Универсальные терминалы могут иметь железнодорожные подъездные пути, специализированные складские помещения и оборудование для грузопереработки тяжеловесных, длинномерных, скоропортящихся грузов, а также контейнерные площадки. Подобные терминалы перерабатывают мелкопартионные отправки грузов.

Основными операциями универсальных терминалов являются: 1) маркетинговые исследования рынка транспортно-логистического сервиса; 2) оформление договоров с клиентами, прием и обработка заявок; 3) сбор и развоз грузов; 4) краткосрочное хранение; 5) консолидация, разукрупнение, сортировка, комплектация и другие операции грузопереработки; 6) межтерминальная перевозка и доставка грузов конечному потребителю; 7) информационно-компьютерная поддержка сервисных услуг терминала; 8) расчеты за транспортно-логистические услуги.

*Специализированные* терминалы осуществляют операции транспортно-логистического сервиса для определенного вида или ассортимента грузов, например, скоропортящихся, продовольственных, медикаментов, бумаги и т.п. Специализация грузовых терминалов позволяет лучше учесть требования клиентов к перевозке, хранению и переработке грузов, повысить эффективность логистического менеджмента и качество сервиса, снизить логистические издержки [6].

На основе проведенного анализа выполняемых накопительно-распределительным центром функций, предлагается следующая укрупнённая их классификация. Все логистические функции подобных комплексов предлагается систематизировать по трём функциональным группам в зависимости от типа обслуживаемого объекта: 1) *обслуживание грузопотоков*; 2) *работа с клиентами*; 3) *сервисное обслуживание водителей и подвижного состава*.

**Работа по обслуживанию грузопотоков** состоит из: 1) переработки грузов; 2) обеспечения их дальнейшего продвижения.

*Переработка грузов* предполагает: выполнение погрузочно-разгрузочных операций, сортировка, группировка и разгруппировка

грузовых партий, тарно-упаковочные операции, маркировка грузов, стандартизация и сертификация товаров, лицензирование, упаковка и разупаковка, предпродажная подготовка, оформление грузовых единиц, пакетов и партий, обеспечение хранения и складирования грузов, охраны грузов, обеспечение соответствующих свойствам грузов условий хранения, система страхования грузов, электронно-информационное сопровождение грузов на основе стикерования и штрих-кодирования.

*Обеспечение дальнейшего продвижения грузов* предполагает: перевалка грузов при обслуживании смешанных и мультимодальных перевозок, таможенная обработка и «очистка» грузов, услуги таможенного перевозчика, транспортировка грузов по терминальной схеме, в контейнерах, съёмных кузовах и ином специализированном подвижном составе, экспедиционное сопровождение грузодвижения, осуществление доставки грузов по логистическим принципам «точно в срок» и «от двери до двери», оптимальное распределение грузопотоков, услуги по подбору рациональных систем доставки, схем движения, распределения грузопотоков по номенклатуре и между потребителями, выбор вида транспорта и подвижного состава, разработка последовательности объезда грузовых пунктов, перевалка грузов при обслуживании смешанных и мультимодальных перевозок, загрузка автомобилей в попутном и обратном направлениях, взаимодействие с различными видами транспорта, разработка маршрутов движения; функции по сбыту (реализации) или эффективному распределению (дистрибуции), перепродаже и сервисному обслуживанию продукции, принятой на хранение.

**Работа с клиентами** включает в себя: оказание консультационных, информационных и посреднических услуг, осуществление транспортно-экспедиционной деятельности, заключение договоров на перевозку и/или транспортно-экспедиционное сопровождение грузов, выполнение комплексного транспортно-экспедиционного обслуживания клиентуры, документационное сопровождение товародвиженческих процессов: оформление пакета перевозочных, коммерческих, таможенных, страховых, расчётных, экспедиционных документов, централизованное информационно-навигационное сопровождение продвижения грузов: предоставление клиентам информации о местонахождении грузов и транспортных средств, себестоимости и тарифе перевозки, выполнение маркетинговых услуг по мониторингу спроса и предложения на промышленном и/или транспортно-экспедиционном, складском рынках; услуги транспортно-экспедиционных и логистических фирм, брокерских и страховых компаний; служб безопасности; предоставление клиентам административных помещений и офисов.

Кроме того, современный мультимодальный терминальный комплекс выполняет функции **бизнес-центра**, имея в своём составе: банк, почту, телефон, телеграф; торговые представительства.

**Сервисное обслуживание подвижного состава** включает в себя:

услуги по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, технической диагностике транспортных средств, шиномонтаж, заправку топливом, услуги автомойки, охраняемой стоянки, магазин автозапчастей, площадки временного отстоя транспорта.

**Сервисное обслуживание водителей** предполагает их комплексное бытовое обслуживание, а именно: услуги гостиницы (мотеля), магазинов, питание водителей (кафе), медицинские услуги, санитарные помещения [7].

Иными словами, функциональный арсенал накопительно-распределительных терминалов позволяет выполнять ими полный комплекс логистических, транспортных и экспедиционных услуг в соответствии с потребностями потребителей и мощностями поставщиков, что весьма актуально для рыночных условий.

#### Библиографический список

1. <http://www.bizeducation.ru/library/log/trans/3/terminal.htm>. 2. Белорусский транспортный портал, <http://www.comtransport.ru/articles/55/> Организация терминальной перевозки redston.ru.
2. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Э. Горев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.
3. Гаджинский А.М. Современный склад. Организация, технология, управление и логистика: учебно-практическое пособие. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2005. – 176 с.
4. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 271 с.
5. <http://transferof.ru/2008/10/09/terminalnaja-sistema-na-rynke.htm> Роль терминальных сетей в мультимодальных перевозках.
6. [http://www.revolution.allbest.ru/transport/00004237\\_0.html](http://www.revolution.allbest.ru/transport/00004237_0.html).
7. Сервис на транспорте: Уч. пос. для студ. ВУЗов/ В.М. Николашин, Н.А. Зудилин, А.С. Синцына и др. Под ред. В.М. Николашина. - М.: Изд. центр «Академия», 2004.-272с.

УДК 656.13+164

## **КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМИНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТОВАРОДВИЖЕНИИ**

**Покровская О.Д.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Изменение партионности перемещаемых грузов требует организации товародвижения, ориентированного на потребителей, распределённых по полигону с обращением мелкопартионных грузов. С целью повышения

эффективности товародвижения в данных условиях, необходимо создание современной адекватной системы товародвиженческих операций, основу которой составят терминальные технологии транспортного обслуживания. Терминальная сеть, выполняющая логистические функции распределения (дистрибуции) грузопотоков по полигону, представляет собой совокупность накопительно-распределительных центров. Подобные центры должны быть организованы с учётом зон тяготения к ним обслуживаемых предприятий.

Одной из ключевых задач развития регионов является устранение барьеров на пути свободного перемещения товаров, капиталов, людей и информации. Сегодня практически нет региона, в котором не строились бы или не планировались строиться транспортно-логистические центры как точки экономического роста, повышающие конкурентоспособность регионов [1].

Цели данной работы: 1) характеристика терминальных технологий доставки; 2) выявление необходимости создания в регионе терминальных комплексов; 3) определение роли терминалов в региональных товародвиженческих процессах; 4) выявление преимуществ использования терминальных технологий.

Под грузовым терминалом понимается специальный комплекс сооружений, персонала, технических и технологических устройств, организационно взаимосвязанных и предназначенных для выполнения логистических операций, связанных с приемом, погрузкой-разгрузкой, хранением, сортировкой, грузопереработкой, коммерческо-информационным обслуживанием грузополучателей, перевозчиков и др. логистических посредников в перевозках.

Перевозка грузов, организуемая и осуществляемая через терминалы, является терминальной. Сущность терминальных технологий организации транспортно-распределительного процесса заключается в доставке грузов потребителю через сеть грузовых терминалов, на которых происходит накопление и переработка грузов и сервисное обслуживание грузопотоков.

Терминальные перевозки возникли за рубежом в смешанных системах доставки грузов в междугородном и международном сообщениях. В роли организаторов терминальных перевозок выступают, как правило, транспортно-экспедиционные фирмы или операторы различных видов транспорта, использующие универсальные или специализированные терминалы и терминальные комплексы для различных способов перевозок.

Доставка грузов на дальние расстояния с использованием нескольких видов транспорта редко обходится без временного их хранения на терминалах. Терминал как транспортно-экспедиторская единица в логистической цепочке способен покрыть весь спектр транспортных услуг по приему грузов и их отправке, используя различные виды транспорта. Выгодное расположение терминала для осуществления смешанных перевозок – пересечение ведущих автомагистралей, территория ж/д станции и др. – позволяет сократить работу по промежуточной доставке грузов [2].

Сегодня терминалы являются не только пунктами накопления мелких отправок, но играют роль крупных грузораспределительных центров и баз снабжения, превращаясь во все более важные звенья логистических цепей производителей [3]. Располагаясь в пунктах стыка различных видов транспорта, региональные распределительные центры (терминалы) выполняют функции транспортно-логистических узлов. Работа распределительных центров в регионе: обеспечит снижение запасов на складах промпредприятий; количество и размер их складских площадей; освободит промпредприятия от содержания складской инфраструктуры, что снизит в итоге совокупные затраты на хранение при товародвижении.

Генеральная идея терминальных транспортно-грузовых комплексов-создание центра распределения, в котором совмещались бы транспортные, складские и сбытовые функции при предоставлении клиентуре полного набора сопутствующих услуг. Необходимость учета интересов потребителей транспортной продукции, с одной стороны, и стремление повысить конкурентоспособность транспортно-грузовых комплексов, с другой, требуют применения принципов логистики. При этом формирование терминально-распределительной сети – одна из наиболее сложных задач логистики, поскольку она объединяет множество областей: логистику запасов, маркетинга, транспортную и складскую логистику.

Функционирование терминальных распределительных систем в рамках данной концепции основано на применении современных логистических технологий организации грузо- и товародвижения: 1) контейнерные и контрейлерные транспортно-технологические системы, обеспечивающие на основе применения унифицированных грузовых единиц; 2) взаимодействие видов транспорта при организации смешанных перевозок грузов, единство и непрерывность транспортно-технологического процесса, ускорение доставки грузов и повышение их сохранности; 3) логистические технологии «just-in-time» - точно в срок (доставка по потребности) и «door-to-door service» - от двери до двери (от начального поставщика до конечного потребителя).

Существенным резервом повышения эффективности работы материалопроводящих систем является переход от традиционно разрозненного решения задач складирования и перевозки к проектированию единых транспортно-складских систем на основе логистических концепций товародвижения и применения терминальных технологий доставки грузов.

Переход на современные терминальные технологии товародвижения с использованием логистических принципов, как показывает практика, позволит снизить в 2-5 раз транспортные, перегрузочные и экспедиционные расходы. Сегодня в нашей стране размер транспортно-экспедиционных затрат, которые несут грузовладельцы, почти вдове превышает аналогичные показатели на Западе. Сложившаяся экономическая ситуация объективно требует создания принципиально новой системы управления грузопотоками, основанной на терминальной технологии и логистических принципах товародвижения.

Отсутствие отлаженной системы транспортно-экспедиционного обслуживания, основанной на терминальной технологии, затрудняет процесс товарообмена, снижает эффективность использования подвижного состава.

При отсутствии в регионе современных терминальных комплексов, обеспечивающих клиентуру транспортно-экспедиционным обслуживанием, грузопереработкой и грузонакоплением, комплексом сервисных услуг, снижается эффективность перевозок грузов в междугородном и международном сообщении, появляется неорганизованный отстой автотранспорта, увеличиваются потери и порчи грузов, снижается экологичность и безопасность движения [4].

Современная концепция терминальных сетей предполагает переход от изолированного мультимодального терминала к единому грузовому распределительному центру, где терминал будет главным элементом, связующим звеном между товаропроизводителями и потребителями. Концепция формирования региональной системы логистического обслуживания основана на формировании единого транспортно-экспедиционного пространства на основе опорной терминальной сети.

Образование единого транспортно-экспедиционного пространства региона посредством последовательного создания сети грузоперерабатывающих и грузонакопительных терминалов, предполагает создание единого транспортного, экономического, информационного и правового пространства в регионе за счёт централизованного управления товародвижением и товарораспределением с помощью единой системы информационной поддержки.

Терминальные товаропроводящие комплексы (узлы), в которых соединяются транспортные, промышленные, торговые, финансовые и информационные потоки, а также идет переработка грузов с приращением стоимости, взаимодействие различных видов транспорта, должны быть интегрированными в международные транспортные коридоры. Комплекс выполняемых ими функций позволяет рассматривать их не только в роли национальных (региональных) транспортно-логистических узлов (кластеров), но и в качестве своеобразного каркаса, цементирующего процесс перевозки, подвижной состав и инфраструктуру в единую транспортную систему страны.

Наличие в регионе современных терминальных комплексов обеспечит: 1) включение региона в общероссийскую сеть терминалов, 2) экономическую и транспортную интеграцию, 3) инфраструктурную основу для выхода на проходящие по стране транспортные коридоры, 4) усиление мобильности факторов производства, эффективное распределение ресурсов.

Адаптация региональных транспортно-логистических узлов по своим параметрам и стандартам к сопредельным транспортным системам позволит привести структуру транспортной сети и ее уровень в соответствие с требованиями рациональной организации, что улучшит стоимостные и качественные показатели. Доходы от логистических услуг - огромные

потенциальные возможности региона. Так, развитие логистической инфраструктуры в РФ создаёт фундамент для получения приблизительно 3,0 трлн. руб. в год, что сопоставимо с доходами российского бюджета от экспорта углеводородного сырья [5].

Процесс интеграции складского бизнеса в крупные логистические компании и транспортно-распределительные (терминальные) центры позволит рационализировать процесс грузодвижения в регионе, обеспечит экономию на общесистемных затратах и получение высокого экономического эффекта в сфере производства, распределения и потребления.

Преимущества использования терминальных технологий заключаются в следующем: 1) повышается своевременность и скорость доставки, что позволяет снизить страховые запасы и увеличить оборачиваемость финансовых средств клиентов; 2) обеспечивается высокая скорость доставки грузов; 3) повышается качество обслуживания клиентуры и сокращаются сроки доставки; 4) снижаются потери грузов при транспортировке; 5) расширяется перечень предоставляемых услуг; 6) повышается эффективность использования подвижного состава; 7) обеспечивается эффективная переработка грузов при минимальных простоях транспорта; 8) сокращается время на подготовку и отправку автопоездов; 9) снижается время хранения грузов на терминале; 10) обеспечивается оптимальный уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ и информации о движении груза [6].

Создание единой терминальной системы логистического сопровождения грузопотоков позволит обеспечить: 1) решение социально-экономических задач региона: повышение уровня занятости населения, создание новых рабочих мест, привлечение инвестиций, увеличение поступлений в бюджеты от функционирования терминальной системы и расширения потребительского рынка транспортно-логистического сервиса; 2) повышение качества транспортно-логистического обслуживания потребителей; 3) формирование эффективной системы мониторинга, контроля, регулирования рынка транспортно-логистических услуг через систему логистических партнеров и услуг транспортно-логистических комплексов; 4) развитие экономических связей за счет привлечения инвестиций в формируемую логистическую систему и обеспечения высокого уровня транспортно-логистического сервиса грузовых операций; повышение конкурентоспособности региональных перевозчиков и логистических фирм на рынке интермодальных и др. перевозок; 5) рациональное регулирование региональных материально-транспортных потоков, оптимальная маршрутизация перевозок, рациональный выбор типа подвижного состава и технологии перевозок; 6) создание единой нормативно-правовой базы и системы гарантий (страхования логистических рисков) для транспортно-логистических фирм; 7) повышение эффективности работы транспорта за счет логистической координации и поддержки его работы.

Таким образом, концепцию создания терминально-логистической инфраструктуры можно и нужно рассматривать как высокоэффективный инвестиционный инструмент, способный оживить региональную экономику в условиях кризиса.

#### Библиографический список

1. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): Учебник для транспортных вузов / Под общей ред. Л.Б. Миротина. - М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 448 с.
  2. <http://www.prosvet.su/articles/logistics/article10/> Диняк О.А. Грузовые терминалы как ключевые элементы в транспортной логистике.
  3. [http://www.revolution.allbest.ru/transport/00004237\\_0.html](http://www.revolution.allbest.ru/transport/00004237_0.html).
  4. <http://www.bizeducation.ru/library/log/trans/3/terminal.htm>
2. Белорусский транспортный портал, <http://www.comtransport.ru/articles/55/>  
Организация терминальной перевозки redston.ru.
5. Полякова И. О перспективах развития логистики. // Экономика. Инвестиционный инструмент модернизации экономики. - № 26 (470) 28 Июня, 2007 г.
  6. Сервис на транспорте: Уч. пос. для студ. ВУЗов. / В.М. Николашин, Н.А. Зудилин, А.С. Синцына и др. Под ред. В.М. Николашина. - М.: Изд. центр «Академия», 2004. - 272с.

УДК 656.13

### **КОНЦЕПЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО АУТСОРСИНГА В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ**

**Покровская О.Д.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Решение проблем эффективного транспортного обслуживания металлургической отрасли, рационального управления металлопотоками и их распределением на основе логистических подходов будет способствовать снижению затрат на транспортную составляющую в себестоимости, а следовательно, и в цене металлопродукции для конечного потребителя. Это особенно актуально в условиях кризисной ситуации, сложившейся на экономическом и транспортном рынках.

Цель данного исследования – разработка концептуально-методологических основ применения логистического аутсорсинга при обслуживании металлургической отрасли на примере Кузбасса. Задачи

исследования: 1) охарактеризовать основные преимущества логистического аутсорсинга и его особенности при применении в металлургической отрасли; 2) определить функции логистических провайдеров и логистических накопительно-распределительных центров в дистрибуции металлопродукции; 3) разработать концепцию транспортно-логистического обслуживания металлургических предприятий региональными логистическими центрами на основе аутсорсинга. В качестве объекта выбрана металлургическая отрасль Кузбасса.

Для успешной реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ, утвержденных Президентом РФ В.В. Путиным 21.05.2006г., среди которых упоминаются транспортные системы, необходим современный организационный механизм. Анализ решения таких проблем в мировой практике выявил основы этого механизма: логистика и аутсорсинг. Успех и необходимость их применения подтверждены развитием транспортно-экономических систем 20-нач.21вв.: от развитых стран до компаний - лидеров мирового рынка. Так, один из крупнейших в мире автомобильных концернов - BMW - полностью передал свою снабженческую логистику на аутсорсинг.

С одной стороны, теме логистического аутсорсинга как немаловажной научно-практической задаче в последнее время уделяется много внимания. С другой стороны, многие производители не видят различий между 3PL и 4PL-провайдерами и целесообразности использования их услуг. Кроме того, компаний, которые действительно могли бы работать на уровне 4PL, в России единицы.

Российский рынок логистических услуг и их аутсорсинга только формируется, но перспективы его развития огромны. На развитие логистических услуг влияет глобализация торговли, снабженческих и сбытовых сетей. Интеграция и кооперация, возрастающие запросы потребителей побуждают компании применять логистический подход к построению транспортно-сбытовых связей и применять логистический аутсорсинг. В Кузбассе сотрудничество с местными поставщиками уступило место межрегиональному и международному, дистрибутивные металлоторговые сети простираются во многие страны.

Рост металлоторговой сети привёл к усложнению цепи поставок. Успех управления логистическими цепями поставок – соблюдение растущих требований покупателей к выполнению заказов и поставке, повышение оборота запасов, управление сложными международными/межрегиональными и внутренними цепями поставок, поддержание баланса между затратами и качеством сервиса – обязательное условие выживания металлургического предприятия в конкурентной среде и достижения должного уровня прибыльности. [1]

*Аутсорсинг* – передача неосновных функций предприятия и всех связанных с ними активов в управление профессиональному подрядчику или аутсорсеру. Очевидно, что услуги подрядчика обойдутся предприятию

дешевле, чем самостоятельное управление непрофильной деятельностью, а качество услуг при этом повысится. Различают 3 вида аутсорсинга: функциональный (передача функций управления), операционный (передача функций производства) и ресурсный (отказ от собственных ресурсов и приобретение их на стороне). Концепция логистического аутсорсинга заключается в отсутствии необходимости использования собственных ресурсов для организации логистических операций, которые компания может доверить внешнему партнеру (провайдеру).

Современный этап развития логистики (с 1990-х гг.) характеризуется возникновением особого вида хозяйствующих субъектов – логистических провайдеров (складской оператор, таможенный брокер, транспортная компания), главным предметом деятельности которых является оказание полного комплекса транспортно-логистических услуг. Ему передаются часть или все логистические функции непроизводственного характера.

Участниками процесса грузо-(товаро)движения или звеньями логистической цепи являются поставщики, производители, потребители и логистические посредники. В данном случае металлургические предприятия являются центральной компанией, по отношению к которой первой и второй сторонами являются поставщики и потребители, а третьей стороной (*third-party logistics providers, 3-PL*) – логистические посредники (провайдеры логистических услуг).

С развитием интеграционных процессов возникает новый вариант логистического аутсорсинга и новый вид провайдеров – *4-PL провайдеры (fourth-party logistics providers, 4-PL)*. Они являются интеграторами всей логистической цепи и распоряжаются своими ресурсами, возможностями и технологиями, а также ресурсами поставщиков дополнительных услуг, обеспечивая полное логистическое сопровождение товародвижения. Деятельность 4- PL провайдера – сочетание стратегического управления логистическими цепями и оперативного управления вопросами реализации и выполнения стратегических решений, т.е. функций 3-PL провайдера и консалтинговой компании. [2]

В данном исследовании в качестве провайдеров логистических услуг предлагается рассматривать *логистические накопительно-распределительные центры* – ЛНРЦ, или грузовые терминалы.

Для Кемеровской области проблемы снижения себестоимости металлургической продукции актуальны в настоящее время как никогда ранее. Падение спроса на металл, кризисные явления в российской и региональной экономике, «замораживание» ряда производств, смена собственников промышленных предприятий поставили перед металлургической отраслью требование максимального снижения затрат, сопутствующих основной деятельности. Производителям приходится выбирать: управлять логистикой самостоятельно либо обращаться к сторонним компаниям.

Одним из направлений снижения непрофильных затрат является

использование услуг внешних транспортно-логистических компаний – логистических накопительно-распределительных центров (ЛНРЦ, или грузовых терминалов).

В данной работе предлагается передать все функции доставки и распределения продукции подобным грузоперерабатывающим терминалам, например, на условиях аутсорсинга. В работе (5) была разработана аналогичная концепция для угольной отрасли Кузбасса. Аутсорсинг услуг складирования и транспортировки может составлять, на наш взгляд, адекватную альтернативу содержанию собственного автопарка и складских площадей металлургическими предприятиями региона.

**Логистический накопительно-распределительный центр (грузовой терминал, далее ЛНРЦ)** – самостоятельный специальный комплекс сооружений, персонала, технических и технологических устройств, организационно взаимосвязанных и предназначенных для выполнения логистических операций, связанных с приемом, погрузкой-разгрузкой, хранением, сортировкой, грузопереработкой различных партий грузов, коммерческо-информационным обслуживанием грузополучателей, перевозчиков и логистических посредников в перевозках.

**Терминальная сеть региона** – логистическая система, представляющая собой совокупность взаимодействующих и централизованно управляемых терминалов (ЛНРЦ), обеспечивающая кластерную интеграцию и выходы на транспортные коридоры.

Цель формирования терминальной сети для обслуживания металлургической отрасли – ускорение доставки груза получателям по технологии «точно в срок», сокращение продолжительности хранения груза, снижение затрат на перевозку, эффективная дистрибуция груза и комплексное транспортно-экспедиционное обслуживание грузодвижения по технологии «от двери до двери». ЛНРЦ обеспечат освобождение промышленных предприятий от складской инфраструктуры, снимут с них функции рыночного мониторинга и дистрибуции продукции. На условиях аутсорсинга и иных форм экономического взаимодействия ЛНРЦ, как буфер между транспортом и производством, распыляют металлургические грузопотоки (продукции, сырья, материалов) между поставщиками и потребителями.

Основными логистическими услугами, предоставляемыми ЛНРЦ как 4-PL-провайдерами, являются: услуги транспортировки, складирования, оформления документов, экспедирования и выбора перевозчиков, управление запасами, заказами и транспортным парком, маршрутизация перевозок, информационное сопровождение, консолидация, взаимодействие с покупателями.

Сегодня грузовые терминалы играют роль крупных грузораспределительных центров, ключевые звенья логистических цепей. В отличие от складских предприятий, выполняющих функции хранения грузов, на терминалах, наряду с грузонакоплением, выполняется

грузопереработка – разукрупнение/укрупнение партий, формирование/расформирование отправок по направлениям перевозки, переработка тарноштучных грузов, мелко-, средне- и крупнотоннажных контейнеров, упаковка/пакетирование, маркировка грузов, выполнение услуг транспортной экспедиции, документационного и информационно-навигационное сопровождение товародвижения. Кроме того, ЛНРЦ выполняет сервисное обслуживание транспорта (техобслуживание и ремонт, заправка топливом, автомойка, стоянка) и водителей (услуги гостиницы (мотеля), магазинов, кафе). ЛНРЦ обеспечивает продвижение металлопродукции: сбыт (реализация) или эффективное распределение по номенклатуре и между потребителями, перевалка при обслуживании смешанных и мультимодальных перевозок, доставка по логистическим принципам «точно в срок» и «от двери до двери».

Передача распределительных функций централизованной терминальной сети решит все задачи дистрибуции металлургической продукции: 1) мониторинг потребностей в металлопродукции (как общих объемов, так и по номенклатуре); 2) сосредоточение на терминалах всей управленческой работы и логистических функций по грузонакоплению и грузораспределению металлопродукции на внешнюю сеть; 3) планирование систем доставки и выбор вида транспорта.

Работа сети ЛНРЦ в регионе в роли 4-PL провайдеров металлургической промышленности обеспечит: доставку необходимого объема товаров требуемого качества в нужное время и место с минимальными издержками; учёт потребности как региона в целом, так и отдельных хозяйственных субъектов; консолидацию участников процесса товародвижения в целях бесперебойного движения товаров и снижения совокупных издержек всей логистической цепи. [3]

По итогам проведённой работы определены основные преимущества транспортно-логистического аутсорсинга (ТЛА): 1) концентрация внимания предприятия не на транспортно-складской инфраструктуре, а на профильном бизнес-процессе, не занимая ресурсы при выполнении обслуживающих функций; 2) рост конкурентоспособности металлопродукции; 3) наличие конкуренции на транспортно-логистическом рынке создает условия для выбора аутсорсинговой компании по критериям надежности, качества и цены услуг; 4) использование профессионального опыта в области товародвижения; 5) возможность для клиента воспользоваться всеми имеющимися ресурсами поставщика транспортных услуг, доступ к которым в противном случае был бы невозможен; 6) передача аутсорсинговой транспортно-логистической компании (АТЛК) (роль АТЛК выполняет логистический накопительно-распределительный центр) не только всех функций по логистическому сопровождению, но и всех рисков грузовладельца.

Работа профессиональных логистических операторов на рынке металлопродукции обеспечит единство транспортно-экспедиционного

пространства Кемеровской области. Развитие логистического аутсорсинга в части терминального транспортного обслуживания металлургической промышленности создаст необходимые точки роста региональной экономики, способные вызвать деловую и коммерческую активность, привлечь дополнительные инвестиции, создать новые рабочие места и обеспечить приток трудовых ресурсов из других регионов. [3]

Таким образом, в работе сформулированы концептуально-методологические основы применения логистического аутсорсинга при обслуживании металлургической отрасли на примере Кузбасса. Применение аутсорсинга как исполнительного инструмента распределительной логистики – закономерный этап эволюции менеджмента и логистики в процессе развития рыночных отношений, обусловленный усложнением хозяйственных связей и усилением рыночной конкуренции.

#### Библиографический список

1. Концепция логистического аутсорсинга / Бойко О. Н. // Учен. зап. Инфраструктура рынка: пробл. и перспективы / Рост. гос. экон. ун-т «РИНХ». - 2007. - № 13. - С. 34-37.
2. Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. 2-е изд. / Под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2007. – 448 с.: ил.
3. Покровская О.Д., Воскресенская Т.П. О необходимости создания логистических распределительных центров на примере угольной промышленности юга Кузбасса. // Политранспортные системы: Мат. 6-ой Всероссийской научно-технической конференции: В 2-х ч. Ч.1.- Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2009. – 540с. – с.236-243.

УДК 656.13

## **РОЛЬ АВТОТРАНСПОРТА В ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ**

**Покровская О.Д.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Спрос на грузовые автомобильные перевозки во многом определяется динамикой и структурой изменения объемов производства в стране, а также платежеспособностью предприятий и организаций всех отраслей экономики.

Автомобильным транспортом (АТ) в России перевозится около 80 % общего объема грузов, перевозимых всеми видами транспорта, т.е. подавляющая часть грузов не может быть доставлена потребителям без АТ. В то же время в общем грузообороте всех видов транспорта доля АТ не составляет и нескольких процентов. Таким образом, основная сфера деятельности АТ — это доставка продукции в городах и подвоз-вывоз грузов

в транспортных узлах железнодорожного и морского транспорта.

АТ, выполняющий перевозки технологических грузов (грузов промышленных предприятий), осуществляет в основном начальные и конечные операции, как минимум дважды участвует в процессе доставки товаров от производителя получателю и поэтому является неотъемлемой частью единой транспортной системы страны. Кроме того, на него возложены задачи по транспортному обслуживанию важнейших отраслей экономики.

В связи с разукрупнением предприятий, расширением сети межпроизводственных связей, но уменьшением объемов перевозок промышленных грузов возрастает роль автомобиля как наиболее мобильного и доступного транспортного средства. В России на сегодняшний день в сектор негосударственной собственности входят 65% предприятий автотранспорта. Так как автотранспорт перевозит грузы, по сравнению с другими видами транспорта, на небольшие расстояния, то удельный вес грузооборота автотранспортом в России остается всего 7% от общего грузооборота страны, в то время как в зарубежных странах этот показатель доходит до 75%.

Грузовые автомобильные перевозки (ГАП) являются важным фактором развития экономики страны и обеспечения ее внешнеэкономических связей. Процесс обеспечения перевозок сопряжен с решением целого ряда организационных, технологических и управленческих проблем. Так, повышению эффективности работы грузового автотранспорта и его конкурентоспособности на рынке транспортных услуг будет способствовать:

- пополнение парка грузовых автомобилей, пользующихся спросом на рынке транспортных услуг как по конструкции кузова (самосвалы, фургоны, рефрижераторы), так и по грузоподъемности (до 3 т свыше 15 т), на основе внедрения благоприятной для перевозчика системы лизинга;

- стабилизация стоимости моторного топлива;

- развитие транспортно-экспедиторских фирм и транспортных бирж, облегчающих поиск клиентуры, предоставление дополнительных услуг, связанных с терминальной обработкой грузов;

- введение, в целях обеспечения добросовестной конкуренции, унифицированных форм первичного учета перевозок для всех субъектов рынка транспортных услуг, а также действенной системы контроля их применения со стороны заинтересованных органов государственного управления и регулирования;

- создание условий, стимулирующих перевозчика к обеспечению безопасного функционирования грузового автотранспорта с точки зрения безопасности дорожного движения, безопасности договорных отношений со всеми участниками транспортного процесса, экологии и т. п.

В России, в связи со значительной географической удаленностью мест производства и потребления грузов, грузовые автомобильные перевозки

главным образом развиваются как средство обеспечения работы железнодорожного и речного транспорта и местных перевозок.

За последние годы средний темп роста парка грузового ПС (2...3% в год) соответствует темпам экономического роста. При этом грузовой АТ обеспечивает свыше 90 % суммарного увеличения объемов внутренних грузовых перевозок в экономике РФ, являясь основным видом транспорта для растущих секторов экономики.

Автотранспорту нет альтернативы при перевозках дорогостоящих грузов на малые и средние расстояния, в розничной торговле, в промышленности, системах производственной логистики, в транспортном обеспечении малого бизнеса и обслуживании агрокомплекса.

Высокий уровень автотранспортных издержек обусловлен не только значительным объемом выполняемых перевозок, но и недостаточным уровнем государственного регулирования отрасли. Кроме того, значительное влияние на увеличение этих издержек оказывают следующие факторы:

- низкая производительность грузового автотранспорта в России. В настоящее время она в 2,6 раза ниже по сравнению с дореформенным периодом и в 4 раза ниже по сравнению с развитыми зарубежными странами. Низкая производительность автотранспорта обусловила снижение скорости движения высокоценной товарной продукции более чем в 2 раза, что требует от товаропроизводителей дополнительного увеличения оборотных средств;

- низкий технический уровень отечественных автомобилей, высокая степень их изношенности в эксплуатации, несоответствие структуры парка автомобилей номенклатуре грузов и требованиям обеспечения их сохранности;

- недостаточная развитость логистических систем при перемещении товарных масс другими видами транспорта, участником которых является автомобильный транспорт, отсутствие эффективных технологий в грузоперерабатывающих узлах и слабое развитие высокомеханизированной терминальной сети, особенно для междугородних перевозок;

- высокая ресурсоемкость. На долю АТ приходится порядка двух третей объема всех нефтяных топлив, потребляемых транспортом.

Таким образом, все указанные обстоятельства свидетельствуют о чрезвычайной важности повышения эффективности работы АТ при организации грузовых перевозок.

С развитием рыночной экономики в России автомобильный транспорт становится одной из наиболее быстро меняющихся и растущих отраслей транспорта. Социально-экономические реформы предъявили к автотранспортной отрасли новые требования по эффективности, гибкости и качеству работы.

Грузовые перевозки, являясь затратной частью экономики, в условиях изменения системы хозяйственных связей, интеграции российской экономики в мировой рынок должны обеспечивать высокое качество

доставки грузов с минимальными транспортными и внешними издержками. Для достижения этой цели перевозчику необходимо:

- правильно использовать на практике требования нормативной документации, технических стандартов и условий при организации перевозочного процесса;

- учитывать характерные особенности перевозимого груза и транспортное оборудование, обеспечивающее сохранность груза при осуществлении грузовых операций;

- грамотно проектировать технологические процессы грузовых перевозок, графики работы автомобилей, перегрузочной техники и водителей;

- уметь оптимизировать работу парка автомобилей, знать пути повышения эффективности его работы;

- эффективно организовывать работу по планированию и управлению производственной деятельностью автотранспортной организации;

- использовать современные средства мониторинга работы автомобилей;

- обеспечивать безопасность перевозочного процесса.

Развитие автомобильных грузоперевозок в России сдерживается различными факторами, в частности, недостаточно развитой сетью автодорог и их невысокими эксплуатационными характеристиками. Тем не менее, автомобильный парк растет. Изменение экологических условий развития страны вызывает потребность пересмотра структуры автопарка, снижения эксплуатационных затрат и придания АТ более высоких потребительских качеств.

Развитие грузовых автомобильных перевозок в ближайшее время будет основываться на создании эффективных систем доставки грузов, работающих на логистических принципах с использованием технологий «точно-вовремя». Развитие телематики, расширение ее доступности даже для небольших автотранспортных организаций позволит постоянно контролировать перевозочный процесс, в режиме реального времени следить и при необходимости корректировать графики продвижения грузов на всем пути его следования от отправителя до получателя. Увеличение объема мультимодальных перевозок позволит в критических регионах снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, расширит географические границы работы перевозчика, подвижной состав которого будет доставляться в этом случае на отдельных участках маршрута другими видами транспорта.

Автомобильный транспорт, предоставляя услуги по перевозке грузов как промышленным гигантам, так и отдельному физическому лицу по современным магистралям в международном сообщении и в экстремальных условиях бездорожья, по мере своего развития может и должен становиться все более надежным, удобным и безопасным средством доставки сырья и

промышленной продукции.

### Библиографический список

1. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. – Уч. пособие для ВУЗов. – 2-е изд. – М.: Академия, 2004. – 288с.

УДК 656.13

## РАБОТА ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

**Покровская О.Д.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

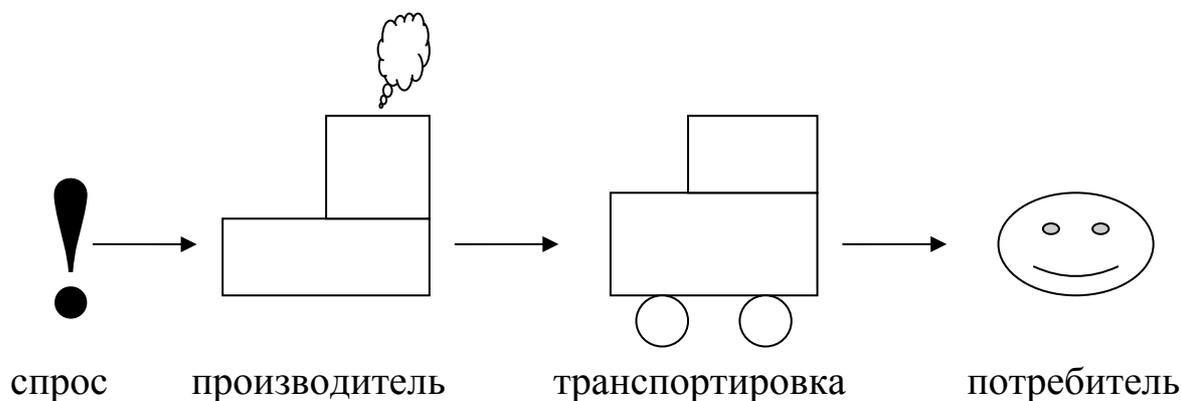
*Когда благому просвещенью отдвинем более граници,  
Со временем (по исчисленью философических таблиц  
Лет чрез пятьсот) дороги, верно, у нас изменятся безмерно:  
Шоссе Россию здесь и тут, соединив, пересекут.*

*А.С. Пушкин*

Развитие рыночной экономики диктует необходимость иного подхода к процессам товародвижения, который основан на принципах логистики. Подобный подход позволит:

- 1) в соответствии с величиной спроса определять количество товара, его качество и сроки изготовления;
- 2) сократить складские запасы товара для ускорения оборачиваемости денежных средств;
- 3) обеспечить своевременность доставки товара потребителю.

Таким образом, будет значительно снижена себестоимость на всей цепи рыночных отношений. На рисунке 1 приведена принципиальная схема работы современного рынка [3].



Логистический подход при анализе, планировании и реализации

работы всех участников цепочки, в том числе и несколько видов транспорта, работающих по одной схеме ростовки, обеспечивает сокращенные денежные и временные затраты не только на производство, но и на перевозку товара. Это достигается за счет:

- 1) отсутствия или минимума запасов товара на складе;
- 2) обеспечения адаптированности работы транспорта к условиям эксплуатации с помощью маршрутизации перевозок и оптимального распределения перевозок по видам транспорта;
- 3) заблаговременная разработка адекватных решений в сбойных ситуациях;
- 4) скоординированность деятельности действующих видов транспорта.

Кризисное состояние традиционных видов транспорта, усугубление проблем безопасности и экологии, несоответствие провозной способности транспорта мощности производства требует от современной науки новых, эффективных решений по оптимизации работы транспорта в рыночных условиях.

Сегодня в транспортной сфере активно развивается рынок инфраструктурных услуг – экспедирования, перегрузки, терминалов складского хранения, это позволяет транспортным предприятиям получать дополнительные доходы за счет повышения качества обслуживания. Работа на рынке, давая одинаковые права каждому из своих субъектов, предполагает конкуренцию, как между различными видами транспорта, так и внутри одного его вида за определенный клиентский сегмент.

Основными факторами в конкурентной борьбе являются стоимость и срок доставки. Кроме того, конкурентоспособность каждого вида транспорта и применяемые ими технологии основывается на экологичности и безопасности работы, особенно после ужесточения требований экологических стандартов к подвижному составу.

В последнее время при развитии экспедиционного обслуживания конкурентоспособность между различными видами транспорта стала взаимодополняемой, что позволило клиентуре расширить выбор наиболее подходящего варианта доставки.

Рыночные условия ставят перед транспортной отраслью страны следующие задачи:

1. Согласованность развития единой транспортной системы: координация работы, рациональное распределение объемов перевозок, сбалансированность транспортной отрасли с другими отраслями народного хозяйства;
2. Обеспечение четкого взвешивания при перевалках груза с одного вида транспорта на другой, совершение работы транспортных узлов;
3. Снижение транспортных издержек за счет повышения эффективности использования транспортных средств;
4. Своевременность, качество и полнота удовлетворения потребностей клиентуры в транспортном обслуживании;

5. Рационализация схем доставки, устранение нерациональных поставок;

6. Ускорение обновления подвижного состава;

7. Широкое применение современной техники и технологии при организации и управлении перевозками.

Таким образом, совершенствование работы транспорта должно происходить в следующих направлениях:

1. Максимизация использования географического положения страны за счет развития международных транспортных коридоров, проходящих по территории РФ;

2. Координация развития взаимодействующих видов транспорта путем эффективного распределения грузопотоков между различными видами транспорта и работы в смешанном сообщении.

3. Проведение единой транспортной политики, направленной на повышение эффективности работы и взаимодействия видов транспорта. Развитие логистического и экспедиционного сервиса для повышения конкурентоспособности видов транспорта.

4. Введение современных информационных технологий и средств связи в управлении транспортом (систем спутниковой навигации, логистики, информационного сервиса и др.) [1]

В России переход к рыночным отношениям сделал транспортный комплекс менее управляемым и в определенной степени бесконтрольным. А ведь именно транспорт как интегрирующее звено национальной экономики является индикатором экономического развития страны в целом. Поэтому первоочередной задачей науки и государства в современных условиях становится совершенствование принятия решений при управлении такой большой и сложной системой, как транспорт, что позволит обеспечить слаженную работу видов транспорта в ЕТС и снизить различные транспортные издержки товародвижения (в сфере обращения). Очевидно, что рациональное решение этих задач сделает отечественный транспорт более конкурентоспособным и рентабельным.

Таким образом, реформирование экономики России, отказ от централизованного планирования, неопределенность производственной и окружающей среды, нестабильность социально-экономических процессов ставит перед отечественной наукой новые и более сложные задачи. Развитие науки должно обеспечить эффективность работы транспорта в новых условиях.

Сложность решения транспортных задач в условиях рыночной экономики обусловила применение ситуативных методов управления материальными потоками от производителя до потребителя, т.е. использования логистики.

В начале 21 века, в уже сложившихся рыночных условиях ЕТС России характеризовалась следующими показателями:

Таблица 1 – Показатели работы видов транспорта

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

Таблица 2 – Показатели работы различных видов транспорта России

Вид транспорта	Объем перевозок, тыс. т	Стоимость груза, млн долл.
Железнодорожный	160473	26222
Автомобильный	16125	30463
Морской и речной	126598	27527
Воздушный	310	13700
Итого	303506	97912

Современные системы ставят перед транспортной отраслью приоритет не только низкой стоимости перевозок, но и быстроты реакции транспорта на возникающие изменения.

Значение транспорта при немалых Российских расстояниях огромно. Транспорт должен обеспечивать не только устойчивость транспортно-экономических связей, также от него зависит эффективность, бесперебойность и срочность доставки грузов, как внутренней, так и внешней торговли.

Поэтому очень важно в условиях стремительного развития рынка и роста объемов перевозок принимать адекватные управленческие решения, призванные укреплять единство транспортной системы страны и совершенствовать технологии доставки грузов.

#### Библиографический список

1. Виноградова С.Н. Транспортное обслуживание. – Минск: Вышэйшая школа, 2003. – 221 с.: ил.
2. Смелова А.А. Повышение эффективности управления экономической системой транспортного комплекса. – Краснодар, 2004.
3. Троицкая Н.А. Единая транспортная система. – М.: Академия, 2004. – 240 с.

## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВИРТУАЛЬНЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР ПРИ СТРУКТУРНОМ СИНТЕЗЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Дмитриев В.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Виртуализация, широко используемая в компьютерных науках, находит свое применение и в теории механизмов и машин [1, 2]. В частности, при структурном синтезе кинематических цепей с использованием универсальной структурной системы проф. Л.Т. Дворникова (УСС) [3] прибегают к использованию виртуальных и реальных звеньев.

Значения переменных  $n_1, n_2, \dots, n_{\tau-1}$ , получаемые в результате решения УСС, представляют собой набор виртуальных звеньев будущей цепи. Каждое из виртуальных звеньев имеет два параметра: имя и число кинематических пар, привносимых им в цепь. В реальные звенья они превратятся лишь при выполнении синтеза структурных схем цепей.

Поясним отличия между виртуальными и реальными звеньями на конкретных примерах. Построим структурные схемы трехзвенной плоской кинематической цепи с высшими парами и треугольным базисным звеном, обладающие одной степенью свободы, т.е. зададим значения  $\tau = 3$ ,  $k = 4$  и  $5$ ,  $m = 3$ ,  $W = 1$  и  $n = 3$ . Рассмотрим одно из нескольких целочисленных решений УСС, полученных при этих параметрах:  $n_{\tau} = 1$ ,  $n_2 = 1$ ,  $n_1 = 1$ ,  $p_4 = 4$  и  $p_5 = 2$ . Следовательно, для построения вариантов структурных схем цепей мы располагаем следующей номенклатурой и числом виртуальных звеньев:  $n_3$  – одно звено,  $n_2$  – одно звено,  $n_1$  – одно звено.

На начальной стадии построения структурной схемы среди имеющейся номенклатуры виртуальных звеньев только одно звено в точности соответствует реальному – это базисное звено цепи или  $\tau$ -угольник. Поэтому построение схемы начинается именно с этого звена. Оно соответствует виртуальному звену  $n_3$ , т.е. добавляет в цепь три пары. Например, построим такое самое сложное звено цепи, какое приведено на рисунке 1, а. Присоединим к  $\tau$ -угольнику следующее менее сложное звено –  $n_2$ . Пусть, например, это звено привнесет в цепь две кинематические пары четвертого класса (см. рисунок 1, б). Разместим на схеме последнее оставшееся звено  $n_1$ , присоединив его к базисному звену. В результате получим вариант структурной схемы, показанный на рисунке 1, в.

Отметим, что первое и второе звенья полученной цепи являются разными виртуальными звеньями: первое –  $n_3$ , второе –  $n_2$ . Но соответствующие им реальные звенья на схеме цепи имеют одинаковую сложность, которая определяется числом геометрических элементов звена, участвующих в образовании пар. Сложность реального звена  $n_1$  равна двум.

Сделаем вывод: в цепи без изменяемых замкнутых контуров сложность реальных звеньев, кроме базисного звена, на единицу больше числа добавляемых пар соответствующих им виртуальных звеньев.

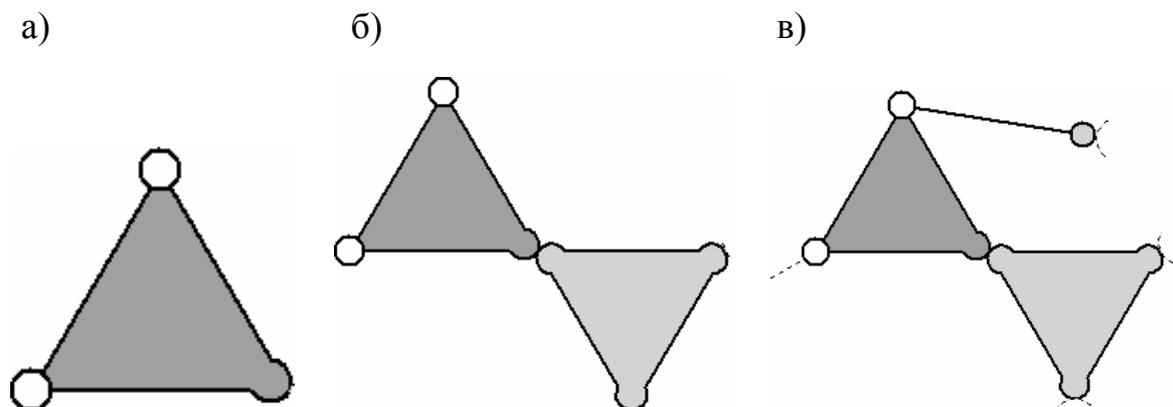


Рисунок 1 – Поэтапное построение структурной схемы цепи без изменяемых замкнутых контуров

Сформируем еще один вариант структурной схемы, но теперь содержащий изменяемый замкнутый контур. Для этого вновь построим  $\tau$ -угольник и присоединим к нему второе звено  $n_2$  (см. рисунок 1, б). Звеном  $n_1$  замкнем контур, как показано на рисунке 2, а. Это звено должно добавить в цепь одну кинематическую пару, а для замыкания контура ему потребуется использовать две свободные пары двух других звеньев. Поэтому звено  $n_1$ , замыкая контур, «превращается» в реальное звено с тремя парами. Это не противоречит условию о том, что самое сложное звено цепи – треугольное, т.е.  $\tau = 3$ .

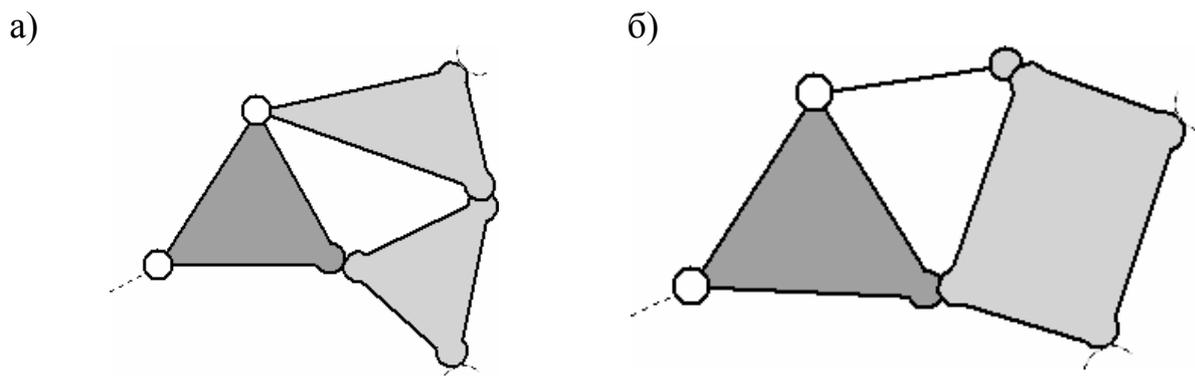


Рисунок 2 – Варианты структурной схемы цепи с изменяемым замкнутым контуром

Если же после построения  $\tau$ -угольника к нему вторым звеном присоединить звено  $n_1$ , то при замыкании контура оставшимся звеном  $n_2$  получим вариант цепи, схема которой приведена на рисунке 2, б. Звено  $n_2$  должно добавить в цепь две кинематические пары, а также использовать две свободные пары других звеньев, чтобы замкнуть контур. В результате сложность реального звена  $n_2$  станет равна четырем. В этом случае наиболее

сложным звеном цепи станет четырехугольное звено  $n_2$ , что противоречит начальному условию  $\tau = 3$ . Поэтому для целей замыкания контуров звено  $n_2$  использовать нельзя. Таким образом, каждый раз при замыкании очередного изменяемого замкнутого контура происходит «превращение» виртуальных звеньев в реальные. При этом сложность получающихся реальных звеньев больше сложности виртуальных звеньев на две единицы. Приведенные примеры в полной мере и достаточно ясно показывают различия между виртуальными и реальными звеньями. Эти отличия всегда принимают во внимание при осуществлении структурного синтеза любых кинематических цепей с использованием универсальной структурной системы [3].

Вернемся к рассматриваемому примеру. Первое реальное звено, размещенное на структурной схеме –  $\tau$ -угольник добавляет в цепь две пары пятого класса и одну – четвертого (см. рисунок 1, а). Это не единственный вариант базисного звена цепи. На рисунке 3 приведены все возможные варианты треугольного  $\tau$ -угольника, отличающиеся только числом добавляемых пар четвертого и пятого классов. Таких вариантов четыре. Для рассматриваемого примера, последний вариант  $\tau$ -угольника неприемлем, т.к. в соответствии с выбранным решением УСС в цепи возможно использование только двух пар пятого класса ( $p_5 = 2$ ).

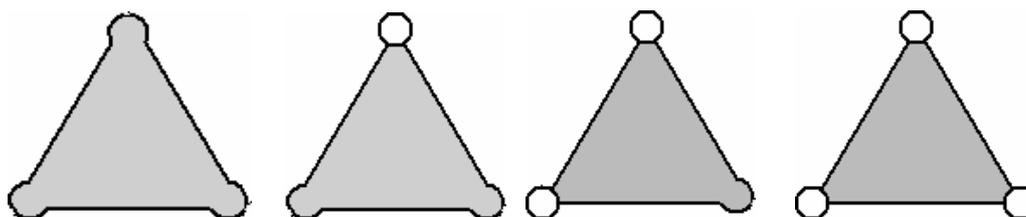


Рисунок 3 – Варианты треугольного базисного звена с кинематическими парами двух классов

На рисунке 4 приведены все возможные варианты треугольного  $\tau$ -угольника, отличающиеся не только числом добавляемых пар четвертого и пятого классов, но и их расположением в вершинах звена. Таких вариантов восемь, что легко подсчитать как  $2^3 = 8$ , где 2 – число допустимых к использованию классов, а 3 – число вершин базисного звена.

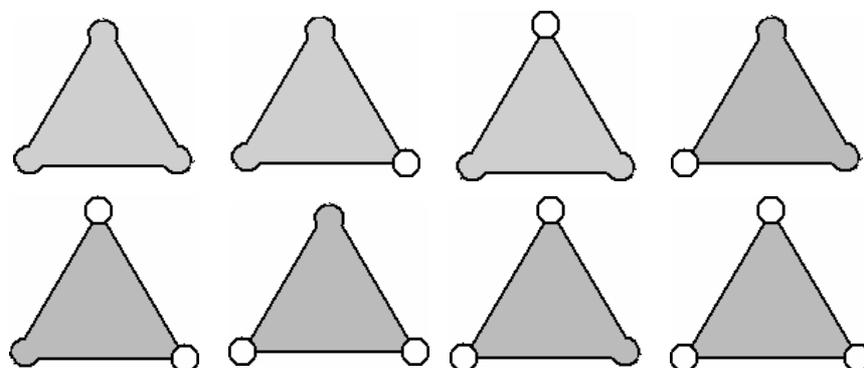


Рисунок 4 – Варианты треугольного базисного звена с кинематическими парами двух классов с учетом их взаимного расположения

Осуществлять структурный синтез всего многообразия цепей можно путем использования любого из представленных наборов базисных звеньев. Однако в зависимости от выбранных вариантов технология синтеза будет различаться. Обратимся к ранее рассмотренному примеру. Первый шаг синтеза всего многообразия цепей – формирование базисного звена – можно выполнить соответственно тремя или семью способами. Начнем с первого набора, содержащего три приемлемых варианта базисного звена (см. рисунок 3). Вновь остановим свой выбор на  $\tau$ -угольнике, показанном на рисунке 1, *a*. Присоединить звено  $n_2$ , добавляющее две пары четвертого класса, можно к любой паре базисного звена. В результате, осуществляя второй шаг синтеза, получим три варианта фрагмента схемы, приведенные на рисунке 5. Реальное звено  $n_2$  имеет различное число пар каждого класса: в первом случае – три пары IV класса, в остальных – две пары IV класса и одну пару V класса.

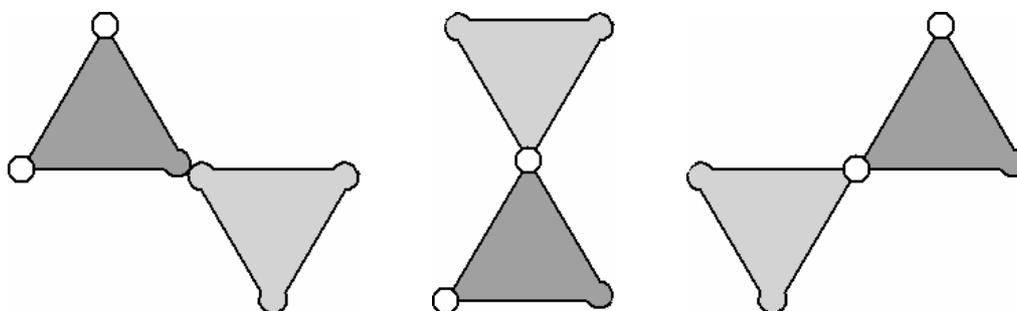


Рисунок 5 – Фрагменты структурных схем

Получить фрагменты структурных схем, аналогичные показанным на рисунке 5, возможно и с использованием второго набора базисных звеньев (см. рисунок 4). Только в этом случае звено  $n_2$  следует присоединять к одной и той же вершине каждого из трех имеющихся вариантов  $\tau$ -угольника с двумя парами пятого класса и одной – четвертого. В результате получим следующие три варианта фрагмента схемы (см. рисунок 6).

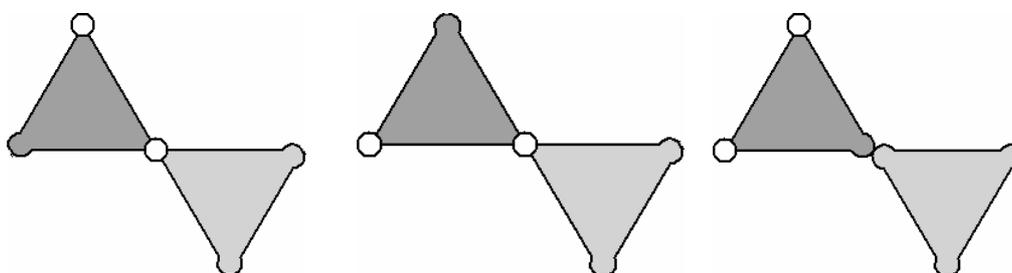


Рисунок 6 – Фрагменты структурных схем

Если базисное звено будет добавлять в цепь одну пару пятого класса и две – четвертого, то звено  $n_2$  уже сможет добавлять в цепь или две пары IV класса, или одну IV и одну V классов. Следовательно, на втором шаге синтеза для такого  $\tau$ -угольника получим девять вариантов (три варианта

базисного звена и три варианта звена  $n_2$ ) фрагментов структурной схемы, показанных на рисунке 7. Эти фрагменты можно получить, используя любой из рассматриваемых наборов базисных звеньев.

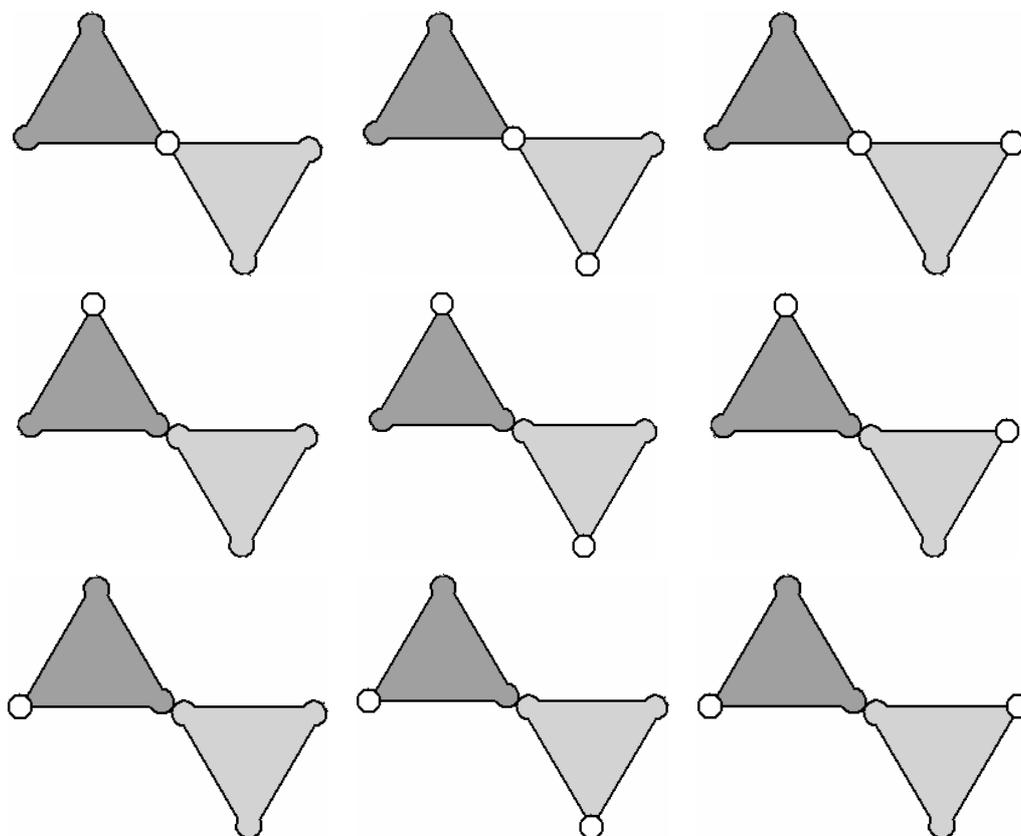


Рисунок 7 – Фрагменты структурных схем

В случае, когда базисное звено добавляет только пары четвертого класса, звено  $n_2$  имеет возможность добавить или две пары пятого класса, или по одной четвертого и пятого класса. В результате можно сформировать три варианта звена  $n_2$ , отличающихся не только числом добавляемых пар каждого класса, но и их взаимным расположением (см. рисунок 8).

Таким образом, первый шаг формирования схемы можно выполнить либо тремя, либо семью способами, а добавление к цепи звена  $n_2$  – независимо от выбора набора базисных звеньев – пятнадцатью. Но на втором шаге синтеза к  $\tau$ -угольнику можно присоединить звено  $n_1$ , а не  $n_2$ . Поэтому количество рассматриваемых фрагментов структурных схем, после выполнения второго шага будет еще больше. А добавление в цепь третьего оставшегося звена значительно увеличит формируемое полное множество структурных схем цепей. Хотя большинство полученных схем будут изоморфны, но, чтобы не пропустить уникальную структуру, придется строить их все. Отметим, что даже при небольшом числе подвижных звеньев цепи и применении пар только двух классов, требуется сформировать и проанализировать значительное количество структурных схем, что является довольно трудоемкой и кропотливой процедурой.

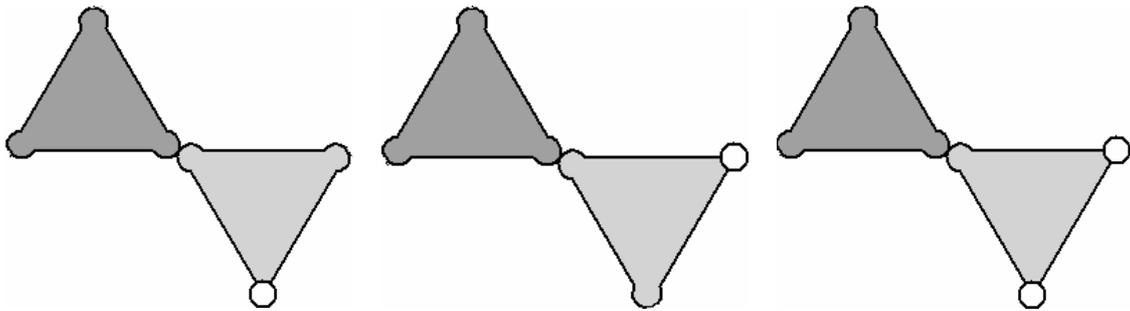


Рисунок 8 – Фрагменты структурных схем

Осуществлять построение структурных схем кинематических цепей с заданными параметрами возможно иначе, если в процессе синтеза использовать виртуальные кинематические пары. Сначала можно сформировать все многообразие структурных схем цепей с виртуальными кинематическими парами, исходя из предположения, что все они принадлежат одному классу. Затем следует заменить на полученных схемах виртуальные пары необходимым числом реальных кинематических пар каждого из допустимых к использованию классов. Такой подход позволит избежать в процессе формирования структурных схем выбора классов кинематических пар, привносимых каждым из звеньев цепи, и исключить из рассмотрения схемы, отличающиеся только взаиморасположением пар различных классов. Следовательно, внимание будет сосредоточено только на различных вариантах сочленения звеньев между собой, а число рассматриваемых при этом схем уменьшится.

Покажем возможную технологию структурного синтеза кинематических цепей с использованием виртуальных пар на примере сформированных ранее структур цепей. Предположим, что мы имеем две структурные схемы кинематических цепей с виртуальными парами, приведенные на рисунке 9. Виртуальные кинематические пары на рисунке обозначены квадратиками, внутри которых указаны порядковые номера кинематических пар.

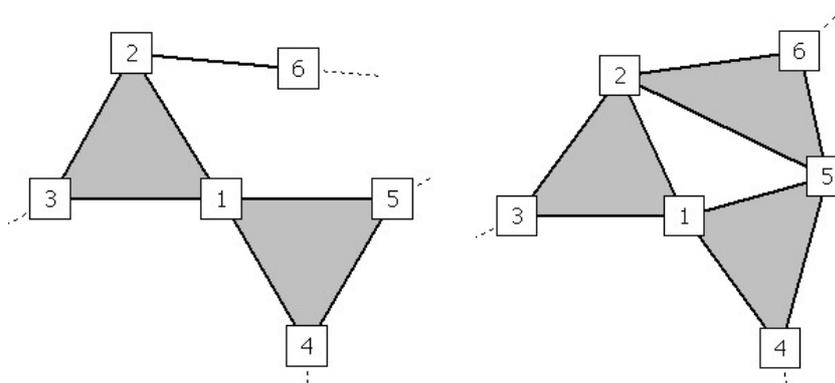


Рисунок 9 – Структурные схемы цепей с виртуальными парами

В соответствии с решением универсальной структурной системы из

шести кинематических пар у рассматриваемых цепей четыре пары должны быть четвертого класса и две – пятого, т.е.  $p_4 = 4$  и  $p_5 = 2$ . Для оценивания числа возможных вариантов размещения заданного количества кинематических пар четвертого и пятого классов на схеме с виртуальными парами можно использовать известную из комбинаторики формулу [4, с. 354], которая в соответствии с принятыми нами обозначениями имеет вид

$$N = P(p; p_5, p_4) = \frac{p!}{p_5! \times p_4!}. \quad (1)$$

Для рассматриваемого случая, при  $p_4 = 4$  и  $p_5 = 2$ , по (1) имеем 15 вариантов размещения шести реальных кинематических пар. Следовательно, из каждой схемы с виртуальными парами можно получить 15 различных кинематических цепей, заменяя виртуальные кинематические пары реальными. В таблице 1 представлены 15 возможных вариантов размещения реальных кинематических пар вместо виртуальных.

Таблица 1 – Варианты размещения шести кинематических пар

Номер варианта	Класс кинематической пары, с порядковым номером ...					
	1	2	3	4	5	6
1	V	V	IV	IV	IV	IV
2	V	IV	V	IV	IV	IV
3	IV	V	V	IV	IV	IV
4	V	IV	IV	V	IV	IV
5	IV	V	IV	V	IV	IV
6	IV	IV	V	V	IV	IV
7	V	IV	IV	IV	V	IV
8	IV	V	IV	IV	V	IV
9	IV	IV	V	IV	V	IV
10	IV	IV	IV	V	V	IV
11	V	IV	IV	IV	IV	V
12	IV	V	IV	IV	IV	V
13	IV	IV	V	IV	IV	V
14	IV	IV	IV	V	IV	V
15	IV	IV	IV	IV	V	V

На рисунках 10 и 11 показаны полные множества структурных схем кинематических цепей, полученные в результате размещения реальных кинематических пар. Получено 30 структурных схем цепей.

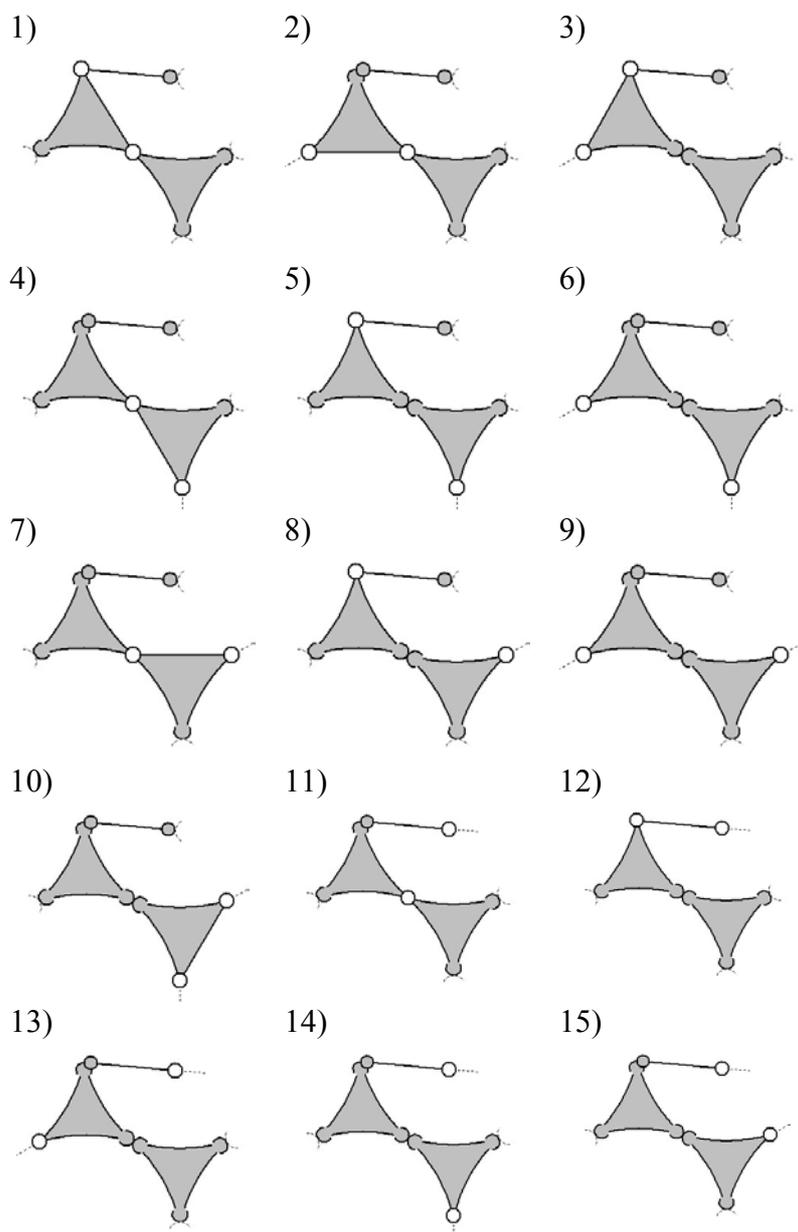


Рисунок 10 – Полное множество структурных схем цепей без изменяемого замкнутого контура

После формирования полного многообразия структурных схем ставится задача об отбраковке неприемлемых вариантов. Процесс отбраковки требует сформулировать набор критериев, позволяющих выявить подобные структуры. Например, совокупность предъявляемых требований к структурам плоских цепей с высшими парами может быть следующей:

а) дистанции из одной стороны, должны иметь хотя бы одну расположенную на ней пару четвертого класса;

б) замкнутый контур, образованный двумя звеньями, должен иметь обе пары четвертого класса;

в) замкнутый контур, образованный тремя звеньями, должен иметь хотя бы одну кинематическую пару четвертого класса.

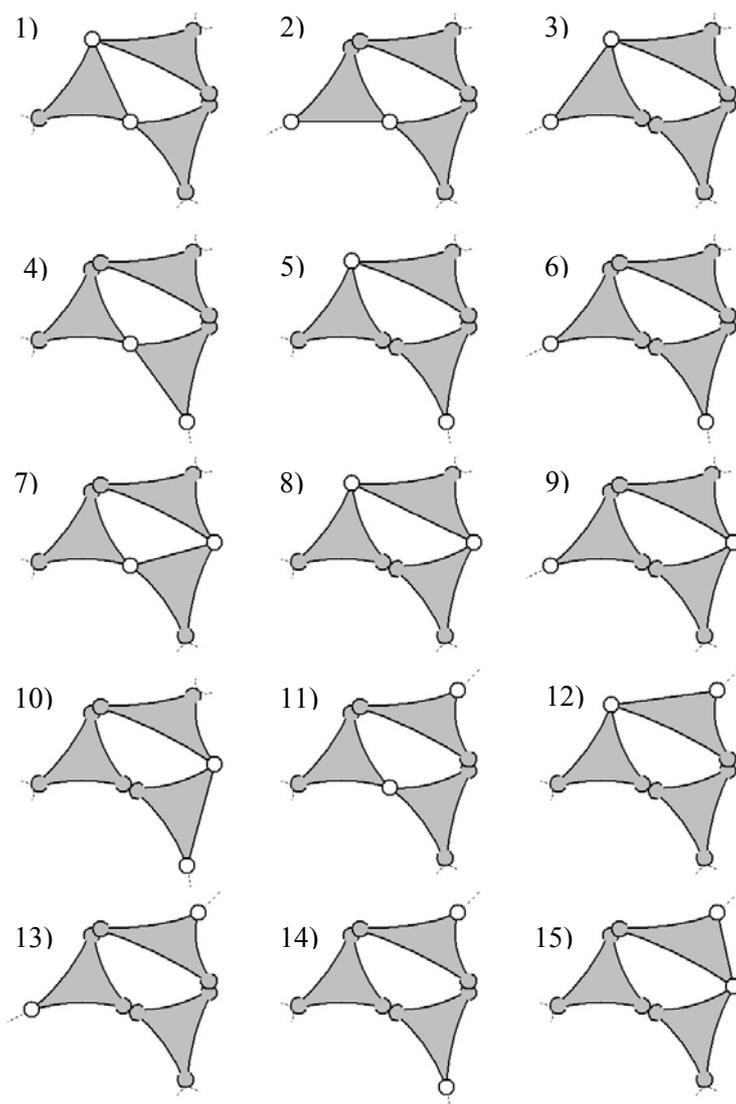


Рисунок 11 – Полное множество структурных схем цепей с изменяемым замкнутым контуром

Кроме проверки соответствия предъявляемым требованиям, каждая структурная схема должна быть проверена на уникальность или на изоморфность путем ее сравнения с другими полученными схемами.

Из 15 структурных схем цепей без изменяемого замкнутого контура, приведенных на рисунке 10, может быть отбракована только одна – десятая, т.к. имеет дистанцию из одной стороны с двумя парами пятого класса. Среди структурных схем цепей с изменяемым замкнутым контуром, показанных на рисунке 11, третья, четвертая, десятая, двенадцатая и пятнадцатая схемы повторяют вторую схему, седьмая и восьмая – первую, девятая и одиннадцатая – пятую, а тринадцатая и четырнадцатая – шестую. В результате остаются четыре структурные схемы: первая, вторая, пятая и шестая. Итоговое множество структурных схем цепей, полученное из двух структур с виртуальными парами, содержит 18 схем: 14 цепей без контура и 4 с треугольным изменяемым замкнутым контуром.

Использование виртуальных пар в процессе осуществления

структурного синтеза цепей идеологически основано на применении набора базисных звеньев, отличающихся не только числом добавляемых пар каждого класса, но и их взаимным расположением. Поэтому множества структур цепей, полученные после размещения на схемах с виртуальными парами всех возможных вариантов расположения реальных пар, являются гарантированно полными. Отметим, что применение виртуальных пар упрощает процедуру структурного синтеза кинематических цепей, делая ее более формализованной. Последнее обстоятельство позволяет применить компьютерные технологии для реализации структурного синтеза любых цепей. Формирование структур с виртуальными парами можно осуществлять в соответствии с объектно-ориентированной технологией автоматизированного синтеза структурных схем плоских шарнирных механизмов, описанной в [2] и адаптированной с учетом особенностей построения структур интересующих цепей (см. например, [5]).

#### Библиографический список

1. Степанов А.В. Виртуализация в задачах компьютерного синтеза структур механизмов / А.В. Степанов // Вестн. КузГТУ, № 2(66), с. 47-50.
2. Степанов А.В. Компьютерный синтез структур механизмов. Плоские цепи с парами пятого класса / А.В. Степанов, Л.Т. Дворников. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007. – 164 с.
3. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. Учеб. пособие, Сибирская государственная горно-металлургическая академия. – Новокузнецк, 1994. – 102 с.
4. Андерсон Джеймс А. Дискретная математика и комбинаторика. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 960 с.: ил.
5. Степанов А.В. Методика автоматизированного синтеза структур зубчатых механизмов / А.В. Степанов, В.В. Дмитриев // Вестн. КузГТУ, 2008, № 4. с. 91-95.

УДК 621.73.045

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПАРОВОЗДУШНОГО КОВОЧНОГО МОЛОТА**

**Диянкова Л.В.**

**Научные руководители: к.т.н., доцент Вострецов Г.Н.,  
к.т.н., доцент Рябов В.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Паровоздушный ковочный молот, обладая такими важными преимуществами, как простота устройства и управления при универсальности технологических возможностей, почти 130 лет является

ведущей машиной в индивидуальном и мелкосерийном производстве поковок методами свободнойковки.

Основным параметром молота, определяющим его производительность, является эффективная кинетическая энергия  $T_э$ , значение которой зависит от массы  $m_1$  рабочих частей молота и высоты  $H_p$  их падения на заготовку. В процессе работы молота значение  $T_э$  может быть получено разным за счет изменения высоты падения  $H_p$  от максимального значения  $H_m$ , называемый монтажным ходом, до 0.

При обработке на одном и том же молоте заготовок разного размера  $h_з$  возможная максимальная эффективная кинетическая энергия, уменьшается (с увеличением высоты заготовки), что приводит к снижению производительности.

Рассмотрим схему молота (рисунок 1а). Максимальная кинетическая энергия  $T_э$  без заготовки достигается при максимальном ходе поршня  $H_m$ . Если положить заготовку с высотой  $h_з$ , то ход поршня уменьшится ( $H_p = H_m - h_з$ ), что повлечет за собой уменьшение эффективной кинетической энергии (рисунок 1б).

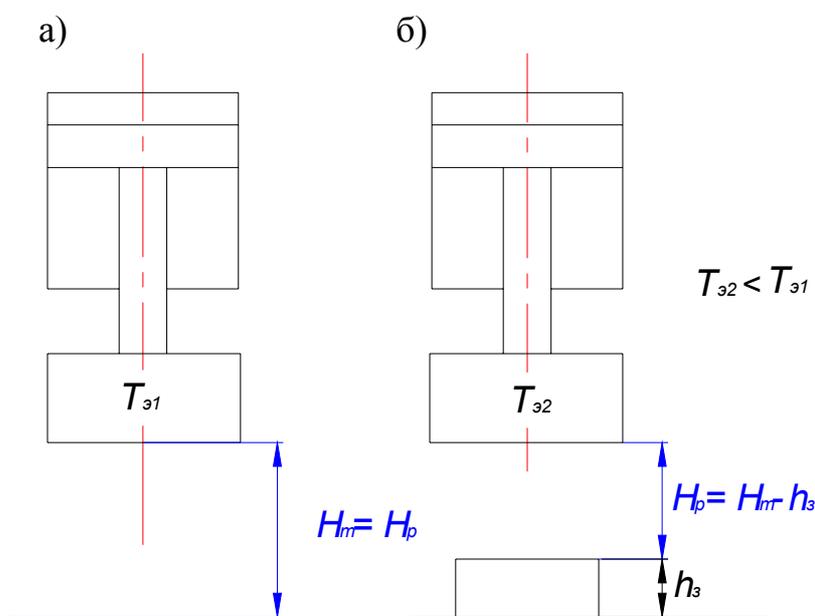


Рисунок 1 – Схема классического паровоздушного молота

Сохранить максимальные энергетические возможности молота при обработке различных по размеру поковок возможно, в том числе, за счет сохранения максимальной величины рабочего хода  $H_p = H_m$ . Возможным решением является изменение высоты рабочего хода  $H_p$  с учетом размера заготовки  $h_з$ .

На рисунке 2 показана схема молота с регулируемым положением цилиндра, что обеспечивает постоянный ход поршня независимо от высоты заготовки  $h_з$ . В зависимости от исполнительного механизма, фиксирующие устройства могут быть плавными и ступенчатыми.

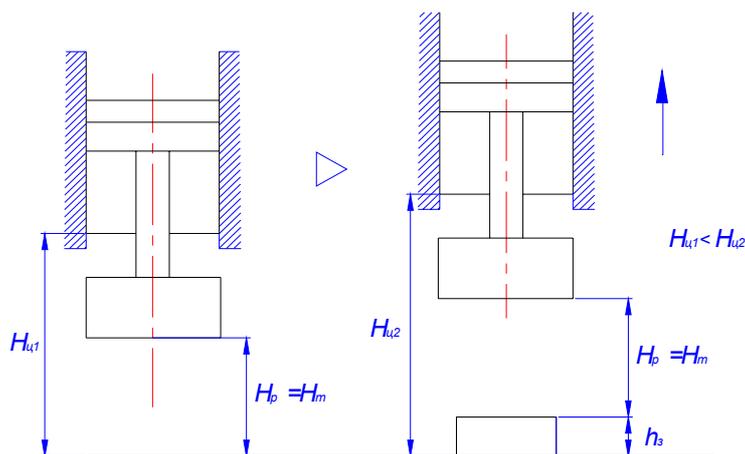


Рисунок 2 – Схема молота с регулируемым положением цилиндра

На рисунке 3 показана зависимость эффективной кинетической энергии  $T_э$  от высоты заготовки.

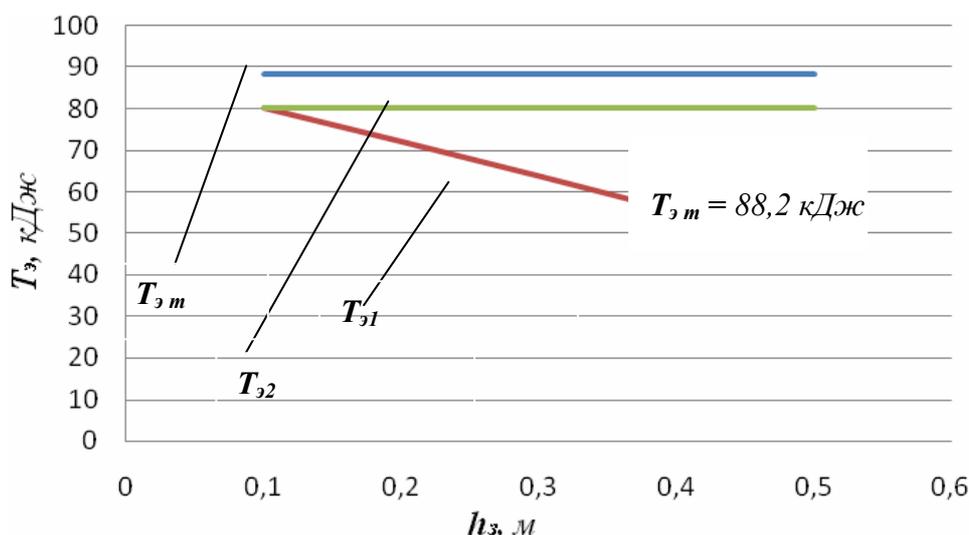


Рисунок 3 – График зависимости эффективной кинетической энергии от высоты заготовки:  $T_{эм}$  – максимальная эффективная кинетическая энергия, при  $H_p = H_m$ ;  $T_{э1}$  – максимальная эффективная кинетическая энергия при неподвижном цилиндре;  $T_{э2}$  – максимальная эффективная кинетическая энергия при подвижном цилиндре

Таблица 1 – Зависимость эффективной кинетической энергии от высоты заготовки

$h_з, м$	$T_{э1}, кДж$	$T_{э2}, кДж$
0,1	80,28	80,28
0,2	72,16	80,28
0,3	63,84	80,28
0,4	55,32	80,28
0,5	46,6	80,28

Из рисунка 3 видно, что с увеличением высоты заготовки, эффективная кинетическая энергия классического молота  $T_{э1}$  уменьшается, что приводит к одновременному уменьшению полезной работы  $A_{\delta}$  деформации заготовки. Для случая изменения положения рабочего цилиндра, с увеличением высоты  $h_3$  заготовки эффективная кинетическая энергия молота с регулируемым положением цилиндра  $T_{э1}$ , а, следовательно, и полезная работа деформации заготовки остаются постоянными (таблица 1). Вследствие того, что  $A_{\delta}$  для молота с регулируемым положением цилиндра в меньшей степени зависит от исходной  $h_3$ , то для окончательной деформации поковки не требуется увеличения числа ударов (как для случая  $T_{э2}$ ), что позволяет увеличить производительность молота (для  $h_3=0,5$  м приблизительно в два раза).

УДК 650

## КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕСТИЗВЕННОГО ПЛОСКОГО МЕХАНИЗМА С ДВУМЯ ГИДРОДОМКРАТАМИ

Шерстюк А.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В патенте № 2249521 «Гидравлическое устройство для повышения устойчивости транспортных средств» одной из составляющих является плоский шестизвенный механизм с двумя гидродомкратами (рис.1).

Рассмотрим принцип действия этого механизма более подробно. В его состав входят два гидроцилиндра 1 и 5, со штоками 2 и 4 соответственно, и треугольное звено 3. Таким образом, мы имеем пять подвижных звеньев и семь кинематических пар (рис.2). По формуле Чебышева вычислим подвижность механизма:  $W=3n-2p_5=3\cdot5-2\cdot7=1$ .

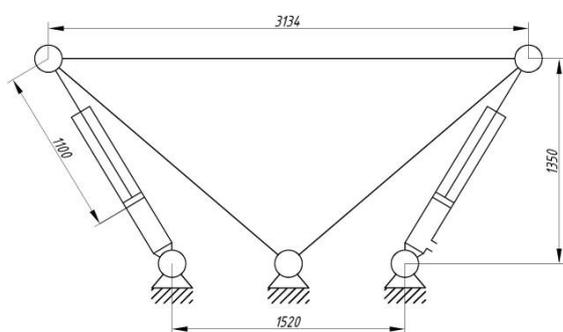


Рисунок 1

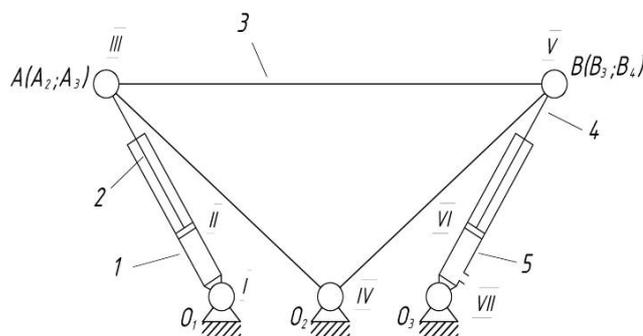


Рисунок 2

Построим пять положений механизма, при шаге относительного перемещения штока 4 в 100 мм, считая от нулевого положения, и измерим

относительные перемещения штока 2. Полученные значения сведем в график рис. 4.

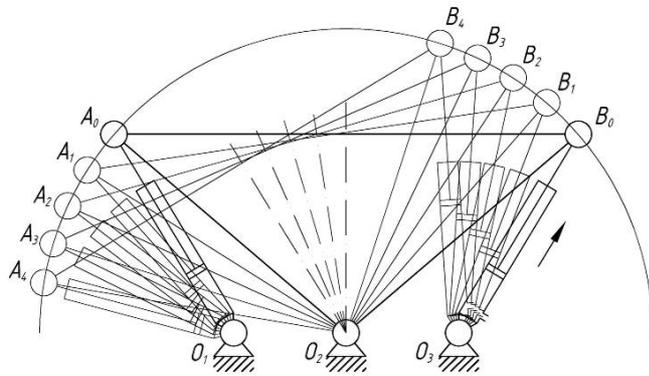


Рисунок 3



Рисунок 4

Построим план скоростей, задав штоку 4 скорость  $V_{45}=1\text{м/с}$  относительно гидроцилиндра 5 (рис. 5). Аналогично построим планы скоростей для пяти положений (рис. 6).

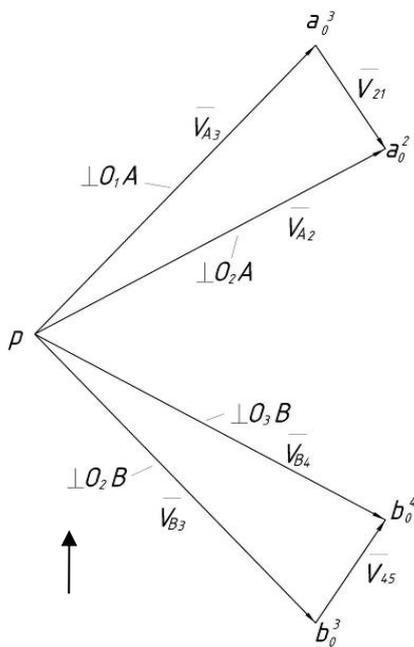


Рисунок 5

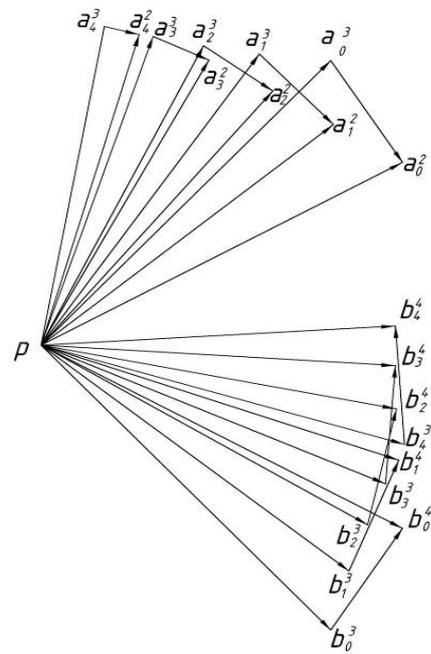
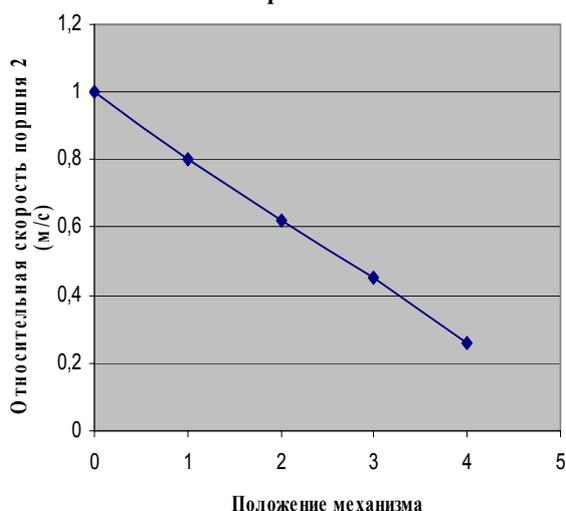


Рисунок 6

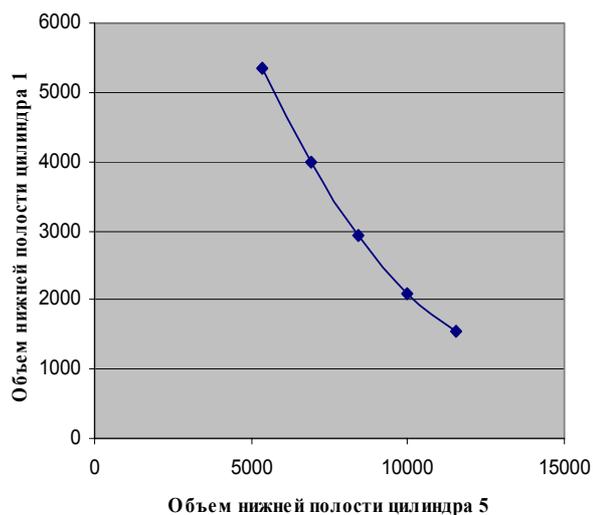
На основании полученного результата построим график зависимости скорости штока 2 от положения механизма (рис. 7). Из графика видно, что скорость штока 2 изменяется по нелинейному закону.

**Изменение относительной скорости поршня 2**



**Рисунок 7**

**Зависимость изменения объема нижней полости цилиндра 1 от нижней полости цилиндра 5 (мм<sup>3</sup>)**



**Рисунок 8**

Примем диаметр внутренней полости гидроцилиндра 140мм, тогда можно найти изменение объема нижней полости гидроцилиндра 1 от нижней полости гидроцилиндра 5.

На основании вышеизложенного исследования можно сделать вывод, что для работы механизма необходима согласованная подача жидкости в нижнюю полость гидроцилиндра 1 и верхнюю полость гидроцилиндра 5, либо в верхнюю полость гидроцилиндра 1 и нижнюю полость гидроцилиндра 5.

УДК 622.233

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ «СИЛА-ВНЕДРЕНИЕ» ПРИ УДАРНОМ РАЗРУШЕНИИ ХРУПКИХ СРЕД**

**Сараханова Е.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Жуков И.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Рациональное проектирование ударных систем невозможно без знания зависимостей, связывающих силу сопротивления среды и величину внедрения в нее инструмента, т.е. характеристик «сила-внедрение».

С целью определения зависимости «сила-внедрение» при ударном способе разрушения хрупких сред проведено экспериментальное исследование. Эксперимент проводился на универсальной испытательной машине (рис.1). Блок горной породы, представленной гранитом с коэффициентом крепости по шкале Протодяконова  $f = 18$ , и ориентированная буровая коронка закрепляются на стенде, исключая

возможность поворота вокруг собственной геометрической оси. На коронку подается усилие до появления характерной лунки выкола под инденторами. Параллельно компьютерной системой управления производится запись диаграммы зависимости глубины внедрения коронки в гранит от величины нагружения. В качестве опытных образцов использовались буровые коронки с разным числом и схемой размещения инденторов.

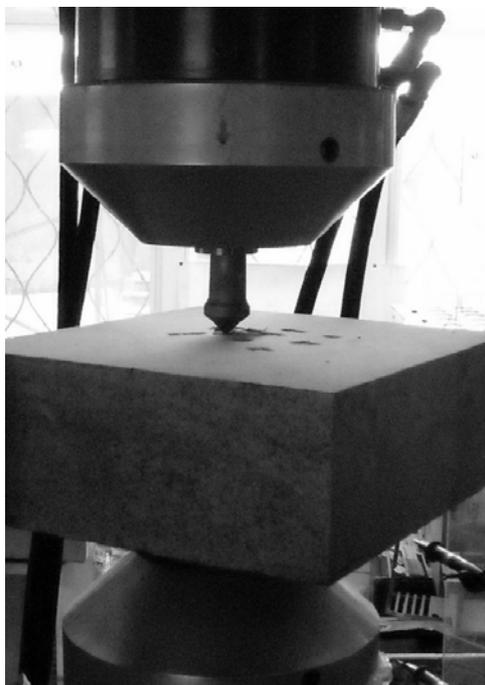


Рисунок 1 – Экспериментальный стенд

В результате анализа различных функциональных зависимостей и диаграмм зависимости глубины внедрения коронки в гранит от величины нагружения выявлено, что наиболее близкими к действительным являются:

- гиперболическая:  $P(h) = a + b \cdot \sqrt{c^2 + h^2}$  , (1)
- степенная:  $P(h) = a + b \cdot h^c$  , (2)

где  $P$  – величина нагружения,  $h$  – глубина внедрения,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коэффициенты, определяемые экспериментально, характеризующие объект разрушения.

Гипербола (1) (рис.2) определяется тремя коэффициентами, но наибольший интерес представляет коэффициент  $b$ . Его геометрический смысл в том, что он равен тангенсу угла наклона асимптоты гиперболы. Т.к. график экспериментальной кривой при больших значениях внедрения инструмента и силы близок к прямой, то  $b$  выбирается приближенно равным угловому коэффициенту этой прямой. Коэффициенты  $a$  и  $c$  подбираются таким образом, чтобы полюс гиперболы имел координаты  $(0; P_0)$ , где  $P_0$  – начальное ненулевое значение силы, т.к. в начальный момент времени коронка прижата к блоку гранита непосредственно перед ударом.

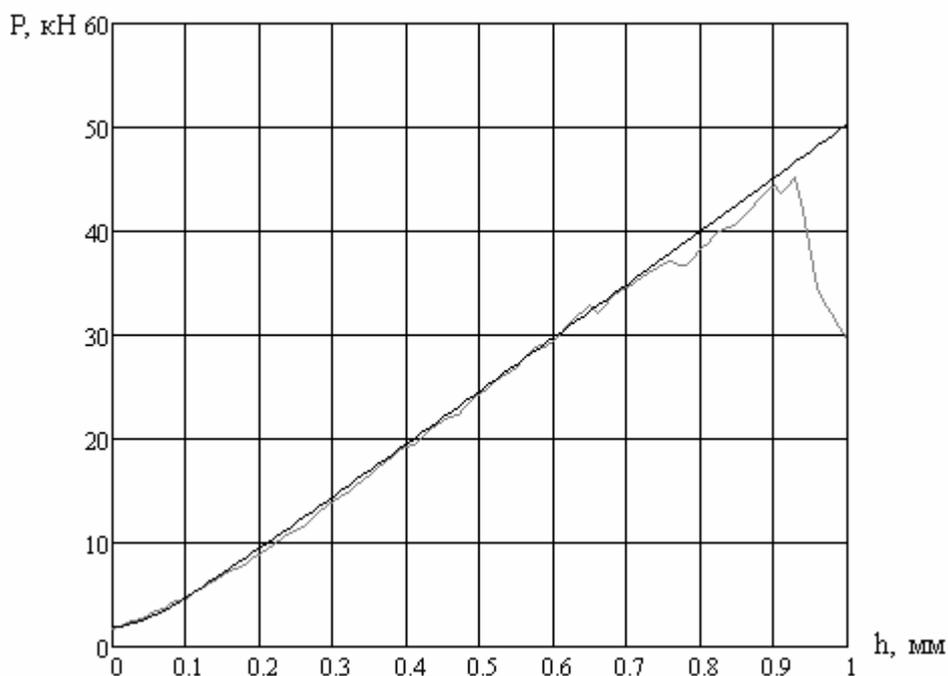


Рисунок 2 – Гиперболическая и экспериментально полученная зависимости «сила-внедрение»

При взаимодействии гранита и коронок с одним, двумя, тремя и четырьмя инденторами  $b$  принимает средние значения 54,740; 84,356; 97,042 и 92,260 соответственно. Максимальное значение получается при использовании коронки с тремя инденторами, расположенными по схеме равностороннего треугольника. В результате сравнения гиперболических и экспериментально полученных зависимостей «сила-внедрение» выявлен физический смысл коэффициента  $b$ , имеющего размерность  $\frac{\text{кН}}{\text{мм}}$ : податливость объекта разрушения инструменту. Следовательно, знание значения  $b$  позволяет судить об эффективности инструмента.

Степенная функция (2) - это результат аппроксимации экспериментальных данных методом наименьших квадратов (рис.3), определяется тремя коэффициентами. Наибольший интерес представляет безразмерный коэффициент  $c$ , который определяет направление выпуклости кривой. Коэффициент  $a$  приближенно равен начальному значению силы  $P_0$ . При взаимодействии гранита и коронок с одним, двумя, тремя и четырьмя инденторами  $c$  принимает средние значения 1,395; 1,594; 1,642 и 1,502 соответственно. Значения близки к 1, а графики функций – к прямой линии. При одинаковых усилиях при использовании коронки с тремя инденторами достигается большее внедрение, чем при использовании других коронок. Полученные степенные функции в достаточной степени описывают экспериментальные данные, и знание значения  $c$  позволяет судить об эффективности инструмента.

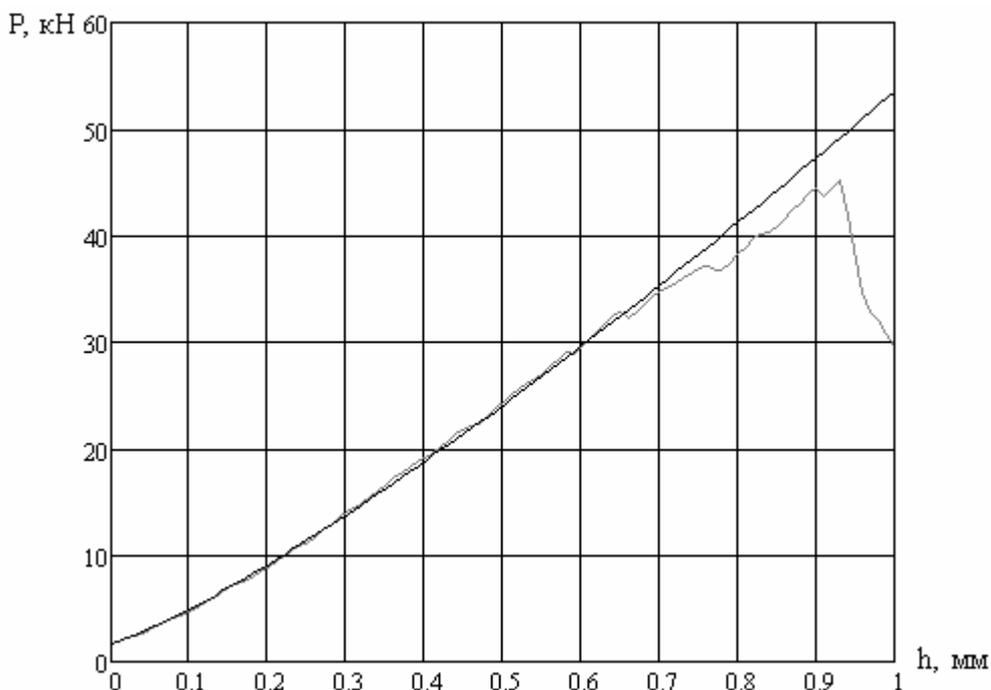


Рисунок 3 – Степенная и экспериментально полученная зависимости «сила-внедрение»

Анализ результатов эксперимента показал, что для пород высокой крепости, в частности для гранита, зависимость глубины внедрения инструмента от величины подаваемого усилия практически соответствует предположению, что зависимость «сила – внедрение» близка к линейной, но начальный участок модели не является линейным. Полученные зависимости позволяют достаточно точно описать процесс динамического взаимодействия инструмента с горной породой.

УДК 621.01

## ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ МНОГОУДАРНОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА

**Нагибин А.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Эффективность процесса бурения во многом определяется режимом работы бурильной машины. Одним из параметров, который определяет режим работы бурильной машины при вращательно-ударном, ударно-вращательном и ударно-поворотном способах бурения, является частота ударов инструмента по забою [1]. При этом в работах [1, 2] отмечается, что

повышение частоты ударов инструмента приводит к росту удельной подачи инструмента, а значит и к увеличению производительности работы бурильной машины.

Известные ударные кулачковые механизмы, применяемые в машинах ударного действия для разрушения хрупких сред [3, 4, 5], позволяют нанести за один оборот кулачка только лишь один удар толкателем-бойком по хвостовику инструмента. Единственным способом увеличения количества ударов в единицу времени для таких ударных кулачковых механизмов является повышение частоты вращения кулачка. Повышение частоты вращения кулачка нецелесообразно по нескольким причинам:

- 1) повышаются динамические нагрузки на звенья механизма;
- 2) увеличивается энергоемкость процесса бурения;
- 3) повышение частоты вращения кулачка приводит к повышению частоты вращения штанги инструмента, что как показывают исследования [1] уменьшает удельную подачу инструмента;
- 4) простое повышение частоты вращения кулачка не изменяет количества ударов за один оборот кулачка.

Поэтому предлагается многоударный кулачковый механизм, в котором кулачок имеет несколько участков взвода толкателя-бойка [6]. Например, на рисунке 1 изображен многоударный кулачковый механизм, содержащий пространственный торцевой кулачок и центрально расположенный в нем толкатель-боек с закрепленным на нем роликом. При этом кулачок выполнен с несколькими участками взвода толкателя-бойка, причем участки взвода расположены последовательно и отличаются друг от друга величиной хода толкателя-бойка. Такой ударный кулачковый механизм позволяет за один оборот кулачка нанести несколько ударов толкателем-бойком по хвостовику инструмента, при этом удары могут быть произведены в определенной последовательности, а энергия единичного удара может изменяться в зависимости от величины взвода толкателя-бойка на каждом из последовательно расположенных участках подъема толкателя-бойка.

Конечно, необходимо отметить, что увеличение количества участков взвода толкателя-бойка приведет к уменьшению энергии единичного удара на каждом из взводов по сравнению с одноударным кулачковым механизмом таких же размеров и осуществляющим тот же закон перемещения толкателя-бойка. Однако, применение такого многоударного кулачкового механизма в машинах ударного действия для разрушения хрупких сред дает возможность изменять режимы работы машины за счет возможности варьирования количества участков взвода кулачка, высот этих участков и их расположения друг относительно друга. Так, например, часто требуется после нанесения разрушающего удара повышенной мощности по забою произвести вслед за ним удар меньшей мощности для окончательного разрушения участка горной породы и исключения непроизводительного дробления уже практически разрушенной её части. Реализация такой схемы разрушения может быть осуществлена многоударным кулачковым механизмом, в

котором после участка взвода наибольшей высоты по направлению вращения кулачка расположены участки взвода меньшей высоты, что позволяет последовательно снижать (или увеличивать в случае обратного расположения участков взвода) силу ударного взаимодействия инструмента с забоем для достижения наибольшего эффекта разрушения и снижения энергоемкости бурения.

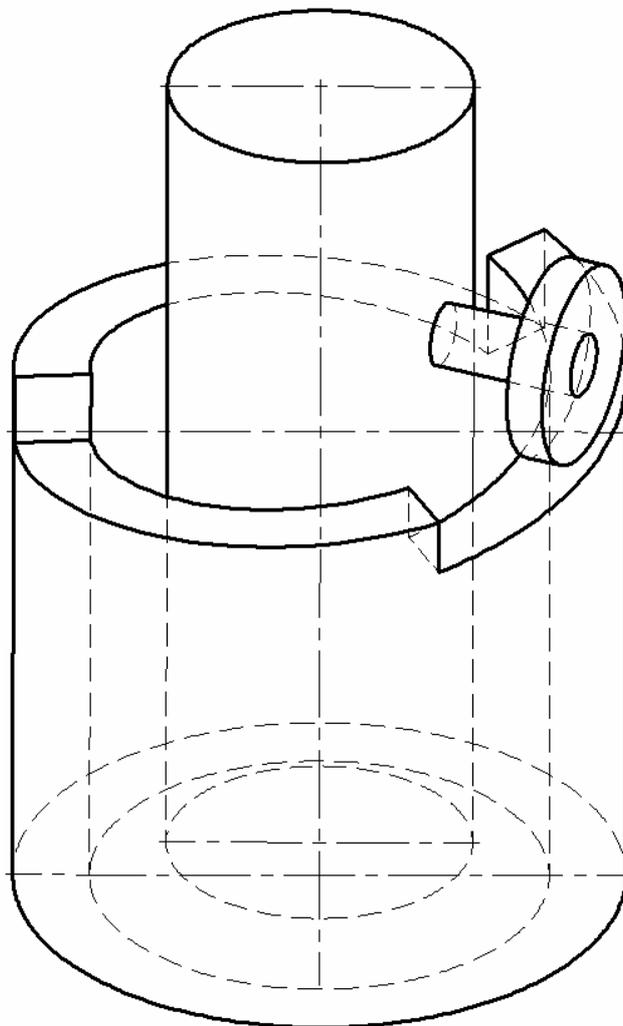


Рисунок 1 — Многоударный кулачковый механизм

Сложностью проектирования многоударных кулачковых механизмов является обеспечение требуемой энергии единичного удара на каждом участке взвода при сохранении приемлемых габаритов, сравнимых с одноударными кулачковыми механизмами, т. е. требуется особый подход к синтезу профилей участков взвода и определению их оптимального количества в многоударных кулачковых механизмах.

#### Библиографический список

1. Алимов О.Д. Бурильные машины / О.Д. Алимов, Л. Т. Дворников. — М.: Машиностроение, 1976. — 295 с.
2. Латышев О.Г. Разрушение горных пород / О.Г. Латышев — М.:

Теплотехник, 2007. — 672 с.

3. А.с. 657169 СССР, М. Кл. E21C1/00. Бурильная машина / А.М. Ярунов. — № 2374827/22-03; заявл. 21.06.76; опубл. 15.04.79.

4. А.с. 844768 СССР, М. Кл. E21C3/06. Ударный механизм / О.Д. Алимов, В. К. Манжосов, Б.А. Шевченко, Н.У. Джолдошев. — №2773904/22-03; заявл. 31.05.79; опубл. 07.07.81.

5. А.с. 723113 СССР, М. Кл. E21C3/06. Ударный механизм / М.Б. Саватюгин, Ю.И. Болотин, А.Г. Куликов, А.К. Серов. — №2477023/22-03; заявл. 18.04.77; опубл. 25.03.80.

6. Пат. 2362014 РФ, МПК E21C 37/00, E21B 6/00. Многоударный кулачковый механизм для бурильных машин / Л.Т. Дворников, А.В. Нагибин. — № 2007142096/03; заявл. 13.11.2007; опубл. 20.07.2009. — 4 с.; 2 л. ил.

УДК 656.013:[621.311:622.33]

## **ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ КУЗБАССА)**

**Беккер В.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В состав топливно-энергетического комплекса входят горнодобывающие предприятия, на которых производится добыча угля, и теплоэлектростанции, где уголь сжигают, получая при этом электроэнергию и тепло. Добыча может осуществляться двумя разными способами: на шахтах (рисунок 1) и на разрезах (рисунок 2).

Оптимизация работы транспорта должна учитывать интересы поставщика, потребителя и затраты на перевозку. Множество различных условий транспортировки (расстояние, партия, периодичность, сроки поставки, условия перевозки и т.д.) порождает большое количество задач.

В нашем случае полигоном для рассмотрения перевозок двумя различными видами транспорта является Кемеровская область, соответственно расстояние перевозки угля в километрах будет представлять собой ряд чисел  $L \in [0;500]$ . Перевозка грузов между потребителем и поставщиком имеет циклический характер. Каждое транспортное средство последовательно проходит 4 этапа:

- погрузка на угледобывающем предприятии;
- переезд до ТЭС;
- разгрузка на ТЭС;
- возвращение на угледобывающее предприятие.

После чего цикл, состоящий из этих этапов, повторяется.

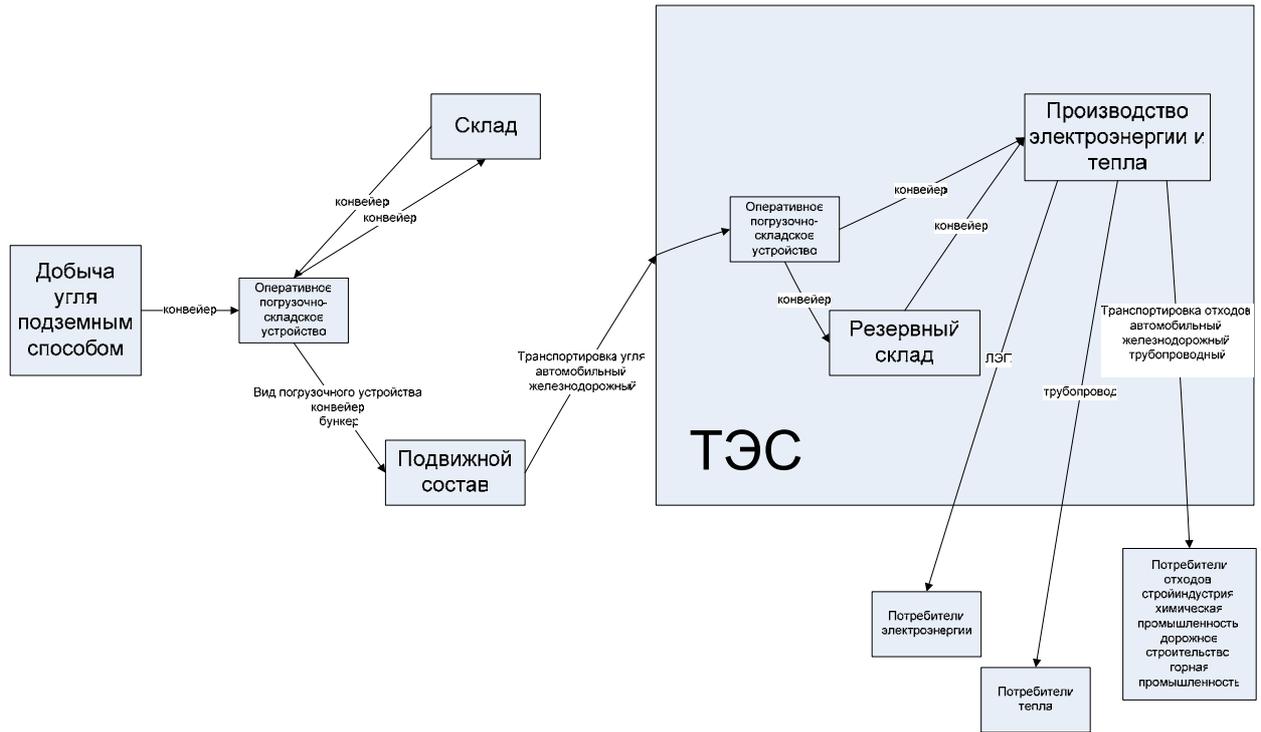


Рисунок 1 – Транспортно-технологический комплекс по перевозке угля из шахты до ТЭС

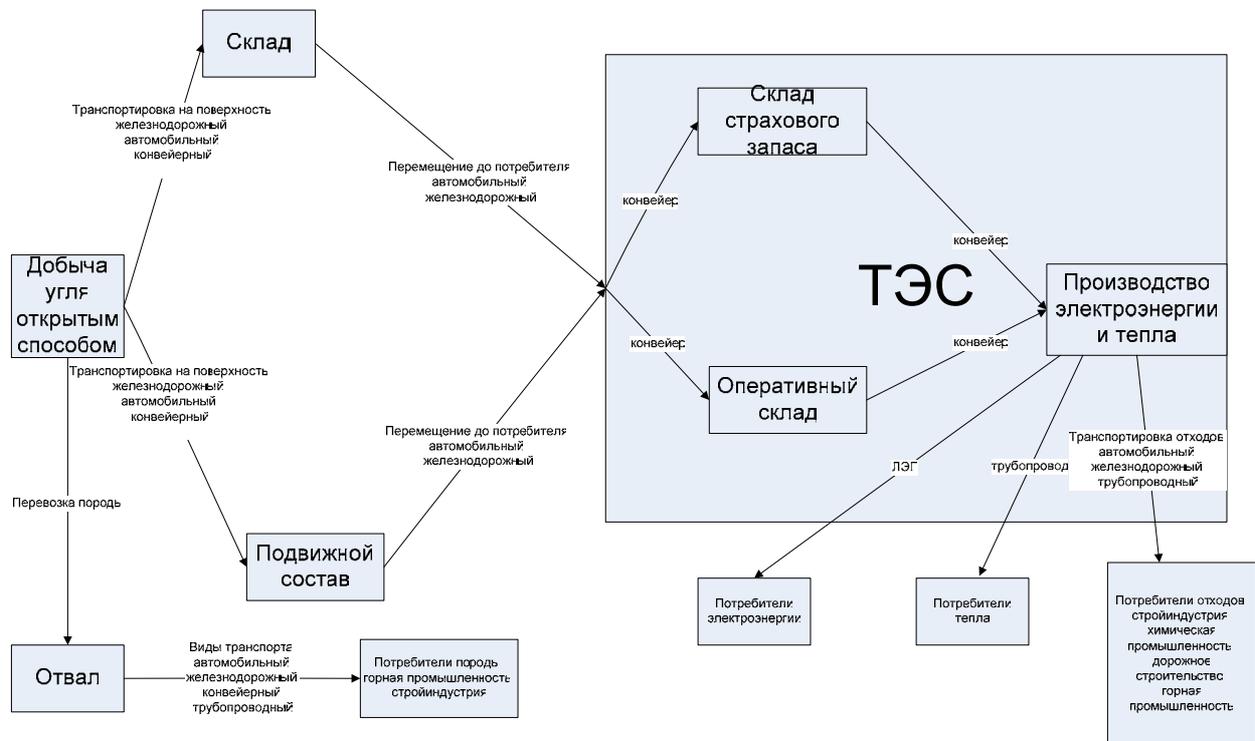


Рисунок 2 – Транспортно-технологический комплекс по перевозке угля от разреза до ТЭС

Задача перевозки угля от мест добычи до мест потребления может

быть решена с использованием двух основных видов транспорта: автомобильного и железнодорожного.

Автомобильный транспорт обладает многими положительными особенностями, которые делают применение его для перевозок массовых сыпучих грузов предпочтительным по сравнению с другими видами транспорта. Основными из них являются:

- большая маневренность, обеспечивающая возможность доставки грузов непосредственно к местам потребления;
- возможность использования одновременно в качестве внешнего и внутриобъектного транспорта;
- способность преодолевать в 3-4 раза большие подъемы и проходить кривые в 4-7 раз меньшего радиуса по сравнению с железнодорожным транспортом;
- более низкий уровень стоимостных показателей (капитальных затрат и эксплуатационных расходов) по сравнению с железнодорожным транспортом, но это при малых объемах перевозочной работы (небольшие грузообороты и дальности транспортирования).

Вместе с тем автомобильный транспорт не лишен и определенных недостатков, к числу которых относятся:

- ограниченные по технико-экономическим показателям дальность транспортирования и размеры грузооборота;
- большая потребность в обслуживающем персонале;
- значительные затраты на эксплуатацию и ремонт подвижного состава и автодорог;
- зависимость от климатических условий.

Применение железнодорожного транспорта может быть оправдано лишь при больших грузопотоках и дальностях транспортирования.

При перевозках осуществляющихся любым из двух указанных видов транспорта возможны два варианта: с выходом подвижного состава на сеть дорог общего пользования или перевозки по технологическим линиям.

В тех случаях, когда пункты добычи и потребления угля расположены в непосредственной близости от существующей сети дорог общего пользования, может быть рассмотрен вариант перевозок с выходом подвижного состава на нее. При этом исключается необходимость строительства новой дороги, но должны быть учтены затраты на усиление существующей сети дорог для пропуска дополнительного грузопотока.

Здесь возможно возникновение ряда вопросов с подвижным составом автомобильного транспорта. Анализ отечественного и зарубежного опыта его использования показывает, что для перевозок угля целесообразно использовать автомобили самосвалы и самосвальные автопоезда. Проблема заключается в том, что на дороги сети общего пользования могут быть выпущены только те из них, нагрузки на ось у которых не превышают значения 12 тонн. Для остальных передвижение возможно лишь по специальным технологическим дорогам.

При выборе транспорта большое значение имеет учет различных факторов и местных условий.

Выбор вида транспорта должен обосновываться технико-экономическими расчетами и сравнением конкурентоспособных вариантов, причем отобранные варианты следует сравнивать не только по затратам самого перемещения, но и по затратам хранения груза и капитальных вложений, которые могут существенно изменяться с применением того или другого вида транспорта.

Максимальный эффект можно получить лишь оптимизируя либо совокупный материальный поток на всем протяжении от первичного источника сырья до конечного потребителя, либо отдельные значительные его участки [1 стр. 24].

Области эффективного применения различных видов транспорта определяются сопоставлением годовых приведенных затрат  $\Pi$  при различных заданных условиях работы и соответствующих им значениях независимых переменных [2 стр. 324]. В качестве таких переменных выступают: величина грузоподъемности  $\Gamma$  (или порционности поставок в случае железнодорожного транспорта) и дальность транспортирования  $L$ .

Существуют два способа определения областей эффективного применения сравниваемых вариантов: графический и аналитический.

Сущность графического способа заключается в следующем: по результатам предварительно выполненного расчета приведенных затрат сравниваемых вариантов строятся их совмещенные графики  $\Pi=f(L)$  при постоянном  $\Gamma$ . Точки пересечения линий функции сравниваемых вариантов являются точками равенства их приведенных затрат и поэтому называются точками равновыгодности [2 стр. 325].

Аналитический способ расчета заключается в составлении и решении уравнений линий равновыгодности сравниваемых вариантов.

На первом этапе составляется структурная формула приведенных затрат, развернутое уравнение, определяющее их структуру.

На втором этапе выводится уравнение линии равновыгодности:

- определяется зависимость приведенных затрат от одной из переменных при постоянном значении другой;
- определяется зависимость коэффициентов в формуле приведенных затрат (полученных на первом этапе) от другой переменной;
- решается уравнение равновыгодности сравниваемых вариантов.

Функция будет иметь линейный характер.

В общем виде зависимость приведенных затрат (капитальных затрат и эксплуатационных расходов) от основных переменных  $\Gamma$  и  $L$  в общем виде будет выглядеть как показано на рисунке 3.

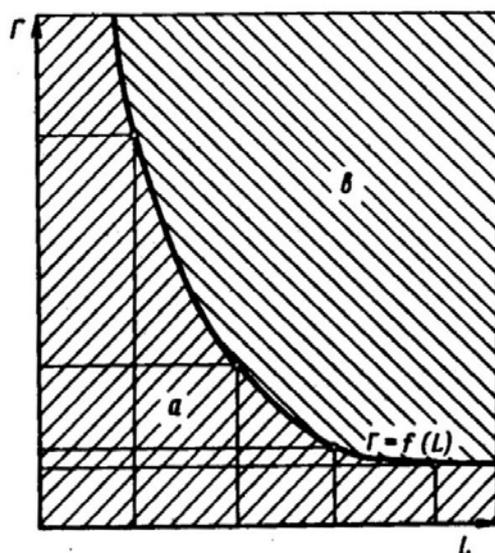


Рисунок 3 – График областей эффективного применения сравниваемых вариантов транспорта [2 стр. 337]

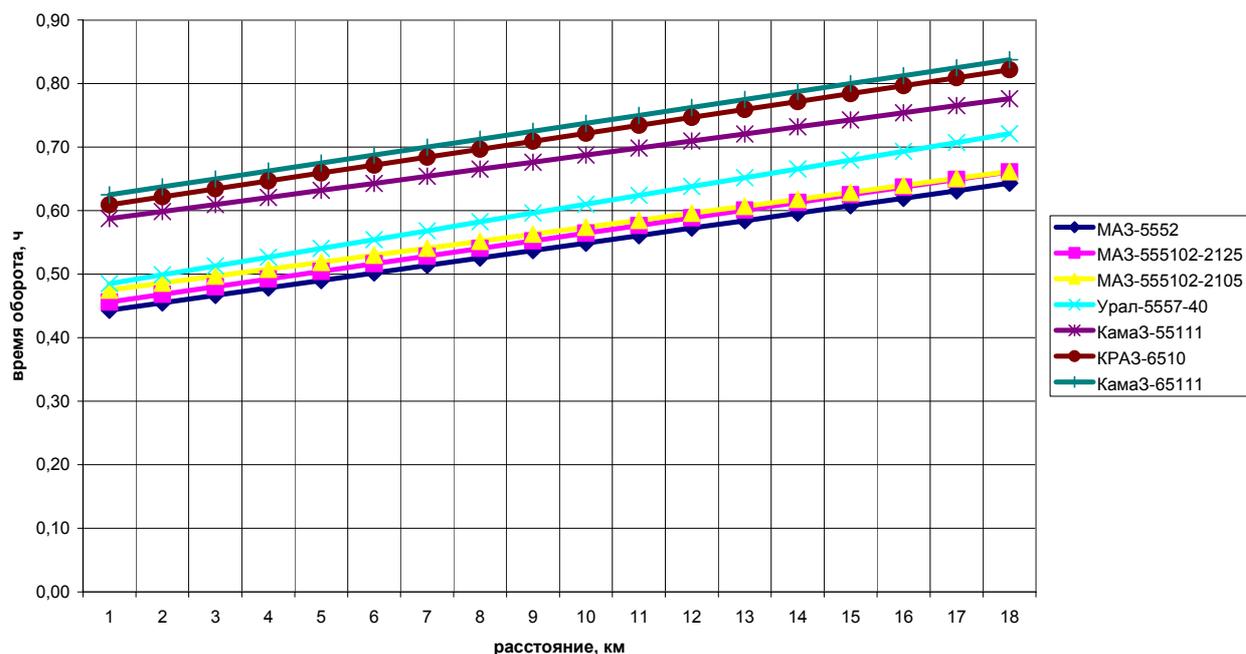
Но если рассматривать вопрос с позиций логистики, то в нашей системе координат появляется еще одна ось – время оборота подвижного состава. Появляется новая функция  $F = f(L, t, \Gamma) \rightarrow \min$ , где  $L$ ,  $t$ ,  $\Gamma$  – переменные. Данная функция теоретически является непрерывной и линейной.

Построим зависимость времени оборота от грузоподъемности автомобиля и дальности перевозки по ниже приведенным характеристикам.

Таблица – Технические характеристики автомобилей самосвалов отечественного и импортного производства

Марка автомобиля	Масса в снаряженном состоянии	На переднюю ось, кг	На заднюю ось, кг	Грузоподъемность, кг	Макс. скорость, км/ч	Время на погрузку, ч	Время на выгрузку, ч	Техническая скорость км/ч
МАЗ-5552	9050	5000	4050	9150	85	0,34	0,1	42,5
МАЗ-555102-2125	8350	4500	3850	9500	83	0,36	0,1	41,5
МАЗ-555102-2105	8000	4600	3400	10000	91	0,38	0,1	45,5
Урал-5557-40	9980	4600	5380	10270	72	0,39	0,1	36
КамаЗ-55111	9050	3850	5200	13000	90	0,49	0,1	45
КРАЗ-6510	11300	4470	6830	13580	80	0,51	0,1	40
КамаЗ-65111	10350	4650	5700	14000	80	0,53	0,1	40

**Зависимость времени оборота автомобиля от его грузоподъемности и дальности перемещения**



**Библиографический список**

1. Гаджинский А.М. Основы логистики: Учеб. Пособие.- М.: ИВЦ «Маркетинг», 1996.- с.24.
2. Области эффективного взаимодействия специальных и универсальных видов транспорта. Под. ред. Коновалова В.С., М., Транспорт, 1977г. – 384с.

УДК 681.3.621.01

**ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО  
ВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ (ПВМ)**

**Гнездилов В.К.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Пространственные винтовые механизмы, казалось бы, вполне очевидны для понимания, их звенья имеют винтовые движения, которые довольно легко представляется в виде аналога-клина. Однако этот аналог становится не приемлем в частных случаях, так при достижении нулевого угла наклона резьбы, винтовая пара вырождается в поворотную (Пв), которую уже нельзя представить в виде клина, для нее теряют смысл такие параметры как шаг резьбы  $h$  и радиус винта  $r$ . Аналогичная ситуация возникает и с поступательной парой (Пс). Следовательно, можно считать Пв

и Пс как пары, появляющиеся при вырождении винта, однако они являются её частными случаями и должны изучаться с привязкой к винту.

Найдем передаточное отношение ПВМ в общем случае, когда пары Пв и Пс отсутствуют. Зависимость шагом и радиусом винта выражается через тангенс угла  $\beta$ :

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{h}{2\pi \cdot r} \quad (1)$$

На рисунке 1 показана схема перемещений простейшего ПВМ. На ней перемещение выражено как произведение шага резьбы на число оборотов совершаемых одним звеном относительно другого.

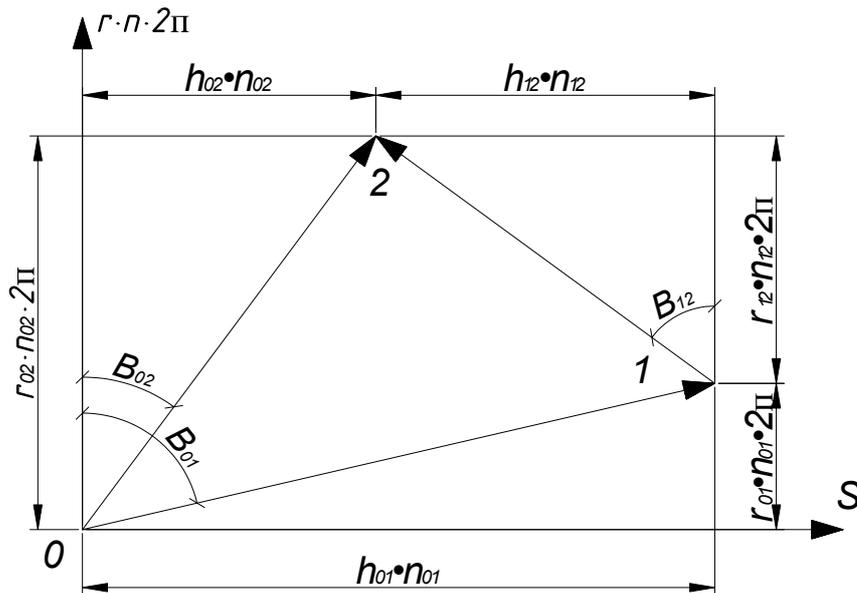


Рисунок 1 – Схема перемещений трехзвенного ПВМ

$$S = n \cdot r \quad (2)$$

Опираясь на схему можно составить систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} h_{02} \cdot n_{02} + h_{12} \cdot n_{12} = h_{01} \cdot n_{01} \\ r_{02} \cdot n_{02} \cdot 2\pi - r_{12} \cdot n_{12} \cdot 2\pi = r_{01} \cdot n_{01} \cdot 2\pi \end{cases} \quad (3)$$

Разделив одно на другое уравнения системы 3 получим:

$$\frac{h_{02} \cdot n_{02} + h_{12} \cdot n_{12}}{r_{02} \cdot n_{02} \cdot 2\pi - r_{12} \cdot n_{12} \cdot 2\pi} = \frac{h_{01} \cdot n_{01}}{r_{01} \cdot n_{01} \cdot 2\pi}$$

Учитывая замечания, сделанные к формуле 1 получим:

$$\frac{h_{02} \cdot n_{02} + h_{12} \cdot n_{12}}{r_{02} \cdot n_{02} \cdot 2\pi - r_{12} \cdot n_{12} \cdot 2\pi} = \operatorname{tg}\beta_{01}$$

После некоторых математических преобразований получим:

$$\frac{n_{12}}{n_{02}} = \frac{-h_{02} + \operatorname{tg}\beta_{01} \cdot r_{02} \cdot 2\pi}{h_{12} + \operatorname{tg}\beta_{01} \cdot r_{12} \cdot 2\pi},$$

$$\frac{n_{12}}{n_{02}} = \frac{r_{02} \cdot 2\pi \left( -\frac{h_{02}}{2\pi \cdot r_{02}} + \operatorname{tg}\beta_{01} \right)}{r_{12} \cdot 2\pi \left( -\frac{h_{12}}{2\pi \cdot r_{12}} + \operatorname{tg}\beta_{01} \right)},$$

$$\frac{n_{12}}{n_{02}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{02}} = \frac{-\operatorname{tg}\beta_{02} + \operatorname{tg}\beta_{01}}{\operatorname{tg}\beta_{12} + \operatorname{tg}\beta_{01}}. \quad (4)$$

Подставим в отношение 4 радиус, выраженный из формулы 1:

$$\frac{n_{12}}{n_{02}} \cdot \frac{h_{12}}{h_{02}} = \frac{\operatorname{tg}\beta_{12}}{\operatorname{tg}\beta_{02}} \cdot \frac{-\operatorname{tg}\beta_{02} + \operatorname{tg}\beta_{01}}{\operatorname{tg}\beta_{12} + \operatorname{tg}\beta_{01}}. \quad (5)$$

Из выражения 5 с учетом предыдущих рассуждений можно получить два отношения:

$$\frac{S_{12}}{S_{02}} = \frac{\operatorname{tg}\beta_{12}}{\operatorname{tg}\beta_{02}} \cdot \frac{-\operatorname{tg}\beta_{02} + \operatorname{tg}\beta_{01}}{\operatorname{tg}\beta_{12} + \operatorname{tg}\beta_{01}}. \quad (6)$$

$$\frac{\varphi_{12}}{\varphi_{02}} = \frac{h_{02}}{h_{12}} \cdot \frac{\operatorname{tg}\beta_{12}}{\operatorname{tg}\beta_{02}} \cdot \frac{-\operatorname{tg}\beta_{02} + \operatorname{tg}\beta_{01}}{\operatorname{tg}\beta_{12} + \operatorname{tg}\beta_{01}}. \quad (7)$$

Таким образом, мы получим отношения углов поворота и перемещений вдоль оси S, выраженные через углы наклонов резьб и отношение шагов h в формуле 7. Подставив формулу (6) в (7) получим:

$$\frac{\varphi_{12}}{\varphi_{02}} = \frac{h_{02}}{h_{12}} \cdot \frac{S_{12}}{S_{02}}. \quad (8)$$

Исходя из формулы (8), совершенно ясно, что отношение углов прямопропорционально отношению перемещений, и обратнопропорционально отношению шагов резьб.

Составим отношение для винтовых пар 01 и 02:

$$\frac{\varphi_{01}}{\varphi_{02}} = \frac{h_{02}}{h_{01}} \cdot \frac{S_{01}}{S_{02}}.$$

При условии, что: звено 0- стойка, 1- входное звено, и 2-выходное звено, можно утверждать:

$\varphi_{01}$ - поворот входного звена 1 относительно стойки 0;

$\varphi_{02}$ - поворот выходного звена 2 относительно стойки 0;  
 $S_{01}$ - смещение входного звена 1 относительно стойки 0;  
 $S_{02}$ - смещение выходного звена 2 относительно стойки 0.

Тогда:  $\frac{\varphi_{01}}{\varphi_{02}} = K_{12}$  - передаточное отношение поворота в ПВМ;

$\frac{S_{01}}{S_{02}} = U_{12}$  - передаточное отношение поступательного перемещения в ПВМ.

Мы решили задачу анализа винтового механизма:

- 1) нашли зависимость между передаточными отношениями;
- 2) выразили отношения смещений вдоль оси S через одну переменную- угол  $\beta$ . Через тангенс угла  $\beta$  выражается отношение двух других переменных h и r, которые в свою очередь определяют габариты механизма.

УДК 621.831

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПЛАНЕТАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Андреева Я.А.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В некоторых многоступенчатых зубчатых передачах оси отдельных колес являются подвижными. Такие зубчатые механизмы с одной степенью свободы называются планетарными, а с двумя и более степенями свободы – дифференциальными механизмами, или просто дифференциалами. В этих механизмах колеса с подвижными осями вращения называются сателлитами, а звено, на котором располагаются оси сателлитов, - водилом, которое на схемах принято обозначать буквой Н. Зубчатые колеса с неподвижными осями вращения называются солнечными или центральными; неподвижное колесо – опорным.

На рисунке 1 показан простейший трехзвенный планетарный механизм, где колесо 3 является опорным, колеса 1, 2 – сателлитами, и звено Н – водилом, входящим во вращательные пары  $O_1$  со стойкой и  $O_2$  с зубчатым колесом 2. При вращении звена Н с угловой скоростью  $\omega_H$  колесо 2 обегает неподвижное колесо 3, вращаясь с угловой скоростью  $\omega_2$  вокруг мгновенного центра вращения Р.

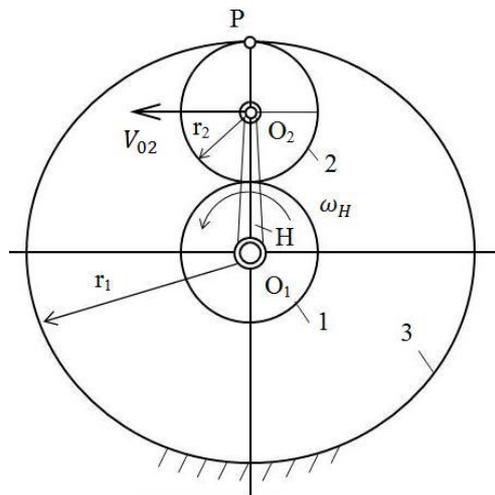


Рисунок 1 – Простейший трехзвенный планетарный механизм

Подвижность  $W$  такого трехзвенного механизма определяется формулой Чебышева П.Л.

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

где  $n$  - число подвижных звеньев,  $p_5$  - число кинематических пар пятого класса – шарниров,  $p_4$  - число кинематических пар четвертого класса высших – взаимодействие зубьев колес.

В механизме (рис. 1) всего три звена – **1**, **2** и **Н**, две одноподвижные пары  $p_5=2$  (0-1 и 2-Н), две двухподвижные пары  $p_4=2$  (1-2 и 2-0), тогда по (1) получаем  $W=1$ , откуда следует, что этот механизм вполне работоспособный.

Часто для того, чтобы уравновесить механизм, устанавливают два и более сателлитов.

На рисунке 2 показан планетарный механизм с двумя сателлитами. В этом случае сила инерции от сателлитов **2** и **3**  $F_{u1}$  и  $F_{u2}$  уравновешивается.

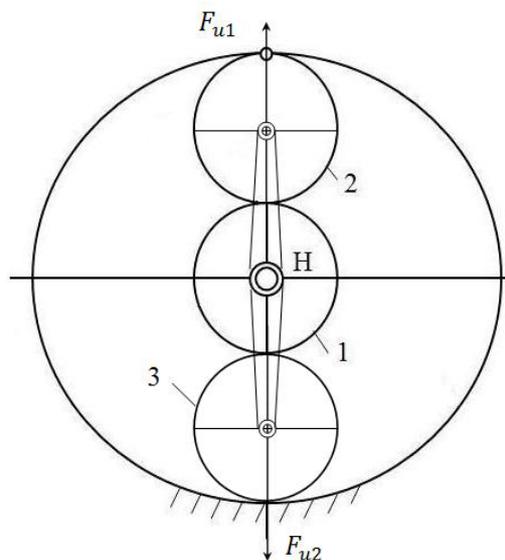


Рисунок 2 – Планетарный механизм с двумя сателлитами

Однако при этом подвижность механизма изменяется по (1) при условии, что число звеньев стало равным 4, число пар  $p_5=4$  и пар  $p_4=4$ , получим,  $W=0$ , т.е. такая система оказывается неподвижной, неработоспособной.

Эта ситуация может быть исправлена лишь в том случае, если второй сателлит будет установлен относительно водила через шатун 4, как это показано на рисунке 3.

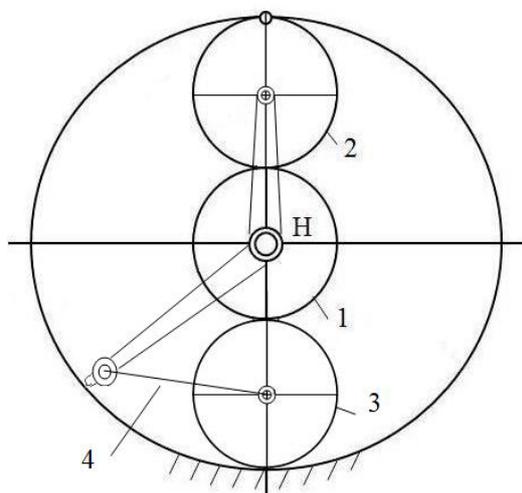


Рисунок 3

В этом случае число звеньев становится равным пяти  $n=5$ , при этом  $p_5=5$ ,  $p_4=4$  и подвижность становится равной единице:  $W=3 \cdot 5 - 2 \cdot 5 - 4 = 1$ .

Механизм становится работоспособным и уравновешивание механизма сохраняется.

## **VI. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. СЕРТИФИКАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ**

УДК 005.6

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

**Косарева И.В.**

**Научный руководитель: Пожидаев Ю.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Инспекционный контроль за деятельностью центральных органов систем сертификации, аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий, организует Федеральное агентство по техническому регулированию и другие государственные органы управления в пределах своей компетенции. Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией (если он предусмотрен схемой сертификации) осуществляют органы, проводившие сертификацию этой продукции. Общие правила инспекционного контроля за конкретными видами сертифицированной продукции устанавливают в документах, определяющих правила по аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий и правила сертификации однородной продукции.

Большинство предприятий в России сейчас пытаются внедрить системы качества и сертифицировать их на соответствие требованиям стандартов ISO 9000. Некоторым это удается, и они получают отечественные сертификаты или зарубежные, выданные такими сертификационными организациями, как Регистр Ллойда, Бюро Веритас, ТЮФ-СЕРТ и др.

На ЗСМК продолжается работа по совершенствованию системы менеджмента качества. В частности, в рамках данной системы была разработана и начала реализовываться комплексная программа «Качество», рассчитанная до 2008 г., проведена ресертификация системы менеджмента качества корпорацией Регистр Ллойда, Международной общественной организацией МАК - СовАсК.

Регистр Ллойда — международная, независимая неправительственная корпорация, основанная в 1780 г. и реорганизованная в 1834 г., в течение двух столетий остается мировым лидером классификационных и сертификационных организаций. Корпорация имеет разветвленную структуру и осуществляет свою деятельность через 280 представительств в 127 странах мира. Цель своего присутствия в России и СНГ корпорация Регистр Ллойда видит в оказании действенной помощи организациям и предприятиям в работе по созданию и выпуску конкурентоспособной продукции. Сертификаты и экспертные заключения корпорации пользуются

доверием международных организаций и сообществ, правительств, компаний и фирм во всем мире. Орган по сертификации обеспечивает конфиденциальность информации, полученной в ходе проведения инспекционного контроля.

Процессы сертификации систем качества включают в себя организацию работ (предсертификационный этап) и три этапа сертификации:

I – предварительная оценка системы качества;

II – проверка и оценка системы качества в организации;

III – инспекционный контроль сертифицированной системы качества.

Они полностью соответствуют требованиям разделов 7, 8, 9 ГОСТ Р 40.003–2000, разделов 5, 6, 7, ГОСТ Р 40.005–2000 и разделу 3 ГОСТ Р ИСО/МЭК 62–2000.

На Западно-Сибирском металлургическом комбинате (ОАО «ЗСМК», предприятие «Евраз Групп») завершился плановый инспекционный аудит, проведенный представителем корпорации Lloyd's Register (Великобритания).

В январе 2006 года корпорация Lloyd's Register провела ресертификацию системы менеджмента качества на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2000 "Требования" и выдала сертификат одобрения.

В ходе прошедшего инспекционного аудита проверены обязательные элементы системы менеджмента качества и действие системы в доменном и обжимном цехах, управлении планирования и организации снабжения, технологическом отделе, центральной заводской лаборатории, управлении материально – технического обеспечения, управлении обеспечения оборудованием, службе складского хозяйства, управлении сырьевых поставок.

Ассессор корпорации Lloyd's Register Ильдар Мамлеев с удовлетворением отметил, что на комбинате внедрены новейшие технологии производства, отвечающие требованиям потребителей, постоянно ведется работа по совершенствованию системы менеджмента качества и выполняется план корректирующих мероприятий. Таким образом, система в целом результативна и способна к постоянному улучшению.

Итогом трехдневного аудита явилось подтверждение соответствия системы менеджмента качества ОАО «ЗСМК» международным стандартам ISO 9001:2000.

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СТАНДАРТИЗАЦИИ В РОССИИ

Юрченко М.В.

Научный руководитель: Пушница Н.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Актуальность темы данной курсовой научно-исследовательской работы «Новые подходы к стандартизации в России» заключается в том, что сформированная на протяжении многих десятилетий система государственной стандартизации в ходе реформы технического регулирования должна быть заменена на национальную систему стандартизации, которая призвана обеспечить баланс интересов государства, хозяйствующих субъектов, общественных организаций и потребителей, повысить конкурентоспособность российской экономики, создать условия для развития предпринимательства на основе повышения качества товаров, работ, услуг.

Использование государством национальных стандартов в различных федеральных программах, в том числе при проведении закупок для государственных нужд, постоянная поддержка статуса национальных стандартов — обычная практика в зарубежных странах.

Фонд национальных стандартов в нашей стране составляет более 24600 стандартов (рисунок 1), из них с международными стандартами гармонизировано около 37%.

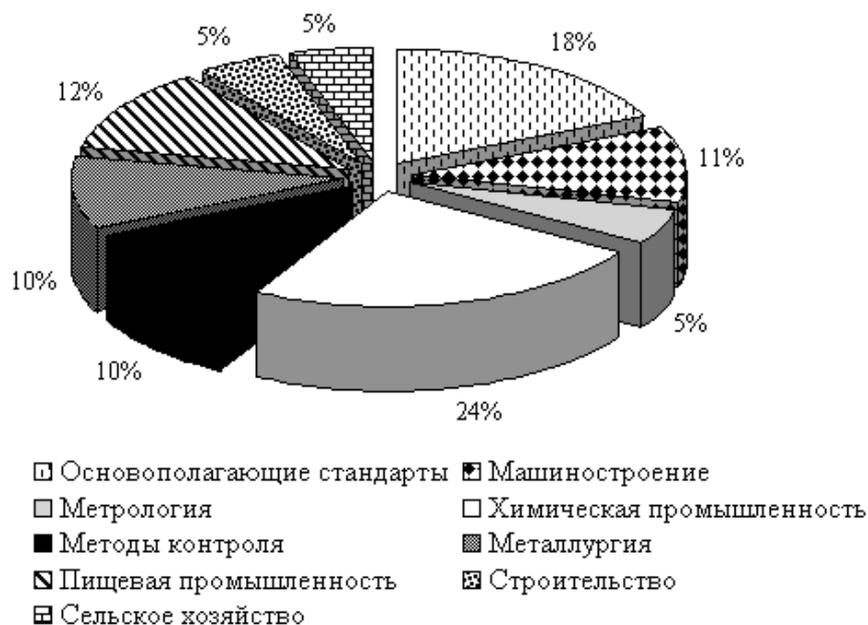


Рисунок 1 – Фонд национальных стандартов

Состояние дел в части гармонизации по отдельным группам продукции иллюстрирует рисунок 2.

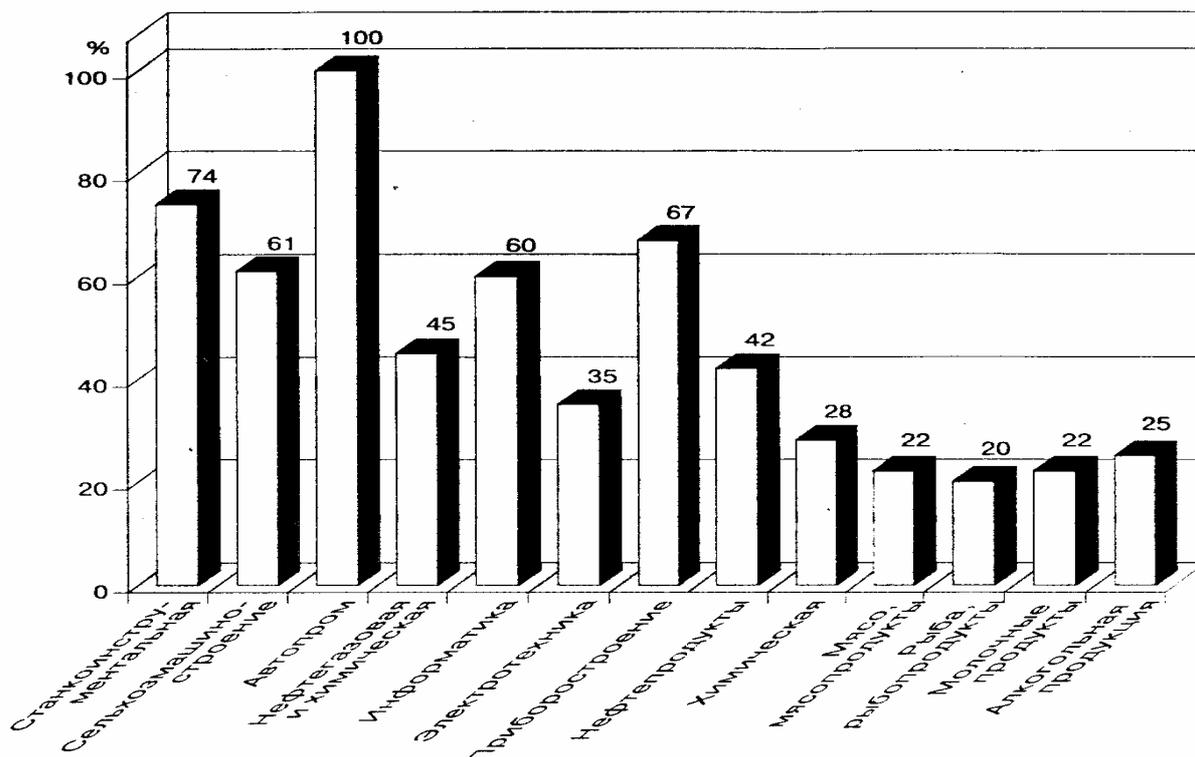


Рисунок 2 – Уровень гармонизации стандартов по отдельным секторам промышленности

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» именно национальные стандарты могут применяться в качестве доказательной базы технических регламентов.

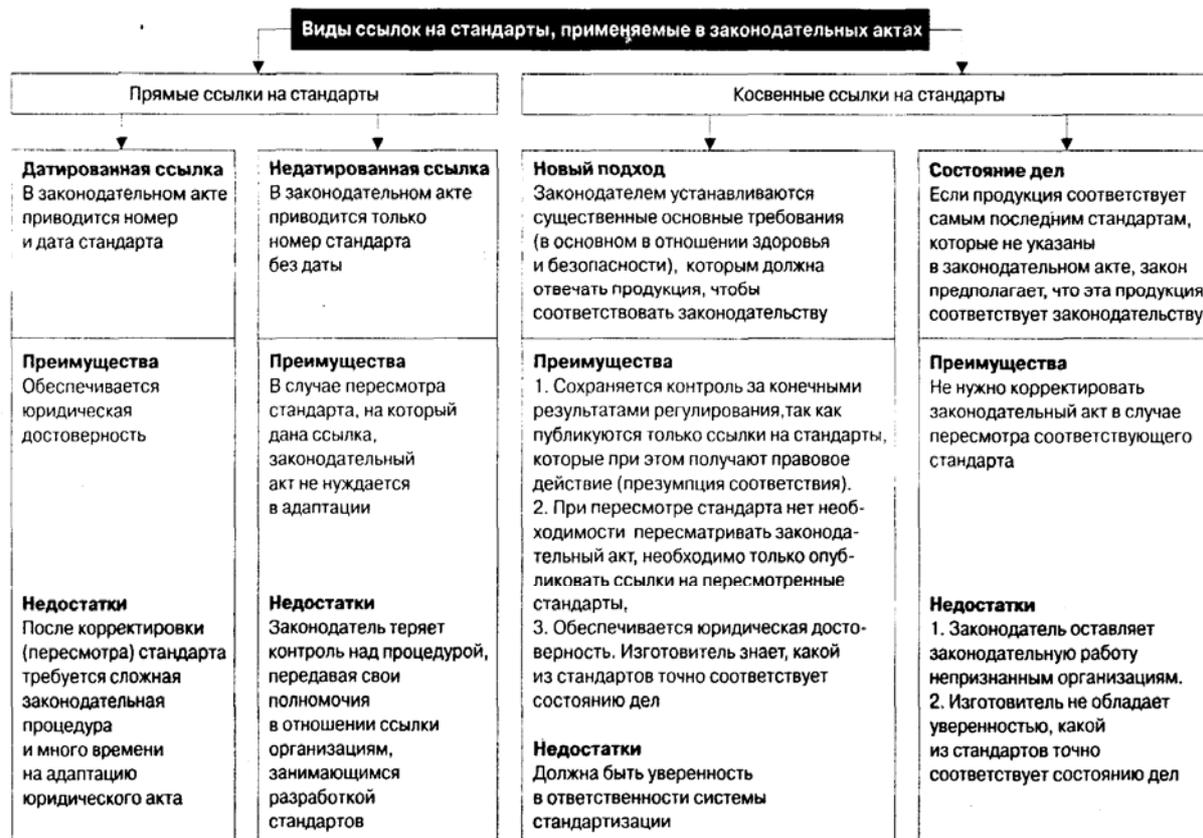
В сентябре 2007 г. ИСО и МЭК опубликовали документ под названием «Использование стандартов ИСО и МЭК и ссылки на эти стандарты в технических регламентах», рекомендуемый использовать международные стандарты для целей технического регулирования. В настоящее время этот документ переведен на русский язык и опубликован.

Виды ссылок на стандарты, применяемые в законодательных актах, приведены на схеме.

Европейское сообщество в своем законодательстве широко использует вариант ссылочных стандартов.

Используют различные типы ссылок, используемых европейским законодателем, и процедуры, применяемые им, чтобы приспособить законодательство к техническим разработкам в стандартах.

## Схема – Виды ссылок на стандарты



18 июня 2008 года в докладе о состоянии дел в области национальной стандартизации руководитель Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Г.И. Элькин сказал: «В первую очередь, в законе более четко прописана роль национальных стандартов в техническом регулировании. Мы это называем «введен принцип презумпции соответствия» либо «принцип использования нового подхода», то, что в Европе называется «new approach». Это когда стандарты являются реальной доказательной базой для исполнения технических регламентов. Президент в дорожных картах по взаимодействию с Европейским союзом уже давно подписал, что гармонизация требований в целях развития международной торговли, в данном случае торговли между Европейским союзом и Россией, производится на принципах внедрения «нового подхода».

Таким образом, реализация в соответствии с ФЗ № 65 в российской системе технического регулирования принципа «презумпции соответствия», во-первых, позволит «разгрузить» содержание технических регламентов за счет использования общих правовых норм, а не конкретных численных характеристик продукции; во-вторых, будет содействовать интенсификации инновационных процессов в стране, так как при разработке новых видов продукции не потребуются внесения изменений в технические регламенты; в-третьих, будет содействовать признанию результатов оценки соответствия в международной торговле.

Государство и бизнес должны быть напрямую заинтересованы в

эффективном применении стандартизации в качестве инструмента технического регулирования и обеспечения конкурентоспособности продукции.

На реализацию этой цели в первую очередь направлена Концепция развития национальной системы стандартизации, одобренная распоряжением Правительства РФ 28 февраля 2006 г. № 266-р.

Концепция представляет собой систему взглядов на проблемы развития национальной системы стандартизации в Российской Федерации до 2010 года и содержит обоснованные цели, задачи и направления развития национальной системы стандартизации. Концепция подготовлена в соответствии с Конституцией Российской Федерации, федеральными законами, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и с учетом международных нормативных документов в области стандартизации.

Современный подход к стандартизации со стороны основных субъектов этой деятельности - государственных органов и производителей продукции и услуг - определяется тем, что стандартизация сегодня - это ключевое звено политики в области торговых отношений в мировом масштабе, стабилизирующий фактор обеспечения функционирования социально-экономической сферы жизнедеятельности общества, наконец, совокупность инструментов повышения конкурентоспособности национальных экономик.

#### Библиографический список

1. Пугачев С.В. Стандартизация в рамках реформы технического регулирования // Стандарты и качество. -2004. -№10. – 8-11 с.
2. <http://rosast.ru> Доклад «О состоянии дел в области национальной стандартизации» (Г.И.Элькин).
3. Пугачев С.В. Стандарты и технические регламенты – диалектическое единство // Стандарты и качество. -2008. -№5. – 20-24 с.
4. Стандартизация № 266-р - «Концепция развития национальной системы стандартизации». Введ. 2006 – 02 – 26.

УДК 658.516

## **АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ**

**Никитина И.С.**

**Научный руководитель: Ознобихина Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

28 февраля 2006 г. Правительство РФ распоряжением от N266-р

одобрило Концепцию развития национальной системы стандартизации (далее Концепция).

После того как в декабре 2002 г. был принят Федеральный закон «О техническом регулировании», в прессе, в многочисленных публичных выступлениях стали говорить об отмене стандартов, отвергать весь предыдущий опыт страны в области стандартизации. Это привело к упадку интереса промышленности и бизнес - сообщества к стандартизации.

Утверждение Концепции на уровне Правительства РФ подтвердило значимость стандартов для экономики и социальной политики государства.

В сфере национальной системы стандартизации занято много тысяч человек. Именно они будут определять преемственность и успех реализации Концепции. Впервые официально обозначена необходимость создания системы подготовки и аттестации экспертов по стандартизации.

Постулаты Концепции направлены на развитие и актуализацию фонда национальных стандартов, решение проблем отраслевых стандартов, внедрение новых информационных технологий на всех стадиях разработки и распространения стандартов.

Развитие национальной системы стандартизации по восьми направлениям, обозначенным в Концепции, повысит эффективность и работоспособность системы, что должно обеспечить высокие темпы устойчивого экономического роста и повышение конкурентоспособности российской экономики.

В введении Концепции отмечено: «В рамках фонда документов национальной системы стандартизации сформировался ряд таких уникальных подсистем, как общетехнические системы стандартов, система стандартов безопасности труда... и другие». Непонятно, что собой представляют и должны представлять «общетехнические системы стандартов» и как они соотносятся в данном контексте с системой стандартов безопасности труда и другими системами, поскольку упоминаемые системы перечисляются через запятую. В последних абзацах введения приписывается несвойственная стандартизации функция или цель – «обеспечение высоких темпов устойчивого экономического роста... российской экономики».

В числе методологических недостатков раздела II необходимо отметить следующие. Поскольку основные принципы и цели стандартизации позаимствованы главным образом из ФЗ, где они носят, прежде всего, юридический (правовой) характер, в их состав не попали некоторые важные методологические принципы стандартизации, такие, например, как принцип системности, комплексности и унификации в деятельности по стандартизации.

Из состава основных целей стандартизации выпала такая важная цель, как «обеспечение взаимопонимания между людьми во всех областях деятельности и систематизированной информационной основы для эффективного управления экономикой». В подтверждение ее важности в

деятельности по стандартизации можно привести высказывание Т. Сандерса, бывшего председателя Постоянной комиссии ИСО по изучению принципов стандартизации (СТАКО): «Самыми основными из всех стандартов, по-видимому, являются стандарты терминов, причем с расширением взаимосвязей между различными нациями вопрос определения терминов требует большой работы на международном уровне».

В качестве одной из задач развития НСС в Концепции указывается: «...обеспечить эффективное применение методов и средств стандартизации для содействия успешному развитию секторов российской экономики...». Один из важнейших методологических вопросов относится к сущности методов стандартизации. Что в данном случае понимается под методами и под средствами стандартизации и что об этом сказано в официальных или неофициальных документах по вопросам стандартизации.

В Концепции отмечено: периодически «определять приоритетные направления развития стандартизации на среднесрочную перспективу». Но, как показывают исследования, направления работ по стандартизации с течением времени практически не меняются, а изменяются ее задачи.

Кроме отмеченных методологических неувязок в Концепции, целесообразно обратить внимание на объяснение основных причин проблем НСС, существующих в настоящее время. Во введении указывается: «Существующие проблемы национальной системы стандартизации во многом обусловлены переходным периодом реформы в области технического регулирования и являются сдерживающим фактором в достижении стратегических целей стандартизации». Значение этой причины преувеличено.

Реформа в области технического регулирования оказала основное негативное влияние на деятельность по стандартизации, отменив отраслевую стандартизацию и, следовательно, отраслевые стандарты. Основными причинами, снижающими эффективность деятельности по стандартизации в РФ, являются низкий уровень развития ее методологии и слабая организация работ по стандартизации.

Рассматривая столь серьезные проблемы российской стандартизации, нельзя не коснуться такого важного вопроса, как подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров по стандартизации. В Концепции указываются следующие направления и задачи в указанной области:

- «сформировать систему подготовки и аттестации экспертов по стандартизации;
- разработать образовательные проекты, направленные на подготовку высоко -квалифицированных специалистов в области стандартизации;
- повысить эффективность программ профессиональной подготовки кадров, в том числе путем корректировки учебных планов учреждений профессионального образования, совместной организации программ переподготовки и повышения квалификации кадров и стажировок».

Поэтому концепция реформы и Федеральный закон «О техническом

регулировании» предполагают не «развитие», а глубокое реформирование существующей системы стандартизации, не «ремонт», а устранение системных пороков. Принципиально изменить подход к формулированию проблем, которые предстоит решить в ходе реформирования национальной системы стандартизации. В предложенном варианте Концепции это прежде всего проблемы самой системы стандартизации, тогда как главный акцент необходимо сделать на порожденных этой системой проблемах экономики и предпринимательства.

Все пороки существующей системы стандартизации в России были выявлены и учтены в ходе подготовки концепции реформы и Федерального закона «О техническом регулировании». Однако и после принятия данного Федерального закона в декабре 2002 г. отечественная система стандартизации существенных изменений не претерпела. Первый вариант Концепции, посвященной вопросам стандартизации, предложен только через 2,5 года после начала реформы, в явно эскизной редакции, к тому же не содержащей анализа основных пороков системы и программы их устранения.

Отчасти это объясняется тем, что Ростехрегулирование, являющееся национальным органом по стандартизации, все это время активно занималось общими вопросами технического регулирования, находящимися в ведении национального органа исполнительной власти по техническому регулированию, функции которого в ходе административной реформы были переданы от бывшего Госстандарта России в Минпромэнерго России.

При разработке новой модели стандартизации представляется целесообразным исходить из того, что необходимость радикальной реформы системы технического регулирования во многом, обусловлена крайне неудовлетворительным состоянием существующей системы стандартизации.

#### Библиографический список

1. Постыка В.М., Филиппов В.В. О системности в стандартизации и системообразующих стандартах // Стандарты и качество. - 2001. - № 9. - С.10-17.
2. Никифоров Н. О концепции развития национальной системы стандартизации// Стандарты и качество. – 2006. - №5. – С. 26-27.
3. Правительство РФ «Концепция развития национальной системы стандартизации» от 28 февраля 2006 года ,N 266-р.

## **СЕРТИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Осокина М.В., Осипова Ю.А.**

**Научный руководитель: доцент Пожидаев Ю.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В современном мире предъявляются высокие требования к качеству пищевых продуктов. Приступая к производству, производитель берет на себя ответственность перед потребителем за производимую продукцию.

Сертификация продукции – процесс подтверждения её соответствия, посредством которой независимая от изготовителя (продавца, исполнителя) и потребителя (покупателя) организация удостоверяет в письменной форме, что продукция соответствует установленным требованиям. Сертификация осуществляется независимыми от изготовителя или продавца организациями, аккредитованными соответствующими министерствами и ведомствами. Официальным документом, письменно подтверждающим, что сертифицируемая продукция полностью соответствует принятым или установленным государством требованиям к качеству и безопасности продукции, является сертификат соответствия.

Продовольственная безопасность – одна из основных составляющих социальной и экономической безопасности страны. В последние годы традиционные пищевые технологии уступили место новым, которые характеризуются:

- сокращением производственного цикла за счет снижения пассивных процессов;
- увеличением выхода готового продукта за счет повышения доли вносимой воды;
- имитации свойств, характерных традиционным параметрам, за счет использования пищевых ароматизаторов;
- сокращение доли основного сырья за счет замены дешёвыми, например, соевыми, сывороточными жирами.

Перечисленные плоды прогресса привели к тому, что пищевые продукты не всегда характеризуются высоким качеством и потенциально могут иметь риск причинения вреда.

Установлено, что большинство вредных веществ в организм человека поступает именно с пищевыми продуктами, а вышеперечисленные факторы обостряют ситуацию с обеспечением безопасности и качества пищевой продукции.

Поэтому из всех объектов технологического регулирования пищевые продукты занимают особое место, и производство их является одной из важнейших сфер экономики страны, которая призвана решать задачу удовлетворения потребностей населения страны в безопасных и

качественных продуктах питания.

Подтверждение соответствия продукции и оказываемых услуг установленным требованиям является одной из составляющих механизма оценки их безопасности.

Система сертификации пищевых продуктов и продовольственного сырья представляет собой систему сертификации однородной продукции Системы сертификации ГОСТ Р.

Правовое регулирование отношений в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов осуществляется настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации.

В 2005 году международная организация по сертификации ISO утвердила стандарт ISO 22000:2005 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке», который объединил требования стандарта ISO 9001 и принципы HACCP. Стандарт основывается на соблюдении законодательных и нормативных требований к производству. Разработка данного стандарта была вызвана повышением требований потребителей и возникновением потребностей компаний-производителей пищевых продуктов в использовании эффективных систем пищевой безопасности. Система менеджмента пищевой безопасности помогает компаниям сконцентрироваться на тех рисках, которые влияют на безопасность продуктов питания и пищевую гигиену, систематически идентифицировать эти риски и снижать их до приемлемого уровня во время всего процесса производства.

Стандарт ISO 22000 — это система менеджмента для безопасности пищевых продуктов, обязательная для предприятий, входящих в цепочку поставщиков пищевых продуктов.

Правила проведения сертификации пищевых продуктов и продовольственного сырья действуют в рамках Системы сертификации ГОСТ Р и могут применяться как для обязательной, так и для добровольной сертификации.

Объектом сертификации является любая пищевая продукция, предназначенная для реализации на российском рынке, если требования к ней установлены в стандартах, действующих в России. Обязательная сертификация проводится на соответствие обязательным требованиям стандартов, причем на эту область распространяется государственный надзор, включая метрологический по линии государственной метрологической службы Госстандарта РФ. В соответствии с Законом «О защите прав потребителей» перечень обязательно сертифицируемых пищевых товаров утверждается Правительством РФ.

Выбор схемы сертификации зависит в первую очередь от срока

гарантированного хранения. Правилами установлены две категории:

- продукция кратковременного хранения (срок до одного месяца);
- продукция длительного хранения (срок более месяца).

Добровольная сертификация проводится на основе договора между заявителем и органом по сертификации, а инициатором может быть юридическое или физическое лицо. В договорном порядке устанавливается нормативная база сертификации.

Структура Системы сертификации пищевой продукции отвечает правилам ГОСТ Р и международным рекомендациям. Срок действия сертификата устанавливается органом по сертификации с учетом срока годности самого продукта, срока действия сертификата на систему качества и производства, срока действия гигиенического сертификата, но общий срок его действия не должен превышать трех лет.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 22000– 2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции». – М. : Стандартинформ, 2007. – 29с.
2. Федеральный закон «О техническом регулировании»: 27 декабря 2002 года N 184-ФЗ // КонсультантПлюс 2007.
3. Кравченко Ю.В. Продукты питания: на первом плане безопасность / Ю.В. Кравченко // «Стандарты и качество» – 2005. – № 12. – С.18 - 21.
4. Соклаков В.А. Безопасность пищевых продуктов: Стандарт ИСО 22000:2005/ Соклаков В.А. // «Стандарты и качество» – 2006. – № 12. – С.5 - 11.
5. ГОСТ Р ИСО 9000-2001 (МС ИСО 9000:2000) Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
6. б) Аршакуни В.Л. О Национальном стандарте ГОСТ Р ИСО 22000 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования»/ В.Л. Аршакуни // «Сертификация» – 2006. – № 4. – С.24 - 28.

УДК 005.6:338

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ ТУРИСТСКИХ УСЛУГ

**Беляева Н.**

**Научный руководитель: профессор Пушница Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Актуальность курсовой научно-исследовательской работы «Стандартизация туристских услуг» заключается в том, что услуга является деятельностью, которую одна сторона может предложить другой, неосязаемое действие, не приводящее к владению чем-либо. Ее

представление может быть связано с материальным продуктом.

Так или иначе, жизнь современного человека связана с услугами. Ведь к торговле услугами относятся и предоставление коммунальных благ, и связь, и банковский бизнес, туризм, транспортные перевозки, а также, юридические, медицинские, образовательные услуги и т.д. От качества услуг зависит и доход государства, и прибыль фирм, комфорт, безопасность, и благосостояние потребителей.

Здесь прямая связь и очевидная: качественные услуги привлекают внимание, вызывают желание пользоваться ими, чтобы облегчить жизнь. Постепенно складывающаяся позитивная ситуация в розничной торговле позволяет потребителям сравнить одну услугу с другой, а также подталкивает конкурентов к предоставлению постоянно улучшающихся услуг при обеспечении их качества.

Цель исследования – изучение государственного регулирования туристской отрасли.

Задачи исследования – овладение вопросами стандартизации социально-культурных и туристских услуг туристских предприятий, знание нормативной документации по стандартизации социально-культурных и туристских услуг в РФ и умение применять их на практике.

Значение и роль туризма в наше время для развития экономики государств, удовлетворения запросов личности, взаимообогащения социальных связей между странами переоценить невозможно. Индустрия туризма занимает важное место в экономике большинства стран.

В общей части курсовой научно-исследовательской работы «Стандартизация туристских услуг» были рассмотрены следующие вопросы:

- Сущность туристской деятельности;
- Нормативные и технические документы в области туристских услуг.

В специальной части курсовой научно-исследовательской работы «Стандартизация туристских услуг» были рассмотрены следующие вопросы:

- Способы государственного регулирования туристской деятельности;
- Права и обязанности туриста;
- Безопасность туризма.
- Туристские услуги: методология технического регулирования.

В условиях рыночных отношений и особенно в переходный к рынку период туризм является одной из динамичных отраслей. Высокие темпы его развития, большие объемы валютных поступлений активно влияют на различные сферы жизни, что способствует формированию собственной туристской индустрии.

Одной из приоритетных задач Федеральной целевой программы «Развитие туризма в Российской Федерации» является становление в России высокоэффективного и конкурентоспособного туристского комплекса.

Реализация программы предполагает: создание нормативно-правовой

базы, формирование современного отечественного туристского рынка, углубление специализации и кооперации в работе туристских предприятий, обеспечение условий для развития различных видов внутреннего и въездного туризма, развитие международного сотрудничества в области туризма, а также решение целого комплекса задач в области подготовки кадров для отрасли.

В силу своего географического положения Россия не является и не может стать страной массового въезда туристов с целью традиционного летнего пляжного отдыха. Тем не менее культурно-исторический, природный потенциал страны огромен, и при правильной постановке маркетинговой работы, а также совершенствовании и развитии туристской инфраструктуры количество иностранных туристов, прибывающих в нашу страну, может значительно вырасти.

Это является основанием для более четкой направленности и более агрессивного маркетинга по основным направляющим странам, включая в первую очередь целенаправленную рекламно-информационную деятельность. Только грамотно построенная маркетинговая стратегия, сосредоточенная на ключевых направляющих туристских рынках, позволит сделать въездной туризм наиболее доходной составляющей всей туристской сферы России.

Но все усилия, в том числе и маркетинговые, будут тщетны, если прибывающим туристам не будет обеспечен соответствующий мировым стандартам уровень оказываемых услуг.

Россия как туристская страна, несмотря на свой высокий потенциал, занимает весьма незначительное место на мировом туристском рынке. Это является весьма низким показателем, учитывая, что культурно-исторический и природный потенциал России гораздо выше, чем во многих странах, с традиционно высокой туристской посещаемостью.

Основными факторами, сдерживающими развитие въездного туризма в Россию, являются: образ России как страны, небезопасной для туризма, создаваемый зарубежными и отдельными отечественными средствами массовой информации; отсутствие за рубежом рекламы туристских возможностей страны, в том числе посредством участия в международных выставках и деятельности финансируемых государством загранпредставительств по туризму; неблагоприятный для туристских посещений в страну визовый режим, заключающийся в завышенной стоимости виз, длительных сроках их выдачи; неразвитая туристская инфраструктура, высокий моральный и физический износ существующей материальной базы; невысокое качество обслуживания во всех секторах туристской индустрии; несоответствие цены и качества размещения в гостиницах.

Часть вышеперечисленных проблем можно решить только путем качественного повышения квалификации сотрудников туристских фирм и гостиничного хозяйства, через развитие системы профессиональной

подготовки, переподготовки и повышения квалификации соответствующих специалистов.

УДК 504.06

## **СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В РОССИИ**

**Колесникова А.И.**

**Научный руководитель: профессор Пушница Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк*

Актуальность темы курсовой научно-исследовательской работы заключается в том, что на сегодняшний день проблемы экологии становятся все более значимыми. Экологический менеджмент получает все большее распространение, но при этом остается много нерешенных вопросов, которые и рассматриваются в этой курсовой научно-исследовательской работе.

В настоящее время, так и не создав реально работающую систему менеджмента качества, руководство принимает решение о получении сертификата системы экологического менеджмента. Это наиболее актуальная проблема всех компаний в России, что только получают сертификат, а не внедряют его. А, как всем известно, это два разных понятия, но, к сожалению, в России это еще не поняли.

И как следствие системы экологического менеджмента получают все большее распространение.

Существующая экологическая ситуация и тенденции её изменения во многом определяются промышленным производством и хозяйственной деятельностью в целом. Несмотря на отдельные успехи и достижения, общая картина здесь продолжает ухудшаться, что ведет к дальнейшему развитию экологического кризиса в мире. Основная причина подобного положения заключается в низкой эффективности используемых механизмов экологического контроля и управления на промышленном производстве, преимущественно основанных на жестких административных методах и принуждении.

Все более очевидной становится необходимость поиска новых путей и подходов к решению экологических проблем промышленного производства. Основным из таких путей в мире общепризнан экологический менеджмент. В Повестке дня на XXI век, принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 г., подчеркивается, что «экологический менеджмент следует отнести к ключевой доминанте устойчивого развития и одновременно к высшим приоритетам промышленной деятельности и предпринимательства».

В самом общем виде экологический менеджмент можно определить как комплексную разностороннюю деятельность, направленную на

реализацию экологических целей, проектов и программ.

Устойчивое развитие — это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

Понятие устойчивого долговременного развития рассматривается в нескольких аспектах:

- Политико-правовой аспект:
- Экономический аспект:
- Экологический аспект:
- Социальный аспект:
- Международный аспект:
- Информативный аспект:

Общее требование к модели устойчивого развития - обеспечение гармоничного сочетания социально-экономических и экологических приоритетов развития общества в настоящем, среднесрочной и долгосрочной перспективе. При этом существенным является то, что, несмотря на экологическую ориентацию, проблема устойчивого развития остается в целом больше социальной и экономической. В соответствии с моделью устойчивого развития такие цели, как достижение устойчивого экономического роста, сохранение природных комплексов, устранение социальной несправедливости, являются для общества во многом взаимодополняющими, хотя приоритеты каждой из них в разные периоды могут меняться.

Практический опыт, накопленный в последние 4-5 лет, позволяет указать на основные проблемы, замедляющие распространение подходов СЭМ на российских предприятиях. Существуют как отраслевые, так и региональные особенности проявления этих проблем.

1. Низкий уровень общего менеджмента на предприятиях. Система экологического менеджмента тесно связана с системой менеджмента организации в целом и должна быть ее составной частью. Международные стандарты подразумевают, что внедрение СЭМ осуществляется в определенном организационном контексте. Предполагается, что определена миссия организации, формируется иерархия целей и задач, осуществляется систематическое планирование, разрабатываются и фиксируются процедуры. В то же время, для большинства российских предприятий многие из перечисленных понятий являются новыми и непривычными. Кроме того, для российской промышленности в целом характерен низкий уровень менеджмента, что проявляется, в первую очередь, в недостаточном использовании современных подходов к планированию и анализу результативности, невнимании к мотивации персонала, формализованном подходе к его обучению.

2. Неоправданно узкое понимание экологической деятельности предприятия и системы экологического менеджмента. В большинстве случаев экологическая (природоохранная) деятельность российских

предприятий рассматривается исключительно как деятельность, осуществляемая по принципу «на конце трубы». Безусловно, внедрение и эксплуатация средозащитной техники является неотъемлемой частью экологической деятельности, однако во многих случаях превентивный подход, основанный на систематическом анализе производственного процесса как единого целого, может привести к гораздо более продуктивным решениям. Так, оптимизация существующих технологических процессов, сокращение потерь могут потребовать относительно небольших затрат, приведя в конечном счете как к снижению воздействия на окружающую среду, так и к получению экономического эффекта.

Создание СЭМ во многих случаях также первоначально рассматривается как реорганизация работы отдела по охране окружающей среды. В то же время, создание эффективной СЭМ требует принципиального решения высшего руководства о важности такой системы для предприятия, его дальнейшего участия в ее внедрении, а также, в той или иной степени, развития системы менеджмента в целом. Кроме того, необходимо вовлечение всего персонала в экологическую деятельность организации, инвестиции в его развитие.

3. Недопонимание характера стандартов в области СЭМ. Определенные трудности представляет понимание самой природы добровольных стандартов и их соотношения с методами государственного регулирования. Характерным для российских условий является стремление рассматривать их как обязательные.

4. Отсутствие международно-признанной системы сертификации СЭМ в России. Как следует из мировой статистики, после официальной публикации международного стандарта ИСО 14001 в мире широко развернулись работы по сертификации регистрации СЭМ. Во многих странах были созданы соответствующие национальные органы по аккредитации или расширена область аккредитации ранее существовавших органов.

Госстандартом России зарегистрировано несколько систем добровольной сертификации, объектом сертификации которых являются СЭМ (или системы управления окружающей средой, согласно ГОСТ Р ИСО 14001-98). Одна из проблем, с которой столкнулись органы по сертификации этих систем, это признание выдаваемых ими сертификатов органами по сертификации других систем, в частности, зарубежными органами по сертификации и, соответственно, зарубежными потребителями. Отсутствие такого признания наносит существенный ущерб российской экономике, поскольку на российском рынке развертывают свою деятельность зарубежные органы по сертификации, оказывая сертификационные услуги за весьма высокую (по российским меркам) плату. К тому же такие услуги в ряде случаев оказываются не вполне качественными. С другой стороны, в целом ряде случаев российские организации, предлагающие услуги сертификации СЭМ, не имеют необходимого опыта и навыков, не соблюдают международные требования к сертификации, а качество их услуг

вызывает явные сомнения.

Таким образом, актуальность создания системы аккредитации органов по сертификации СЭМ, которая смогла бы претендовать на признание ее зарубежными партнерами, постоянно возрастает.

С тем, чтобы системы экологического менеджмента были действительно приняты руководителями российских предприятий и использованы наиболее результативным образом, принципы распространения СЭМ должны отражать то обстоятельство, что эти системы выступают как действенный инструмент поступательного развития бизнеса. Рассмотрим эти принципы более детально.

1. Значимость подходов экологического менеджмента для решения внутренних задач предприятий. В современных российских условиях для многих предприятий и консультантов характерна ориентация на получение формального сертификата как на основной мотив внедрения СЭМ. Обычно, именно наличие такого сертификата рассматривается как конкурентное преимущество для работы на рынке, что в целом может быть вполне справедливо. В то же время, как показывает опыт, только ориентация на внутренние задачи предприятий позволяет обеспечить принятие подходов экологического менеджмента в долгосрочной перспективе. Кроме того, признание как самих этих подходов, так и соответствующих сертификатов со стороны различных секторов общества прямо зависит от того, способно ли применение подходов СЭМ привести к существенному снижению воздействия на окружающую среду. С другой стороны, распространение СЭМ в промышленном секторе будет зависеть от того, насколько успешно эти системы позволят сочетать решение экономических и экологических задач предприятий. В связи с этим одна из основных задач состоит в том, чтобы продемонстрировать возможность реального снижения воздействия на окружающую среду экономически целесообразными методами в результате внедрения СЭМ; при этом в качестве основы используются различные модели подходов, внимание уделяется не столько соблюдению формальных требований определенных стандартов (таких, например, как ISO 14001)

2. Важность социальных аспектов экологического менеджмента. В основу концепции экологического менеджмента положено представление о взаимодействии организации с окружающей средой, в которой она функционирует. При этом внимание уделяется не только окружающей природной среде или исключительно экономической (поставщики и потребители), но и социальной среде. Ее образуют заинтересованные стороны, представляющие различные сектора общества. Эффективное функционирование СЭМ требует взаимодействия с этими сторонами. Минимальный объем такого взаимодействия определен стандартами в области СЭМ.

Однако это - лишь необходимый минимум, и те же стандарты рекомендуют более широкое взаимодействие с заинтересованными

сторонами. Так, например, в стандарте ISO 14031 («Оценка экологической результативности») используется понятие диалога с заинтересованными сторонами, приводятся рекомендации по применению экологических показателей для информирования этих сторон, а также по разработке специальных показателей для оценки взаимоотношений организации с общественностью.

Таким образом, диалог заинтересованных сторон играет важную роль в процессе внедрения и функционирования СЭМ. Поэтому существенные усилия должны быть направлены на развитие общественного диалога на различных уровнях. Диалог и поддержка заинтересованных сторон важны для создания эффективной СЭМ. При этом формы диалога могут включать участие заинтересованных сторон в разработке экологической политики, учет их мнения при определении приоритетных экологических аспектов, публикацию и обсуждение экологической отчетности предприятия и т.д. Результаты внедрения подходов СЭМ на промышленных предприятиях, ожидания заинтересованных сторон, возможности поддержки и распространения положительного опыта становятся предметом диалога на региональном и национальном уровнях.

В целом, подходы экологического менеджмента могут эффективно применяться в Российской Федерации, если их внедрение осуществляется с учетом специфики конкретных предприятий и организаций, местных условий и характерных проблем. При этом собственно результаты применения подходов СЭМ более значимы по сравнению с достижением формальной сертификации.

Внедрение СЭМ может способствовать укреплению системы менеджмента в целом, а также как правило, выполняет интегрирующую роль в объединении систем менеджмента на предприятии. Процесс внедрения систем экологического менеджмента осуществляется наиболее эффективно и результативно в условиях информационной открытости и диалога с заинтересованными сторонами.

Система экологического менеджмента эффективна в том случае, когда ее внедрение происходит по инициативе самого предприятия. При этом государство может и должно внести свой вклад в этот процесс путем стимулирования и поддержки предприятий, вводящих СЭМ.

Отсутствие системы добровольной сертификации СЭМ выступает в качестве препятствия распространения систем экологического менеджмента предприятий. Отсутствие доступного практического руководства по внедрению систем экологического менеджмента, которое руководители и специалисты российских компаний могли бы применять для совершенствования подходов к управлению предприятиями, оценки целесообразности развития подходов экологического менеджмента, наконец, поэтапного внедрения систем, тормозит широкое распространению СЭМ в Российской Федерации.

Эффективного внедрения СЭМ в России можно добиться при помощи

концепции устойчивого развития. Она обеспечивает гармоничное сочетание социально-экономических и экологических приоритетов развития общества в настоящем, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

УДК 658.012.4:669.1.013.5

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА НА ОАО «ЗСМК»**

**Фоломкина М.А.**

**Научный руководитель: Пожидаев Ю.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Если оценивать возраст предприятия человеческими мерками, то Западно-Сибирский металлургический комбинат вступил в пору зрелости. Есть опыт, авторитет, уверенность в своих силах, а главное – стремление идти дальше. ОАО «ЗСМК» - предприятие не только градообразующее, но и регионообразующее, – это неотъемлемая часть Кузбасса.

В 1999 году управляющие функции были переданы компании «ЕвразХолдинг». С этого момента начался качественно новый период в жизни предприятия.

Доля ОАО «ЗСМК» в российском производстве стального проката составляет 8 %.

Ключевое направление рыночной стратегии ОАО «ЗСМК» – поддержание стабильно высокого качества продукции. Комбинат одним из первых в России начал адаптировать свою комплексную систему управления качеством к требованиям международных стандартов ISO серии 9000.

Восемь известных принципов международных стандартов качества серии ISO в полной мере отражены в политике качества на комбинате и ориентированы на общую цель – обеспечение соответствия продукции и услуг требованиям потребителей.

С 1977 г. на комбинате была внедрена комплексная система управления качеством (КС УКП), целью которой было создание продукции соответствующей лучшим мировым аналогам и достижениям науки и техники.

В 90-х годах комбинат преобразовал свою КС УКП в рыночную систему качества, отвечающую требованиям международных стандартов ISO серии 9000.

С улучшением системы менеджмента качества на ОАО «ЗСМК» изменялось и проведение внутреннего аудита.

Процесс внутренних аудитов, как средство менеджмента, при независимой оценке любого процесса и вида деятельности подразделений комбината используются для получения объективных свидетельств того, что

существующие требования выполнены и выявлены сильные стороны, требующие улучшения функционирования ИСМ.

В соответствии с годовым графиком проведения внутренних аудитов в подразделениях ОАО «ЗСМК» (на 2008г. по отношению к 2007г.) количество повторяющихся несоответствий стало меньше, так как люди, работающие на предприятии стали лучше понимать ИСМ и была возможность проверки внутренним аудитом всех структурных подразделений, действующих в ИСМ.

По результатам внутренних аудитов, проведенных в 1-ом квартале 2008г., и сравнивая их с результатами предыдущих внутренних аудитов можно сделать **вывод**, что процесс «Внутренний аудит ИСМ» результативен:

- общее количество выявленных несоответствий в 1-ом квартале 2008г. в сравнении с результатами предыдущих внутренних аудитов снизилось (с **83** до **69**);

- снизилось количество несоответствий по процессу 9 «Управление документацией» (с **48,2%** до **44,9%**);

- **94,7%** корректирующих действий выполнены в установленный срок.

На ОАО «ЗСМК» было разработано материальное и моральное стимулирование аудиторов.

На ОАО «ЗСМК» организация и проведение внутреннего аудита созданной СМК является одной из главных задач, поскольку именно внутренний контроль в наибольшей степени влияет на подготовительную работу к внедрению и на непрерывное совершенствование ИСМ.

ИСМ ОАО «ЗСМК»:

- соответствует запланированным мероприятиям, требованиям ISO 9001:2000 и требованиям к СМК, разработанной организацией;

- эффективно внедрена и поддерживается в рабочем состоянии.

Для выполнения этих требований во время внутреннего аудита:

- все требуемые запланированные мероприятия и требования ИСМ организации проверяются;

- аудиты планируются;

- результаты документируются;

- результаты аудитов рассматриваются вместе с руководством;

- несоответствия устраняются своевременными корректирующими и предупреждающими действиями.

На ОАО «ЗСМК»:

- аудитор не диктатор, а мотиватор улучшения;

- аудируемые не боятся аудитора.

Проведение внутренних аудитов – это не только требование стандартов на системы менеджмента. Эта деятельность необходима организации для успешного функционирования, своевременного

реагирования на возникающие проблемы, распространения накопленного положительного опыта по всей организации.

УДК 669.017:53

## ОСОБЕННОСТИ УРАВНЕНИЯ ЛЭНГМЮРА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННОГО ПАРА ЖИДКИХ МЕТАЛЛОВ

Макарова Д.В.

Научный руководитель: Пожидаев Ю.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Для экспериментального определения давления насыщенного пара используют несколько принципиально отличающихся методик, каждая из которых имеет свои плюсы и недостатки. В некоторых случаях они не позволяют получить достаточно точные значения измеряемых величин.

Уравнение Лэнгмюра позволяет рассчитать давление насыщенного пара металлов по скорости испарения с открытой поверхности. Оно имеет вид:

$$P \text{ (Па)} = \frac{1890 \cdot \Delta g}{\phi \cdot S \cdot \alpha} \sqrt{\frac{T}{M}} \quad (1)$$

Где  $\Delta g$  – масса испарившегося металла (г) за время испарения  $\phi$ (с);

$S$  – площадь испарения, см<sup>2</sup>;

$T$  – температура испаряемой поверхности металла, К;

$M$  – относительная молекулярная масса пара металла;

$\alpha$  – коэффициент испарения.

Это уравнение выводится из предположения о равенстве скорости испарения и скорости конденсации. Это возможно, когда каждая молекула, попадающая на поверхность конденсированной фазы, осаждается на ней, иначе говоря, когда нет препятствий для испарения с поверхности. В реальных условиях практически невозможно соблюсти это условие, поэтому в формулу Лэнгмюра вводят коэффициент испарения  $\alpha$ . Он может быть представлен следующим выражением [1]:

$$\alpha = \frac{u_n}{u_i} \cdot \ell \cdot \frac{E}{C\Phi} \quad (2)$$

Где  $u_v$  – функция энергии состояния промежуточного слоя;

$u_i$  – функция состояния конденсированной фазы;

$E$  – энергия активации при сублимации,  $\ell$  – есть, та дополнительная энергия, которая необходима для перехода частицы из

твёрдого состояния в промежуточный слой.

Величина  $E$  определяется состоянием поверхности испаряемого металла - ее рельефом, чистотой механической обработки и др., что подтверждается, рядом исследователей [2].

Расчетные уравнения связи между  $E$  и  $\alpha$  в литературе не известны. Теоретически можно принять, что для однородной достаточно перегретой жидкости  $E = 0$ . Но при температурах, близких температурам фазового равновесия  $E \neq 0$ , так как в этом состоянии сохраняется структура ближнего порядка в расположении частиц, характерная для расположения частиц в твердой фазе. Поверхность твердой фазы имеет свой рельеф. Поверхностные частицы энергетически не равноценны: наиболее активные частицы находятся на выступах микрорельефа. В первую очередь именно они будут переходить в газовую фазу. С этой точки зрения действительная скорость испарения будут больше, чем расчетная, следовательно и скорость испарения будет неравновесной, наибольшей. По мере испарения микро неоднородность поверхности уменьшается и становится близкой к постоянной, соответственно и скорость испарения вначале растет и лишь по истечении некоторого времени может считаться постоянной.

Действительно, ранее было показано [2], что при экспериментальном определении давления насыщенного пара никеля и кобальта методом испарения с открытой поверхности с увеличением изотермической выдержки скорость испарения сначала увеличивалась, а затем оставалась постоянной, что очевидно, свидетельствовало о гомогенизации поверхности испарения.

Как видно из уравнения (2) коэффициент испарения  $\alpha$  является также функцией отношения  $\frac{u_v}{u_i}$ , т.е.  $\alpha$  зависит от молекулярного состава пара и

молекулярный состав испаряемой поверхности. Для многих случаев молекулярный состав пара, т.е.  $u_v$  и  $u_i$  не совпадают, в результате  $\alpha \neq 1$ . Лишь в случаях испарения одноатомных металлов (никель, кобальт и т.п.) можно считать, что  $u_v$  и  $u_i$   $\alpha = 1$ . Но при этом нужно считаться с возможностью загрязнения поверхности за счет образования, например оксидов металла, карбидов, нитрида и т.п. При этом состав пара металла может не быть одинаковым с составом поверхности. Чтобы убедиться в отсутствии постоянных фаз нужны либо предварительные экспериментальные исследования, либо прогнозные термодинамические расчеты. Нами, например, было доказано [], что при температурах порядка 1500-1700 °С в условиях достаточно большего вакуума образование оксидов кобальта и никеля мало вероятно, что позволяло принять  $\alpha = 1$ .

Корректность полученных экспериментально значений давлений насыщенного пара определяется и высотой стенок тигля, не заполненных металлом. В этом случае часть испарившихся частиц отражается от стенок, возвращается на поверхность испаряемого металла и конденсируется на ней.

Отсюда, нарушается одно из основных условий равновесия числа молекул при испарении.

Таким образом, метод испарения с открытой поверхности достаточно прост в исполнении, но с другой стороны, требует соблюдения ряда условий, указанных выше. При представлении данных о давлении насыщенного пара металлов рассмотренным методом необходимо указывать все условия проведения экспериментов.

УДК 005.6:338.48

## **ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ТУРИСТСКОГО ПРОДУКТА**

**Апасьева Е.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Формально уровень качества определяется как соответствие свойств продукции и услуг требованиям стандартов. Директивными установками для создания технологий в области управления качеством являются международные стандарты ИСО (МС ИСО) серии 9000, ориентированные на установление идентичных норм к аналогичной продукции и услугам в мировом масштабе, в том числе в сфере туризма. Кроме того, на государственном уровне законами и стандартами устанавливаются требования, обеспечивающие безопасность жизни, здоровья потребителей туристских услуг, охрану окружающей среды, предотвращение причинения вреда имуществу потребителя.

Туристский продукт - понятие комплексное, состоящее из множества взаимосвязанных составляющих - туристских услуг. Согласно ГОСТ 28681.0-90 «туристская услуга - результат деятельности туристского предприятия по удовлетворению соответствующих потребностей туристов».

Качество услуги определяется требованиями ст. 4 Закона Российской Федерации «О защите прав потребителей». По Закону продавец (изготовитель, исполнитель) обязан продать потребителю товар (передать результаты выполненной работы, оказать услугу), соответствующий обязательным требованиям стандартов, условиям договора, обычно предъявляемым требованиям, а также предоставить информацию о товарах (работах, услугах).

Правовое поле для разработки стандартов в области туризма обозначено в Законе Российской Федерации «О стандартизации». Требования данного Закона обязательны для всех субъектов хозяйственной деятельности независимо от форм собственности, будь то органы государственного управления или общественные организации, предприятия или предприниматели.

Закон определяет стандартизацию как деятельность по установлению норм, правил и характеристик (требований) в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ, услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- качества продукции, работ, услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов.

Объект стандартизации - продукция, услуги и процессы, которые неоднократно воспроизводятся и/или используются. Именно стандарт, по сути, определяет условия и методы, обеспечивающие показатели качества.

Управление деятельностью по стандартизации на уровне государства в России осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование).

Для разработки национальных стандартов создаются специальные технические комитеты (ТК), в работе которых привлекаются представители предприятий и организаций, специализирующихся по определенным видам продукции и услуг и обладающих в данной области наиболее высоким научно-техническим потенциалом. В настоящий момент идет тенденция к демократизации процедур разработки стандартов, расширению практики применения в России международных, региональных и национальных стандартов экономически развитых стран при условии соответствия их требований потребностям отечественной экономики.

Требования к туристским услугам определены в ГОСТ Р 50690-94 «Туристско-экскурсионное обслуживание. Общие требования». Они, по сути, определяют ту сумму технологий, которые призваны обеспечить attractiveness туристского продукта как комплекса туруслуг. Согласно данным требованиям туристская услуга должна соответствовать назначению, точно и своевременно исполняться, отвечать требованиям комплексности, комфортности, эстетичности, эргономичное (Эргономика (гр. *ergon* труд + *nomos* закон) - отрасль знания, изучающая трудовые процессы с целью создания наилучших условий труда). Особые требования предъявляются к этичности обслуживающего персонала.

Основополагающими стандартами в области производства и потребления туристского продукта являются:

- ГОСТ 28681.0 «Стандартизация в сфере туристско-экскурсионного обслуживания. Основные положения», устанавливающий основные виды туристско-экскурсионного обслуживания объектов стандартизации;
- ГОСТ Р 50646-94 «Услуги населению. Термины и определения», устанавливающий термины и определения понятий в области стандартизации, сертификации и управления качеством в сфере услуг, а также обязательную документацию по данной сфере работ;
- ГОСТ Р 50762-95 «Общественное питание. Классификация предприятий общественного питания», определяющий типы предприятий

питания, требования к качеству услуг и их ассортименту;

– ГОСТ Р 50935-96 «Общественное питание. Требования к обслуживающему персоналу», определяющий критерии оценки обслуживающего персонала на предприятиях питания по уровню профессиональной подготовки и квалификации, способности к руководству (для административных работников), знания руководящих документов, относящихся к профессиональной деятельности.

Стандарты на продукцию и услуги предприятий туристской сферы устанавливают требования обеспечения безопасности жизни, здоровья туристов и экскурсантов, факторы риска в туризме, классификацию объектов размещения и питания. Среди таких стандартов:

ГОСТ 50644-94 «Туристско-экскурсионное обслуживание. Требования по обеспечению безопасности туристов и экскурсантов»;

ГОСТ 50645-94 «Туристско-экскурсионное обслуживание. Классификация гостиниц».

В сфере туристского бизнеса существуют также ведомственные нормативные документы, регламентирующие требования в области безопасности потребления туруслуг, что также является неотъемлемой характеристикой качества турпродукта. Это санитарно-гигиенические требования, устанавливаемые Санитарными правилами и нормами (СанПиН), утверждаемые Министерством здравоохранения РФ, Строительные нормы и правила (СНиП), утверждаемые Государственным комитетом Российской Федерации по строительству.

В Программе разработки технических регламентов (Приложение к распоряжению Правительства РФ от 29 мая 2006 г. № 781-р), помимо указанных в ФЗ «О техническом регулировании», отмечены следующие технические регламенты, имеющие определенное отношение к индустрии туризма и гостеприимства:

«О требованиях к обеспечению безопасной эксплуатации авиационной техники и связанной с ней инфраструктуры»,

«О требованиях к безопасности аэродромов»,

«О требованиях к безопасности прогулочных судов и средств отдыха на воде»,

«О безопасности речного транспорта и связанной с ним инфраструктуры»,

«О безопасности морского транспорта и связанной с ним инфраструктуры»,

«О безопасности перевозки железнодорожным транспортом»,

«О безопасности железнодорожного транспорта»,

«О требованиях к биологической безопасности растений, ввозимых на территорию Российской Федерации»,

«О требованиях к биологической безопасности животных, ввозимых на территорию Российской Федерации».

ГОСТ Р 51898-2002 Аспекты безопасности. Правила включения в

стандарты устанавливает для разработчиков стандартов правила включения в стандарты аспектов безопасности. Стандарт может быть применен к любым аспектам безопасности, относящимся к людям или имуществу, или окружающей среде, или к сочетанию этих сторон. Правила, устанавливаемые стандартом, основаны на уменьшении риска, возникающего при использовании продукции, процессов или услуг. Стандарт рассматривает полный жизненный цикл продукции, процесса или услуги, включая как предназначенное использование, так и возможное предсказуемое неправильное использование. В статье 14. ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» (в ред. Федерального закона от 05.02.2007 N 12-ФЗ) излагаются вопросы обеспечения безопасности туризма. Под безопасностью туризма понимаются безопасность туристов (экскурсантов), сохранность их имущества, а также нанесение ущерба при совершении путешествий окружающей среде, материальным и духовным ценностям общества, безопасности государства. Федеральный закон «О техническом регулировании» не регулирует отношения, связанные с применением мер по охране почвы, атмосферного воздуха, водных объектов курортов, водных объектов, отнесенных к местам туризма и массового отдыха (п. 4 введен ФЗ от 01.05.2007 N 65-ФЗ).

Согласно статье 14 ФЗ "Об основах туристской деятельности в Российской Федерации" (в ред. Федерального закона от 05.02.2007 N 12-ФЗ) при заключении договора о реализации туристского продукта туроператор, турагент обязаны представить туристу и (или) иному заказчику достоверную информацию:

- о правилах въезда в страну (место) временного пребывания и выезда из страны (места) временного пребывания, включая сведения о необходимости наличия визы для въезда в страну и (или) выезда из страны временного пребывания; об основных документах, необходимых для въезда в страну (место) временного пребывания и выезда из страны (места) временного пребывания;

- об опасностях, с которыми турист (экскурсант) может встретиться при совершении путешествия;

- о таможенных, пограничных, медицинских, санитарно-эпидемиологических и иных правилах (в объеме, необходимом для совершения путешествия);

- о месте нахождения, почтовых адресах и номерах контактных телефонов органов государственной власти РФ, дипломатических представительств и консульских учреждений РФ, находящихся в стране (месте) временного пребывания, в которые турист (экскурсант) может обратиться в случае возникновения в стране (месте) временного пребывания чрезвычайных ситуаций или иных обстоятельств, угрожающих безопасности его жизни и здоровья, а также в случаях возникновения опасности причинения вреда имуществу туриста (экскурсанта);

- об адресе (месте пребывания) и номере контактного телефона в

стране (месте) временного пребывания руководителя группы несовершеннолетних туристов (экскурсантов) в случае, если туристский продукт включает в себя организованный выезд группы несовершеннолетних туристов (экскурсантов) без сопровождения родителей, усыновителей, опекунов или попечителей;

– о национальных и религиозных особенностях страны (места) временного пребывания;

– об иных особенностях путешествия.

УДК 005.6+005.521

## **СТАНДАРТЫ ИСО СЕРИИ 9000 И КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**Лакиза О.Е.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

«Хорошая организация» – это организация, которая в течение длительного периода стабильно развивается, адекватно реагируя на все изменения в бизнес окружении, и способна к инновациям в своей деятельности.

Устойчивое развитие характеризуется следующими аспектами:

1) организация жизнеспособна;

2) жизнеспособность обеспечивается возможностью организации приспосабливаться к внешним изменениям;

3) организация может полностью понимать и использовать свои сильные стороны для приспособления к изменениям. Для того чтобы выжить, организация не должна быть консервативной, ей следует уметь извлекать уроки из всей окружающей ее информации и позитивно относиться к нововведениям в своей деятельности.

4) организация должна уметь накапливать знания и обучаться этому умению по двум направлениям:

а) сбор, анализ и применение внешней информации;

б) объединение корпоративных и личных знаний (включение знаний и образа мышления сотрудников в систему «ценностей организации»).

Следует отметить, что в заключительном документе Всемирного саммита по устойчивому развитию (World Summit on Sustainable Development), который состоялся в ЮАР в 2002 г. в числе долгосрочных целей, к которым следует стремиться мировому сообществу, указаны корпоративная отчетность и ответственность, их государственное регулирование.

Наиболее распространенной моделью системы менеджмента качества

(СМК) сегодня является модель, предлагаемая в стандартах ИСО серии 9000 в последней версии 2000 г. Когда организация, создавая у себя СМК по ИСО 9001:2000, сталкивается с необходимостью учета экологических требований (стандарты ИСО серии 14000) или требований к производственной безопасности персонала (стандарт OHSAS 18000), то возможны два подхода к созданию системы менеджмента, учитывающей требования всех трех стандартов. В одном – модель такой интегрированной системы менеджмента представляют как пересечение трех независимых составляющих (рисунок 1).

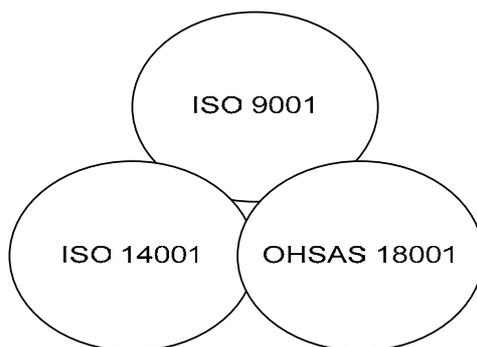
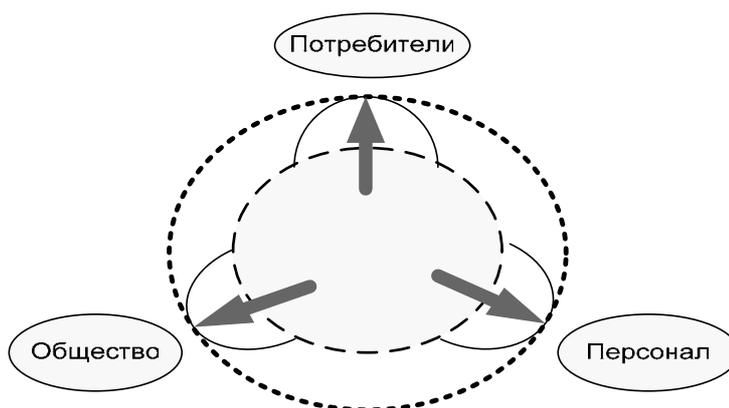


Рисунок 1 – Схема интегрированной системы менеджмента

Другой подход заключается в создании единой системы менеджмента, ориентированной на три различные заинтересованные стороны (рисунок 2). Ее части базируются на одних и тех же процессах, одних и тех же функциях управления, одной и той же структуре. Различия же касаются целей, сформулированных в соответствующих политиках, и распределении ответственности. При этом стремятся при формировании СМК учесть интересы потребителей, персонала и общества в функционировании СМК. Однако модель, построенная на основе требований перечисленных стандартов, учитывает не все интересы персонала и общества, а также других заинтересованных сторон – партнеров, инвесторов, государства.



- – российская организация, соответствующая требованиям стандарта;
- – организация мирового класса, соответствующая принципам TQM.

Рисунок 2 – Схема системы менеджмента компании с учетом заинтересованных сторон

В процессе пересмотра последней версии стандартов ИСО 9000 в Японии было проведено исследование, в ходе которого выяснялись потребности делового сообщества в новой модели СМК. Оказалось, что существующая модель СМК, описанная в стандарте ИСО 9004 как выражение концепции TQM, недостаточно отражает необходимость улучшений деятельности организации в связи с изменениями бизнес окружения компании.

В 2003 году в Японии были опубликованы два документа: JIS/TR QOOOS Quality management system ~ Guidelines for sustainable growth (Система менеджмента качества. Руководство по устойчивому развитию) и JIS/TR QOOOS Quality management system – Guidelines for self-assessment (Система менеджмента качества. (Руководство по самооценке).

На основе этих документов Техническим комитетом ИСО ТС 176 (разработчик стандартов серии 9000) подготовлен проект новой версии ИСО 9004 «Система менеджмента качества - Руководство по устойчивому развитию».

Основной целью нового подхода к построению СМК является обеспечение устойчивого развития на основе адекватного реагирования на любые изменения в среде, внешней по отношению к бизнесу (бизнес-окружение), и повышение результативности и эффективности всей деятельности организации. СМК должна фокусироваться на системах производства продукции и повышении ценности всех выходов процессов.

Новая модель использует следующие принципы и подходы:

- 1) устойчивое развитие на основе изучения и инноваций;
- 2) выбор бизнес-стратегии, основывающийся на определении профиля возможностей компании;
- 3) динамическая (трехуровневая) модель СМК;
- 4) усиление роли самооценки;
- 5) возрастание роли процессов, создающих ценности для потребителей (маркетинг, разработка и производство продукции, продажи);
- 6) улучшение понимания ожиданий заинтересованных сторон (применение 12 принципов менеджмента качества).

УДК 658. 562

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СФЕРЕ УСЛУГ**

**Вастьянова А.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Современное законодательство в области технического регулирования ставит задачи по изменению стратегии нормирования деятельности во

многих отраслях промышленности, образования, социальной сферы и системы бытового обслуживания.

Правовой основой по установлению требований к услугам в новом законодательстве являются национальные стандарты. Разработка ТР, определяющих безопасность услуг, в законе не предусмотрена. Таким образом, следует полагать, что услуги не могут причинять вреда потребителям, и при их оказании не возникает опасность — биологическая, химическая, электромагнитная, электрическая и др.

Существовавшая ранее в сфере услуг система нормирования требований к услугам предполагала наличие в ранее действовавших государственных стандартах двух видов требований: обязательные и добровольные. С переходом от государственных к национальным стандартам остается без ответа вопрос: как поступить с требованиями опасности, присутствующими в стандартах на услуги?

Данная проблема становится ключевой при формировании стратегии технического регулирования в сфере услуг. Необходимо определить возможные схемы установления требований к услугам с учетом возможного наличия ТР по видам безопасности, а также установить целесообразность разработки специальных ТР на процессы, сопровождающие оказание услуг.

По данным Минэкономразвития России, по состоянию на 1 августа 2004 г. наиболее интенсивное развитие в объемном выражении за последние пять лет получили услуги по строительству и ремонту жилья по индивидуальным заказам, техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) бытовой техники, авто- и мототранспортных средств, услуги по профессиональной уборке зданий и сооружений. Наряду с требованиями, определяющими качество к услугам, многие документы регламентируют безопасность услуг и содержат показатели, характеризующие их риск. Так весьма высокая степень опасности наблюдается при оказании услуг парикмахерских, услуг по ТОиР бытовой и радиоэлектронной аппаратуры. Это подтверждается простым логическим рассуждением при оказании парикмахерских услуг и выполнении химического мелирования повышенная концентрация препаратов может привести к потере волос или ожогу кожи головы клиента, а в некоторых случаях повреждению костной ткани черепа. А, например, неграмотно отремонтированный холодильник может стать источником пожара в квартире, и неотрегулированная тормозная система автомобиля — причиной гибели пассажиров и прохожих.

Данные проведенных исследований подтверждают необходимость установления требований к услугам не только в виде национальных стандартов, но и в виде ТР. Таким образом, система стандартизации для услуг должна иметь два уровня; технические регламенты и их доказательную базу — национальные стандарты.

На всех этапах экономического развития государства стандартизация выполняла функцию инструмента по установлению и применению правил и норм для упорядочения их многократного использования.

С введением в России в 1968 г. Государственной системы стандартизации (ГСС) стандартизация получила импульс для интенсивного развития во всех сферах деятельности. Общее число документов, подготовленных в области стандартизации за прошедшие годы, более 2 тыс. (в том числе межгосударственные, национальные стандарты, стандарты организаций, технические условия). Однако степень, формы и уровни применения нормирования изменялись со сменой экономической формации в России. При плановой централизованной экономике стандартизация обеспечивала жесткий механизм управления через установление требований к качеству продукции и услуг.

С 1970 до 1985 гг. несоблюдение требований стандартов преследовалось по закону. В период перехода к рыночной экономике изменились роль и функции стандартизации, нормы (требования) перестали быть обязательными в части требований к качеству и сохранили обязательность только для продукции и услуг, представляющих потенциальный риск для жизни, здоровья, имущества граждан и окружающей среды.

Перемены, происходящие в экономике страны, влияли не только на содержание работ по национальной стандартизации в сфере услуг, но и на организационную структуру ее участников.

Наряду с решением задачи по формированию системы стандартов на услуги остаются не решенными проблемы технического регулирования, связанные с созданием понятийного аппарата по техническому регулированию в сфере услуг, установлением степени риска для различных видов услуг, определением механизма контроля и установлением границ социальной значимости услуг.

Гостиничная сфера, как составная и основополагающая часть отрасли туризма, в современных условиях является динамично развивающимся сектором мировой экономики и эффективным источником валютных поступлений.

Успех и процветание гостиницы зависит от гораздо большего, чем просто здание и оборудование внутри него. В России уже сейчас существует множество гостиниц, но лишь немногие из них предлагают обслуживание, которое отвечает международным стандартам качества. Гостиничный бизнес претерпевает огромные изменения. Внедряются новые технологии, рынок гостиничных услуг все больше зависит от спроса и потребителей гостиничных услуг. За последние годы они стали требовать к себе больше внимания и предъявлять большие требования к качеству предоставляемых услуг. Их интересы и склонности стали более разнообразными. Они приобрели широкий опыт путешествий, стали более самоуверенными, более критичными, более противоречивыми и большое значение придают мелочам.

При оценке качества гостиничных услуг потребитель сравнивает то, что ему предоставили, с тем, что он желал получить. Таким образом, можно сказать что качество - это удовлетворение ожидания потребителя за цену,

которую он может себе позволить. Высокое качество предполагает превышение ожидания потребителя за более низкую цену, чем он ожидал.

Добиться от персонала умения и желания предоставлять услуги и гарантировать их высокое качество - далеко не такая простая задача, как это может показаться на первый взгляд. При предоставлении гостиничных услуг необходимо учитывать, что может вызвать недовольство гостя. В обслуживании не должно быть мелочей, которые делают пребывание гостя неприятным. Анализ и практика работы в гостинице показывают, что чаще всего жалобы гостя сводятся к определённым моментам.

УДК 005.6:316.662

## **ИНТЕГРАЦИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

**Ельцов В.П.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Социальная ответственность – обязательства организации приносить пользу обществу через использование прибылей от частного бизнеса.

Наиболее распространенной моделью системы менеджмента сегодня является модель, предлагаемая в стандартах ISO серии 9000 версии 2000 года. Когда организация, создавшая у себя систему менеджмента качества по ISO 9000:2000 «Системы менеджмента качества. Требования» сталкиваются с необходимостью учёта экологических требований (стандарты ISO серии 14000), требований к производственной безопасности персонала (стандарты OHSAS 18000), социальной ответственности (стандарты SA «социальная ответственность»), то возможен подход к созданию интегрированной (единой) системы менеджмента, учитывающий требования всех четырёх стандартов. Модель такой интегрированной системы менеджмента представляют как пересечение четырёх независимых составляющих (рис.1)

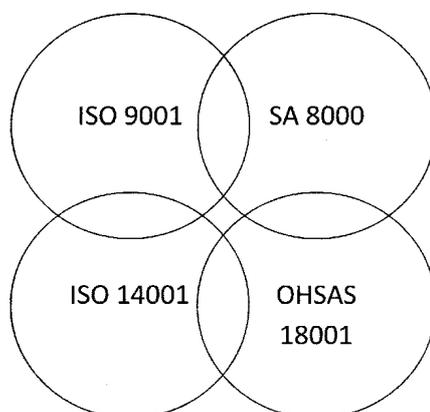


Рисунок 1 – Схема интегрированной системы менеджмента

Все четыре части интегрированной (единой) системы менеджмента базируются на одних и тех же процессах, одних и тех же функциях управления, одной и той же структуре управления организации. Различия же касаются целей, сформулированных в соответствующих политиках, и распределении ответственности. При этом стремятся при формировании, интегрированной системы учесть интересы потребителей, персонала и общества в функционировании системы менеджмента организации.

В данной работе рассмотрены причины, заставившие организации разрабатывать, документировать и внедрять системы социальной ответственности, как составной части единой (интегрированной) системы менеджмента, нормативной базы корпоративной социальной ответственности, основные преимущества для персонала, работодателей и для потребителей внедрение системы социальной ответственности, программы корпоративной социальной ответственности, рекомендации по их разработке.

В экономике, политике, социальных отношениях действует ряд факторов - экономическое неблагополучие, истощение природных ресурсов, перенаселённость отдельных регионов, терроризм, растущий разрыв между экономикой богатых и бедных стран, некоторые отрицательно влияют на качество жизни населения планеты и чреваты региональными и глобальными конфликтами. В этих условия возрастает роль как бизнес сообщества в целом, так и каждого предприятия, фирмы, компании в отдельности.

Имеющиеся у них материальные ресурсы, умноженные на новые возможности, открывшиеся для них в результате технологической и экономической революций, дают возможность уменьшить влияние указанных выше отрицательных факторов. Это возможно за счёт выполнения бизнес сообществом и каждым его членом в отдельности совокупности взаимосогласованных мероприятий, планов и программ, направленных на решение этих проблем. Понимание лидерами бизнеса своего ключевого значения и ведущее роли в решении стоящих перед миром в начале XXI века указанных проблем и привело к рождению понятия «корпоративной социальной ответственности» (КСО). При этом данное понятие сформировалось практически одновременно с другим, не менее важным понятием «корпоративное устойчивое развитие» (КУР). Эразмский Университет Роттердама (Голландия) в 2001 году был избран Европейской Комиссией в качестве научного центра по разработке методологических основ данной проблемы и созданию модели европейской системы.

По мнению профессора этого университета Марселя Маревика, под термином «Корпоративная социальная ответственность конкретной компании», следует понимать систему взглядов на развитие бизнесом и извлечения прибыли из этой компании, в обязательном порядке учитывающем добровольно принятую на себя ответственность этой компании за решение социальных проблем. Причём не только своих

работников, городов, областей, стран её расположения, но и за сохранение генетических ресурсов, а также за решение экологических проблем этих региональных и географических субъектов и, в конечном итоге планеты в целом.

Многие специалисты в области менеджмента качества считают, что организации должны развиваться на основе концепции устойчивого развития. Это новая философия развития общества, основанная на интеграции социальных, экологических и экономических задач, в которой последовательность приоритетов должна быть такая: человек - планета - экономика.

Стандарт SA 8000 устанавливает право коллектива компании организовывать профессиональные союзы и другие общественные объединения, а также определяет антидискриминационные критерии, включая предоставление персоналу полной свободы удовлетворения потребностей, связанных с национальностью, вероисповеданием и т.д.

В стандарте приведены критерии дисциплинарного порядка, исключающие, в частности, все виды телесных наказаний, критерии заработной платы и продолжительности рабочего дня (не более 48 часов в неделю, по меньшей мере, с одним выходным днем).

Стандарт устанавливает также базовые положения системы административного управления, предусматривающие, что руководство компании должно разработать и анонсировать политику в отношении социальной ответственности и условий труда. Эта политика должна систематически обновляться, причем ответственным за внесение в нее изменений должен быть специально назначенный представитель администрации. Предусматривается, что на основе политики в компании будет разработан и внедрен план мероприятий, одним из важных разделов которого станет работа с поставщиками и субподрядчиками.

Ситуация сложившаяся к настоящему времени на нашей планете, не свидетельствует о наличии гармонизированного мира. Этого не удалось достичь ни политическими методами, т.е. взаимодействием государств, ни путём создания мощных международных организаций и союзов. В следствие этого возрастает роль и ответственность бизнес-сообщества в целом и каждой компании в отдельности, в решении многих глобальных проблем, в том числе социальных и экологических, о которых шла речь в курсовой научно исследовательской работе.

Имеющиеся в руках руководителей бизнес-сообщества материальные возможности, технологические и экономические ресурсы позволяют выполнять взаимосогласованные мероприятия и программы, направленные на решение этих проблем. Социально ориентированная рыночная экономика - открытый процесс, реализуемый на таких нерушимых основаниях, как персональная ответственность, равенство, рыночная конкуренция и поддержка неимущих. Экологическая свобода, таким образом, должна сочетаться с принципами социального равенства и ответственностью за

сохранение окружающей среды.

Понимание лидерами бизнеса своего ключевого значения в реализации задач, стоящих перед всем мировым сообществом, привело к тому, что большинство из них следует сегодня принципам корпоративной социальной ответственности, способствуя тем самым не только решению указанных выше мировых проблем, но и обеспечивая своим кампаниям, выполняющим требования корпоративной социальной ответственности, в соответствии с SA 8001, устойчивое развитие.

В России о планах внедрения систем управления социальной ответственности, соответствующих требованиям международного стандарта SA 8000 заявили такие компании как ОАО «Северсталь», ОАО «Лукойл», Самарская оптическая кабельная компания и др.

УДК 658.516:621.9

## **СЕРТИФИКАЦИЯ АЛМАЗНОГО И АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА**

**Косенок О.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Особенностью машиностроения является широкая номенклатура выпускаемой продукции, которая обладает целым спектром показателей и параметров. Действующий фонд государственных стандартов на машиностроительную продукцию насчитывает на сегодня более 5000 стандартов.

Рациональное конструирование, изготовление и взаимозаменяемость машиностроительных и других видов продукции обеспечиваются большой группой стандартов на изделия общемашиностроительного применения: крепежные изделия, подшипники, гидро- и пневмоустройства, соединения трубопроводов, а также комплексы стандартов на основные нормы взаимозаменяемости.

С введением сертификации одним из основных направлений работ по совершенствованию фонда стандартов стало создание нормативной базы для сертификации конкретной продукции. Для этой цели, прежде всего, были использованы стандарты Системы стандартов безопасности труда (ССБТ). Там, где такие стандарты отсутствовали, использовались государственные стандарты на параметры, технические требования и методы испытаний конкретных видов продукции путем выделения в них показателей, определяющих требования к безопасности и экологичности (например, режущий инструмент с напаянными пластинами, абразивные и алмазные круги). В настоящее время действует около 1500 машиностроительных стандартов на группы однородной продукции, пригодных для целей

сертификации.

Гармонизация стандартов является приоритетным направлением работ для развития международных экономических отношений. Уровень гармонизации российских стандартов с международными по машиностроительной продукции в среднем составляет 60%, а по отдельным видам техники — 75 %.

В соответствии с действующим законодательством в машиностроении проводится обязательная и добровольная сертификация. Обязательной сертификации на соответствие требованиям стандартов по безопасности, энергоэффективности и по экологии подлежит как продукция производственного назначения, так и товары народного потребления.

В настоящее время обязательной сертификации подлежит большинство видов (55-60 %) машиностроительной продукции.

В машиностроении действует ряд систем сертификации групп однородной продукции, учитывающих обязательность проведения этих работ и специфику видов техники, а также наличие международных систем сертификации. Системы зарегистрированы в Системе сертификации ГОСТ Р.

Для отдельных видов машиностроительной продукции допускается подтверждение ее соответствия декларацией изготовителя. На сегодняшний день в него включены довольно простые виды продукции. По мере накопления опыта и развития сертификации систем качества перечень изделий машиностроения, подлежащих декларированию, будет расширяться. Необходимо отметить, что стандартизация и сертификация способствуют повышению потребительских свойств машиностроительной продукции, ее безопасности и экологичности, улучшению конкурентоспособности отечественных машин и оборудования, защите отечественного рынка от некачественной продукции, в том числе зарубежной, и, в конечном счете, направлены на поддержание экономической безопасности страны.

Абразивные инструменты состоят из абразивных материалов, которые осуществляют процесс резания, и из связующего материала, который удерживает абразивные зерна в определенной форме. В отдельных случаях абразивные инструменты изготавливают путем нанесения алмазного слоя на поверхность связующего материала.

Инструменты из абразивных материалов используются при обработке деталей с высокими скоростями резания 15—100 м/с. В этой связи абразивный и алмазный инструмент относится к продукции повышенной опасности.

Обязательная сертификация алмазного и абразивного инструмента предусмотрена Федеральным законом «Об основах охраны труда в РФ» и проводится в Системе сертификации алмазного и абразивного инструмента согласно «Правилам проведения работ по сертификации алмазного и абразивного инструмента» (утверждены Постановлением Госстандарта РФ от 26.02.01 г. № 22).

При обязательной сертификации к абразивному и алмазному инструменту предъявляются следующие технические требования: прочность корпуса, прочность сцепления алмазного слоя с корпусом инструмента, прочность круга, прочность крепления сегментов к корпусу, прочность оправки, жесткость оправки, прочность бруска.

Обязательная сертификация продукции в Системе осуществляется по схемам:

- для серийно выпускаемой продукции — 2а, 3а, 4а, 5;
- для партии (единичного изделия) продукции — 7, 8. К заявке на сертификацию должен быть приложен следующий комплект документов:
  - для серийно выпускаемой продукции - техническая документация, включая эксплуатационную; чертежи общих видов (по требованию органа по сертификации); копия сертификата соответствия на производство или систему качества;
  - для партии продукции (единичного изделия) — копия документа, подтверждающего факт выпуска или приобретения сертифицируемой продукции; техническая документация, включая эксплуатационную; чертежи общих видов (при необходимости).

При определении объема выборки образцов с целью сертификационных испытаний учитывают следующие факторы:

- количество видов сертифицируемого алмазного (абразивного) инструмента;
- объем производства и его составляющие;
- специфические особенности технологии алмазного и абразивного производства — процессов подготовки и хранения шихты, процессов спекания, стабильность выдержки температур и давлений, состояние метрологического обеспечения и испытательного оборудования;
- оценка соблюдения требований стандартов и НД;
- объем партии (при сертификации отдельной партии);
- предполагаемый объем контролируемых параметров.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией осуществляется органом по сертификации, выдавшим сертификат, в форме периодических (не реже 1 раза в год) и при необходимости внеплановых проверок, включающих в зависимости от принятой схемы сертификации испытания образцов продукции и анализ состояния производства.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

**Кузина Н.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Федотов В.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время реформа технического регулирования осуществляется на основе Федерального закона от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании». До принятия данного закона существовала практика технического регулирования, базировавшаяся на многолетнем опыте и системе нормативно-правовых, а также ведомственных и региональных нормативно-технических документов. Реформирование затрагивает все отрасли хозяйственной деятельности в целом и строительную отрасль в частности.

Федеральный закон «О техническом регулировании», вступивший в силу с 01 июля 2003 г., вносит принципиальные изменения в существующую систему технического регулирования в строительстве. Основные положения закона направлены на установление соответствия национальной системы технического регулирования международным нормам, ограничение государственного регулирования и концентрацию его на вопросах, связанных с безопасностью, что должно способствовать устранению административных и технических барьеров на пути экономического развития.

Учитывая специфику объекта технического регулирования и многоэтапность отношений возникающих от момента выбора площадки застройки до сноса зданий и сооружений, при осуществлении технического регулирования в области строительства необходимо руководствоваться принципами системности и комплексного подхода. Это осуществимо только при построении комплексной системы нормативно-правового регулирования в строительстве и разработке всех ее элементов. Гарантом эффективного функционирования данной системы должно выступать государство.

Министерство промышленности и энергетики является федеральным органом исполнительной власти осуществляющим функции по техническому регулированию, в том числе: разработку технических заданий, проведение конкурсов, и заключение государственных контрактов на разработку технических регламентов.

В соответствии с программой разработки технических регламентов, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации 781-р от 29.05.2006 г. (далее Программа) определен закрытый перечень технических регламентов, разработка которых финансируется из федерального бюджета, а также сроки и федеральные органы

исполнительной власти, ответственные за их представление в Правительство Российской Федерации.

В соответствии с Программой Министерство регионального развития отвечает за представление в Правительство Российской Федерации следующих технических регламентов:

№ п/п в Программе	Наименование технического регламента	Срок представления в Правительство РФ
<b>Общий технический регламент</b>		
2	О безопасной эксплуатации зданий, строений и сооружений и безопасном использовании прилегающих к ним территорий	май 2007 г.
<b>Специальные технические регламенты</b>		
32	О безопасности строительных материалов и изделий	июль 2007г.
33	О требованиях к безопасности зданий и других строительных сооружений гражданского и промышленного назначения	ноябрь 2008 г.
77	О безопасности теплоснабжения	апрель 2007 г.
126	О требованиях к безопасности инфраструктуры водоснабжения и водоотведения	апрель 2008 г.
132	О требованиях к безопасности мостов и туннелей	апрель 2008 г.
133	О требованиях к безопасности аэродромов	июнь 2008 г.

Разработчиком технического регламента «О безопасной эксплуатации зданий, строений и сооружений и безопасном использовании прилегающих к ним территорий» определен Московский государственный строительный университет (МГСУ). Технический акт выполнения первого этапа работ (о концепции и структуре технического регламента) не был согласован только МВД России (Минрегионом России готовится согласительное совещание). Первая редакция данного технического регламента уже подготовлена МГСУ.

Разработчиком технического регламента «О безопасности строительных материалов и изделий» определен Белгородский государственный технологический университет (БГТУ). На сегодняшний день, в рамках первого этапа работ, концепция технического регламента согласована со всеми федеральными органами исполнительной власти, участвующими в его разработке. Готова первая редакция технического регламента.

Разработчиком технического регламента «О безопасности

теплоснабжении» определено адвокатское бюро ООО «Крикунов и партнеры» В настоящее время в рамках первого этапа технический регламент прошел все необходимые согласования. Первая редакция технического регламента находится в стадии разработки.

УДК 005.6:339.137.24

## **КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА**

**Засухина Е.В.**

**Научный руководитель: к.т.н. Пожидаев Ю.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Проблема конкурентоспособности носит многоплановый и многоуровневый характер. Она затрагивает практически все страны мира, всех товаропроизводителей. Конкурентоспособность становится основным условием устойчивого развития национального хозяйства. Даже для стран обладающих высококонкурентным рынком (как на национальном, так и на мировом уровне) проблема конкурентоспособности становится ключевой и наиболее актуальной. В результате, в условиях глобального экономического кризиса, данная проблема занимает центральное место в управлении и экономической политике многих государств. Исходя из этого стратегической целью России, является - обеспечить научно-технические, материальные, законодательно-нормативные, организационно-управленческие, экономические, инновационные и другие предпосылки для укрепления конкурентных позиций России не только на внутреннем, но и на мировом рынках. В связи с этим целью моей научно-исследовательской работы является разработка научно-методического обеспечения методов, инструментов и способов повышения конкурентоспособности продукции отечественного производителя в условиях кризиса, с учетом выявленных закономерностей и в реальных условиях российской действительности.

В настоящее время российская продукция, к сожалению, по многим показателям проигрывает перед импортной (причем из всей совокупности производственных затрат 45% падает на затраты, связанные с исправлением дефектов и ошибок). Решение проблемы технологического отставания возможно, если иностранные производители будут допускаться на наш рынок лишь при условии создания совместных предприятий с передачей технологий российской стороне, а не с готовой продукцией или результатом крупноузловой сборки из комплектующих иностранного производства. Такая практика (рынок в обмен на технологии) уже широко применяется в развитых странах, причем эти условия должны быть равными для всех производителей без исключения. Не стоит забывать, что чем более развит у

предприятия набор конкурентных преимуществ, тем благоприятнее предпосылки для его успешной деятельности, тем более устойчивые позиции оно может занять в определенных сегментах рынка. Причем для поддержания конкурентоспособности ни в коем случае нельзя останавливаться на достигнутых результатах, важно постоянно развивать производство, идти, а чаще всего бежать вперед, только таким образом возможно удержать свои позиции и обеспечить рост конкурентоспособности предприятий и выпускаемой продукции, работ или услуг. Анализируя сложившуюся ситуацию, я считаю инновационный путь предприятий наиболее приемлемым для развития и повышения конкурентоспособности отечественных производителей и реального подъема экономики РФ в целом. Однако при введении новшеств, стоит помнить и о степени риска. Кроме того не стоит забывать и о других подходах (инструментах повышения конкурентоспособности предприятий), которые могут изменить имеющийся уровень конкурентоспособности продукции: международная сертификация; совершенствование систем стандартизации; результативность СМК; маркетинговые исследования; и др.

Основной задачей для предприятий должно стать, в первую очередь, преодоление сложившихся годами «закостенелых» норм, своеобразных барьеров, препятствующих развитию и повышению конкурентоспособности.

#### Библиографический список

1. Брагин В.К. выбору методики совершенствования деятельности организации // Стандарты и качество - 2009 - №1, с. 60-68 и др.

УДК 005.6

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В СТАНДАРТАХ ISO СЕРИИ 9000:2008**

**Тутынин А.В.**

**Научный руководитель: к.т.н. Пожидаев Ю.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время пересматриваются стандарты серии ИСО 9000.

Стандарт ISO 9004 было решено пересмотреть к 2008 г., а стандарт ISO 9001 – только к 2012 г. Мотивация этого решения сводится к тому, что стандарт ISO 9001, в отличие от стандарта ISO 9004, более устойчив в отношении изменений условий бизнеса и требований к менеджменту.

В процессе обсуждения концепции новой версии специалисты ИСО/ТК 176 со ссылкой на специальные исследования отметили: за прошедший период стандарт ISO 9001 применили более миллиона предприятий, а стандарт ISO 9004 реальным бизнесом слабо востребован.

Рассматривались две основные причины такого положения.

Введение в действие стандарта ISO 9004 требует серьезной перестройки работы по качеству, перехода к горизонтальным структурам и управлению процессами, командной организации работ. Это сложно, требует материальных и финансовых затрат, изменения менталитета коллектива и руководства предприятия. Как следствие, большинство предприятий внедряет стандарт ISO 9001, который допускает возможность получения сертификата без проникновения в суть установленных в нем требований, т.е. формального их выполнения.

Сама концепция стандарта ISO 9004 уже не удовлетворяет интересам бизнеса. Новаций в области менеджмента накопилось много, и в условиях глобализации, ужесточения конкуренции требования бизнеса к стандарту ISO 9004 возрастают. Поэтому решение ИСО/ТК 176 о пересмотре стандарта 9004 к 2008 г. вполне логично.

Модель стандарта ISO 9004 версии 2008 г. должна обеспечивать устойчивое развитие предприятия, гибкость и приспособляемость его менеджмента к быстрым изменениям деловой среды: законодательной базы, технического и социального прогресса, требований потребителей, государства и общества. Важным фактором должен стать инновационный подход к созданию новой продукции, совершенствованию менеджмента и, что крайне важно, организации производственных процессов.

Под деловой средой подразумевается целый комплекс факторов: условия конкуренции, уровень научно-технического развития, состояние законодательства, интересы потребителей, поставщиков, акционеров и общества в целом. Система менеджмента предприятия должна обеспечивать мониторинг изменений, происходящих во всех этих элементах деловой среды, поскольку в каждом из них могут иметься риски для предприятия. Модель же ISO 9004:2000 не содержит механизма такого мониторинга.

Учитывая важность всех упомянутых факторов, ИСО/ТК 176 пришел к следующему выводу: стандарт ИСО 9004 версии 2008 года должен содержать такую модель, которая помогала бы предприятиям достигать устойчивого развития и потому была бы востребована бизнесом. Это – основная концепция новой версии данного стандарта. А в качестве исходной базы для его разработки были использованы следующие документы:

- документы Японской организации по стандартизации TR Q 0005 «Системы менеджмента качества. Руководство по устойчивому развитию» и TR Q 0006 «Системы менеджмента качества. Руководство по самооценке»;
- проект французского стандарта «Система менеджмента. Руководство по менеджменту организации»;
- испанский стандарт «Методы и планы улучшения»;
- европейская модель совершенства;
- модель премии М. Болдриджа (США);
- модель премии Э. Деминга (Япония).

За основу взят стандарт TR Q 0005 и модифицирован с использованием наиболее сильных сторон других документов и опыта

разных стран.

Документ TR Q 0005 наиболее полно и логично описывает СМК. К тому же он во многом использует стандарты ISO 9001 и ISO 9004, что позволяет обеспечить более плавный переход от систем, действующих на предприятиях, к системам с новой концепцией.

TR Q 0005 - весьма объемный документ, но если его обобщить, то базовую концепцию системы можно представить следующим образом: стандарт ISO 9004:2008 должен содержать такую модель СМК, которая помогала бы предприятиям достигать устойчивого развития и отвечала бы интересам современного бизнеса. Система должна способствовать адаптации предприятия к изменениям, формированию знаний (компетентности персонала и всей организации, упреждающему накоплению знаний, развитию культуры восприятия быстрых изменений) и предусматривать применение инновационного подхода. Стандарт должен также способствовать развитию СМК с целью реализации бизнес-стратегии организации, предполагающей:

- определение профиля ее деятельности;
- наличие трехуровневой модели СМК;
- применение самооценки и стратегического анализа со стороны руководства.

Строится такая система на основе двенадцати принципов менеджмента, представленных в документе TR Q 0005. Схема модели СМК трехуровневая (рисунок 1).

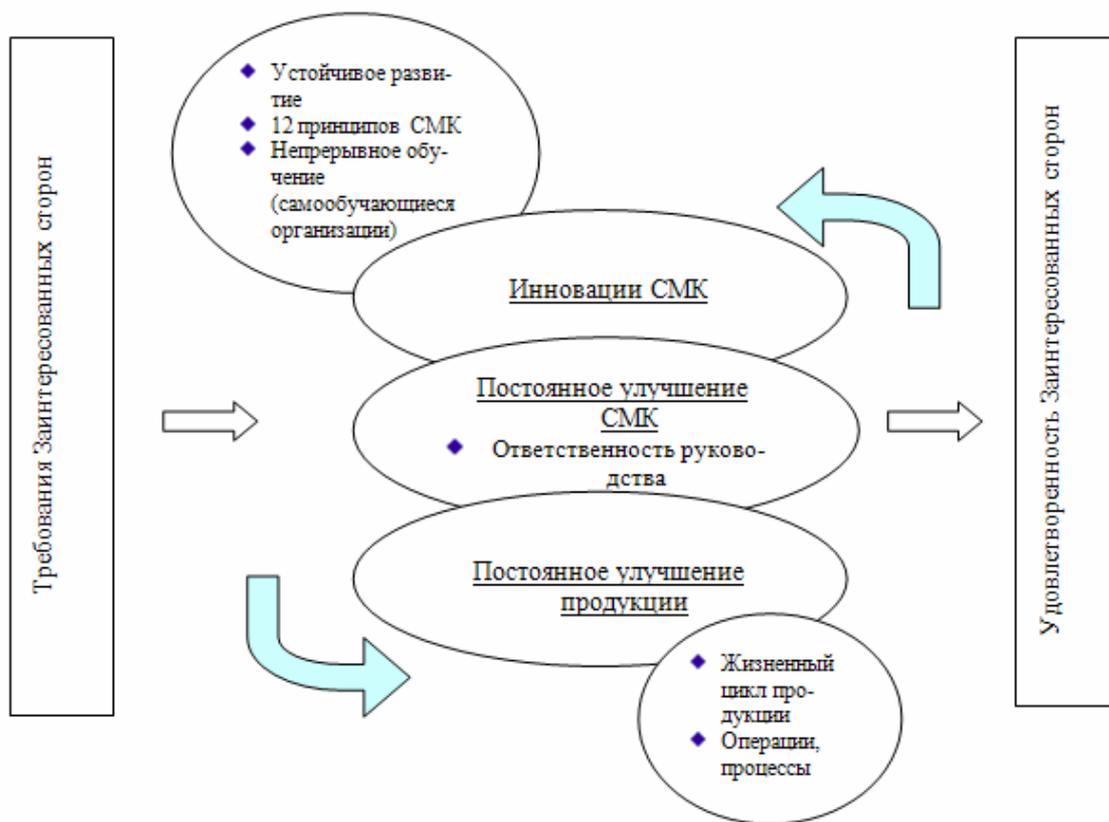


Рисунок 1 – Трехуровневая модель СМК по TR Q 0005:2005

Нижний уровень модели представляет собой, по сути, жизненный цикл продукции. Второй уровень - это управленческая надстройка, и на этом уровне многие элементы совпадают с элементами ISO 9004:2000. А третий уровень - уровень инноваций, как раз и содержит наибольшую новизну.

Различие между инновацией и улучшением в СМК заключается в следующем: инновация представляет собой реструктуризацию, замену отдельных элементов структуры или всей структуры на новую, в то время как улучшение, как правило, проводится в рамках действующей структуры. Улучшение зачастую связано с процессным подходом и не требует значительных, в том числе денежных ресурсов, в то время как инновации нуждаются в значительных средствах и реализуются на основе проектного подхода.

Таким образом, можно утверждать, что новые версии стандартов СМК ведут компанию от удовлетворенности потребителей к удовлетворенности всех заинтересованных сторон, от информационных технологий - к управлению знаниями, от постоянного улучшения процессов - к инновациям, прежде всего, в сфере менеджмента.

#### Библиографический список

1. Швец В. Е. Устойчивое развитие и менеджмент качества // Стандарты и качество. – 2005. – № 11.
2. Необходимы ли новые стандарты на системы менеджмента качества? // ИСО 9000+14000+. – 2004. – № 3. – С. 18-21.

УДК 005.642.1

## **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К АККРЕДИТАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Симоконов А.И.**

**Научный руководитель: профессор Пушница Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Достоверность результатов оценки соответствия и надежность органов по оценке соответствия являются прерогативой аккредитации. Аккредитацию можно определить как «процедуру, с помощью которой авторитетный орган официально признает, что данное юридическое или физическое лицо способно выполнять конкретные задачи (контроль, сертификацию, испытания)» (определение Руководства 2 ИСО/МЭК). В области оценки соответствия аккредитация применима к метрологическим и испытательным лабораториям, контролирующим органам и органам по сертификации. Аккредитация предполагает оценку конкретной услуги, предоставляемой аккредитуемой организацией, и проводится в соответствии

с требованиями конкретных стандартов. Иными словам, если орган по сертификация занимается оценкой и сертификацией соответствия продукции, то орган по аккредитации занимается оценкой компетентности органов по сертификации и лабораторий.

Как правило, правительство уполномочивает один орган в качестве национального органа по аккредитации. Это объясняется ограниченным характером деловых операций и доверием, которым наделяется такой орган. Орган по аккредитации создается либо в рамках государственных структур как ведомство или узаконенный орган, либо вне государственных структур, в последнем случае статус органа по аккредитации и условия его деятельности регламентируются контрактом. Следует иметь в виду, что в обоих случаях необходимо гарантировать возможность независимой и беспристрастной деятельности органа по аккредитации. Это абсолютно необходимо для обеспечения надежности проводимой аккредитации.

Следует отметить, что аккредитация играет важную международную роль. Для обеспечения эффективного участия в международной торговле регламентирующие органы и потребители в одной стране должны признавать надежность и достоверность результатов испытаний и сертификатов, выдаваемых органами по оценке соответствия в других странах. Это позволяет избежать дорогостоящих повторных испытаний и повторной аккредитации, что выгодно как для импорта, так и для экспорта. Этого можно добиться за счет заключения соглашений о взаимном признании между национальными органами по аккредитации. Таким образом, национальная система аккредитации может способствовать раскрытию полного торгового потенциала страны, если она является составной частью международной схемы аккредитации.

На настоящий момент в России формируется или реформируется национальная система аккредитации. Коль скоро Россия стремится к упрочнению своих позиций в международной торговле и к развитию своего экспортного потенциала, решению этих задач, может в значительной степени способствовать система аккредитации, разработанная в соответствии с международными стандартами и соглашениями. По этой причине следует рекомендовать российским законодателям применять правила и требования аккредитации с учетом того, что заложено в ряде соглашений, чтобы российская система аккредитации могла стать составной частью международных схем аккредитации.

Ниже приведены международные соглашения и организации, которые применяют аккредитацию:

- Соглашение ВТО ТБТ;
- Устав Международного форума по аккредитации (МФА);
- Кодекс поведения органов по аккредитации - членов МФА и действующие руководящие документы (обязательные для членов МФА);
- Устав Международного сотрудничества по аккредитации лабораторий (ИЛАК) и Правила S2;

– Соглашение о взаимном признании ИЛАК (Соглашение). ИЛАК Р5:2004;

– Соглашение о взаимном признании ИЛАК (Соглашение): Процедуры оценки неприсоединившихся органов с целью признания. ИЛАК Р3:2003 (Настоящий документ касается критериев, определенных в разделе 5 последней версии ИЛАК Р1: Соглашение о взаимном признании ИЛАК (Соглашение): Требования к оценке органов по аккредитации признанными региональными отделениями ИЛАК);

– МФА/ИЛАК А2: Многосторонние соглашения, о взаимном признании между МФА/ИЛАК (Соглашения): Требования к оценке единого органа;

– МФА/ИЛАК А1:2006: Многосторонние соглашения о взаимном признании МФА/ИЛАК (Соглашения): Требования к оценке региональной группы.

Существует стандарт ИСО 17011:2004 (ранее Руководство 58 ИСО/МЭК), содержащий критерии для органов по аккредитации, ссылка на который как на авторитетный документ содержится в большинстве вышеупомянутых документов.

Россия в настоящее время не представлена ни в МФА, ни в ИЛАК. Отсутствуют также соглашения о взаимном признании с этими организациями или с региональными отделениями, такими как Европейское сотрудничество в области аккредитации (EA). Поэтому результаты, полученные от российских испытательных лабораторий и органов по оценке соответствия, не признаются в других странах. Чтобы решить эту проблему, российским предприятиям придется проводить дорогостоящие повторные испытания или оценки на рынке, на котором они хотят продавать свою продукцию, или российским испытательным лабораториям или органам по оценке соответствия придется получать аккредитацию от какого-либо иностранного органа по аккредитации.

### **Выводы и заключение**

Прежде, чем Россия сможет получать все преимущества от участия в международной торговле, российская система технического регулирования, а также инфраструктура качества должны быть оценены ее международными партнерами. Поскольку Россия находится в начале процесса реформирования, она имеет возможность вложить средства в создание гибкой, современной и эффективной системы. Но, на мой взгляд, перед Россией стоит целый ряд трудных задач на этом пути.

Хороший шаг вперед по пути реформирования системы технического регулирования был сделан с принятием Федерального закона «О техническом регулировании». Однако необходимо принять ряд мер, чтобы уточнить некоторые положения этого закона и увязать его с российскими международными обязательствами. Например, процедуры принятия технических регламентов, содержащиеся в Законе, так же как и разрабатываемые технические регламенты должны обеспечивать соответствие

требованиям Соглашения ВТО ТБТ в отношении технических регламентов.

Россия нуждается в доработке своей системы аккредитации и увязке ее с международными организациями по аккредитации и схемами взаимного признания. Это необходимо для содействия развитию международной торговле посредством взаимного признания сертификатов и протоколов испытаний.

УДК 005.6:574

## **КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**Фадина И.В.**

**Научный руководитель: Пушница Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

На рубеже XXI вв. стало очевидно, что противоречия между нарастающими потребностями общества и сравнительно ограниченными возможностями биосферы ставят под угрозу дальнейшее существование человека.

Актуальность темы устойчивого развития сегодня подтверждают представители бизнеса, и природоохранные организации, и правительства государств. Обеспокоенность людей, охраняющих природу, совпадает с устремлениями компаний вести свой бизнес успешно, базируясь на интересах как самого региона, в котором они работают, так и всей планеты.

Трудности, переживаемые в настоящее время мировой экономикой, - убедительное напоминание о последствиях жизни не по средствам.

Финансовый кризис меркнет на фоне надвигающегося кризиса экологической задолженности человечества перед Землей. Нынешние финансовые потери, которые волнуют весь мир, составляют около 1,5 триллиона долларов, в то время как ежегодный экологический кризис оценивается в 2-5 триллионов долларов.

Под устойчивым развитием понимается процесс изменений, в котором эксплуатация ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

Японский институт стандартов (JSA) провел большое исследование стандартов в области менеджмента качества и целесообразности дальнейшего их улучшения и развития. Результаты исследования, продемонстрировав положительную реакцию успешных компаний Японии, США и Европы, подтолкнули JSA к подготовке и изданию проектов двух новых стандартов по СМК:

- TR Q 0005 «Система менеджмента качества. Рекомендации по устойчивому росту» (Quality management system — Guidelines for sustainable

growth)

- TR Q 0006 «Система менеджмента качества. Рекомендации по самооценке» (Quality management system — Guidelines for self-assessment).

Концепция СМК по JIS/TR Q 0005 включает в себя:

1. Устойчивое развитие (или рост) компании базируется на определенной стратегии, а также постоянном обучении и инновациях.

2. Стратегия имеет как минимум три иерархических уровня: общекорпоративная стратегия, бизнес-стратегия и стратегия по отдельным видам продукции (услуг).

3. Трехуровневая модель СМК: постоянное улучшение СМК и инновации СМК (схема 1).

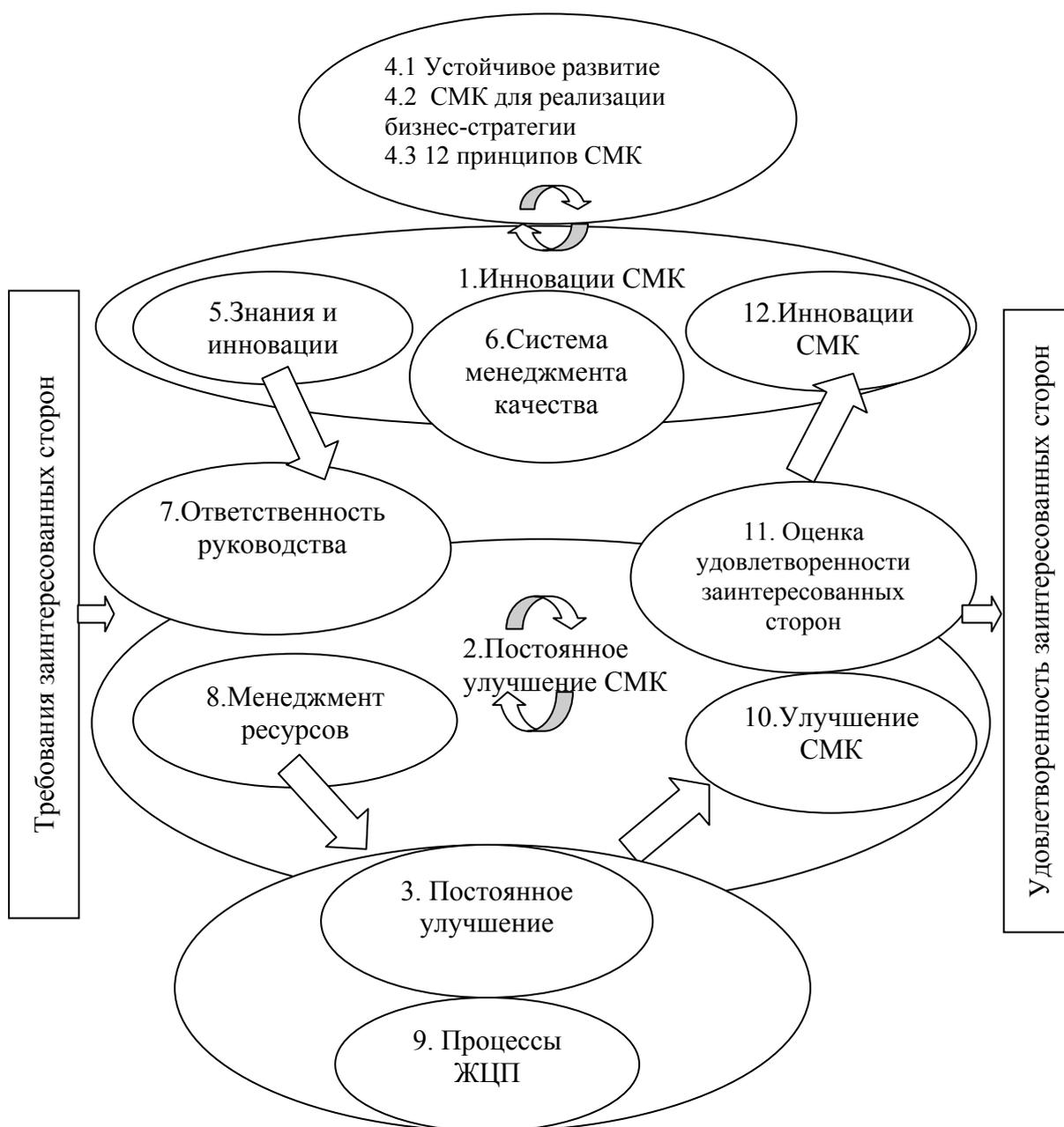


Схема 1 – Трехуровневая структура системы менеджмента качества по JIS/TR Q 0005

4. Понимание восприятия компании всеми заинтересованными сторонами.

5. Баланс интересов сторон рассматривается, как естественный базис общекорпоративной стратегии.

6. 12 принципов СМК. Концепция документа предполагает выработку стратегии на трех уровнях (корпоративный, отдельный бизнес, отдельный вид продукции), каждый уровень имеет свою особенность. СМК нужна лишь как важный инструмент реализации всех стратегий.

Для реализации КУР необходимо найти правильный баланс между тремя интересами: людей, бизнеса и окружающей среды. Компании, добровольно принявшие идеологию КУР, уже разрабатывают и внедряют различные планы и программы действий по сохранению или восстановлению экологического и социального статуса территорий как неотъемлемую часть корпоративной стратегии.

В этой связи принятие КУР предоставляет отдельно взятой компании право занять принципиально новое место в региональном, национальном и мировом сообществе.

С точки зрения качества, переход к КУР дает возможность сделать вывод о том, что две общеизвестных цели качества применительно к отдельной компании - качество продукции (услуг) и качество менеджмента должны быть дополнены третьей целью — качество общества (качество коллектива).

Крупномасштабность целей и задач по внедрению КУР на первый взгляд приводит к мысли о том, что их решение возможно только крупными корпорациями. Однако, это не так.

Для многих компаний КУР является неотъемлемой частью бизнес стратегии, практики управления и разработки новой продукции. Тем не менее, подавляющей части бизнес сообщества еще предстоит пройти этот нелегкий путь, и основная проблема в этой связи — как в относительно короткие сроки при ограниченных материальных и людских ресурсах «встроить» КУР в повседневную жизнь компании.

В философии развития общества, которая основана на интеграции социальных, экологических и экономических задач последовательность приоритетов должна быть именно такая: человек - планета - экономика.

Такое развитие, возможно, реализовать только через обучение и инновации, т.е. создание системы менеджмента качества.

Сегодня каждая компания стоит перед непростым выбором пути дальнейшего развития и совершенствования внутрифирменной системы менеджмента.

Необходимо выбирать лишь то, что крайне необходимо для дальнейшего устойчивого развития и успеха организации. Руководствоваться в своей деятельности не только стандартам ISO серии 9000, но и стандартами системы экологического менеджмента ISO 14000:2004 и системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья OHSAS 18001.

## Библиографический список

1. Чайка И. Критерии качества и устойчивое развитие // Стандарты и качество-2005.-№4.-с.31-38
2. JIS/TR Q 0005 Quality management systems — Guidelines for sustainable growth.

УДК 005.6

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ УСЛУГ СРЕДСТВ РАЗМЕЩЕНИЯ

**Осокин Е.А.**

**Научный руководитель: Ознобихина Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время услуги являются наибольшим сегментом мирового рынка. Что касается России, то этим видом деятельности ныне охвачено свыше 40% населения страны, а доля услуг составляет примерно 50% валового национального продукта. Благодаря возможностям электронной связи постоянно расширяются услуги по кредитованию под залог, страхованию, обмену валют, брокерским операциям и др. В мировой практике стандартизация полностью охватывает гостиничное хозяйство, туризм, пассажирские и грузовые перевозки, связь, образование, медицину, банковское дело.

Существует множество определений понятия «услуга». Объединив, известные мне, сформулировал собственное: «Услуга – это полезное действие или комплекс действий, предпринимательская деятельность, направленная на удовлетворение потребностей других лиц, с целью получения материальной или иной выгоды».

Разнообразие, предоставляемых на сегодняшний день услуг обуславливает некоторые специфические особенности этой сферы деятельности, такие как:

- разделение потребностей на материальные и нематериальные;
- воздействие на потребителя условий обслуживания;
- взаимодействие потребителя и исполнителя;
- индивидуальный характер оказания услуги и мастерство исполнителя услуги;
- несохраняемость услуги;
- одновременность оказания и потребления услуги;
- информационная обусловленность;
- нетранспортируемость услуг;
- региональный колорит сферы услуг.

*Законодательную основу работ по стандартизации составляют:*

- законы «О техническом регулировании» и «О защите прав

потребителей»;

- основополагающие стандарты ГСС - 92 и межгосударственный стандарт ГОСТ 1.0;
- соглашение СНГ о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации.

*Организационную основу работ по стандартизации составляют:*

- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Госстандарт России);
- организации, научно-исследовательские институты, центры стандартизации, метрологии и сертификации (ЦСМ) Госстандарта России;
- службы (подразделения) стандартизации в федеральных органах исполнительной власти;
- технические комитеты (ТК) по стандартизации;
- отраслевые головные НИИ и конструкторские бюро (КБ);
- службы (подразделения) стандартизации в субъектах хозяйственной деятельности.

Существуют различные классификаторы услуг, построенные в основном по отраслевому признаку (торговля, связь, транспорт, образование, здравоохранение, туризм). Подробно рассмотрим услуги средств размещения. Они включают коллективные (гостиницы, общежития), индивидуальные (квартиры, комнаты в квартирах, дома, коттеджи, сдаваемые в наем) и специализированные (санатории, кемпинги, профилактории, дома отдыха, туристские приюты, стоянки и другое). Большую часть на рынке услуг средств размещения занимает гостиничный бизнес, так как является наиболее прибыльным.

Эффективность функционирования любой гостиницы тесно связана с качеством предоставления гостиничных услуг. Для организации, предоставляющей услугу, очень важно не только завоевать клиента, но и удержать его. Это зависит от формирования ожиданий руководства, качества выполнения персоналом своей работы и удовлетворения ожиданий клиента. Анализ этого можно провести через обратную связь.

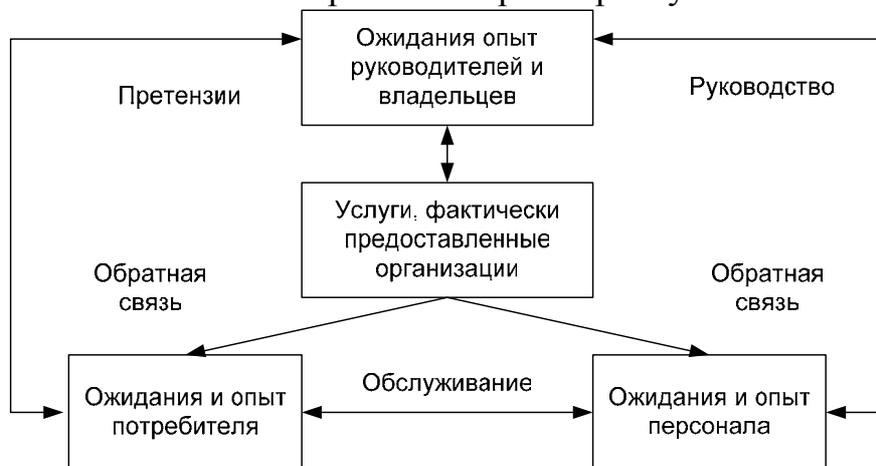


Рисунок – Схема влияния ожиданий заинтересованных сторон на качество услуги

Одной из основных тенденций мирового гостиничного рынка является усиление роли управления качеством услуг. Качество становится наиболее весомой составляющей конкурентоспособности, так как дает гарантии безопасности и экологичности продукта или услуги - требований, приобретающих все большее значение в современном мире.

Вопросы постановки целей, путей их достижения, разработки программы качества организации и программы дальнейшего развития, на современном этапе можно достигнуть введением системы менеджмента качества на основе стандартов серии ISO 9000 – 2008.

В каждой стране мира существует своя национальная система сертификации гостиничных услуг: по звездам, коронам, буквам и т.д. Система ISO не имеет никакого отношения к выше названным национальным классификациям. Быть сертифицированным по системе ISO не значит, что гостиница имеет 5 звезд. Гостиница может иметь и одну звезду, но у нее существует такая система управления качеством, которая позволяет ей в пределах одной звезды поддерживать постоянные стандарты качества.

Модель системы менеджмента качества, предлагаемая ISO, может существенно поднять уровень организаций, занимающихся услугами размещения. Однако в России нормативные документы в этой области устаревают и требуют доработки в соответствии со временем и экономической обстановкой в мире. ГОСТ Р 51185 – 98 «Туристские услуги. Средства размещения. Общие требования» был принят аж в январе 1999 года, а ГОСТ Р 50645 – 94 «Туристско-экскурсионное обслуживание. Классификация гостиниц» отменён вовсе.

В настоящее время наблюдается рост числа новых средств размещения, быстрый рост гостиничных корпораций, увеличение заключенных франчайзинговых соглашений, объединение обособленных гостиниц в консорциумы.

Особо смелым, но вполне реальным горизонтом в области услуг средств размещения являются идеи современных философов и учёных. Создаются модели так называемых «городов будущего», где в одном, громадного размера сооружении, можно будет представить практически весь спектр существующих и обозримых в будущем услуг. Примером может служить, как уже созданные (Тайбэй-101 на Тайване высотой 509,2 м, Всемирный финансовый центр в Шанхае - 419,7 метра, острова в гостиницы в Дубае), так и в процессе строительства («Башня Дубая», планируемая в высоту до 700 метров). «X-Seed 4000» - 4 000 метров, способный вмещать от 700 000 до 1 000 000 жителей, остается только в мечтах, так как этот проект уже не планируют осуществлять. А вот проект «Венера», разработанный Жаком Фреско технократический проект общественного строя, предполагает строительство экспериментальных городов и морских городов.

Гостиничный сервис является продуктом коллективного труда и зависит, с одной стороны, от вклада каждого сотрудника и общей

слаженности всех служб, а с другой стороны, от высших задуманных целей.

Таким образом, коллективная работа - это когда каждый из нас индивидуально хорошо выполняет свое дело, и все вместе работают на общее дело и конечный результат – удовлетворённого потребителя, а в конечном итоге и человеческое сообщество в целом.

УДК 002.2:005

## **СОЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ДОКУМЕНТОВ**

**Фролова И.Ю.**

**Научный руководитель: Ротенберг О.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Документы социальны по своей сущности, по своей природе. Социально значимым является в принципе любой документ, поскольку он порожден той или иной общественной потребностью. Знание функциональных особенностей документа, а в частности, изучение и знание социальной его функции, позволяет глубже проникнуть в социальную природу документа, а также способствует более эффективной организации практической работы с самой различной документированной информацией [1, с.49].

Кроме этого, в настоящее время в связи с большими объемами документов очень актуальной представляется проблема их сохранности и ценностного воспроизведения наиболее важных из них. Обеспечение сохранности социально важных документов является крупной научной проблемой, имеющей важное политическое, народнохозяйственное и социально-культурное значение.

В работе рассматриваются социальные функции документа и проблема сохранения социально важных документов с целью проникновения в социальную природу документа и повышения эффективности работы с документированной информацией.

Социальная природа документа самым тесным образом связана с функциями документа. Функциональный анализ документа дает возможность подвести теоретическую базу под рационализацию документооборота и отчасти – самого аппарата управления.

Под функцией документа понимается внутренне присущее ему целевое назначение, социально выработанный способ его употребления. Различные функции документа тесно взаимосвязаны и переплетены между собой. Также необходимо учитывать, что не существует документов, несущих лишь одну, строго очерченную функцию, в одном и том же документе наблюдается переплетение различных функций. Потому разграничить функции документа можно только условно, на теоретическом уровне, для

удобства их классификации и анализа.

Важнейшей информацией, которую содержит документ, является социальная, то есть информация о процессах, происходящих в обществе. Значение этой информации столь велико, что позволяет выделить самостоятельную функцию документа - социальную. Таким образом, социальная функция документа состоит в запечатлении, хранении и передаче именно социальной информации [2, с.45].

Социальную функцию отдельного документа следует рассматривать в ее отношении к социальной функции групп однотипных документов, относящихся к одному или к разным историческим периодам. Каждый документ должен быть вставлен в соответствующие пространственные и временные (событийные) рамки. Значение документа будет тем выше, чем объективнее в нем будет отражено функционирование общества и специфика его структуры.

Социальная функция документа – это также та или иная степень отражения в нем деятельности, места и роли данного человека в данной социальной структуре (например, справка с места работы дает информацию о месте данного человека в обществе).

«Величина» социальной функции документа зависит от объема (полноты) содержащейся в нем социальной информации, ее новизны (оригинальности), достоверности, своевременности и доступности.

Представляется интересным тот факт, что есть документы, которые лишь отражают процессы, происходящие в обществе, а есть и такие, которые сами влияют на общественное развитие. Последние как бы вдвойне социальны: они несут социальную информацию и одновременно играют конкретную роль в функционировании общественного механизма.

В том случае, когда оказывается, что рассматриваемый документ фальсифицирован, содержащаяся в нем информация не перестает быть социальной. Более того, такой документ может дать даже более существенную социальную информацию, чем подлинный. Когда выясняется, какой общественной потребностью была вызвана фальсификация, это проливает новый свет на характер данного общества, данной организации, отдельного человека. Если же фальсифицирован не сам документ, а информация, на которой он основан, то социальная функция таких документов как раз и состоит в том, чтобы ввести в заблуждение отдельных людей или общество относительно некоторых фактов [3, с.43].

В ходе исследования были проанализированы социальные функции документов заводимых в Кузнецком районном суде г. Новокузнецка уголовных и гражданских дел. Было выявлено, что рассматриваемые документы имеют общую для них социальную функцию – влияние на ход рассмотрения дела и на решение, выносимое судом. Кроме того, они несут специфические для каждого документа функции. Например, социальной функцией судебной повестки является обеспечение явки необходимых лиц на проводимые судом в ходе рассмотрения дела мероприятия. Некоторые

документы имеют двойную социальную функцию: показания свидетелей, потерпевших, подозреваемых информируя суд обо всех аспектах рассматриваемого дела, являются также и основой для привлечения к ответственности в случае дачи ложных показаний. Также в результате анализа было определено, что степень важности социальной функции рассматриваемых документов очень высока, так как они буквальным образом влияют на судьбы людей.

В ходе рассмотрения проблемы обеспечения сохранности социально важных документов были рассмотрены законодательная и нормативная база хранения документов: существует комплекс мер по организации и соблюдению режимов хранения, проводится проверка наличия и состояния дел, на особо ценные и уникальные документы создаются страховые копии. Кроме того было выяснено, что в настоящее время активно разрабатываются прогрессивные технологии автоматизированной обработки документов.

Также в данной работе были сопоставлены соответствующие меры, принятые законодательством и методы решения данной проблемы непосредственно в Кузнецком районном суде. В результате было определено, что ответственные за хранение документов и дел сотрудники суда осознают важность задачи их сохранения и действуют в связи с этим строго по установленным законодательством правилам. Помимо этого была выявлена следующая особенность: все дела Кузнецкого районного суда хранятся постоянно и непосредственно в здании суда, в государственный архив сдаются только описи дел.

Таким образом, в ходе работы был подтвержден факт важности изучения социальных функций документа и проблемы сохранения социально значимых документов.

#### Библиографический список

1. Документ в системе социальных коммуникаций [Текст]: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Томск: томский государственный университет, 2008. – 448с.
2. Ларьков Н.С. Документоведение [Текст]: учебное пособие / Н.С.Ларьков. – М.: АСТ: Восток-Запад, 2006. – 427с.
3. Илюшенко М.П. Функциональный анализ документа [Текст] // Делопроизводство. – 1999 – №2 – с.43-46.

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕТРИИ

**Сохорева А.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Сильвестров Ю.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

При техническом диагностировании опасных производственных объектов для контроля толщины широко применяется метод ультразвуковой толщинометрии (УЗТ). По результатам УЗТ определяют скорость коррозионного изнашивания стенок и устанавливают расчетом на прочность допустимый срок эксплуатации изношенных элементов, уровень снижения рабочих параметров или сроки проведения восстановительного ремонта.

В некоторых случаях коррозионный износ имеет локальный характер в виде язвы – отдельной раковины. В зависимости от поставленных задач, методом УЗТ можно измерять толщину объекта или глубину язвы. Особую важность представляют значения остаточной толщины объекта в местах, подверженных сплошной язвенной коррозии.

Было предположено, что на точность измерения глубины язвы влияют следующие факторы: диаметр язвы; форма; глубина; расстояние между кромками язв, расположенных по соседству; количество язв, расположенных по соседству; диаметр щупа ультразвукового толщиномера; толщина исследуемого объекта.

Для исследования влияния этих факторов был проведено исследование. На образцах располагались сверления, имитирующие язвы, параметры которых носят переменный характер. Определялось, как зависит точность измерений глубины язвы и толщины объекта, от выявленных факторов.

Измерение фактической глубины язв производилось индикаторной скобой с часовым механизмом, а измерение толщины образцов – ультразвуковым толщиномером ТАУ 332.

Проведенное исследование показало, что толщиномер дает ошибку измерения глубины при язвенной коррозии. Уменьшение ошибки измерения глубины язвы зависит от следующих факторов:

- уменьшении толщины объекта;
- увеличении глубины язвы;
- увеличении диаметра язвы;
- увеличении количества язв, расположенных по соседству;
- уменьшении расстояния между язвами;
- увеличении диаметра щупа;
- при переходе от конической формы язвы к плоской.

При неблагоприятном стечении обстоятельств, ошибка измерения

глубины язвы может достигать 98%. Ошибка значительно снижается при увеличении диаметра язвы в два раза и, если язва имеет плоское дно. Минимальная ошибка измерения глубины язвы составила 2%.

На уменьшение ошибки измерения толщины объекта влияют те же факторы, что и при измерении глубины язвы. При неблагоприятном стечении обстоятельств, ошибка измерения толщины объекта может достигать 34%. Минимальная ошибка равная 1% наблюдается при измерении в местах расположения сплошной язвенной коррозии.

Было проведено также исследование для измерения толщины объекта ультразвуковым дефектоскопом (УЗД), предназначенным для обнаружения внутренних дефектов. Предполагалось, что УЗД более точно измеряет толщину объекта.

Показано, что этот метод дает значительную ошибку при определении глубины язвы, достигающую 100%. Ошибка при измерении толщины образца составляет 40%. С помощью данного прибора можно точно определить толщину вне зоны расположения язв. С увеличением толщины объекта увеличивается точность показаний дефектоскопа.

В результате эксперимента установлено, что УЗТ может давать большую погрешность при измерении толщины объекта. Поэтому процессом необходимо управлять.

При наличии язвенной коррозии величина ошибки заранее не известна, поэтому необходимо прямое наблюдение размера и количества язв. При одностороннем доступе для этих целей следует использовать специальные приборы – эндоскопы, которые позволяют наблюдать внутреннюю поверхность практически в любых объектах. С его помощью можно измерить глубину язвы и на основе этого оценить остаточную толщину объекта.

УДК 005.6:620.1

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ТВЁРДОСТИ МЕТАЛЛОВ**

**Зайцева Е.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Сильвестров Ю.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Твёрдостью материала называют способность оказывать сопротивление механическому проникновению в его поверхностный слой другого твёрдого тела. Твёрдость является одной из наиболее распространенных косвенных характеристик, определяющих качество металлов и сплавов, возможность их применения в различных конструкциях и при различных условиях работы. Производство замеров твёрдости

является составной частью технического диагностирования. Процесс обычно осуществляется при помощи малогабаритных переносных приборов.

В настоящей работе исследовалось влияние некоторых факторов на изменчивость результатов измерений: человеческого, положения образца.

Для этого были проведены следующие эксперименты:

1) Для исследования человеческого фактора твёрдость одного образца была измерена одним прибором тремя разными дефектоскопистами по 30 раз.

2) Для исследования влияния положения образца было произведено по 30 замеров одного образца, одним прибором в трёх положениях: вертикальном, горизонтальном и под углом  $45^\circ$ .

При проведении измерений очень важно правильно оценить процесс - не допустить ошибку. Для этого необходимо определить разброс процесса.

Разбросом называется изменчивость повторных измерений одной и той же величины. Значительный разброс является одной из самых распространённых причин низкого качества данных.

Полученные данные были обработаны и оценен разброс при помощи стандартного отклонения.

Согласно паспорту твердомера ТЭМП 4, с помощью которого производились замеры, стандартное отклонение прибора составляет  $\pm 3\%$  от опорного значения, и равняется 6,6 НВ.

При проведении исследования было выявлено, что практический разброс процесса в обоих случаях больше паспортного: при измерении дефектоскопистами А, В, С он равняется 14,9 НВ, 27,4 НВ и 28,6 НВ соответственно; при измерении под углами  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  составил 14,9 НВ, 25,8 НВ и 24,3 НВ соответственно, из чего можно сделать вывод о меньшей чувствительности прибора, чем заявлено в паспорте и, безусловно, влиянии рассматриваемых факторов.

Результаты показывают, что практический разброс процесса под влиянием человеческого фактора получился больше, чем при изменении положения измеряемой поверхности. Это говорит о том, что из двух рассмотренных факторов, на результаты измерений большее влияние оказывает человеческий фактор.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ</b>	<b>3</b>
<b>Мухина Н.В.</b> Дуговая трещина в поле сдвига .....	3
<b>Кувшинникова Н.И.</b> Некоторые физико-химические характеристики железоуглеродистых расплавов при введении в них модифицирующих добавок .....	8
<b>Кувшинникова Н.И.</b> Получение цветных металлов (олово свинец) из промышленных и бытовых отходов и некоторые рекомендации по их использованию в технике и промышленных технологиях .....	14
<b>Горюшкина Ю.В., Цибизова И.С.</b> Термические константы плавления бромида эрбия (III) .....	18
<b>Котова Н.В., Белашева Л.В.</b> Механохимическое фосфорилирование древесины осины и ее основных компонентов пентаоксидом фосфора .....	23
<b>II. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ</b>	<b>27</b>
<b>Одинцов А.А.</b> Сокращение топливно-энергетических ресурсов при производстве агломерата .....	27
<b>Медведская О.О.</b> Утилизация цинкосодержащих пылей и шламов за доменными печами .	32
<b>Васильева Т.В., Калиногорский А.Н.</b> Использование техногенного и вторичного сырья при выплавке стали в конвертерах ОАО «ЗСМК» .....	37
<b>Алькова М.А.</b> Эффективность применения твердого топлива в кислородно-конвертерном процессе .....	42
<b>Матвеев М.В.</b> Математическое моделирование тепловых процессов при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей .....	45
<b>Алпеева О.В., Тихонов А.В., Холин И.А., Кичигина О.Ю.</b> Комплексное обогащение марганцевых руд .....	48
<b>Тайбичаков И.В.</b> Активность кислорода в металле .....	50

<b>Кузнецов Е.В.</b> Десульфурация металла .....	52
<b>Чужинова И.В., Жидкова Л.С., Романова И.В.</b> Кинетика процессов прямого восстановления железа .....	54
<b>Кондратенко В.С.</b> Определение выхода алюминия по току по формуле Гротхейма-Велча ..	56
<b>Шефер П.Ю.</b> Расчет температуры расплава при выплавке ферромolibдена .....	59
<b>Сецкая Г.В.</b> Нанотехнологии в производстве и применении карбида кремния .....	61
<b>Черганов Ю.В.</b> Анализ современного состояния производства и применения нанопорошков вольфрама .....	65
<b>Вишняков В.В.</b> Современные технологии производства и применения карбида бора: оценка и прогнозы .....	68
<b>Бондаренко И.С.</b> Анализ состояния производства и применения нитрида кремния .....	70
<b>Ващук Е.С., Вострецова А.В., Карпий С.В.</b> Влияние электронно-пучковой обработки на поверхность стали 45 после электровзрывного меднения .....	73
<b>Исаков А.В.</b> Возможность применения роботов при изготовлении сварных обечаек ..	76
<b>Бич А.Н.</b> Механизация контроля качества перехода дымовой трубы .....	79
<b>Волков С.В.</b> Освоение производства свариваемой холоднодеформированной арматуры класса в 500С на ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» .....	84
<b>Гагарин В.Е., Бухтин Н.В.</b> Основные направления совершенствования технологического процесса изготовления сварных металлоконструкций .....	87
<b>Беркович Р.Д., Зеленко М.С.</b> Совершенствование технологии плазменной наплавки закаливающими сталями .....	91
<b>Гришина Я.С., Федорович О.А.</b> Анализ состояния производства сварочных материалов в России за последние годы .....	94

<b>Рудаков Г.Ю.</b>	
Слежение за линией стыка при дуговой сварке .....	96
<b>Коротков Д.Г.</b>	
Разработка технологии ионно-вакуумного упрочнения ультразвукового инструмента .....	99
<b>Казанцев С.В.</b>	
Стабилизация глубины проплавления при дуговой сварке .....	101
<b>Подшивалов И.В.</b>	
Дефекты и контроль качества сварных соединений .....	105
<b>Панов С.С.</b>	
Применение коэффициентов несоответствия для расчета усилия прокатки .....	110
<b>Филиппова М.В., Бахаев А.В., Федоров А.А.</b>	
Применение шаровой заготовки для штамповки .....	113
<b>Прохоренко А.В., Деев В.Б., Цецорина С.А., Филинберг И.Н.</b>	
Об интенсификации ваграночного процесса .....	116
<b>III. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>118</b>
<b>Обухов Г.В., Богданович Л.Е.</b>	
Линейное расширение литого сплава Al-30Ni .....	118
<b>Медведев П.С.</b>	
Нитрид алюминия в технологиях настоящего и будущего .....	123
<b>Диденко М.Ю.</b>	
Перспективы производства и применения карбида титана .....	127
<b>Воробьева А.Г.</b>	
Производство и применение диборида циркония в современной технике	130
<b>Иванова Н.М., Копытько А.А.</b>	
Влияние нагрева и условий охлаждения на линейное расширение непрерывнолитого алюминия А7 .....	133
<b>Долгова С.В., Казей И.Г.</b>	
Влияние внешней среды на поведение высокочистого железа при термической обработке .....	137
<b>Волкова А.С., Ващенко А.Ю.</b>	
Об особенностях химико – термической обработки быстрорежущей стали Р6М5 .....	139
<b>Долгова С.В., Чевозёрова А.К.</b>	
Некоторые особенности влияния термической обработки на свойства железа 008ЖР .....	141

<b>Агиенко Н.Ю., Старостина М.А., Махонина Е.Н.</b> Влияние химико-термической обработки на линейное расширение чугунного алюминия А7 .....	143
<b>Старостина М.А.</b> Новый способ обработки расплава и его влияние на технологические и физические свойства алюминия и его сплавов .....	149
<b>Горшенин А.В., Дегтярёва И.В.</b> Влияние пластической деформации на линейное расширение сплава AL – 11% Si .....	153
<b>Слюняева Е.В., Морозова Е.Л., Первакова Е.В.</b> Влияние пластической деформации на линейное расширение сплава AL-30%Si .....	157
<b>Богданович Л.Е.</b> Влияние деформации на линейное расширение эвтектических силуминов, легированных бериллием и свинцом .....	160
<b>Джемела П.В., Передерей С.В., Лейманн Е.С.</b> Об особенностях влияния химико-термической обработки на линейное расширение серого чугуна СЧ 20 .....	164
<b>Бессонова Т.И., Говоркова Н.В., Романов Н.А.</b> Использование водополимерной среды Термовит-М при закалке стали марки 30ХГСА .....	167
<b>Лисовенко Н.Н.</b> Экспертизное исследование структуры металла стали 09Г2С .....	171
<b>IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ .....</b>	175
<b>Одинец С.А, Пинаев К.В.</b> Автоматизация поточно-транспортной системы углеобогадательной фабрики .....	175
<b>Шилов М.А.</b> К оцениванию пропускной способности термического подразделения авиационного предприятия .....	179
<b>Миронова Е.В.</b> Об использовании Н-распределения при подсчете количества рейтинг- баллов для определения стимулирующих надбавок преподавателям .....	184
<b>Алёшина Е.В.</b> Расчет фрактальной размерности зависимости количественных показателей микроструктуры высокопрочного чугуна от параметров термической обработки .....	187

<b>Евтушенко А.Е.</b> Применения волновой теории Элиота для выявления системных закономерностей функционирования производственного предприятия ..	189
<b>Русакова Е.П.</b> Алгоритм распознавания номеров вагонов автоматизированной системы учета грузоперевозок ОАО «ЗСМК» .....	191
<b>Чистякова О.В., Бердова О.В.</b> Модернизация автоматизированной системы слежения и раскрытия металла на линии «Блюминг-НЗС» .....	195
<b>Голубева Д.В., Башмакова А.А.</b> Разработка программ управления механизмами перемещения заготовок в методической печи .....	199
<b>Башмакова А.А., Голубева Д.В.</b> Разработка экранных форм для АСУ нагревом заготовок .....	202
<b>Куропаткин Р.К.</b> Использование технологий для повышения эффективности усвоения учебного материала .....	205
<b>Нюняев А.Е.</b> Оптимизация режимов обжаривания в клетях листопрокатного цеха .....	209
<b>Соколова Н.Б.</b> Виртуальная приемная комиссия вуза .....	212
<b>Максимова Н.Н.</b> Прогнозирование показателей травматизма с помощью нейронных сетей .....	216
<b>Потехин М.В.</b> О модернизации подсистемы обмена текстовыми сообщениями между сотрудниками АКБ «БСТ-Банк» .....	222
<b>Стафиевский А.Ю.</b> О модернизации АИС электронного документооборота пенсионного фонда РФ .....	225
<b>Жердева Ю.Ю.</b> О комплексном многовариантном подходе при анализе биржевой информации .....	228
<b>Фадеева А.Е.</b> Методы и алгоритмы интеллектуального анализа данных в составе АИС «Социально-гигиенический мониторинг» .....	232
<b>Абалакин М.Р.</b> Информационно-обучающий Интернет-ресурс МОУ «Средняя образовательная школа №60» .....	238

<b>Добрынин А.С.</b>	
О концепции активной системы синтеза вузовских расписаний .....	243
<b>Углев В.А.</b>	
Проблема возможности применения контролирующего программного обеспечения для организации обучающего тестирования .....	248
<b>Агеев Д.А.</b>	
Анализ процедур расчета коэффициентов линейных моделей кислородно-конвертерного процесса .....	252
<b>Силукова А.А.</b>	
Автоматизированная система «Точно в Срок» учета легирующих материалов для литейного производства ОАО «НКАЗ» .....	258
<b>V. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>261</b>
<b>Макиенко А.В.</b>	
Проблема избыточных связей в планетарных механизмах .....	261
<b>Фомин А.С.</b>	
К вопросу об образовании ассуровых и неассуровых механизмов второго семейства .....	264
<b>Полосухин А.В.</b>	
Аналитические основы структурного синтеза механизмов с параллельными ветвями .....	268
<b>Князев А.С.</b>	
К обоснованию принципа модернизации гидродомкратов шахтных механизированных крепей .....	272
<b>Макаров А.В., Горяшин В.В.</b>	
Кинематика механизмов с шестиугольным замкнутым изменяемым контуром .....	275
<b>Заболкин К.В.</b>	
К разработке рационального резьбового соединения .....	279
<b>Покровская О.Д.</b>	
Функции накопительно-распределительных терминалов .....	282
<b>Покровская О.Д.</b>	
Концепция использования терминальных технологий в товародвижении .....	288
<b>Покровская О.Д.</b>	
Концепция логистического аутсорсинга в металлургической промышленности: региональные логистические центры .....	293
<b>Покровская О.Д.</b>	
Роль автотранспорта в грузовых перевозках .....	298

<b>Покровская О.Д.</b>	
Работа транспортной системы России в условиях рыночных отношений	302
<b>Дмитриев В.В.</b>	
Об использовании виртуальных кинематических пар при структурном синтезе кинематических цепей	306
<b>Диянкова Л.В.</b>	
Повышение эффективности работы паровоздушного ковочного молота	315
<b>Шерстюк А.В.</b>	
Кинематическое исследование шестизвенного плоского механизма с двумя гидродомкратами	318
<b>Сараханова Е.В.</b>	
Экспериментальное определение зависимости «сила-внедрение» при ударном разрушении хрупких сред	320
<b>Нагибин А.В.</b>	
Обоснование схемы многоударного кулачкового механизма	323
<b>Беккер В.В.</b>	
Транспортное обслуживание топливно-энергетического комплекса (на примере Кузбасса)	326
<b>Гнездилов В.К.</b>	
Передаточные отношения пространственно винтовых механизмов (ПВМ)	331
<b>Андреева Я.А.</b>	
Анализ структуры планетарных механизмов	334
<b>VI. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. СЕРТИФИКАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ</b>	<b>337</b>
<b>Косарева И.В.</b>	
Возможности повышения качества продукции	337
<b>Юрченко М.В.</b>	
Новые подходы к стандартизации в России	339
<b>Никитина И.С.</b>	
Анализ концепции развития национальной системы стандартизации	342
<b>Осокина М.В., Осипова Ю.А.</b>	
Сертификация пищевых продуктов и их безопасность	346
<b>Беляева Н.</b>	
Стандартизация туристских услуг	348
<b>Колесникова А.И.</b>	
Система экологического менеджмента в России	351

<b>Фоломкина М.А.</b>	
Совершенствование процесса внутреннего аудита систем менеджмента на ОАО «ЗСМК» .....	356
<b>Макарова Д.В.</b>	
Особенности уравнения Лэнгмюра для экспериментального определения давления насыщенного пара жидких металлов .....	358
<b>Апасьева Е.В.</b>	
Требования к качеству туристского продукта .....	360
<b>Лакиза О.Е.</b>	
Стандарты ИСО серии 9000 и концепция устойчивого развития .....	364
<b>Вастьянова А.В.</b>	
Техническое регулирование в сфере услуг .....	366
<b>Ельцов В.П.</b>	
Интеграция социальной ответственности в системе менеджмента качества .....	369
<b>Косенок О.В.</b>	
Сертификация алмазного и абразивного инструмента .....	372
<b>Кузина Н.В.</b>	
Организация городского строительства в условиях технического регулирования .....	375
<b>Засухина Е.В.</b>	
Конкурентоспособность продукции отечественного производителя в условиях кризиса .....	377
<b>Тутынин А.В.</b>	
Инновационный подход в стандартах ISO серии 9000:2008 .....	378
<b>Симоконь А.И.</b>	
Новые подходы к аккредитации в Российской Федерации .....	381
<b>Фадина И.В.</b>	
Концепция устойчивого развития .....	384
<b>Осокин Е.А.</b>	
Стандартизация услуг средств размещения .....	387
<b>Фролова И.Ю.</b>	
Социальные функции документов .....	390
<b>Сохорева А.А.</b>	
Управление процессами ультразвуковой толщинометрии .....	393
<b>Зайцева Е.А.</b>	
Исследование влияния различных факторов на результаты замеров твёрдости металлов .....	394

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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Часть III**

*Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых*

**Выпуск 13**

Под общей редакцией Мышляева Л.П.

Технические редакторы Ознобихина С.П.  
Морина Г.А.

Компьютерная верстка Морина А.С.

Издательская лицензия № 01439 от 5.04.2002 г.

Подписано в печать \_\_\_\_\_

Формат бумаги 60-84 1/16. Бумага писчая, ризография.  
Усл.печ.л. 23,92 Уч.-изд.ли. 25,49 Тираж 300 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Издательский центр СибГИУ