

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

**Материалы 75-й международной
научно-технической конференции**

Том 1

Магнитогорск
2017

Редколлегия:

Председатель редколлегии	проф., д-р техн. наук В.М. Колокольников
Зам. председателя редколлегии	проф., д-р техн. наук М.В. Чукин
Зам. председателя редколлегии	проф., д-р техн. наук Г.С. Гун
Главный редактор	канд. техн. наук Ю.В. Короткова
Ответственный редактор	канд. техн. наук С.В. Пыхтунова

канд. ист. наук О.А. Голубева;	доц., канд. пед. наук Н.В. Кузнецова;
доц., канд. ист. наук Н.Н. Макарова;	канд. техн. наук Е.Г. Нешпоренко;
доц., канд. техн. наук Н.А. Осинцев;	канд. техн. наук А.С. Харченко,
доц., канд. филос. наук Э.П. Чернышова;	доц., канд. техн. наук М.В. Шубина

*Сборник входит в базу данных
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)*

Актуальные проблемы современной науки, техники и образования:
материалы 75-й международной научно-технической конференции.
Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова,
2017. Т.1. 331 с.

В сборнике представлены доклады победителей конкурса на лучший доклад 75-й научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ 2016–2017 гг.

© Магнитогорский государственный
технический университет
им. Г.И. Носова, 2017

УДК 622.271

**В.С. Великанов, И.Г. Усов, А.В. Козырь, Е.Ю. Мацко, А.А. Абдрахманов,
И.И. Усов, Д.Ю. Медведев**

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРТИН ОБЗОРНОСТИ С РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ЭКСКАВАТОРА СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AUTODESK INVENTOR

Аннотация. Моделирование обзорности с рабочего места оператора карьерного экскаватора позволяет определить оптимальную конструкцию кабины и рабочего пространства оператора. В работе произведено моделирование картин обзорности средствами программного комплекса Autodesk Inventor и предложено конструктивное решение, определяющее эффективность выполнения операций экскаваторного цикла.

Ключевые слова: экскаватор, обзорность, объект наблюдения, моделирование.

Обзорность один из основных эргономических показателей управляемости карьерного экскаватора, влияющий на информационную поддержку и подготовку оператора к принятию решений. Совершенствование методов по определению обзорности, освещенности рабочих пространств и компоновки рабочего места оператора как составляющих управляемости экскаватора определяется необходимостью в поддержании конкурентоспособности отечественных образцов экскаваторной техники [1-4].

В ГОСТ 12.2.130-91 закреплена базовая методика «Построение картин обзорности с рабочего места машиниста экскаватора». Для оценки обзорности строятся картины круговой обзорности из условной точки зрения машиниста, которые представляют собой плоское отображение сферической картины контуров остекления, конструктивных элементов экскаватора и объектов наблюдения.

В исследованиях [5, 6] обзорность моделируется с условной j -ой точки зрения с учетом естественного отклонения оператора экскаватора в пределах физиологически рациональной позы. При оценке обзорности для каждого объекта наблюдения принимается одна или несколько точек зрения с естественным отклонением, при которых обеспечивается лучший обзор.

За меру обзора каждого объекта наблюдения принимаем коэффициент обзора K_o , изменяющийся от 0 до 1. Обзор объектов наблюдения выражается поверхностью, линией или углом. Коэффициент обзора поверхности или линии определяется как отношение площади или линии видимой части объекта к общей его площади или линии необходимого обзора. Для точечных объектов коэффициент обзора равен единице, если объекты находятся в поле зрения, и нулю, если – вне поля зрения [5].

Объекты наблюдения на карьерных экскаваторах делятся на две группы: объекты преимущественного и периодического наблюдения.

Относительно карьерного экскаватора будем считать, что качество обзорности и видимости заданных объектов наблюдения с рабочего места оператора карьерного экскаватора зависит от положения кабины относительно стрелы и кузова, площади остекления, размеров стекол, ширины и числа перемычек.

На основе анализа существующих конструкций кабин карьерных экскаваторов, а также патентный поиск новых решений по совершенствованию обзорных качеств кабин позволили разработать механизм для повышения их обзорности, состоящий из опорного основания, на котором закреплены два параллельно расположенных ножничных механизма с гидроприводом, подъемной платформы и модульной кабина. Конструкция механизма позволяет изменять положения кабины в вертикальной и в горизонтальной плоскостях. Управление движением кабины осуществляется с помощью смонтированного в ней выносного пульта [7].

В программном комплексе Autodesk Inventor разработан виртуальный 3D-прототип кабины карьерного экскаватора на базе рабочих чертежей серийно выпускаемого ЭКГ-5А и 3D-прототип ножничного механизма, что позволило определить основные геометрические параметры механизма: высоту подъема, вылет, длины рычагов, ход цилиндров подъема (рис. 1).



Рис. 1. Моделирование в программном комплексе Autodesk Inventor механизма рычажного типа с модульной кабиной

Исходные данные для моделирования картин обзорности принимаются следующие: объекты наблюдения – экскаваторный забой и средства транспорта горной массы; положение кабины; положение рабочего места и оператора; конфигурация оконных проемов.

Для обоснования последующего выбора уровня и позиции взгляда оператора при сравнении картин обзорности необходимо установить события, которые воспроизводятся посредством программного комплекса, в данном случае интерес представляют одни из основных операций экскаваторного цикла, а именно: основным полем обзора оператора карьерного экскаватора является область экскаваторного забоя и погрузка в автосамосвал.

Анализ результатов моделирования проводился посредством сравнения картин обзорности из кабины при ее стандартном положении и при использовании механизма рычажного типа. За счет реализации конструктивного решения обеспечивается 100% обзор кузова автосамосвала и ковша, что касается обзора в стандартном размещении кабины, то обзор кузова составляет – 0,75 (рис. 2).

Внедрение данного технического решения позволит оператору контролировать не только высоту ковша относительно кузова при разгрузке, но и минимизировать силу удара горной массы по днищу, а также увеличит визуальную информативность загрузки автосамосвалов в соответствии с паспортом. В результате использования механизма на 3–5% повысится средняя загрузка автосамосвалов в соответствии с паспортом.

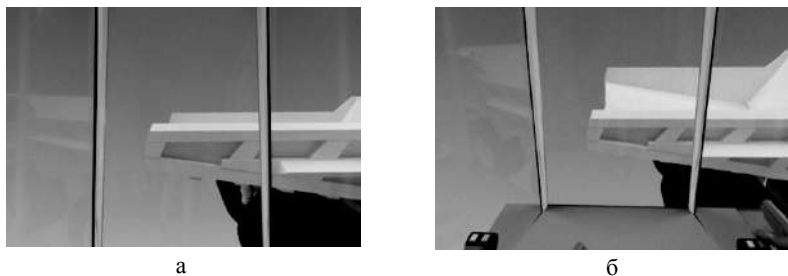


Рис. 2. Моделирование картин обзора:
а – картина обзорности при стандартном положении кабины;
б – картина обзорности кабины при подъеме

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что резервом повышения производительности карьерных экскаваторов является разработка и внедрение конструкторских решений с учетом требований обзорности. Созданный механизм рычажного типа позволяет улучшить обзорность с рабочего места оператора карьерного экскаватора объектов преимущественного и периодического наблюдения. Фактическая производительность карьерных экскаваторов может быть увеличена на 10–15 %.

Список литературы

1. Великанов В.С. Использование нечеткой логики и теории нечетких множеств для управления эргономическими показателями качества карьерных экскаваторов // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во «Горная книга», 2010. № 9. С. 57-62.
2. Великанов В.С., Шабанов А.А. Метод анализа иерархий в установлении значений весовых коэффициентов эргономических показателей карьерных экскаваторов // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: сб. науч. тр. Тула: ГОУ ВПО «ТулГУ», 2012. Т1. С. 238-244.
3. Velikanov, V.S. Evaluation and management ergonomic mining machines and complexes based on fuzzy-set approach // European Science and Technology: 4th International scientific conference. Munich. 2013. pp. 370-377.
4. Шабанов А.А., Великанов В.С. О перспективах исследований в области эргономического обеспечения отечественных карьерных экскаваторов // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 4. Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. С. 19-29.

5. Груздева Н.Н., Хомякова Л.П., Хусаинов В.Г. Построение картин обзорности с рабочего места машиниста экскаватора // Горная промышленность. – 2002. №3. С. 7-9.

6. Великанов В.С. Повышение эффективности эксплуатации карьерных гусеничных экскаваторов с оборудованием «прямая механическая лопата» Дис. канд. техн. наук. – Екатеринбург, 2009. 118 с.

7. Один из подходов в реализации требований обзорности в конструкциях экскаваторов / В.С. Великанов, А.В. Козырь, И.Г. Усов, И.А. Гришин, К.В. Бурмистров // Горная промышленность. 2016. № 6. С. 47-48.

УДК 621.86

Е.Ю. Мацко, И.Г. Усов, В.С. Великанов, М.Ю. Харламов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОСХЕМЫ МЕХАНИЗМА ВЫНОСНЫХ ОПОР АВТОМОБИЛЬНОГО КРАНА КС-5479

Аннотация. Рассмотрен вопрос автоматизации системы гидропривода механизма выдвижения выносных опор автомобильного крана КС-5479. Представлена имитационная модель усовершенствованного гидропривода механизма выдвижения опор и новая электрическая схема его управления. В модели учитываются два механических процесса: выноса и выдвижения опор. Разработанная новая схема гидропривода была смоделирована и отработана ее функциональность в программе Fluid SIM Hydraulics. Использование новой гидравлической схемы позволяет автоматизировать процесс установки крана в рабочем положении и исключить потерю устойчивости крана при выполнении рабочих операций, что существенно повышает безопасность выполнения работ.

Ключевые слова: кран автомобильный, привод выдвижения выносных опор, привод вывешивания крана на выносных опорах.

В настоящее время при производстве работ с использованием подъемных сооружений все большее внимание уделяется требованиям безопасности проведения работ [1]. Уровень технического совершенства современных машин в значительной мере зависит от системы приводов, в том числе автоматизированные приводы [2]. Такие требования предъявляются как для вновь проектируемых машин, так и для машин существующего парка, которые в процессе эксплуатации подвергаются модернизации.

Благодаря развитию современных компьютерных технологий, инженеры имеют возможность проектировать оборудование и его отдельные элементы, а также прогнозировать их работу без реального построения. С использованием специального программного обеспечения, составляются различные схемы машин и его отдельного оборудования. Использование таких программ позволяет существенно сократить время на разработку и модернизацию оборудования, а также проверить их работоспособность, что исключает возникновение поломок, приводящим к нежелательным и серьезным последствиям.

Одной из таких программ является русскоязычная версия программы FluidSIM (фирмы Festo Didactic GmbH & Co. KG), предназначенной для моделирования и анимационного представления пневматических, гидравлических, электрических и комбинированных систем. В процессе расчета переходных процессов получающиеся результаты могут быть выведены прямо на схеме исследуемой системы в виде чисел или графиков, а также сохранены с последующей записью их на электронных носителях [3].

Одной из достаточно распространенных моделей автомобильного крана в Российской Федерации является модель КС-5479. Данная модель автомобильного крана выпускается ОАО «Могилевский завод транспортного машиностроения» г. Могилев, Республика Беларусь. Имея грузоподъемность 15 тонн и телескопическую стрелу длиной от 9,5 до 30,1 метров без гуська кран обладает хорошей маневренностью, удобен в работе и несложен в обслуживании.

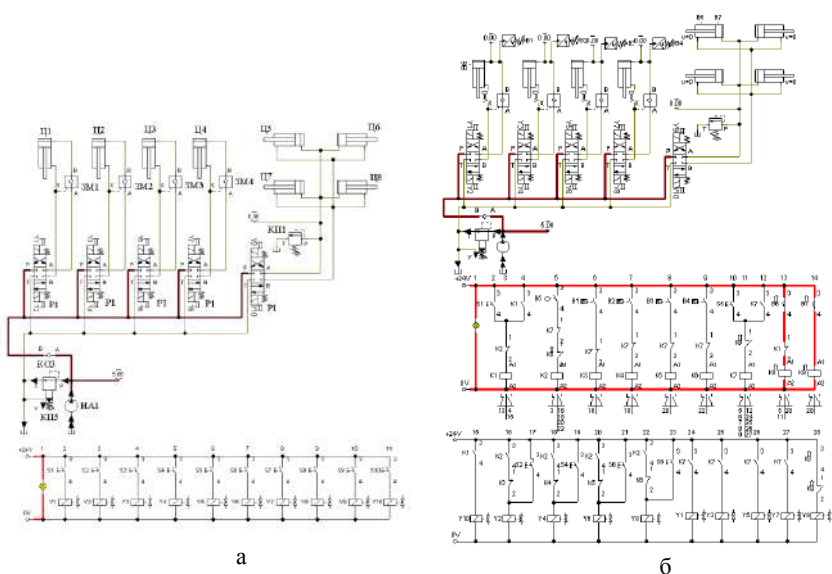
Анализ работы данного автомобильного крана показал, что одними из основных механизмов, обеспечивающими устойчивость крана при работе, являются приводы выдвижения выносных опор и вывешивания крана на этих опорах. Установка крана перед работой и контроль положения в процессе работы осуществляется в ручном режиме по указателям угла наклона крана (креномерам): основной установлен на неповоротной части возле органов управления выносными опорами, а выносной – на поворотной платформе в кабине крановщика. Такой контроль положения крана может зависеть от субъективных факторов: опытность крановщика и возможная неисправность кренометров. Кроме этого, в работе гидропривода выносных опор возможна просадка штока гидроцилиндра под номинальной нагрузкой. Работа крана при этом не допускается.

Исходными данными для построения имитационной модели являются следующие параметры: диаметры поршня и штока, длина хода штока гидроцилиндра, позиции штока гидроцилиндра при движении звена, движущаяся масса на гидроцилиндре, приведенная сила к штоку гидроцилиндра, учитывающая силы инерции и тяжести звеньев рычажной системы данной степени подвижности, расход в гидросистеме, давление в гидросистеме, потери давления на гидроаппаратах при номинальном давлении, физические свойства рабочей жидкости, диаметры трубопроводов, потери давления в них.

На схеме *а* представлены гидравлическая и электрическая схемы механизма выдвижения опор и вывешивания балок выносных опор, составленные с использованием инструментария программы FluidSIM Hydraulics. Гидроцилиндры Ц1÷Ц4 с гидрозамками 3М1-3М2 служат для выдвижения выносных опор, гидроцилиндры Ц5÷Ц8 раздвигают выносные опоры. Управление распределителем Р1 выносных опор осуществляется оператором вручную с помощью кнопок, от которых включается каждый электромагнит распределителя. Выставление выносных опор крана осуществляется по креномерам. Включение электромагнитов Y1, Y3, Y5, Y7, Y9 осуществляется с помощью кнопок S1, S3, S5, S7, S9 (рабочий ход). Включение электромагнитов Y2, Y4, Y6, Y8, Y10 осуществляется с помощью кнопок S2, S4, S6, S8, S10 (обратный ход). Данная схема управления подразумевает постоянный контроль над системой управления со стороны оператора.

Новая разработанная схема управления (схема *б*) позволяет автоматизировать процесс управления гидроприводом выдвижения выносных опор. Для этого для гидроцилиндров ГЦ1÷Ц4 устанавливаются реле давления РД1÷РД4 и конеч-

ный выключатель В6 (датчик начального положения гидроцилиндров). Также для гидроцилиндров ГЦ5÷ГЦ8 устанавливаются конечные выключатели В5 и В7, ограничивающие крайние положения механизма раздвижения выносных опор.



Имитационная модель гидравлической и электрической схем
выдвижения опор и вывешивания балок выносных опор

Выдвижение штоков гидроцилиндров ГЦ1÷ГЦ4 и давление в поршневой полости контролируются с помощью реле давления РД1÷РД4, настроенных на давление: $p_n = \frac{G_{кр}}{4S_n}$, где $G_{кр}$ – вес крана, S_n – площадь поршня гидроцилиндров выносных опор.

При достижении давления p_n в полости какого-либо гидроцилиндра выдвижения выносных опор замыкается соответствующий контакт реле давления в электрической схеме, переключая распределитель данной опоры в нейтральное положение (опора выставлена). Аналогичным образом осуществляется выдвижение всех опор.

Предложенная схема управления позволяет: автоматизировать процесс выдвижения выносных опор крана; снизить вероятность аварийного выхода из строя исполнительных механизмов привода выносных опор крана.

Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых исполь-

зуются подъемные сооружения" (в ред. Приказа Ростехнадзора от 12.04.2016 № 146). Утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ N 533 от 12 ноября 2013 г.

2. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов. М.: 1991. 384 с.

3. Абдрахманов А.А., Усов И.И., Великанов В.С. Проектирование гидравлической схемы механизма подъема кабины карьерного экскаватора программой FluidSIM Hydraulics из пакета Festo Didactic. Сборник проектов международного интеллектуального конкурса студентов и аспирантов. Россия, Москва, 25 декабря 2016 г. – М.: РусАльянс Сова, 2016.

УДК 656.13:504

Е.В. Казармщикова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрены факторы транспортной деятельности, которые негативно влияют на экологию. Приводятся статистические данные о воздействии транспорта на окружающую среду. Сделан вывод, что для достижения устойчивого развития транспортно-логистических систем необходимо разработать систему показателей оценки устойчивого развития.

Ключевые слова: экологические факторы, устойчивое развитие, окружающая среда, транспортно-логистические системы, отходы, потребление энергии, выбросы загрязняющих веществ, логистика.

Концепция устойчивого развития предполагает учёт экологических факторов. По мнению большинства учёных [1-4] устойчивое развитие предполагает баланс экономических, социально-культурных и экологических аспектов. На основе источников [5, 6] автором была разработана схема влияния транспортного сектора на составляющие устойчивого развития (рис. 1).

Значение транспортно-логистического комплекса в экономике связано с повышением благосостояния общества. Наряду со всеми преимуществами, деятельность транспортно-логистических систем наносит вред окружающей среде. Экологические факторы, которые появляются в результате деятельности транспортного комплекса, делятся на факторы, появляющиеся при строительстве транспортной инфраструктуры и при эксплуатации транспортных систем [4], включают в себя на вредные выбросы (отходы), энергопотребление и физическое воздействие на биосферу.

При строительстве дороги транспортной инфраструктуры происходит отвод земель и отчуждение земельных участков. За период с 2010 по 2014 г. площадь земель, изъятых из продуктивного оборота под транспортную инфраструктуру, увеличилась на 138,9 тыс. га [7].



Рис. 1. Влияние транспортного сектора на составляющие устойчивого развития

С 2010 по 2015 год общее количество накопленных в России отходов выросло на 35,5 % [8]. В их составе 15-20% занимают транспортные отходы. К экологическим факторам, связанным с транспортными отходами, относятся: загрязнение почв, воздуха и водоёмов, риск самовозгорания отходов.

Конечное потребление энергии в транспортном секторе в 2014 году составляло около 25%. Энергопотребление зависит от вида транспорта. Автотранспорт потребляет около 85% от энергозатрат транспортной отрасли, авиационная отрасль – 8%, водный транспорт – 7%, железнодорожный транспорт – примерно 6% [9].

Объём вредных выбросов от транспорта за период с 2010 по 2015 год увеличился (рис. 2)[10, 11].

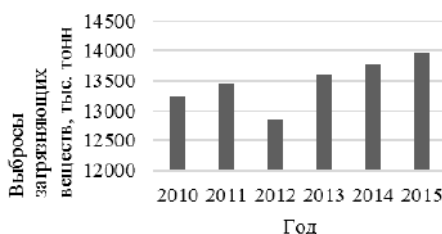


Рис. 2. Динамика выбросов вредных (загрязняющих) веществ транспорта

Шумовое воздействие – это экологический фактор, который оказывает неблагоприятное влияние на состояние окружающей среды и самочувствие людей [11]. Интенсивность воздействия шума зависит от вида транспорта. Так, легковой автотранспорт издаёт шум 70-90 дБ, железнодорожный транспорт – 95–100 дБ. Норма допустимого уровня шума равна 70 дБ. Уровень шума от деятельности транспортных средств превышает допустимый уровень [12].

Таким образом, экологические факторы в деятельности транспорта могут быть опасны для здоровья людей и иметь влияние на жизнь будущих поколений, содействуя изменению климата. Актуальным вопросом является принятие таких решений, которые позволяют достигнуть наибольшего эффекта от транспортной деятельности при минимизации экологического ущерба [13].

В связи с этим увеличивается значимость экологической безопасности транспорта. Растёт потребность в исследованиях в области использования концепции устойчивого развития при разработке мероприятий по повышению эффективности функционирования транспорта. Одной из основных задач в этом направлении является разработка системы показателей оценки устойчивого развития транспортно-логистических систем.

Список литературы

1. Litman T. Well Measured: Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute. 2015 [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>
2. Lederwasch A. Mukheibir P. The Triple Bottom Line and Progress toward Ecological Sustainable Development: Australia's Coal Mining Industry as a Case Study // Resources 2013, 2, P. 26-38.
3. Alhaddi H. Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review // Business and Management Studies 1, No. 2. 2015. P. 6 – 10.
4. Рахмангулов А.Н., Орехова Н.Н., Осинцев Н.А. Концепция системы повышения квалификации преподавателей в области экологического образования на основе логистической модели устойчивого развития // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. №1. С.4-18.
5. Журавская М.А. «Зелёная» логистика – стратегия успеха в развитии современного транспорта // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2015. № 1 (25). С. 38-48.
6. Проект Концепции экологической безопасности транспортного комплекса РФ.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://niiat.ru/activity/Raboti_2011_2013.ppt
7. Росреестр. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/>
8. Центр по эффективному использованию энергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cenef.ru>
9. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». №5, май 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://journal.esco.co.ua/2012_5/art222.html
10. Дудкин Е.П., Суровцева О.Б., Коклева Н.Е. Пути решения экологических проблем на городском транспорте //Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. №1. С.19-24.
11. Пыталева О.А., Фридрихсон О.В., Бердашкевич С.М. Исследование экологического аспекта при организации транспортных потоков в городах (на примере города Магнитогорска) // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. №1. С.58-64.
12. Половинкина Ю.С. Шумовое загрязнение окружающей среды урбанизированных территорий (на примере города Волгограда) // Научный журнал КубГАУ, № 76(02), 2012.

13. Харченко О. И. Исследование подходов к повышению эффективности функционирования подразделений железнодорожного транспорта с позиции устойчивого развития // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2014. №4 (52).

УДК 656.13.056

М.Г. Ломакина

ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Аннотация. В статье представлен анализ существующих систем и методы светофорного регулирования. Сделан вывод, что необходимая система управления дорожным движением, основанная на машинном обучении, которая будет учитывать не только стандартные параметры транспортного потока, но также ряд дополнительных факторов, оказывающих значимое влияние на параметры транспортных потоков в городах.

Ключевые слова: светофор, транспортный поток, равномерное движение, телематика, светофорное регулирование, метод Вебстера, график «Путь – время», TRANSYT, MOTION, BigData.

Каждый год в России увеличивается численность транспортных средств, вследствие этого повышается интенсивность и плотность транспортных потоков на дорогах. Это приводит к возникновению заторов, снижению скорости транспортного потока, увеличению дорожно-транспортного травматизма, усилению негативного влияния транспорта на окружающую среду. Так, в России за 2016 год произошло 142437 ДТП, пострададо 197627 человек, аза период 2000–2016 гг. транспортом было выброшено 442485 тысяч тонн загрязняющих веществ.

Анализ статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) и их причинах позволяет сделать вывод о том, что при увеличении скорости движения транспортных средств повышается тяжесть ДТП, но чем ниже скорость и больше заторов, тем сильнее загрязняется окружающая среда. Данные проблемы предполагается решать с помощью мероприятий, направленных на обеспечение равномерного продвижения транспортного потока с оптимальной скоростью.

Современный способ решения данной задачи – использование систем транспортной телематик. Для устранения заторов эффективнее всего использовать систему управления дорожным движением [1]. Оборудование улично-дорожной сети техническими средствами оперативного регулирования транспортных потоками, например, динамическими дорожными знаками и световыми табло, требует значительных капитальных затрат, поэтому на первом этапе совершенствования систем регулирования транспортных потоков предлагается модернизировать существующие современные светофорные объекты [2].

В результате анализа существующих систем светофорного регулирования были выделены их основные виды (рисунки) и определены наиболее распространённые инструменты (таблица) [3].



Виды светофорного регулирования

Инструменты светофорного регулирования

Инструмент светофорного регулирования (метод, система)	Расчетная формула	Исходные данные
Метод Вебстера	$d = 0,9 \left[\frac{c(1-g/c)^2}{2[1-(g/c)x]} + \frac{x^2}{2q(1-x)} \right]$	d – средняя задержка за цикл, с; c – длина цикла регулирования, с; g – эффективная длительность зеленого сигнала, с; q – интенсивность прибытия; x – степень насыщения [4].
График «Путь-время»	$tg_{\alpha} = \frac{V_p \cdot M_{\Gamma}}{3,6 \cdot M_B}$	M _в – вертикальный масштаб (число метров в секунде); V _p – расчетная (рекомендуемая) скорость движения в км/ч; M _г – горизонтальный масштаб [5].
Система TRANSYT	$PI = \sum_{i=1}^N \left(w \cdot w_i \cdot d_i + \frac{K}{100} \cdot k_i \cdot S_i \right)$	K – общая цена 100 рси ¹ -остановок; d _i – задержка на улице i [6]; N – количество улиц (звеньев сети); k _i – количество остановок, взвешенное на улице i; W – цена среднего рси-часа задержки; S _i – количество остановок на улице i [7].
Система MOTION	$d = \frac{1}{A(t)} \cdot \int_0^T Q(t) dt$	Q(t) – текущее количество транспортных средств в системе d – средняя задержка транспортных средств, в течение периода [0, T]; A(t) – кумулятивное число прибытий.

Недостатком существующих систем светофорного регулирования является неспособность комплексно оценивать весь набор параметров, характеризующих транспортные потоки и принимать на основе этого анализа точные решения [8].

¹Рси – это единица измерения, показывающая задержку отдельного легкового автомобиля.

Ни одна из изученных систем не обеспечивает сбор данных о параметрах транспортных потоков и не позволяет прогнозировать эти параметры на основе анализа накопленных данных [9].

Обоснована необходимость и возможность создания принципиально новой системы светофорного регулирования, основанной на прогнозировании параметров транспортных потоков, которая сможет оперировать не только стандартными данными (интенсивность потока, скорость потока, плотность потока), но и такими данными, как время в пути, количество незапланированных остановок, расход топлива, износ транспортных средств, состояние улиц и дорог, погодные условия. С помощью новой системы предполагается повысить равномерность транспортных потоков в городах, уменьшить число ДТП и снизить объем выбросов вредных веществ [10].

Список литературы

1. Власов В.М., Ефименко Д.Б., Богумил В.Н. Транспортная телематика в дорожной отрасли // учебное пособие. М.: МАДИ, 2013. 80 с.
2. Новиков А.Н, Голенков В.А., Баранов Ю.Н., Катунин А.А, Бодров А.С. Совершенствование дорожной сети для повышения их пропускной способности с использованием средств транспортной телематики // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. №6. С. 128-139.
3. Агафонов А.А., Мясников В.В. Алгоритм оценки времени прибытия общественного транспорта с использованием адаптивной композиции элементарных прогнозов // Компьютерная оптика. 2014. Т.38. С. 356-368.
4. Алферова И.Д., Городокин В.А. О проблемах применения методики Ф. Вебстера при расчете цикла работы светофорного объекта на перекрестках // Журнал Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2015. №1. С. 183-188.
5. Тарасов О.В., Корнилов С.Н. Методика идентификации регулируемых автотранспортных перекрестков // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2013. №4. С. 163-166.
6. Петров Е.А., Краус В.А. Уровни управления интеллектуальной транспортной системы // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2013. № 3 (31). С. 61-66.
7. Гречишкин М.Н. Система технического зрения для обнаружения движения в видеопотоке // Известия Тульского государственного университета. 2015. №9. С. 67-70.
8. Тарасов О.В., Корнилов С.Н. Оптимизация режимов работы объектов светофорного регулирования методами нечёткой логики // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2012. №2. С. 139-143.
9. Власов А.А., Орлов Н.А., Чушкина К.А. Методика расчета режимов работы светофорных объектов в условиях насыщенного движения // Интернет – журнал Науковедение. 2014. № 2 (21). С. 1-11.
10. Рахмангулов А.Н., Осинцев Н.А., Тянь Ю. Комплексный подход к созданию интеллектуальных транспортных систем на промышленных предприятиях // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование. ИСУЖТ-2015. 2015. С. 102-107.

**К.В. Бурмистров, В.Ю. Заляднов, Г.В. Михайлова,
З.Р. Даутбаев, А.В. Крутикова**

ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТА ВСКРЫТИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ НА СЕВЕРО-КРУТОРОЖИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ДИАБАЗОВ

Аннотация. *Карьер Круторожинского месторождения является вторым по производительности в России по добыче строительных горных пород. Карьер разрабатывается с 60-го года прошлого века и имеет глубину 60 м, а на конец отработки глубина достигнет 200 м. В связи с увеличением глубины разработки месторождения отмечается: увеличение прочностных свойств горных пород, затрат на переработку строительного камня, а также наблюдается снижение выхода кубовидного щебня. Помимо этого возрастают затраты на транспортирование горной массы и водоотлив карьерных вод, что приводит к росту себестоимости продукции предприятия. С целью поддержания имеющегося уровня качества полезного ископаемого и недопущения роста себестоимости продукции необходимо проведение мероприятий по усреднению добываемого строительного камня и рассредоточению грузопотоков с верхних и нижних горизонтов с обеспечением проектной производительности по добыче строительного камня. Так как в южной, восточной и западной частях карьера верхние горизонты полезного ископаемого близки к предельным контурам, возможности усреднения ограничены было принято решение расширить контуры разработки месторождения в северо-восточном направлении с целью вовлечения в разработку Северо-Круторожинского участка. В тоже время средний коэффициент вскрыши на Северо-Круторожинском участке в десятки раз превышает значения коэффициента вскрыши по Круторожинскому месторождению. В таких условиях, для сохранения допустимых в условиях конкурентной среды значений себестоимости добычи строительного камня первостепенное значение приобретает обоснование рационального варианта вскрытия и развития горных работ в карьере.*

Ключевые слова: *строительный камень, вскрытие, транспорт, затраты, развитие горных работ.*

С целью выбора места вскрытия Северо-Круторожинского участка и обоснования оптимального варианта развития горных работ и транспортирования вскрышных пород и полезного ископаемого необходимо было решить следующие задачи: выбрать место вскрытия участка месторождения; выбрать оптимальное направление развития горных работ и параметры рабочей зоны; обосновать оптимальное направление транспортирования вскрышных пород и полезного ископаемого; рассчитать технико-экономические показатели по рассматриваемым вариантам; рассмотреть возможность применения имеющегося на предприятии горного и транспортного оборудования для разработки участка.

Ограничивающим фактором при выполнении исследований являлось достаточно большой объем вскрышных пород на Северо-Круторожинском участке, который невозможно разместить в пределах существующего отвала [1, 2, 3].

В ходе исследований, были приняты к рассмотрению три возможных варианта вскрытия Северо-Круторожинского участка месторождения:

- вариант 1, предусматривающий начало разработки в северной части с рабочих площадок существующего карьера. Преимуществом данного варианта является то, что вскрытие Северо-Круторожинского участка осуществляется с существующих рабочих площадок Круторожинского карьера, что позволит ускорить процесс строительства карьера на новом участке, а для транспортирования вскрышных пород и полезного ископаемого можно использовать действующие транспортные коммуникации;

- вариант 2, предусматривающий вскрытие месторождения в южной части с соответствующих отметок поверхности. Преимущество данного варианта – участок вскрывается без производства горно-капитальных работ с соответствующих отметок поверхности, а также данный вариант предполагает кратчайшее расстояние транспортирования вскрышных пород и полезного ископаемого на первом этапе развития горных работ;

- вариант 3, предусматривающий вскрытие с северо-восточной части месторождения с наивысших отметок поверхности. Вскрытие Северо-Круторожинского участка отдельным карьером позволит создать независимые от Круторожинского карьера грузопотоки вскрышных пород и полезного ископаемого.

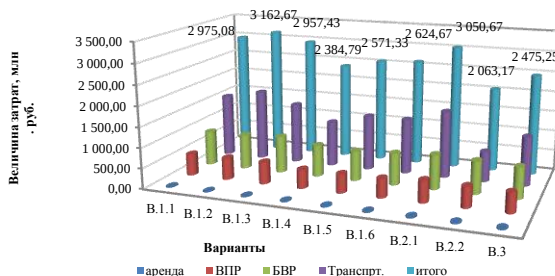
Для каждого из этих принятых базовых вариантов вскрытия были проанализированы подварианты, отличающиеся направлением развития горных работ и направлением транспортирования вскрышных пород и полезного ископаемого. При этом в итоге было рассмотрено 9 подвариантов, для которых были разработаны календарные планы развития горных работ. Окончательный вариант выбирался на основании технико-экономического сравнения [4, 5, 6, 7, 8].

Приоритетность вариантов определялась с точки зрения минимизации эксплуатационных затрат [9, 10]. Величина капитальных затрат в данных исследованиях не принималась во внимание, поскольку предполагается использование уже имеющейся техники и существующей инфраструктуры предприятия.

Эксплуатационные затраты рассчитывались как сумма четырех слагаемых: затраты на буровзрывные работы (БВР); затраты на выемочно-погрузочные работы (ВПР); затраты на транспортирование полезного ископаемого (ПИ) и вскрыши; дополнительные затраты предприятия в виде арендной платы за использование земель под отвалы.

На основании итоговых данных по этим четырем слагаемым, построена диаграмма распределения затрат по процессам (рисунок). По которой видно, что для варианта 2.2 затраты минимальные.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что для предлагаемого варианта текущий коэффициент вскрыши самый высокий, затраты на выполнение вскрышных работ компенсировались относительно низкими затратами на транспортирование горной массы.



Распределение затрат по основным процессам по вариантам

Список литературы

1. Отчет по научно-исследовательской работе «Технико-экономическое обоснование варианта развития горных работ и направления транспортирования горной массы на Северо-Круторожинском месторождении габбро-диабазов и диабазов» // ФГБОУ ВО «МГТУ», г. Магнитогорск, 2017 г.
2. Бурмистров К.В., Гавришев С.Е. Повышение эффективности разработки рудных месторождений на основе интенсификации горных работ на участках карьера // М., 2005. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 14.04.05. № 506-В 2005.
3. Цыганов А.В., Осинцев Н.А., Бурмистров К.В., Колонюк А.А., Залядных В.Ю. Принципы управления безопасностью производства при совершенствовании технологических схем карьеров // Проблемы повышения экологической и промышленной безопасности производственно-технических комплексов промышленных регионов: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск, 2004.-С. 66-68.
4. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Корнилов С.Н., Томилина Н.Г. Обоснование технологических схем транспортирования горной массы с применением карьерных подъемников при разработке месторождений открыто-подземным способом// Горный журнал. – 2016. – №5. – С. 41-47
5. Бурмистров К.В., Бурмистрова И.С., Шакшапкаев А.Н., Осинцев Н.А. Влияние ширины транспортной бермы на технико-экономические показатели карьера// Современные проблемы транспортного комплекса России – 2014. – №5. – С. 42-45.
6. Осинцев Н.А. Безопасность транспортно-технологических процессов открытых горных работ: монография. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 115 с
7. Гавришев С.Е., Рахмангулов А.Н., Грязнов М.В., Лапаева О.А. Управление развитием горнодобывающего предприятия. Информационные модели и методы: Монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. – 245 с.
8. Бурмистров К.В., Гавришев С.Е., Колонюк А.А. Порядок и интенсивность отработки участков рабочей зоны карьера при изменении потребности в добываемом сырье//Горный информационно-аналитический бюллетень №3 – М., 2007. – С. 37-41.
9. Yakubovskiy M.M., Argimbaev K.R., Ivanova M.A. Design justification of drainage and anti filter facilities of the tailings at various methods of their constructions. International Journal of Ecology and Development, 2015. 30(2), p.76-85.

10. Yakubovskiy M.M., Argimbaev K.R., Ivanova M.A.,. Constructions investigation of ore transfer points within mining limits while developing the deep pit. International Journal of Ecology and Development, 2015. 30(1): p. 76-85.

УДК 622.67

А.М. Мажитов, Д.А. Асанов, А.А. Вьюгов

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПРИ КАМЕРНЫХ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ

Аннотация. *Применение камерных систем разработки характеризуется высокими затратами на возведение искусственного массива. Снизить себестоимость закладочных работ предлагается за счет снижения или полного исключения из производства высокозатратных твердеющих смесей путем инъекционного упрочнения сыпучего закладочного массива.*

В работе приведена конструкция нового варианта камерной системы разработки в восходящем порядке для условий Сафьяновского месторождения, способствующая снижению себестоимости очистных работ на 12-15 %.

Ключевые слова: *восходящий порядок, формирование искусственного массива, инъекционное упрочнение, сухая закладка.*

Крутопадающие рудные тела средней мощности, как правило, отрабатываются камерными системами разработки с твердеющей закладкой и нисходящей выемкой. Такой порядок отработки рудного тела способствует постепенному вливанию капитальных затрат по мере углубления горных работ. Однако, ведение горных работ под закладочным массивом требует высокой его прочности, сравнительной с горным массивом, что способствует увеличению расхода вяжущего и, соответственно, удорожанию технологии.

Анализ закладочных работ на отечественных и зарубежных рудниках показал тенденцию к повсеместному применению сухой сыпучей породы, обеспечивая снижение себестоимости закладочных работ и негативного влияния отходов горного производства на окружающую среду. Актуальность данного вопроса предопределила цель и идею работы, заключающиеся в использовании сухой породы, в качестве закладочного материала, и инъекционным упрочнением при восходящем порядке отработки. Апробация идеи реализуется на примере Сафьяновского медноколчеданного месторождения.

Наиболее крупным по размерам и запасам руды и меди (около 95 %) является рудное тело № 1 и характеризуется довольно сложной линзообразной формой. По простиранию в субмеридиональном направлении рудное тело прослежено на расстоянии около 500 м. Падение тела – крутое, западное, под углом 70–80°, глубиной выполаживающееся до 20–30°. Максимальная длина тела по падению составляет 350–400 м. Мощность его изменяется от 50–130 м, составляя, в среднем 80 м [1].

Прожилково-вкрапленные руды занимают наиболее глубокую часть данного рудного тела и представлены, в основном, медными разновидностями. Серны

колчедан, в виде отдельных маломощных участков и линзочек, приурочен только к северной и верхней части рудного тела.

Высокие затраты на закладочные работы являются существенным недостатком применения камерных систем разработки. Конструкция нового варианта системы разработки, заключающегося в инъекционном упрочнении стенок закладочного массива, позволит сократить расходы на закладочные работы, занимающие около половины всех затрат на очистную выемку.

Сущность предлагаемого варианта системы разработки рассмотрена в [3] и заключается в следующем. Очистные камеры располагаются вкрест простирания рудного тела. Развитие фронта горных работ в пределах подэтажа – от центра к флангам, общий порядок разработки – восходящий. Первоначально отрабатывается центральная камера, имеющая форму трапеции, с углом наклона стенок 80-85° (стремится к углу естественного откоса, что повышает устойчивость закладочного массива). Далее выработанное пространство камеры заполняется пустой породой. Подача цементного раствора производится по скважинам из выработок вышележащего подэтажа. Количество скважин рассчитывается исходя из радиуса проникновения раствора в породу [5]. Отработка соседних камер производится в сплошном порядке на оба фланга подэтажа сразу после формирования закладочного массива предшествующих камер. Отбойка запасов ведется в зажимающей среде, обеспечивая тем самым уплотнение не потерявшего подвижность закладочного массива соседней камеры.

Практика работы предприятия показывает, что отбойка руды взрывным способом непосредственно у закладочного массива вызывает его усадку и уплотнение [4, 5]. Накопленный опыт по применению отбойки руды в зажиме показывает, что отбитая и замагазинированная руда уплотняется взрывом скважин на 25-35 %, причем уплотнение распространяется на глубину до 20 м в разрыхленный массив при взрыве сравнительно небольших зарядов (около 1-1,5 т).

Очевидно, что принятый порядок ведения очистных и закладочных работ обеспечит дополнительную устойчивость вертикального обнажения искусственного массива за счет наклона стенок камеры и дополнительного уплотнения взрывом при минимальном объеме твердеющей смеси (20 % от объема).

Технико-экономический анализ показал целесообразность перехода на восходящий порядок ведения очистных работ. В качестве инертного заполнителя закладочной смеси для заполнения выработанного пространства рекомендуется применять горную породу из отвалов и горнопроходческих работ. Это позволяет утилизировать до 500 тыс.т./год отвальных пород и до 100 тыс.т./год породы с горнопроходческих работ. Тем самым у предприятия появляется возможность приступить к работам по рекультивации отвалов пустой породы, что способствует улучшению экологической обстановки, связанной с размещением отходов, с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух и с отводом поверхностных сточных вод.

В натуральном выражении, при годовой добыче подземного рудника 500 тыс. тонн медно-цинковой руды, экономия составит при переходе с применяемого в настоящее время технологии на рассмотренный составит 169,5 млн. руб. (12,0 %).

Таким образом, повышение экономической эффективности очистных работ, в рамках программы перспективного развития Сафьяновского медноколчеданного месторождения, возможно за счет снижения или полного исключения из про-

изводства высокзатратных твердеющих смесей путем инъекционного упрочнения закладочного массива из сыпучих пород.

Список литературы

1. Отчет по оценке южного фланга и глубоких горизонтов Сафьяновского медноколчеданного месторождения на среднем Урале с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2005г. за 1996-2004гг. (в 6 книгах). Книга 1. текст отчета. / Уральская Горно-Металлургическая Компания, ООО «Сафьяновская Медь-Медин». – Реж, 2005.
2. Закладочные работы в шахтах: Справочник / под ред. Д.М. Бронникова, М.Н. Цыгалова. – М.: Недра, 1989.
3. Снижение ресурсоемкости закладочных работ при освоении крутопадающего рудного тела / Вьюгов А.А., Мажитов А.М., Асанов Д.А. // VI Международная научно-техническая конференция «Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений», г. Екатеринбург, 18-19 апреля 2017 г. (Уральская горнопромышленная декада, г. Екатеринбург, 17-26 апреля 2017 г.): сборник докладов / Оргкомитет: Н. Г. Валиев (отв. за выпуск) и др.; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. С. 65-70.
4. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959.
5. Медведев С.В. Сейсмика горных взрывов. М.: Издательство «Недра», 1964.
6. Мажитов А.М. Обоснование параметров технологии отработки пологих медноколчеданных месторождений с обрушением руды и вмещающих пород: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Магнитогорск, 2013. С. 141.

УДК 625.46: 658.5

О.А. Пыталева, А.В. Казармщикова

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В КОНЦЕПЦИИ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО»

Аннотация. В статье рассматриваются и систематизируются основные потери городских пассажирских перевозок в концепции «Бережливое производство».

Ключевые слова: концепция «Бережливое производство», потери, городской пассажирский транспорт, трамвай, инструменты «Бережливого производства».

«Бережливое производство» – концепция менеджмента, основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь [1]. В центре внимания этой философии – постоянное совершенствование в процессе создания качественного продукта, максимальное использование материальных и человеческих ресурсов. Анализ статистических данных свидетельствует о том, что практически

все виды общественного городского транспорта терпят убытки. Потери городского пассажирского транспорта представлены в таблице [2].

Потери городских пассажирских перевозок
в концепции «Бережливое производство»

Основные виды потерь	Потери городских пассажирских перевозок
Дефекты	Подвижной состав с большим сроком эксплуатации; Поддержание инфраструктуры в требуемом состоянии; Поддержание технических систем в рабочем состоянии.
Перепроизводство	Автотранспортные предприятия; Ремонтные базы; Количество транспортных средств; Количество маршрутов; Соотношение видов транспорта.
Ожидание	Время ожидания прибытия транспортных средств на остановочных пунктах; Время в пути.
Транспортировка	Холостые пробеги без пассажиров; Низкая загрузка; Снижение спроса.
Запасы (в связи с высокой неравномерностью перевозок)	Запасные части; Склады; Транспортные средства; Штат работников.
Передвижение	Перевод стрелок; Освобождение пути; Посадка/высадка.
Излишние процессы	Оплата проезда; Работа кондуктора.
Неиспользуемый талант	Водители: Квалификация, опыт.

К дефектам можно отнести состояние подвижного состава городских пассажирских перевозок. В городе Магнитогорске основная масса подвижного состава трамваев МП «Маггортранс» старше 25 лет, только 4 % трамваев по времени эксплуатации не превышают 5 лет. Из-за высокой степени износа подвижного состава уменьшается коэффициент технической готовности, увеличиваются поломки и сходы трамвая с рельс [7].

Немаловажную роль играет поддержание трамвайных путей в требуемом состоянии. Протяженность трамвайных путей составляет 176,6 км [5]. Ремонт 1 км трамвайных путей составляет около 50 млн. рублей [4].

Еще один вид потерь – перепроизводство – это тип потерь, связанный с выпуском продуктов в избыточном количестве.

В настоящее время многие пассажиры при выборе вида транспорта для передвижения выбирают маршрутные такси и личный автомобиль. В связи с этим спрос на перевозки трамваем и автобусами сокращается, интервалы движения увеличиваются. Рост числа маршрутных такси приводит к его переизбытку на остановочных пунктах, образуя заторы и аварийные ситуации.

МП «Маггортранс» обслуживает 35 трамвайных маршрута, частные перевозчики – 40 автобусных маршрута [3]. В настоящее время на балансе МП «Маггортранс» находится 231 модель подвижного состава. Суммарная площадь производственных фондов МП «Маггортранс» составляет 43 856,3 м².

Таким образом, перевозки трамваем требуют изменения концепции для увеличения спроса на них.

Следующий вид потерь – ожидание. Это затраченное время на простои оборудования или персонала, то есть, время, не создающее ценность. В результате исследования времени прохождения перекрестков по маршруту №24, были выявлены значительные перепростои при движении по маршрутам.

Следующим видом потерь является транспортировка. Вид потерь, связанный с перемещением материалов, деталей, запасных частей, и готовых изделий. За 4 года количество перевезенных пассажиров трамваем снизилось на 26 %. Основными причинами снижения спроса на трамвайные перевозки являются: большое время движения, ожидание, низкий комфорт, цена поездки.

Следующий вид потерь – излишние запасы. Это потери, связанные с хранящимися на предприятии изделиями сверх нормы [8]. Высокая неравномерность перевозок, плохое состояние инфраструктуры, вынуждает предприятия содержать большие запасы. На основе анализа производственных фондов МП «Магторанс», была рассчитана суммарная площадь складов депо 1 и депо 3 – 4 894,98 м², что составляет 11 % от общей площади производственных фондов.

Следующий вид потерь передвижение. Вид потерь, возникающих из-за ненужных перемещений персонала [8]. Основные причины задержек в движении трамвая для условий г. Магнитогорска: ожидание зеленого сигнала светофора, ожидание освобождения путей автомобилем, ожидание на перевод стрелок.

Следующий вид потерь излишние процессы – потери, которые возникают при выполнении действий, без которых можно обойтись. На зарплату кондукторов уходит 11 % от всех расходов. Оплата проезда без использования труда кондукторов позволит тратить 700 тысяч рублей в год на проверяющий персонал.

Еще один вид потерь – неиспользуемый талант. Выполнение сотрудниками не свойственных им действий, невостребованность идей, предложений сотрудников. Из-за хаотичного и опасного стиля езды, недостаточной квалификации и опыта, маршрутки попадают в ДТП чаще, чем другие виды транспорта [9].

В результате анализа было обнаружено, что потери можно разделить на потери связанные с капитальными затратами и с переменными затратами (рисунок).



Систематизация потерь городских пассажирских перевозок

Такие виды потерь как перепроизводство, дефекты, излишние процессы, передвижения влияют на другую группу потерь: запасы, транспортировка, ожидание. Мероприятия по сокращению потерь в первой группе приведет к улучшению

всей системы городских пассажирских перевозок. Каждому виду потерь был присвоен наиболее эффективный инструмент воздействия в соответствии с концепцией «Бережливое производство».

Таким образом, выявленные потери городского пассажирского транспорта можно устранить с помощью концепции «Бережливое производство», при этом воздействуя на основную группу потерь можно повысить эффективность применения трамвая в городах [10].

Список литературы

1. Применение методов бережливого производства на предприятии / Иванов И.Н. // Молодежь и наука №2 2016 г. с. 17;
2. Бережливое производство как инструмент управления экономической эффективностью транспортной компании / Петрова Л.В.Фёдорова Е.Ю. // Транспортное дело России № 2 2015г.;
3. Wikiroutes.info – справочник по транспорту всего мира, редактируемый пользователями. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://wikiroutes.info>;
4. Tvernews.ru ТИА – самые свежие новости Твери и Тверской области сегодня! [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.tvernews.ru>;
5. BFM74 Новости Челябинска и области в новом формате [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://bfm74.ru>;
6. Эксперт online [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://expert.ru>;
7. Оценка состояния общественного автотранспорта / Мазепина О.Ю. // Проблемы развития территории-2014.-№3 (71) с 44-54;
8. Концепция применения технологий «Бережливого производства» в ОАО «РЖД»;
9. tvernews.ru [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://tvernews.ru>;
10. Основные аспекты проектирования систем рельсового транспорта в городах / Дудкин Е.П., Черняева В.А., Дороничева С.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. Т. 6. № 1 (7). С. 38-43.

УДК 62-522.2

А.А. Карпеш, В.С. Вагин, А.И. Курочкин, К.А. Мелкомуков

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ ПРОХОДЧЕСКОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. В работе проведен анализ существующих систем управления гидравлических приводов. А также проведена оценка возможного применения электродистанционной системы управления в качестве следящей системы управления гидроприводом проходческой подъемной установки.

Ключевые слова: следящая система, гидравлический привод, передвижная проходческая подъемная установка, электродистанционная система управления.

При строительстве новых шахт огромное количество времени и капитальных затрат занимает проведение горной выработки и, главным образом, проходка вертикальных стволов. В общем комплексе строительства глубоких шахт на долю стволов приходится до 30-35% стоимости и 40-65% общего времени строительства [1].

На данный момент при проходке вертикальных стволов применяются передвижные проходческие подъемные машины типа МПП-2,5; МПП-4; МПП-6,3; МПП-9; МПП-17,5, выполненные в мобильном исполнении, в полной заводской готовности, что облегчает их установку и ввод в эксплуатацию.

Улучшение технико-экономических показателей работы передвижных проходческих подъемных установок возможно по линии увеличения их производительности, снижения их массивности и увеличения долговечности ряда узлов и деталей подъемных машин. Увеличение производительности, возможно с помощью безредукторных подъемных машин, которые ускорят процессы проходки ствола, снизят массогабаритные показатели, что улучшит мобильность данных установок и возможность их перемещения [2,9].

Но для адекватной работы передвижные проходческие подъемные машины с безредукторным гидроприводом, необходимо создание системы его автоматического управления, что представляет собой большие трудности, т.к. эксплуатация проходческого подъема состоит из ряда повторяющихся циклов с различными скоростями и паузами, в связи с чем применяются многопериодные диаграммы скорости.

Регулирование скорости в гидравлических приводах объемного типа достигается изменением расхода жидкости, поступающей в гидродвигатель. В зависимости от способа изменения расхода жидкости различают гидравлические приводы с дроссельным, объемным регулированием скорости и комбинированным объемно-дроссельным регулированием. По принципу построения системы управления делятся на механические и электрогидромеханические.

В свою очередь специфика технических требований при создании нового типа передвижных проходческих подъемных установок требует высокого быстродействия, надежности, большую ширину полос пропускания частот, уменьшение размеров и возможность высококачественной обработки быстро и медленно изменяющихся сигналов, что приводит к необходимости создания специальных систем управления [3].

Наиболее полно этим требования отвечают электрогидромеханические следящие системы управления, но на практике динамические свойства силовых элементов приводят к большим трудностям при их построении. Связано это с тем, что система проводит измерение действующей нагрузки, затем преобразование полученной информации, ее усиление и обратный ввод в систему сигнала коррекции.

Таким образом, одним из основных этапов создания новых следящих гидроприводов является их изучение и исследование с целью определения рабочих характеристик; изучение внутренних процессов и определение влияния их на силовые режимы гидромашин [5]; выявления надежности и долговечности работы гидромашин; установление динамического облика следящего гидропривода [6]; его структурной схемы, постоянных времени, добротности, запаса устойчивости и быстродействия; проверки существующих методов расчета и получение

исходных данных для разработки новых методов расчета [7]; определение эксплуатационных качеств силовой системы привода и системы управления и эффективности применения в передвижных проходческих подъемных установках мобильного исполнения [4,8].

В настоящее время широкое распространение получают электродистанционные системы управления, которые имеют ряд преимуществ: дистанционное управление; измерение параметров и обработку проводит ЭВМ; осуществление демпфирования переменных колебаний; легко проводить модификации по устранению выявленных недостатков в ходе работы; простота согласования с диагностическим комплексом, что существенно снижает затраты времени на обслуживание электродистанционной системы управления.

Основной проблемой разработки и проектирования электрогидравлической дистанционной системы управления является обеспечение ее высокой надежности. Решение данной проблемы находится в резервировании многоканальных приводов управления, т.е. с помощью ЭВМ производить расчет оптимальных параметров по разработанным математическим моделям и алгоритмам автоматизированного проектирования [10].

В связи с этим приобретает первостепенное значение необходимость разработки математических моделей и алгоритмов автоматизированного проектирования передвижных проходческих подъемных установок.

На основании выполненного выше анализа систем управления было выявлено, что современная электродистанционная система управления может зарекомендовать себя в качестве следящей системы управления гидроприводом проходческой подъемной установки, только в случае обеспечения необходимой надежности. Поэтому основной задачей ученых становится необходимость создания математических моделей и алгоритмов автоматизированного проектирования передвижных проходческих подъемных установок.

Список литературы

1. Карпеш А.А. Современные проблемы при разработке новых залежей полезных ископаемых и увеличении объемов их производств // Добыча, обработка и применение природного камня / под ред. Г.Д. Першина. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. С. 119-125.
2. Кантович Л.И., Вагин В.С., Курочкин А.И. Перспективы создания малогабаритных передвижных проходческих подъемных установок // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2016. – №S1. – С. 396-417.
3. Вагин В.С. Гидромеханическая следящая система управления безредукторного гидропривода проходческого подъема // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 7. С. 21-26.
4. Карпеш А.А., Вагин В.С., Курочкин А.И. Перспективы создания системы управления гидравлическим приводом проходческих подъемных установок // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горношахтного и нефтепромышленного оборудования. – 2016. – № 1. – С. 55-59.
5. Вагин В.С., Филатов А.М., Курочкин А.И. Коррекция динамических нагрузок в передвижных проходческих подъемных установках с безредукторным

гидроприводом // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 6. С. 254-258.

6. Вагин В.С., Курочкин А.И. Демпфирование динамических нагрузок передвижных проходческих подъемных установок с безредукторным высокомоментным гидроприводом // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 2 (42). С. 12-15.

7. Вагин В.С., Филатов А.М., Курочкин А.И. Снижение динамичности передвижных проходческих подъемных установок с безредукторным гидроприводом // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 3 (47). С. 25-29.

8. Вагин В.С., Курочкин А.И. Динамика одноконцевого проходческого подъема // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 9. С. 232-238.

9. Курочкин А.И. Совершенствование мобильных и передвижных проходческих подъемных установок // В сборнике: Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности / Сборник статей XIII Международной научно-технической конференции. Сер. "Чтения памяти В.Р. Кубачека" 2015. С. 86-89.

10. Кольга А.Д., Курочкин А.И. Обоснование и выбор параметров системы безредукторного гидропривода для передвижной проходческой подъемной установки // В книге: Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых / Тезисы докладов V Всероссийской конференции. М-во образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"; ответственный редактор С.В. Галкин. 2012. С. 177-178.

УДК 622. 35

Н.Г. Караулов, Т.Р. Каримов, К.В. Белесева

ВЫБОР СПОСОБА ПОДГОТОВКИ БЛОКОВ К ВЫЕМКЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Аннотация. *Целью работы является анализ условий выбора способа отделения блоков от массива при добыче прочных горных пород. Рассматриваются особенности применения газогенераторов хлоратных патронированных (ГХП) и алмазно-канатных пил на Нижне-Санарском месторождении гранодиоритов. Приводятся результаты сравнения двух способов подготовки блоков к выемке в изменившихся экономических условиях. Приводятся результаты затрат на подготовку блоков к выемке при различной высоте уступа.*

Ключевые слова: *уступ, блок, гранодиорит, месторождение, карьер, алмазно-канатная машина.*

Выбор оптимального способа подготовки блочного камня к выемке, является весьма актуальной задачей. При добыче блочного камня, от принятого способа подготовки блочного камня к выемке будет зависеть как выход товарных блоков, так и эффективность разработки месторождения в целом.

На современном этапе развития отечественной и зарубежной науки и техники месторождения твердых полезных ископаемых разрабатываются в основном способами физико-технической геотехнологии: открытым, подземным и комбинированным [1]. Практически все строительные материалы в России добывают открытым способом [2]. При этом многие карьеры, разрабатывающие крупные месторождения, на данный момент находятся на стадии доработки или близки к ней [3, 4].

В Уральском Федеральном округе Нижнее-Санарское месторождение является уникальным по цветовой гамме и относится ко 2-му классу декоративности горных пород – декоративным.

Неглубокое залегание и повсеместное распространение гранодиоритов предопределяют открытый способ добычи с применением транспортной системы разработки, обеспечивающей безопасную и экономичную комплексную разработку полезного ископаемого, наиболее полное извлечение запасов из недр и охрану окружающей среды.

По данным геологоразведочных работ, средний выход блоков, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 9479-98, составляет 35 % [5]. Помимо добычи облицовочного камня проектом предусмотрена попутная добыча строительного камня, разведенного до глубины отметки +182 м от поверхности [6, 7].

Исследованиями установлено [8], что для «пластовых» месторождений в наибольшей степени, условию минимизации себестоимости, удовлетворяет шпуровой способ отделения камня с использованием механических клиньев, когда на первой стадии от породного массива отделяется монолит с помощью механических клиньев, а на второй стадии, без завалки монолита на рабочую площадку, осуществляется его разделка на товарные блоки с использованием станков строчечного бурения.

Не все месторождения магматических горных пород имеют «пластовое» залегание полезного ископаемого и наличие горизонтальных или близких к горизонтальным трещины разрыва. Именно к таким месторождениям относится Нижне-Санарское и оно характеризуется сложным горно-геологическим залеганием полезного ископаемого. В качестве основного критерия экономической целесообразности разработки таких месторождений принимается выход из массива блоков заданного объема при минимальной их себестоимости.

Результаты анализа [9] и опыт ведущих отечественных и зарубежных предприятий свидетельствуют о том, что на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями залегания наименьшая себестоимость подготовки камня к выемке и максимально возможный выход товарных блоков достигается за счет использования высокоуступной двухстадийной схемы отработки массива. Добычные горные машины с гибким режущим инструментом к настоящему времени на каменных карьерах всего мира получили доминирующее положение [10]. На первой стадии от массива отделяется монолит с помощью алмазно-канатных пил, а на второй – опрокинутый на рабочую площадку монолит разделяется на товарные блоки с использованием станков строчечного бурения и механических клиньев.

Таким образом, на месторождениях гранитов в качестве основного способа добычи принимается выпиливание природного камня из массива с помощью алмазно-канатных установок.

В проектных решениях предусмотрено ведение добычных работ последовательно по горизонтам, уступами высотой до 6 м, при этом вскрышные породы разрабатываются поуступно. Высота слоя (подустапа) может изменяться в зависимости от природной трещиноватости. В настоящее время средняя высота уступов в карьере составляет 3,25 м.

Начиная с 2015 года существенное повышение стоимости импортного оборудования и особенно алмазного каната привело к значительному увеличению затрат на подготовку блоков к выемке. Учитывая очень высокий расход алмазного каната на данных породах 1 погонный метр на 7 м² пропила, на предприятии занялись поиском снижения затрат на отделение блоков камня от массива. Было принято решение применить комбинированный способ отделения монолитов от массива. Данный метод заключается в том, что горизонтальный пропил выполняется алмазно-канатной пилой а вертикальные плоскости выполняются с применением газогенераторов хлоратных патронированных (ГХП).

Газогенераторы хлоратные патронированные (ГХП), предназначены для создания необходимого давления в шпуре за счет сгорания состава на основе хлората натрия и углеводов для отделения блочного камня и щадящего разрушения природных и искусственных объектов и других подобных работ на земной поверхности и в забоях подземных горных выработок в шахтах, не опасных по газу и пыли, в температурном диапазоне окружающей среды от -30 °С до + 50 °С.

В результате на предприятии была внедрена комбинированная схема отделения монолитов от массива. Была проведена оценка эффективности данных двух схем. Установлено, что сокращаются расходы на отделение монолита на 47% и это составляет 3,3 млн. руб. в год.

Также снижению затрат на отделение блоков от массива может способствовать повышение высоты уступа с 3,25 до 6,5 м, что обеспечит снижение затрат за счет снижения удельного расхода алмазного каната.

Увеличение высоты уступа позволит сократить затраты на 25 %, что составит 1 млн. руб в год при производительности карьера 12 тыс.м³ по блокам в год.

Список литературы

1. Гавришев С.Е., Заляднов В.Ю., Пыталев И.А. Формирование и освоение техногенных георесурсов. определение параметров карьеров и отвалов //Магнитогорск, 2011.

2. Гавришев С.Е., Грязнов М.В., Рахмангулов А.Н. Повышение эффективности добычи нерудных строительных материалов с использованием логистического подхода//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2002. № 7. С. 33-37.

3. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Кидяев В.А. Использование преимуществ карьерного комбинированного транспорта при открыто-подземной разработке месторождений//Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. №3. С. 25-28.

4. Изменение способа вскрытия карьера на различных этапах отработки крутопадающих месторождений /Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Колонюк А.А., Кидяев В.А. //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 8. С. 225-228.

5. Отчет о результатах оценочных и разведочных работ на Центральном участке Нижне-Санарского месторождения облицовочных гранодиоритов в Троицком районе Челябинской области с подсчетом запасов по состоянию на 01.10.2006 г.- Челябинск, 2006.

6. Волков М. Ф. «Отчет о детальной разведке гранодиоритов Нижне-Санарского месторождения в Троицком районе Челябинской области в 1958 г. Институт «Оргэнергострой», г. Куйбышев.

7. Проектная документация «Разработка Центрального участка Нижне-Санарского месторождения гранодиоритов». Челябинск, 2012.

8. Современные технологии добычи блочного гранита /Першин Г.Д., Голяк С.А., Уляков М.С., Караулов Н.Г., Сорокин И.С., Домнин В.Ю., Иштакбаев Р.Ф. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 12-2. С. 163-167.

9. Першин Г.Д., Караулов Н.Г., Уляков М.С. The research of high-strength dimension stone mining technological schemes in russia and abroad //Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 11. № 2. С. 64-73.

10. Влияние режимов работы канатных пил на себестоимость отделения монолитов камня от массива породы / Г.Д. Першин, С.А. Голяк, Н.Г. Караулов, М.С. Уляков, И.С. Сорокин, Р.Ф. Иштакбаев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11. С. 350-354.

УДК 622.23.054.72

Б.М. Габбасов, О.В. Назаров

ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ПРИ ГИДРОТРАНСПОРТИРОВАНИИ ШАХТНОГО ШЛАМА

Аннотация. Приведена зависимость определения критической скорости при различных средневзвешанных размерах частиц шахтного шлама.

Ключевые слова: шламовый насос, шахтный шлам, свойства, критическая скорость, размер частиц, режим, энергоэффективность.

При осветлении шахтных вод наиболее энергоемким процессом является транспортирование обезвоженного шлама на значительные расстояния закладываемых камер или на поверхность.

Для снижения энергоемкости процесса перекачки шлама и повышения надежности и долговечности рабочих элементов шламовых насосов, необходимо исследовать и определить оптимальные режимы его работы, при которых будет производиться эксплуатация с необходимыми значениями производительности и напора.

При выборе энергосберегающих режимов шламового насоса необходимо учитывать следующие показатели шлама:

- размеры частиц;
- удельная масса частиц;
- удельная масса жидкости;
- концентрация по весу (в процентах);

- концентрация по объёму (в процентах);
- удельная масса шлама;
- процентное содержание частиц (процент частиц размером менее 75 микронетров);
- форма частиц (круглая или плоская).

Выбор энергосберегающих режимов работы гидравлического транспорта обусловлен заданием правильной критической скорости и поддержанием фактической скорости перемещения пульпы чуть выше критической скорости. При работе на скоростях много выше критической увеличивается энергопотребление электропривода и износ трубопровода и агрегатов насоса. При расчете критической скорости учитываются следующие показатели:

- 1) плотность смеси
- 2) диаметр трубопровода.
- 3) средняя крупность частиц

Гранулометрический состав твёрдой фазы гидросмесей можно приближённо охарактеризовать среднеарифметической (средневзвешенной) крупностью частиц:

$$d_{cp} = \frac{d_1 m_1 + d_2 m_2 + \dots + d_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (1)$$

где d_i – средняя крупность частиц из i -го интервала, m_i – массовое процентное содержание частиц i -го интервала.

По фракционному составу определяется такой значимый параметр, как средний размер твердого d_{50} . Он является определяющим фактором для расчетов параметров гидросистемы, на основании которых должен выбираться насос. Размер d_{50} равен размеру частиц и ниже, масса которых составляет 50 % от общего веса (выражается в мм или мкм).

При расчете критических скоростей рассматривается диапазон плотностей от минимального $\rho_{пульпы} = 1,1$, ниже которого пульпа обретает свойства воды с примесями и не оправдывает использование шламового насоса, до максимального $\rho_{пульпы} = 1,6$, выше которой шламовый насос не будет эффективно справляться с поставленной задачей. Зная значения данных показателей, становится возможным произвести поэтапный расчёт необходимого шламового насоса для заданных условий.

Критическую скорость можно определить из выражения:

$$V_{кр} = \sqrt{g \cdot d_{вн}} \cdot \sqrt[3]{\frac{(\rho_{пульпы} - 1) \cdot C}{k \cdot \psi \cdot \lambda_0 \cdot \rho_{пульпы}}}, \quad (2)$$

где k – эмпирический коэффициент для породы; ψ – коэффициент сопротивления при свободном падении в среде твердой частицы; λ_0 – коэффициент местных

гидравлических сопротивлений при движении по трубопроводу, для отшлифованных грунтом труб; C -коэффициент, учитывающий весовое содержание R , % мелких классов, мельче d_{50} .

Список литературы

1. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение, 1983. С. 487.
2. Применение высоконапорных поршневых насосов для откачки шахтного шлама / Габбасов Б.М., Рыбаков А.Н., Малов А.М., Дутченко А.Н. // Актуальные проблемы современной науки, техники образования: материалы 71-й межрегион. науч.-техн. конференции» / под ред. В.М. Колокольцева Магнитогорск, 2013. Т.1. С. 45-48.
3. Пособие по проектированию гидравлического транспорта (к СНиП 2.05.07-85)/ Промтранспроект. – М.: Стройиздат, 1988. С. 40.
4. Габбасов Б.М., Рыбаков А.Н.К вопросу о рациональном способе освещения шахтных вод// Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: Сб. науч. тр. XII междунар. науч.-техн. конф. Чтения В.Р. Кубачека. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО «УГГУ», 2014. – С. 316–318.
5. Методические вопросы исследований в геотехнологии (Выпуск 2). ГИГХС. Под ред. Проф. В.Ж. Аренса. Люберцы, 1979. С. 156.
6. Габбасов Б.М., Рыбаков А.Н. Определение параметров шахтного шлама и оценка их влияния на эффективность эксплуатации поршневого насоса // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: Сб. науч. тр. XII междунар. науч.-техн. конф. Чтения В.Р. Кубачека. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО «УГГУ», 2014. – С. 52–54.
7. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки (ВНТП 13-2-1993, Санкт-Петербург, 1993 г.).
8. Типы современных высоконапорных поршневых насосов, применяемых в горной промышленности / Габбасов Б.М., Рыбаков А.Н., Малов А.М., Елютаева Р.М.// Добыча, обработка и применение природного камня. Сб. науч. тр. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2014. С. 139-147.
9. Проблемы, возникающие при эксплуатации высоконапорных поршневых насосов и способы их устранения / Габбасов Б.М., Рыбаков А.Н., Малов А.М., Елютаева Р.М. // Добыча, обработка и применение природного камня. Сб. науч. тр. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2014. С. 148-151.
10. Рыбаков А.Н., Габбасов Б.М. Повышение эффективности работы поршневых насосов при откачке шахтного шлама // Актуальные проблемы современной науки, техники образования: материалы 72-й межрегион. науч.-техн. конференции» / под ред. В.М. Колокольцева Магнитогорск, 2014. Т.1. С. 36-39.
11. Габбасов Б.М., Рыбаков А.Н. Возможность применения высоконапорных поршневых насосов в горной промышленности // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: Сб. науч. тр. XIII междунар. науч.-техн. конф. Чтения В.Р. Кубачека. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО «УГГУ», 2015. – С. 41–44.
12. Габбасов Б.М., Назаров О.В. Мероприятия по осветлению шахтной воды для глубоких подземных рудников // Актуальные проблемы горного дела: Научно-технический журнал. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016. – С. 43–48.

13. Критическая скорость-критерий оптимизации САУ электропривода шламового насоса / Габбасов Б.М., Дерина Н.В., Назаров О.В., Койшибаева С.А. // Добыча, обработка и применение природного камня. Сб. науч. тр. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2014. С. 158-161.

УДК 621.221

С.В. Подболотов, А.Д. Кольга

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО КПД ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ТУРБОМАШИНЫ

Аннотация. В статье обосновывается возможность повышения значения статического КПД центробежных турбомашин за счет использования коаксиального расположения рабочих колес. Представляются результаты экспериментальных исследований.

Ключевые слова: центробежная турбомашина, коаксиальное расположение, режим работы, статический КПД.

Каждая центробежная турбомашина работает на определенную внешнюю сеть. Чтобы в данной сети вызвать движение потока текучего, центробежная турбомашина должна создать давление, достаточное для преодоления:

- 1) геометрической разности уровней, между которыми перемещается текучее;
- 2) вредных сопротивлений движению потока текучего в трубопроводе (в подземных выработках);
- 3) инертных свойств массы перемещаемого потока текучего (сообщение определенной скорости потоку текучего).

Для характеристики полноты использования энергии потока текучего после турбомашин вводится понятие статического КПД, под которым подразумевается отношение мощности, затрачиваемой на создание статического давления $N_{ст}$, к общей затрачиваемой мощности (мощности на валу вентилятора) N_B :

Полезная мощность, создаваемая вентилятором,

$$N = Qp \quad (1)$$

Аналогично мощность, необходимая на создание статического напора,

$$N_{ст} = Qp_{ст} \quad (2)$$

Полезная мощность, затрачиваемая вентилятором,

$$N_B = \frac{N}{\eta_B} \quad (3)$$

Тогда статический КПД

$$\eta_{ст} = \frac{p_{ст}}{p} \eta_B \quad (4)$$

Введение $\eta_{ст}$ обусловлено тем, что источником энергии для перемещения потока текущего при работе турбомашины является статическое давление [1].

$$p_{ст} = p_2 - p_1 = \frac{\rho}{2} w_1^2 - w_2^2 + \frac{\rho}{2} u_2^2 - u_1^2 \quad (5)$$

Исходя из данного уравнения видно, что статическое давление, развиваемое колесом центробежной турбомашины, есть результат двух процессов: 1) преобразования кинетической энергии относительного движения (первый член равенства); 2) работы центробежных сил (второй член равенства). Однако следует отметить, что повышение статического давления в рабочем колесе в большей степени обусловлено изменением окружной скорости.

Повышение доли статического давления в величине полного давления создаваемого турбомашинной становится возможным за счет использования встречного вращения рабочих колес с коаксиальным расположением [2, 3, 4].

При работе рабочих колес в противоположных направлениях окружные скорости складываются, величина развиваемого турбомашинной давления возрастает [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Построенные планы скоростей имеют следующий вид (рис.1).

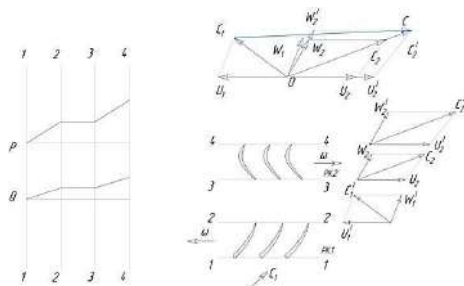


Рис. 1. Планы скоростей при встречном вращении коаксиально расположенных рабочих колес

В ходе проведенных экспериментальных исследований установлено, что повышение доли статического давления в величине полного давления составило в среднем 30%. Полученные экспериментальные характеристики представлены на рис. 2.

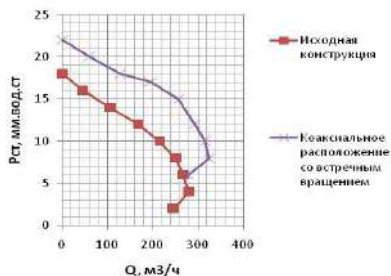


Рис. 2. Экспериментальные характеристики статического давления от величины расхода

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования подтверждают возможность повышения значения статического КПД центробежных турбомашин за счет использования коаксиального расположения рабочих колес с их встречным вращением.

Список литературы

1. Математическое моделирование интенсифицированного теплообмена при турбулентном течении в продольно омываемых пучках труб с поперечными кольцевыми канавками с применением компаундной трехслойной модели турбулентного пограничного слоя / Лобанов И.Е. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2016. Т.14. № 1. С. 109–115.
2. Патент РФ № 77917. Центробежная машина для транспортирования текучего. / Кольга М.А., Вдовин К.Н., Кольга А.Д., – 2008121557/22, опубл. 27.05.2008.
3. Центробежный насос со ступенчатым расположением рабочих колес / Подболотов С.В., Кольга А.Д. // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горно-шахтного и нефтепромыслового оборудования. 2015. Т.1. С. 57–62.
4. Гидравлические потери в элементах турбомашин / Подболотов С.В., Кольга А.Д. // Добыча, обработка и применение природного камня. 2016. С. 134–138.
5. Оценка затрат на техническое обслуживание шахтных центробежных насосов с учетом их избыточной напорности / С.А. Тимухин, С.В. Дмитриев, Л.В. Петровых // Известия УГГУ. 2011. Выпуск 25–26. С. 102–104.
6. Энергетические зависимости шахтных насосных установок от избыточной напорности насосов / Л.В. Петровых, А.В. Угольников // Современные проблемы науки и образования. 2015. Т. 2. № 1.
7. Аэродинамический расчет вентиляторов местного проветривания с вихревыми камерами / С.А. Горбунов, В.Н. Макаров, Т.А. Корнилова // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. №8. С. 162–167.
8. Перспективное направление повышения эффективности вентиляторов местного проветривания / В.Н. Макаров, С.А. Горбунов, Т.А. Корнилова // Изв. Вузов. Горный журнал. 2013. № 6. С. 124–129.
9. Методика расчета угла раскрытия межлопаточного канала рабочего колеса шахтного вентилятора / В.Н. Макаров, С.А. Горбунов, Т.А. Корнилова // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. №8. С. 181–186.
10. Исследование циркуляционного течения атмосферного воздуха под действием силы Кориолиса / В.Н. Макаров, С.А. Горбунов, К.В. Баутин, С.П. Баутин // Известия УГГУ. 2013. Выпуск. 2 (30). С. 35–39.

Н.С. Сорокина, Э.М. Мустафина, О.П. Шавакулева, Е.Ю. Дегодя

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СУХОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ОБОГАЩЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ

Аннотация. В статье представлены материалы по разработке цикла сухой магнитной сепарации в технологии обогащения титаномагнетитовой руды Маткальского месторождения. На данном этапе проводили исследования по определению рационального использования сухой магнитной сепарации для титаномагнетитовой руды, где изучаемыми параметрами являлись: тип сепаратора, крупность материала и напряженность магнитного поля.

Ключевые слова: титаномагнетитовая руда, обогащение, сухая магнитная сепарация, показатели обогащения, концентрат, хвосты.

Роль титаномагнетитовых руд для получения железа и ванадия возрастает, во-первых, в связи с истощением запасов магнетитовых руд для открытого способа добычи; во-вторых, благодаря своим положительным горно-геологическим и минералого-технологическим особенностям – широкому распространению, крупным запасам, сравнительно простому геологическому строению; возможностью карьерной отработки, простой технологии обогащения, позволяющей получать железорудные концентраты с низкими содержаниями вредных примесей – серы и фосфора, высокой комплексности руд.

Цель данного этапа исследований является определение рационального использования сухой магнитной сепарации для титаномагнетитовой руды.

Важным элементом рудоподготовки при переработки титаномагнетитовых руд является сухая магнитная сепарация дробленых продуктов. Ее применение позволяет повысить и стабилизировать массовую долю железа в питании мокрой магнитной сепарации, выделить значительное количество сухих хвостов и снизить расходы электроэнергии, шаров, футеровки, воды и затраты на эксплуатацию хвостохранилищ, увеличив срок их службы.

Эффективность сухой магнитной сепарации повышается при увеличении степени раскрытия сростков, что может быть достигнуто при уменьшении крупности дробления продуктов, подвергаемых магнитной операции. Однако уменьшение крупности дробленого продукта резко снижает эффективность работы используемых на практике барабанных сепараторов.

Таким образом, важнейшими направлениями технологии рудоподготовки титаномагнетитовых руд являются применение тонкого дробления и сухой магнитной сепарации тонкодробленного материала.

Изучение минерального состава титаномагнетитовой руды Маткальского месторождения показало, что содержание в руде амфибола составляет 64%, хлорита 15%, магнетита (титаномагнетита) 20%, ильменита 0,6%.

При крупности 0,1-0 мм в пробе присутствуют как в свободном виде магнетит и титаномагнетит, так и в сростках. Ильменит встречается достаточно редко и представлен, в основном, в сростках с магнетитом и титаномагнетитом, при этом крупность зерен составляет 0,002-0,035 мм. Также ильменит находится в тонкодисперсном состоянии в магнетите (титаномагнетите). Мелкие классы крупности в промпродукте представлены минералами вмещающей породы, которые харак-

теризуются низкой крепостью и склонны к быстрому измельчению по сравнению с железосодержащими минералами.

Исследования сухой магнитной сепарации проводилась на трех крупностях 5-0; 2-0; 0,5-0 мм при различных напряженностях магнитного поля. В табл. 1 и 2 представлены результаты опытов с наиболее высокими показателями обогащения из всех проведенных серий.

Таблица 1

Результаты сухой магнитной сепарации на роликовом сепараторе

Крупность, мм	Напряженность магнитного поля, кА/м	Наименование фракции	Выход	Массовая доля, %		Извлечение, %	
			%	Fe	TiO ₂	Fe	TiO ₂
5-0	29,37	Магнитная	73,5	13,5	1,6	75,19	78,42
		Немагнитная	26,4	12,37	1,22	24,81	21,58
		Исходная	100	13,2	1,5	100	100
2-0	138,89	Магнитная	59,4	21,1	1,6	89,71	63,38
		Немагнитная	40,5	3,88	1,35	10,29	36,62
		Исходная	100	15,3	1,5	100	100
0,5-0	114,29	Магнитная	77,6	13,2	1,5	83,96	83,14
		Немагнитная	22,4	8,74	1,05	16,04	16,86
		Исходная	100	12,2	1,4	100	100

Из табл.1 видно, что наилучшие показатели были достигнуты при крупности 2-0 мм и напряженности магнитного поля 138,89 кА/м, где выход магнитной фракции составил 59,42%, массовая доля железа 23,1%, извлечение железа 89,71%.

Из табл.2 видно, что наилучшие показатели были достигнуты при крупности 5-0 мм и напряженности магнитного поля 428 кА/м, где выход магнитной фракции составил 10,40%, массовая доля железа 32%, извлечение железа 25,21%.

Таблица 2

Результаты сухой магнитной сепарации во взвешенном состоянии

Крупность, мм	Напряженность магнитного поля, кА/м	Наименование фракции	Выход	Массовая доля, %		Извлечение, %	
			%	Fe	TiO ₂	Fe	TiO ₂
5-0	428	Магнитная	10,4	32	3	25,21	20,8
		Немагнитная	89,6	11,02	1,33	74,79	79,2
		Исходная	100	13,2	1,5	100	100
2-0	410	Магнитная	9,33	28,1	2,4	17,14	14,93
		Немагнитная	90,67	13,98	1,41	82,86	85,04
		Исходная	100	15,3	1,5	100	100
0,5-0	428	Магнитная	6,8	35,5	2,3	19,79	11,17
		Немагнитная	93,2	10,5	1,33	80,21	88,83
		Исходная	100	12,2	1,4	100	100

Результаты проведенной работы свидетельствуют, что наиболее эффективным является метод сухой магнитной сепарации на роликовом сепараторе, так как при этих условиях обогащения железный концентрат получается более высокого качества, и происходят меньшие потери с хвостами.

Список литературы

1. Юшина, Т.И. Анализ современного состояния добычи и переработки железных руд и железорудного сырья в Российской Федерации / Т.И. Юшина, И.М. Петров, Г.И. Авдеев, В.С. Валавин // Горный журнал. – 2015. – № 1. – С. 41-47.
2. Чижевский В.Б., Шавакулева О.П., Гмызина Н.В. Обогащение титаномагнетитовых руд Южного Урала // Вестник Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – 2012. №2(38). – С. 5-7.
3. Шавакулева О.П., Чернов Д.В., Васильева Т.А., Зобнин Г.Д. Интенсификация процесса измельчения титаномагнетитовой руды месторождения Тымлай // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: Материалы XVII Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Издательство «Форт Диалог-Исеть» – 2013. – С. 69-70.
4. Чижевский В.Б., Шавакулева О.П. Обогащаемость различных типов титаномагнетитовых руд // Новые технологии обогащения и комплексной переработки труднообогатимого природного и техногенного минерального сырья (Плаксинские чтения 2011) Материалы междунар. совещ. Екатеринбург: изд-во «Форт Диалог-Исеть» – 2011. – С. 529-531.
5. Шавакулева О.П., Васильева Т.А., Зобнин Г.Д. Исследование гранулометрических характеристик титаномагнетитовой руды // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 71-й межрегион. науч.-техн. конф. / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова – 2013. Т.1. – С. 93-96.
6. Гладских, В.И. Состояние и перспективы развития сырьевой базы ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» / В.И. Гладских, С.В. Гром, К.А. Емелин, В.Б. Чижевский, О.П. Шавакулева // Горный журнал. Черные металлы. Специальный выпуск. – 2012. – С. 12-14.
7. Хопунов, Э.А. Селективное разрушение минерального и техногенного сырья / Э.А. Хопунов. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ» – 2013. – 429 с.
8. Чижевский В.Б., Шавакулева О.П. Влияние магнитоимпульсной обработки на измельчаемость и обогащаемость титаномагнетитовой руды // Обогащение руд – . 2016. – № 4 (364). – С. 3-9.
9. Шавакулева О.П., Габбасов Б.М. Изучение дробимости твердого полезного ископаемого // Добыча, обработка и применение природного камня: сб. науч. тр./ под ред. Г.Д. Першина. Вып.16. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова – 2016. – С. 139-142.
10. Шавакулева О.П., Круглякова М.Ю., Сибгатуллина Э.Ф. Способ доизвлечения железа из железо-ванадиевого концентрата // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 72-й междунар. науч.-техн. конф. / под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2014. Т.1. – С. 55-57.

**М.В. Грязнов, Т.С. Пономарева, А.А. Связинский, М.С. Феоктистов,
М.Р. Хохлюшкина**

АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ РАСПИСАНИЯ ТРАМВАЙНОГО ДВИЖЕНИЯ В Г. МАГНИТОГОРСКЕ ПОТРЕБНОСТЯМ В ПЕРЕМЕЩЕНИИ РАБОТНИКОВ ОАО «ММК»

Аннотация. В статье произведена оценка соответствия расписания городского трамвайного транспорта потребностям в передвижении работников ОАО «ММК» от места жительства до места работы и обратно. Результаты произведенной оценки являются исходной информацией для разработки мероприятий по повышению привлекательности трамваев, как средства передвижения, за счет подачи вагона к требуемой остановке в момент подхода работника от проходной комбината или своего места жительства.

Ключевые слова: трамвай, остановочный пункт, пассажиропоток, МП «Маггортранс».

В настоящее время МП «Маггортранс» испытывает дефицит объема перевозок пассажиров. Начиная с 2000 г. объем перевозок трамвайным транспортом в г. Магнитогорске неуклонно снижается. Потери пассажиропотока объясняются снижением численности трамвайного парка и числа трамвайных маршрутов, появлением на рынке городских перевозок частных маршрутных такси, с возрастающей автомобилизацией населения. Магнитогорский трамвай сегодня в основном обслуживает такие слои населения, как студенты, пенсионеры и граждане, не имеющие личного автотранспорта. Руководство МП «Маггортранс» поставило первоочередной задачей возвращение пассажиропотока, поскольку это в настоящее время остро необходимо для компенсации эксплуатационных затрат и снижения доли дотации из городского бюджета.

До 1995 года основным пассажиропоток на трамвайном транспорте формировали работники ОАО «ММК», за счет того, что для поездок на работу и обратно выбирали трамвай. Для того, чтобы повысить интерес работников комбината к трамвайным поездкам, необходимо решить ряд сложных задач, связанных с повышением скорости доставки, снижением интервала движения и временем ожидания трамвая на остановке требуемого маршрута, повышением комфортабельности поездки. Для этого в первую очередь необходимо проанализировать насколько существующее расписание движения трамваев соответствует потребностям в передвижении работников ОАО «ММК» от места жительства до места работы и обратно.

Исходные данные для анализа устанавливались из базы данных, предоставленной предприятием, где указывалась следующая информация: тип и время события (выход/выход работника с предприятия), трамвайная остановка, наиболее близкая к проходной или к месту жительства работника. Среднее время следования пешком от проходной или места жительства до начальной трамвайной остановки принималось равной 7 мин.

Следующим этапом определялся трамвайный маршрут, который обеспечит доставку работника без пересадки прямым рейсом до конечной остановки с уче-

том того, что время ожидания трамвая не превысит 15 мин. Фактическое время прибытия трамвая на начальную остановку определялось из расписания движения. Результаты этой работы приведены на рисунке.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Время	Тип события	Конечная остановка	Начальная остановка	Удаленность	Время следования от остановки до проходной	Время прибытия человека на конечную остановку	№ Маршрута	Время движения	Расчетное время подачи трамвая на начальную остановку	Фактическое время подачи трамвая на начальную остановку
1											
2	17:57	Выход	Кирова	1 Горбольница	Да	0:07	17:50	35	0:16	17:34	5:44
3	6:07	Выход	Кирова	132 м.р.		0:07	6:00	28	0:26	5:34	5:26
4	6:21	Выход	Кирова	132 м.р.		0:07	6:14	28	0:26	5:48	5:26
5	6:33	Выход	Кирова	132 м.р.		0:07	6:26	28	0:26	6:00	6:00
6	6:50	Выход	Кирова	137 м.р.		0:07	6:43	30	0:34	5:39	5:48
7	14:10	Выход	Бетонстрой	127 м.р.		0:07	14:17	30	0:34	13:50	14:00

Фрагмент таблицы с результатами расчета времени подачи трамвая на начальную остановку при доставке работника ОАО «ММК» до места жительства

По результатам расчетов определялось насколько способен трамвайный транспорт в г. Магнитогорске доставить человека к месту работы на комбинате в требуемое время и увезти его с работы до дома, исключая длительное (более 15 мин.) ожидание трамвая. Был рассчитан коэффициент адаптированности ($K_{адап.}$) существующего расписания движения трамваев к потребностям в передвижении работников комбината, который определялся отношением количества работников, время ожидания трамвая которых на остановке не превышает 15 мин., к общему числу работников, являющихся потенциальными пассажирами на рассматриваемой трамвайной остановке (таблица).

Результаты расчета коэффициента адаптированности существующего расписания движения трамваев потребностям в передвижении работников ОАО «ММК»

Остановочный пункт	Численность потенциальных пассажиров, чел./сут.					
	Всего	При ожидании менее 15 мин.	При ожидании более 15 мин.	Отсутствует прямой маршрут	Не доступна маршрутная сеть	$K_{адап.}$
14-й участок	465	205	132	112	16	0,44
8-я проходная	287	96	143	37	12	0,33
Автобаза	353	129	142	68	14	0,37
Береговая	1154	478	412	232	32	0,41
Бетонстрой	30	14	8	7	1	0,47
Броневая	1598	805	422	337	34	0,50
Гранитная	245	99	75	62	9	0,40
Кирова	794	333	213	229	19	0,42
Кирова 70	2054	942	689	357	66	0,46
ККЦ	2027	1107	445	425	48	0,55
Комсомольская пл.	6090	2072	2497	1310	211	0,34

Остановочный пункт	Численность потенциальных пассажиров, чел./сут.					
	Всего	При ожидании менее 15 мин.	При ожидании более 15 мин.	Отсутствует прямой маршрут	Не доступна маршрутная сеть	$K_{адап.}$
ЛПЦ	1172	486	369	286	31	0,41
Луговая	1520	657	570	255	37	0,43
Металлургов	3517	1160	1468	828	61	0,33
пос. Брусковый	348	133	125	85	5	0,38
Прокатмонтаж	481	212	144	118	7	0,44
РИС	1015	373	385	231	26	0,37
ТЭЦ	225	141	65	16	3	0,63

Из таблицы видно, что существующее трамвайное движение не приспособлено к потребностям в передвижении работников ОАО «ММК», поэтому трамвайный транспорт в настоящее время для них не интересен. Результаты наших расчетов будут использованы специалистами МП «Магортранс» для совершенствования своей работы.

Список литературы

1. Грязнов М.В. Автоматизированная система контроля работы автотранспорта промышленного предприятия: монография /М.В. Грязнов, В.Н. Мукаев, А.Г. Царицинский; под ред. д-ра техн. наук М.В. Грязнова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – 91 с.
2. Дорофеев А.Н. Эффективное управление автоперевозками (Fleet management): монография – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2012. – 196 с.
3. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов А.М. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
4. Курганов В.М., Грязнов М.В. Обеспечение надежности в системе управления перевозками и производством на автомобильном транспорте. Магнитогорск: Изд-во «Магнитогорский Дом печати», 2012. – 128 с.
5. Курганов В.М., Грязнов М.В. Фактор времени в оценке и обеспечении надежности транспортных систем //Транспорт Урала. – 2016. – № 2 (49). С. – 21-25.
6. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта /М-во автомоб. трансп. РСФСР. – М.: Транспорт. 1988. – 78 с.
7. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 5-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
8. Сысоева С.В. Некоторые аспекты «информатизации» и «информационной инфраструктуры» как экономической категории /Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2010. № 2. С. 360-363.

Н.Н. Орехова, И.В. Глаголева

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ВЕЛЬЦ-КЛИНКЕРА*

Аннотация. В статье рассмотрена практика извлечения ценных компонентов из отхода металлургического производства – клинкера вельцевания цинковых кеков. Приведен компонентный состав клинкера разных предприятий и проанализированы основные направления его переработки. На основе проведенного анализа установлен практический, научный и прикладной интерес в решении задачи по извлечению цинка из клинкера.

Ключевые слова: вельц-клинкер, минерально-сырьевая база, минеральный состав, рациональная комплексная технология переработки, эффективность, медь, цинк, железо, коксик.

Научно-технический прогресс в современном мире сопровождается резким увеличением потребления природных ресурсов и одновременным ростом количества производственных отходов, проблема рационального использования которых теснейшим образом связана с эффективностью промышленного производства, защитой окружающей среды и новыми разработками в области утилизации отходов.

Согласно последним исследованиям ученых, уже в ближайшие десятилетия возрастающий дефицит сырьевой базы многих базовых металлов приведет к резкому повышению их стоимости, в результате чего, к примеру, сегодня сравнительно недорогие цинк и железо могут уже в ближайшем будущем стать ценными металлами [6]. В связи со все возрастающим негативным воздействием металлургической промышленности на состояние окружающей среды, наибольшую важность приобретают технологии, обеспечивающие устойчивое развитие за счет повышения энергоэффективности, комплексного использования сырья, снижения экологической нагрузки и производственных издержек.

Клинкер – продукт, который образуется в процессе вельцевания (восстановительный обжиг при 1140-1200°C) цинковых промпродуктов (кеков, раймовки, шлаков, руды) в присутствии известняка (антиспекатель) и коксика (восстановитель, антиспекатель).

Отвалы клинкера вельцевания продолжают расти. Ежегодно образуется сотни тысяч тонн, и лишь небольшая его часть перерабатывается по базовой на сегодняшний день технологии отражательной плавки медеплавильного производства для обеднения медью шлаковых расплавов.

В отвалах завода «Электроцинк», г. Владикавказ по разным оценкам складировано от 3 до 5 млн тонн клинкера. Отходы клинкера Беловского Цинкового Завода (Кемеровская область, г. Белово) оцениваются в 600-700 тыс. тонн. Челябинский цинковый завод ежегодно производит около 70 тыс. тонн медистого клинкера, который направляется на обработку на Карабашский медеплавильный комбинат и Кыштымский медеэлектролитный завод.

* Работа выполнена при финансовой поддержке МНПО РФ гос.задание №5.87.08.2017/БЧ

Основными компонентами клинкера являются железо, цветные металлы (цинк, медь, свинец), заметные количества благородных металлов, а также пустая порода, в том числе, свободный углерод (коксик), кремнезем, оксид кальция, оксид магния, глинозем. Рядом исследователей клинкер цинкового производства по минералогическим и технологическим свойствам отнесен к новому золото-серебро-сульфидно-оксидно-полиметаллическому промышленному типу минерального сырья с высоким содержанием цветных и благородных металлов [3]. Основной задаче современного этапа освоения этого сырья, является повышение глубины и комплексности его обогащения.

Химический состав вельц-клинкера разных предприятий представлен в таблице.

Химический состав вельц-клинкера

Наименование предприятия	год	Массовая доля некоторых компонентов							
		%					г/т		
		Cu	Zn	Fe	S	C	Au	Ag	
Завод «Электроцинк»	2005	3,05	0,7	24,1	8,9	16,7	6,3	178,3	
	2006	2,47	0,86	23,0	6,41	28,8	3,5	127,1	
Челябинский цинковый завод	2005	3,24	1,9	25,9	5,76	12,8	6,0	244,0	
	2006	3,61	2,19	28,1	5,42	17,0	7,0	363,7	
Беловский цинковый завод	2008	0,51	0,6	15,1	2,3	21,4	2,68	162,7	

Специальные исследования минерального состава клинкера завода «Электроцинк», показали, что в нем благородные металлы находятся в основном в силикатных структурах и свободном состоянии; медь на 97% представлена в упорных для выщелачивания формах (90% – в виде борнита и халькозина, 7% – в форме халькопирита, 2,4% – феррата меди и 0,6% – металлической меди); железо практически полностью находится в виде фаялита, метасиликата и ферратов со шпинелевой структурой [9].

Анализ исследовательских работ показывает, что разработка альтернативных плавке технологий переработки клинкера осуществляется в направлениях:

- обогатительного разделения по магнито-флотационным схемам [8, 9];
- гидрометаллургического извлечения ценных компонентов из клинкера без предварительной обработки, после окислительного обжига или предварительной механической дезинтеграционной активации, а также из продуктов магнитного разделения клинкера прямым и сорбционным цианированием или серно-кислотно-хлоридными растворами [2, 4];
- использования клинкера в качестве металла цементатора или загрузки гальванокоагулятора в технологиях переработки кислых рудничных вод [4].

Разработанные схемы позволяют получить медьсодержащий углеродсодержащий, железосодержащий и золотосодержащий продукты.

Магнитному разделению подвергается, как правило, только исходный клинкер. Но есть пример включение в схему магнитной сепарации доизмельченной магнитной фракции второго приема магнитной сепарации исходного клинкера, объединенной с хвостами медной флотации [8]. Флотационное разделение проводится по двум вариантам: с выделением коксика (операция угольной флотации) в

первом приеме флотации или с выделением коксика после предварительного флотационного выделения меди.

Получаемые по обогащательным схемам продукты из-за недостаточно полного разделения техногенных фаз клинкера характеризуются повышенным содержанием примесей. Например, содержание меди в углеродсодержащем концентрате составляет от 1,64% до 3,25%, а в железосодержащем от 2,3 до 4,73%. Извлечение меди в медный концентрат не превышает 67%.

Переработка гидрометаллургическими способами недостаточно эффективна из-за высокой сорбционной активности углерода, содержащегося как в самом клинкере, так и продуктах его обогащения и предварительной обработки.

Практический интерес сегодня представляет изучение возможности и разработка способов селективного выделения цинка, массовая доля которого в клинкере сопоставима с массовой долей меди. Данному вопросу в исследовательских работах уделено очень мало внимания. Работы по извлечению цинка из клинкера носят эпизодический характер. Так в статье [7] доказана возможность извлечения из лежалых клинкеров цинкового производства до 52% цинка агитационным выщелачиванием раствором, содержащим 150 г/л H_2SO_4 и 10 г/л NaCl в течение 50 мин.

Таким образом решение поставленной задачи возможно совершенствованием процессов разделения ингредиентов клинкера и последующей разработкой рациональной комплексной технологии переработки клинкера по комбинированной технологии: обогащательными и гидрометаллургическими методами.

Список литературы

1. Журавлев Е.А., Черный К.Н. Обнаружение на космических снимках и тушение очагов горения в отвалах цветной металлургии на примере отходов Беловского цинкового завода. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Изд. Общество с ограниченной ответственностью «Горная книга», Москва, 2016. №9. С. 235 – 243.
2. Шадрунова И.В., Орехова Н.Н. Эколого-экономические аспекты комплексной переработки техногенного гидроминерального сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № S1. С. 161 – 179.
3. Комплексная переработка отходов цветной металлургии / Аллабергенов Р.Д., Ахмедов Р.К., Ходжаев О.Ф. // Изд. «Университет», 2013. – 50 с.
4. Применение клинкера в комплексной технологии переработки техногенных стоков горно-металлургических предприятий / Бикбаева Г.А., Орехова Н.Н., Куликова Е.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 2 (42). С. 22-25.
5. Влияние продуктов переработки руд на окружающую среду/ Еналдиев А.Ф., Круглова В.И., Сатцаев А.М., Голик В.И.// Горный информационно – аналитический бюллетень. Изд. Общество с ограниченной ответственностью «Горная книга», Москва, 2004. №12. С. 125-127.
6. Воспроизводство сырьевой базы цинка на основе рециклинга техногенного сырья/ Брянцева О.С., Дюбанов В.Г., Панышин А.М., Козлов П.А. // Экономика региона. Изд. Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук». 2013. №2 (34). С. 63-70.

7. Технология извлечения свинца и цинка из лежалых клинкеров цинкового производства/ Козырев Е.Н., Кондратьев Ю.И., Хулелидзе К.К., Богомолова Н.С.// Горный информационно – аналитический бюллетень. Изд. Общество с ограниченной ответственностью «Горная книга», Москва, 2005. №3. С. 280-282.

8. Отчет о НИР «Разработка технологии обогащения клинкера с получением трех концентратов». Исследовательский центр ОАО «УРАЛЭЛЕКТРОМЕДЬ», 2007 г.

9. Отчет о НИР «Разработка технологии извлечения цинка, серебра и других полезных компонентов из лежалых клинкеров завода «Электроцинк»». СКГ-МИ (ГТУ), Владикавказ, 2004 г.

10. Интернет-ресурс: Результаты НИР компании «Таилс КО» http://www.tailSCO.ru/velts-klinker_belovskogo_tsinkovogo_zavoda.

УДК 662.17

В.Ш. Галямов, Ю.В. Бер, О.Е. Горлова, Н.Н. Орехова

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ RHEOMAX ETD В ХВОСТОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК*

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы продления службы существующих хвостохранилищ обогатительных фабрик. Представлены результаты проведенных лабораторных исследований с целью изучения возможности сгущения хвостов с использованием высокомолекулярных полимеров Rheomax ETD. Было показано, что отходы флотационного обогащения поддаются обработке по технологии RheomaxTM ETD, при этом расход реагента будет значительно влиять на устойчивость сгущенного продукта к растеканию в чаше хвостохранилища, на интенсивность его высыхания и водоотдачу. Технология Rheomax ETD позволяет управлять процессом и контролировать складирование хвостов обогащения.

Ключевые слова: хвостохранилище, сгущение, хвостовая пульпа, полимеры, агрегация частиц, обратное водоснабжение.

Для многих горно-обогатительных комбинатов проблема отсутствия площадей для складирования отходов обогащения является очень острой. За последние 15-20 лет на территории России не было введено в эксплуатацию ни одного нового хвостохранилища [1]. Необходимость проведения реконструкции систем и сооружений хвостового хозяйства на многих горно-обогатительных комбинатах вызвана истощением емкостей существующих хвостохранилищ, увеличением суммарного объема переработки руды на предприятиях, а также необходимостью снижения затрат на складирование хвостов и обратное водоснабжение [1-4]. Хвостохранилища основной массы горно-обогатительных комбинатов спроектированы и построены в советское время и к настоящему времени сроки их эксплу-

* Работа выполнена при финансовой поддержке МНПО РФ гос.задание №5.87.08.2017/БЧ

атации подходят к завершению. Поэтому восстановление аккумулирующей способности и продление срока эксплуатации существующих хвостохранилищ без отведения дополнительных земель становится все более актуальным.

Среди возможных путей продления срока службы действующих хвостохранилищ выделены следующие. Расчет и обоснование увеличения высоты дамбы хвостохранилища, что позволяет на некоторое время продлить срок службы хвостохранилища, но не приводит к снижению эксплуатационных расходов. В мировой практике складирования хвостов появились новые технологические подходы, направленные на решение технико-экономических и экологических проблем, возникающих при транспортировании и складировании хвостов и обратном водоснабжении обогатительных фабрик. Такими подходами являются: складирование хвостов в виде сгущенной пульпы; складирование хвостов, сгущенных до пастообразного состояния; фильтрование хвостов и их сухое штабелирование; использование хвостов для погашения отработанных пустот подземных и открытых рудников.

Сегодня в практике реконструкции существующих хвостовых хозяйств ОФ и во всех проектах вновь строящихся фабрик преобладают решения со сгущением хвостов [5-8]. Но такие проекты характеризуются высокими капитальными и эксплуатационными затратами, требуют сооружения целых комплексов по сгущению и транспортированию сгущенных хвостов к месту складирования, продолжительны по времени реализации. Ещё одним вариантом полного отказа от складирования хвостов в поверхностное хвостохранилище является сгущение хвостов и погашение ими отработанных пустот подземных и открытых рудников. Такой проект эффективной системы сгущения хвостов, складирования сгущенных хвостов обогатительной фабрики в выработанное подземное пространство и внутрифабричного водооборота был реализован на ОАО «КМАруда». Проект складирования сгущенных хвостов в отработанном карьере разрабатывается для Гайского ГОКа и находится на стадии завершения работ и пуска комплекса на Учалинском ГОКе [4].

Вариантом решения поставленной задачи оптимизация укладки хвостов обогащения в хвостохранилищах может служить технология обработки хвостов полимером Rheomax ETD с последующей укладкой сгущенных хвостов в хвостохранилище. Rheomax ETD – это высокомолекулярные полимеры, производится из различных сополимеров акриловой кислоты и разработаны специально для горнорудной промышленности. Главное преимущество этой технологии в том, что полимеры Rheomax можно подавать в трубопровод во время перекачки хвостов к месту складирования или непосредственно добавлять к хвостам в месте сброса хвостовой пульпы в хвостохранилище, то есть не требуется сооружение комплекса сгущения хвостов. После обработки пульпы полимером, благодаря уникальной структуре его молекул, происходит стремительная агрегация твёрдых частиц, они плотно связываются друг с другом молекулами полимера и образуют компактные агрегаты-флокулы, при этом происходит интенсивное отделение водной фракции от твердых частиц. Полимеры серии Rheomax ETD специально адаптированы для продолжительного нахождения материала в чаше хвостохранилища без деструкции связей образованных агрегатов под воздействием давления, времени и окисления.

Проведены лабораторные исследования технологии Rheomax ETD на хвостах флотационной обогатительной фабрики, перерабатывающей медно-

цинковые руды. Протестированы полимеры серии Rheomax ETD 9010; 9030; 9050 производства концерна BASF. В ходе тестирования оценивались структура и стабильность образующихся хлопьев, угол растекания сфлуктуируемого материала и процент водоотдачи за первые 10 минут после смешивания пульпы с полимером. Объём чистой высвобожденной воды определялся в виде доли от общего количества воды в пробе.

Было установлено, что при использовании полимеров RheomaxTM ETD устраняется сегрегация мелких и крупных частиц и сгущенный осадок имеет однородную структуру. Результаты исследований свидетельствуют, что при обработке хвостов обогащения Rheomax ETD достигаются следующие показатели: угол растекания осадка $7 \div 20^\circ$, водоотдача через 10 минут $89 \div 98\%$, выделенная вода – чистая.

При обработке проб минимальной дозировкой 30 г/т на всех образцах Rheomax ETD получали сгущенный осадок с образованными мелкими и средними флоккулами, зернистой несвязанной структуры. Полученный осадок оказался не прочным и практически полностью терял заданную форму. При увеличении дозировки Rheomax ETD 9010 установлено, что повышается угол естественного откоса, сгущенный осадок практически не подвержен растеканию. Во всех опытах Rheomax ETD 9030 показал чуть худшие результаты практически на всех дозировках. При увеличении расхода Rheomax ETD 9050 пропорционально увеличивался процент водоотдачи, скорость отдачи воды и её чистота. При обработке хвостов Rheomax ETD 9010 и Rheomax ETD 9050 с дозировкой $60 \div 121$ г/т образуется однородная прочная структура сгущенного осадка, которая практически не подвержена растеканию и имеет высокую водоотдачу.

Таким образом, при проведении лабораторных исследований с целью изучения возможности сгущения хвостов с использованием высокомолекулярных полимеров Rheomax ETD было показано, что эта технология применима к хвостам флотационного обогащения для их эффективного сгущения и последующей укладки в хвостохранилище обогатительной фабрики.

Список литературы

1. Совершенствование технологии формирования намывных хвостохранилищ / И.Т. Мельников, И.М. Кутлубаев, С.А. Голяк, И.И. Мельников, К.П. Васильев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2. С. 11–15.
2. Горнотехническая рекультивация Учалинского карьера с использованием обезвоженных хвостов обогащения / И. Х. Ахмедьянов, В. В. Григорьев, В. П. Красавин., О. Н. Данилов, В. Н. Калмыков // Горный журнал. 2014. №7. С. 24–29.
3. Снижение энергоёмкости гидротранспорта хвостов обогатительного производства железорудных горно-обогатительных комбинатов / И.Т. Мельников, И.А. Пыталев, С.Н. Корнилов, и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2. С. 15–19.
4. Исследование физико-механических свойств отходов обогащения для разработки технологии формирования закладочного массива в выработанном пространстве карьера «Учалинский» / В.Н. Калмыков, О.В. Зотеев, Ан.А. Зубков, А.А. Гоготин, А.А. Зубков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 1. С. 11–19.

5. Баранов В.Ф. Системы сгущения и складирования отвальных хвостов (обзор мировой практики) // Обогащение руд. 2009. №3. С.43-48.
6. Кибирев В.И. Сгущение хвостовой пульпы – шаг к «зеленой» технологии складирования хвостов // Обогащение руд. 2010. №6. С. 44-48.
7. Виноградский Б.Э. Техничко-экономическое обоснование сгущения хвостовых пульп в горнорудной промышленности // Обогащение руд. 2010. №6.
8. Кисляков В.Е., Никитин А.В., Шершнев А.А. О возможности применения пастового сгущения хвостов обогатительного передела // Маркшейдерия и недропользование. 2012. №4. С. 21-24.

УДК 004.9:553

Г.А. Петров, Е.А. Романько

ПОСТРОЕНИЕ 3D МОДЕЛИ РУДНОГО ТЕЛА И ПОДСЧЁТ ЗАПАСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА MINEFRAME

Аннотация. В статье представлены краткие сведения о программном комплексе MineFrame, алгоритм построения 3D-модели рудного тела и подсчёта запасов.

Ключевые слова: программный комплекс, база данных геологического опробования, 3D-моделирование, блочная модель, каркасная модель, твердотельная модель.

Геометризация (моделирование) месторождения на разных этапах его изучения от поисковых работ до эксплуатационной разведки – это одно из направлений деятельности маркшейдера. Данный вид работы позволяет провести геолого-экономическую оценку рудных тел путем построения блочных моделей и использования геостатистического метода подсчета запасов.

Произведённый анализ существующих в мировой практике программных продуктов горно-геологического обеспечения (Surpac, Micromine, Datamine, AutoCad и другие) показал, что одним из передовых отечественных разработок является программный комплекс MineFrame, представляющий собой пакет программ, предназначенный для решения широкого круга горно-геологических и технологических задач.

MineFrame (с англ. Mine frame – «горная рамка, горная граница») создан в горном институте Кольского научного центра с учетом специфики российских горных предприятий и требований, основанных на отечественных стандартах.

Основными преимуществами системы являются:

- высокая функциональная насыщенность специализированных инструментов;
- возможность создания единой информационной среды на основе клиент-серверной технологии;
- относительно невысокая стоимость внедрения и сопровождения системы.

В состав горно-геологического обеспечения программного комплекса MineFrame входит:

- В качестве исходных данных для построения модели рудного тела были взяты результаты разведочного бурения гор 327-341м Дергамышского месторождения «Башкирской меди».

В GeoUsers создаётся сама база данных, в Геологическом редакторе GeoTools производится импорт исходных данных в базу данных.

- базы данных MS Access (mdb, accdb):

- Исходными геологической информацией являются результаты опробования по скважинам, включающая:

- Далее производится настройка данных по пробе – цветовая палитра и кондиции. Наиболее важно правильно указать бортовое содержание – наименьшее содержание полезного компонента в пробе, при котором она может быть включена в контур подсчитываемых блоков запасов полезных ископаемых.

[illegible]

48

Далее получившаяся база данных подгружается в качестве геологической базы данных в MineFrame Геология и геостатистика. Построение замкнутой каркасной модели производится путем задания границ проекта, согласно координатам скважин, сечений рудных тел по профилям с привязкой к рудным интервалам и объединения сечений рудного тела.

Создание твердотельной и блочной модели внутри каркасной поверхности осуществляется с учетом заданных параметров. Используя автоматизированный инструмент геостатистики, производится подсчет объема рудного тела (рис. 2).

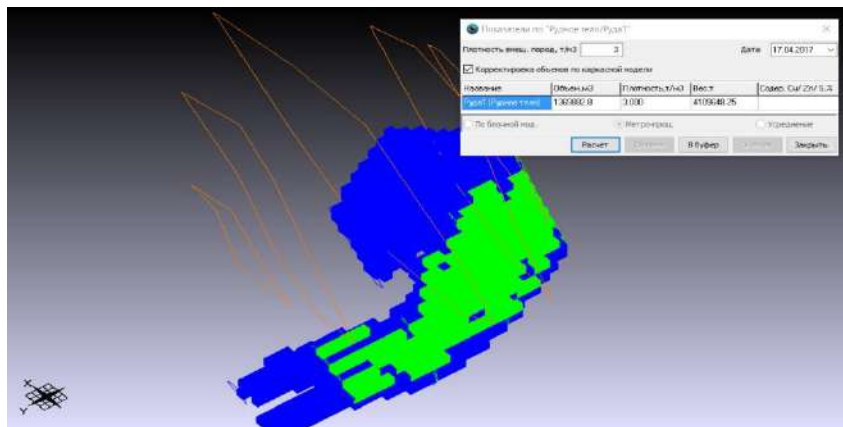


Рис. 2. Блочная модель рудного тела и подсчёт запасов

Использование программного комплекса MineFrame упрощает и ускоряет процесс подсчета запасов, а блочная модель рудного тела позволяет учитывать особенности пространственного распределения содержания полезного компонента.

Список литературы

1. Внедрение системы автоматизированного планирования и сопровождения горных работ / Лукичев С.В., Наговицын О.В., Белоусов В.В., Ким А.В., Мельник В.Б. // Горный журнал, № 9, 2004, С.78-80.
2. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Автоматизированная система MineFrame 3.0. – Горная промышленность, № 6, 2005, С. 32-35.
3. Горбатова Е.А., Колесатова О.С., Тулубаева М.Ф. Создание цифровой модели месторождения. Актуальные проблемы горного дела, № 2, 2016, с. 3-8.
4. Руководство пользователя «MineFrame» GeoTech-3D, Апатиты, Минск 2012.
5. Букринский В.А. Геометрия недр: 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1985. — 526 с.
6. Рыжов П.А. Геометрия недр: 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1964. — 495 с.

Н.А. Осинцев, П.Н. Мишкурин, А.Р. Арсланова

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА В СОСТАВЕ «ЗЕЛЁНОЙ» ЦЕПИ ПОСТАВОК

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы устойчивого развития цепей поставок и транспортных систем. Разработана имитационная модель работы транспортно-складского комплекса в составе "зеленой" цепи поставок, использование которой позволит установить зависимости выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду от эксплуатации автотранспорта средств различной грузоподъемности при выполнении транспортно-складских операций.

Ключевые слова: устойчивое развитие, цепь поставок, зелёная логистика, автомобильный транспорт, склад, имитационная модель.

В сегодняшнем сложном взаимосвязанном мире цепь поставок все больше признается как ключевой источник конкурентоспособности и дифференциации. Компании стараются создать мощные цепи поставок, которые позволят доставить продукцию на рынок быстрее и эффективнее, чем их конкуренты [1].

Анализ показывает, что в настоящее время в мировой транспортной системе наблюдается увеличение объемов перевозок, товаро- и грузооборота [2, 3]. Так, товарооборот в России с 2005 по 2015 годы увеличился с 363,82 до 525,8 млрд долл США, а грузооборот за этот же период увеличился с 4675 до 5094 млрд ткм.

Интенсивное использование транспорта в условиях нехватки пропускной способности транспортной инфраструктуры [4, 5], оказывает негативное влияние на окружающую среду. Наибольший объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на автомобильный транспорт [6], а по текущим выбросам углекислого газа Россия занимает четвертое место в мире после Китая, США и Индии [3].

Таким образом, в настоящее время вопросы обеспечения экологичности транспортных систем, являющихся одним из ключевых элементов цепей поставок и главными «загрязнителями» окружающей среды являются актуальными во всем мире. Решение данных вопросов основывается на использовании принципов устойчивого развития [7], а на транспорте и в логистической деятельности – на основе принципов и методов «зелёной» логистики [11].

Концепция устойчивого развития реализуется в международной практике с конца 80-х годов прошлого века. Она призвана обеспечить сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды, природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений [9]. Использование логистического подхода для описания процесса устойчивого развития позволяет не только принимать сбалансированные управленческие решения при осуществлении хозяйственной деятельности, но также формировать программы повышения экологичности и эффективности функционирования транспортных систем [10, 11].

Однако, анализ логистических операций в управлении цепями поставок с точки зрения проектирования, планирования и контроля процессов доставки про-

дукции, управления запасами и объектами логистической инфраструктуры [12] показывает, что недостаточно исследованы проблемы «зелёного» управления работой накопительного (складского) элемента логистической системы. В существующих исследованиях рассматриваются проблемы энергопотребления при освещении и отоплении объектов складской инфраструктуры, оптимизации технологических процессов и мощностей оборудования, и касаются, в основном, технических и технологических мер, а не использования количественных методов и моделей.

Эффективным инструментом исследования объектов логистической инфраструктуры является метод имитационного моделирования [8], который позволяет описывать сложную функциональную структуру больших объектов с различной степенью детализации, неоднократно проводить эксперименты описанного процесса функционирования исследуемого объекта в различных условиях, определять оптимальную функциональную структуру объекта, например цепи поставок, логистической системы или отдельных её элементов.

Авторами разработана имитационная модель работы транспортно-складского комплекса в составе «зеленой» цепи поставок (рисунок).

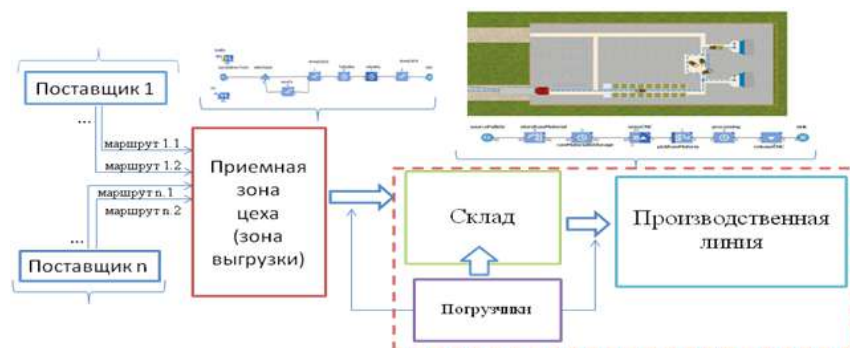


Схема имитационной модели работы транспортно-складского комплекса

Имитационная модель построена на основе комбинации дискретно-событийного и агентного подходов, что позволяет более точно описывать закономерности между складским и транспортным элементами логистической системы, которые представлены в виде «агентов», а особенность их поведения и взаимодействия описана на основе использования дискретно-событийного подхода, в виде «поточковых диаграмм».

Использование разработанной имитационной работы транспортно-складского комплекса позволит установить зависимости выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду от эксплуатации автотранспортных средств различной грузоподъемности при выполнении транспортно-складских операций с учетом:

- оптимизации маршрута следования транспортного средства по территории транспортно-складского комплекса;
- выбора способа механизации выполнения погрузочно-разгрузочных работ;

- отключения двигателя транспортного средства в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Таким образом, использование результатов моделирования в практической деятельности при управлении цепями поставок позволит: уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных операций, снизить затраты на топливо в себестоимости транспортных услуг и повысить производительность транспортных средств за счет оптимизации маршрутов следования и координации погрузочно-разгрузочных работ на складе.

Список литературы

1. Millar M. Global Supply Chain Ecosystems: Strategies for Competitive Advantage in a Complex, Connected World / Ed. Mark Millar. Kogan Page of London. 2015. 288 p.

2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики России. URL: <http://www.gks.ru>.

3. The Global Economy. URL: http://ru.theglobaleconomy.com/rankings/Carbon_dioxide_emissions/

4. Рахмангулов А.Н. Железнодорожные транспортно-технологические системы: организация функционирования: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. 300 с.

5. Sladkowski A., Pamula T. Intelligent transportation systems – problems and perspectives. Springer, Studies in Systems Decision and Control, vol. 32, Switzerland, 2016, 303 p.

6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». М.: Минприроды России; НИИ-Природа. 2016. 603 с.

7. The Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration). Adopted June 16, 1972. URL: [http://www.un.org/Docs/journal/asp/ws.asp?m=A/CONF.151/26/Rev.1%20\(Vol.I\)](http://www.un.org/Docs/journal/asp/ws.asp?m=A/CONF.151/26/Rev.1%20(Vol.I))

8. Рахмангулов А.Н., Муравьев Д.С. Оценка направлений развития систем «морской порт – „сухой” порт» методом имитационного моделирования // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2016. №3(31). С. 54-72.

9. Указ Президента РФ от 01.04.1996 N 440 «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию».

10. Рахмангулов А.Н., Орехова Н.Н., Осинцев Н.А. Концепция системы повышения квалификации преподавателей в области экологического образования на основе логистической модели устойчивого развития // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. Т.6. №1. С. 4-18.

11. An approach to achieving the sustainable development goals based on the system of green logistics methods and instruments / A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Osintsev, D. Muravev // Transport Problems – 2017. Proceeding VI International Scientific Conference. 2017.

12. Supply Chain Management for Sustainable Food Networks / Edited by E. Iakovou, D. Bochtis, D. Vlachos, D. Aidonis // John Wiley & Sons, Ltd. 2016. 328 p.

Т.В. Хаджеев, В.В. Литвиненко, С.О. Картунова

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СМЕЩЕНИЯМИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ ЗОЛОШЛАКООТВАЛА

Аннотация. Статья посвящена выбору и обоснованию методики наблюдений за горизонтальными смещениями ограждающей дамбы золошлакоотвала Южно-Кузбасской ГРЭС. Решена проблема производства высокоточных наблюдений за глубинными осадочными реперами. Выполнен предварительный расчет точности спутниковых измерений, в условиях плохой видимости между исходными пунктами и рабочими реперами

Ключевые слова: осадочный репер, геодезическая сеть сгущения, средняя квадратическая ошибка, станция, ровер, золошлакоотвал, тахеометр.

На Южно-Кузбасской ГРЭС наблюдения за смещениями дамбы производятся различными подрядными организациями раз в год. Методика наблюдений всегда постоянная, и заключается в следующем: плановое положение глубинных осадочных реперов во всех циклах измерений определялись методом проложения полигонометрического хода 1 разряда. Ход прокладывался между исходными пунктами геодезической сети сгущения по глубинным осадочным реперам 5-го яруса ограждающей дамбы золоотвала. Работы выполнялись по трехштативной системе.

Для измерений применялись электронные тахеометры со средней квадратической ошибкой измерения горизонтального угла – 5".

По результатам наблюдений предыдущих лет за горизонтальными смещениями глубинных реперов выявить закономерность горизонтальных деформаций ограждающей дамбы золоотвала не удалось. Вектора смещений меняли свои направления на противоположные в смежных циклах наблюдений без какой-либо закономерности. Более того в одном наблюдательном створе могли быть зафиксированы смещения тела дамбы, направленные в противоположные стороны. В результате было решено сделать расчет точности выполненных ранее измерений. Для этого был выполнен предварительный расчет точности полигонометрического хода 1 разряда в программном комплексе Credo Dat.

Схема расположения глубинных осадочных реперов и пунктов геодезической сети сгущения представлена на рисунке.

По результатам наблюдений предыдущих лет за горизонтальными смещениями глубинных реперов выявить закономерность горизонтальных деформаций ограждающей дамбы золоотвала не удалось. Вектора смещений меняли свои направления на противоположные в смежных циклах наблюдений без какой-либо закономерности. Более того в одном наблюдательном створе могли быть зафиксированы смещения тела дамбы, направленные в противоположные стороны. В результате было решено сделать расчет точности выполненных ранее измерений. Для этого был выполнен предварительный расчет точности полигонометрического хода 1 разряда в программном комплексе Credo Dat. Анализ ведомости оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания при предварительном

расчете показал, что средняя ошибка положения деформационных реперов 5-го яруса составила 21 мм. Минимальная ошибка составила 0,017 м, максимальная - 22 мм. Получаемая точность не соответствует критериям безопасности гидротехнических сооружений «Южно-Кузбасской ГРЭС», согласно которым, ошибка определения планового положения контрольно измерительного оборудования должна быть не более ± 5 мм.

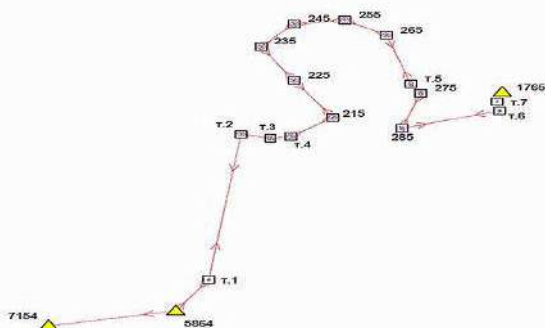


Схема расположения глубинных осадочных реперов и исходных пунктов

Возникла необходимость выбора другой методики наблюдений за горизонтальными смещениями, которая обеспечит соответствие критериям безопасности гидротехнических сооружений. Было принято решение оценить точность и возможность применения в заданных условиях имеющегося спутникового оборудования компании Stonex, модели S8 GNSS.

Расчет точности спутниковых сетей производили параметрическим способом. Для расчета, в качестве исходных пунктов, использовали имеющиеся 3 пункта геодезической сети сгущения. В качестве определяемых пунктов, приняли наиболее отдаленные от исходных, пункты 5-го яруса (245, 235, 255). Обусловлен такой выбор тем, что паспортная точность измерения вектора в плане зависит от его длины и определяется формулой:

$$m = a + b \times D_i,$$

где m – точность определения вектора (мм); a и b – коэффициенты, приведенные в паспорте используемого спутникового оборудования; D_i – длина определяемого вектора (км).

При установке обоих приемников на штативах с применением оптических центриров и компарированных рулеток погрешность центрирования базовой станции и ровера равны между собой и составили 0,8 мм. Коэффициент радиовидимости принимался равным единице в местах, где оба пункта, ограничивающие вектор, расположены на открытых местах и вблизи отсутствовали высокие препятствия, экранирующие прием спутниковых сигналов (лесная растительность, многоярусная застройка и других препятствий.); в противном случае коэффициент принимался равным 2.

Результаты предварительного расчета спутниковых измерений представлены в таблице.

Результаты предварительного расчета

Номер точки	Погрешность (мм)
245	3.541
255	3.537
235	3.512

Согласно ГОСТ 24846-2012 «Грунты. Методы измерений деформаций», погрешность определения горизонтальных перемещений для 2 класса точности составляет 5 мм. В результате наших расчетов мы получили наибольшее значение ошибки определения пунктов спутниковой сети в 3.512 мм, что является допустимым значением ошибки.

По результатам проведенного предварительного расчета можно сделать вывод о том, что выбранная нами методика наблюдений за горизонтальными смещениями позволяет определять деформации с необходимой точностью, что в свою очередь позволяет своевременно предупреждать и предотвращать аварийные ситуации на гидротехническом сооружении.

Список литературы

1. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. – Взамен 24846-81; введ. 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ; М. Изд-во стандартов, 2012. – XII, 18
2. Серапинас Б. Б. Введение в ГЛОНАСС и GPS измерения: учеб. пособие. – Ижевск: Изд-во Удм гос. ун-та, 1999. -93 с.
3. Гудков В. М., Хлебников А.В. Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений: учебник для вузов. – М.; Недра, 1990. – 335 с.
4. Гришко С. В. Уравнивание спутниковых сетей. Предварительная оценка точности проектов спутниковых измерений: учеб.-метод. пособие – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010– 20 с.

УДК 528.482.3

Ю.Д. Маврин, Т.В. Хаджеев, О.С. Колесатова, М.Ф. Тулубаева

ОРИЕНТИРНО-СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА ЧЕРЕЗ ОДИН ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТВОЛ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ (в местной системе координат)

Аннотация. Задача соединительной съемки обеспечить выполнение маркшейдерских съемок подземных горных выработок в системе координат, принятой на земной поверхности. Соединительную съемку выполняют при строительстве новой шахты и в дальнейшем – при подготовке новых горизонтов. Без выполнения соединительной съемки невозможны развитие горных работ, правильное отражение на

планах их расположения относительно объектов поверхности, решение задач охраны объектов поверхности, определение глубины горных работ. Эта съемка относится к числу наиболее ответственных маркшейдерских работ и должна выполняться с высокой точностью и надежным контролем.

В результате выполнения ориентирно-соединительной съемки должны быть получены: а) координаты x и y начального пункта подземной опорной сети; б) дирекционный угол начальной стороны подземной съемки.

Ключевые слова: ориентирно-соединительная съемка, геометрическое ориентирование, примыкание, ориентировка, угловые измерения, линейные измерения.

Ориентирно-соединительная съемка через один вертикальный ствол выполнена в лестничном пролете, который условно принимаем за вертикальный ствол. Съемка включает в себя:

- 1) проектирование двух точек с поверхности в шахту;
- 2) примыкание к этим точкам на поверхности и к их проекциям на горизонте горных работ;
- 3) вычисления.

Ориентировка выполняется независимо дважды.

Проектирование точек с поверхности на горизонт горных работ было осуществлено при помощи отвесов.

По окончании проектирования, когда оба отвеса закреплены в положении покоя, осуществляют примыкание к ним. Обычно оно производится одновременно на поверхности и в шахте. Примыкание осуществлялось с помощью соединительного треугольника. На рисунке приведена схема ориентировки.

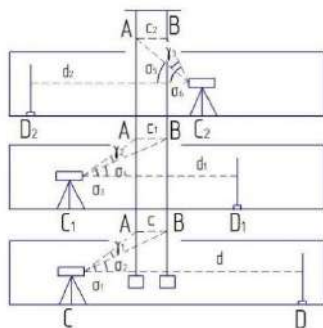


Схема ориентировки

Для этого на поверхности и в шахте вблизи ствола были закреплены точки C , C_1 и C_2 с таким расчетом, чтобы с них были видны оба отвеса, а также ближайший пункт поверхностной и подземной сети. Вместе с проектируемыми точками A и B и их проекциями, выбранные точки образуют треугольники (рисунок).

Перед работами по примыканию определяют ожидаемые ошибки вычисляемых углов m_α и m_β по формулам:

$$m_\alpha = a/c \cdot m_\gamma; m_\beta = b_1/c_1 \cdot m_{\gamma_1}.$$

Ожидаемые ошибки углов α и β не должны превышать $\pm 20''$.

Измеряют все три стороны a , b , c треугольника CAB и углы δ_1 , ϵ_1 , γ_1 на поверхности в точке C , стороны a_2 , b_2 и c_2 треугольника C_1AB и углы δ_2 , ϵ_2 , γ_2 в шахте в точке C_1 .

Угловые измерения в треугольнике выполнялись поверенным теодолитом 4ТЗ0П, способом круговых приемов три раза, линейные измерения – стальной компарированной рулеткой в прямом и обратном направлении пять раз. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты угловых измерений

Угол	Точка	Отсчет по горизонтальному кругу						Среднее значение
		КЛ			КП			
Цокольный этаж								
γ_1	A	0°0′	5°02′	10°03′	15°03′	20°05′	25°05′	5°01′
	B	5°02′	10°03′	15°03′	20°05′	25°05′	30°07′	
δ_1	A	0°00′	60°44′	121°27′	182°09′	242°51′	303°34′	64°42′50″
	D	60°44′	121°27′	182°09′	242°51′	303°34′	4°17′	
δ_2	B	0°00′	55°42′	111°24′	167°06′	222°48′	278°30′	58°42′
	D	55°42′	111°24′	167°06′	222°48′	278°30′	334°12′	
Первый этаж								
γ_2	A	0°00′	9°25′	18°50′	28°16′	37°41′	47°06′	9°25′10″
	B	9°25′	18°50′	28°16′	37°41′	47°06′	56°31′	
δ_3	A	0°00′	81°20′	162°39′	243°58′	325°17′	46°37′	81°19′30″
	D ₁	81°20′	162°39′	243°58′	325°17′	46°37′	127°57′	
δ_4	B	0°00′	90°45′	181°29′	272°13′	2°58′	93°43′	90°44′50″
	D ₁	90°45′	181°29′	272°13′	2°58′	93°43′	184°29′	
Второй этаж								
γ_3	A	0°00′	8°22′	16°45′	25°08′	33°31′	41°54′	8°23′
	B	8°22′	16°45′	25°08′	33°31′	41°54′	50°18′	
δ_5	D ₂	0°00′	89°03′	178°07′	267°09′	356°12′	85°15′	89°02′50″
	A	89°03′	178°07′	267°09′	356°12′	85°15′	174°17′	
δ_6	D ₂	0°00′	97°25′	194°52′	292°17′	29°43′	127°09′	97°25′40″
	B	97°25′	194°52′	292°17′	29°43′	127°09′	224°34′	

Для контроля линейных измерений сторон соединительного треугольника вычисляют длину линии, соединяющей отвесы, по формуле:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2a \cdot b \cdot \cos \gamma$$

и сравнивают с измеренной. Разность между вычисленным значением этой стороны и непосредственно измеренным не должна превышать при примыкании на земной поверхности ± 3 мм и при примыкании на ориентируемом горизонте ± 5 мм.

Решение задачи примыкания выполнено для установления связи между отвесами и опорными пунктами.

Вычисления углов при отвесах А и В произведены по формуле синусов, т.к. $0 < \gamma < 20^\circ$. Произведен контроль, вычислена невязка и внесены поправки в определяемые углы. Далее определяют дирекционные углы сторон и координаты точек С₁ и С₂.

Зная координаты точек С и D, вычисление дирекционных углы в соединительном треугольнике на цокольном этаже произведены по внутренней стороне треугольника, на первом и втором этажах – по внешней стороне треугольника. Координаты точек С и D определены путем проложения теодолитного хода с одной из станций лаборатории 073. Используя полученные значения дирекционных углов, расстояний и исходных координат решили прямую геодезическую задачу и определили координаты искомых точек. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты вычислений координат пунктов

Точка	Первая съемка		Вторая съемка		Разность		Среднее	
	X	Y	X	Y	ΔX	ΔY	X	Y
С	55,747	5,868	55,745	5,865	2	3	55,746	5,867
С ₁	54,094	6,629	54,1	6,628	6	1	54,097	6,629
С ₂	52,644	6,689	52,644	6,688	0	1	52,644	6,689
D	21,556	6,37	21,551	6,368	5	2	21,554	6,369
D ₁	45,677	7,008	45,675	7,004	2	4	45,676	7,006
D ₂	57,291	4,528	57,291	4,528	0	0	57,291	4,528

В результате выполненной работы закоординированны по два опорных пункта на цокольном, первом и втором этажах в системе координат принятой в лаборатории 073, которые будут использоваться для выполнения различных практических и лабораторных работ студентами специальности «Маркшейдерское дело».

Список литературы

1. Геодезия и маркшейдерия / В.Н. Попов, В.А. Букринский, П.Н. Бруевич и др.; Под ред. В.Н. Попова, В.А. Букринского: учебник для вузов. М.: Изд. МГТУ, 2004.
2. Маркшейдерия: учебник для вузов. Под ред. М.Е. Певзнера, В.Н. Попова. М.: изд-во МГТУ, 2003.
3. А.В. Евдокимов, А.Г. Симанкин. Сборник упражнений и задач по маркшейдерскому делу. Учебное пособие. М.: изд-во МГТУ, 2004.
4. О.С. Колесатова., С.О. Картунова, М.Ф. Тулубаева. Лабораторный практикум по дисциплине «Маркшейдерия» для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело, специализация Маркшейдерское дело всех форм обучения. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016.
5. Г.К. Загоруйко, В.И. Пушкарев, Н.В. Рубцов, О.С. Колесатова, Е.А. Романько/ Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Геодезия и маркшейдерское дело» для студентов специальности 130404. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2010.

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛООБРАБОТКИ

УДК 621.74.047

М.Е. Терентьев, А.М. Столяров

АНАЛИЗ СКОРОСТИ ВЫТЯГИВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ СЛЯБОВ ИЗ ТРУБНОЙ СТАЛИ

Аннотация. Проанализировано влияние величины перегрева металла над температурой ликвидус в промежуточном ковше МНЛЗ, содержания серы в металле, толщины отливаемой заготовки на скорость вытягивания непрерывнолитых слэбов из трубной стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У.

Ключевые слова: трубная сталь, непрерывная разливка, слэб, скорость вытягивания.

В кислородно-конвертерном цехе ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» трубная сталь разливается на одноручьевой слэбовой МНЛЗ криволинейного типа с вертикальным участком [1-3]. Важнейшим параметром технологического режима разливки является скорость вытягивания непрерывнолитой заготовки из кристаллизатора [4-5]. Величина этого параметра оказывает влияние как на производительность МНЛЗ, так и на качество литого металла [6-9]. Сортамент трубного металла постоянно расширяется – появилась необходимость в производстве особонизкосернистой (с содержанием серы не более 0,0015 %) стали марки DNV SAWL 485 FD [10]. В работе предпринята попытка сравнительного анализа влияния основных параметров разливки на скорость вытягивания слэба из кристаллизатора.

В работе проанализировано влияние на скорость вытягивания из кристаллизатора слэбовой непрерывнолитой заготовки следующих параметров:

- величины перегрева металла (10–40 °С) в промежуточном ковше МНЛЗ над температурой ликвидус, равной для стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У 1520 и 1500 °С соответственно;
- толщины отливаемой заготовки (190, 250 и 300 мм);
- содержания серы в разливаемом металле (интервал изменения 0,001–0,014%, среднее содержание – 0,003 %);
- химического состава разливаемой стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У.

В результате анализа выявлена зависимость скорости вытягивания слэбов разной толщины из стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У от величины перегрева металла в промежуточном ковше, представленная на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что скорость вытягивания слэбов не зависит от химического состава двух рассмотренных марок стали, так как обе марки относятся к одной группе низкоуглеродистой стали при определении температурно-скоростного режима разливки.

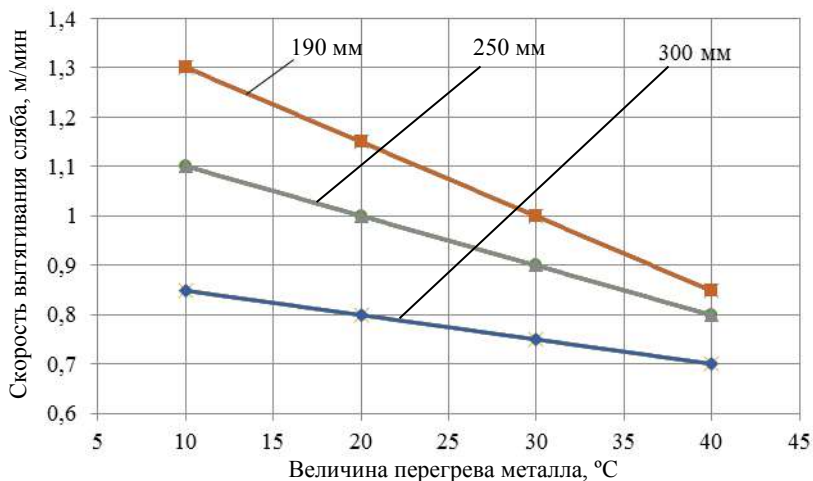


Рис. 1. Зависимость скорости вытягивания слябов разной толщины из стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У от величины перегрева металла в промежуточном ковше

С увеличением величины перегрева металла над температурой ликвидус в промежуточном ковше МНЛЗ и толщины отливаемой заготовки скорость вытягивания слябов снижается. Сталь марки DNV SAWL 485 FD разливается при более высокой температуре металла в промежуточном ковше (1530 – 1560 °C), чем сталь марки 17Г1С-У (1510 – 1540 °C) (рис. 2).

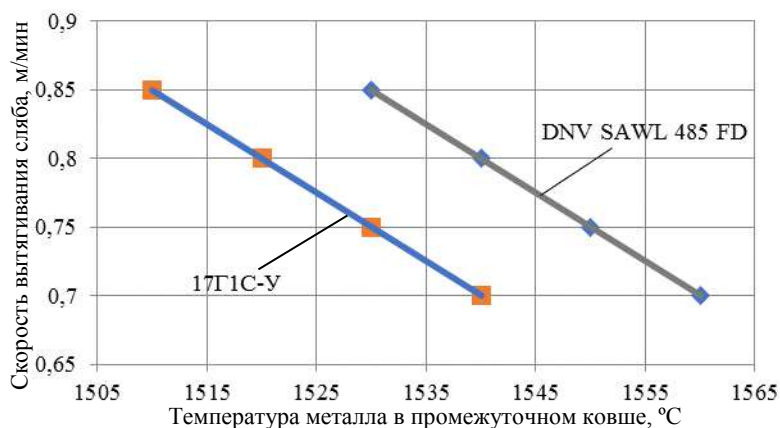


Рис. 2. Зависимость скорости вытягивания сляба толщиной 300 мм из стали разных марок от температуры металла в промежуточном ковше

С целью изучения влияния содержания серы на скорость вытягивания сляба сечением 300×2600 мм был проанализирован массив производственных данных из 174 плавков стали класса прочности К60. Для 85 плавков металла с содержанием серы не более 0,002 % средняя величина скорости вытягивания составила 0,79 м/мин, а для 89 плавков металла с содержанием серы более 0,002 % – 0,78 м/мин. Таким образом, содержание серы не оказало влияния на величину скорости вытягивания слябов из трубной стали.

В таблице представлены данные об абсолютной и относительной величинах скорости вытягивания заготовок из стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У.

Данные о скорости вытягивания слябов
из трубной стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У

Параметр		Скорость вытягивания сляба	
		интервал изменения, м/мин	относительная величина
Величина перегрева металла (10–40 °С):			
Толщина сляба, мм	190	1,30 – 0,85	1,86 – 1,21
	250	1,10 – 0,80	1,57 – 1,14
	300	0,85 – 0,70	1,21 – 1,00

Из представленных данных видно, что увеличение величины перегрева металла на 30 °С вызывает снижение скорости вытягивания слябов толщиной 190 мм на самую большую величину – 65 % (отн.), толщиной 250 мм – на 43 % (отн.) и толщиной 300 мм – на 21 % (отн.).

Уменьшение толщины сляба с 300 до 190 мм позволяет повысить скорость вытягивания заготовок на 21–65 % (отн.).

Слябы из стали марок DNV SAWL 485 FD и 17Г1С-У имеют одинаковую скорость вытягивания, не зависящую от содержания серы в металле.

Список литературы

1. Мошкунов В.В., Столяров А.М. Применение мягкого обжата непрерывнолитого сляба на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком// Теория и технология металлургического производства: Межрегион. сб. науч. тр. Магнитогорск: МГТУ, 2010. Вып.10. С. 57–62.
2. Мошкунов В.В., Столяров А.М., Казаков А.С. Снижение осевой химической неоднородности трубной стали в результате мягкого обжата непрерывнолитого сляба // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. №2 (38). С. 24–25.
3. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Непрерывная разливка стали. Машины непрерывного литья заготовок: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 193 с.
4. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Технология непрерывной разливки стали: учебное пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2009. 78 с.
5. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Технологические расчеты по непрерывной разливке стали: Учебное пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. 67 с.

6. Шевченко Е.А., Столяров А.М., Шаповалов А.Н. Влияние температуры разливаемого металла на качество непрерывнолитого сляба и листового проката // Теория и технология металлургического производства: Межрегион. сб. науч. тр. Магнитогорск: МГТУ, 2012. Вып.12. С. 68–74.

7. Усовершенствование режима вторичного охлаждения непрерывнолитых слябов / В.Н. Селиванов, А.М. Столяров, Б.А. Буданов и др. // В книге: Труды V конгресса сталеплавателей: АО «Черметинформация». Ассоциация сталеплавателей. М., 1998. С. 411–412.

8. Определение оптимальных режимов вторичного охлаждения непрерывнолитых слябов / Р.С. Тахаутдинов, Ю.А. Бодяев, В.Н. Селиванов и др. // В сборнике: VII Международный конгресс сталеплавателей; Труды VII Международного конгресса сталеплавателей: АО «Черметинформация». Ассоциация сталеплавателей. М.: 2003. С. 564–566.

9. Шевченко Е.А., Столяров А.М., Шаповалов А.Н. Искажение профиля непрерывнолитого сляба в условиях ОАО «Уральская сталь» // Металлургические процессы и оборудование. 2014. №1(35). С. 13–18.

10. Ковшечая обработка стали с вдуванием флюидизированной извести / С.Н. Ушаков, В.А. Бигеев, А.М. Столяров, В.В. Мошкунев // Теория и технология металлургического производства. 2016. №2 (19). С. 26–29.

УДК 621.74.047

М.С. Колов, А.М. Столяров, В.В. Мошкунев

АНАЛИЗ СЕРИЙНОЙ РАЗЛИВКИ ТРУБНОЙ СТАЛИ НА ОДНОРУЧЬЕВОЙ СЛЯБОВОЙ МНЛЗ

Аннотация. Проанализированы годовые данные разливки стали методом «плавка на плавку» в кислородно-конвертерном цехе на слябовых МНЛЗ. Произведен расчет суточной производительности одноручьевой слябовой МНЛЗ при увеличении количества плавков трубной стали в одной серии.

Ключевые слова: трубная сталь, непрерывная разливка, серийность, МНЛЗ, производительность.

В кислородно-конвертерном цехе ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» вся произведенная сталь разливается на пяти слябовых МНЛЗ. Четыре МНЛЗ криволинейного типа [1, 2] изготовлены отечественным производителем оборудования – ПАО «Уралмашзавод» (г. Екатеринбург) и одна машина криволинейного типа с вертикальным участком [3, 4] – импортным производителем – фирмой «SMS Demag». Трубная сталь разливается на импортной одноручьевой МНЛЗ. В работе проанализированы параметры разливки стали на данной машине методом «плавка на плавку» в течение года. В результате анализа установлено, что серийная разливка осуществлялась лишь в 90,3 % случаев (рис. 1).

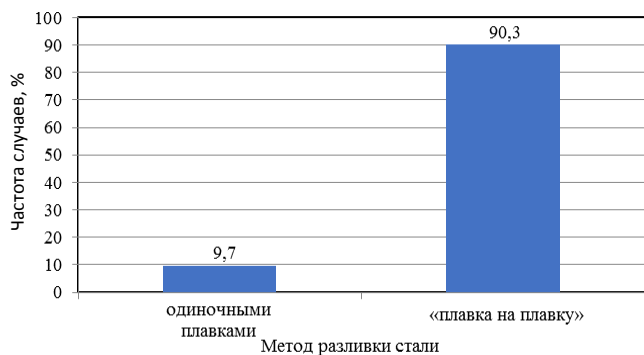


Рис. 1. Относительное количество стали, разлитой разными методами

На рис. 2 представлена информация о частоте серий с разным количеством плавков, из которой следует, что трубный металл в основном разливался короткими сериями.

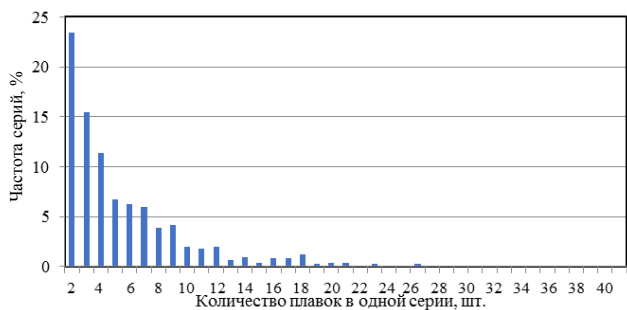


Рис. 2. Данные о частоте серий с разным количеством плавков

Примерно половина всего металла была разлита, когда количество плавков в одной серии составляло от двух до четырех, то есть через один промежуточный ковш. На рис. 3 приведены данные о среднем количестве плавков в серии на разных МНЛЗ.

Из этих данных видно, что средняя серийность на одноручевой машине ока-залась почти вдвое меньше, чем на остальных МНЛЗ. Известно [5, 6], что низкая серийность разлики ведет к уменьшению производительности машины. В работе произведен расчет суточной производительности одноручевой МНЛЗ при условии повышения количества плавков в одной серии до уровня остальных цеховых машин. Для расчета были использованы зависимости, широко используемые при проведении технологических расчетов [7]. Исходные данные были следующими:

- масса металла в сталеразливочном ковше – 350 т;
- продолжительность паузы между сериями – 120 мин;
- количество плавков в одной серии – от 2 до 15 шт.;

- плотность металла – $7,6 \text{ т/м}^3$;
- толщина сляба – 300 мм;
- ширина сляба – 2300 мм;
- скорость вытягивания сляба – 0,7; 0,75 и 0,8 м/мин.

Результаты расчета показаны на рис. 4.

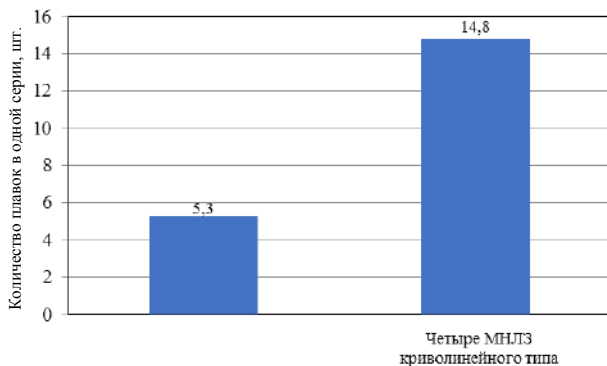


Рис. 3. Среднее количество плавков в серии на слябовых МНЛЗ

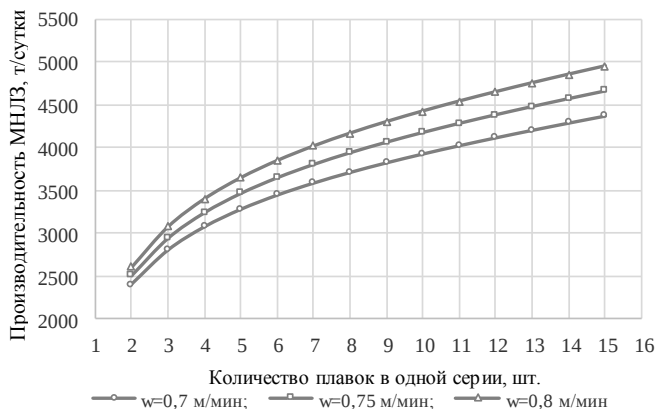


Рис. 4. Расчетные данные суточной производительности одноручевой слябовой МНЛЗ в зависимости от количества плавков в серии и скорости вытягивания заготовки (w)

Расчетные данные свидетельствуют о том, что увеличение количества плавков в одной серии в три раза (с 5 до 15 плавков) приведет к росту суточной производительности одноручевой слябовой МНЛЗ в среднем на 34,5 %.

Для повышения производительности одноручевой слябовой МНЛЗ рекомендуется всю сталь разливать методом «плавка на плавку», увеличив среднее количество плавков в одной серии с 5 до 10-15 штук.

Список литературы

1. Усовершенствование режима вторичного охлаждения непрерывнолитых слабов / В.Н. Селиванов, А.М. Столяров, Б.А. Буданов и др. // В книге: Труды V конгресса сталеплавильщиков: АО «Черметинформация». Ассоциация сталеплавильщиков. М., 1998. С. 411–412.
2. Определение оптимальных режимов вторичного охлаждения непрерывнолитых слабов / Р.С. Тахавудинов, Ю.А. Бодяев, В.Н. Селиванов и др. // В сборнике: VII Международный конгресс сталеплавильщиков; Труды VII Международного конгресса сталеплавильщиков: АО «Черметинформация». Ассоциация сталеплавильщиков. М.: 2003. С. 564–566.
3. Опыт эксплуатации новой одноручевой слабовой МНЛЗ с вертикальным участком / С.В. Прохоров, Б.А. Сарычев, А.С. Казаков и др. // Сталь, 2012. №7. С. 9–11.
4. Мошкунов В.В., Столяров А.М., Казаков А.С. Снижение осевой химической неоднородности трубной стали в результате мягкого обжата непрерывнолитого сляба // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. №2 (38). С. 24–25.
5. Мошкунов В.В., Столяров А.М. Применение мягкого обжата непрерывнолитого сляба на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком// Теория и технология металлургического производства: Межрегион. сб. науч. тр. Магнитогорск: МГТУ, 2010. Вып.10. С. 57–62.
6. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Непрерывная разливка стали. Машины непрерывного литья заготовок: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 193 с.
7. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Технологические расчеты по непрерывной разливке стали: Учебное пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. – 67с.

УДК 621.778.5-620.174

Е.В. Лопатина, Л.В. Носов

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИК И ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АРМАТУРНЫХ КАНАТОВ*

Арматурный канат наиболее эффективная напрягаемая арматура. Он состоит из группы проволок, свитых так, чтобы было исключено их раскручивание. Вокруг центральной прямолинейной проволоки по спирали в одном или в не-

** Работа проведена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства с участием высшего образовательного учреждения (Договор № 02.G25.31.0178/ №МК204895).*

скольких концентрических слоях располагают проволоки одного диаметра. Проволоки изготавливают из углеродистых марок стали 70, 75, 80, 85 [1-2].

Диаметры и параметры канатов, а также размеры проволок составляющих арматурные пряди, регламентируются в соответствии с ГОСТ 13840-68 [2]. Технический ресурс арматурного каната определяется такими характеристиками, высокие пластические свойства, хорошие упругие свойства, максимально высокое нормативное сопротивление. Например максимальные значения: условные пределы текучести $(\delta_{0,2}) = 1500 \text{ Н/мм}^2$, временное сопротивление разрыву $(\delta_b) = 1770 \text{ Н/мм}^2$; относительное удлинение перед разрывом = 4%; усилие при условном пределе текучести $P_{0,2} = 197 \text{ кН}$; разрывное усилие = 232 кН [2]. Для определения механических свойств проводят испытания на растяжение, перегиб и скручивание. При испытаниях на растяжение определяют такие параметры как: относительное удлинение при разрыве, предел текучести, временное сопротивление, а также модуль упругости. Особое внимание следует обратить на модуль упругости E_n который характеризует упругие свойства канатной арматуры, следует отметить что при определении модуля упругости, при испытаниях на растяжение необходимо корректно проводить измерения относительно малых удлинений $\Delta l_{0,35}$, $\Delta l_{0,10}$. Проведение таких измерений, например, по ходу траверса испытательной машины может внести существенную погрешность. В данном случае необходимо проводить точное измерение непосредственно удлинения образца. Для этого в настоящее время существуют специальные приборы называемые экстензометры.

$$E_n = \frac{(P_{0,35} - P_{0,10})l_0}{(\Delta l_{0,35} - \Delta l_{0,10})F_0}. \quad (1)$$

Подробное описание терминов, обозначения и определения приведены в приложение (1) ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение (с Изменениями N1,2) [3].

При проведении испытания на растяжение важным является вопрос выбора оснастки (захватов), для обеспечения равномерной фиксации испытанного образца арматурного каната возможны различные варианты. Наиболее универсальным является способ заливки канатов, например в свинцовые или полимерные среды [6]. Однако данный способ не является эффективным для проведения испытаний большого количества образцов, так как требует длительного времени. Поэтому актуальным является вопрос выбора захватов для равномерной фиксации. В настоящее время при испытаниях на растяжение наибольшее распространение получили следующие виды захватов: цанговые, винтовые и клиновые.

Цанговый захват состоит из зажимной трубы и цанги.

Достоинства цанговых захватов: усилие зажима пропорционально усилию растяжения; нагружение происходит по центру оси растяжения. Благодаря высокой термостойкости и малой монтажной высоте захваты подходят для использования в термокамерах; открытие и закрытие осуществляется посредством рычага; преднатяжение пружины удерживает захват открытым для установки образца.

Недостатки цанговых захватов: неизбежный износ отверстия шпинделя между зажимной трубой и цангой; не обеспечивается точная подача нагрузки по всей длине образца [4].

Винтовые захваты состоят из корпуса и зажимных губок.

Достоинства винтовых захватов: усилие зажима зависит от момента затяжки винта и упругости; захваты просты в обращении; большая ширина открытия гарантирует широкий диапазон применения; благодаря U-образной форме винтовых захватов, к ним обеспечен лёгкий доступ; захваты в стандартном исполнении устойчивы к воздействию температуры; в зависимости от типа, в зажимной модуль захвата устанавливают упорный подшипник для увеличения зажима; на многих типах винтовых захватов можно свободно регулировать обе зажимные губки, это позволяет испытывать даже несимметричные образцы.

Недостаток: не подходят для канатной арматуры, так как обладают малым усилием [5].

Клиновые захваты состоят из массивного корпуса со сменными губками или неподвижными губками, а также управляющего модуля для открытия и закрытия захвата.

Достоинства клиновых захватов: простая конструкция, самозажим; благодаря сменным губкам адаптируется к различным размерам образцов; с пневматическим приводом для больших усилий.

Недостаток клиновых зажимов: при повреждении насечки на губках возникает необходимость замены зажимных губок полностью, так как при закреплении высокопрочных образцов насечка быстро изнашивается и надежность крепления образцов после каждого испытания уменьшается, а в дальнейшем испытание образцов становится невозможным. Как уже отмечалось ранее актуальным является вопрос, выбора приборов для определения удлинения в упругой области для оценки модуля E_n . Чтобы определить удлинение используют экстензометр. Экстензометр – это прибор для измерения деформации образца во время проведения испытаний на растяжение, сжатие [5]. В настоящее время известны следующие типы экстензометров – контактные и бесконтактные.

Работа контактных экстензометров основывается на принципе измерения деформации путем изменения длины образца между контактными губками, находящимися в механическом соприкосновении с образцом. Бесконтактные экстензометры реализуют принцип измерения деформации (удлинение образца) без механического контакта с испытываемым образцом. Данный принцип может быть реализован двумя методами: 1) Лазерный, когда метки формируются путем оптического излучения; 2) Видео, когда метки визуализируются путем цифровой обработки изображения с помощью камер высокого разрешения. Особенности и преимущества, контактных экстензометров: возможность проведения испытания вплоть до разрушения образца; измерение положительных и отрицательных перемещений; легко заменяемые ножи из закалённой стали; высоко- и низкотемпературные опции расширяют диапазон рабочих температур; заменяемые рычаги и проставки позволяют изменить базу для различных потребностей испытаний; прочная конструкция позволяет использование при проведении испытаний на усталость в низко- и высокочастотных режимах; удобная конструкция позволяющая устанавливать экстензометр на образец одной рукой. При испытании арматуры на статическое растяжение в продольном направлении происходит интенсивное «расщепление» и «распушивание», следовательно, использование контактного экстензометра не целесообразно, так как может произойти повреждение или разрушение прибора. Особенности и преимущества, бесконтактных экстензометров: использование вплоть до разрушения образца; непосредственное опти-

ческое измерение деформации; сохранение значения начальной длины; лазерный экстензометр определяет все начальные длины до старта испытания; определение областей разрушения образца для локального анализа разрыва; использование в печах и климатических камерах; использование для испытания стальных канатов.

Выводы:

В настоящее время ведущие производители испытательных машин, таких компаний как Labortech, Ibertest, Walter+bai, Tinius Olsen, Shimadzu, Zwick предлагают различные варианты решения технической проблемы испытаний арматурных канатов. Однако, проведённый анализ и варианты предлагаемые различными производителями позволяют сделать вывод, что единого технического решения по проведению испытаний арматурных канатов не существует. В силу специфики разрушения канатов в настоящее время для определения деформационных показателей предпочтительней и эффективней использовать бесконтактные экстензометры.

Список литературы

1. Королёв В. Д. Канатное производство. М.: Metallurgy, 1980.
2. ГОСТ 13840-68. Государственный стандарт союза ССР
3. ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Межгосударственный стандарт
4. H. Kent Preston. Testing 7-Wire Strand for Prestressed Concrete- The State of the Art. PCI JOURNAL/May-June 1985
5. Chandu V. Shenoy, Gregory C. Frantz. A Simple Method of Gripping Prestressing Strands for Tension Tests. PCI JOURNAL /July-August 1991
6. Зажимные устройства для образцов [Электронный ресурс]: Устройство для зажима конца каната. URL:<http://findpatent.ru>

УДК 621.771.22.019

И.А. Разгулин, Д.Н. Чикишев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ СЛЯБА С ОСЕВОЙ ХИМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ

Аннотация. В работе описаны различные подходы к оцениванию ликвационной неоднородности. Для исследования в динамике поведения ликвационных зон при прокатке разработана конечно-элементная модель, адекватность которой была доказана физическим экспериментом.

Ключевые слова: ликвация, ликвационные полосы, конечно-элементное моделирование, толстолистовой стан 5000.

В условиях современной металлургии на МНЛЗ невозможно получить изотропный по химическому составу металл. Неравномерность распределения химических элементов по сечению сляба подразумевает неравномерность механических свойств в готовом прокате.

Наиболее грубым проявлением химической неоднородности является ликвационная полоса. Наличие зон ликвационной неоднородности, имеющих повышенную твердость, низкую пластичность и низкое сопротивление разрыву, приводит к существенной анизотропии и неоднородности свойств по толщине проката [1]. Проблема исследования негативного влияния ликвационной полосы и разработка мероприятий по его минимизации является одной из приоритетных задач, актуальных для металлургических предприятий и научных центров. Для решения этой задачи необходимо разработать простую и в то же время корректную методику описания и оценки ликвационных полос, на ее основе выявить зависимость их образования и развития от технологических параметров и в дальнейшем усовершенствовать процесс производства с целью получения более однородного по химическому составу металла.

Существуют некоторые подходы к оцениванию ликвационных зон. Так, для распределения химических элементов по сечению сляба в работе [2] было предложено исследовать $\frac{1}{4}$ часть темплета сляба стали 40. Данный участок разрезался на 36 частей, после чего на каждом определяли химический состав с помощью эмиссионного спектрометра «Искролайн-100». По полученным данным были построены графики распределения концентраций химических элементов по поверхности темплета. Было установлено, что наибольшую ликвацию имеют фосфор, сера, никель, молибден, наименьшую – хром и медь. Максимальное значение коэффициента ликвации установлено у фосфора – 1,561, минимальное у хрома – 1,029.

В другой работе [3] было обращено внимание на ликвацию серы, фосфора и марганца и их влиянии на коэффициент структурной неоднородности K_n (отношение микротвердости металла в осевой ликвационной зоне к микротвердости вне осевой зоны). Так, в металле с небольшой осевой ликвационной зоной (I класс), при минимальной ликвации марганца и фосфора, K_n составляет 1,3. Наибольшее значение K_n , равное 1,9, соответствует металлу с V классом ликвационной неоднородности. В этом случае микротвердость в осевой зоне увеличивается от 223 до 429 HV.

В работе [4] говорится, что изображение ликвационной полосы является периодическим сигналом, поэтому было предложено использовать спектральный анализ с преобразованиями Фурье.

Для оценки поведения зон ликвационной неоднородности при прокатке использовали современный конечно-элементный подход.

Для решения самых сложных проблем применяется программный конечно-элементный комплекс мирового уровня Abaqus, с помощью которого можно получать точные и достоверные решения.

Abaqus позволяет моделировать процесс прокатки, причем не только изотропного материала, но и обладающего различными свойствами по сечению. Поэтому данный комплекс был выбран для моделирования осевой химической неоднородности.

Алгоритм создания модели представлен на рис. 1.

На начальном этапе исследований модель носила упрощенный характер, поскольку не учитывались процессы изменения температуры сляба в процессе прокатки – потери тепла излучением, передача тепла валкам и разогрев за счет энергии пластической деформации. При дальнейшем совершенствовании модели планируется их учет и варьирование в условиях модели.

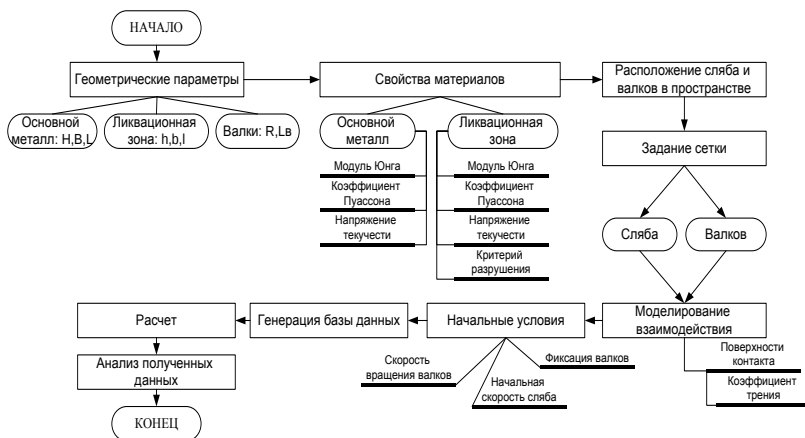


Рис. 1. Алгоритм моделирования прокатки в условиях программного комплекса Abaqus

Для оценки достоверности модели был проведен эксперимент в условиях лабораторного стана. Прокатывали заготовку, представляющую собой медную полосу, обмотанную свинцом. После продольной прокатки свинец аккуратно снимался и исследовался внешний вид медной полоски после разрушения.

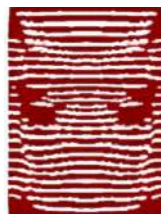
При разработке математической модели в качестве исходных параметров задавали свойства меди и свинца. Процесс разрушения меди моделировали, условно задавая критерий разрушения в соответствии с рекомендациями, сделанными в [5]:

- критическое значение пластической деформации 0,2;
- показатель Stress Triaxiality 0,33;
- скорости деформации 1.

На рис. 2 представлены результаты физического эксперимента (а) и компьютерного моделирования (б). Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой достоверности и адекватности разработанной модели.



а



б

Рис. 2. Результаты физического и компьютерного моделирования

При проведении дальнейших исследований планируется адаптировать адекватную модель к условиям прокатки трубного сортамента в условиях стана 5000.

Список литературы

1. Исследование свойств ликвационной зоны трубного штрипса категории прочности Х65 / Цветков Д.С., Корчагин А.М., Тихонов С.М., Леонов В.П. // Известия Высших учебных заведений. Черная металлургия. 2009. №9. С. 15-19.
2. Бобылева Н.А., Роговский А.Н., Шипельников А.А. К вопросу о ликвации легирующих и примесных элементов по сечению стального сляба // Вестник Липецкого государственного технического университета. 2015. №2 (24). С. 45-51.
3. Марков С.И. Металловедческие основы производства заготовок для высоконадежных элементов энергетических и трубопроводных систем [Текст]: диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.16.01: защищена 27.09.12 / Марков Сергей Иванович. – Москва, 1012. – 83с.
4. Казаков А.А., Киселев Д.В., Пахомова О.В. Структура как основа системы качества в трубном производстве. Заготовительные производства в машиностроении. 2012. №10. С. 40-48.
5. Электронное методическое пособие «SIMULIA Abaqus. Решение прикладных задач». М.: ТЕСИС, 2015. 121 с.

УДК 10167

Е.В. Тарасюк, Е.М. Чукина, М.А. Полякова

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВВЕДЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ СВЯЗУЮЩИХ

Аннотация. Рассмотрены различные виды фаз-носителей для введения в них углеродных нанотрубок. Представлены результаты исследований по получению устойчивых растворов типа связующее – углеродные нанотрубки. Выполнен анализ свойств устойчивых носителей. Показано, что для введения углеродных нанотрубок в качестве фазы-носителя целесообразно использовать полимер.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, покрытие, фаза-носитель.

Углеродные нанотрубки (УНТ) являются одними из самых популярных наноразмерных материалов в настоящее время (рис. 1). УНТ обладают сверхпроводимостью, модуль Юнга УНТ колеблется от 1,28 до 1,8 ТПа, для сравнения модуль Юнга стали составляет 0,21 ТПа, что почти в десять раз меньше, чем у УНТ [1].

Для исследования возможности использования УНТ для модифицирования различных материалов был проведен комплекс экспериментов по определению возможности получения однородного раствора. После анализа свойств и геометрии углеродных нанотрубок был сделан вывод о возможных материалах, которые могут быть использованы в качестве фазы-носителя. Предположено, что УНТ, исходя из своей природы, равномерно распределяться только в растворах типа полимер и растворах, первоначально имеющих наноразмерную структуру. Для подтверждения данного предположения были выбраны следующие материалы: поливиниловый спирт, золь-гель на основе эпоксидной смолы, лакокрасочный материал.

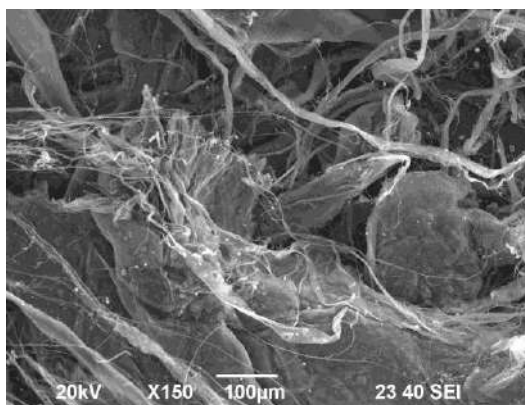


Рис.1. Углеродные нанотрубки

При получении раствора на основе поливинилового спирта с добавлением в него УНТ было установлено, что полная однородность раствора не достигнута в связи с наличием агрегатных скоплений УНТ. Для лучшего распределения УНТ использовали механическое перемешивание с последующим наложением ультразвука. В результате количество образовавшихся агрегатных скоплений УНТ в растворе уменьшилось. Поливиниловый спирт с УНТ обладает однородным цветом и текстурой, что доказывает равномерное распределение УНТ в данной фазе-носителе.

Получение однородного раствора на основе золь-геля с добавлением в него УНТ дало отрицательный результат. Золь-гель по своей химической природе уже имеет наноразмерную структуру, но его плотность меньше, чем плотность УНТ. Это, предположительно, не позволило добиться равномерности распределения УНТ как в результате механического перемешивания, так и при использовании ультразвука, который сформировал агрегаты УНТ [2].

Для эксперимента с лакокрасочным материалом была выбрана белая эмаль на водной основе. При наложении ультразвука УНТ однородно распределились по объему эмали, о чем свидетельствовало изменение цвета полученного раствора.

Следующим этапом исследования явилось определение возможности получения однородного покрытия из полученных растворов с УНТ. В качестве подложки была выбрана углеродистая сталь.

Покрытие, полученное в результате нанесения поливинилового раствора с УНТ, было пористым (рис. 2).

При нанесении лакокрасочного материала с УНТ на металлическую подложку получили плотное однородное покрытие.

Таким образом, в результате экспериментов было установлено, что устойчивые растворы УНТ образовывались только при использовании в качестве фазы-носителя полимерных веществ. Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение особенностей введения УНТ в лакокрасочные материалы.

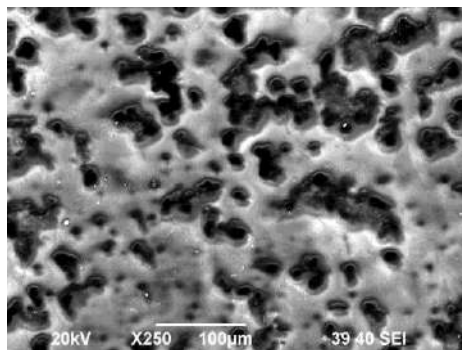


Рис. 2. Покрытие раствора поливинилового спирта с углеродными нанотрубками

Список литературы

1. Елецкий А.В. Механические свойства углеродных наноструктур и материалов на их основе. // Успехи физических наук. 2007. Том 177. №3. С. 236-250.
2. Тарасюк Е.В., Шилова О.А., Хашковский С.В. Золь-гель технология получения стеклокерамических и гибридных покрытий. Магнитогорск, 2009.
3. Structure features and properties of high-alloy white irons / Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №5 (45). С.3–8.
4. Колокольцев В.М. Новые тренды в развитии технического образования // Аккредитация в образовании. 2011. №7(51). С. 52-54.

УДК 678.027.942-428

А.Ф. Нурмахмадов, А.Е. Гулин, М.А. Полякова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ

Аннотация. В настоящее время для определения размеров объектов применяются различные компьютерные программы. В статье приведен обзор существующих компьютерных программ, применяемых для обработки и анализа изображений. На примере компьютерной программы ImageJ показана возможность определения диаметра полимерного волокна, полученного методом электроформования.

Ключевые слова: компьютерная программа, анализ изображения, полимерное волокно, электроформование.

Суть процесса электроформования заключается в том, что под действием высокого электрического напряжения из раствора полимера образуются волокна и оса-

ждаются на коллекторе. На морфологию полимерных волокон влияют концентрация раствора, напряжение электрического поля и скорость подачи раствора (рис. 1).

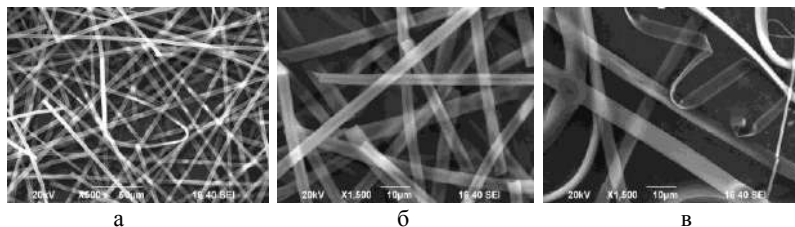


Рис. 1. Полимерные волокна, полученные при концентрации 20% раствора полимера пенополистирола:

- а – напряжение 30кВ, увеличение x500;
- б – напряжение 30кВ, увеличение x1500;
- в – напряжение 30кВ, увеличение x1500

Поскольку диаметр полимерного волокна является важным параметром, влияющим на его свойства, поэтому актуальной задачей является измерение диаметра волокна с использованием компьютерных программ анализа изображения.

В настоящее время компьютерные программы применяются для обработки изображений с целью получения каких-то количественных характеристик исследуемых объектов. Анализ изображений применяется для решения широкого круга задач в металлургии, медицине, биологии, геологии и др. Например, программное обеспечение используется для получения информации о структуре металла, например, определение размера зерна, загрязненности неметаллическими включениями, соотношении структурных составляющих, доли вязкой составляющей в изломе и т.п.

Существует множество специализированных продуктов, которые позволяют осуществлять измерение объектов на снимке, в том числе и в автоматическом режиме. К числу широко известных компьютерных программ, разработанных в России, относятся Siams (г. Екатеринбург), Тиксомет (г. Санкт-Петербург), ВидеоТест (г. Санкт-Петербург). Помимо вышеперечисленных программ еще существуют бесплатные общедоступные программы для анализа изображений в научных целях: JMicroVision [1], ImageJ, Endrov [3], OpenCV [4]. Каждая программа имеет свои особенности и характеристики. Некоторые из них узкоспециализированы, и их можно использовать только для определенного формата изображения. Однако для получения полной информации об исследуемом объекте предпочтение следует отдать компьютерным программам, которые, с одной стороны имеют удобный интерфейс и легкое пользование, а с другой – позволяют получать количественную информацию кА при непосредственном измерении объекта, так и при использовании его фотографии. С этой точки зрения компьютерная программа ImageJ имеет явные преимущества. Рассмотрим применение данной компьютерной программы на примере измерения размеров полимерного волокна методом электроформования.

ImageJ – это компьютерная программа (рис. 2) с открытым исходным кодом для анализа и обработки изображений.

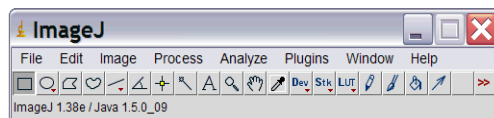


Рис.2. Компьютерная программа ImageJ для анализа изображений

Данная программа написана на языке Java сотрудниками NationalInstitutesofHealth и распространяется без лицензионных ограничений как общественное достояние. Открытый API позволяет гибко наращивать функциональность за счёт подключаемых плагинов, а встроенный макроязык — автоматизировать сложные повторяющиеся действия. ImageJ широко применяется в биомедицинских исследованиях, астрономии, географии и других дисциплинах, связанных с анализом изображений [2]. Компьютерная программа ImageJ позволяет отображать, редактировать, анализировать, обрабатывать, сохранять и печатать 8-битные, 16-битные и 32-битные изображения. Программа может читать многие форматы изображений, такие как TIFF, PNG, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS, а также raw форматы.

Существуют несколько способов загружать изображение в компьютерную программу ImageJ. Первый из них – в самой программе выбираем меню File и затем подменю Open. Далее следует указать путь к изображению. Второй способ заключается в том, что необходимо выделить изображение, используя кнопки мыши.

Для проведения измерения необходимо задать масштаб, т.е. количество пикселей в одной масштабной линейке, при этом откроется диалоговое окно (рис. 3, а). Первая строка Distanceinpixels показывает расстояние нарисованной на изображении линии в пикселях. Строка Knowndistance должна иметь значение «0.00», означающее начало измерения. Третья строка Pixelaspectratio показывает получаемое значение, которое написано под или над масштабной линейкой изображения. Четвертая строка Unitoflength позволяет выбрать единицы измерения: nm (нанометр), um (микрометр), mm (миллиметр), cm (сантиметр), m (метр) и др. После того как масштабная линейка установлена, можно проводить измерение (рис. 3, б). После каждого нанесения линии можно повторить измерение. В окне результатов под соответствующим порядковым номером появляется измеренное значение диаметра отдельного волокна (рис. 3, в).

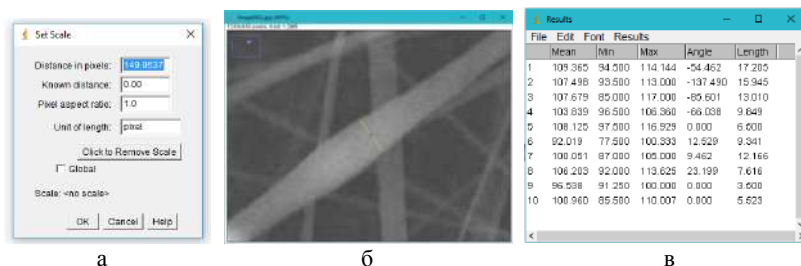


Рис. 3. Диалоговые окна программы ImageJ

Одна из особенностей компьютерной программы ImageJ заключается в том, что эти результаты можно переводить на электронную таблицу MSExcel для дальнейших расчетов [5].

Таким образом, использование компьютерной программы ImageJ позволяет достаточно просто и быстро измерить диаметр полимерного волокна, полученного методом электроформования. Данная информация может быть использована в дальнейшем для определения области применения данных волокон.

Список литературы

1. <http://www.jmicrovision.com>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ImageJ>
3. http://www.endrov.net/wiki/index.php?title=Main_Page
4. <http://opencv.org>
5. <http://metallovedeniye.ru/metallografiya/besplatnye-programmy-dlya-analiza-izobrazhenij.html>
6. Structure features and properties of high-alloy white irons / Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №5 (45). С.3–8.
7. Колокольцев В.М. Новые тренды в развитии технического образования // Аккредитация в образовании. 2011. №7(51). С. 52-54.
8. Производство многофункциональных сплавов инварного класса с повышенными эксплуатационными свойствами / В.М. Колокольцев, М.В. Чукин, Э.М. Голубчик, Ю.Л. Родионов, Н.Ю. Бухвалов // Металлургические процессы и оборудование. 2013. №3(33). С. 47–52.

УДК 004.424:621.771:658.562

С.А. Левандовский, Д.И. Кинзин, С.Ю. Саранча

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОМД: МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Аннотация. Современные системы моделирования не используют все возможности современных процессоров. Использование новейших методов программирования позволяет увеличить скорость моделирования в 5-20 раз, что позволяет перевести ряд программных комплексов в режим моделирования в реальном времени.

Ключевые слова: моделирование, сортопрокатное производство, оптимизация, энергоэффективность, калибровка.

В настоящее время при решении производственных задач научные школы, как правило, разрабатывают собственные программы для ЭВМ, а не используют уже существующие программные комплексы [1-3]. Такой подход имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Преимуществами такого подхода являются: простота освоения программного обеспечения; узкая направленность,

которая выражается в применении более точных моделей; адаптация к предприятию заказчика, учитывающая все нюансы производства [3-6]. Основным недостатком таких решений является использование устаревших методов программирования, не позволяющих эффективно использовать вычислительную мощность персональных компьютеров (ПК) и рабочих станций [3, 5-7].

Современные рабочие станции имеют высокую вычислительную мощность, которая зачастую превышает 1000 GFLOPS (Giga Floating-point Operations Per Second), что позволяет решать научные задачи с помощью численных методов, тогда как 15-20 лет назад подобные задачи решить было практически невозможно в силу невысокой вычислительной мощности процессоров тех времен. Рост производительности описан законами Мура и Хауса, сформулированными почти 50 лет назад, смысл которых заключается в том, что каждые два года количество транзисторов в центральном процессоре (ЦП) будет удваиваться, а его теоретическая производительность будет удваиваться каждые 18 месяцев (рис. 1).

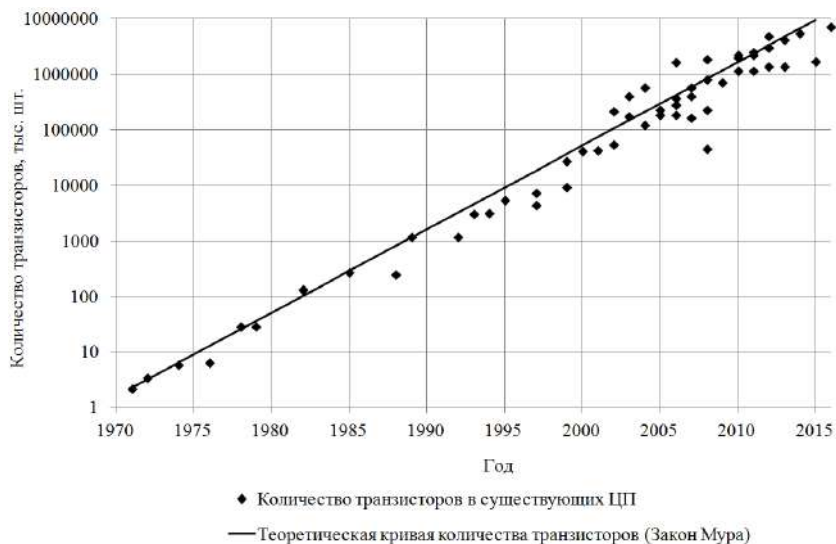


Рис. 1. Закон Мура

Постоянное удвоение количества транзисторов и увеличение тактовой частоты функционирования процессора позволило за 25 лет повысить его теоретическую производительность более чем в 6000 раз. Если в начале 90-х годов теоретическая производительность процессора была на уровне 0,03 GFLOPS, то в наше время она достигает 200 GFLOPS. При этом необходимо понимать, что рост производительности центральных процессоров обеспечивался не простым увеличением тактовой частоты ЦП, а применением новых концепций проектирования процессоров, например, многоядерной архитектуры, которая требует новых подходов к программированию – параллельная обработка данных, дискретизация, декомпозиция и т.д. При использовании классических методов программирования программа не в состоянии использовать свыше 20% мощности ЦП, то есть

вычислительные ресурсы используются неэффективно. По закону Амдала для эффективного использования многоядерных процессоров 95% программного кода должно выполняться параллельно.

Использование параллельной обработки данных, векторных наборов инструкций (SSE, AVX) позволяет ускорить существующие программные комплексы в 5-20 раз, что в свою очередь делает возможным моделирование в реальном времени. Авторы статьи считают возможным использование данных подходов при оптимизации сортовых калибров для увеличения энергоэффективности сортовой прокатки. На сегодняшний день в рамках реального производства авторскому коллективу удалось повысить энергоэффективность прокатки на 8-13%, используя оптимизированные калибры, но невысокая скорость моделирования делает необходимым оптимизацию программного кода с целью получения результатов в краткий срок [6-7].

Список литературы

1. Научно-техническое сопровождение технических и технологических решений для производства периодических профилей №10-14 слиттинг-процессом на стане 370, обеспечивающих стабильную прокатку и повышение выхода годного / Тулупова Н.А., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Кинзин Д.И., Саранча С.Ю., Тулупов О.Н., Рожков Г.К., Баранов Н.А. // Отчет о НИР/НИОКР, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Финансирующая организация: ООО «МЕТАЛЛУРГМАШ Инжиниринг», 2016г. Номер государственной регистрации: 115062610013

2. Научно-техническое сопровождение подготовки и проведения экспериментального исследования прокатки арматуры №10 на стане 370 сортового цеха с учётом разработанных технологических решений / Левандовский С.А., Тулупова Н.А., Кинзин Д.И., Саранча С.Ю., Моллер А.Б., Тулупов О.Н., Рожков Г.К., Баранов Н.А. // Отчет о НИР/НИОКР, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Финансирующая организация: ООО «МЕТАЛЛУРГМАШ Инжиниринг», 2016г. Номер государственной регистрации: 115062610012

3. Разработка раздела «математическое обеспечение» технического задания на корпоративную информационную систему слежения и управления материальными потоками ОАО «ММК» / Моллер А.Б., Тулупов О.Н., Левандовский С.А., Саранча С.Ю., Кинзин Д.И., Тихомирова А.В., Рожков Г.К. // Отчет о НИР/НИОКР, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Финансирующая организация: ЗАО «КонсОМ СКС», 2016г. Номер государственной регистрации: 116012010174

4. Разработка ускоренного охлаждения проката на стане 450 для получения комплекса механических свойств по ГОСТ 19281-2014 с возможностью исключения микролегирования стали / Моллер А.Б., Сычков А.Б., Тулупов О.Н., Кинзин Д.И., Левандовский С.А., Саранча С.Ю., Тихомирова А.В., Малашкин С.О., Астафьева А.А., Лотфрахманова М.М., Кобзева Л.С., Назаров Д.В., Абдульманов В.Э., Рожков Г.К., Баранов Н.А. // Отчет о НИР/НИОКР, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Финансирующая организация: ОАО «ММК», 2016г. Номер государственной регистрации: 316120610057-8.

5. Совершенствование и развитие теоретических подходов и практических решений в моделировании горячей прокатки сортовых профилей и формировании качества продукции / Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Кинзин Д.И., Левандовский С.А., Тулупова Н.А., Саранча С.Ю. // Моделирование и развитие процессов ОМД, Номер: 22, 2016, С. 3-27

6. Improving the efficiency of the rolling mill: modeling of cooling rod / Саранча С.Ю., Левандовский С.А., Моллер А.Б., Кинзин Д.И., Подольский Б.Г. // Моделирование и развитие процессов ОМД, Номер: 22, 2016, С. 50-56

7. Опыт исследования качества заготовки и сортового проката в системе менеджмента качества (СМК) металлургического завода Хосе Марти (Куба) / Тулупова Н.А., Гуэрра Х.А., Левандовский С.А., Кинзин Д.И., Саранча С.Ю., Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2015. №2 (50), С.70-79

УДК 621.365.21

**А.А. Махнутин, Д.К. Егизарьян, И.В. Некрасов, О.Ю. Шешуков,
А.В. Сивцов, М.М. Цымбалист**

О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГАЗОВОГО РЕЖИМА В ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧАХ СМЕШАННОГО НАГРЕВА*

Аннотация. *Топливо-кислородные горелки применяются для интенсификации процессов нагрева и плавления металлического лома в ДСП. В статье рассмотрена возможность использования топливо-кислородных горелок для устранения последствий зонального дисбаланса электрической мощности, обусловленной асимметрией вторичного токоподвода печи*

Ключевые слова: *электрическая дуга, топливо-кислородные горелки, ступени напряжения, электрический режим*

ДСП смешанного нагрева – это печи, в которых помимо основного источника энергии – электрических дуг, используют тепло топливо-кислородных горелок (ТКГ). Необходимость их применения обусловлена дефицитом тепла на нагрев внутренних слоев шихты. Действительно, все тепло от излучения, идущего от столба дуги на стенки колодца, расходуется на плавление шихты, и лишь незначительная часть – на внутренний прогрев. Скорости плавления шихты в радиальном и аксиальном направлениях различны. Вследствие фазового перехода распространение тепла в радиальном направлении замедлено. Прогрев шихты осуществляется в основном за счет теплопередачи от ванны расплавленного металла в аксиальном направлении. Для устранения этого дисбаланса служат газовые горелки.

При управлении технологическим процессом имеется ряд особенностей, которые существенно влияют на ход процесса и снижают его ТЭП. Пожалуй, ос-

* Работа выполнена по Государственному заданию «Моделирование и экспериментальные исследования распределения тепла в рабочем пространстве ДСП смешанного нагрева»

новой из них является асимметрия электрического режима. Асимметрия короткой сети предопределяет неравномерность распределения мощности по фазам печи. Следствием этого служит неравномерность плавления шихты в зонах действия различных электродов, увеличение времени работы под током и повышение облучения футеровки.

На рис.1 представлены характеристики расхода электроэнергии отдельными фазами (A1,2,3). По характеристике дефицита энергии (d) нетрудно видеть, что 1-я фаза за плавку недобирает более 1 МВтч энергии, что составляет более 7% общего расхода. Ликвидировать этот дисбаланс можно за счет выбора установочных параметров автоматического регулятора мощности, однако на практике это вызывает протесты со стороны электрического персонала, обслуживающего печь. Иным способом решить эту задачу можно путем регулирования газового режима.

Регулируя расход газа, можно частично выровнять тепловые потоки в зонах отдельных электродов (рис. 1, 2). Критерием может служить индекс нестабильности дуги, который показывает насколько та или иная временная реализация сигнала фазного напряжения отличается от ее среднего значения на данном интервале времени. Проще говоря, это среднеквадратичное отклонение, и оно тем больше, чем в более неблагоприятных условиях горит дуга. Чем холоднее окружающая среда, тем больше дрожит осциллограмма напряжения. По характеристике изменения этого показателя видно (рис. 3), когда закончено формирование колодцев, когда в печь подавались шлакообразующие материалы. Как видно и то, у какого электрода процесс плавления запаздывает.

Еще одной технологической особенностью является то, что на практике неоправданно редко используют переключение ступеней напряжения с целью изменения длины дуг с целью максимального использования тепла электрических дуг для плавления лома и минимизации облучения свода и стен ванны печи. Из рис.3 видно, что оба цикла расплавления шихты ведут на одной и той же ступени. Для своевременного переключения ступеней нами разработана компьютерная модель, позволяющая оценивать изменение размеров проплавляемых колодцев по ходу плавки. Ее основу составляет расчет угловых коэффициентов излучения дуги и оценка скоростей плавления шихты.

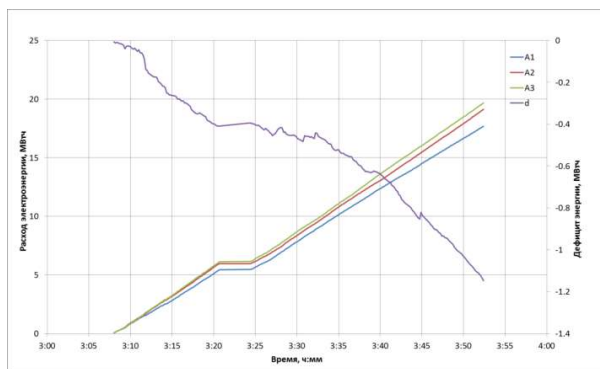


Рис. 1. Характеристики расхода электроэнергии отдельными электродами печи



Рис. 2. Вид ванны ДСП-135 приблизительно в середине расплавления завалки. Видны зоны действия фурм, где расплавление опережает расплавление в зоне действия дуг

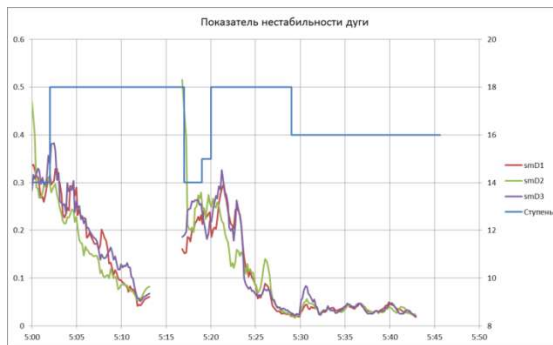


Рис. 3. Изменение показателя нестабильности дуги и ступеней напряжения по ходу плавки

Контроль плавки на завершающей ее стадии имеет другой приоритет. В окислительный период горелки используются как кислородные фурмы. Во избежание переокисления стали для своевременного отключения фурм следует контролировать окисленность металла. Параметром, позволяющим реализовать этот контроль, служит постоянная составляющая напряжения дуги (ПСНД). Характеристика его изменения приведена на рис. 4.

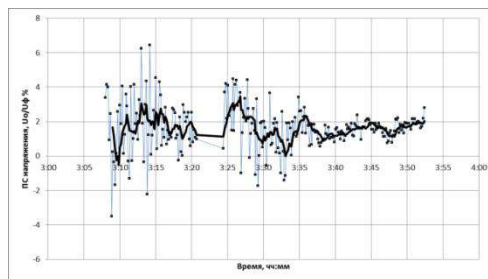


Рис. 4. Изменение постоянной составляющей напряжения дуги по ходу плавки

И.В. Некрасов, М.М. Цымбалист, О.Ю. Шешуков,
Д.К. Егизарьян, С.Н. Бонарь

АНАЛИЗ ДИАГРАММ СТРУКТУРНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТРОЙНЫХ ОКСИДНЫХ СИСТЕМ*

Аннотация: изложены результаты анализа диаграммы системы $\text{CaO-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ с изолиниями вязкости. Показано что, роль TiO_2 в расплаве зависит от концентрации других оксидов и соответственно меняется степень его влияния на вязкость шлака.

Ключевые слова: вязкость, диаграмма состояния, шлак.

Проведен анализ диаграммы состояния вязкости (рис. 1) [1], получены зависимости вязкости от химического состава. Они позволяют прояснить вопрос о характере влияния компонентов расплава на его структуру, а также о границах проявления кислотно-основных свойств компонентами.

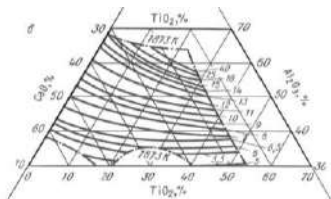


Рис. 1. Диаграмма состояния вязкости для системы $\text{CaO-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ [1]

Из графиков (рис. 2 и рис. 3) видно, что увеличение концентрации CaO понижает вязкость шлака, как и свойственно «классическим» основным оксидам.

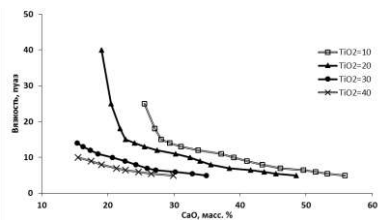


Рис. 2. Влияние концентрации CaO на изменение вязкости при постоянном содержании TiO_2

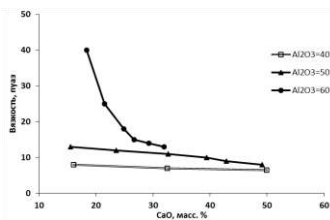


Рис. 3. Влияние концентрации CaO на изменение вязкости при постоянном содержании Al_2O_3

* Работа выполнена по Государственному заданию «Переработка техногенных отходов (шлаков сталеплавильного производства) методами пирометаллургии с целью расширения сырьевой (или ресурсной) базы черной металлургии и строительной отрасли, повышения качества и снижения себестоимости металлопродукции» (№0396-2015-0083)

Изменение концентрации Al_2O_3 приводит к повышению вязкости, что характеризует его в данном случае как кислотный оксид.

Если рассматривать зависимость вязкости от концентрации TiO_2 , то становится очевидно, что при постоянной концентрации CaO (рис. 6) TiO_2 проявляет основные свойства. При постоянной же концентрации Al_2O_3 (рис. 7) увеличение TiO_2 сопровождается повышением вязкости и характеризует проявление кислотных свойств. Причем, при высоких концентрациях Al_2O_3 влияние TiO_2 на вязкость значительнее – как если бы TiO_2 встраивался в имеющиеся в расплаве анионные стеки. При низком содержании Al_2O_3 оксид титана слабо влияет на вязкость, его влияние похоже на следствие замены более «слабого» катиона-модификатора (Ca^{2+}) более «сильным» катионом модификатором (Ti^{4+}).

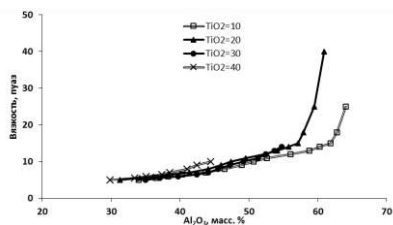


Рис. 4. Влияние концентрации Al_2O_3 на изменение вязкости при постоянном содержании TiO_2

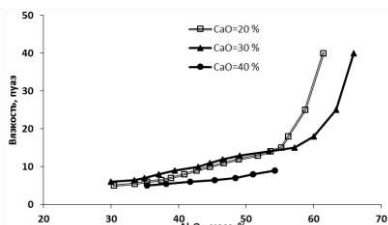


Рис. 5. Влияние концентрации Al_2O_3 на изменение вязкости при постоянном содержании CaO

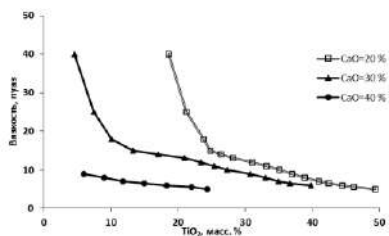


Рис. 6. Влияние концентрации TiO_2 на изменение вязкости при постоянном содержании CaO

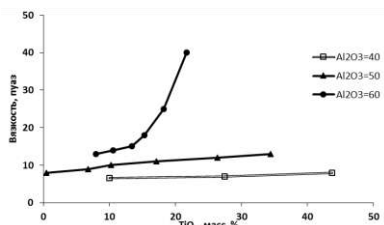


Рис. 7. Влияние концентрации TiO_2 на изменение вязкости при постоянном содержании Al_2O_3

Список литературы

1. Транспортные свойства металлических и шлаковых / Лепинских Б.М., Белоусов А.Л., Бахвалов С.Г., Востряков А.А., Пастухов Э.Л., Попова Э.Л., М.: Металлургия, (1995)
2. Allibert M., Gaye H. Slag Atlas 2nd edition. Dusseldorf: Stahleisen (1995)

**О.Ю. Шешуков, М.А. Михеенков, Е.А. Вязникова, А.С. Быков,
Л.Б. Ведмидь, Л.А. Овчинникова**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЗМА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СИДЕРИТОВ БАКАЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ *

Аннотация. В статье рассмотрены особенности структурных преобразований сидеритов Бакальского месторождения при их нагреве. Показано, что состав продуктов разложения сидеритов зависит от химического состава руды и условий обжига

Ключевые слова: Бакальские сидериты, разложение, магнезиоферрит, термоаналитические исследования, вюстит, магнетит, гематит.

Вопросам использования Бакальских сидеритов в процессе получения сталеплавленной продукции посвящено большое количество работ. Это связано с возрастанием дефицита металлолома для нужд сталеплавленной отрасли [1, 2, 3]. Актуальными становятся вопросы использования при выплавке стали нетрадиционных источников железосодержащего сырья, например бедных железных руд Бакальского месторождения, располагающегося на Южном Урале [4].

Сырой сидерит, помимо оксидов железа и других примесных оксидов, содержит значительное количество оксида магния, который препятствует широкому применению сидеритов в черной металлургии из-за формирования «короткого» гетерогенного шлака. Отделить оксид магния от оксидов железа в процессе обогащения сидеритов сложно, поскольку окислительный обжиг в шахтной печи приводит к образованию в продуктах обжига магнезиоферрита $MgO \cdot Fe_2O_3$ [5], который является прочным химическим соединением, не поддающимся обогащению восстановлением с последующим выделением железа из смеси.

Для разработки эффективного способа разложения магнезиоферрита необходимо знать механизм его образования, который в настоящее время изучен недостаточно.

Целью настоящей работы является изучение механизма образования магнезиоферрита из сидеритов Бакальского месторождения при нагреве в инертной атмосфере и на воздухе.

Процесс термического разложения сидерита изучали на двух образцах Бакальского месторождения – с низким и высоким содержанием оксидов железа. Сидериты с высоким содержанием оксидов железа нетипичны для Бакальского месторождения и использовались в работе для описания механизма в широкой области составов. Химический состав исследованных образцов приведен в табл. 1.

* Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Урал-М», по Государственному заданию «Переработка техногенных отходов (шлаков сталеплавленного производства) методами черной металлургии с целью расширения сырьевой (или ресурсной) базы черной металлургии и строительной отрасли, повышения качества и снижения себестоимости металлопродукции» (№0396-2015-0083)

Таблица 1

Химический состав исследованных образцов

Наименование материала	Содержание, мас. %					
	Fe _{общ}	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	$\Delta m_{\text{прк}}$
Сидерит сырой с низким содержанием оксидов железа	38,0	12,8	7,8	12,6	3,9	24,3
Сидерит сырой с высоким содержанием оксидов железа	56,7	7,18	1,7	2,6	4,6	27,7

Механизм разложения сидерита исследовали методами дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), термогравиметрии (ТГ) и рентгенографии.

На рис. 1 приведено изменение величины теплового потока сидерита с высоким (рис. 1, а) и низким (рис. 1, б) содержанием железа при нагревании образца в инертной атмосфере.

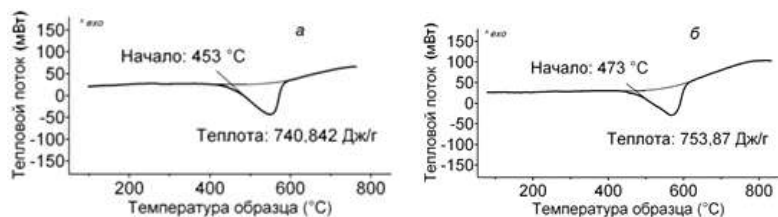


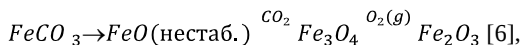
Рис. 1. Кривые ДСК нагревания сидерита с высоким (а) и низким (б) содержанием железа в атмосфере Ar

Анализ кривых ДСК показывает, что разложение сидерита с высоким содержанием железа происходит при более низкой температуре, эндотермический эффект начинается при 453 °C и имеет величину 740,84 Дж/г. У сидерита с низким содержанием железа эндотермический эффект начинается при 473 °C и имеет величину 753,87 Дж/г. Убыль массы образцов при нагревании за счет разложения с удалением продуктов в газовую фазу составила 36,5 и 37,5% для сидерита с высоким и низким содержанием железа, соответственно.

Отличие в температурах начала разложения и величинах энтальпии, вероятнее всего, объясняется различным химическим составом исходных фаз сидеритов. В образцах с большим содержанием железа фаза FeCO_3 (сидерит) составляет 98,13%, а $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (доломит) всего 1,87%. При этом в кристаллической решетке сидерита, ионы железа частично замещены ионами Ca и Mg. В образцах с низким содержанием железа фаза FeCO_3 занимает 54,92%, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – 39,65% и небольшое количество SiO_2 (кварц).

В результате нагрева образцов в инертной атмосфере до 1000 °C по данным рентгенографии произошел распад исходных фаз с получением магнезиоферрита ($\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) в количестве 60,72% для богатого и 65,59 % для сидерита с низким содержанием железа и вюстита (FeO) в количестве 39,28 и 34,41% соответственно для сидеритов с большим и низким содержанием железа.

Анализ кривых ДСК (рис. 2) разложения сидерита на воздухе показывает, что экзоэффект с пиком 541,7 °С на кривой ДСК образца с высоким содержанием железа свидетельствует о разложении сидерита и последующем образовании гематита в последовательности:



с одновременным окислением магнезиоферрита. Разложение доломита характеризуется эндоэффектами в температурном диапазоне 660-730 °С и сопровождается потерей массы 1,11%.

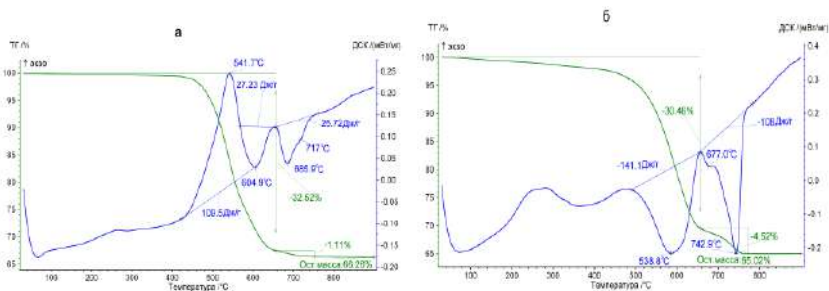


Рис. 2. Кривые ТГ и ДСК сигнала нагрева сидеритов с высоким (а) и низким (б) содержанием оксидов железа

У образца с низким содержанием железа эндоэффект с пиком 538,8 °С показывает разложение сидерита с образованием магнетита и последующим восстановлением при температурах выше 740 °С до вюстита, при этом эндоэффекты при 677 °С и 742,9 °С характеризуют процесс разложения доломита и образование магнезиоферрита из продуктов разложения. Выявленное различие в ДСК кривых образцов объясняется отличием в механизме реакций. Поскольку реакция окисления вюстита до магнетита и далее до гематита имеет большую энтальпию, чем реакция разложения сидерита, на кривой ДСК образца с высоким содержанием железа наблюдается экзотермический эффект.

Определен механизм образования магнезиоферрита при нагревании в инертной атмосфере и в условиях восстановительного обжига сидеритов с высоким и низким содержанием оксидов железа.

В результате нагрева в атмосфере инертного газа кроме магнезиоферрита образуется вюстит.

Установлено, что при окислительном обжиге сидеритов Бакальского месторождения механизм образования магнезиоферрита различается для руд с различным содержанием железа.

Список литературы

1. Плещенко, В. И. Краткий анализ конкурентных сил на рынке металлолома в Российской Федерации / В. И. Плещенко // Бюллетень научно-технической и экономической информации "Черная металлургия". – 2015. – № 11. – С. 64-67.

2. Юрьев, Б. П. Технологические и теплотехнические основы подготовки сидеритовых руд к металлургическим переделам / Б. П. Юрьев, С. Г. Меламуд, Н. А. Спирин, В. В. Шацлло. – Екатеринбург: ООО АМК «День РА», 2016. – 428 с.
3. Михеенков, М. А. Новая технология переработки Бакальских сидеритов с получением железосодержащих материалов / М. А. Михеенков, О. Ю. Шешуков, Е. А. Вязникова, Л. А. Овчинникова // Бюллетень научно-технической и экономической информации "Черная металлургия". – 2016. – № 6. – С. 39-42.
4. Тимесков, В. А. Минералогия карбонатных руд и вмещающих их карбонатных пород Бакальского железорудного месторождения на Южном Урале / В. А. Тимесков. – Казань : Казанский университет, 1963. – 214 с.
5. Ключковский, С.П. Разработка физико-химических основ комплексного использования высокомагнезиальных сидеритов / С.П. Тимесков, А.Н. Смирнов, И.А. Савченко//Вестник МГТУ им. Носова.– Магнитогорск. – 2015. – № 1. – С. 28-31.
6. Luo Y.H., Zhu D.Q., Pan J., Zhou X.L. Thermal decomposition behavior and kinetics of Xinjiang siderite ore // Mineral Processing and Extractive Metallurgy. 2016. V. 15. N. 1. P. 17-25.

УДК 669.054.82

**О.Ю. Шешуков, М.А. Михеенков, И.В. Некрасов, Д.К. Егизарьян,
Д.А. Лобанов, Л.А. Овчинникова**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В ТОВАРНЫЕ ПРОДУКТЫ

Аннотация. Изучена возможность на основе шлаков АКП, ДСП и отходов известково-обжиговых печей одновременного получения портландцементного клинкера и чугуна, соответствующих нормативным документам

Ключевые слова: ковшевой шлак, шлак АКП, химический состав, плавка, разделение, цементный клинкер, чугун

В настоящее время, на современном сталеплавильном производстве образуются два основных типа металлургических шлаков – это шлаки окислительного рафинирования металла в дуговой сталеплавильной печи или в кислородном конвертере (далее «шлаки ДСП»), и шлаки восстановительного рафинирования в агрегате «ковш-печь» (далее «шлаки АКП»).

Состав шлаков ДСП представлен стабильными кристаллическими фазами и для их переработки используют простейшие способы дробления и классификации [1, 2]. Шлаковый щебень, полученный таким образом, применяют в основном для устройства дорожных оснований.

Переработка ковшевого шлака АКП представляется более сложной задачей, ввиду наличия в его составе значительного количества значительного количества низкотемпературной модификации белита $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ($\gamma\text{-C}_2\text{S}$) – шеннонита, об-

разующегося вследствие сложных полиморфных превращений высокотемпературных модификаций белита (α -2CaO·SiO₂, α' -2CaO·SiO₂ и β -2CaO·SiO₂) при их охлаждении до температуры 830 °С, сопровождающихся увеличением объема и распадом на пылевидные фракции. Таким образом, наличие значительного количества пылевидной фракции после распада ковшевого шлака препятствует его массовой переработке в шлаковый щебень, и кроме того, вызывает загрязнение окружающей среды образовавшимися пылевыми выбросами на месте складирования шлака.

Основываясь на предыдущих исследованиях [3], в данной работе было решено изучить возможность получения на основе сталеплавильных шлаков чугуна и портландцементного клинкера. В соответствии с требованиями действующих ГОСТ основной портландцементного клинкера должен быть алит C₃S (3CaO·SiO₂).

Для оценки возможности получения на основе исследуемых шлаков гидравлически активной фазы портландцемента – C₃S, проводился многофакторный эксперимент на основе метода симплекс-решетчатого планирования. При проведении эксперимента в качестве варьируемых факторов принято содержание компонентов шихты, химический состав которых приведен в табл. 1, интервалы варьирования факторов приведены в табл. 2.

Таблица 1

Химический состав компонентов шихты

Тип шлака	Содержание в шлаке, масс. %							
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	Cr ₂ O ₃	$\Delta m_{\text{пнк}}$
Шлак ДСП	26,20	13,80	3,72	26,00	5,51	6,70	1,69	0,23
Шлак АКП	53,80	8,00	21,60	1,10	1,42	9,80	0,23	0,03
Известняк	54,60	0,20	0,04	0,32	0,00	0,00	0,00	44,00

Таблица 2

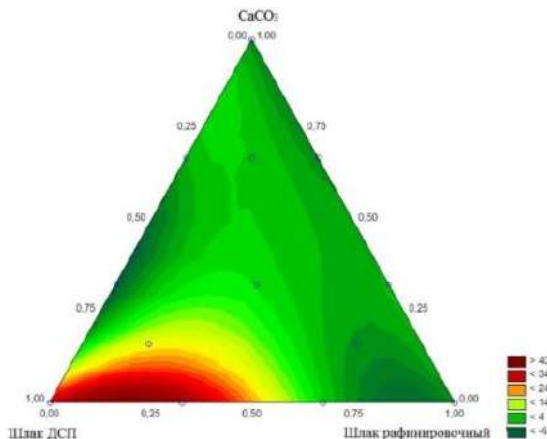
Интервалы варьирования факторов

Наименование фактора	Интервалы варьирования			
	Нижний		Верхний	
	Код*, ед.	Нат**, масс. %	Код*, ед.	Нат**, масс. %
Содержание ковшевого шлака	0,17	17,00	0,67	67,00
Содержание шлака ДСП	0,17	17,00	0,67	67,00
Содержание CaCO ₃	0,17	17,00	0,67	67,00

* – кодированное значение, ** - натуральное значение

В качестве функции отклика принято содержание в продуктах плавки трехкальциевого силиката C₃S. Нагрев и плавление шлаков осуществлялось в восстановительных условиях, обеспечивающих перевод оксидов железа в чугун, так как шлаки ДСП содержат значительное количество оксидов железа, которые не способны формировать гидравлически активные фазы. Для создания восстановительной атмосферы и науглероживания железа в шихту сверх 100 масс. % вводился кокс в количестве 5,0 масс. %.

Согласно плану проведения эксперимента, компоненты шихты смешивались, плавилась в восстановительной среде и медленно охлаждались. После охлаждения чугун отделялся от шлака и методами рентгеновского анализа определялся фазовый состав шлака. На рисунке представлено распределение образовавшегося алита C_3S в области проведения эксперимента.



Распределение образовавшегося в продуктах плавки C_3S в области проведения эксперимента

Результаты эксперимента показали, что максимальное количество C_3S формируется в области с максимальным содержанием шлака ДСП.

Чтобы определить возможность образования типового портландцементного клинкера на основе шлака ДСП, ковшевого шлака и корректирующих добавок производился расчет сырьевой смеси на формирование в шлаке типового портландцементного клинкера с модульными характеристиками КН-0,92; s-2,3; p-1,7. Таким образом, при плавке в руднотермической печи в металлической части формировался чугун, а в шлаковой — портландцементный клинкер.

Количественное определение содержания фаз по данным РФА показало, что шлак содержит: 51,3% C_3S , 30,1% C_2S ($2CaO \cdot SiO_2$), 10,7% C_3A ($3CaO \cdot Al_2O_3$), 3,8% MgO . Суммарное содержание силикатных фаз в шлаке составило более 80 %, соотношение CaO/SiO_2 равным 3,05; а содержание MgO составило менее 5,0%. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что полученный из шлака клинкер отвечает по минералогическому составу требованиям ГОСТ 31108 «Цементы общестроительные. Технические условия».

Средний выход чугуна и шлака зависит от содержания оксидов железа в шлаке ДСП. В условиях проведения эксперимента выход данных продуктов составил: шлак (клинкер) 82,0 масс. %, чугун 18,0 масс. %. В таблице 3 приведен химический состав полученного чугуна.

Химический состав полученного чугуна отвечает требованиям ГОСТ 805 к передельному чугуну марки ПЛ 1.

Таблица 3

Химический состав чугуна, масс. %

С	Mn	Si	P	S
3,13	1,26	0,109	0,036	0,021

По итогам проведенного исследования, сделано заключение о возможности одновременного производства портландцементного клинкера и чугуна на основе шлаков сталеплавильного производства и отходов известково-обжиговых печей, причем, как клинкер, так и чугун отвечают требованиям действующих нормативных документов.

Список литературы

1. Панфилов М. И., Школьник Я. Ш., Орининский Н. В. и др. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии. М.: Металлургия. 1987. 238 с.
2. Новые конструкции установок барабанного типа для переработки шлаковых расплавов /Демин Б.Л., Смирнов Л.А., Сорокин Ю.В., Щербаков Е.Н, Кулезнева Л.П., Мацюк Л.Т. // Труды научно-практической конференции с международным участием «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР». Екатеринбург. 2013. С. 63-70.
3. Технологические особенности переработки сталеплавильных шлаков в строительные материалы и изделия / Леонтьев Л.И., Шешуков О.Ю., Цепелев В.С., Михеенков М.А., Некрасов И.В., Егизарьян Д.К. //Строительные материалы. 2014. № 10. С. 70-73.

УДК621.771.074

В.Ю. Рубцов

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ БОЧКИ ШАРОПРОКАТНОГО ВАЛКА НА КАЧЕСТВО ШАРА

Аннотация. В данной работе рассмотрено влияние параметров и размеров бочки вала шаропрокатного стана на качество производимого шара, что в настоящий момент является актуальной проблемой. В качестве примера рассмотрены валки Ø460 и Ø690, используемые на станах АО "ЕВРАЗ-НТМК", и проведена сравнительная характеристика по основным параметрам. Также выведен новый показатель $\bar{I}$, характеризующий равномерность обжатия, тем самым определяя объективную оценку качества получаемого шара.

Ключевые слова: шаропрокатный валок, средняя скорость деформации, степень деформации, интенсивность изменения степени деформации.

При калибровке валков шаропрокатного стана исходными данными являются: техническая характеристика прокатного стана, размеры прокатных валков, диаметр получаемого шара. [1]

На шаропрокатных станах диапазон возможных прокатываемых диаметров шаров ограничен возможностью сведения валков и оптимальностью выбора энергосиловых параметров. Для рассмотрения параметров, влияющих на качество получаемого шара по равномерности обжатия при прокатке на валках разных диаметров, в качестве примера был произведен аналитический расчет основных характеристик прокатки для шара Ø80 мм на валках Ø460 мм и Ø690 мм представленных в виде моделей прокатки на рисунке [2, 3, 4].



Данные валки используются на шаропрокатных станах 40-80 и 80-125 АО ЕВРАЗ НТМК. Результаты расчета представлены в таблице.

Сравнительная характеристика параметров прокатки

Параметр	Исходные данные	
Диаметр бочки валка, мм	460	690
Количество заходов	1	2
Протяженность формирующей части для 1 захода $\alpha\phi^\circ$	540	360
Протяженность калибрующей части для 1 захода $\alpha\phi^\circ$	720	450
Ширина реборды на калибрующем участке b_i , мм	6-7	7-9
Угол подъема реборды $\beta\rho^\circ$	15	12
Угол вертикального разведения валков β°	1,5-3,5	2-2,5
Частота вращения валков n_v , об/мин	60	40
	Расчетные значения	
Максимальная величина обжатия за пол-оборота Z_{max} , мм	11,8	17,2
Средняя скорость деформации в формирующем участке $U_{ср}$, м/сек	1,3	1,36
Площадь контактной поверхности формирующего участка на одном заходе F_{ϕ} , м ²	0,00425	0,003
Площадь контактной поверхности калибрующего участка на одном заходе F_k , м ²	0,0055	0,0038
Средняя степень деформации $\ln \frac{h_0}{h_1}$	0,295	0,345
Соппротивление деформации при чистом сдвиге k , МПа	32,62	34,13
Среднее контактное давление p , МПа	119,7	131
Полное усилие прокатки для одного захода N , КН	508,5	393
Полное усилие прокатки на валках P , КН	508,5	786
Производительность, т/час	21,6	28,8
Ресурс валка, т	2500	2000

Результаты показали, что при различных диаметрах бочек валков скорость деформации находится в приближенной сходимости благодаря различной частоте вращения валков.

Для объективного определения качества получаемого шара по степени деформации, вводим новый параметр $\check{I}$ – интенсивность изменения степени деформации, %

$$\check{I} = \exp \frac{\ln \frac{h_0}{h_1} + \ln \frac{h_1}{h_2} + \dots + \ln \frac{h_{n-1}}{h_n}}{n} \cdot 100\%,$$

где $\ln \frac{h_{n-1}}{h_n}$ – степень деформации участка,

n – количество принятых участков (точность показателя будет зависеть от дифференциации вала на более мелкие участки 1/2, 1/4, 1/8... оборотов вала.)

В общем виде выражение примет вид:

$$\check{I} = \exp \frac{n \ln \frac{h_{x-1}}{h_x}}{n} \cdot 100\%,$$

Для вала Ø460 – $\check{I}=25,3\%$

Для вала Ø690 – $\check{I}=33,8\%$

По данному параметру видно, что степень деформации будет интенсивнее изменяться на Ø690, и это приведёт к неравномерности обжатия.

Многолетний опыт показывает, что на стане 40-80 получаемый шар диаметром 80 мм имеет более правильную геометрию и меньше поверхностных дефектов, чем на стане 80-125, это подтверждает данное аналитическое исследование и доказывает, что более эффективное и равномерное обжатие будет происходить на валках с меньшим диаметром при прочих равных условиях. При этом использование 2-х-заходного вала Ø690 мм всегда остается приоритетнее, т.к. его производительность на 25% выше.

Вывод: если при проектировании стана прокатки мелющих шаров выбор будет зависеть от необходимости получения шара более высокого качества по степени обжатия, то выбор останется за валками меньшего диаметра, кроме всего прочего, они имеют больший ресурс и меньшую стоимость. В случае необходимости получения высокой производительности – выбор останется за станом, имеющим валки большего диаметра, которые, как правило, являются многозаходными. На практике наиболее часто наблюдается, когда за счет высокой производительности жертвуют качеством, хотя в данном случае интенсивность степени обжатия будет зависеть не только от диаметра вала, но также от длины формирующей части, угла подъема реборды и скорости деформации. Варьируя данными параметрами, либо применяя переменный шаг калибра, можно получить более высокое качество обжатия шара при одинаковом диаметре бочки вала.

Список литературы

1. Перетятко В.Н., Климов А.С., Филиппова М.В. Калибровка валков шаропрокатного стана. Сообщение 1. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2013. № 4. с.27...30
2. Перетятко В.Н., Климов А.С., Филиппова М.В. Калибровка валков шаропрокатного стана. Сообщение 2. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2013. № 6. с.16...20
3. Целиков А.И., Барбарич М.В. Специальные прокатные станы. – М: Металлургия. 1971 – 336 с.
4. Целиков А.И. Теория расчета усилий в прокатных станах. – М: Металлургия. 1962 – 496 с.
5. Стан ЦКБММ 44 для прокатки шаров 40-80 Технический проект. – М.: ЦНИИТМАШ, 1955
6. Стан ЦКБММ 45 для прокатки шаров 80-125 Технический проект. – М.: ЦНИИТМАШ, 1955
7. Грудеев А.П. Внешнее трение при прокатке – М: Металлургия 1973 228 с.
8. Филиппова М.В., Перетятко В.Н., Сметанин С.В. Усилия и напряжения при прокатке шара. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т.59. №8. С. 587-588.

УДК 669:662.9:658.512

Г.К. Рожков, С.А. Левандовский

ОСОБЕННОСТИ НАГРЕВА СТАРОГОДНЫХ РЕЛЬСОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРТОВОГО ПРОКАТА

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы целесообразности производства сортового проката из старогодных рельсов. Сделан вывод по возможному сортаменту. Рассмотрены вопросы технологии нагрева изношенных рельсов с целью их переработки и представлены две технологических схемы с использованием индукционного способа нагрева.

Ключевые слова: сортопрокатное производство, старогодные рельсы, индукционный нагрев, перекавка, производство арматуры, OptimPass.

Термин старогодные рельсы обозначает рельсы, бывшие в употреблении и снятые с ответственных участков путей железнодорожного сообщения по причине наработки тоннажа. Такие рельсы, могут быть либо повторно уложены в железнодорожный путь на менее ответственных участках, либо послужить сырьём для конверторной плавки. Анализ научно-технической литературы показал, что в среднем в год из эксплуатации на территории Российской Федерации из эксплуатации изымается 500 000 тонн изношенных рельсов [1-3].

Что касается рентабельности производства, то перекавка изношенных рельсов обходится предприятию дешевле, чем их перековка, с последующей прокаткой в сортовую продукцию рассмотренного ниже сортамента [1].

В настоящее время известны несколько различных способов перекатки рельсов в сортовой прокат. Все они охраняются патентами. Это перекатка цельного рельса (Сиракузы, США [3]), перекатка с наплавкой, перекатка в универсальных калибрах, прокатка разделением на две части (ТМЗ, Россия [2]), прокатка с разделением на три части (Франция, Украина, США [2-3]).

Анализ рынка показал, что наиболее целесообразно ориентировать производство по перекатке рельсов на типы рельсов Р-65 и Р-50, как наиболее распространённые на территории РФ и стран СНГ. Совместная доля этих двух типов в общем выпуске рельсов составляет $\approx 70\%$ [1].

Для перекатки указанных выше типов рельсов можно использовать как уже имеющиеся запатентованные калибровки, так и применить новые, рассчитанные при помощи программных комплексов, таких как, например, OptimPass, который успешно применялся в рамках НИОКР на стане 370 ОАО «ММК» [4-5].

Марки стали, применяемые для изготовления железнодорожных рельсов, имеют высокое содержание углерода и марганца, что сильно влияет на свариваемость этих сталей. Поэтому из изношенных рельсов целесообразно изготавливать прокат для деталей, которые не требуют дальнейшей сборки сваркой. Прежде всего это разнообразного рода металлические изделия, пружины и листовые рессоры. Химический состав материалов упомянутых изделий стандартами не нормируется, а нормируются только механические свойства, которым удовлетворяют свойства рельсовых сталей [5-6].

Особое внимание стоит уделить на то, что химический состав стали, используемой для производства железнодорожных рельсов, подобен химическому составу стали марки 80С, применяемой при производстве горячекатаного арматурного проката класса прочности А-IV (А600) по ГОСТ 5781–82. Арматура этого класса применяется в железобетонных конструкциях, где соединение производится увязкой арматурной сетки, либо применяется сварка с предварительным подогревом [6].

Также из рельсовой стали марок М74 и М76 возможно производство мелюзжих шаров. На сегодняшний день такие производства известны, например, в США, Китае, Украине, РФ и других странах [1-3].

В доступной литературе на русском языке очень мало внимания уделено вопросу нагрева изношенных рельсов под перекатку. Для выбора наиболее рационального способа нагрева изношенных рельсов, был произведён анализ известных технологий нагрева заготовок под прокатку. Были рассмотрены способы как газового, так и электрического нагрева. У различных способов имеются свои особенности, которые являются препятствиями для их применения в решении поставленной задачи.

Например, долгое пребывание заготовок в печи приводит к образованию окалины и обезуглероживанию [7], что ведёт к уменьшению и без того дефицитной площади поперечного сечения. В решении этой проблемы помогает высокоскоростной нагрев.

Все факторы сравнения различных способов нагрева представлены в таблице, в которой плюсом (“+”) обозначено положительное выполнение данного фактора конкретным методом нагрева, а минусом (“–”) – соответственно отрицательное.

Основные факторы нагрева

	Газовый нагрев	Нагрев в печах сопротивления	Электрокон- тактный нагрев	Индукци- онный нагрев
Экологичность	–	+	+	+
Обезуглероживание	–	–	+	+
Окалинообразование	–	–	+	+
Нагрев сложной формы сечения	–	–	–	+
Инфраструктура	–	+	+	+
Поточность	+	–	–	+
Общий балл	1	2	4	6

По результатам анализа различных методов нагрева, наиболее целесообразным был принят метод индукционного нагрева. При этом для эффективного нагрева различных частей рельса, необходимо использование токов разной частоты: для подошвы с шейкой это – 10 кГц; для головки это 2,4 кГц.

В результате были представлены следующие технологические схемы индукционного нагрева рельсов.

Первый способ нагрева: нагрев рельса постоянной частотой тока 10 кГц до температуры 1250 °С. При этой частоте возможен нагрев как шейки, так и головки с подошвой.

Второй способ нагрева: двухчастотный нагрев – на первом этапе рельс нагревается на частоте 2,4 кГц, а затем шейка и подошва догреваются на частоте 10 кГц с поддержанием температуры головки на требуемом уровне.

Второй способ позволяет повысить эффективность использования электроэнергии и сократить длину индуктора при повышении его стоимости, что является рациональным в долгосрочной перспективе.

Ежегодно изымается из эксплуатации достаточное количество рельс для обеспечения подкатом сортопрокатного стана. Перекатка рельсов позволяет снизить производственные издержки, что делает предприятие конкурентоспособным на рынке металлопродукции. Приведённый в статье анализ показал, что наиболее эффективным для нагревательного участка в таком производстве является двухчастотный индукционный нагрев.

Список литературы

1. Бахтинов, Ю.Б. О целесообразности перековки изношенных рельсов в сортовые профили / Ю.Б. Бахтинов // Производство проката. – 2000. – № 7. – С. 2-4.
2. Технология переработки железнодорожных рельсов на сортовой прокат / В. К. Смирнов, В. А. Шилов, А. М. Михайленко [и др.] // Сталь. – 1995. – № 2. – С. 46-48.
3. Бадюк, С. И. Получение сортовых профилей проката из изношенных железнодорожных рельсов / С. И. Бадюк, А. И. Лещенко // Обработка материалов давлением. – 2010. – № 4 – С. 162-167.
4. Саранча С.Ю.. К вопросу скорости моделирования процессов ОМД // Моделирование и развитие процессов ОМД, Номер: 22, 2016, С.97-106

5. Научно-техническое сопровождение технических и технологических решений для производства периодических профилей №10-14 слиттинг-процессом на стане 370, обеспечивающих стабильную прокатку и повышение выхода годного / Тулупова Н.А., Моллер А.Б., Левандовский С.А. и др. // Отчет о НИР/НИОКР, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Финансирующая организация: ООО «МЕТАЛЛУРГМАШ Инжиниринг», 2016г. Номер государственной регистрации: 115062610013

6. Научно-техническое сопровождение подготовки и проведения экспериментального исследования прокатки арматуры №10 на стане 370 сортового цеха с учётом разработанных технологических решений / Левандовский С.А., Тулупова Н.А., Кинзин Д.И. и др. // Отчет о НИР/НИОКР, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Финансирующая организация: ООО «МЕТАЛЛУРГМАШ Инжиниринг», 2016г. Номер государственной регистрации: 115062610012

7. Опыт производства круглого сортового проката из стали марки 60С2ХА с повышенными требованиями к глубине обезуглероженного слоя в условиях ОАО «ММК» / Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Левандовский С.А. и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 2 (50). С. 28-36

УДК 621.771.6

Н.А. Баранов, О.Н. Тулупов

ПРОИЗВОДСТВО МЕЛЮЩИХ ШАРОВ ИЗ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ

Аннотация. Мелющие шары являются востребованным продуктом в горнодобывающей и других отраслях. Существенное сокращение затрат на производство шаров возможно за счет исключения сталеплавильного передела, используя в качестве исходных заготовок старогодные рельсы. Основанная на этом принципе технологическая схема легла в основу ТЛЗ производства стального проката и шаров из бывших в употреблении рельсов в Восточно-Сибирском регионе РФ.

Ключевые слова: сортопрокатное производство, старогодные рельсы, помольные шары, перекавка, шаропрокатный стан, головка, шейка, подошва.

Катаные помольные шары основное применение находят в горнодобывающей и других отраслях.

Шары стальные должны соответствовать государственным стандартам и техническим правилам производства. В процессе эксплуатации помольные шары испытывают периодические ударные нагрузки, в связи с этим они должны обладать следующими свойствами:

- высокая твердость, прочность;
- повышенная устойчивость к истиранию, коррозии;
- сохранение формы металлического помольного шара при его равномерном износе;

- устойчивость к расколу и крошению;
- уплотненная структура шара без дефектов, несущих металлургический характер.

Помольные шары 1 и 2 группы твердости обычно используют при помоле относительно мягких материалов. К ним можно отнести, например, руду, уголь и другие. Изделия высокой твердости (3 группа) применяются при помоле разнообразных металлоизделий, пришедших в негодность, а также руд черных металлов. Отдельно стоит отметить изделия особо высокой прочности (4 группа). К этой категории можно отнести например, цемент, застывшие огнеупорные элементы, руды цветных металлов, а также другие твердые продукты [1].

Классическая схема производства шаров предполагает, что круглая (литая или катаная) заготовка поступает в шаропрокатный стан, где в процессе деформации заготовки в специальных калибрах получают шары.

При этом предполагается, что исходная заготовка получена из непрерывно-литой стали в электроплавильном переделе, то есть по технологии «жидкая сталь – заготовка – прокат».

Для условий Российской экономики, особенно для отдаленных регионов (Восточная Сибирь и Дальний Восток), где, учитывая активную замену железнодорожного полотна, имеется существенное количество бывших в употреблении рельсов, перевозка их в другие регионы страны на металлургические заводы в качестве металлолома для сталеплавильного производства нерентабельна.

Поэтому экономически целесообразна разработка технологий, позволяющих производить прокат непосредственно из рельса, нагретого под прокатку (то есть без сталеплавильного передела), что существенно удешевляет стоимость производства за счет исключения энергоемкого и затратного процесса переработки лома (рельсов) в жидкую сталь.

При производстве мелющих шаров из рельсовой стали необходимо рассмотреть вопрос получения нормируемых (согласно ГОСТ 7524-89) эксплуатационных характеристик и свойств.

Одной из определяющих характеристик является твердость шаров, которая измеряется на поверхности и внутри шара (табл. 1).

Таблица 1

Требования к твердости шаров

Марка стали	Твердость HRC			Рельсы	
	Поверхность	На $\frac{1}{2}$ радиуса	В центре	Тип рельсов	Марка стали
Сталь X	55	-	45	P75, P65	M76B, M76T, M76BT, M76Ц, M76
Сталь ХГС	55	-	45		
Заэвтектоидная сталь	-	-	≥ 60		
Ш2	62	49-52		P50	M74, M74T, M74Ц

Шары групп 1 и 2 изготавливают из углеродистой, низколегированной и легированной конструкционной стали.

Массовая доля углерода в углеродистой стали должна быть не менее (для марок стали категории М74 и М76 требование выполняется):

- 0,40% – для шаров с условным диаметром 15-60 мм;
- 0,60% – для шаров с условным диаметром 70-120 мм.

Углеродный эквивалент низколегированной и легированной конструкционной стали должен быть не менее (для марок стали категории М76 требование, как показано выше, выполняется):

- 0,50% – для шаров с условным диаметром 15-60 мм;
- 0,70% – для шаров с условным диаметром 70-120 мм.

Шары группы 3 изготавливают из стали марок по ГОСТ 24182, группы 4 – из инструментальной легированной стали типов Х и ХГС по ГОСТ 5950. Допускается изготовление шаров из стали других марок по ГОСТ 5950 при условии обеспечения требуемой твердости.

Руководствуясь этой информацией можно решить и обратную задачу – выяснить какие рельсовые марки сталей будут в большей степени подходить для производства шаров.

Из данной таблицы следует, что для производства мелющих шаров могут быть использованы рельсы из стали М74 и М76, относящихся к наиболее распространенному сортаменту старогодных рельсов: Р50, Р65 и Р75.

Отдельно изучив нормативную и техническую документацию: ГОСТ 24182, ГОСТ 5950, ГОСТ 51685 и ГОСТ 7524 на предмет соответствия твердости и химического состава, можно заключить, что при производстве мелющих шаров из старогодных рельсов Р75, Р65 и Р50 могут быть проведены следующие аналогии относительно свойств марок стали (табл. 2) [2, 3].

Таблица 2

Характеристики твердости рассматриваемых сталей

Условный диаметр шара	Твердость HRC(HB) не менее, для групп				
	1	2	3	4	
	на поверхности шара				на глубине $\frac{1}{2}$
15-70	43 (401)	49 (461)	55 (534)	55 (534)	45 (415)
80-100	40 (352)	42 (375)	52 (495)	-	-
110-120	35 (302)	38 (331)	50 (477)	-	-

Продольное деление рельса для дальнейшей прокатки может осуществляться несколькими способами: с делением вдоль на две или три части профиля рельса, также можно производить прокатку без деления.

В нашем случае, при каждом способе разделенный рельс (его часть) перекачивается в круглую заготовку, и потом, как и при классической схеме в шаропрокатном стане.

При продольном делении рельса на три части, части рельса получают элементы: головка, шейка и подошва.

Учитывая массивность и площадь поперечного сечения именно головку целесообразно перекачивать в круглую заготовку, из которой, в последствии, можно прокатывать шары на шаропрокатном стане.

Из шейки и подошвы в последствии, возможно, получить мелкосортный прокат или арматуру [4].

Дальнейшая технология производства шаров является типовой и предусматривает операции окончательной термообработки, которые выбираются в зависимости от технических требований к заданной продукции. Так как по техническим требованиям необходима высокая твердость и контактная выносливость, необходимо использовать закалку и отпуск. [5]

Заключение:

Представленная технология производства помольных шаров из заготовки, полученной при продольном разделении рельса в процессе прокатки легла в основу разработки ТЛЗ на производственный комплекс по выпуску проката из рельсов бывших в употреблении в Восточно-Сибирском регионе России.

Рассматриваемая технология исключает необходимость использования сталеплавильного производства для получения исходной заготовки, что снижает производственные затраты ориентировочно на 25-35%.

Список литературы

1. Игнатов В.А. Основные принципы выбора материалов для изготовления мелющих тел, работающих в условиях ударно-абразивного, ударно-коррозионно-абразивного и ударно – усталостного износа / В.А.Игнатов, В.К.Соленый, В.Л.Жук и др. // Металл и литье Украины. 2001. – № 10-11.
2. ГОСТ 24182, ГОСТ 5950, ГОСТ 51685 и ГОСТ 7524
3. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для ВУЗов. 6-е изд., перераб. и доп.- М.: Металлургия, 1986
4. Опыт производства круглого сортового проката из стали марки 60С2ХА с повышенными требованиями к глубине обезуглероженного слоя в условиях ОАО «ММК» / Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Кинзин Д.И., Олина А., Новицкий Р.В., Дзюба А.Ю., Шурыгин В.И., Серпков Е.С. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 2 (50).
5. Башнин Ю.А., Ушаков Б.К., Секей А.Г. Технология термической обработки стали. Учебник для ВУЗов. М.: Металлургия, 1986.

УДК 621.771

А.Б. Сычков, М.В. Блохин

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АРМАТУРНОГО ПРОКАТА

Аннотация. Целью работы является обзор способов управления структурообразованием, механическими и эксплуатационными свойствами арматурного проката, а также обобщение опыта ОАО «ММК» в производстве термоупрочненной арматуры. Рассмотрены технологические факторы, влияющие на прочностные, пластические и эксплуатационные свойства арматурного проката через изменение его микроструктуры.

Ключевые слова: *арматурный прокат, термомеханическое упрочнение, самоотпуск, микрولةгирование, термоциклирование.*

Основной объем потребления арматурного проката в России – это термомеханически упрочненная арматура класса А500С по СТО АСЧМ 7 и ГОСТ Р 52544. Сложившиеся в последние несколько лет две основные тенденции – к импортозамещению и к расширению экспорта ставят задачу как освоения новых видов арматурного проката, так и повышения качества освоенных.

В декабре 2016 г. издан ГОСТ 34028-2016. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия – взамен ГОСТ 5781-82, ГОСТ 10884-94 и ГОСТ Р 52544-2006 относительно класса прочности А500С. Данный стандарт предлагает не только разделение арматурного проката по классам пластичности, но и ужесточает требования к свариваемости, добавляет требование к коррозионной стойкости арматурного проката класса А500С.

В связи с этим актуальным становится вопрос управления структурой, а через нее – механическими и технологическими свойствами арматурного проката.

В условиях сортового цеха ОАО «ММК» структура и механические свойства термомеханически упрочненного проката формируются в процессе, называемым «прерванной закалкой» или «закалкой с самоотпуском» с использованием тепла прокатного нагрева. Суть процесса представляет собой охлаждение поверхности проката с высокой скоростью, а затем отогрев за счет тепла внутренних слоев. При этом формируется упрочненный поверхностный слой и вязкая сердцевина [1].

Механические и эксплуатационные свойства арматурного проката в этом случае будут зависеть от глубины и микростроения упрочненного слоя, структуры центральной зоны проката, использования элементов, упрочняющих ферритную матрицу (дисперсные карбиды, нитриды, карбонитриды и т.п.) [1].

Технологическими факторами, позволяющими управлять глубиной упрочненного слоя в условиях сортового цеха, являются температура конца прокатки; скорость прокатки, определяющая время охлаждения металла; температура конца ускоренного охлаждения (температура самоотпуска) и длина активного участка линии термоупрочнения (время закалки с самоотпуском).

Использование карбидо- и нитридообразующих элементов (ниобий, ванадий, титан, бор и т.д.) так же дает большие возможности по обеспечению эксплуатационных свойств арматурного проката. Использование микрولةгирования стали ванадием активно исследовалось специалистами ПАО «Северсталь» и ОАО «Евраз-ЗСМК» [2, 3]. Образование мелкодисперсных нитридов ванадия обеспечивает упрочнение металла по механизму дисперсионного твердения и частично зернограницных барьеров, что сдерживает рост зерна и позволяет достигать требуемого уровня прочностных свойств с сохранением высоких пластических характеристик и ударной вязкости, в т.ч. при отрицательных температурах. При этом возможно обеспечить меньший уровень содержания основных легирующих элементов (С, Si, Mn). Это позволяет избежать холодного растрескивания при точечной сварке, а так же значительно снижает вероятность разупрочнения сварного соединения при сварке с большими тепловложениями. Аналогичное действие обеспечивает и ниобий, образующий дисперсные карбиды. Бор в свободном несвязанном состоянии повышает прокаливаемость стали. Титан упрочняет

твердый раствор, а образуя нитриды, также как алюминий, способствует некоторому измельчению зеренного строения стали, но не так существенно, как это делают ванадий и ниобий [1-3].

Зачастую решаемая задача требует комплексного подхода, в особенности, когда создание конкурентоспособной продукции требует обеспечения низкой себестоимости проката. Примером может служить освоение производства арматурного проката класса Ат800 в ОАО «ММК».

К арматуре класса Ат800 предъявляется ряд трудно сочетаемых требований — высокая прочность при достаточном уровне пластичности, обеспечение условного предела упругости, отсутствие разупрочнения в процессе отпуска (нагрев до температуры 400⁰С перед закладкой в бетон). Кроме того, многие потребители требуют использования марок стали рекомендованных ГОСТ 10884, в частности 25Г2С.

Исходя из имевшегося опыта был разработан химический состав стали, направленный на повышение прочностных и пластических свойств. В 2013 г. произведены две опытных партии арматурного проката № 12. По результатам испытаний арматурный прокат соответствовал классу Ат800 по ГОСТ 10884-94 по прочностным и пластическим характеристикам, однако вскоре на поверхности проката были обнаружены трещины напряжения. При этом также не выполнялось требование к относительному пределу упругости ($\sigma_{0,02}/\sigma_{0,2}$).

Основными причинами, не позволяющими достигнуть требуемых характеристик, являлись высокий уровень термических напряжений в прокате, наличие большого количества остаточного аустенита и крупных мартенситных игл в упрочненном слое, повышенное содержание водорода (до 5 ppm) в образцах с трещинами.

Повысить уровень пластичности и упругости стали и устранить явление водородного охрупчивания возможно за счет уменьшения искаженности кристаллической решетки, т.е. снижения общего уровня легирования. Сохранить при этом уровень механических свойств проката возможно микролегированием стали карбидо- и нитридообразующими элементами [1]. В связи с этим было опробовано экономное микролегирование стали титаном и бором.

Бор в свободном состоянии значительно повышает прокаливаемость стали, при этом его влияние повышается со снижением содержания углерода и марганца. Пониженное содержание в стали углерода, марганца и хрома снижает риск образования трещин напряжения.

Титан, кроме эффекта измельчения зерна за счет дисперсионного твердения и связанного с этим упрочнения, связывает азот, предотвращая тем самым образование нитридов бора, что делает сочетание этих элементов особенно эффективным.

Выполнение требований к пластическим свойствам проката, обеспечение стабильности механических свойств, невозможны без управления процессом самоотпуска мартенсита в слое, прилегающем к поверхности арматурного стержня. С этой целью вместо непрерывного интенсивного охлаждения для упрочнения было применено прерывистое. При таком охлаждении отдельные непродолжительные периоды интенсивного охлаждения чередуются с паузами между ними. Общая же сумма длительностей всех периодов охлаждения остается равной длительности непрерывного интенсивного охлаждения, обеспечивающего тот же уровень прочностных свойств. Важной особенностью является то, что после пауз значительно ускоряется распад остаточного аустенита, что положительно отражается на эксплуатационных свойствах арматурного проката.

При проведении опытных прокаток на стане 370 было установлено, что применение термоциклирования, позволяет повысить относительное и равномерное удлинение готового проката в 1,5-2 раза и обеспечить необходимую пластичность и упругость даже при испытании сразу после прокатки, без выдержки образцов для релаксации внутренних напряжений.

Перспективой применения рассмотренных методов формирования микроструктуры, прочностных и эксплуатационных свойств арматурного проката является освоение производства сейсмостойкого и коррозионностойкого проката, а так же высокопрочного арматурного проката, обеспечивающего экономию металла в строительстве и пригодного для сварки с большими уровнями тепловложения.

Список литературы

1. Сычков А.Б., Жигарев М.А., Перчаткин А.В. Технологические особенности производства арматурного проката широкого назначения: монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. 499 с.
2. Универсальная арматурная сталь класса Ан600С марки 20Г2СФБА/ Г.С. Водовозова, Н.В. Копытова, С.А. Мадатян, Д.Е. Климов//Черная металлургия: Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2016. №5. С. 51-56.
3. Критерии оценки свариваемости арматурных сталей / Д.В. Домов, И.И. Франтов, А.Н. Борцов, О.О. Цыба // Черная металлургия: Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2016. №5. С. 51-56.
4. Structure features and properties of high-alloy white irons / Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №5 (45). С.3–8.
5. Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Молочков П.А. Комплексное воздействие на структуру белых износостойких чугунов с целью повышения эксплуатационной стойкости отливок // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2004. №4. С.23-29.

УДК 621.771.25

А.Б. Моллер, В.И. Белов

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ КАЛИБРОВАННОГО ПРОКАТА ПОД ХОЛОДНУЮ ОСАДКУ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. *Описана технология подготовки стали к холодной осадке, разработка специальной стали под осадку, а так же технология холодной осадки стали с промежуточным содержанием углерода.*

Ключевые слова: *холодная осадка, термическая обработка, микроструктура стали, контролируемая прокатка.*

Многие из автомобильных деталей, находящихся на шасси и силовых агрегатах (например, валы, шестерни), производятся путем осадки, механической обработки и термической обработки (отжиг и цементация) калиброванного про-

ката. Поскольку процесс обработки, следующий за процессом осадки, составляет около 70% от стоимости изготовления деталей, необходимо сократить затраты на обработку. Холодная осадка обеспечивает более высокую точность размеров кованных деталей, чем горячая ковка, и позволяет исключить процесс механической обработки на финише изготовления, как показано в таблице.

Производственные процессы обработки изделий

Сталь	Процесс				
Низкоуглеродистая	Прокатка	→	Горячая ковка	Механическая обработка	Цементация
Низкоуглеродистая	Прокатка	Отжиг	Холодная осадка	→	Цементация
Среднеуглеродистая	Прокатка	Отжиг	Холодная осадка	→	Закалка и отпуск

Таким образом, растет спрос на применение холодной осадки на автомобильные детали, традиционно изготавливаемые горячей ковкой. Поскольку холодная осадка подвержена более высокой деформационной стойкости, она применяется главным образом для осадки деталей из низкоуглеродистой стали или закаленной стали (0,1-0,3% С) [1,2]. Промежуточный отжиг, который выполняется между процессом множественной осадки, может быть выполнен с целью смягчения стали или снятия напряжений.

Для того, чтобы исключить процесс отжига при холодной осадке, были разработаны концепции мягких холодно-ковочных сталей, называемых мягкий сплав и сверхмягкий сплав. Путем содействия феррит-перлитной трансформации и осуществления медленного охлаждения, сдерживается образование бейнита, что позволяет исключить стадию отжига после прокатки [3, 4].

Сверхмягкий сплав представляет собой низколегированную сталь с оптимизированным химическим составом.

А именно, содержание Si и Mn (элементов упрочнения твердого раствора) было уменьшено, чтобы сделать сталь более мягкой и добавили бор (В) для увеличения доли объема феррита в процессе прокатки и обеспечения надлежащей прокаливаемости в процессе закалки. SC – углеродистая сталь, полученная с применением вышеуказанной технологии оптимизации состава.

Напротив, как показано на рис. 1 и 2, среднеуглеродистые стали (0,3-0,6% С) имеют низкую деформируемость и высокую деформационную стойкость по сравнению с низкоуглеродистыми и закаленными сталями. Поэтому значительные технические трудности и затраты связаны с холодной осадкой на среднеуглеродистых сталях. Однако, как показано в таблице 1, детали, изготовленные из среднеуглеродистой стали, могут быть приданы необходимой прочностью путем закалки из-за относительно высокого содержания углерода (время обработки: от нескольких секунд до нескольких минут). Таким образом, применение холодной осадки для среднеуглеродистых сталей предлагает большое преимущество, позволяя пропускать длительную науглероживающую обработку (около 4 часов). Таким образом, спрос на применение холодной осадки на среднеуглеродистые стали в последнее время растет.

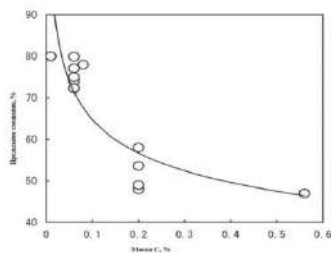


Рис. 1. Влияние концентрации углерода на деформируемость стали

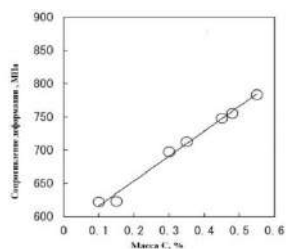


Рис. 2. Соотношение между сопротивлением деформации и концентрацией углерода

Рис. 3 показывает результаты наблюдения цементита и феррита в поверхностном слое стали после отжига. В отличие от обычной стали, сталь под осадку не содержит пластинчатого цементита и содержит равномерно диспергированные частицы цементита и зерна рафинированного феррита [5-7].

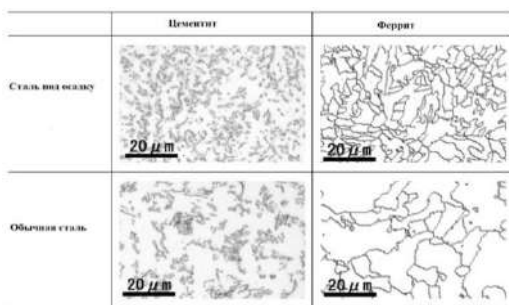


Рис. 3. Микроструктура поверхности после сфероидизирующего отжига

На рис. 4 показана деформационная стойкость сталей под осадку и обычных сталей, что указывает на то, что обе стали обладают сопоставимым сопротивлением деформации. Ожидается, что применение сталей под осадку будет все чаще применяться к деталям под холодную осадку, которые требуют высокой степени обработки, а также позволит исключить процесс промежуточного отжига для деталей, которые уже были применены для холодной осадки. Используя комбинацию сверх мягкой-мягкой стали, состав которой был оптимизирован за счет уменьшения содержания Si и Mn и добавления В, можно улучшить деформируемость и одновременно снизить сопротивление деформации [8]. Рис. 5 показывает сопротивление деформации обычной стали и стали под осадку. Комбинация сверхмягкой стали под осадку демонстрирует меньшую деформационную стойкость по сравнению с обычной сталью. Ожидается, что это поможет продлить срок службы гильзы без ухудшения деформируемости стального материала.

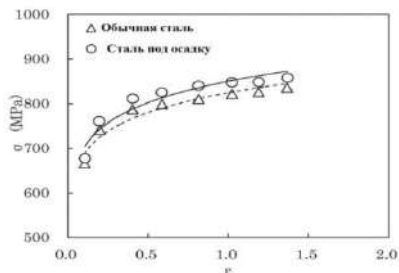


Рис. 4. Сопротивление деформации обычной стали и стали под осадку

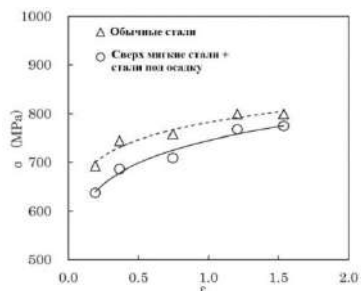


Рис. 5. Сопротивление деформации обычной стали и стали под осадку + сверх мягкой стали

Таким образом, была описана технология подготовки стали к холодной осадке, разработка специальной стали под осадку, а так же технология холодной осадки стали с промежуточным содержанием углерода, которая должна снизить производственные затраты на детали и сэкономить энергию. В настоящее время стало необходимым отказываться от процессов отжига и механической обработки с целью эффективности повышения производства [9]. В будущем станет еще более важным упрощать или опускать процессы для производства деталей, максимально эффективно используя ресурсы и свойства сталей предназначенных для холодной осадки.

Список литературы

1. Битков В.В. Оценка неоднородности деформации при волочении проволоки из коррозионно-стойкой стали и сплавов // Сталь. 2010. № 2. С. 57-61.
2. Бэкофен В. Процессы деформации. М.: Металлургия, 1977. 288 с.
3. Перлин И.Л., Ерманок М.З. Теория волочения. М.: Металлургия, 1971. 448 с.
4. Avitzur B. Analysis of Center Bursting Defects in Drawing and Extrusion // J. of Eng. for Ind., Trans. ASME. Series B. Vol. 90. No. 1. Feb. 1968. P. 79-91.
5. Norasethasopon S., Yoshida K. Prediction of chevron crack initiation in inclusion copper shaped-wire drawing // Engineering Failure Analysis. 2008. Vbl. 15. Issue 4. P. 378-393.
6. Orbegoza J.I. Fracture in wire drawing // Annals of CIRP. 16. 1968. P. 319-330.
7. Wright R.N. Mechanisms of wire breaks // Wire Journal Int. March 1982. P. 86-90.
8. Yoshida K. Chevron crack and optimum drawing condition in the diagram of mean stress and die-wire contact length ratio by FEM simulation // Conference Proceedings of 70th Annual Convention Wire Association International, Nashville, TN USA June 2000. P. 75.
9. Гибкие решения в технологии и подготовке кадров: позитивный опыт сотрудничества с компанией DANIELI / Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Нигрис Д., Чукин М.В., Кинзин Д.И. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 81-85

СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТОЛСТОГО ЛИСТА

Аннотация. Согласно теории материаловедения и термической обработки стали, механические свойства металла зависят от полученной конечной структуры. Традиционными методами воздействием на структуру стали являются: легирование и термическая обработка. Легирование стали – дорогой метод повышения механических свойств стали, из-за стоимости легирующих элементов, к тому же некоторые легирующие элементы не всегда доступны и являются дефицитными, что в результате приводит к повышению себестоимости металлопроката. Термическая обработка, как правило включает в себя закалку с отпуском, что уже приводит к высоким затратам и низкой производительности. Одним из эффективного способа повышения свойств углеродистых и низколегированных сталей до уровня легированных или термически обработанных путем создания оптимальной микроструктуры металла является правильно выбранная скорость охлаждения проката. В зависимости от скорости падения температуры, для охлаждения листового проката применяют: обычный (замедленный) режим охлаждения; регулируемый (ускоренный) режим охлаждения.

Ключевые слова: листовый прокат, высокопрочные стали, механические свойства, охлаждение стали.

До 1962 г. охлаждение на воздухе горячекатаных сталей, являлся наиболее быстрым и простым из применяемых в промышленном производстве. Это связано с тем, что процесс охлаждения листового проката осуществлялся при перемещении по рольгангам, транспортерам и в штабелях.

Охлаждение в штабелях фактически представляет собой термическую обработку (самоотпуск) и оказывает благоприятное влияние на механические и технологические свойства листов, снимая напряжения, возникшие при обработке [1]. В результате замедленного охлаждения несколько снижаются пределы прочности и текучести, резко повышается относительное удлинение и улучшается проба на холодный изгиб. На ударную вязкость охлаждение листов в штабелях или не оказывает влияния, или ухудшает ее (для сталей, склонных к отпускной хрупкости).

Особое внимание этому виду охлаждения в технологической цепочке производства проката (примерно от 400-450 °С до температуры окружающей среды) не придавалось особого значения, и охлаждение проката в потоке стана не контролировалось до тех пор, пока не потребовался прокат для газопроводных труб больших толщин (более 15 мм) [2]. Это связано с тем, что в стали всегда присутствует водород, который приводит к водородной хрупкости стали. Удаление водорода возможно из слябов при их замедленном охлаждении (штабелированием и др.). Однако литые слябы имеют определенную пористость, особенно в центральной зоне. Следовательно, при медленном охлаждении часть водорода будет собираться внутри этих пор. Эксперименты показали, что при исходном содержании водорода в плавке 6 ppm (рис. 1) при охлаждении слябов толщиной 200 мм от 900 до 450 °С в течение 52 ч, его среднее содержание снизилось до 2 ppm, при этом в центральной части сляба содержание водорода повысилось до 9 ppm.

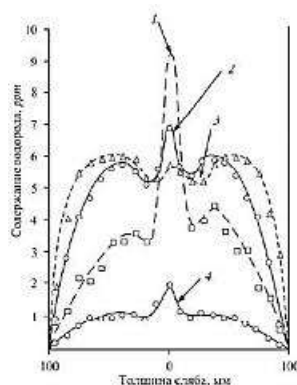


Рис.1. Распределение водорода в слэбе после различных режимов охлаждения: 1 – медленное охлаждение в штабелях (с 900 до 450 °С за 52 ч); 2 – воздушное охлаждение; 3 – быстрое охлаждение; 4 – после дегазации [2]

В 1962 году на широкополосном стане в Великобритании применили ускоренное контролируемое охлаждение (УКО). Но наиболее сильное развитие системы УКО получили в Японии в конце 70-х годов.

Идея ускоренного охлаждения (УО) проката заключалась в стремлении измельчить зерно и достичь упрочнения стали без дополнительного легирования и термической обработки. От нормализации этот процесс отличается более высокими скоростями охлаждения, а от закалки – более низкими и отсутствием последующего отпуска [3].

Применение УКО на толстолистовых станах можно охарактеризовать рядом достигаемых преимуществ:

- повышается качество и потребительские свойства продукции;
- снижается себестоимость стали, за счёт отсутствия дорогостоящих легирующих элементов и применение дополнительной термической обработки;
- повышается производительность стана;
- расширяется марочный сортамент продукции.

В настоящее время существующие установки контролируемого охлаждения можно классифицировать по нескольким признакам:

1. По схеме перемещения охлаждаемого листа:
 - одновременного охлаждения, при котором подача воды осуществляется на всю поверхность раската одновременно. При этом возникает проблема ограничения длины раската из-за ограниченной длины зоны охлаждения установки;
 - последовательного охлаждения, при котором полоса равномерно и последовательно движется через зону охлаждения [4, 5].
2. По способу подачи воды на поверхность существующие установки ускоренного охлаждения можно разделить на охлаждающие устройства:
 - ламинарными струями;
 - струями воды из форсунок;
 - водяной подушкой;

- водо-воздушной смесью;
- водяной завесой.

Список литературы

1. Салганик В.М., Румянцев М.И. Технология производства листовой стали: Учебное пособие. Магнитогорск: ГОУ ВО «МГТУ», 2007.
2. Все о металлургии : <http://metal-archive.ru/metallurgiya/793-realizaciya-idey-i-voprosy-prakticheskogo-primeneniya-tehnologiy.html> (дата обращения 22.04.2017).
3. Большаков В. И. Термическая обработка стали и металлопроката: учеб. [для студ. высш. техн. учеб. зав.] / Большаков В. И., Долженков И. Е., Долженков В. И. – Днепропетровск: Gaudeamus, 2002. – 271 с.
4. С.А Губанов, Д.Н. Чикишев. Ускоренное контролируемое охлаждение, применяемое на толстолистовых станах для производства высокопрочных сталей // Калибровочное бюро, 2014. Специальный выпуск 3.1.
5. Румянцев М.И. Некоторые результаты развития и применения методологии улучшения листопрокатных технологических систем // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2017. Т 15, №1. С. 45-55

УДК 669.14.018.017:621.777.2

О.С. Молочкова, А.А. Ахметова

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И УСЛОВИЙ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ НА СТРУКТУРНУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ ОТЛИВОК КОМПЛЕКСНО-ЛЕГИРОВАННЫХ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ

Аннотация. Металлографическими методами исследована структура жароизносостойких белых чугунов. Установлены некоторые закономерности влияния добавок бора и условий затвердевания на структурную неоднородность отливок.

Ключевые слов: жароизносостойкий белый чугун, первичная литая структура, структурная неоднородность, бор.

Структурная неоднородность, возникающая по объему отливки при кристаллизации в интервале температур, приводит к неоднородности механических и специальных свойств, что отрицательно скажется на сроке эксплуатации изделия. В связи с этим получение качественной однородной отливки является основной задачей при кристаллизации.

Одним из способов управления и контроля параметрами структурных составляющих является модифицирование сплава дополнительными элементами, которые в небольших количествах оказывают значительное влияние на размер, форму, распределение структурных составляющих и выдвигают данный технологический прием в число важнейших, проведение которого способствует получе-

нию высокого качества материала и необходимых свойств без значительного удорожания сплава.

В работе изучили влияние добавок бора и условий охлаждения при кристаллизации на объемную долю и морфологию первичных и эвтектических карбидов и дендритов твердого раствора отливок КЛБЧ [1-3].

Материалом исследования в работе стал комплексно-легированный белый чугуны следующей системы легирования Fe-C-Cr-Mn-Ni-Ti-Al-Nb, в дальнейшем модифицированный бором в количестве 0,005%, 0,01%, 0,02%, 0,03% [4-5].

Структура исходного чугуна состоит из избыточных комплексных карбидов (Nb, Ti)C, дендритов аустенита и аустенитохромистокарбидной эвтектики и вторичных карбидов типа Cr₇C₃ [5].

Металлографические исследования проводились на оптическом микроскопе MEIJI TECHNO 7200, оснащенном анализатором изображений Thixomet PRO. Опытные сплавы заливали в сырые и сухие песчано-глинистые формы и чугунный кокиль.

Структура всех образцов является неоднородной, за счет различия объемной доли и морфологии первичных и эвтектических карбидов и дендритов твердого раствора на периферии и в центре отливки, что в свою очередь зависит от химического состава сплавов и условий охлаждения.

После модифицирования объемная доля первичных карбидов не изменилась, уменьшились размеры (площадь, длина) карбидов. Увеличение скорости охлаждения также приводит к уменьшению размеров карбидов [1,5].

На периферии отливки объемная доля эвтектики увеличивается по сравнению с центром отливки (с 50-52 до 65%), а объемная доля дендритов аустенита уменьшается (с 47-49 до 35%) (рис. 1). В этой области дендриты аустенита представляют собой отдельные равноосные неразветвленные зерна. Эта зона тем больше, чем выше скорость охлаждения (заливка в кокиль). При исследовании изменения морфологии дендритов вглубь отливки наблюдается формирование дендритов более высокого порядка. В центре вновь преобладают равноосные дендриты. При добавлении бора в сплав образование ветвей высшего порядка замедляется, дендриты приобретают более компактную, округлую форму, равномерно распределенную и окруженную эвтектикой по всему сечению отливки (рис. 2).

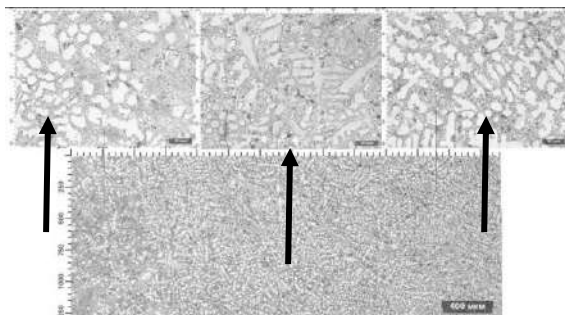


Рис. 1. Изменение микроструктуры чугуна по сечению отливки от периферии (края) к центру

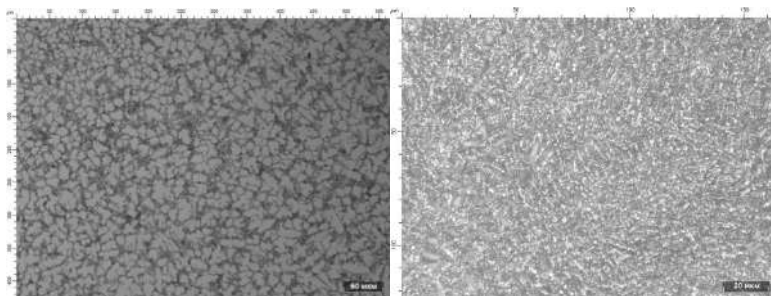


Рис. 2. Микроструктура чугуна модифицированного 0,02% бора и залитого в кокиль

Полученные значения расстояния между осями второго порядка (рис. 3) подтверждают неодновременность и неравномерность кристаллизации на периферии и в центре отливки. С увеличением скорости охлаждения (изменение типа литейной формы) происходит уменьшение расстояния между осями дендрита. С добавлением бора неоднородность по объему отливки уменьшается.

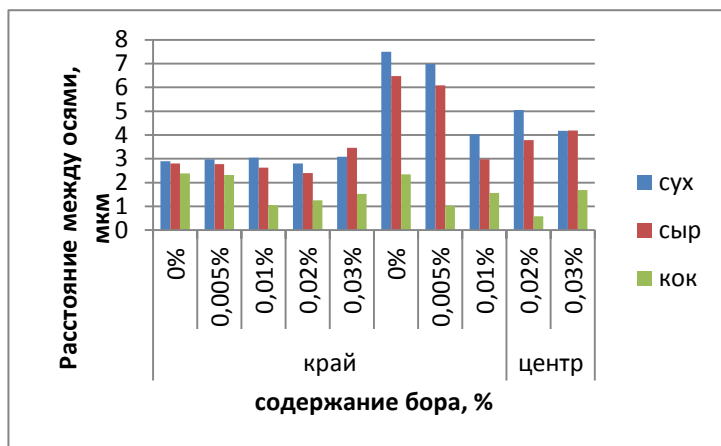


Рис. 3. Расстояние между осями второго порядка на периферии и в центре отливки

Условия охлаждения (различные типы форм), в том числе и охлаждение на периферии и в центре отливки, оказывают влияние на объемную долю эвтектики, дендритов и морфологию дендритов. При заливке чугунов в металлическую форму эвтектики оказалось больше, а дендритов меньше, как и на периферии отливки. В центре образца при литье в сухую форму аустенитохромистокарбидной эвтектики меньше, а количество дендритов аустенита возрастает. При модифицировании бором происходит равномерное распределение структурных составляющих по сечению отливки, кристаллизация их в более благоприятной компактной глобулярной форме (дендриты).

Список литературы

1. Количественные характеристики дендритной структуры жароизносостойких белых чугунов / Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Ахметова А.А. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. Т.1. С. 155-158.
2. Influence of complex V, Cu, Ti, and B alloying on structural and phase state, mechanical properties and wear resistance of cast iron/ Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V., Molochkova O.S.//CIS Iron and Steel Review. 2016. Т. 11. С. 23-29
3. Фазовый состав, структура и свойства жаростойких чугунов микролегированных бором/ Петроченко Е.В., Молочкова О.С., Ахметова А.А., Ахмеева З.Р. // Повышение качества обучения студентов по материаловедению и технологии конструкционных материалов 2014. С. 115-118.
4. Повышение эксплуатационных свойств жаростойких чугунов/ Молочкова О.С., Петроченко Е.В., Ахметова А.А., Нифонтова Е.Э. Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы Сборник статей Международной научно-технической конференции Шлифабразив-2014. 2014. С. 158-161
5. Влияние бора на структуру и свойства жароизносостойких белых чугунов / Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Молочкова О.С., Ахметова А.А. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 73-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. 2014. Т. 1. № 1. С. 101-105.
6. Колокольцев В.М., Вдовин К.Н., Куц В.А. Абразивная износостойкость литых сталей и чугунов. М., 1997.
7. Колокольцев В.М. Новые тренды в развитии технического образования // Аккредитация в образовании. 2011. №7(51). С. 52-54.
8. Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Молочков П.А. Комплексное воздействие на структуру белых износостойких чугунов с целью повышения эксплуатационной стойкости отливок // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2004. №4. С.23-29.
9. Structure features and properties of high-alloy white irons / Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №5 (45). С.3–8.

УДК 621.778

В.А. Харитонов, М.Ю. Усанов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ КРУЧЕНИЯ

Аннотация. Вращение монолитной проволоки приводит к снижению усилия волочения. Данный факт подтвержден экспериментально. С помощью метода конечно элементного моделирования исследовано напряженное состояние в очаге деформации.

Ключевые слова: волочение, вращающаяся проволока, моделирование, напряженно-деформированное состояние.

Хорошо известно, что для повышения интенсивности процесса волочения, монолитной волоке сообщают вращательное движение в плоскости, перпендикулярной оси канала, что приводит к снижению усилия волочения. Кроме того, вращение волоки применяют для равномерного износа канала волоки. Практического применения этот способ, однако, не получил, так как при обычных скоростях волочения для заметного снижения напряжения пришлось бы вращать волоку с чрезвычайно большим числом оборотов [1].

Моделирование НДС в процессе волочения в монолитных волоках, с помощью метода конечных элементов, в программном комплексе ABAQUS было проведено в работах [2; 3]. Результаты моделирования показали, что приведение волоки во вращение изменяет картину напряженно-деформированного состояния при волочении. На контактной поверхности создается режим частичного проскальзывания с появлением дополнительных деформаций сдвига. Показана возможность существенного повышения температуры при применении метода волочения с вращением волоки. Этот эффект предложено использовать для совмещения операции волочения с термической обработкой [3].

Нами было смоделировано вращение монолитной волоки в программном комплексе Deform-3d [4]. Показано, что при вращении монолитной волоки происходит снижение усилия волочения, а также вращение приводит к скручиванию металла, что приводит к повышению накопленной степени деформации. Данный эффект наблюдается при соотношении линейной скорости волочения к линейной скорости вращения волоки от 25 до 50%, и при снижении величины рабочего угла волоки.

С помощью дополнительной подпрограммы для Deform-3d, по методике приведенной в [5], исследовано напряженно-деформированное состояние. С помощью подпрограммы были получены поля распределения коэффициента жесткости Смирнова-Аляева и показателя напряженного состояния Лоде-Надаи.

Исследовалась одна протяжка с диаметра 16,00 на 14,25 мм. Сталь марки 80. Заготовка разбита на 72340 конечных элемента. Геометрия волоки по ГОСТ 9453-75, принималась как абсолютно жесткое тело. Скорость волочения – 1 м/с. Коэффициент трения по Кулону 0,08.

Результаты моделирования приведены на рис. 1, 2.

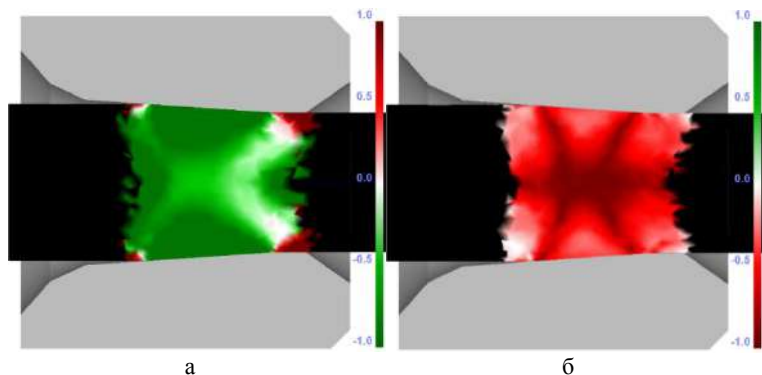


Рис. 1. Напряженное состояние в очаге деформации при волочении без кручения:
а – распределение коэффициента жесткости Смирнова-Аляева;
б – показателя напряженного состояния Лоде-Надаи

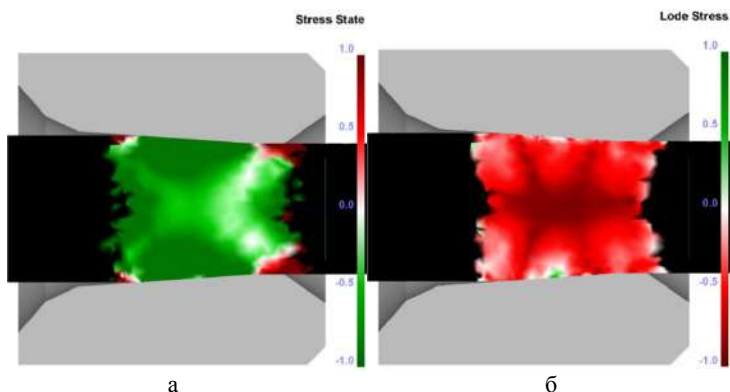


Рис. 2. Напряженное состояние в очаге деформации с кручением:
а – распределение коэффициента жесткости Смирнова-Аляева;
б – показателя напряженного состояния Лодэ-Надаи

Как видно из рис. 1, схема напряженного состояния – растяжение, показатель принимает значения от 0 до -1. Распределение коэффициента жесткости, говорит о полной проработке заготовки по очагу деформации.

При кручении волокна, происходит перераспределение напряжений. Так в приповерхностном слое (рис.2) в заготовке появляются явно выраженные напряжения сдвига. Данные результаты моделирования хорошо согласуются с результатами [2].

Вращение монолитной волокна приводит к перераспределению напряжений в очаге деформации. Схема становится более «мягкой». Однако, данный эффект достигается при высоких скоростях вращения монолитной волокна.

Список литературы

1. Перлин И.Л., Ерманок М.З., Теория волочения. – М.: Металлургия, 1971. – 448 с.
2. Логинов, Ю.Н., Моделирование напряженно-деформированного состояния при волочении с вращением волокна // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2014. № 6. С. 39–41.
3. Логинов Ю.Н., Новый подход к методу обработки несимметричной заготовки во вращающейся волоке. – Инновации в материаловедении и металлургии : материалы IV Международной интерактивной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. <http://hdl.handle.net/10995/31529>. 234-238.
4. Харитонов, В.А., Усанов, М.Ю., Реализация деформации кручения в производстве проволоки с ультрамелкозернистой структурой // Обработка сплошных и слоистых материалов. – 2015. 2 (43) Ноябрь. С. 38–43.
5. Усанов, М.Ю., Харитонов, В.А., Эффективность применения деформации кручения в способах производства наноструктурированной проволоки // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2016. – Т. 14. № 4. С. 66–71.

Н.Н. Огарков, С.И. Платов, Д.В. Суфьянов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКАЛИНЫ С РОЛИКАМИ МНЛЗ И НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКОЙ

Аннотация. С использованием элементов теории пластичности решена задача по определению напряженно-деформированного состояния непрерывно-литой заготовки (НЛЗ) при вдавливании в нее фрагментов окалины. Получена математическая зависимость между геометрическими параметрами фрагмента окалины и толщиной закристаллизовавшейся корки, позволяющая установить критерий напряженного состояния, в соответствии с которым происходит налипание окалины на поверхность ролика или ее внедрение во внутренние слои НЛЗ с последующим ее удержанием. Установлено, что вдавливание фрагментов окалины значительных размеров в относительно тонкую закристаллизовавшуюся корку формирует благоприятные условия для налипания окалины на ролики, а вдавливание фрагментов окалины небольших размеров в толстую закристаллизовавшуюся корку, особенно с малыми углами наклона между боковыми поверхностями фрагментов, способствует удержанию их на поверхности НЛЗ во внедренном состоянии.

Ключевые слова: машина непрерывного литья заготовки; непрерывнолитая заготовка; налипшая окалина; вдавленная окалина; поддерживающие ролики.

Введение

В процессе непрерывной разливки на контактных поверхностях в большинстве случаев присутствует окалина, свойства которой во многом отличаются от свойств материала ролика и материала заготовки [1, 2, 3, 4].

Присутствующая на контактных поверхностях окалина может налипать на поверхности роликов или вдавливаясь в поверхность НЛЗ [5, 6, 9]. Исследования отработавших роликов МНЛЗ в зоне вторичного охлаждения показали, что их рабочие поверхности включают участки с прочно удерживаемыми и с отслоившимися фрагментами окалины. Отслоившиеся от роликов и вдавленные в НЛЗ фрагменты окалины на последующих переделах являются причиной образования дефектов «вкатанная окалина» [2, 7, 8, 9].

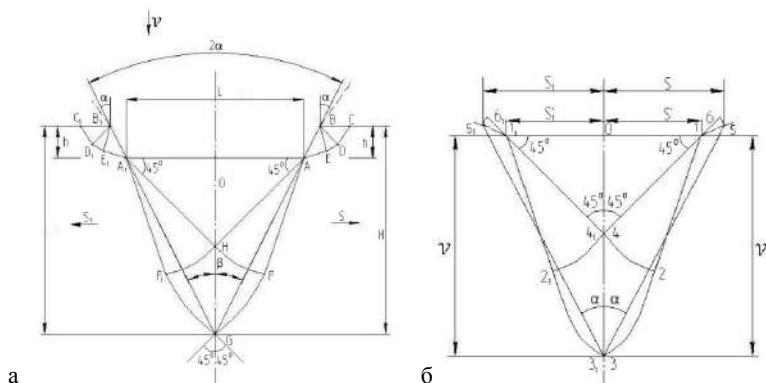
В настоящее время имеются довольно подробные исследования по образованию фазового состава окалины и по ее физико-механическим свойствам [4, 5], но отсутствуют данные по критерию в зависимости, от которого окалина проявляет склонность к налипанию на поверхность ролика или к внедрению в заготовку с последующим удержанием окалины в ней [10].

С целью установления такого критерия, выполнен теоретический анализ взаимодействия фрагментов окалины с поверхностями ролика и НЛЗ.

Теоретический анализ выполнен с использованием одного из методов теории пластичности – метода линий скольжения [10, 11].

Анализ напряженно-деформированного состояния поверхностного слоя НЛЗ при вдавливании в нее фрагмента окалины выполнен для аппроксимированного симметричного усеченного клина с углом наклона между боковыми поверхностями 2α (рис. а). Допускаем, что в процессе вдавливания окалины вращающуюся

щимися роликами она перемещается перпендикулярно поверхности заготовки и, что пластическая зона от вдавливания фрагмента окалины распространяется на всю толщину закристаллизовавшейся корочки НЛЗ. С учетом принятого допущения сетка линий скольжения, соответствующая такому напряженно-деформированному состоянию материала заготовки, также является симметричной (рис. б).



Сетка линий скольжения (а) и годограф скоростей (б)
при вдавливании окалины в НЛЗ

Анализ поля линий скольжения и годографа скоростей показывает, что напряжения растяжения на боковых поверхностях фрагмента окалины АВ и А₁В₁ возможны в тех случаях, когда векторы годографа скоростей 15 и 1'5' имеют одинаковые направления соответственно с векторами 01 и 01' и по модулю отличаются от нуля. Такое условие выполняется, если:

$$\alpha < \beta = \arctg \frac{L}{2H-h}.$$

Таким образом, если угол наклона боковой грани фрагмента окалины α меньше угла β (рисунок), то по его боковым сторонам действуют напряжения растяжения и окалина не зажимается материалом заготовки. Она может свободно покидать поверхность заготовки, оставляя на ее поверхности отпечаток. При значительных размерах фрагмента окалины и малых толщинах закристаллизовавшейся корочки НЛЗ, характеризуемой величиной после вдавливания в нее фрагмента окалины, возможно даже образование зазора между материалом НЛЗ и боковыми поверхностями фрагмента окалины, что облегчает процесс удаления его с поверхности заготовки и налипания на поверхность контактирующего с ним ролика МНЛЗ.

В процессе вдавливания фрагмента окалины с повышенными углами наклона боковых поверхностей α , особенно небольших размеров в толстую закристаллизовавшуюся корочку, когда $\tg \alpha > \frac{L}{2H-h}$, по боковым поверхностям формируются напряжения сжатия, которые зажимают и удерживают этот фрагмент на поверхности заготовки. В случае, когда фрагмент окалины является налипшим на

поверхность ролика, то возможно отслаивание этого фрагмента от ролика под действием удерживающего усилия со стороны НЛЗ и переход на ее поверхность во внедренном состоянии.

Выводы

Выполнено экспериментальное и теоретическое исследование процесса взаимодействия роликов МНЛЗ вторичной зоны охлаждения с НЛЗ. Выведен критерий, в соответствии с которым окалина либо налипает на ролики, либо вдавливаются в НЛЗ. Рекомендовано для снижения эффектов налипания окалины на ролики и внедрения ее в поверхность НЛЗ отбраковывать ролики с налипшими на них фрагментами окалины, если угол наклона между их боковыми поверхностями более $65-88^\circ$ в начале зоны вторичного охлаждения и менее $43-64^\circ$ на выходе из этой зоны.

Список литературы

1. Оно Т. – “J. Iron and Steel Inst.”, Japan, 1960, v. 46, № 3, p. 136-138.
2. Огарков Н.Н., Суфьянов Д.В. Оценка состояния рабочей поверхности горячего слоя роликов МНЛЗ // Процессы и оборудование металлургического производства: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. Платова С.И. Вып.8 Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. С. 149-153.
3. Кофстад П. Высокотемпературное окисление металлов. Пер. с англ. М.: «Мир», 1969. 392 с. с ил.
4. Rolls R., Arnold F. F. – “Werkstoffe und Korrosion”, 1972, Bd 23, № 10, S. 886-893.
5. Северденко В.П., Макушок Е.М., Равин А.Н. Окалина при горячей обработке металлов давлением. М.: Металлургия, 1977. 208с.
6. Особенности явления «наматывания» окалины опорными роликами слабовой МНЛЗ / Смирнов А.Н., Цупрун А.Ю., Новиков Е.Н., Кислица В.В., Нагорный С.А. // Сталь. №4. 2008. С. 19-22.
7. Суфьянов Д.В., Огарков Н.Н. Экспериментальное исследование процесса образования дефекта «вкатанная окалина» с учетом взаимодействия металла с валком // Производство проката. 2009. №3. С2-4.
8. Огарков Н.Н., Суфьянов Д.В., Платов С.И. Формирование требований к рабочей поверхности роликов МНЛЗ с целью уменьшения вдавливания окалины в поверхность заготовки // Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения. Междунар. сб. науч. тр./ под ред. Н.Н. Огаркова, Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016. С. 6-11.
9. Суфьянов Д.В., Мазур Н.В. Теоретическое исследование процесса вдавливания фрагментов окалины в непрерывнолитую заготовку // Известия вузов. Черная металлургия. 2008. №6. С. 58-60.
10. Огарков Н.Н., Платов С.И., Суфьянов Д.В. Формирование требований к рабочей поверхности роликов МНЛЗ с целью уменьшения вдавливания окалины в поверхность заготовки // Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения: междунар. сб. науч. тр. / под ред. Н.Н. Огаркова. Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016. с. 6-11.
11. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1977, – 423 с., ил.

А.Б. Сычков, А.Ю. Столяров, Г.Я. Камалова, Ю.Ю. Ефимова, Л.Ю. Егорова, А.Е. Гулин

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ГОРЯЧЕ- И ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация. Известно, что доля влияния поверхностных физических явлений в очаге деформации для тонкой проволоки значительно возрастает по сравнению с объемными. В теории волочения это объясняется «масштабным фактором». Одним из проявлений «масштабного фактора» считается наличие поверхностного слоя глубиной порядка 20-40 мкм, сформированного дополнительными сдвиговыми деформациями при волочении проволоки. Особенно значимо влияние слоя дополнительных сдвиговых деформаций при волочении тонкой латунированной проволоки под металлокорд. В настоящей работе проведены исследования особенностей формирования микроструктуры в поверхностных слоях катанки и тонкой проволоки из стали марки 70. Исследование микроструктуры проводили на РЭМ фирмы JEOL и ПЭМ – JEM-200CX. Микроиндентирование тонкой проволоки проводили на микротвердомере DUN – 211S SHIMADZU.

Ключевые слова: проволока, «масштабный фактор», структура, поверхностный слой, микроиндентирование, интенсивная пластическая деформация, волочение.

В настоящее время существует обоснование формирования структуры при волочении проволоки, заключающаяся в том, что формирование структур происходит относительно равномерно по сечению. Однако, эмпирические данные последующих исследований показывают, что при повышенных степенях холодной деформации, распределение НДС неоднородное. Эти процессы, в частности поверхностное упрочнение металла, в настоящее время изучены в недостаточной степени [1 – 4]. В настоящей работе проведены исследования особенностей формирования микроструктуры в поверхностных слоях тонкой проволоки и катанки.

На рис. 1 представлены микроструктуры тонкой латунированной проволоки разных диаметров из высокоуглеродистой стали марки 70, исследованные на РЭМ при увеличении 2000 крат.

Исследование изменения микроструктуры тонкой проволоки при деформационном воздействии позволяет установить, что по сечению проволоки наблюдается ярко выраженная неоднородность деформации. Колонии, которые ориентированы вдоль направления волочения, деформируются с уменьшением межпластинчатого расстояния, при этом параллельность пластин сохраняется. В колониях, которые ориентированы нормально или под большим углом к оси волочения, пластинчатая форма цементита трансформируется в волнообразную форму, пластины изгибаются; разрушаются, разделяясь на фрагменты.

Изменение формы и размера перлитной колонии можно наблюдать, начиная с образца, деформированного на 42,7 % (образец №4, Ø 1,325 мм), на данном этапе деформации происходит образование волокнистой структуры. С увеличением степени деформации (при $\varepsilon = 71,6 \%$) в структуре можно наблюдать участки течения металла, подобно течению жидкости [5, 6]. Этот слой наблюдается на

некоторой глубине от поверхности – до 25 мкм и протяженность этого слоя составляет примерно 20 – 25 мкм.

Эффективным методом определения глубины слоя интенсивных пластических деформаций является исследование микротвердости образцов. Для этого на тонкой проволоке было исследовано распределение микротвердости по Мартенсу в радиальном направлении от поверхности к центру с шагом 5 мкм (макс. нагрузка 10 мН) для двадцати измерений на общую глубину 0,01 мм. Из полученных распределений микротвердости по Мартенсу можно четко идентифицировать слой повышенной твердости глубиной порядка 25 мкм. Увеличение твердости позволяет считать, что степень деформация в данном слое значительно выше, чем в остальной части сечения образца.

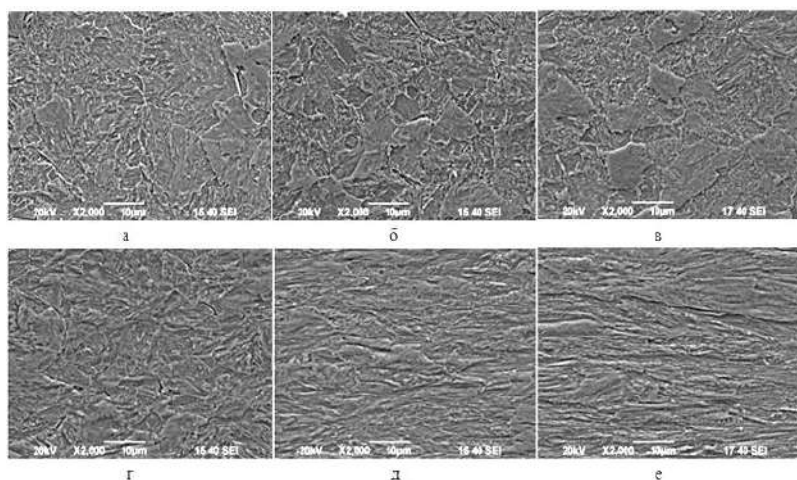


Рис. 1. Микроструктуры образцов (продольное сечение) 0,5 г:

- а) №1 – диаметр 1,75 мм (относительная степень деформации – $\epsilon = 0$ – патентированная проволоочная заготовка); б) №2 – диаметр 1,73 мм ($\epsilon = 2,3\%$); в) №3 – диаметр 1,574 мм ($\epsilon = 19,1\%$); г) №4 – диаметр 1,325 мм ($\epsilon = 42,7\%$); д) №5 – диаметр 1,113 мм ($\epsilon = 59,6\%$); е) №6 – диаметр 0,933 мм ($\epsilon = 71,6\%$). РЭМ

Электронно-микроскопическое исследование структуры катанки в исходном горячекатаном состоянии ($\emptyset$ 5,5 мм) и деформированной на 41,7% ($\emptyset$ 4,2 мм) с применением ПЭМ позволяет отметить особенности структуры, а именно:

- строение цементитных пластин недостаточно совершенное, о чем свидетельствуют темнопольные изображения в рефлексе цементита;
- в центральной части образцов наблюдается более искаженная структура феррито-карбидной смеси, чем на поверхности (участки дефектного блочного феррита, разрушение пластин цементита, S-образные полосы сброса).

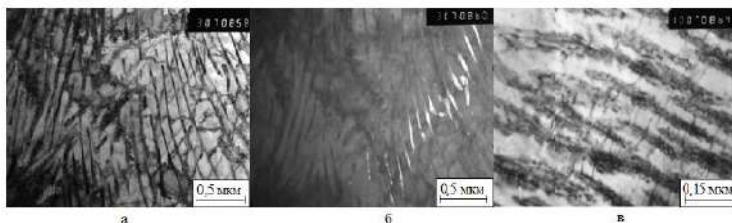


Рис. 2. Структура катанки Ø 5,5 мм (поверхность):

а – светлопольное изображение, повышенная плотность дислокаций;
б – темнопольное изображение в рефлексе цементита, несовершенное строение цементитных пластин; в – светлопольное изображение, растворение цементитных пластин

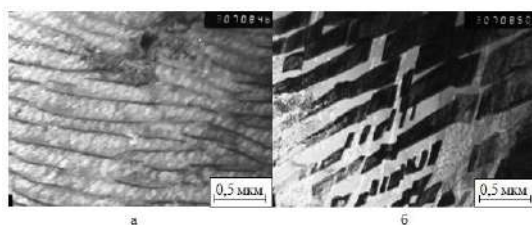


Рис. 3. Структура катанки Ø 5,5 мм (центр):

а – светлопольное изображение, блочный феррит;
б – участок с разрушенными цементитными пластинами

Таким образом, установлено, что в поверхностных слоях проволоки при волочении, возникает частичная локализация деформации, при этом механизм деформации на данном участке подобен течению жидкости. Такой слой наблюдается на некоторой глубине от поверхности – до 25 мкм и протяженность этого слоя составляет примерно 20–25 мкм. Вышеуказанная динамика изменения структуры при увеличении степени деформации подтверждается и проведением измерения микротвердости. Увеличение твердости позволяет считать, что степень деформации в данном слое значительно выше, чем в остальной части сечения образца. Показаны особенности изменения структуры сорбита после патентирования и латунирования тонкой проволоки с увеличением степени деформации.

Полученные результаты предполагают дальнейшие исследования на установление качественных и количественных значений, формирующих эффективную структуру и уровень знаний о предельной деформируемости металла для высокопрочного металлокорда.

Список литературы

1. Перлин И.Л. Теория волочения/И.Л. Перлин, М.З. Ерманок.- М: Металлургия, 1971. 448 с.
2. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. Часть 2/Я.Б. Фридман.- М: Машиностроение, 1974. 368 с.

3. Кулеша В.А. Производство микропроволоки/Кулеша В.А.- Магнитогорск: МГТУ, 1999. 114 с.

4. Терских С.А. Особенности изготовления арматурной проволоки из сорбтизированной катанки с учётом проявления масштабного эффекта. Обработка сплошных и сложных материалов/С.А. Терских, В.В. Покачалов, Д.С. Терских//Вып. 35: межвуз. сб. научн. тр./под ред. проф. М.В. Чукина.-Магнитогорск: МГТУ, 2008. С. 68-73.

5. Kazuki Hosoda. Effect of die semi-angle and multi-pass drawing on additional shear layer / Kazuki Hosoda, MotooAsakawa, Satoshi Kajino, Y. Maeda//Wire Journal, 2008, November. P. 68-73.

6. Столяров, А.Ю. Определение глубины слоя дополнительной сдвиговой деформации при волочении тонкой проволоки/А.Ю. Столяров, В.А. Харитонов//Сталь, 2012. № 12. С. 45-47

7. Structure features and properties of high-alloy white irons / Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №5 (45). С.3–8.

8. Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Молочков П.А. Комплексное воздействие на структуру белых износостойких чугунов с целью повышения эксплуатационной стойкости отливок // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2004. №4. С.23-29.

УДК 620.178.3

О.С. Железков, Т.Ш. Галиахметов, С.А. Малаканов

ПРОБЛЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Аннотация. *Выполнены экспериментальные исследования процесса изготовления стержневых изделий с шестигранной головкой из нержавеющей сталей аустенитного класса марок 12Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т. Проведены испытания механических свойств сталей после отпуска и калибрования на исходный размер. Построены кривые упрочнения. Выполнен поиск эффективных смазочных материалов и подсмазочных покрытий. Смоделированы три варианта технологии: холодная: штамповка с обрезной головки на шестигранник; холодная безоблойная штамповка шестигранника с выдавливанием лунки и комбинированный способ, включающий холодную штамповку цилиндрической головки и безоблойную полугорячую штамповку шестигранника. Разработаны рекомендации по реализации технологий на прессах-автоматах и автоматических роторных и роторно-конвейерных линиях.*

Нержавеющие стали – высоколегированные стали, образующие на своей поверхности пассивную пленку окислов, которая предохраняет металл от контакта с агрессивной средой. Для изготовления крепежа с высокой коррозионной стойкостью предпочтительно применение хромоникелевых ($\text{Cr} \geq 18\%$, $\text{Ni} \geq 8\%$) и хромоникелемолибденовых ($\text{Cr} \geq 18\%$, $\text{Ni} \geq 8\%$, $\text{Mo} \geq 2\%$) сталей аустенитного класса [1-3].

Цель работы – разработка и экспериментальная проверка процесса штамповки болтов и винтов из нержавеющей стали аустенитного класса для реализации технологии на высокопроизводительном автоматическом оборудовании.

В качестве исходного металла использовались горячекатаные нержавеющие стали марок 12Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т производства ОАО «Златоустовский металлургический завод». Калиброванный металл подвергался испытаниям на растяжение по ГОСТ 1497-84. Обработывая диаграммы $\delta = f(P)$, строились кривые упрочнения, которые использовались в аналитических расчетах.

Процессы штамповки крепежных изделий из нержавеющей стали практически неосуществимы без применения смазок и подсмазочных покрытий [4]. По результатам анализа информационных материалов отобран ряд смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) массового и специального применения среди которых: «Укринол 5/5»; «СН-М»; «СН-Ц»; «Эмбол-4»; «ХС-163»; «Укринол-50»; «Твол»; «КТИОЛ»; «МР-7»; «Игнол»; «ПЭП»; «ХС-170»; «Форсол».

Для оценки технологических свойств СОТС использовался метод деформирования заготовок в коническом отверстии, то есть моделировались операции выдавливания и редуцирования, которые широко применяются в технологических процессах изготовления стержневых изделий. Испытания проводились на разрывной машине «ЗД-100» с использованием специального приспособления, обеспечивающего соосность матрицы и пуансона. Смазка на заготовки наносилась методом окунания. Для каждого вида смазок испытывалось по 6 образцов. Оценка технологических свойств СОТС осуществлялась по усредненным значениям усилий деформирования и выталкивания. Анализ полученных результатов показал, что минимальные усилия деформирования возникает в случае использования СОТС: «Эмбол-4», «Форсол», «КТИОЛ», «Игнол». По усилиям выталкивания наиболее эффективны «Эмбол-4», «Твол», «Форсол».

При поиске эффективного подсмазочного покрытия на исходные заготовки $\varnothing 11,65$ мм из стали 12Х18Н10Т наносились следующие покрытия: оксальтное, фосфатное, медное и латунное). Медное покрытие наносилось тремя способами: электролитическим, химико-термическим и механическим с помощью гибких металлических щеток. Латунное покрытие также наносилось механическим способом. В качестве технологической смазки использовался «Эмбол-4», который наносился методом окунания. Анализ полученных результатов показал, что наиболее эффективными покрытиями являются оксальтное и медное, нанесенное химико-термическим способом.

Для экспериментальной проверки и отработки процесса формирования шестигранника были спроектированы и изготовлены инструмент и специальное приспособление, применение которого обеспечивало соосность пуансона и матрицы. Эксперименты проводились на гидравлической испытательной машине «ЕУ-100» (Германия). При этом записывались диаграммы изменения технологических усилий в процессе деформирования. В ходе экспериментов формировались головки болтов М12 из стали 12Х18Н10Т

При исследовании процесса формирования головки по варианту I высаживалась бочкообразная головка с диаметром бочки $D_b = 19,6 \div 19,8$ мм и высотой $K = 7$ мм, которая обрезалась на шестигранник с размером «под ключ» $S = 17$ мм и диаметром описанной окружности $D_o \approx 18,9$ мм. Оценивая качество обрезанных головок, выявлено наличие значительных заусенцев, сколов, вырывов и рязьбны.

С целью исследования возможности снижения усилий обрезки и повышения качества изделий, заготовки болтов с отштампованными бочкообразными головками подвергались термообработке. Режим термообработки: нагрев до температуры 900 °С, выдержка – 40÷50 мин. и ускоренное охлаждение. При обрезке предварительно отожженных головок усилия снижаются на 7÷10 %, а качество головки улучшается незначительно. Рассматривалась возможность применения разновидности варианта I, когда шестигранник формировался обработкой резанием (фрезерование). Качество головок болтов, полученных холодной штамповкой и фрезерованием граней, соответствует требованиям стандартов. Однако, формирование шестигранной головки обработкой резанием (фрезерование, протяжка и т.п.) требует либо применения соответствующего металлорежущего оборудования, которое должно встраиваться в линию с кузнечно-прессовыми автоматами (КПА), либо создания принципиально нового оборудования типа автоматических роторных или роторно-конвейерных линий («АРЛ» и «АРКЛ») [5-7] с дополнительным ротором обработки резанием.

При исследовании процессов формирования головки по вариантам II и III на втором переходе штамповалась цилиндрическая головка диаметром $D_4 = 16,5$ мм и высотой $K_1 = 6,8$ мм, а на третьем переходе штамповалась шестигранная головка (размер «под ключ» $S = 17$ мм и диаметр описанной окружности $D_o \approx 18,9$ мм, высота $K = 7$ мм.) с лункой, у которой диаметр $D_7 = 14,5$ мм и глубина $h_1 = 2,2 \div 2,4$ мм. Анализ полученных результатов показал, что высокие удельные усилия на матрицу и пуансон, составляющие 3000-3200 Н/мм², вызовут снижение стойкости инструмента и значительные потери рабочего времени на его замену и настройку.

Для снижения технологических усилий на операции безотходной штамповки шестигранных головок заготовки с предварительно высаженными цилиндрическими головками подвергались термообработке по следующему режиму: нагрев до температуры 900 °С, выдержка в течение 60 мин., охлаждение с печью до 700°С, охлаждение на воздухе.

В случае безотходной штамповки из предварительно отожженной заготовки с цилиндрической головкой при технологических усилиях ~ 500 кН качество оформления ребер шестигранника удовлетворяет требованиям стандартов.

Анализ результатов экспериментов показал, что для реализации технологии, включающей холодную безоблойную штамповку стандартной головки с лункой, необходимо решить проблему качественного формирования ребер шестигранника. Это возможно сделать за счет поиска и применения рациональной формы и размеров выдавливаемой торцевой лунки [8].

Список литературы

1. Ульянин Е.А. Коррозионностойкие стали и сплавы.- М.: Металлургия, 1980. С. 208.
2. Губарев А.П., Бугаков С.В., Мальцев Л.В. Холодная объемная штамповка изделий из коррозионностойких сталей / Машиностроитель. 1987. № 9. С. 16
3. Лысенков А.И. Особенности нержавеющей сталей и их влияние на качество крепежа // Крепеж, клеи, инструмент. 2015. № 2, С. 33-38.
4. Крепежные изделия для современного машиностроения / И.А. Воробьев, С.В. Овчинников, Г.В. Бунатян, Т.Ш. Галиахметов и др. // Нижний Новгород: МПК-сервис. 2016. С. 520.

5. Кошкин Л.Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. – М.: Машиностроение. 1982. С. 336.

6. Эффективность использования роторного оборудования при производстве крепежных изделий / В.И. Мокринский, О.С. Железков, В.В. Кривошапов и др. // Сталь. 1989. № 5. С. 62-63.

7. Железков О.С. Перспективы применения роторных и роторно-конвейерных линий при производстве крепежных изделий // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2017. № 1. С. 27-31.

8. Влияние торцевой лунки на прочность соединения головки со стержнем болта / О.С. Железков, О.П. Ширяев, Малаканов С.А. и др. // Качество в обработке материалов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И.Носова, 2015. № 2. С. 48-50.

УДК 621.771.25

А.С. Колос, С.А. Левандовский

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФАСОННОГО ПРОКАТА

Аннотация. При ускоренном охлаждении фасонного проката возникает ряд проблем. Они связаны с неравномерным охлаждением несимметричных профилей и высокой температурой конца прокатки. Чтобы найти решение проблемы, был проведен литературный анализ и патентный поиск, а так же обзор и анализ мирового опыта производства сортовых профилей. Для получения требуемого класса прочности на практике применяют легирование, что существенно удорожает металлопродукцию, данная технология позволяет достичь заданного класса прочности без легирования с помощью термообработки при охлаждении.

Ключевые слова: прокатка, сортовая прокатка, фасонные профили, термообработка, легирование, охлаждение, патентный поиск, сортовой стан, термомопрессовка, форсуночное охлаждение.

В настоящее время производство фасонного проката сопровождается двумя основными проблемами.

Первая из них – это наличие на профилях, особенно несимметричного сечения (неравнополочные уголки, полосоубольбовый судостроительный профиль, тавровое сечение и т.п.), местного и/или общего искривления формы и даже размеров. Это связано с окончательным охлаждением металла после прокатки или на холодильнике в двухфазовой области – в межкуритическом ($\gamma \rightarrow \alpha$) интервале температур, в котором и возникают растягивающие внутренние напряжения и вызывающие искривление раскатов.

Вторая проблема заключается в высокой температуре конца прокатки, которая формирует крупное зерно аустенита и наследственно крупное действительное ферритно-перлитное зерно, что обуславливает крайне низкие значения предела текучести и отношения пределов текучести и прочности металла фасонных профилей, которые зачастую ниже требований НД и такой металл забраковывается.

К такому металлу относятся марки стали типа 09Г2, 09Г2С, 25Г2С и др. Методы снижения размеров действительного зерна заключаются в понижении температуры конца прокатки, что в большинстве случаев ограничивается энергосиловыми возможностями установленного оборудования, и ускоренном охлаждении раскатов после окончания деформирования профилей с использованием форсуночных устройств водяного охлаждения и процесса прерванной или прерывистой заковки с прокатного нагрева с самоотпуском [1].

Технологический процесс, представляющий собой разновидность поточного термического или термомеханического упрочнения раскатов, наиболее эффективен как для правки профилей с целью исключения их искривления, так и для их упрочнения, которое ранее достигалось только за счет увеличения содержания легирующих упрочняющих элементов. Легирование значительно удорожает металлопродукцию заданного класса прочности.

На практике известны случаи применения интенсивного водяного охлаждения фасонных профилей, обеспечивающих получение обоих эффектов – и термоправки, и термоупрочнения. Более часто на практике наблюдается такая обработка на мелких фасонных профилях наиболее симметричной формы (равнополочные уголки, швеллеры т.п.) [1,2].

Ниже представлен обзор методов применяемых на практике, или предлагаемых для использования некоторыми научно-технологическими организациями России, ближнего и дальнего зарубежья.

1. Энергосталь-УкрНИИМет (Украина, г. Харьков)

Предлагается применение универсальных водяных охлаждающих устройств струйного и в потоке сплошной воды в две стадии.

2. Группа компаний «Корад»

Предлагается установка охлаждающих устройств за последней клетью стана с использованием тянущих роликов для осуществления частичной механической правки.

3. Центр новых систем охлаждения и технологий термоупрочнения металлов ОАО «ВНИИМТ»

Сущность предложения – применение форсуночного экономного дифференцированного по разным сечениям профилей водо-воздушного секционного охлаждения.

4. STG, Италия

– для симметричных профилей – через систему направляющих роликов на отводящем рольганге к холодильнику и механическое натяжение раската на холодильнике путем применения противовесов на холодильнике;

– для несимметричных профилей – система форсуночного водяного охлаждения в две стадии: интенсивное охлаждение массивной части и общее охлаждение всех частей сечения профиля.

5. Bascotecnia-steel, Испания

Предлагается после последней клетки стана устанавливать направляющее механическое устройство, которое центрирует и обеспечивает частичный эффект механической правки.

6. ОАО «Молдавский металлургический завод»

ТП-ГМУ осуществлялась на проектной стационарной установке типа «усовершенствованный Thermex» для термического упрочнения арматурного проката в прутках.

Областью применения результатов патентного поиска является технология ускоренного охлаждения фасонных профилей проката в потоке мелко- средне- и крупноразмерных станов с целью получения более высокого класса прочности с исключением микрولةгирования стали дорогостоящими химическими элементами и без уменьшения производительности станов, а также обеспечение прямолинейности и формы профилей.

Выбор способа и устройства для ускоренного форсуночного охлаждения фасонного проката в потоке прокатного стана должен основываться на следующих положениях [2-4]:

1. Необходимо стремиться к двухэтапному охлаждению профиля.
2. Следует в максимальной степени приблизить процесс термической обработки фасонного проката к термоциклической схеме обработки.
3. Устройства для ускоренного охлаждения фасонных профилей в потоке прокатного стана могут быть различной конструкции с обязательным двухсторонним охлаждением профиля и сооружены исходя из различных подходов.
4. Для термического упрочнения крупных сортовых, в том числе фасонных, профилей и длинномерных изделий на высокоскоростных непрерывных станах наиболее целесообразно использовать метод ускоренного охлаждения в закрытых камерах [5].
5. В процессе термической обработки может быть обеспечен эффект термической правки фасонных профилей проката с исключением отдельной и дополнительной операции их механической правки [6].
6. По данным Сибирского государственного индустриального университета и западно-сибирского металлургического комбината ускоренное охлаждение применяется только при производстве уголков и швеллеров и для производства круглого проката применение ускоренного охлаждения считается нецелесообразным.

Заключение

По результатам данного патентного анализа была разработана технология, которая легла в основу разработки ТЛЗ на производственный комплекс по производству крупных сортовых профилей на ОАО «ММК» стане 450.

Список литературы

1. Разработка ускоренного охлаждения проката на стане 450 для получения комплекса механических свойств по ГОСТ 19281–2014 с возможностью исключения микрولةгирования стали / Моллер А.Б., Сычков А.Б., Тулупов О.Н., Кинзин Д.И., Левандовский С.А./отчет о НИР/НИОКР на ОАО «ММК». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 237 с.
2. Гибкие решения в технологии и подготовке кадров: позитивный опыт сотрудничества с компанией DANIELI / Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Нигрис Д., Чукин М.В., Кинзин Д.И. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 81-85.
3. Саранча С.Ю., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Моллер Т.Ю. / Повышение степени автоматизации сортопрокатного производства // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2014. № 3. С. 52-54.
4. Моллер А.Б. Повышение эффективности сортопрокатных технологических систем на основе структурирования и развития элементов менеджмента качества. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2011. № 7. С. 7-10.

5. Использование при прокатке катанки процессов термомеханической обработки для формирования структуры и механических свойств. / Сивак Б.А., Симанков Ю.В., Моллер А.Б., Гасилин А.В. // Технология металлов. 2007. № 2. С. 9-14.

6. Повышение точности прокатки сортовых профилей простой и фасонной форм. // Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Кинзин Д.И., Левандовский С.А., Новицкий Р.В., Рычков С.С. // Металлургические процессы и оборудование. 2013. № 4 (34). С. 99-105.

УДК 621.778

В.А. Харитонов, Н.Ю. Сметнёва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА МАРШРУТОВ ВОЛОЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОВОЛОКИ В ОЧАГЕ ДЕФОРМАЦИИ

Аннотация. В работе реализовано моделирование волочения проволоки в программном комплексе DEFORM, определен коэффициент жесткости Смирнова-Аляева для каждого прохода по длине очага деформации и произведен расчет энергозатрат. На основе полученных данных предложена методика проектирования маршрутов волочения проволоки.

Ключевые слова: маршрут волочения, моделирование, очаг деформации, напряженное состояние, коэффициент жесткости.

Одним из широко распространенных в машиностроении изделий являются пружины клапана двигателя внутреннего сгорания, изготавливаемые из стальной термически обработанной проволоки. Высокие прочностные, упругие и усталостные свойства данной проволоки достигаются закалкой и отпуском проволоки готового размера. Важную роль в обеспечении однородности перечисленных свойств играет не только качество проведения заключительной термообработки, но и режим предварительной холодной пластической деформации – волочения. Маршрут волочения должен обеспечивать получение качественной проволоки с достаточным запасом прочности и пластичности, а также равномерную проработку сечения металла в каждом проходе.

Проектирование маршрутов волочения, как правило, состоит в выборе степени суммарной деформации, кратности волочения, геометрии волок, определении равномерности деформации, коэффициента запаса прочности и энергозатрат [1]. Однако данная методика не позволяет определить напряженное состояние металла в очаге деформации. Для его оценки при составлении маршрутов волочения предлагается использовать коэффициент жесткости Смирнова-Аляева η [2]:

$$\eta = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_i},$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные нормальные напряжения; σ_i – интенсивность главных напряжений.

При $\eta < 0$ в схеме напряженного состояния преобладают сжимающие напряжения, при $\eta > 0$ – растягивающие, $\eta = 0$ соответствует состоянию чистого сдвига [2].

Оценка напряженного состояния заключается в нахождении максимального значения коэффициента жесткости в центральном слое металла вдоль очага деформации. Затем в месте максимальным значением η по сечению проволоки определяется зона перехода значений η от положительных к отрицательным. Диаметр области с значениями $\eta > 0$ соответствует расстоянию h (рис. 1) между вершинами конусов основных линий течения металла [3].

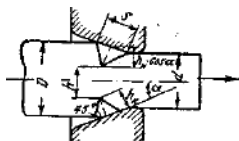


Рис. 1. Схема расположения зоны h в очаге деформации при волочении

Для оценки напряженного состояния и выбора рациональных режимов волочения проволоки из стали марки 51ХФА, предназначенной для последующей закалки и отпуска, в программном комплексе DEFORM реализовано моделирование волочения проволоки с диаметра 7,80 мм на диаметр 4,80 мм с использованием волок с углами рабочей зоны $2\alpha = 6; 8$ и 12 градусов по двум маршрутам:

I. 7,80 – 7,07 – 6,35 – 5,75 – 5,25 – 4,80 мм;

II. 7,80 – 6,90 – 6,10 – 5,40 – 4,80 мм.

Прочность исходной заготовки – 1150 Н/мм². При расчетах в DEFORM проволока – пластический объект, волокна – абсолютно жесткий. Коэффициент трения (по Кулону) принят равным 0,08, скорость волочения – 2,5 м/с.

В результате моделирования установлено, что уменьшение угла рабочей зоны волокна в целом понижает значение коэффициента жесткости (рис. 2, 3). Однако более равномерное напряженное состояние в очаге деформации с преобладанием сжимающих напряжений создается при использовании волок с углом $2\alpha = 8^\circ$.

Значения коэффициента жесткости при различных величинах единичных обжатий и углов волокна представлено на рис 4. С ростом единичных обжатий величина зоны растяжения h в целом уменьшается для волок с углом $2\alpha = 12^\circ$, отсутствует при $2\alpha = 8^\circ$ и несколько повышается при $2\alpha = 6^\circ$.

Расчетные значения коэффициента запаса прочности для всех вариантов волочения находятся в допустимом диапазоне (2,6–1,6) и не являются ограничением для выбора маршрута волочения. Для вариантов волочения через волокна с углом $2\alpha = 8^\circ$ произведен расчет энергозатрат [4, 5]. Суммарное усилие волочения для маршрута II составляет 67 кН, для маршрута I – 77 кН. Коэффициент полезного действия (КПД) для маршрута I – 61 %, а загрузка двигателей – 42 %. При волочении по маршруту II КПД – 67 %, загрузка двигателей – 48 %, что наиболее рационально с точки зрения энергозатрат, а также экономически выгодно.

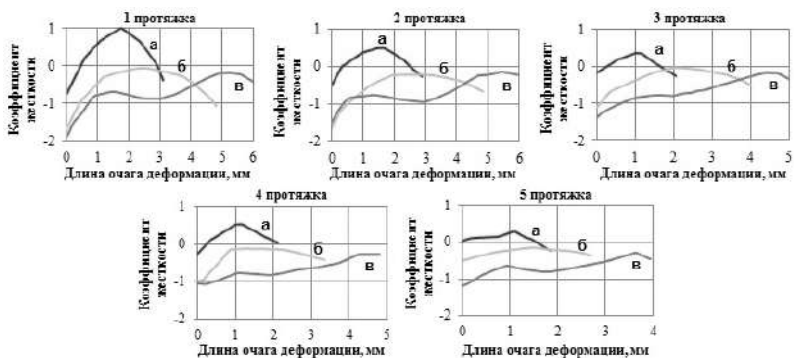


Рис. 2. Изменение коэффициента жесткости по длине очага деформации при различных значениях угла 2α (для маршрута I):
а – $2\alpha=12^\circ$; б – $2\alpha=8^\circ$; в – $2\alpha=6^\circ$

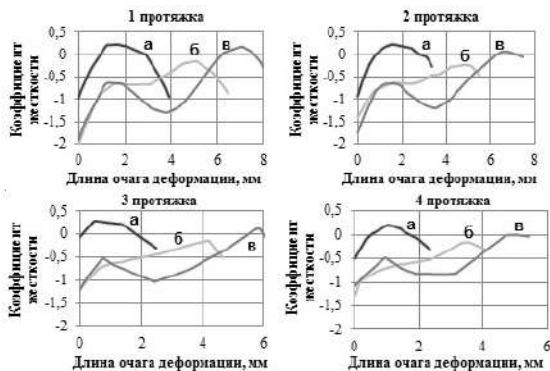


Рис. 3. Изменение коэффициента жесткости по длине очага деформации при различных значениях угла 2α (для маршрута II):
а – $2\alpha=12^\circ$; б – $2\alpha=8^\circ$; в – $2\alpha=6^\circ$

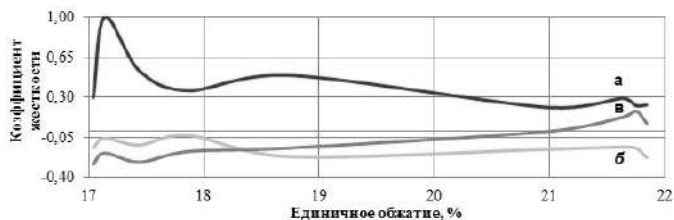


Рис. 4. Величина коэффициента жесткости при различных значениях единичных обжатий и углов рабочей зоны волокна:
а – $2\alpha=12^\circ$; б – $2\alpha=8^\circ$; в – $2\alpha=6^\circ$

Таким образом, предлагаемая методика позволяет проектировать маршруты волочения, задавая напряженное состояние, исключающее разрушение центральных слоев проволоки, обеспечивающее равномерную проработку сечения металла при каждой протяжке и снижающее энергозатраты при волочении.

Список литературы

1. Харитонов, В.А. Производство пружинной проволоки. / В.А. Харитонов, Д.Э. Галлямов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 151 с.
2. Смирнов-Аляев, Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию / Г.А. Смирнов-Аляев. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1978. – 368с.
3. Губкин, С.И. Теория обработки металлов давлением / С.И. Губкин. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы черной и цветной металлургии, 1947. – 533 с.
4. Битков, В.В. Технология и машины для производства проволоки / В.В. Битков. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 343 с.
5. Ресурсосбережение в метизном производстве (теория и практика работы Белорецкого металлургического комбината): Коллективная монография / В.И. Зюзин, Н.А. Клековкина, В.А. Харитонов и др. – Магнитогорск: МГТУ, 2001. – 163 с.

УДК 621.791.725.051.4:669.14.08.262

А.И. Лазарева, Н.В. Копцева, О.А. Никитенко, Э.О. Жидялис

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО И ПОСЛЕДУЮЩЕГО НАГРЕВОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПОЛОСЫ ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ*

Аннотация. Укрупнение холоднокатаных рулонов полос из низкоуглеродистых сталей в условиях агрегата непрерывного отжига и горячего цинкования (АНОГ/Ц) в ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК») производится методом лазерной сварки. Актуальным является установление режимов сварки для получения качественного сварного соединения, обеспечивающего безобрывную транспортировку полосы в агрегате. Особое влияние на формирование структуры и свойств оказывает предварительный и последующий нагревы. В работе методами металлографического анализа исследована микроструктура и микротвердость сварных соединений при различных режимах нагревов. Выявлены закономерности изменения протяженности структурных

* Работа проведена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации государственного задания (Согл. № 17.1.18.2412.01 от 09.01.2017 г., д.с. №1 от 25.01.2017 г.)

зон и распределения микротвердости в сварных соединениях в зависимости от изменения мощности предварительного и последующего нагревов, а также при введении в сталь алюминия. Установлено, что при увеличении мощности предварительного и последующего нагревов в наибольшей степени увеличивается протяженность зоны рекристаллизации и зоны разупрочнения сварных соединений. Обнаружено, что введение алюминия замедляет рост зоны разупрочнения при больших мощностях предварительного и последующего нагревов, что связано с сдерживающим влиянием нитридов алюминия на рост зерна и процессы рекристаллизации.

Ключевые слова: *низкоуглеродистая сталь, холоднокатаная полоса, лазерная сварка, предварительный нагрев, последующий нагрев, микроструктура, микротвердость.*

В настоящее время в мировой практике прокатного производства существует устойчивая тенденция совмещения технологических агрегатов в единую линию в цехах холодной прокатки и нанесения покрытий [1]. На ОАО «ММК» в комплексе холодной прокатки агрегат непрерывного отжига, совмещен с агрегатом непрерывного горячего цинкования (АНО/ГЦ), в котором укрупнение рулонов производится методом лазерной сварки. Эта технология позволила обеспечить импортозамещение холоднокатаной продукции для автомобильной и строительной отраслей промышленности [2, 3].

В России опыт применения лазерной сварки в промышленных потоках на момент проведения пуско-наладочных работ отсутствовал, что затрудняло ее эффективное использование в технологическом процессе [2]. Если полосу с некачественным сварным соединением отправить в линию агрегата, может произойти обрыв и полная остановка линии до тех пор, пока полоса не будет извлечена [4]. Необходима такая технология лазерной сварки, которая обеспечивала бы в достаточно широком диапазоне режимов гарантированно стабильное качество сварного соединения [5-9]. С этой точки зрения особое внимание при лазерной сварке уделяется предварительному и последующему нагревам сварных соединений [10].

Целью данной работы явилось исследование кристаллических зон и распределения микротвердости в сварных соединениях, полученных при различных мощностях предварительного и последующего нагревов при лазерной сварке полос из низкоуглеродистых марок сталей 10пс и 08Ю в условиях непрерывного агрегата АНО/ГЦ в ОАО «ММК».

Работа выполнялась на образцах лазерных сварных соединений из низкоуглеродистых марок сталей 10пс и 08Ю толщиной 0,4 мм и 1,5 мм, подвергнутых предварительному и последующему нагревам с разными мощностями.

Комплекс металлографических исследований был проведен с использованием светового микроскопа Zeiss Axio Observer, а также сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6490LV. Испытания микротвердости проводились на твердомере Buehler Micromet в соответствии с ГОСТ 9450-76.

Анализ результатов исследования показал, что предварительный нагрев для обеих марок стали приводит к снижению микротвердости в зоне перегрева. Увеличение мощности предварительного нагрева от 0,8 до 2,5 кВт в стали 10пс и от 8 до 12,3 кВт в стали 08Ю делает распределение микротвердости более неблагоприятным, приводит к большему понижению микротвердости и увеличению протяженности зоны разупрочнения. Это связано с уменьшением скорости теплоот-

вода при лазерной сварке, ускорением роста зерна аустенита и образованием менее дисперсных продуктов распада аустенита в зоне сварного шва и околошовной зоне. При этом при большей мощности предварительного нагрева в стали 08Ю протяженность зоны разупрочнения оказывается меньше, чем при меньшей мощности нагрева в стали 10пс. Это можно объяснить наличием в стали 08Ю нитридов алюминия, оказывающих сдерживающий эффект на рост зерна аустенита и процессы рекристаллизации.

Увеличение мощности последующего нагрева от 4 до 5,5 кВт в стали 10пс и от 3,8 до 8 кВт в стали 08Ю оказывает аналогичное влияние на структуру и распределение микротвердости. При мощности последующего нагрева выше 4,5 кВт происходит резкое увеличение протяженности зоны рекристаллизации и зоны разупрочнения, что в значительной степени ухудшает качество сварного соединения, о чем свидетельствует появление трещины в зоне разупрочнения при выдавливании сферической лунки методом Эриксона в сварном шве и околошовной зоне.

Заключение. При увеличении мощности предварительного и последующего нагревов возрастает протяженность зон перегрева, рекристаллизации и разупрочнения лазерных сварных соединений. Нитриды алюминия, присутствующие в стали 08Ю, сдерживают рост зерна и процессы рекристаллизации, что приводит по сравнению со сталью 10пс к меньшей протяженности зоны разупрочнения при больших мощностях предварительного и последующего нагревов.

Список литературы

1. Катаяма С. Справочник по лазерной сварке. Москва: Техносфера, 2015. 704 с.
2. Освоение технологий производства проката в новом комплексе холодной прокатки / Дубровский Б.А., Шилиев П.В., Ласьков С.А., Горбунов А.В., Лукьянов С.А., Голубчик Э.М. // Сталь. 2012. № 2. С. 63-65.
3. Исследование процесса лазерной сварки металлопроката в условиях комплекса холодной прокатки ОАО «ММК» / Голубчик Э.М., Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Никитенко О.А., Мешкова А.И. // Обработка сплошных и слоистых материалов. 2012. Вып. 38. С. 58-65.
4. Improving laser welding efficiency / Longfield N., Leishout T., de Wit Im., Van Der Veldt T., Stam W. // Welding Journal. 2007. Vol. 86. № 5. p. 52.
5. Влияние отжига на формирование микроструктуры и свойств сварных соединений, полученных при лазерной сварке полос из низкоуглеродистых сталей / Голубчик Э.М., Копцева Н.В., Мешкова А.И., Ефимова Ю.Ю. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. Т. 42. № 2. С. 56-59.
6. Исследование режимов лазерной сварки на формирование микроструктуры и свойств сварного соединения листовой стали 08пс и 10пс в условиях комплекса холодной прокатки ОАО «ММК» / Голубчик Э.М., Копцева Н.В., Мешкова А.И., Ефимова Ю.Ю., Никитенко О.А. // Прокатное производство. 2013. № 7. С. 13-17.
7. Влияние пространственно-энергетических параметров лазерной сварки на структуру и микротвердость сварного соединения полосы из стали 10пс / Лазарева А.И., Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Никитенко О.А., Голубчик Э.М. // Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 3. С. 13-17.

8. Летягин И.Ю., Федосеева Е.М. Оценка сквозного проплавления при лазерной сварке на основе регистрации плазменного факела // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2016. №1. С.84-99.

9. Лукашенко А.Г., Мельниченко Т.В., Лукашенко Д.А. Лазерная сварка тонколистовой нержавеющей стали модулированным излучением // Автоматическая сварка. 2012. № 4. С. 19-23.

10. Исследование влияния термической обработки на качество сварных соединений в условиях агрегатов второй очереди листопрокатного цеха № 11 в ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» / Лазарева А.И., Копцева Н.В., Горленко Д.А., Ефимова Ю.Ю., Никитенко О.А., Голубчик Э.М. // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2016. Т. 18. № 4. С. 60-73.

11. Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Молочков П.А. Комплексное воздействие на структуру белых износостойких чугунов с целью повышения эксплуатационной стойкости отливок // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2004. №4. С.23-29.

12. Structure features and properties of high-alloy white irons / Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №5 (45). С.3–8.

УДК 658.562

И.Г. Шубин, В.А. Казанков

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ И ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПРОКАТА

Аннотация: Проведён поиск уравнения зависимости между химическим составом и прочностными характеристиками (σ_T и σ_B) готового горячекатаного проката. В исследовании использовались конструкционные и углеродистые марки стали с известным химическим составом и прочностными характеристиками. Результатом является получение уравнений влияния химических элементов на прочностные характеристики проката.

Ключевые слова: горячекатаный прокат, уравнения зависимости, предел текучести, предел прочности.

Современные условия функционирования промышленности диктуют постоянное повышение требований к свойствам металлопроката. Существует несколько способов управления механическими свойствами горячекатаного проката при его производстве, такие как: легирование стали, управление режимом прокатки, термическая обработка готового проката [1-10].

Управление этими тремя инструментами позволяет получать прокат с заданными характеристиками. Легирование стали является основным способом повышения прочностных и в тоже время сохранения пластических характеристик горячего проката.

Для анализа были взяты конструкционные и углеродистые марки стали с известным химическим составом и прочностными характеристиками. В итоге были получены по два уравнения для четырёх элементов: углерода (C), кремния (Si), марганца (Mn) и никеля (Ni) [11].

Выбрав марки сталей с различным содержанием углерода и, при этом, с небольшим разбегом остальных химических элементов, построим графики зависимости предела текучести σ_T и предела прочности σ_B от содержания углерода (рис. 1).

Построив линию тренда, были получены уравнения зависимости от содержания углерода:

$$\sigma_T = 231,69x + 189,13, \quad (1)$$

$$\sigma_B = 645,59x + 278,69. \quad (2)$$

Полученные уравнения действительны для диапазона от 0,05 до 0,58 % углерода.

Аналогично получим уравнения зависимости для других химических элементов.

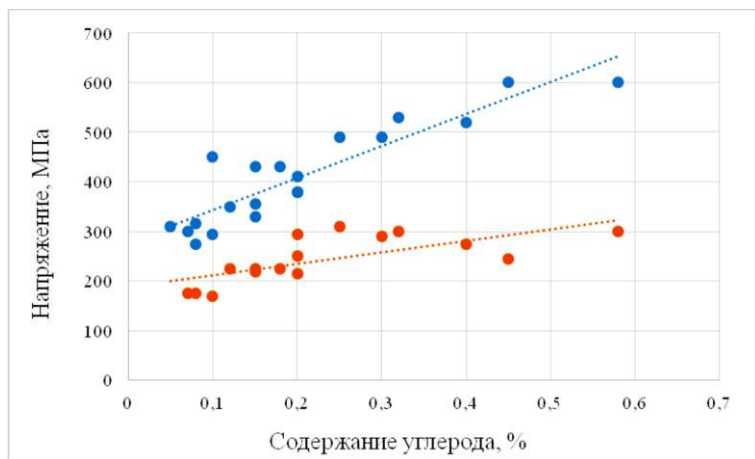


Рис. 1. Графики зависимости предела текучести и предела прочности от содержания углерода

Уравнения зависимости от содержания марганца:

$$\sigma_T = 145,86x + 124,95; \quad (3)$$

$$\sigma_B = 163,37x + 244,54. \quad (4)$$

Полученные уравнения действительны для диапазона от 0,3 до 1,6 % марганца.

Уравнения зависимости от содержания кремния:

$$\sigma_T = 324,63x + 115,43; \quad (5)$$

$$\sigma_B = 325,17x + 260,95. \quad (6)$$

Полученные уравнения действительны для диапазона от 0,05 до 0,65 % кремния.

Уравнения зависимости от содержания никеля:

$$\sigma_T = 177,42x + 209,52; \quad (7)$$

$$\sigma_B = 167,34x + 333,41. \quad (8)$$

Полученные уравнения действительны для диапазона от 0,2 до 1,5 % никеля.

Общие уравнения для предела текучести(9) и для предела прочности(10) имеют вид:

$$\sigma_T = 231,69 \cdot C + 145,86 \cdot Mn + 324,63 \cdot Si + 177,42 \cdot Ni + 189,13; \quad (9)$$

$$\sigma_B = 645,59 \cdot C + 163,37 \cdot Mn + 325,17 \cdot Si + 167,34 \cdot Ni + 278,69. \quad (10)$$

Заключение

Полученные уравнения имеют широкий спектр применения, от определения исходных прочностных характеристик сталей в теоретических расчётах, до выбора инструмента для механической обработки.

Список литературы

1. Синтез модели для расчета температуры тонких полос из низкоуглеродистых сталей в линии широкополосного стана горячей прокатки. Румянцев М.И., Шубин И.Г., Исмагилов Р.А., Носенко О.Ю. /Производство проката. 2007. № 5. С. 19-22.
2. Оценивание качества тонких горячекатаных полос для определения возможности замещения холоднокатаной листовой стали общего назначения. Румянцев М.И., Шубин И.Г., Завалишин А.Н., Корнилов В.Л., Буданов А.П., Цепкин А.С., Пантелеева Н.А. /Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2007. № 4. С. 69-73.
3. Сравнение методов прогнозирования деформационного упрочнения металла при автоматизированном проектировании режимов холодной прокатки. Румянцев М.И., Шубин И.Г., Митасов В.С., Насонов В.В. /Вестник Магнитогорского государственного университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2. С. 39-42.
4. К вопросу построения модели для расчета составляющих температурного режима металла в линии широкополосного стана горячей прокатки. Румянцев М.И., Шубин И.Г., Загузов Д.Ю., Носенко О.Ю., Игуменов С.В. /Моделирование и развитие процессов ОМД. 2006. № 1. С. 26-34.
5. Производство горячекатаного листового проката для замещения холоднокатаного аналогичного назначения. Шубин И.Г., Исмагилов Р.А., Завалишин А.Н., Цепкин А.С., Корнилов В.Л., Буданов А.П. /Монография. Магнитогорск, 2012.

6. Автоматизированное проектирование технологии горячей прокатки высокопрочной стали на широкополосных станах различных типов для автомобилестроения. Румянцев М.И., Шубин И.Г., Попов А.О., Горбунов А.В., Ветренко А.Г. /Черные металлы. 2012. № 12. С. 17-21.

7. Конструирование характеристик влияния химического состава стали на показатели качества высокоуглеродистой канатной катанки. Шубин И.Г., Румянцев М.И., Торопицина У.А., Сиротюк А.П., Демидова О.О., Азаров А.П. /Производство проката. 2009. № 3. С. 12-15.

8. Анализ качества производства холоднокатаной ленты из электротехнической стали с применением методов SPC в условиях ЛПЦ-3 ОАО «Ашинский металлургический завод» Румянцев М.И., Чевардин Ю.А., Шубин И.Г., Пичугин Н.А., Филиппова Е.А. /Производство проката. 2010. № 10. С. 24-30

9. Моделирование процесса прокатки и охлаждения на толстолистовом стане для оценки концептуальных проектных технических и технологических решений в условиях неопределенности основных параметров оборудования. Малаховский Д.Е., Румянцев М.И., Шубин И.Г., Митасов В.С., Сало В.Ю., Зинченко Ю.Б., Кузьмин А.Н. /Производство проката. 2009. № 7. С. 24-31.

10. Румянцев М.И., Шубин И.Г., Носенко О.Ю. Конструирование модели для расчета температуры низколегированных сталей при прокатке на ШСПП /Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2007. № 1. С. 54-57.

11. Центральный металлический портал РФ /Режим доступа: www.metallcheckiy-portal.ru

УДК 669.1.002.5-192

**А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский,
П.В. Макарова**

МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ ПРИВОДА ВАЛКОВ ЧИСТОВЫХ КЛЕТЕЙ ШСПП ПО КРИТЕРИЮ ТОЧНОСТИ ПРОФИЛЯ ПРОКАТЫВАЕМЫХ ПОЛОС

Аннотация. Разработана модель постепенных отказов привода валков чистовых клетей по критерию точности профиля прокатываемых полос, которая позволяет прогнозировать ресурс рабочих валков, в течение которого обеспечивается требуемый уровень их поперечной разнотолщинности для заданных условий прокатки

Ключевые слова: модель отказов; критерий; привод валков; точность профиля, разнотолщинность.

Главной причиной перевалок чистовых клетей кварто НШС является нарушение точности профилей активных образующих рабочих валков из-за их неравномерного изнашивания при прокатке и выходе поперечной разнотолщинности прокатываемых полос за установленные по ГОСТ пределы. Момент отказа привода (расчетный ресурс рабочих валков) для известных условий прокатки может

быть определен решением однопараметрической краевой задачи физической теории надежности технических объектов [1, 2]. В этом случае в качестве контролируемого параметра текущего состояния рабочих валков можно принять величину поперечной разнотолщинности $\delta_{hj} = h_{cj} - h_{kpj}$ прокатываемых полос, изменение которой до предельного значения δ_{hj*} в процессе изнашивания профилей верхнего и нижнего рабочих валков при последовательной прокатке j -тых партий, моделирует процесс деградации валков при эксплуатации. Здесь h_{cj} и h_{kpj} – толщина j -той полосы на середине ее ширины и кромке.

В этом случае уравнение деградации рабочих валков для стационарных условий прокатки j -ой партии можно представить в виде [1, 2]:

$$\delta_{hj} = \Delta_{pj}^{\epsilon} + \Delta_{pj}^H = \left(\Delta_{p0}^{\epsilon} + \sum_{j=1}^j \dot{\Delta}_{pj}^{\epsilon} \cdot t_j \right) + \left(\Delta_{p0}^H + \sum_{j=1}^j \dot{\Delta}_{pj}^H \cdot t_j \right), \quad (1)$$

а уравнение их перехода в предельное состояние – выражением:

$$\delta_{hj} = \left(\Delta_{p0}^{\epsilon} + \sum_{j=1}^j \dot{\Delta}_{pj}^{\epsilon} \cdot t_j \right) + \left(\Delta_{p0}^H + \sum_{j=1}^j \dot{\Delta}_{pj}^H \cdot t_j \right) = \delta_{hj*}. \quad (2)$$

В уравнениях (1) и (2):

Δ_{pj}^{ϵ} , $\dot{\Delta}_{pj}^{\epsilon}$ и Δ_{pj}^H , $\dot{\Delta}_{pj}^H$ – величина текущего профиля активной образующей верхнего и нижнего рабочего валка и скорости их изменения соответственно в процессе прокатки j -той партии полос по их ширине;

Δ_{p0}^{ϵ} и Δ_{p0}^H – величина профиля активной образующей верхнего и нижнего рабочего валка по ширине первой полосы $B_{j=1}$ (при $t_j = 0$) с учетом исходного шлифовочного профиля, теплового искажения и их противоизгиба;

$t_j = G_j / (\rho_j \cdot b_j \cdot h_j \cdot V_{nj})$ – время прокатки j -ой партии полос весом G_j с поперечным сечением $b_j \cdot h_j$ и плотностью ρ_j ; V_{nj} – скорость прокатки j -ой партии полос.

Расчетный ресурс рабочих валков определяется решением уравнения (2) относительно $t_j = t_{\delta j*}$:

$$t_{\delta j^*} = \frac{\delta_{hj^*} - \Delta_{p0}^{\epsilon} - \Delta_{p0}^H - \sum_{j=1}^{j^*+1} (\dot{\Delta}_{pj}^{\epsilon} + \dot{\Delta}_{pj}^H) \cdot t_j}{\dot{\Delta}_{pj}^{\epsilon} + \dot{\Delta}_{pj}^H}, \quad (3)$$

где $j = j^*$, когда $t_{\delta j^*+1} < 0$.

Скорость $\dot{\delta}_{hj}$ искажения профиля текущей j -ой партии полос, как сумму скоростей $\dot{\Delta}_{pj}^{\epsilon} + \dot{\Delta}_{pj}^H$ искажения профиля активных образующих обоих валков по ширине j -ой полосы в условии (3), можно определить через скорости изнашивания $\dot{R}_p(x, t_j)$ верхнего и нижнего рабочего валка над (под) серединой ($x = 0$) и кромкой $x = B_j$ полосы соответственно:

$$\begin{aligned} \dot{\delta}_{hj} &= \dot{\Delta}_{pj}^{\epsilon} + \dot{\Delta}_{pj}^H = \\ &= \left(\dot{R}_p^{\epsilon}(0, t_j) - \dot{R}_p^{\epsilon}(B_j, t_j) \right) + \left(\dot{R}_p^H(0, t_j) - \dot{R}_p^H(B_j, t_j) \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Распределения скоростей изнашивания точек верхнего и нижнего рабочего валка по ширине прокатываемой полосы $\dot{R}_p(x, t_j)$ (по координате x , отсчитываемой от середины бочки) можно найти с использованием уравнения энергетико-механической теории изнашивания стационарных трибосистем [3,4], полученного совместным решением базовых зависимостей молекулярно-механической [5] и структурно-энергетической [6-8] теорий трения:

$$\dot{R}_p(x, t_j) = \frac{V_p}{u_{ep^*}} \cdot \left(\sum_{k=1}^2 N_{mp(mex)k}^{y\vartheta}(x, t_j) + \sum_{k=4}^5 N_{mp(mex)k}^{y\vartheta}(x, t_j) \right), \quad (5)$$

где V_p – коэффициент поглощения внешней энергии материалом поверхностного слоя рабочего валка:

$$V_p = \varepsilon_p / (1 + \varepsilon_p); \quad (5.1)$$

$\varepsilon_p = (\theta_p)^{2/3} \cdot R_{a(p)}^{1/3} / (\theta_{II})^{2/3} \cdot R_{a(II)}^{1/3}$ – коэффициент распределения внешней энергии ($N_{mp(mex)}^{y\vartheta}$) между рабочим валком и полосой в очаге деформации;

$\theta_p = (1 - \mu_p^2(T_p)) / E_p(T_p)$ и $\theta_{II} = (1 - \mu_{II}^2(T_{II})) / E_{II}(T_{II})$ – упругие постоянные материалов рабочих валков и полосы; Температуру поверхностного слоя рабочего валка T_p можно оценить по методике [9];

$\mu_p(T_p)$, $\mu_{II}(T_{II})$, $E_p(T_p)$, $E_{II}(T_{II})$ – их коэффициенты Пуассона и модули упругости при температуре T_p поверхностного слоя рабочего валка и T_{II} полосы соответственно;

$R_{a(p)}$, $R_{a(II)}$ – средняя арифметическая высота микронеровностей профиля поверхности рабочего валка и полосы соответственно;

при горячей прокатке $\nu_p \approx 1$;

u_{ep*} – критическая энергоемкость материала рабочего валка:

$$u_{ep*} = \Delta H_{Sp} - u_{e0p} - u_{Tp}; \quad (5.2)$$

ΔH_{Sp} – энтальпия плавления материала рабочего валка в жидком состоянии;

$u_{e0p} = (0,071 \cdot HV_p)^{2,4} / (6 \cdot G_p \cdot (6,47 \cdot 10^{-6} \cdot HV_p + 0,12 \cdot 10^{-2})^2)$ – плотность скрытой энергии материала в исходном состоянии: при $T_p = T_{окр. среды}$; HV_p – твердость поверхности валков по Виккерсу;

$u_{Tp} = \rho_p \cdot c_p \cdot T_p$ – тепловая составляющая плотности внутренней энергии материала рабочего валка при температуре T_p ; ρ_p , c_{on} – плотность и теплоемкость материала при температуре T_p ;

$k = 1...5$ – номер участка на длине упруго-пластического очага деформации [10];

$N_{mp(mex)k}^{y0}(x, t_j)$ (в уравнении (6)) – распределение по ширине полосы (по координате x) удельной мощности механической составляющей силы трения на каждом k -ом участке скольжения в зоне контакта рабочего валка с полосой в период времени t_j прокатки j -ой полосы:

$$N_{mp(mex)k}^{y0}(x, t_j) = \tau_{mek}(x, t_j) \cdot V_{ckk}(x, t_j); \quad (5.3)$$

$\tau_{mek}(x, t_j)$ – распределение по ширине полосы (по координате x) механической составляющей контактных касательных напряжений на k – том участке очага деформации в период времени t_j :

$$\tau_{mek}(x, t_j) = p_{cpk}(x, t_j) \cdot f_{mek}(x, t_j); \quad (5.4)$$

$p_{cpk}(x, t_j)$ – распределение по ширине полосы (по координате x) среднего давления на каждом k – том участке в зоне контакта рабочего валка с полосой в период времени t_j , определяемое для изношенных профилей активных образующих рабочих валков $R_p^g(x, t_{j-1})$ и $R_p^H(x, t_{j-1})$, полученных после прокатки предыдущей $j-1$ -ой партии полос;

$f_{mek}(x, t_j)$ – распределение по ширине полосы (по координате x) значений механической составляющей коэффициента трения на каждом k – том участке скольжения полосы относительно валков в период времени t_j можно найти:

– на участках упругого проскальзывания полосы в зоне отставания и опережения очага деформации (для $k = 1, 5$) – по методике И.В. Крагельского [5]:

$$f_{mek,5}(x, t_j) = \frac{(1 \div 1,5) \cdot (\tau_{0p} \cdot \theta_p(T_p) \cdot \alpha_{эфp}) + \beta_p \cdot (\tau_{0p} \cdot \theta_p(T_p) \cdot \alpha_{эфp})^{0,5}}{3 \cdot (\tau_{0p} \cdot \theta_p(T_p) \cdot \alpha_{эфp})^{0,5} + \beta_p}; \quad (5.5)$$

τ_{0p} , β_p и $\alpha_{эфp}$ – касательное напряжение межмолекулярного взаимодействия пары трения "валок – полоса", коэффициент упрочнения молекулярной связи и коэффициент гистерезисных потерь материала рабочего валка;

– на участках пластического скольжения полосы в зоне отставания и опережения очага деформации (для $k = 2, 4$) – по зависимости [11, 12]:

$$f_{mek,2,4}(x, t_j) = m \cdot \sqrt{\xi \cdot R_{\max(p)} / r_{(p)}}; \quad (5.6)$$

$m = \sigma_{фк} / \sigma_{ф}$ – коэффициент упрочнения контактного слоя [11]; $\sigma_{фк}$ и $\sigma_{ф}$ – сопротивление деформации материала контактного слоя и основного объема согласно [11, 10]; при горячей прокатке $\sigma_{фк} \approx \sigma_{ф}$;

ξ – коэффициент относительного сближения поверхностей согласно [11];

$R_{\max(p)}, r_{(p)}$ – наибольшая высота неровностей профиля и средний радиус кривизны вершин поверхности рабочего вала;

$V_{ск k}(x, t_j)$ – распределение скоростей проскальзывания точек полосы и рабочего вала на каждом k -ом участке скольжения согласно [10].

Таким образом, совокупность уравнений (3), (4), (5), (5.1) -(5.6) представляет модель постепенных отказов привода валков чистовых клетей по критерию точности профиля прокатываемых полос. Она позволяет прогнозировать ресурс рабочих валков, в течение которого обеспечивается требуемый уровень их поперечной разнотолщинности для заданных условий прокатки, портфеля заказов, геометрических размеров валков, свойств материалов и других начальных и граничных условий.

Список литературы

1. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.- 560с.
2. Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П. Теория и практика обеспечения надежности деталей машин по критериям кинетической прочности и износостойкости материалов: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 308с.
3. Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П., Слободянский М.Г. Русанов В.А. Энерго-механическая концепция прогнозирования ресурса узлов трения по критерию износостойкости элементов // Трение и износ. – 2016, Т. 37, №5, С. 510-516.
4. Прогнозирование показателей надежности трибосопряжений / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), А.С. Губин и др. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 68-й межрегиональной научно-технической конференции. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Т.1. С.262-264.
5. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ.- М.: Машиностроение, 1977.- 526 с.
6. Модель процесса изнашивания трибосопряжений на основе термодинамического анализа их состояния / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), М.Г. Слободянский и др. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 68-й межрегиональной научно-технической конференции. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Т.1. С.264-268.
7. Структурно-энергетический подход к оценке фрикционной надежности материалов и деталей машин / В.П. Анцупов, А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.) и др. // Материалы 66-й науч.-техн. конф.: сб. докл. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008.- Т.1.- С. 258-262.
8. Структурно-энергетическая интерпретация взаимосвязи процессов трения и изнашивания/А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), В.П. Анцупов, и др.//Процессы и оборудование металлургического производства: межрегион. сб. науч. тр./ под ред. Платова С.И. Вып.8.-Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. –С.233-240.
9. Гарбер Э.А., Хлопотин М.В. Моделирование и совершенствование теплового режима и профилировок валков широкополосных станов горячей прокатки: Моногр. – Череповец: ЧГУ; М.: Теплотехник, 2013. – 113 с.

10. Гарбер Э.А., Кожевникова И.А. Теория прокатки: Учеб. для студентов вузов.- Череповец: ЧГУ; М.: Теплотехник, 2013.-305с.

11. Горенштейн М.М. Трение и технологические смазки при прокатке.- "Техника", 1972.-192с.

12. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением. Леванов А.Н., Колмогоров В.Л., Буркин С.П. и др. – М., "Металлургия", 1976.-416с.

УДК 669.1.002.5-192

**А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский,
И.А. Севостьянов**

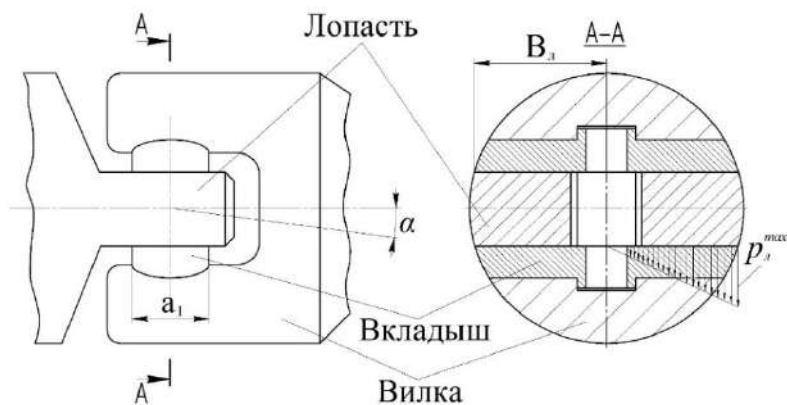
МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ВКЛАДЫШЕЙ СКОЛЬЖЕНИЯ

Аннотация. На основе базовых положений физической теории надежности и энерго-механической концепции изнашивания стационарных трибосопряжений предложена методика проектной оценки ожидаемого ресурса универсальных шпинделей по критерию износостойкости бронзовых вкладышей.

Ключевые слова: универсальный шпиндель, бронзовый вкладыш скольжения, критерий, износостойкость, прогнозирование, ресурс.

В настоящее время на станах горячей прокатки для передачи крутящего момента от электродвигателя к рабочим валкам используют универсальные шпиндели (УШ) с бронзовыми вкладышами, в основу конструкции которых положен принцип шарнира Гука (см. рисунок). Практика показывает, что отказ шпинделя в большей степени определяется предельным износом бронзового вкладыша в периферийных точках его сопряжения с лопастью, где действуют максимальные контактные давления $p_{\text{л}} = p_{\text{л}}^{\text{max}}$ (см. рисунок). Ресурс вкладышей не превышает 1 – 1,2 месяца, а отказ шарнира приводит к остановке стана и снижению его технико-экономических показателей. Поэтому разработка аналитической методики прогнозирования ресурса УШ для поиска более долговечных конструкций является актуальной задачей теории и практики листопрокатного производства.

Для решения этой задачи ниже сформулирована модель износовых отказов УШ, в основу которой положен общий методологический подход к прогнозированию надежности технических объектов [1] и базовое уравнение энерго-механической концепции изнашивания [2–4]. В свою очередь, последнее получено совместным решением основополагающих зависимостей молекулярно-механической [5] и структурно-энергетической [6, 7] теорий трения. Модель отказов представляет последовательность следующих этапов.



Расчетная схема шарнира универсального шпинделя

Первый этап. В качестве базового параметра состояния УШ принимаем толщину вкладыша h_t , величина которой в процессе его изнашивания уменьшается от начального значения – h_0 , до предельного – h_{np} .

Второй этап. Формулируем уравнение повреждаемости (изнашивания) вкладыша в процессе будущей эксплуатации

$$h_t = h_0 - \dot{y}_t \cdot t, \quad (1)$$

где $\dot{y}_t$ – скорость изнашивания вкладыша скольжения;
 t – время.

Третий этап. Записываем уравнение перехода вкладыша в предельное состояние в виде:

$$h_t = h_0 - \dot{y}_t \cdot t = h_{np}. \quad (2)$$

Четвертый этап. Формулируем уравнение энерго-механической теории изнашивания стационарных трибосопряжений для оценки скорости изнашивания вкладыша скольжения:

$$\dot{y}_t = \frac{\alpha_{вкл}^* \cdot V_{вкл} \cdot p_L^{\max} \cdot f_{мех} \cdot V_{ск(\max)}}{u_{e(вкл)}^*}, \quad (3)$$

где $\alpha_{вкл}^* = A_a / A_T$ – коэффициент перекрытия, здесь A_a , A_T – номинальная площадь контакта и площадь трения соответственно;

$V_{\text{вкл}}$ – коэффициент поглощения внешней энергии (работы сил трения) $A_{\text{тр}}$ – поверхностным слоем материала, определяемый в функции физических и микрогеометрических характеристик;

$$p_{\text{л}}^{\text{max}} = \frac{1,8 \cdot M_{\text{кр}}}{a_1 \cdot B^2} - \text{максимальное значение контактного давления [8];}$$

$M_{\text{кр}}$ – крутящий момент, передаваемый шпинделем;

$f_{\text{мех}}$ – механическая составляющая коэффициента трения [5];

$V_{\text{ск(мак)}} = \frac{2}{\pi} \cdot \lambda \cdot V_{\text{np}}$ – максимальная скорость относительного скольжения элементов [8];

V_{np} – скорость прокатки;

$u_{e(\text{вкл})}^* = \Delta H_S - (u_T - u_{e0})$ – критическое приращение плотности внутренней потенциальной энергии (критическая энергоёмкость) материалов контактных объемов [2];

ΔH_S – энтальпия плавления материала вкладыша.

Пятый этап. Оцениваем средний ресурс вкладыша скольжения.

Средний ресурс вкладыша определяем решением уравнения (2) относительно $t = t_{\text{np}}$

$$t_{\text{np}} = \frac{h_0 - h_{\text{np}}}{\dot{y}_t}. \quad (4)$$

Последовательность (алгоритм) решения системы уравнений (1) – (4) относительно $t_{\text{пр}}$ для заданной схемы нагружения, условий эксплуатации, геометрических и микрогеометрических параметров, свойств материалов элементов и других начальных и граничных условий, представляет собой аналитическую методику прогнозирования ресурса выбранных для исследования универсальных шпинделей по критерию износостойкости бронзовых вкладышей.

Список литературы

1. Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П. Теория и практика обеспечения надежности деталей машин по критериям кинетической прочности и износостойкости материалов: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 308с.
2. Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П., Слободянский М.Г. Русанов В.А. Энерго-механическая концепция прогнозирования ресурса узлов

трения по критерию износостойкости элементов // Трение и износ. – 2016, Т. 37, №5, С. 510-516.

3. Прогнозирование показателей надежности трибосопряжений / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), А.С. Губин и др. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 68-й межрегиональной научно-технической конференции. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Т.1. С.262-264.

4. Модель процесса изнашивания трибосопряжений на основе термодинамического анализа их состояния / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), М.Г. Слободянский и др. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 68-й межрегиональной научно-технической конференции. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Т.1. С.264-268.

5. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ.- М.: Машиностроение, 1977.- 526 с.

6. Структурно-энергетический подход к оценке фрикционной надежности материалов и деталей машин / В.П. Анцупов, А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.) и др. // Материалы 66-й науч.-техн. конф.: сб. докл. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008.- Т.1.- С. 258-262.

7. Структурно-энергетическая интерпретация взаимосвязи процессов трения и изнашивания/А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), В.П. Анцупов, и др.//Процессы и оборудование металлургического производства: межрегион. сб. науч. тр./ под ред. Платова С.И. Вып.8.-Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. –С.233-240.

8. Аналитическая оценка величины износа вкладышей универсальных шарниров шпинделей / В.П. Бардин, Е.А. Петров, Ю.Л. Стерник // Сборник научных трудов: Исследования, расчеты и конструирование машин металлургического производства. М.: ВНИИМЕТМАШ, 1980. С. 64-72

УДК 621.746.047:669.054.2

В.В. Точилкин, О.А. Филатова

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫЙ КОВШ – ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ СОРТОВОЙ МНЛЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РАБОТУ ПРИЕМНОЙ КАМЕРЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША

Аннотация. Представлен анализ работы системы сталеразливочный ковш (СРК) – промежуточный ковш (ПК) сортовой машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), а также вопросы анализа движения потоков стали в приемной камере ПК. Совершенствование оборудования системы обеспечивает эффективное формирование потоков жидкой стали в ПК.

Ключевые слова: машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), сталеразливочный ковш (СРК), промежуточный ковш (ПК), потоки металла, моделирование.

Система СРК–ПК важнейший технологический элемент МНЛЗ, требующий совершенствования технологии и оборудования [1]. При разливке стали эта система в значительной степени определяет стабильность процесса, оказывая большое влияние на повышение качества разливаемого металла и стабильную работу машины [2]. Металл из СРК в ПК поступает: открытой струей (в момент наполнения ПК) и закрытой струей через устройства для подвода металла [3]. На рис. 1 представлена модель для анализа процесса разливки в ПК из СРК закрытой струей через защитную трубу [4].

В качестве защиты струи металла при разливке металла используют трубы с комплектом пластичных огнеупоров [5, 6] и системой подачи аргона [7]. Струя подается специальным манипулятором [8]. Анализ существующей компоновки огнеупорных конструкций ПК [7] показал, что приемная камера ПК образована огнеупорным блоком в виде дна и порогами [9] без металлоприёмника [10].

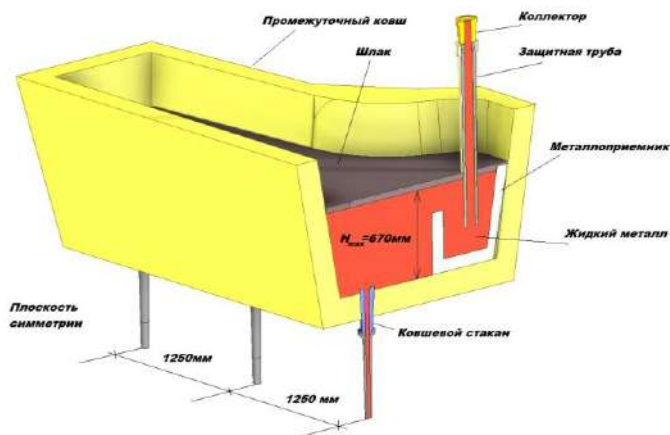


Рис. 1. Твёрдотельная модель для анализа процесса разливки в ПК из СРК

Сталь поступает в приемную камеру ПК из СРК:

1. Открытой струей (в начальный период разливки при первом открытии шиберного устройства СРК). При этом можно выделить два режима движения стали [3]:

- В момент открытия шиберного затвора, когда одновременно с металлом перемещается песок засыпки из разливочного отверстия СРК. В отверстии в начальный момент разливки находятся части корочки спеченной засыпки и настывшие металла, что приводит к вихреобразованию в струе металла, и к дефекту типа «веер», создающим аварийную ситуацию в начале разливки.

- Установившийся режим потока открытой струи. Здесь интенсивно размывается боковая поверхность ПК, защищенная торкрет-массой, и основной бетон стенки ковша. Это может привести: к нарушению целостности боковой поверхности ПК в приемной камере; аварийной ситуации.

2. Закрытой струей – через специальную защитную трубу, удерживаемую манипулятором. При этом развиваются интенсивные течения в районе нижнего

борта ПК и, как следствие, размывается поверхность борта ковша в районе его стыка со дном [11].

Предложенная математическая модель описывает движение жидкого металла в ПК [1, 11]. При ее составлении использованы следующие уравнения: Навье-Стокса, неразрывности потока [1, 12]. На рис. 2 представлена картина распределения потоков металла в приемной камере.

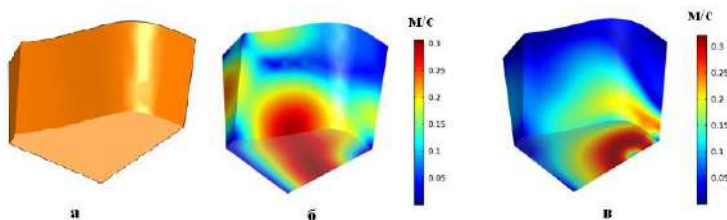


Рис. 2. Конструкция огнеупора и поля скоростей потока стали на стенках приемной камеры ПК при уровне металла 670 мм:
а – многогранный огнеупор (левая половина); б – открытая струя;
в – закрытая струя

В результате анализа установлено:

1. Открытая струя металла из СРК воздействует на боковую поверхность ПК. Это приводит к интенсивному размыву поверхности ПК по всей высоте.

2. Струя металла, поступающая через защитную трубу в приемную камеру ПК, создает скоростные (более 0,2 м/с) вертикальные восходящие и интенсивные боковые потоки металла в сторону борта ПК. Это приводит к интенсивному размыву торкрет-массы приемной камеры [3].

3. В приемной камере ПК наблюдаются потоки металла со скоростью больше допустимой (до 0,16 м/с). Это приводит к захвату НВ на поверхности раздела шлак–сталь приемной камеры, а так же оголению зеркала металла.

4. Применение защиты приемной камеры позволяет снизить воздействие потоков жидкого металла на боковую поверхность ковша. Это будет способствовать: снижению размыва торкрет-массы борта ПК; исключению аварийных ситуаций при разливке стали на МНЛЗ; стабильности процесса непрерывной разливки; повышению качества разливаемой жидкой стали [12].

Список литературы

1. Рафинирование металла в промежуточном ковше / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, М.В. Семенов, А.Н. Русаков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2007. – № 1. – С. 43–46.
2. Точилкин В.В. Модернизация промежуточного ковша МНЛЗ для обеспечения повышения качества разливаемой стали / Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. – № 2. – С. 5-7.
3. Совершенствование технологии процесса разливки и оборудования системы сталеразливочный ковш – промежуточный ковш сортовой МНЛЗ / К.Н. Вдовин, Василий В. Точилкин, В.П. Чернов, Виктор В. Точилкин // Электротехнология. – 2016. – № 12. – С. 16 – 20.

4. Совершенствование конструкции огнеупоров разливочной камеры промежуточного ковша сортовой МНЛЗ / К.Н. Вдовин, В. В. Точилкин, О.А. Филатова // Новые огнеупоры. – 2015. – № 9. – С. 3 – 7.

5. Применение пластичных огнеупоров усовершенствованной конструкции для защиты струи металла при разливке на сортовых МНЛЗ / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, О.А. Марочкин // Новые огнеупоры. – 2014. – № 1. – С. 3-5.

6. Новые вставки из пластичных огнеупоров для защиты струи металла при разливке на МНЛЗ / К. Н. Вдовин, В. В. Точилкин, О. А. Марочкин [и др.] // Новые огнеупоры. – 2014. – № 7. – С. 41- 43.

7. Разработка систем подачи аргона для промежуточного ковша сортовых МНЛЗ / К.Н. Вдовин, С.Н. Ушаков, О.А. Марочкин, В.В. Точилкин // Технология металлов. – 2013. – № 6. – С. 38-40.

8. Электромеханические манипуляторы для транспортирования и ориентации устройств, обеспечивающих защиту струи стали при разливке / В.В. Точилкин, К.Н. Вдовин. // Известия вузов. Электромеханика. – 2004. – № 2. – С. 111 – 112.

9. Разработка огнеупорных конструкций для промежуточного ковша сортовой МНЛЗ / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, И.М. Ячиков // Новые огнеупоры. – 2015. – № 11. – С. 3-7.

10. Точилкин В.В. Методика расчета металлоприемника промежуточного ковша МНЛЗ / Ремонт, восстановление, модернизация. – 2008. – № 6. – С. 44-47.

11. Технологии управления потоками стали и разработка огнеупорных конструкций для промежуточного ковша четырехручьевого МНЛЗ / К.Н. Вдовин, Василий В. Точилкин, Виктор В. Точилкин // Новые огнеупоры. – 2016. – № 2. – С. 3 – 5.

12. Проектирование цехов сталеплавильного производства: учебник / К.Н. Вдовин, В.Ф. Мысик, В.В. Точилкин, Н.А. Чиченев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 505 с.

УДК 621.893

Ю.В. Жиркин, Е.К. Чумичев

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС ШЕСТЕРЁННЫХ КЛЕТЕЙ СТАНА 2000Х/ПР ЛПЦ-11 ОАО «ММК»

Аннотация. По результатам ранее проведённых исследований, показано что работоспособность подшипников качения основывается на выборе марки минерального масла, обеспечивающего достижение максимального ресурса в заданных условиях эксплуатации, а работоспособность зубчатых колёс путём их карбонитрирования. Получена аналитическая зависимость величины коэффициента трения от номинального контактного давления в зацеплении карбонитрированных зубчатых колёс. Характер изменения коэффициента трения дал основание для вывода, что карбонитрирование поверхностей трения зубчатых колёс приводит к переходу в зоне трения пластического контакта в упругопластический. Это способствует существенному снижению интенсивности изнашивания, обеспечивая повышение ресурса зубчатых колёс.

Показано, что реализация предлагаемых технических решений на стане 2000 холодной прокатки поможет существенно повысить ресурс узлов трения в линии привода рабочих валков, а также позволит увеличить прибыль ЛПЦ-11 ОАО «ММК».

Ключевые слова: карбонитрирование, зубчатое зацепление, подшипник качения, коэффициент трения, интенсивность изнашивания, ресурс, контактные напряжения.

Ресурс узлов в линии привода рабочих валков станов, определяется износостойкостью зубчатых колёс и подшипников качения. В работах [1, 2, 3, 4] сформулированы требования к выбору марки минерального масла, обеспечивающего достижение максимального ресурса подшипников качения в заданных условиях эксплуатации. Проведенные исследования работоспособности зубчатых колёс, подвергнутых карбонитрации, на экспериментальной установке [5] позволили установить взаимосвязь между нагрузкой в зубчатом зацеплении и величиной коэффициента трения в зоне контакта зубьев зубчатых колёс [6,7]. В данной работе приведены результаты дополнительных исследований по установлению взаимосвязи величины коэффициента трения с величиной контактных напряжений в зубчатом зацеплении карбонитрированных зубчатых колес. Результаты исследований представлены на рисунке. Значения достигнутых значений коэффициента трения характеризуют формирование в зоне трения упругопластического контакта, обеспечивающего снижение скорости изнашивания в сравнении с пластическим контактом, реализуемым в зоне контакта зубчатых колёс без карбонитрирования [8].

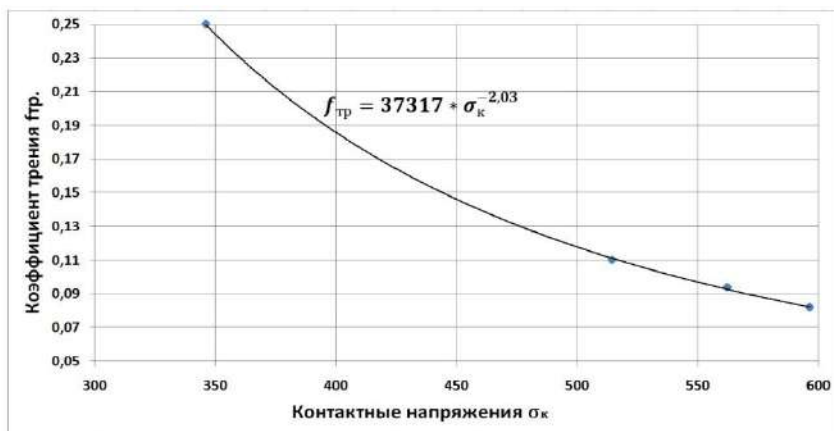


График зависимости коэффициента трения
от номинального контактного давления в зубчатом зацеплении

Полученная зависимость

$$f_{тр} = 37317 * \sigma_k^{-2,03} \quad (1)$$

позволяет определять значение величины коэффициента трения в зубчатых зацеплениях на реальных объектах. В частности, в линии привода валков клетки № 1 стана 2000 холодной прокатки установлен редуктор-шестерённая клеть в зубчатых зацеплениях которого действуют нормальные контактные напряжения величиной 693,2 МПа для первой ступени, а для 2 ступени 630,5 МПа. Для данных значений контактных нормальных напряжений величина коэффициента трения, в соответствии с зависимостью (1), составит для первой ступени 0,063 , а для 2 ступени 0,077 . Таким образом за счёт карбонитрирования деталей редуктора-шестерённой клетки и одновременного использование рекомендаций по выбору марки минерального масла в подшипниках качения в линии привода рабочих валков клетки № 1 прокатного стана 2000 холодной прокатки позволит увеличить срок службы деталей в 1,5÷1,8 раз, снизить трудоемкость работ на 30-40% и на 3-5% себестоимость продукции, но при этом увеличивает стоимость деталей с нанесенным покрытием на 20-30% [9].

Таким образом, использование карбонитрированных деталей шестеренной клетки:

- требует 644117 руб. капитальных вложений, которые окупаются за 1,2 года;
- приводит к снижению себестоимости 1т продукции холоднокатаного листа на 0,52 руб./т;
- годовая экономия за счет снижения затрат на ТОиР составляет 672276 руб.;
- годовой экономический эффект составляет 572659 руб.

Обработка узлов и деталей карбонитриацией позволит увеличить прибыль ЛПЦ-11 ОАО «ММК» на эту же величину, что и уровень рентабельности продукции.

Список литературы

1. Повышение эффективности подачи смазочного материала в подшипники качения тянущих роликов стана 2000 х/п ОАО «ММК»/ Жиркин Ю.В., Мироненков Е.И., Султанов Н.Л., Юсупов Р.Р., Шленкина М.А.// Актуальные проблемы современной науки, техники и образования, 2013. Т. 1. № 71. С. 367-370.
2. Жиркин Ю.В., Пузик Е.А. Аналитическо-экспериментальное определение параметров ЭГД-смазки в подшипниках качения опор рабочих валков стана 2000 горячей прокатки // Вестник Магнитогорского гос. техн. университета им. Г.И. Носова, 2010. № 4. С. 52-56.
3. Дудоров Е.А., Жиркин Ю.В. Модернизация подшипникового узла с целью продления его ресурса// Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2007. № 4. С. 94-96
4. Математическое моделирование теплового состояния подшипникового узла тянущих роликов стана 2000 ОАО «ММК» холодной прокатки/ Ячиков И.М., Жиркин Ю.В., Мироненков Е.И., Султанов Н.Л.// Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2014. № 1. С. 29-36.
5. Пат. 88445 РФ, МПК G01M13/02. Стенд для испытания зубчатых передач / С.И.Платов, А.М.Чумиков, Ю.В.Жиркин, О.С.Железков, Е.И.Мироненков, Д.В.Терентьев. Заявл. 29.06.2009; Опубл. 10.11.2009. Бюл. № 20.

6. Исследование влияния карбонитрирования на коэффициент трения зубчатых передач на основе физического моделирования / Жиркин Ю.В., Юсупов Р.Р., Султанов Н.Л., Мироненков Е.И. // Ремонт. Восстановление. Модернизация, 2013. № 11. С. 21-25.

7. Жиркин Ю.В., Губарев Е.В., Чумичёв Е.К. Исследование влияния карбонитрирования на микрогеометрические параметры поверхностей пар трени // В сборнике: Инструменты и механизмы современного инновационного развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 3 частях, 2016. С. 20-22.

8. Жиркин Ю.В. Основы теории трения и изнашивания (основы триботехники): учебное пособие. М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высшего проф. образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». Магнитогорск, 2007. 95 с.

9. Баскакова Н.Т., Чумичев Е.К. Повышение надежности работы оборудования как фактор оптимизации затрат на ТОиР/ // Сборник статей 75 Международной научно-практической конференции МГТУ им. Носова. 2017.

УДК 62-531.3

А.В. Нефедов, В.О. Подусовский

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАКТА ПОДАЧИ ВОДЫ В ОКОМКОВАТЕЛИ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОЗИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. В ходе выполнения данной работы была разработана принципиальная схема системы дозирования ПАВ для улучшения процесса окомкования тонкоизмельченных концентратов в барабанных смесителях АО «Уральская Сталь», выбраны наиболее предпочтительные элементы системы дозирования такие как насос, расходомер и подобран оптимальный объем емкости для хранения ПАВ.

Ключевые слова: система дозирования, насос, расходомер, ПАВ, магистраль технической воды.

Как показал анализ динамики окомкования в условиях АО «Уральская Сталь», возможности барабанных окомкователей при текущем режиме их эксплуатации практически исчерпаны [1]. Комплексное решение указанных проблем возможно только при серьезной модернизации агломерационного цеха АО «Уральская Сталь», но в условиях лимита материальных ресурсов на техническое перевооружение, особое внимание приходится уделять повышению связующих свойств воды, подаваемой при окомковании агломерационной шихты за счет

использования интенсификаторов окомкования. В качестве данного интенсификатора выступает поверхностно-активное вещество (ПАВ) марки «НЕОНОЛ» по ТУ 2483-077-05766801-98.

Для того, чтобы осуществить процесс смешивания ПАВ с водой, необходима налаженная система дозирования, которая позволяла бы поддерживать необходимую концентрацию ПАВ в воде. На сегодняшний день, вода для окомкователей забирается из основной магистрали технической воды агломерационного цеха рис. 1 [2].

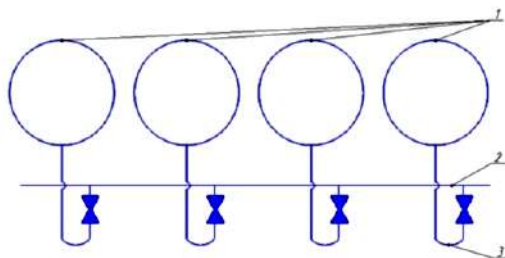


Рис. 1. Схема водоподвода к окомкователям:
1 – барабанные смесители, 2 – магистраль технической воды,
3 – подводящие трубы

Согласно схеме, вода на окомкователи подается из основной магистрали технической воды агломерационного цеха, которая помимо окомкователей используется для других нужд цеха, следовательно для возможности подачи ПАВ в общую для всех окомкователей трубу необходимо предусмотреть либо ответвление от основной магистрали, вода в котором будет расходоваться только на окомкователи, либо осуществлять подачу пав непосредственно перед каждым смесителем. Второй вариант является более коммерчески выгодным решением, в связи с тем, что отпадает необходимость покупать дорогостоящий мощный насос подачи воды и дозирующий насос. Так же, в случае какой-либо поломки, при схеме с одним насосом будет парализована вся система дозирования.

Принципиальная схема разработанной системы дозирования приведена на рис. 2.

Принцип работы разработанной системы дозирования: вода, проходя по магистрали технической воды, будет проходить через счетчик воды импульсного типа, который будет подавать сигнал насосу, при прохождении через счетчик 1 литра воды. Этот принцип работы расходомера называется "Импульс/литр". Насос, получив импульс от расходомера будет всасывать ПАВ из промежуточной емкости и нагнетать его в ответвление магистрали воды в необходимой пропорции. Перед тем, как попасть в насос, ПАВ проходит через фильтр, который идет в комплекте с насосом-дозатором. В емкости с ПАВ предусмотрены датчики температуры и уровня жидкости.

Основой системы дозирования является насос дозатор, в ходе выполнения данной работы было выявлено, что наиболее предпочтительным является насос-

дозатор Tekna Evo TPG 600 3/18. Данный насос является насосом-дозатором мембранного типа.

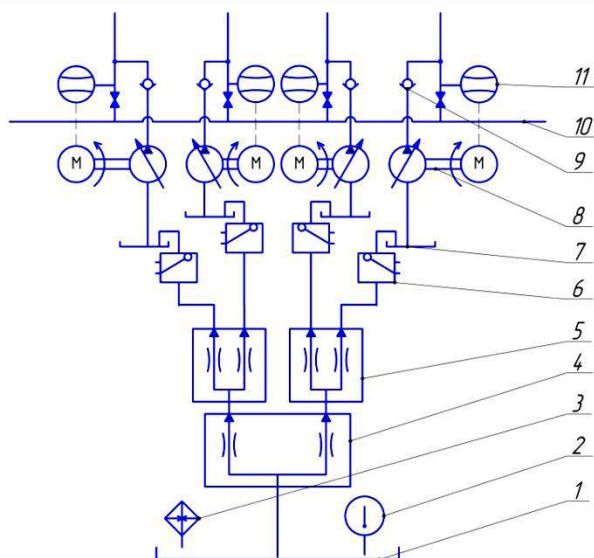


Рис. 2. Схема системы дозирования:

- 1 – емкость с ПАВ, 2 – термометр, 3 – система подогрева ПАВ,
4 – основной делитель потока, 5 – вспомогательные делители потока,
6 – поплавковый клапан, 7 – промежуточные емкости с ПАВ,
8 – дозирующий насос, 9 – обратный клапан,
10 – магистраль технической воды, 11 – расходомер

Контроль работы насосов дозаторов и управление ими может производиться и ручными методами, и в результате использования автоматизированного блока управления, в котором включение насоса происходит по сигналу от датчиков, передающих информацию о поступлении воды в систему химической очистки воды [3]. Этот принцип включения насоса дозатора считается более эффективным и менее затратным, а интенсивное смешивание ПАВ с водой осуществляется благодаря инжектору впрыска.

Для автоматического изменения производительности насоса необходим импульсный датчик расхода в магистрали технической воды. Предполагается использование датчика марки ADF007.

В качестве емкости для ПАВ предполагается использование металлического бака объемом 5000 литров. Предполагается изготовление бака из отходов листопркатного цеха. В связи с инертностью ПАВ, листовая сталь может быть любой марки, ограничением является только свариваемость той или иной марки.

Боковые стенки свариваются между собой угловым швом. Угловые швы принято рассчитывать на срез [4]. Положительное влияние на показатели

агломерационного при применении системы дозирования ПАВ доказано полевыми испытаниями, проводившимися в 2015 году в агломерационном цехе АО «Уральская Сталь». Помимо небольших материальных затрат на внедрение, а так же отсутствие необходимости остановки производства привлекательной чертой данной технологии является то, что сами органические связующие, полностью удаляющиеся при агломерации, не оказывают влияние на химический состав агломерата.

Список литературы

1. Майстренко Н.А., Овчинникова Е.В., Шаповалов А.Н., Берсенев И.С. Повышение эффективности процесса агломерации при окомковании шихты с использованием ПАВ // Сталь 2016. № 1. С. 12 – 15.
2. Овчинникова Е.В., Майстренко Н.А., Шаповалов А.Н. Промышленные испытания при использовании поверхностно-активного вещества при окомковании аглошихты // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2015. Т. 3. № 1. С. 3 – 12.
3. Точилкин В.В., Филатов А.М., Иванов С.А. Основы функционирования гидравлических систем металлургического оборудования. Лабораторный практикум по гидроприводу и гидроавтоматике. Магнитогорск, 2009. – 105 с.
4. Иванов А. С. Конструируем машины шаг за шагом. В 2-х ч. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – Ч. 2. – 392 с.

УДК 621.746.047:669.054.2

В.И. Умнов, О.А. Филатова, В.В. Точилкин

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ – КРИСТАЛЛИЗАТОР ПРИ РАЗЛИВКЕ ОТКРЫТОЙ СТРУЕЙ

Аннотация. Представлен анализ работы системы промежуточный ковш (ПК) – кристаллизатор сортовой машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), рассмотрены движения потоков стали в верхней части кристаллизатора. Совершенствование оборудования системы обеспечивает эффективное формирование потоков жидкой стали в кристаллизаторе.

Ключевые слова: машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), промежуточный ковш (ПК), кристаллизатор (К), потоки металла, моделирование.

Система ПК – К и её устройства [1], формирующие потоки течения металла в К [2] – важнейшие технологические узлы МНЛЗ [3, 4]. Непрерывная разливка стали осуществляется двумя способами: открытой струей (без защитного погружаемого стакана) [6] и закрытой струей (с использованием защитного погружного стакана) [6]. Движение потока стали из ПК в К открытой струей представлено на рис. 1. Здесь отмечен комплект огнеупорного оборудования разливочного отверстия [7, 8]. Данный комплект обеспечивает подачу открытой струи стали в кристаллизатор сортовой МНЛЗ. Важнейшее требование компоновки оборудова-

ния разливочных отверстий [9] промежуточного ковша и К – обеспечение совпадения осей разливочного отверстия ($x_i = 0$) или работа системы ПК-К МНЛЗ со значениями смещений x_i в пределах допустимых (x_d) технологическими требованиями ($x_i \leq x_d$).

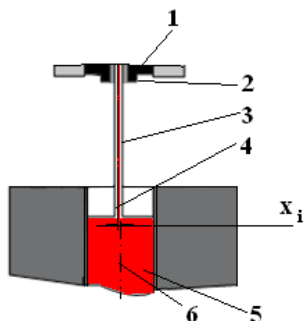


Рис. 1. Модель ПК – К для анализа процесса разливки в кристаллизаторе:
1 – оборудование разливочного отверстия ПК; 2 – нижний стакан дозатора;
3 – открытая струя; 4 – ось струи; 5 – кристаллизатор; 6 – ось кристаллизатора

Для оценки особенностей процесса разливки в системе ПК-К при различных значениях смещениях осей разливочного отверстия и К x_i проведено математическое моделирование. Средствами пакета твердотельного моделирования была построена модель внутреннего объема металла [8], перемещающегося через огнеупорные вставки разливочного отверстия ПК открытой струей в верхнюю часть К. Каждая модель делилась на конечные элементы [10]. Количество элементов варьировалось от 43399 до 43486 в зависимости от смещения осей [11]. При составлении модели использованы следующие уравнения: в качестве уравнения, описывающего движение жидкости в области моделирования, принимаем уравнение Навье-Стокса для нестационарных потоков жидкости (жидкого металла), неразрывности потока [1, 12]. Геометрия модели определяется компоновкой оборудования разливочного отверстия промежуточного ковша и расположением К относительно струи жидкой стали. Масштаб модели составлял 1:1. В математической модели процесса разливки сделаны допущения: моделируемый процесс протекает в объеме, ограниченном контуром области моделирования; жидкость является вязкой и несжимаемой; скорость истечения жидкости из СРК в ПК постоянна и задана; расход жидкости из ПК в К равен расходу жидкости из СРК в ПК; Моделирование делали с учетом начальных и граничных условий. Начальные условия дополняют уравнения (1): температура металла в промежуточном ковше 1555 °С, скорость вытягивания заготовки 2,8 м/мин, динамическая вязкость стали 0,006 Па·с.

Результаты моделирования потоков металла в системе ПК –К

При представлении результатов моделирования [132] в качестве параметров течения будут векторы скоростей в окрестности плоскости симметрии К. На рис. 2 представлены картины векторов скоростей потоков металла и линий тока в продольном сечении К при различных смещениях осей К и струи стали [14].

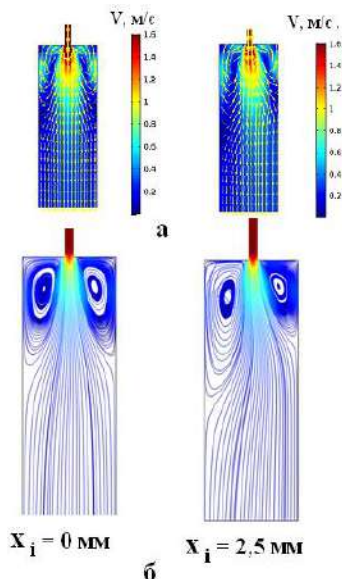


Рис. 2. Скорости (а) и линии тока (б) в кристаллизаторе смещениях струи x_i

Вывод. При отсутствии смещения осей поток металла равномерно перемещается вдоль К, линии тока симметричны относительно оси К. При смещении осей линии тока сдвигаются в противоположную сторону стенки К, что приводит к возникновению скоростных потоков у стенок и размыву корочки слитка. При больших линейных смещениях значительно увеличивается разность величин скоростей у правой и левой стенок К. Разница скоростей у стенок К при рассчитанном максимальном смещении составляет 1,43 раза.

Список литературы

1. Рафинирование металла в промежуточном ковше / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, М.В. Семенов [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2007. – № 1. – С. 43–46.
2. Creating a stream simulator to improve the wear resistance of refractories during the casting of steel on continuous section casters / K. N. Vdovin, O. A. Marochkin, V. V. Tochilkin // Refractories and industrial ceramics. – 2014. – Vol. 54, № 6. – P. 435 – 437.
3. Сравнительный анализ применения различных систем быстрой замены стаканов-дозаторов при разливке стали на сортовых МНЛЗ / К. Н. Вдовин, В. В. Точилкин, Р.И. Абдрахманов [и др.] // Новые огнеупоры. – 2014. – № 10. – С. 62 – 64.
4. Точилкин В.В. Модернизация промежуточного ковша МНЛЗ для обеспечения повышения качества разливаемой стали / Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. – № 2. – С. 5-7.

5. Совершенствование конструкции огнеупоров разливочной камеры промежуточного ковша сортовой МНЛЗ / К.Н. Вдовин, В. В. Точилкин, О.А. Филатова // Новые огнеупоры. – 2015. – № 9. – С. 3 – 7.

6. Применение пластичных огнеупоров усовершенствованной конструкции для защиты струи металла при разливке на сортовых МНЛЗ / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, О.А. Марочкин // Новые огнеупоры. – 2014. – № 1. – С. 3-5.

7. Новые вставки из пластичных огнеупоров для защиты струи металла при разливке на МНЛЗ / К. Н. Вдовин, В. В. Точилкин, О. А. Марочкин [и др.] // Новые огнеупоры. – 2014. – № 7. – С. 41- 43.

8. Технологии управления потоками стали и разработка огнеупорных конструкций для промежуточного ковша четыреххрущевой МНЛЗ / К.Н. Вдовин, Василий В. Точилкин, Виктор В. Точилкин // Новые огнеупоры. – 2016. – № 5. – С. 3-5.

9. Электромеханические манипуляторы для транспортирования и ориентации устройств, обеспечивающих защиту струи стали при разливке / В.В. Точилкин, К.Н. Вдовин // Известия вузов. Электромеханика. – 2004. – № 2. – С. 111 – 112.

10. Точилкин В.В. Методика расчета металлоприемника промежуточного ковша МНЛЗ / Ремонт, восстановление, модернизация. – 2008. – № 6. – С. 44-47.

11. Проектирование цехов сталеплавильного производства: учебник / К.Н.Вдовин, В.Ф. Мысик, В.В. Точилкин [и др.]. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 505 с.

12. Непрерывная разливка стали. Гидромеханика машин непрерывного литья заготовок: монография / К. Н. Вдовин, В. В. Точилкин, И. М. Ячиков. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2014. – 348 с.

13. Создание имитатора рабочей среды для повышения износостойкости огнеупоров при разливке стали на сортовых МНЛЗ / К.Н. Вдовин, О.А. Марочкин, В.В. Точилкин // Новые огнеупоры. – 2013. – № 11. – С. 10 – 13.

14. New Plastic Refractory Linings for Protecting a Metal Stream During Pouring into a CBCM / K. N. Vdovin, O. A. Marochkin, V. V. Tochilkin [et al.] // Refractories and Industrial Ceramics. – 2014. – Vol. 55. № 4. – P. 318 – 320.

УДК 531.43/46

Р.Н. Савельева, Е.М. Гасс

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОПОРНЫХ ВАЛКОВ ЧИСТОВЫХ КЛЕТЕЙ СТАНА 2500 ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ЛПЦ-4 ОАО «ММК»

Аннотация. В данной работе представлены результаты сравнительной оценки эффективности повышения долговечности опорных валков чистой клетки стана 2500 горячей прокатки по критерию статической прочности на изгиб. На основе аналитического исследования ресурса опорных валков предложены материалы с более высокими прочностными характеристиками, позволяющие повысить долговечность опорных валков прокатных клеток.

Ключевые слова: реконструкция, долговечность, работоспособность, ресурс, опорные валки, чистовая клеть.

На ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» ведется реконструкция стана 2500 горячей прокатки. Следует отметить, что это первая масштабная реконструкция, которая проходит в условиях действующего производства. Реализация этого проекта в листопрокатном цехе №4 позволит увеличить производительность, существенно расширить размерный и марочный сортамент стана и достичь высоких качественных характеристик проката. После реконструкции стан 2500 сможет катать трубные марки стали прочностью Х60, Х65, Х70, его производительность увеличится с 4 до 5 млн. тонн продукции в год.

В настоящее время в цехе построены три высокопроизводительные нагревательные печи. Кроме них в состав технологического оборудования стана войдет обновленная технологическая линия в составе черновой группы клетей, предчистовой клетки, промежуточного рольганга, моталки, линия транспортировки и уборки рулонов. Будет проведена реконструкция чистовой группы клетей, что позволит максимально усилить обжимную способность чистовой группы, обеспечив при этом увеличение скорости прокатки.

Целью данной работы является повышение долговечности элементов главного привода чистовых клетей. Была проведена аналитическая оценка работоспособности и ресурса элементов привода первой чистовой клетки по различным критериям [1-8]. Выявлено, что наименее работоспособным элементом являются опорные валки.

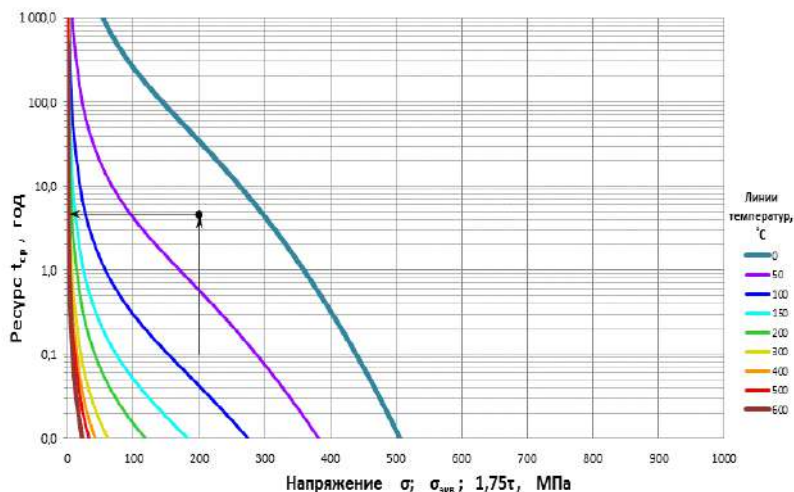
Опорные валки на стане 2500 горячей прокатки ОАО «ММК» выполнены из стали 75ХМ.

Оценка работоспособности опорных валков была проведена по критерию статической прочности на изгиб. Расчеты показывают, что опорный валок в заданных условиях прокатки работоспособен по критерию статической прочности на изгиб, но обладает недостаточным запасом работоспособности.

Одним из направлений повышения работоспособности валков является применение материала с более высокими прочностными характеристиками.

С этой целью были предложены материалы с более высокими прочностными характеристиками по рекомендациям, приведенным в современной научно-технической литературе [9], – 60ХН, 9ХФ, 9Х2МФ, АСТ70Х.

Для этих марок стали был рассчитан средний ресурс с помощью программы «Долговечность», разработанной на кафедре «Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет». Результаты расчета показали, что самым эффективным из исследуемых материалов для опорных валков является сталь АСТ70Х. Графическая интерпретация решения программы «Долговечность» для опорного валка по критерию статической прочности на изгиб представлена в виде номограммы на рисунке.



Номограмма для оценки ресурса опорного вала (сталь AST70X)

Согласно номограмме, ресурс долговечности опорного вала составляет 4,8 лет, что почти в 5 раз выше ресурса опорных валков из стали 75ХМ.

Таким образом, этот материал является более эффективным и при промышленном внедрении его более высокая стоимость может окупиться за счет увеличения срока службы опорных валков и главного привода в целом.

Список литературы

1. Конструкции и расчет надежности деталей и узлов прокатных станов : учеб. пособие / В.П. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.А. Русанов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 156 с.
2. Оценка долговечности нагруженных деталей по кинетическому критерию прочности / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский, Р.Н. Савельева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 70-й научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012. Т.1. С. 137-141.
3. Оценка долговечности и повышение срока службы золотниковых распределителей / А.В. Анцупов, В.А. Русанов, В.П. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), Р.Н. Савельева // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. А.Г. Корчунова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012. С. 44-52.
4. Исследование и повышение долговечности оборудования привода валков черновой клети «ДУО» стана 2500 горячей прокатки ОАО «ММК» / Р.Н. Савельева, Е.С. Иванова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 73-й научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. Т.1. С. 79-83.

5. Прогнозирование долговечности клапанов насоса сжиженных газов по критерию износостойкости рабочих элементов / Р.Н. Савельева, К.В. Чернов // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. А.Г. Корчунова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им Г. И. Носова, 2015. С. 23-28.

6. Обеспечение надежности привода экранированных горячекатаных полос / В.А. Русанов В.А., А.С. Губин., Р.Н. Савельева, И.А. Анцупова // Инновации в науке: сб. ст. по материалам XLII международной научно-практической конференции. №2 (39). – Новосибирск: Изд-во «СибАК», 2015. С.35-44.

7. Савельева Р.Н., Иванова Е.С. Прогнозирование долговечности элементов главного привода рабочих клетей и способы повышения ресурса // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. А.Г. Корчунова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им Г. И. Носова, 2016. №1 (6). С. 80-83.

8. Савельева Р.Н., Муллаяров Д.И. Повышение долговечности опорных валков чистовых клетей стана 2000 горячей прокатки ЛПЦ-10 ОАО «ММК» // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й научно-технической конференции. / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им Г. И. Носова, 2016. Т.1. С. 89-92.

9. Стали и сплавы. Марочник: справ.изд. / Сорокин В.Г., Гераськин М.А., Палеев В.С. и др. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 608 с.

УДК 51-74

Е.В. Рыбалко, С.С. Хрипунова, М.А. Полякова, Ю.А. Извеков

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛОЖЕНИЯ В РЯД ФУРЬЕ

Аннотация. Экспериментально установлено, что после комбинированной деформационной обработки механические свойства углеродистой проволоки изменяются периодически. Для определения механических свойств углеродистой проволоки при различных технологических режимах комбинированной обработки без проведения экспериментов рассмотрена возможность разложения в ряд Фурье полученных зависимостей. Разложение в ряд Фурье проводилось стандартными вычислительными методами: интегрированием по частям. Определен ряд Фурье, характеризующий изменение предела прочности углеродистой проволоки после комбинированной обработки с ошибкой аппроксимации менее 2%. Полученные математические модели позволяют прогнозировать изменение механических свойств углеродистой проволоки после комбинированной деформационной обработки без проведения дополнительных экспериментов.

Ключевые слова. Углеродистая проволока, комбинированная деформационная обработка, механические свойства, ряд Фурье, периодическая функция, ошибка аппроксимации.

В разработках последних лет доказано, что основной тенденцией развития технологий в металлургической и метизной отраслях является внедрение комбинированных и совмещенных процессов, а также организация модульных производств [1, 2]. Для разработки комбинированных и совмещенных процессов производства проволоки в качестве базовой операции традиционно выбирается операция волочения, которая является основной формообразующей операцией технологии производства проволоки [3]. Как известно, металлы и сплавы с ультрамелкозернистой структурой обладают повышенными прочностными свойствами при сохранении соответствующего уровня пластичности по сравнению с их крупнокристаллическими аналогами [4].

Одним из примеров совмещенной деформационной обработки углеродистой проволоки является метод, разработанный на основе операции волочения с его совмещением с деформацией кручения и изгиба [5]. Отличительной особенностью разработанного метода изготовления проволоки совмещенной деформационной обработкой является возможность управления свойствами в широких диапазонах при выбранном марочном составе стали на одном и том же конечном диаметре проволоки в зависимости от выбранных технологических режимов обработки. В ходе экспериментов установлено, что механические свойства углеродистой проволоки после такой деформационной обработки изменяются периодически [6, 7]. На рисунке представлена зависимость временного сопротивления разрыву проволоки из стали 50 диаметром 3,0 мм после совмещенной деформационной обработки волочением с кручением и изгибом.

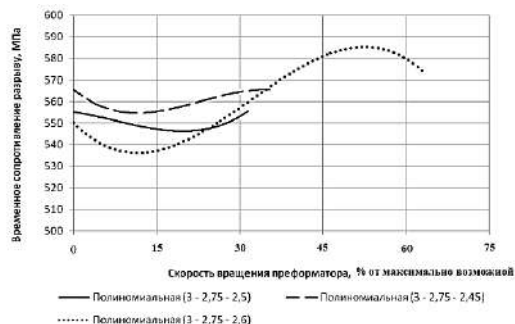


Рис. 1. Зависимость временного сопротивления разрыву среднеуглеродистой проволоки от скорости кручения (для различных значений режимов волочения)

Поскольку проведение экспериментов требует значительных материальных и временных затрат, было выдвинуто предположение, что полученные зависимости можно разложить в ряд Фурье. Это позволит определять механические свойства углеродистой проволоки после совмещенной деформационной обработки при любых значениях технологических параметров метода. Разложение в ряд Фурье проводился по следующей формуле [8 – 10]

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{l} + b_n \sin \frac{n\pi x}{l} \right),$$

где a_0 , a_n , b_n – коэффициенты ряда, $T = 2l$ – период.

Был подобран вид периодической функции экспериментальных данных: исследованы от линейной до логарифмической, степенной, экспоненциальной и т.д. зависимостей. Ошибка аппроксимации степенной и экспоненциальной зависимости оказалась менее 2%, что и явилось определяющим фактором для выбора данной зависимости в качестве основной. Далее все экспериментальные данные были подвергнуты соответствию их теореме Дирихле разложения периодической функции в ряд Фурье, а затем стандартной процедуре интегрирования по частям.

В результате были получены математические модели, которые позволяют прогнозировать изменение механических характеристик – временного сопротивления и предела текучести улучшенной проволоки после комбинированной деформационной обработки без лишней технологической подготовки.

На примере разложения в ряд Фурье зависимости временного сопротивления разрыву углеродистой проволоки после совмещенной деформационной обработки волочением с кручением и изгибом показана возможность использования данного тригонометрического ряда для получения соответствующих уравнений. Такой подход позволяет прогнозировать механические свойства проволоки при различных режимах совмещенной деформационной обработки без проведения дополнительных экспериментов.

Список литературы

1. Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Загиров Н.Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов. М: МАКС Пресс, 2005. 344 с.
2. Харитонов В.А., Таранин И.В. Направления повышения эффективности производства проволоки. Черные металлы. 2015. № 11 (1007). С. 31-37.
3. Принципы проектирования непрерывного способа получения стальной проволоки с ультрамелкозернистой структурой / Корчунов А.Г., Чукин М.В., Полякова М.А., Емалеева Д.Г. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2011. № 1. С. 43 – 46.
4. Инновационный потенциал новых технологий производства метизных изделий из наноструктурных сталей / Чукин М.В., Копцева Н.В., Барышников М.П., Ефимова Ю.Ю., Носов А.Д., Носков Е.П., Коломиец Б.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. № 2. С. 64 – 68.
5. Пат. 2467816 RU. МПК В21С 1/04, В21С 1/00. Способ получения ультрамелкозернистых полуфабрикатов волочением с кручением. / Чукин М.В., Полякова М.А., Голубчик Э.М., Рудаков В.П., Носков С.Е., Гулин А.Е. Заявл. 28.02.2011. Опубл. 27.11.2012. Бюл. № 33.
6. Особенности формирования ультрамелкозернистой структуры и механических свойств углеродистой проволоки в процессе комплексного деформацион-

ного воздействия / Полякова М.А., Гулин А.Е., Никитенко О.А., Константинов Д.В., Жеребцов М.С. Сталь. 2014. № 5. С. 93 – 96.

7. Полякова М.А., Гулин А.Е., Никитенко О.А. Влияние технологических параметров совмещенного процесса на механические свойства и структуру углеродистой проволоки. Металлургические процессы и оборудование. 2013. № 3. С. 21 – 25.

8. Данко П. Е. , Попов А. Г. , Кожевникова Т. Я. . Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х частях. М.: Высшая школа, 2009.

9. Демидович Б.П., Марон И.А. , Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. М.: Наука, 2010. 840 с.

10. Дубровский В.В., Извеков Ю.А., Родчиков А.А. [Электронный ресурс]. Введение в математический анализ. Учебное пособие. ФГУП НТЦ «Информрегистр», Москва, 2013.

11. Туганбаев А.А. Основы высшей математики [Электронный ресурс]: Учебное пособие.- СПб.: Изд-во «Лань», 2011. 496 с. / издательство «Лань» Электронно-библиотечная система. Режим доступа: <http://www.magtu.ru/> .- <http://e.lanbook.com/>

12. Structure features and properties of high-alloy white irons / Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №5 (45). С.3–8.

13. Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Молочков П.А. Комплексное воздействие на структуру белых износостойких чугунов с целью повышения эксплуатационной стойкости отливок // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2004. №4. С.23-29.

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

УДК 622.781

Ю.А. Симусев, М.Ю. Рябчиков

ОПЕРАТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АГЛОМАШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПО УРОВНЮ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ

Аннотация. Рассмотрено решение задачи по оптимизации производительности агломашины путем поиска рационального содержания углерода в шихте с использованием системы экстремального регулирования. Для поддержания контролируемой механической прочности в требуемом диапазоне система управления содержит дополнительный контур.

Ключевые слова: автоматизация, агломерат, агломерационная машина, оптимизация, производительность, кокс, расход.

Известно, что зависимость производительности агломашины от процентного содержания кокса в шихте имеет экстремальный унимодальный характер. Это говорит о существовании оптимального содержания кокса в шихте, при котором производительность агломашины максимальна. При недостаточном содержании кокса в шихте ухудшается газопроницаемость, скорость спекания снижается, повышается выход возврата, а также снижается производительность по агломерату после грохочения. При избыточном содержании кокса в шихте происходит снижение скорости спекания, что также приводит к уменьшению производительности. При этом нужно учитывать, что отсев возврата сам по себе не гарантирует обеспечения требуемой механической прочности. Для ее определения используются способы соответствующие ГОСТ и ISO [1-9].

Поэтому, главной задачей предлагаемой системы управления расходом кокса является задача оптимизации содержания кокса в шихте с целью достижения максимальной производительности агломашины, но с учетом ограничения на разрешенный диапазон периодически контролируемой механической прочности. Чрезмерно низкая механическая прочностью приводит к увеличению доли выносов из доменной печи и отрицательно сказывается на ее ходе. Чрезмерно высокая прочность обычно приводит к снижению восстановимости агломерата.

Структурная схема предлагаемой системы приведена на рис. 1. Оптимизация управления содержанием углерода в шихте [C] осуществляется системой экстремального регулирования (СЭР) шагового типа. Вычислительный блок ВБ блокирует работу СЭР при выходе контролируемого значения индекса холодной механической прочности (ТІ) за разрешенный диапазон (принято $70\% > ТІ > 60\%$). В таком случае формируется управляющее воздействие, направленное на коррекцию качества агломерата.

На рис. 2 приведен переходный процесс при дрейфе статической характеристики $Tl = f([C])$. Видно, что СЭР решает задачу в периоды попадания Tl в разрешенный диапазон.

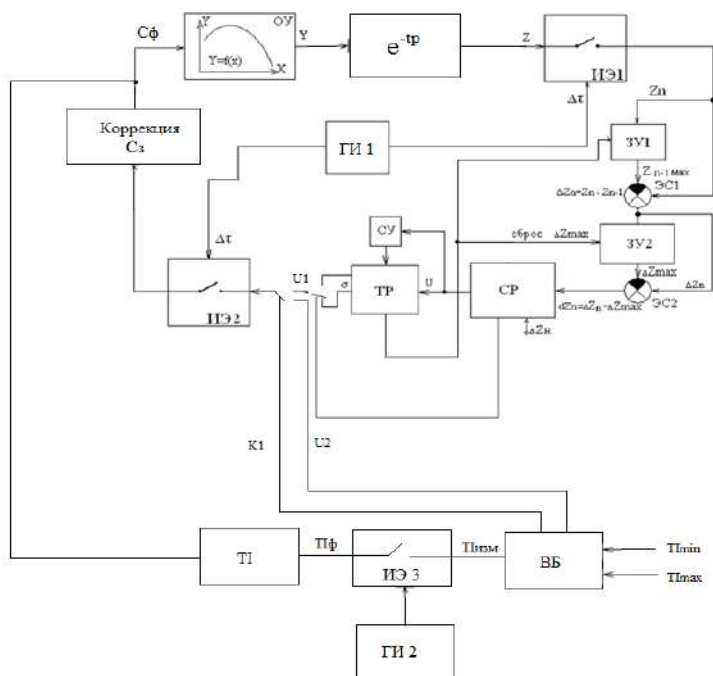


Рис. 1. Структурная схема двухконтурной системы оптимизации

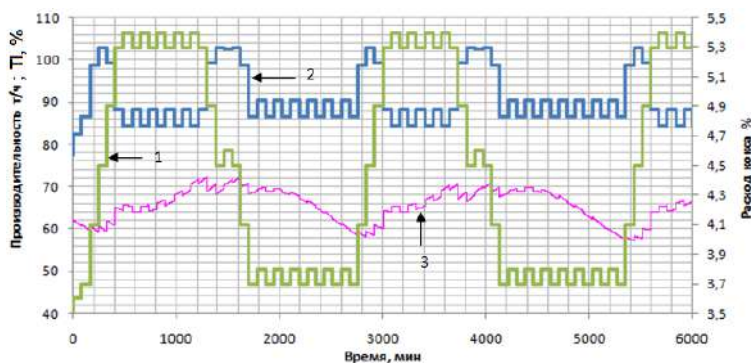


Рис. 2. Пример поисковых процессов при дрейфе по свойствам материалов:

- 1) содержание углерода кокса; 2) производительность;
- 3) механическая прочность (Tl)

В ходе исследования системы были найдены ее оптимальные настройки с учетом параметров запаздывания процесса и периодичности контроля индекса качества агломерата. Получены зависимости максимально возможной производительности от доли агломерата, удовлетворяющего принятым требованиям.

Необходимо отметить, что одной из основных причин, сдерживающих внедрение систем управления качеством агломерата, является возможное сопутствующее снижение производительности агломашин. В тоже время, рассмотренная система может быть интегрирована с моделями прогноза показателей качества агломерата [2-4,7], что позволяет максимизировать производительность с учетом ограничений по значениям TI, RI и RDI.

Список литературы

1. Рябчиков М.Ю. Комплекс моделей автоматизированной системы интеллектуальной поддержки управления качеством металлургического агломерата / М.Ю. Рябчиков, В.В. Гребенникова // Автоматизированные технологии и производства, 2015. №2(8). С.4-8.
2. Рябчиков М.Ю. Моделирование комплексного влияния производственных факторов на механическую прочность металлургического агломерата / М.Ю. Рябчиков, В.В. Гребенникова // Металлург, 2013. №4. С.40-47.
3. Рябчиков М.Ю., Гребенникова В.В., Рябчикова Е.С. Контроль качества металлургического агломерата с использованием модели восстановимости // Сталь. 2014. № 2. С. 4-8.
4. Гребенникова, В.В. Обзор рентгенофлуоресцентных анализаторов для контроля свойств рудных материалов / В.В. Гребенникова, Н.В. Богданов, М.Ю. Рябчиков, Е.С. Рябчикова // Приборы. 2014. № 11. С. 45-50.
5. Рябчиков М.Ю. Выбор критерия оптимизации управления качеством металлургического агломерата / М.Ю. Рябчиков, Е.С. Рябчикова, В.В. Гребенникова // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2016. № 2. С. 96-106.
6. Рябчиков М.Ю. Модель разрушения металлургического агломерата / М.Ю. Рябчиков, В.В. Гребенникова, Е.С. Рябчикова, Н.В. Богданов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 3. С. 159-166.
7. Рябчиков М.Ю. Проблемы управления качеством металлургического агломерата на основе результатов оперативных рентгенофлуоресцентных анализов / М.Ю. Рябчиков, В.В. Гребенникова, Е.С. Рябчикова, Н.В. Богданов // Качество и жизнь. 2016. № 2 (10). С. 13-20.
8. Рябчиков М.Ю. Обзор существующих систем оперативного управления агломерационным процессом / М.Ю. Рябчиков, В.В. Гребенникова, Е.С. Рябчикова, Н.В. Богданов, А.И. Сунаргулова // Автоматизированные технологии и производства. 2015. № 3 (9). С. 31-35.

А.П. Берестов, М.Ю. Рябчиков

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОТЯЖНОЙ ПЕЧИ БАШЕННОГО ТИПА ДЛЯ ВЫБОРА ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ОТЖИГА СТАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ

Аннотация. В работе описаны этапы определения теплотехнических характеристик протяжных печей с использованием накопленных статистических данных. Идентификация осуществляется за счет сопоставления результатов моделирования и экспериментальных данных. Определены параметры теплового взаимодействия зон печи. Найдены оптимальные режимы нагрева полосы, при которых внешние тепловые потери печи минимальны.

Ключевые слова: теплотехнические характеристики протяжной печи, влияние зон, оптимальные режимы отжига полосы.

В протяжной печи башенного типа АНГЦ №1 ОАО «ММК» происходит термическая обработка полосы для придания ей необходимых механических свойств. Невыполнение требований по температурным режимам приводит в появлении дефектов оцинковки полосы [9-10]. Отделение нагрева состоит из семи зон, для каждой из которых система управления температурным режимом выполнена индивидуально.

Одной из известных задач является поиск режимов, в которых при заданной производительности затраты топлива минимальны. До настоящего времени известные решения таких оптимизационных задач предполагают использование только моделей нагрева металла [1-8], никак не учитывая возможный рост внешних тепловых потерь печи и игнорируя ряд ограничений, накладываемые особенностями межзонного теплообмена в многозонных печах [11-12].

Для комплексного решения проблемы с учетом отмеченных особенностей была решена задача идентификации зависимости уровня внешних тепловых потерь от температуры рабочего пространства печи. Для этого из всей статистической информации были отобраны периоды пуска агрегата в работу и его останова для проведения ремонта. В эти периоды металл в печи не находился. Зависимость тепловых потерь зоны от температуры была представлена в виде:

$$Q_{пз} = a_3 \cdot t^k \cdot \Delta\tau,$$

где $Q_{пз}$ – величина внешних потерь на зону, t – температура рабочего пространства, $\Delta\tau$ – интервал времени, a_3 и k – искомые коэффициенты.

Моделирование изменения температуры в зоне производилось в соответствии с выражением:

$$t_{мз} \tau = t_{мз} \tau - \Delta\tau + \frac{Q_{гз} - Q_{угз} - Q_{пз}}{C_3},$$

где $Q_{гз}$, $Q_{угз}$ – тепло от сжигания природного газа, поданного в радиантные трубы зоны и тепло отходящих дымовых газов после рекуперации; $t_{з3}$ – экспериментальные данные по температуре в зоне.

Подбор коэффициентов C_3 и a_3 производился путем сопоставления результатов моделирования динамики температуры в периоды нагрева и охлаждения зон с экспериментальными данными. В процессе моделирования пришли к выводу, что зависимость тепловых потерь зоны от температуры целесообразно представить в виде параболы. Результат моделирования и статистические данные приведены на рис. 1.

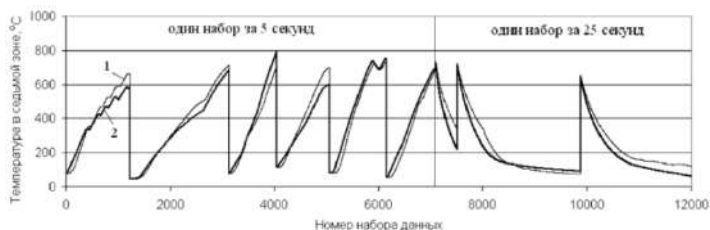


Рис. 1. Экспериментальные данные (1) и моделирование (2) для зоны №7

Полученные индивидуально для каждой параметры C_3 и a_3 совместно с моделью нагрева полосы использовались для поиска рациональных режимов нагрева. Была получена рациональная схема распределения температур и расходов топлива по зонам, с минимальным прогнозируемым суммарным расходом топлива на печь. В качестве примера на рис. 2 приведена динамика изменения температуры полосы, имеющей толщину 0,00048 м при скорости ее прохождения через печь 180 м/мин.

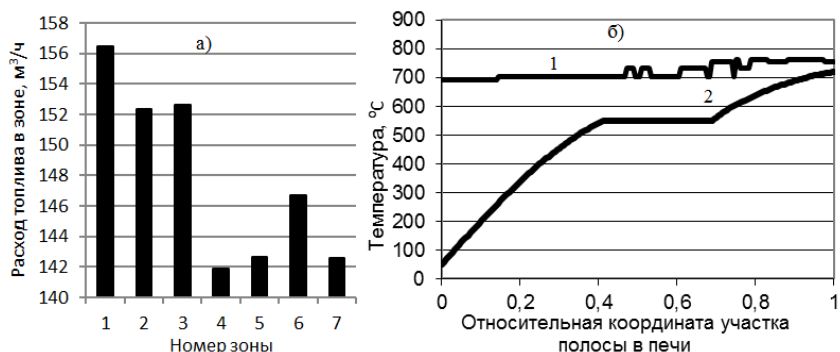


Рис. 2. Найденная схема распределения топлива по зонам (а) и динамика изменения температуры (б):
1 – рабочего пространства; 2 – полосы, толщиной 0,00048 м

По предварительной оценке, снижение уровня тепловых потерь позволяет снизить расход топлива на 2-4%.

Список литературы

1. Рябчиков, М.Ю. Использование модели нагрева полосы при управлении температурным режимом в протяжной печи башенного типа / М.Ю. Рябчиков, Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, Н.А. Головки // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2011. – № 5. – С. 41-50.
2. Самарина, И.Г. Разработка структуры нейросетевой математической модели процесса отжига полосы в протяжной печи И.Г. Самарина, Е.Ю. Мухина, С.М. Андреев // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 2 (8). – С. 9-13.
3. Рябчиков, М.Ю. Изучение режимов нагрева стальной полосы в протяжной печи башенного типа для светлого отжига / М.Ю. Рябчиков, И.Г. Самарина // Металлообработка. – 2013. – № 1 (73). – С. 43-49.
4. Рябчиков М.Ю. Управление режимом нагрева полосы на агрегате непрерывного горячего цинкования с использованием нейросетевых моделей / М.Ю. Рябчиков, Е.С. Рябчикова // Технологии машиностроения. 2017. №2. С. 37-43.
5. Рябчиков, М.Ю. Сэмплинг технологической информации при управлении металлургическими процессами / М.Ю. Рябчиков, Е.С. Рябчикова, А.И. Сунаргулова // Автоматизированные технологии и производства. – 2016. – № 2 (12). – С. 34-40.
6. Андреев С.М. Экспериментальное исследование эффективности энергосберегающих оптимальных режимов нагрева металла / С.М. Андреев, Б.Н. Парсункин // Автоматизированные технологии и производства. 2014. № 6. С. 134-143.
7. Парсункин Б.Н. Энергосберегающее управление тепловым режимом при переменной производительности методических печей / Б.Н. Парсункин, Т.У. Ахметов, А.Р. Бондарева, О.В. Петрова, Е.И. Полухина // Автоматизированные технологии и производства. 2014. № 6. С. 128-133.
8. Рябчиков М.Ю. Статистические модели нагрева полосы в протяжной печи башенного типа агрегата непрерывного горячего оцинкования / Рябчиков М.Ю., Рахманов С.Н., Беляков А.А. // Автоматизированные технологии и производства. 2012. № 4. С. 81-97.
9. Самарина, И.Г. Анализ причин появления дефектной продукции на агрегате непрерывного горячего цинкования / И.Г. Самарина // Автоматизированные технологии и производства. – 2014. – № 6. – С. 105-109.
10. Павлов А.С. Прогнозирование производства дефектной продукции агрегатом непрерывного горячего цинкования ОАО «ММК» с помощью нейросетевой модели процесса нагрева металла / А.С. Павлов, М.Ю. Рябчиков, Е.С. Михальченко // Электротехнические системы и комплексы. 2009. № 17. С. 135-139.
11. Рябчиков М.Ю. Управление нагревом металла в методических печах с учетом распределения внешних тепловых потерь по длине печи / М.Ю. Рябчиков, Д. С.-Х. Барков, Е.С. Рябчикова // Металлообработка. 2016. №6 (96). С. 34-43.
12. Разработка и адаптация моделей температурных режимов в протяжной печи башенного типа, учитывающих непостоянство внешних тепловых потерь / Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Берестов А.П., Ахметова А.У. // Автоматизированные технологии и производства. 2016. №3(13). С.70-75.

М.Ю. Рябчиков, Р.Э. Бурнашев

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. В данной статье описано применение модульного подхода при проектировании автоматизированной системы управления дробильно-сортировочным комплексом. Реализованное техническое решение позволило сократить затраты на кабельную продукцию и работы по ее монтажу, что особенно актуально при разработке передвижных дробильно-сортировочных комплексов.

Ключевые слова: автоматизированная система управления; дробильно-сортировочный комплекс; центробежные дробилки; модульная структура; техническое решение.

При проектировании современных дробильно-сортировочных комплексов (ДСК) важной задачей является разработка и реализация автоматизированной системы управления (АСУ) оборудованием комплекса, качество работы которой во многом определяет эффективность производственного процесса. Уровень технических решений данной задачи может быть различен и зависит от многих факторов [1, 9-10].

Типовое решение предполагает централизованную структуру аппаратного обеспечения АСУ ДСК, что упрощает его обслуживание и обеспечивает оптимальные условия эксплуатации. Однако, при использовании такой структуры для автоматизации передвижных ДСК, важной чертой которых является мобильность, большая длина силовых и контрольных кабелей влечет за собой большие трудовые и временные затраты по монтажу и демонтажу электрооборудования.

Таким образом, актуальной задачей проектирования является разработка универсального технического решения, позволяющего снизить трудовые и материальные затраты на прокладку кабелей и монтаж кабельных трасс ДСК.

Ряд исследователей в своих работах делают вывод о том, что целесообразно строить структуру АСУ ДСК по агрегатно-модульному принципу [2-3, 8], однако не дают рекомендаций по реализации данного подхода на практике. Одним из способов решения обозначенной задачи является вариант распределенной модульной структуры АСУ ДСК, разработанный на базе ЗАО «Урал-Омега» [4], который подразумевает деление системы на три основных блока: управления загрузкой; управления дробилкой; управления выгрузкой. Такое деление позволяет локализовать основные силовые и оперативные цепи в трех точках: шкафа управления загрузки, располагающийся на бункере загрузки; модуль управления, располагающийся рядом с центробежной дробилкой (в модуле управления находится помещение оператора и электро-помещение); шкаф управления выгрузки, располагающийся на грохоте. На рис.1. приведена условная схема, иллюстрирующая различия между типовой и разработанной структурами.

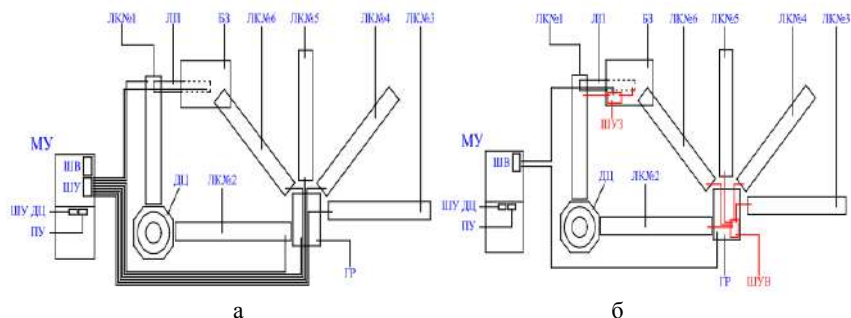


Рис. 1. Типовой (а) и предлагаемый (б) варианты структуры оборудования АСУ ДСК:

МУ – модуль управления; ШВ – шкаф ввода; ШУ ДЦ – шкаф управления ДЦ; ПУ – пульт управления; ЛК – ленточный конвейер; ЛП – ленточный питатель; БЗ – бункер загрузки; ГР – грохот; ДЦ – центробежная дробилка; ШУЗ – шкаф управления загрузкой; ШУВ – шкаф управления выгрузкой

Предложенная структура АСУ ДСК помимо прочих преимуществ реализации модульного подхода позволила снизить затраты на кабельную продукцию и значительно упростить ее монтаж, что дало возможность существенно сократить трудовые и временные затраты. При прочих равных условиях, затраты на кабельную продукцию для транспортной системы снижаются на 9-11%.

Для повышения качества и скорости монтажа и демонтажа электрооборудования ДСК возможно использование водонепроницаемых разъемов силовых и оперативных, что при наличии соответствующей маркировки и таблицы подключений, позволяет осуществить быструю и надежную коммутацию без привлечения высококвалифицированного персонала (по принципу «розетка-вилка»). На основе разработанной структуры был реализован и введен в эксплуатацию ДСК по производству кубовидного щебня для ООО «ОКС» (рис. 2).



Рис. 2. Фотографии АСУ ДСК ЗАО «Урал-Омега», поставленной для ООО «ОКС»

Анализ результатов разработки и внедрения данной системы показал, что при разделении электрооборудования ДСК на модули целесообразно в качестве основного агрегата модуля выбирать грохот, или же бункер (для системы загрузки, если отсутствует предварительное грохочение). За период эксплуатации с

июня 2016 года по настоящее время разработанная АСУ ДСК показала свою работоспособность.

Одним из наиболее перспективных направлений дальнейших исследований является разработка модуля контроля лещадности щебня и интеграция данного модуля в систему управления ДСК [5-7].

Список литературы

1. Рябчиков М.Ю. Современные тенденции проектирования автоматизированных систем управления дробильно-сортировочным комплексом / М.Ю. Рябчиков, Р.Э. Бурнашев, Е.С. Рябчикова // Автоматизированные технологии и производства. №1(15). 2017. С. 4-11.
2. Чеботаева Е. М., Фокина Е.Н., Зинченко С.В. Синергетический эффект модульной структуры автоматизированной системы управления дробильно-сортировочным производством // Межотраслевой институт «Наука и образование». Ежемесячный научный журнал. 2014. № 5. С. 66-69.
3. Васильев Ю.Э. Принципы формирования структуры автоматизированной системы управления строительным производством / Ю.Э. Васильев, А.В. Илюхин, А.М. Колбасин, В.И. Марсов, Динь Ан Нинь // Промышленное и гражданское строительство. М.: Изд-во ПГС, №6 / 2014. 13-16 с.
4. ЗАО «Урал-Омега». – Режим доступа свободный: <http://www.uralomega.ru/>
5. Бурнашев, Р.Э. Изучение возможных подходов к управлению дробилками центробежного типа производства ЗАО «УРАЛ-ОМЕГА» с учетом качества получаемого продукта / Р.Э. Бурнашев, М.Ю. Рябчиков, В.В. Гребенникова, Е.С. Рябчикова // Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. №1. С. 122-128.
6. Рябчиков М.Ю. Алгоритмическое обеспечение системы контроля и управления лещадностью продуктов дробления / М.Ю. Рябчиков, Р.Э. Бурнашев // Автоматизированные технологии и производства. №1(7). 2015. С. 4-8.
7. Рябчиков М.Ю. Исследование влияния угла освещения на качество определения контуров зерен щебня, расположенных в несколько слоев / М.Ю. Рябчиков, Р.Э. Бурнашев, Е.С. Рябчикова, Н.В. Богданов, А.И. Сунаргулова // Автоматизированные технологии и производства. 2015. № 3 (9). С. 18-20.
8. Евстигнеев В.Л. Концепция построения систем автоматического управления дроблением / В.Л. Евстигнеев, Т.В. Майорова // Автоматизированные технологии и производства. 2015. № 4 (10). С. 20-23.
9. Бурнашев Р.Э. Управление работой центробежной дробилки СС-0.36 с учетом значения коэффициента крепости исходного материала по методу Протодьяконова / Р.Э. Бурнашев, М.Ю. Рябчиков, В.В. Гребенникова // Автоматизированные технологии и производства. 2014. № 6. С. 203-208.
10. Рябчиков М.Ю. Проблемы совершенствования автоматизированных систем управления дробильно-сортировочными комплексами / М.Ю. Рябчиков, Р.Э. Бурнашев, Е.С. Рябчикова, А.П. Берестов // Промышленные АСУ и контроллеры. 2017. № 1. С. 3-12.

В.О. Гревцов, Ю.И. Мамлеева

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЗРУ-110 ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Аннотация. В данной статье произведен анализ технического состояния высоковольтного электрооборудования ЗРУ-110 кВ по результатам тепловизионного обследования. Сделаны выводы по тепловому состоянию оборудования.

Ключевые слова: ЗРУ, тепловизионный контроль, тепловизионное обследование кабельная муфта, проходной изолятор, ограничитель перенапряжений, вакуумный выключатель.

Тепловизионный контроль многими экспертами считается одним из наиболее эффективных и распространенных методов контроля высоковольтного оборудования, в частности, кабельных муфт и изоляторов независимо от их типа. Применение тепловизоров для выявления дефектных элементов основано на том, что наличие большинства дефектов вызывает изменение температуры этих элементов и, как следствие, изменение интенсивности инфракрасного излучения, которое может быть зарегистрировано этими приборами.

Объектами анализа технического состояния по результатам тепловизионного обследования является высоковольтное оборудование ЗРУ-110 Кв: концевые кабельные муфты ЕНFVC-123, проходные изоляторы ГКПЛИ-90-110/2000 УХЛ1, ограничители перенапряжений EXLIMR096-АН123, вакуумные выключатели «Joslin».

Температуры поверхности корпуса и фланца работоспособных изоляторов почти одинаковы и, согласно нормативным документам, могут превышать температуру окружающей среды не более чем на 0,5°C. В зависимости от превышения температуры различают степени повреждения изоляторов:

- нормальное состояние (превышение до 0,3°C),
- начальная стадия повреждения (до 0,5 – 1°C),
- средняя степень повреждения (до 5°C),
- сильная степень повреждения или предаварийное состояние (более 5°C).

Внутренние дефекты и тепловые явления могут быть выявлены лишь тогда, когда они создают изменения температуры, достаточные для их регистрации.

При написании статьи в соответствии с календарным планом выполнялись периодические тепловизионные обследования концевых кабельных муфт и проходных изоляторов ЗРУ-110 кВ. Примеры полученных термограмм представлены на рис. 1: термограммы кабельной муфты – рис. 1, а и проходного изолятора – рис. 1, б.

В обоих случаях температура на поверхности аппарата отличается не более чем на 0,2°C, что соответствует нормальному состоянию. Температура в верхних и нижних точках муфты и между муфтами одинакова; аналогично, температура по длине изолятора практически не изменяется. Аналогичные результаты получены при других замерах, проведенных в течение длительного промежутка вре-

мени. Вывод по результатам тепловизионного контроля муфт и проходного изолятора: замечаний по тепловому состоянию обследованных устройств нет.

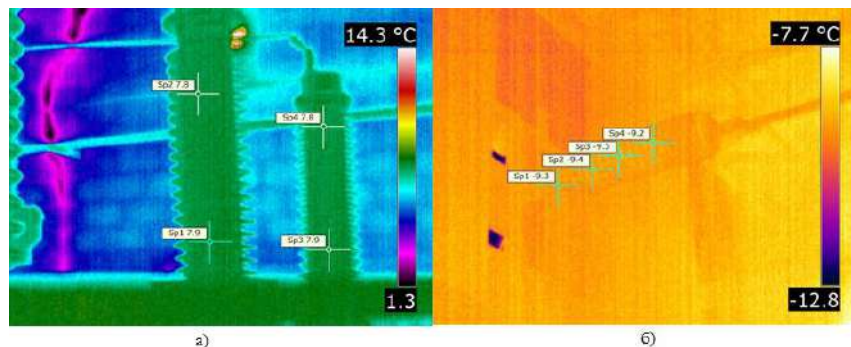


Рис. 1. Термограмма кабельных муфт (а) и проходного изолятора (б)

Во время термографического обследования был выявлен дефект вакуумного выключателя АПК-2, который мог привести к аварийному отключению. Термограмма представлена на рис. 2.

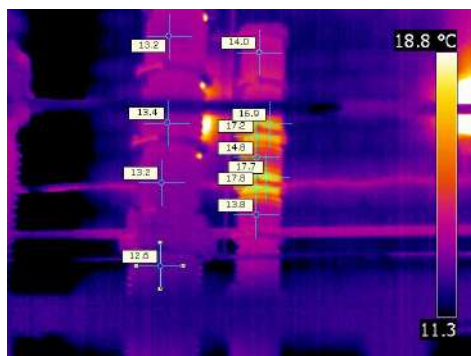


Рис. 2. Термограмма фазы С вакуумного выключателя АПК-2

На данной термограмме четко прослеживается локальный нагрев третьего модуля фазы С. Температура второго модуля равна 13,8°С, пятого модуля – 14°С. При этом температура третьего модуля значительно выше и составляет 17,8°С. Согласно нормативным документам, разница температур по пяти модулям одной фазы выключателя более 2°С свидетельствует о выходе из строя модуля ВВ. Этот вывод неоднократно подтверждался результатами испытаний модулей повышенным напряжением.

После аварийной остановки АПК-2 при испытании ВВ повышенным напряжением было подтверждено неисправное состояние модуля, и он был заменен. Таким образом, косвенно подтверждена эффективность метода периодического тепловизионного обследования.

Проведенные исследования подтверждают целесообразность тепловизионного контроля вакуумных выключателей, установленных в ЗРУ-110 кВ, агрегатов печь-ковш. Это обусловлено частыми включениями и отключениями ВВ (100 и более операций в сутки), вызванными технологическими требованиями. В этих условиях происходит повышенный нагрев контактов, что, в свою очередь, вызывает появление на поверхности покрышек выключателей зон с повышенными температурами. Также подтверждено, что оценка состояния контактов выключателя должна осуществляться путем сравнения между собой температур, измеренных на поверхности покрышек всех трех фаз.

При периодических обследованиях ОПН, проведенных в разное время, недопустимых превышений температуры не зафиксировано. Также не наблюдалось отклонений температуры свыше 2°C как между фазами, так и в пределах элементов одной фазы ОПН. Это подтверждает характерная термограмма ОПН АПК-1, представленная на рис. 3.



Рис. 3. Термограмма ОПН АПК-1

Аналогичные термограммы получены в другое время в период обследования в течение полугода. Замечаний по состоянию ОПН не возникло

Список литературы

1. Руди Д.Ю., Попова М.В. Тепловизионное обследование электрооборудования подстанций и промышленных предприятий // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей Международной научной Конференции студентов и молодых ученых: в 2х томах / под ред. А.А. Горохова. Курск. Изд-во Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. Т.1. С. 284-287.
2. Жданов В.Г., Логачева Е.А., Сошников В.В. Контроль состояния электрооборудования путем проведения тепловизионного обследования // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: 78-я научно-практическая конференция. Ставрополь. Изд-во «АГРУС», 2014. С. 73-76
3. Трошин В.В. Тепловизионная диагностика технического состояния электрооборудования // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность: журнал. Москва. Изд-во Холдинговая компания "Электрозавод", 2014. С. 24-25.

К.А. Дербенев

ОБЗОР СТРУКТУР СОВРЕМЕННЫХ ДИСТАНЦИОННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. В настоящее время во многих вузах акцент делается на развитие электронного онлайн-обучения. Важным этапом развития электронного образования является массовое введение электронных технологий в саму организацию учебного процесса. Программы технических дисциплин предусматривают проведение студентами лабораторных работ. Для их проведения используются дистанционные и виртуальные лабораторные комплексы, которые позволяют студенту удаленно выполнять работы на персональном компьютере.

Ключевые слова: дистанционное обучение, дистанционная лаборатория, телекоммуникационные технологии, веб-сервер, лабораторный сервер.

Актуальность работы

Внедрение новых информационных технологий является важнейшим фактором повышения эффективности образовательного процесса. Особое место в инженерном образовании занимают лабораторно-практические занятия. В силу современного уровня развития измерительных, компьютерных и телекоммуникационных технологий управление реальными физическими объектами дистанционно через сети общего пользования стало мировой тенденцией. Важным применением этих технологий является создание дистанционных практикумов по инженерным общетехническим дисциплинам.

В зависимости от поставленных перед дистанционным практикумом задач и особенностей применяемых телекоммуникационных технологий и средств дистанционные лаборатории могут иметь разные организационные структуры.

Дистанционные лаборатории на базе GPIB-устройств

На рис. 1-2 представлены результаты совместных проектов норвежского университета науки и технологии (NTNU) и политехнического института г. Хьеллер. Первая версия дистанционной лаборатории AIM-Lab (*Automated Internet Measurement Laboratory*) предназначена для исследования характеристик полевых транзисторов. Измерительная система построена на базе GPIB-устройств, подключаемых к серверу дистанционной измерительной системы. Вторая версия ДЛ (*Lab-on-Web*) ориентирована на исследование параметров и характеристик различных радиоэлектронных схем и элементов, реализованных посредством специализированной интегральной схемы, содержащей диоды, конденсаторы, транзисторы, инверторы и т.д. GPIB (General Purpose Interface Bus, интерфейсная шина общего назначения)-протокол соединения персональных компьютеров и рабочих станций с измерительными инструментами.

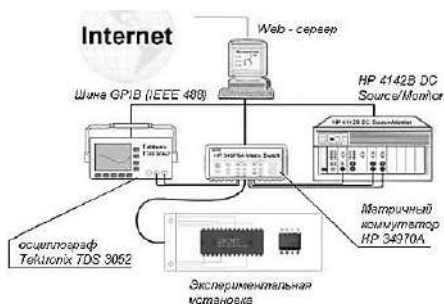


Рис. 1. Структура ДЛ AIM-Lab

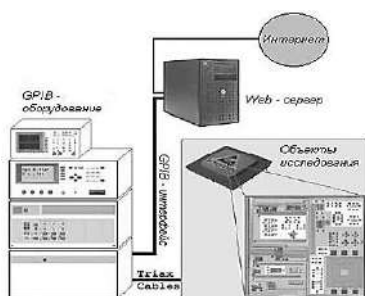


Рис. 2. Структура ДЛ Lab-on-Web

На рис. 3 представлена функциональная схема, отражающая принцип построения систем AIM-Lab и Lab-on-Web. Для обеих версий ДЛ предусмотрена возможность реализации пользовательского интерфейса посредством отдельного клиентского приложения либо в стандартном Интернет-обозревателе.

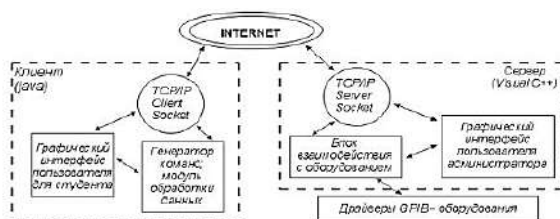


Рис. 3. Функциональная схема ДЛ AIM-Lab и Lab-on-Web

Дистанционные лаборатории со структурой «клиент-сервер»

Ниже представлены две структуры дистанционных лабораторий, построенных в КГТУ им. А.Н. Туполева. Центральным компонентом системы является главный сервер, обеспечивающий доступ к ДЛ. Взаимодействие главного сервера с измерительными средствами ДЛ осуществляется по ЛВС. Отличие приведенных структурных схем заключается в различии средств построения автоматизированной измерительной системы (АИС). В первом варианте (рис. 4) структуры СДУ АИС строится на основе измерительного сервера, оснащенного устройством ввода/вывода аналоговых и цифровых сигналов. Количество лабораторных установок ДЛ определяется в этом случае количеством измерительных каналов устройства ввода/вывода; такая структура называется централизованной. Во втором варианте (рис. 5) структуры СДУ АИС ДЛ строится на основе промышленных контроллеров, имеющих сетевые интерфейсы ЛВС. ПК, входящий в состав ДЛ, служит лишь для задания локальных настроек контроллеров, а также тестирования их работоспособности; такая структура называется распределенной.

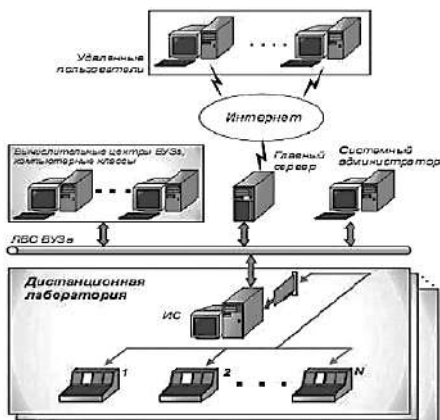


Рис. 4. Централизованная структура ДЛ

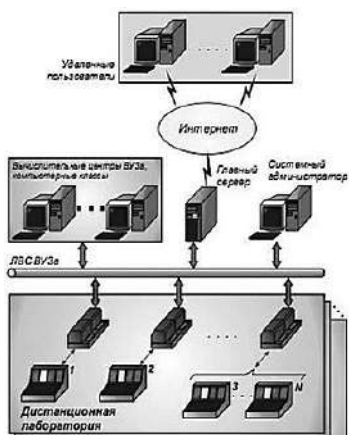


Рис. 5. Распределенная структура ДЛ

Список литературы

1. Зинчик А.А., Колесников Ю.Л., Михновец В.Я., Стафеев С.К., Смирнов А.В., Федотов Д.Н. Создание программных и аппаратных средств автоматизации лабораторных практикумов удаленного доступа // Т.6.-2000.-№ 1. -С.103-113.

УДК 629.423.1

И.О. Кузнецов

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВЛИЯНИЯ НА ТОЧНОСТЬ РЕНТГЕНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО МЕТОДА АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ МНОГОКАНАЛЬНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО СПЕКТРОМЕТРА

Аннотация. В данной статье раскрываются цели количественного элементного анализа веществ. Подробно рассматривается один из наиболее распространенных инструментальных методов (рентгено-флуорисцентная спектроскопия), а также исследуется погрешность вносимая разными типами кристаллов-анализаторов в процесс измерения в зависимости от температуры.

Ключевые слова: элементный анализ, рентгено-флуорисцентный анализ (РФА), спектрометрия, кристалл-анализатор, аппаратурная погрешность, контроль качества

Основные проблемы и решения

Элементный анализ – качественное обнаружение и количественное определение содержания элементов и элементного состава веществ, материалов и раз-

личных объектов. Это могут быть жидкости, твёрдые материалы, газы и воздух. Элементный анализ позволяет ответить на вопрос – из каких атомов (элементов) состоит анализируемое вещество.

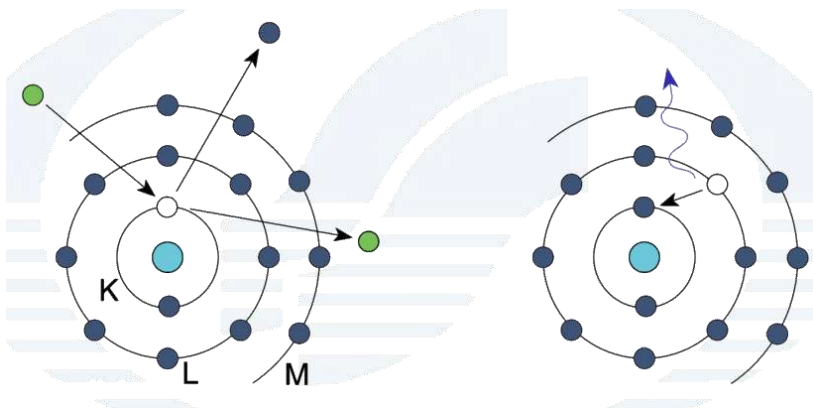
Элементный состав вещества необходимо знать на любом производстве с целью контроля используемого сырья, контроле производства, а также готовой продукции. Чёрная и цветная металлургия, нефтедобыча и нефтепереработка, агропромышленность, геология, горно-добывающая промышленность и многое другое практически невозможно без аналитической лаборатории. Элементный анализ имеет важнейшее значение в аналитической химии.

Количественный элементный анализ основан на измерении физических свойств изучаемых материалов в зависимости от содержания определяемого элемента: интенсивности характерных спектральных линий, значения ядерно-физических или электрохимических характеристик и т.п. Остановимся более подробно на рентгено-флуоресцентном методе количественного анализа.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – один из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью получения его элементного состава. Рентгенофлуоресцентный метод [2] относится к инструментальным методам определения элементного состава и позволяет определять валовые содержания элементов в диапазоне от В до U, безотносительно от формы их нахождения в веществе. Типичный диапазон определяемых содержаний для РФА составляет от $10^{-5}\%$ до 100% [4]. Применение способов концентрирования позволяет, в ряде случаев, понизить предел определения еще на два порядка. Суть метода понятна из его названия – в его основе лежит использование рентгеновского излучения (источником первичного рентгеновского излучения в спектрометрах служит рентгеновская трубка), в результате которого возникает процесс флуоресценции (вторичное рентгеновское излучение в диапазоне длин волн от долей до десятков ангстрем) атомов анализируемого образца.

При взаимодействии первичного рентгеновского излучения с анализируемым веществом возможно два варианта [3] развития событий: либо рассеяние первичных квантов на атомах элементов входящих в анализируемый образец, либо удаление электрона с одной из внутренних атомных оболочек. В случае «выбивания» электрона с электронной оболочки на ней образуется вакансия и атом переходит в возбужденное состояние. Вакансию образовавшуюся в результате облучения атома могут занять электроны с более высоких электронных уровней и избыток энергии образовавшийся при этом перемещении сбрасывается в виде кванта флуоресцентного (характеристического) излучения. На рисунке изображен механизм образования характеристического излучения.

Все линии спектра, появляющиеся при переходах электронов с различных электронных уровней, образуют одну серию линий, которая также обозначается как оболочка начального состояния (K, L, M, N, O, P). Линии K-серии – более высокоэнергичные (коротковолновые) далее в порядке убывания энергии и соответственно в порядке увеличения длины волны расположены L, M, N-серии [5].



Механизм образования флуоресцентного (характеристического) излучения

Вторичное излучение, соответствующее некоторой длине волны, выделяется различными, в зависимости от конструкции спектрометра, способами и регистрируется датчиком прибора. Скорость счёта электрических импульсов датчика (имп/с) пропорциональна потоку квантов (квант/с) рентгеновского излучения, попадающего на датчик, и является аналитическим сигналом спектрометра.

В данное время на предприятиях группы ОАО «ММК» в эксплуатации лабораторий контроля качества, а именно: центральной лаборатории контроля, лаборатории аналитического контроля кислородно-конвертерного цеха, химической лаборатории горно-обогатительного производства находится спектрометр рентгеновский многоканальный СРМ-25/16.

Данный прибор предназначен для анализа дискретных проб материалов рассмотренным выше методом одновременно любых шестнадцати элементов в диапазоне от углерода до урана, исключая азот и инертные газы. Данный спектрометр используется в качестве аналитического прибора обеспечивающего высокую экспрессность и производительность анализа [1].

Спектрометр СРМ-25 является прибором с волновой дисперсией, в данном типе приборов для регистрации вторичного излучения используют детекторы, электрический сигнал которых пропорционален интенсивности характеристического излучения, что позволяет выделить необходимый участок спектра, применяя амплитудную селекцию. Флуоресцентное излучение от образца поступает в шестнадцать спектрометрических каналов, равное числу анализируемых элементов. В каждом канале флуоресцентное излучение с помощью кристалла-анализатора разлагается в спектр.

Предпосылкой к исследованию стало отсутствие сходимости (повторяемости результатов замеров образцов с одинаковой концентрацией элементов) в шести спектрометрических каналах при стабильной работе остальных десяти каналов. В результате диагностики был выявлен циклический характер изменения интенсивности в течение дня, что позволило исключить неисправность большинства функциональных узлов спектрометрической системы. Дальнейший анализ узлов системы выявил наличие температурного градиента в спектрометрическом

объеме, который не учитывался штатной системой терморегулирования спектрометра. Это позволило выявить зависимость погрешности вносимой в измерение за счет изменения температуры от типа кристалла-анализатора (а именно периода кристаллической решетки) используемого в спектрометрическом канале.

Результатами исследования стали: полученная зависимость уровня аппаратурной погрешности вносимой в измерение в результате изменения температуры от периода кристаллической решетки кристалла-анализатора. Исследование позволило модернизировать штатную систему терморегулирования с целью минимизации аппаратурной погрешности и вновь ввести спектрометр в эксплуатацию. Также полученные в результате исследования данные позволяют еще на этапе пусконаладочных работ располагать спектрометрические каналы в камере с учетом специфики кристаллов-анализаторов используемых в них, что позволяет снизить общую аппаратурную погрешность спектрометра.

Список литературы

1. www.nauchpribor.ru/: Официальный сайт компании «Научприбор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nauchpribor.ru/>, свободный.
2. Ревенко А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. // Новосибирск: «Наука», 1994. 264 с..
3. Блохин М.А. Физика рентгеновских лучей. // Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. 456 с.
4. Мазалов Л.Н. Рентгеновские спектры и химическая связь. // Новосибирск: «Наука», 1982. 111 с.
5. Мейер В.А., Ваганов П.А., Пшеничный Г.А. Методы ядерной геофизики. // Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1988. 376 с.

УДК 621.31

Е.Б. Агапитов, А.Н. Шеметов, М.А. Лемешко

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАЛОЙ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация: *Предприятию, которое столкнулось с дефицитом энергии или необходимостью расширения производства, приходится выбирать варианты энергоснабжения: электросети или автономная электростанция. При реконструкции котельных на промышленных предприятиях нужно рассматривать возможность использования их для выработки электроэнергии в структуре локальных сетей предприятия. Анализ опытных пилотных проектов поможет разработать необходимые стандарты и типовые «дорожные карты», определяющие стратегию развития в этой сфере.*

Ключевые слова: *энергоснабжение, электроэнергия, электросети, мини-ТЭЦ, малая энергетика, Smart система.*

Существуют два основных варианта получения электроэнергии. Первый – подключение к общим электросетям в качестве гарантирующего поставщика, который осуществляет продажу электрической энергии конечному потребителю. Эта же схема подходит в случае уже имеющегося подключения к сети, но нехватки электрической мощности. Стоимость электроэнергии при этом будет зависеть от тарифов, а электрическая мощность – от наличия свободного резерва вблизи имеющейся площадки. В конечном итоге, так или иначе, электроэнергия будет отпускаться по счетчику по тарифам для промышленных предприятий, которые в России остаются высокими и увеличиваются каждый год на 10-15%.

Чтобы исключить проблемы электросетевого энергоснабжения можно пойти другим путем решения вопроса электроснабжения предприятия, построив собственный энергоцентр требуемой мощности. За рубежом автономные энергоцентры работают по следующей схеме: мини-ТЭЦ покрывает базовую нагрузку объекта, а пики потребления берутся из внешней электросети. Если же произведенная энергоцентром мощность больше нагрузки собственного потребителя, то излишки электрической энергии по установленному тарифу продаются другим потребителям через внешние сети.

Одновременно стала развиваться новая область применения источников малой и распределенной генерации – проекты Smart (умный) City. Smart – предполагает применение таких технологий как «умная» утилизация отходов, «умное» энергоснабжение, «умная» транспортировка и т.д.

Россия по части развития малой энергетики не остается в стороне от общемировой тенденции, но имеет свои особенности. Малая энергетика развивается, в основном, по инициативе потребителей и без государственных субсидий. Основным генерирующим оборудованием автономных электростанций, как правило, являются микротурбины, газопоршневые или газотурбинные установки. Подавляющее большинство таких электростанций работает на природном газе. Сегодня стоимость строительства энергоцентра от 1 до 10 МВт установленной мощности составляет в среднем от 20 до 90 тыс. рублей за 1 кВт, в зависимости от типа и состава оборудования автономной мини-ТЭЦ, в применяемом решении «под ключ». С учетом незначительных колебаний по регионам себестоимость 1 кВт/часа оценивается на уровне 1 рубля.

Важным аспектом, который может существенно снизить затраты на строительство собственной электростанции, является когенерация, когда возможно вырабатывать вместе с электричеством тепловую энергию. При этом коэффициент использования топлива газового топлива возрастет с 30–45% до 75–90%.

Использование Smart систем позволяет оптимизировать график загрузки станции, который является одним из приоритетных показателей при оценке инвестиций. По оценкам сопоставительных вариантов: если мини-ТЭЦ работает на 70% мощности круглосуточно круглогодично окупаемость оставляет 2,4 года, если же станция работает в сутки 8 часов на 70% нагрузки, а 16 часов на 10% нагрузки – до 5,4 года. Каждый проект автономного энергоснабжения сугубо индивидуален и не существует универсальной формулы, по которой можно выбрать тот или иной тип генерирующего силового оборудования – газопоршневую установку (ГПУ) или газотурбинную (ГТУ).

Возникает необходимость в исследованиях влияния малой генерации на электроэнергетическую систему в нормальных, аварийных и послеаварийных

режимах, определить способы решения научно-технических и организационных проблем подключения к электросетям и эксплуатации установок малой генерации, разработать типовые технические условия и технические требования к таким энергоустановкам.

В России за период 2006-2011 гг. объем электроэнергии, вырабатываемой на объектах распределенной генерации, увеличился более, чем на 30% – в основном, за счет генерирующих мощностей, построенных промышленными предприятиями.

При определении технических условий на подключение, в первую очередь следует анализировать пропускную способность и ресурс имеющегося сетевого оборудования. Так параметры коммутационных аппаратов, установленных на распределительных подстанциях, могут быть не рассчитаны на протекание возросших токов короткого замыкания. Как следствие, вместо локализации повреждения происходит развитие аварии.

При работе объектов распределенной генерации в аварийных режимах могут возникнуть проблемы с их динамической устойчивостью. Высокая чувствительность маломощных локальных генераторов к динамическим изменениям нагрузки затрудняет их автономную работу и снижает общую надежность электроснабжения. Опасность развития аварий особенно «критична» для крупных предприятий.

Существующие системы релейной защиты и автоматики (РЗА) в большинстве случаев рассчитаны на одностороннее питание, а подключение распределенной генерации требует изменения принципов построения, уставок и даже самой элементной базы этих устройств. Кроме того, заводские настройки типовых блоков РЗА генераторов малой мощности не согласуются с параметрами релейной защиты сложных распределительных сетей, вследствие чего не обеспечивается ее требуемая чувствительность и селективность.

Не все однозначно и с обеспечением качества электроснабжения в нормальных режимах работы. С одной стороны, локальные генераторы позволяют поддерживать необходимый уровень напряжения удаленных потребителей в тех узлах энергосистемы, где исчерпаны возможности РПН трансформаторов. С другой – в распределенной энергетике сами потребители переходят в статус «активных» участников процесса производства электроэнергии и регулирования режима электрической сети. Это требует разработки и внедрения новых подходов, методик и технических средств децентрализованного управления энергосистемой, принципиально отличных от принятого на сегодняшний день встречного регулирования, при котором напряжение в центрах питания повышается при росте нагрузок и понижается при их снижении в соответствии с заданными уставками. Для потребителя оба эти режима невыгодны, поэтому собственные генераторы управляются не по критерию максимальной пропускной способности питающей сети, а исходя из условий обеспечения допустимого напряжения и минимальных потерь в собственных распределительных сетях.

В отечественной и мировой практике принято регулировать генераторы, работающие общей сети, на постоянство выдачи мощности, а автономно работающие – на постоянство частоты. Переход от сетевого режима к автономному должен идентифицироваться соответствующей системой автоматического управления, например – по состоянию выключателей. Если же после отделения от сети регулятор будет по-прежнему пытаться восстановить исходную мощность за счет изменения подачи топ-

лива, это приведет к более глубоким отклонениям частоты вплоть до полной остановки генератора и перерыва электроснабжения потребителей.

Таким образом, наличие локальных генераторов в сети внутреннего электроснабжения промышленного предприятия оказывает двоякое влияние на его работу: снижает провалы напряжения (например, в режиме удаленно короткого замыкания), но создает предпосылки для выхода на раздельную работу и ограничение мощности нагрузок. Как следствие – такое, на первый взгляд, «малозатратное» присоединение малой генерации к существующим сетям централизованного энергоснабжения вызывает необходимость значительной и дорогостоящей реконструкции подстанций, автоматики, релейной защиты и систем оперативного диспетчерского управления.

Список литературы

1. Математическое обеспечение программного модуля Grid-системы оценки эффективности работы электростанций на металлургическом предприятии / Агапитов Е.Б., Каблукова М.С., Михайловский В.Н., Агапитов А.Е. // Электротехнические системы и комплексы. – 2015. – № 4(29). – С. 25 – 30.
2. Управление энергопотреблением и энергосбережение. Теория и практика: монография / Никифоров Г.В., Олейников В.К., Заславец Б.И., Шеметов А.Н. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 422 с.
3. Ерошенко С.А., Карпенко А.А., Кокин С.Е., Паздерин А.В. Научные проблемы распределенной генерации // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2010. – №11-12. – С.126-133.

УДК 662.741.355:662.994

И.С. Гордеева, С.В. Картавцев

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ПРОЦЕСС СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА

Аннотация. *Задачей работы является исследование действующего процесса сухого тушения кокса. Разработка нового процесса сухого тушения кокса. Проведение анализа нового процесса сухого тушения кокса. Также рассмотрен вариант использования, образующегося в значительных количествах, монооксида углерода.*

Ключевые слова: кокс, сухое тушение кокса, энергоэффективность, известняк.

Мировое производство кокса составляет порядка 986 млн. тонн. в год. Кокс используется в доменном и агломерационных производствах [1].

Теплота раскаленного кокса является ценным энергетическим ресурсом. Сухое тушение кокса является энергосберегающей технологией, позволяющей эффективно использовать теплоту раскаленного кокса.

В процессе сухого тушения, кокс охлаждается от 1150–1100 °С до 200 °С, в результате чего отводится порядка 51 кг.у.т. с каждой тонны кокса.

Охлаждение кокса в действующем процессе производства ведется противоточным продуванием через кокс инертных газов, которые циркулируют по замкнутому контуру в установке сухого тушения кокса (УСТК). Для этого применяется циркуляционный газ, содержащий 75-80% азота. Газы при этом нагреваются от 160 до 800 °С, и их теплота используется для выработки пара в котле-утилизаторе (КУ) параметров 4 МПа, 350 °С.

Для этого был произведен термодинамический анализ действующего процесса сухого тушения кокса и определено, что при охлаждении кокса с 1200 до 200 °С возможно выработать 0,435 тонн пара параметров 4 МПа, 350 °С

В связи с этим поставлена задача – повышение эффективности использования отводимой теплоты в процессе сухого тушения кокса. Достичь ее возможно при минимизации разности температур между греющим теплоносителем и нагреваемыми потоками веществ.

Это, в свою очередь, приводит к высвобождению новой высокотемпературной области, в которой возможно обрабатывать сыпучие материалы.

В качестве такого материала предлагается использовать известняк, потому как тепловая обработка данного материала позволяет произвести процессы нагрева и декарбонизации известняка [2].

Таким образом, это приводит к разделению установки сухого тушения кокса на две температурные области.

Расчетами установлено, что в высокотемпературной зоне при охлаждении 1 т кокса с 1200 до 850 °С в УСТК возможно засыпать 188 кг известняка и на выходе из установки получить известь в количестве 105 кг/т кокса, а также получить 0,278 т пара с параметрами 4 МПа и 350 °С. При обжиге известняка в высокотемпературной области можно получить новую продукцию – известь с энергоемкостью 222 кг у.т/т.

В результате реакции взаимодействия углерода кокса с известняком образуется значительное количество CO_2 , который довосстанавливается до CO . Так, при охлаждении 1 тонны кокса выделяется порядка 84 м³ монооксида углерода. Предлагается направлять CO в газопровод коксового или доменного газа. Добавление монооксида углерода к коксовому или доменному газу позволяет получить новое распределение топливных характеристик смесей газов.

Список литературы

1. Рудыка В.И., Малина В.П. Коксовое производство в нынешних реалиях (Аналитический обзор материалов саммита «Европейский кокс, 2013). – Кокс и химия, 2013 , №6, С.56-59.
2. Теплофизические свойства топлив и шихтовых материалов черной металлургии: Справочник / В.М. Бабошин, Е.А. Кричевцов, В.М. Абзалов, Я.М. Щелоков. – М.: Металлургия, 1982.

ЗАДАЧА О МИНИМИЗАЦИИ ОБЪЕМА ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ КОМПЬЮТЕРА

Аннотация. Оперативная память компьютера является важнейшей частью его работы. В данной статье будет рассмотрена задача минимизации данного вида памяти, решение которой приводит к увеличению быстродействия компьютера.

Ключевые слова: оперативная память, класс эквивалентности, операнд, оператор.

Рассмотрим задачу минимизации объема оперативной памяти компьютера, которая была поставлена известными отечественными учеными А.П. Ершовым и Г.И. Кожухиным.

Пусть необходимо провести адресацию операндов при реализации программы, представленной в виде графа $G = \langle V, (U, a_k) \rangle$ (рис. 1), в котором каждая вершина v_i взаимно однозначно соответствует оператору O и дуга взвешена операндом a_k [1].

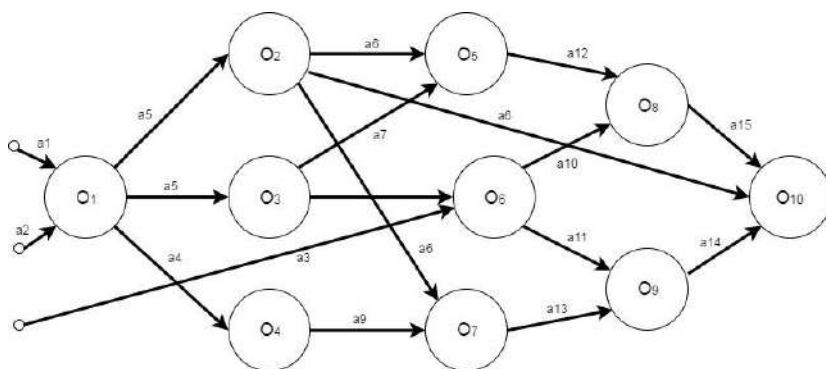


Рис. 1. Исходный граф

Для решения задачи будем пользоваться следующими определениями:

- Классом эквивалентности $K(m_a)$ элемента m_a называется множество всех элементов m_i , каждый из которых находится с этим элементом в отношении эквивалентности.
- Отношение R на множестве m называется отношением эквивалентности, если оно рефлексивно, симметрично и транзитивно.

Два различных класса эквивалентности не могут пересекаться, т.к. иначе они бы совпали. Таким образом, классы эквивалентности образуют разбиение множества. Тестом распознавания отношения эквивалентности, заданного матрицей смежности, может быть приведение с помощью перестановок столбцов

(строк) матрицы смежности к виду, где около главной диагонали расположены подматрицы, состоящие из единиц [1]. Каждая из этих подматриц будет являться классом эквивалентности.

Два операнда не могут быть размещены в одной и той же физической ячейке, если времена их жизни пересекаются (по рисунку 1 можно отследить время жизни каждого операнда). И согласно временам жизни операндов получаем следующую матрицу. 0 – на пересечении, если времена жизни пересекаются и 1 в ином случае (рис. 2).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
11	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
13	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Рис. 2. Матрица «времен жизни»

С помощью языка программирования С++ была разработана программа, которая строит классы эквивалентности, переставляя столбцы и строки, результат работы для наших изначальных условий представлен на рис. 3. Данное разбиение не является единственно возможным.

Имеем единичную диагональную конструкцию.

В рассматриваемом примере, при полном переборе возможно 16! (факториал) подобных матрицы (по числу перестановок 16 элементов).

Получено пять классов эквивалентности:

$K_1 = \{a_1, a_4, a_6, a_{16}\}$, $K_2 = \{a_5, a_7, a_{10}, a_{14}, a_2\}$, $K_3 = \{a_3, a_{15}, a_{11}\}$, $K_4 = \{a_{13}, a_8\}$, $K_5 = \{a_{12}, a_9\}$.

Операнды одного и того же класса эквивалентности имеют один и тот же адрес и размещаются в одной и той же физической ячейке. Вместо 16 используем 5 ячеек, получаем трехкратное уменьшение объема памяти компьютера.

Объем памяти равный 5 является минимальным, потому что времена жизни операндов 3,6,7,8 и 9 пересекаются.

Рассмотренный нами граф обычно называют схемой программы, если рассматриваются преобразования операторов или схемой потока данных при рассмотрении операндов данных.

Данную задачу можно сформулировать в терминах оперативно-календарного планирования при расчете количества параллельных агрегатов (станков) для выполнения комплекса работ.

	1	4	6	16	5	7	10	14	2	3	15	11	13	8	12	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
10	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
14	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
15	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
13	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
8	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
12	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
9	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1

Рис. 3. Разбиение матрицы на классы эквивалентности

Полученные результаты можно использовать при распараллеливании вычислительных процессов.

Список литературы

1. Горбатов В.А., Горбатов А.В., Горбатов М.В. Дискретная математика // Учебник для студентов вузов. – М.: АСТ-Астрель, 2003. – с. 27–31.

УДК 004.4:371.322

О.С. Логунова, Е.А. Ильина, А.С. Иванов, Н.А. Дьяконов

ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ В ЭЛЕКТРОННОМ ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Аннотация. Целью исследования является повышение информации об обучающемся в электронном портфолио. Для достижения цели обоснован перечень требования к графической информации и этапы предварительной обработки изображения лица человека. Обоснован выбор методов обработки изображения на основе алгоритма Виолы-Джонса и фильтра Лапласа. Определены инструментальные средства реализации выбранных методов с помощью библиотеки программных средств OpenCV. Продемонстрированы первые результаты обработки изображения лица человека.

Ключевые слова: фотография, компьютерное зрение, OpenCV, автоматизация.

Введение

В настоящее время широкое распространение находит применение графической информации как в промышленной [1, 2] так и в социальной сферах. Не смотря на решение узкоспециализированных задач с использованием графической информации в системах управления [3, 4] методы работы с изображениями остаются универсальными [5, 6]. Одной из задач использования графической информации является распознавание лица человека и его элементов по фотографии. Фотография человека, в частности, обучающегося является частью информационного обеспечения рецензируемого портфолио. В личный кабинет портфолио обучающегося выполняется загрузка фотографии, которая должна подвергаться сегментации и распознаванию частей лица человека. Система идентификации лиц на фотографии позволяет исключить информацию, не дающую исчерпывающего представления о человеке.

Оценка требований к графической информации

Анализ сервисов по эксплуатации портфолио, показал, что ни одна из систем формирования портфолио не выполняет проверку фотографий на достоверность представленной фотографии и, в частности, на узнаваемость лица человека. При построении портфолио обучающегося в «МГТУ им. Г.И. Носова» положены требования к фотографии в паспорте РФ [7]. Анализ этих требований позволил сформулировать свойства, которым должна удовлетворять фотографии для портфолио обучающегося. Классификация свойств изображения на фотографии в портфолио представлена на рис. 1.



Рис. 1. Требования к фотографии в электронном портфолио

Результаты тестовой эксплуатации алгоритмов обработки изображения

Исходное изображение, загружаемое в портфолио, проходит предварительную обработку, которая включает процедуры:

- 1) проверка размера входящего изображения, которое должно составлять не менее чем 512x512 пикселей;
- 2) изменение размера изображения до 512x512 пикселей с сохранением соотношения сторон;
- 3) заполнение всего свободного пространства черным цветом.

Уменьшение размера изображения позволит рассматриваемым алгоритмам работать быстрее без потерь точности [8]. Для нахождения объектов, соответствующих заданным объектам на изображении, существует множество методов, но один из самых популярных – это алгоритм Виолы-Джонса [9], который позво-

ляет идентифицировать элементы совпадения по множеству прямоугольных признаков, предварительно полученных из большого количества примеров. Алгоритм не всегда достоверно выполняет анализ изображения. В результате ложных срабатываний выделяются ложные объекты или теряются существующие. Уровень достоверности идентификации определяется объемом обучающей выборки. Алгоритм Виолы-Джонса позволяет с высокой точностью идентифицировать на изображении лица человека глаза.

Библиотека компьютерного зрения с открытым кодом OpenCV содержит классификатор Виолы-Джонса для лиц и для глаз человека [10]. Результаты применения работы классификатора Виолы-Джонса представлены на рис. 2.

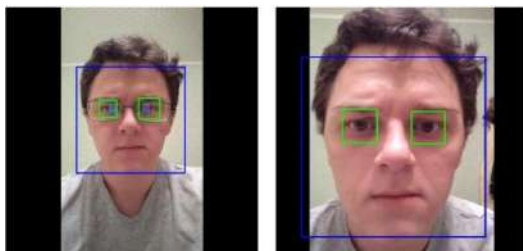


Рис. 2. Пример работы классификатора Виолы-Джонса для идентификации глаз и лица человека

Для оценки четкости изображения использовалось значение дисперсии свертки изображения с фильтром Лапласа:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Чем больше значение дисперсии, тем выше четкость изображения. Наличие порога для дисперсии позволяет классифицировать изображения на четкие и размытые.

В составе библиотеки OpenCV представлены функции, которые реализуют фильтр Лапласа к изображению и определение среднеквадратического отклонения для нахождения дисперсии.

Заключение

1. В результате анализа систем, использующих фотографию человека, определены требования к фотографии обучающегося для размещения в личном кабинете электронного портфолио на образовательном портале университета.

2. В качестве средств программной реализации сегментации фотографии обучающегося выбраны алгоритмы Виолы-Джонса и фильтр Лапласа, которые являются составной частью программной библиотеки с открытым кодом OpenCV.

3. Для тестирования работы выбранных алгоритмов реализован программный код на языке Python с использованием процедур и функций библиотеки OpenCV. Тестовая эксплуатация показала высокую точность распознавания лица

человека и глаз на фоне лица, что делает возможным развитие этих алгоритмов и построение обучающей выборки с выбранными требованиями.

Список литературы

1. Павлов В.В., Мацко И.И., Логунова О.С. Перспективные направления использования теории распознавания изображений в металлургической промышленности // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2011. № 1-2. С. 161-165.
2. Logunova O.S., Matsko I.I., Posochov I.A. Integrated system structure of intelligent management support of multistage metallurgical processes // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 5 (45). С. 50-55.
3. Логунова О.С., Нуров Х.Х., Павлов В.В., Суспицын В.Г. Организация автоматизированного рабочего места для оценки качества макроструктуры непрерывнолитых сортовых заготовок // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 3. С. 51-55.
4. Posokhov I.A., Logunova O.S., Mikov A.Yu. Method and algorithms for cascade classification of sulfur print images of billet transverse templates // Journal of Computational and Engineering Mathematics. 2016. Т. 3. № 4. С. 11-40.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.– М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
6. Посохов И.А., Логунова О.С. Технология обработки изображений заготовок на основе операций морфологического анализа // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2011. № 1-2. С. 191-196.
7. Госуслуги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gosuslugi.ru>
8. Иванов А.С., Н.А. Дьяконов. Об идентификации лица на фотографии портфолио студента // Ab ovo ... (С самого начала ...). 2016. Т. 4. №2. С. 51-52.
9. Viola P., Jones M. Robust real-time face detection // International Journal of Computer Vision. 2004. № 57. С. 137-154.
10. OpenCV library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opencv.org/>
11. Колокольников В.М. Новые тренды в развитии технического образования // Аккредитация в образовании. 2011. №7(51). С. 52-54.

УДК 519.816

Д.Я. Арефьева, О.С. Логунова, Е.А. Ильина

СТРУКТУРА ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ЛОЖНОСТИ ПУБЛИКАЦИОННЫХ КОЛЛАБОРАЦИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются проблема о представлении информационной структуре публикационных коллабораций, визуальном ее представлении и принятии решении об истинности или ложности коллаборации.

Изучение информации о взаимодействии автором в период оформления результатов научной деятельности в виде научной публикации позволило определить ее представления в виде графа. Граф для представления публикационной коллаборации является ориентированным мультипсевдографом, информация о структуре которого хранится в виде матрицы смежности. Структурирование информации о публикационной коллаборации позволило определить признаки ложной коллаборации и формализовать принятие решений на основе структурированной лингвистической переменной и построить функции принадлежности для принятия решений.

Ключевые слова: публикационная активность, коллаборация, граф, структурированная лингвистическая переменная, нечеткое множество.

Введение

В современных вузах для оценки научно-исследовательской деятельности работников используют показатели публикационной активности (ППА): количество публикаций, индекс Хирша, количество цитирований, импакт-фактора журналов и т.д. В работах [1-3] приведены результаты исследования ППА профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (МГТУ) за время эксплуатации рейтинговой оценки труда. Расширение набора показателей рейтинговой системы в области публикационной активности и усложнение методик их расчета привело к созданию программного модуля, для которого требуется выбор вида и разработка информационной структуры для хранения информации о научных публикационных коллаборациях [4].

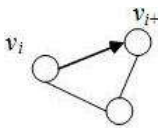
В пределах данной статьи, под публикационной коллаборацией принято понимать взаимодействие двух и более научно-педагогических работников (НПР), которые являются авторами общего научного исследования.

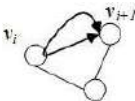
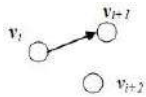
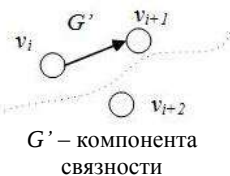
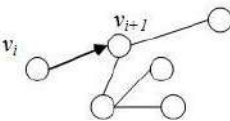
Виды графов и их связь с публикационными коллаборациями

Теория графов предлагает основное определение: графом G называется пара $G = \{V, E\}$, где V – множество вершин, E – множество ребер (отрезков), соединяющих вершины графа. Если ребро e соединяет две вершины v_1 и v_2 , то их обозначают парой (v_1, v_2) .

Выбрав в качестве множества V совокупность авторов научных публикаций и в качестве признака сотрудничества между авторами наличие цитирующих ссылок, получим граф согласно представленному выше определению. В теории графов вводится классификация графов в зависимости от количеств и видов ребер между двумя вершинами. В таблице приведено сопоставление видов графов и свойства ссылок между авторами коллаборации для определения вида графа для описания взаимодействия между авторами научной публикации.

Сопоставление видов графов и свойства ссылок между авторами коллаборации

№	Вид графа	Графическое отображение	Свойство публикационной коллаборации
1	Графом с направленными ребрами называется <i>ориентированным</i> или <i>орграфом</i> [5, 6]		Для ссылок вводим направление: автор рассматриваемой статьи – начало ребра, автор цитируемой статьи – конец ребра.

№	Вид графа	Графическое отображение	Свойство публикационной коллаборации
2	Граф, имеющий ребра, которые соединяют вершину саму с собой, называется <i>псевдографом</i> [5, 6]		Вершина имеет соединение сама с собой, если имеется самоцитирование.
3	Граф, имеющий несколько ребер между двумя вершинами, называется <i>мультиграфом</i> [5, 6]		Авторами одной статьи допускается несколько цитирований на работы другого автора.
4	Граф, содержащий ровно одну компоненту связности, называется <i>связным</i> [5, 6]		В граф входят все авторы рассматриваемой группы и между ними не обязательно могут быть цитирования.
5	<i>Компонента связности графа</i> – некоторое множество вершин графа такое, что для любых двух вершин из этого множества существует путь из одной в другую [5, 6]		
6	<i>Дерево</i> – это граф, обладающий свойствами связности и ацикличности [5, 6]		Не все авторы, представленные во множестве вершин, имеют цитирование и могут возникать циклы при цитировании работ разных авторов.

Согласно информации, представленной в таблице, можно сделать вывод о том, что публикационная коллаборация представима в виде графа G , который является орграфом, мультиграфом и псевдографом. Получаемый граф не является деревом, так как в нем существуют компоненты связности. Информация о графах хранится в виде матрицы смежности вершин, обладающая свойствами: матрица является квадратной и несимметричной; на главной диагонали элементы матрицы отличны от нуля. Каждый элемент матрицы представляет структуру, содержащую 2 элемента: поле кратности ребра; одномерный массив, каждый элемент которого структурирован. На основе элементов этого массива определяются истинность признаков ложных коллабораций, приведенных в работе [7, с. 258]. Среди признаков ложности публикационной коллаборации наиболее важными являются: количество соавторов, количество публикаций выполненных в единоавторстве; количество кодов ГРНТИ, по которым опубликованы статьи автора; значение импакт-фактора журнала [8].

Структура лингвистической переменной и функция принадлежности

Чтобы определить является ли коллаборация ложной, введем сложноструктурированную лингвистическую переменную «Collaboration» и термы (рис. 1).



Рис. 1. Структура лингвистической переменной «Collaboration»

На рис. 1 введены обозначения: G – количество кодов ГРНТИ, M – количество соавторов статьи, IF – значение импакт-фактора журнала, $First$ – количество работ, в которых выбранный автор указан на первом месте в списке соавторов, $United$ – количество статей, подготовленных в единоавторстве.

Каждой компоненте сопоставлена базовая переменная и построена функция принадлежности. На рис. 2 приведена функция принадлежности одной из компонент лингвистической переменной – количество соавторов (M).

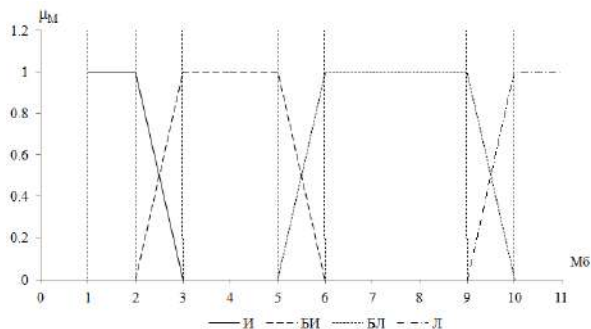


Рис. 2. Вид функции принадлежности для лингвистической переменной количество соавторов

На рис. 2 введены обозначения: μ_M – значение функции принадлежности для компоненты M ; M_6 – базовая численная переменная, которая соответствует

лингвистической М; И – истинная коллаборация; БИ – коллаборация близка к истинной; БЛ – коллаборация близка к ложной; Л – ложная коллаборация.

Заключение

1. Научно обосновано представление информационной структуры публикационных коллабораций в виде графа, в котором вершины графа – множество авторов научных публикаций, ребра – наличие цитирований публикаций.

2. Обосновано, что граф научной публикационной коллаборации является псевдомультиторграфом. Для гранения коллаборационного графа определена матрица смежности, которая является квадратной несимметричной с ненулевыми диагональными элементами.

3. Экспертная оценка выбранных лингвистических переменных и терм позволила определить виз функции принадлежности каждой термы.

Список литературы

1. Логунова О.С., Леднов А.В., Королева В.В. Результаты анализа публикационной активности профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова / Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. № 3 (47). С. 78-87.

2. Логунова О.С., Егорова Л.Г., Королева В.В. Динамика показателей публикационной активности профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова / Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. №3. С. 101-112.

3. Логунова О.С. Управление деятельностью профессорско-преподавательского состава: моделирование и прогнозирование показателей рейтинговой системы / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, В.В. Королева, А.У. Ахметова // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 3. – С. 1–3.

4. Логунова О.С., Ильин Е.А., Арефьева Д.Я. Научные коллаборации с точки зрения теории графов // Социально-экономические и правовые системы: Современное видение: материалы. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017. С. 219-223.

5. Харари Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М.: Мир. – 1973. – 300с.

6. Оре О. Теория графов / О. Оре. – М.: Наука. – 1980. – 336с.

7. Логунова О.С., Ильина Е.А., Арефьева Д.Я. Результаты анализа публикационных коллабораций и синтез информационных структур // Школа-семинар молодых ученых и специалистов в области компьютерной интеграции производства: материалы. Оренбург: Изд-во Оренбург. гос. ун-та, 2016. С. 257-261.

8. Логунова О.С., Ильина Е.А., Арефьева Д.Я. Информационная структура публикационных коллабораций // Информатика, управління та штучний інтелект: матеріали. Харьков: Изд-во нац. техн. ун-та «Харьковский политехнический институт», 2016. С. 50.

9. Колокольцев В.М. Новые тренды в развитии технического образования // Аккредитация в образовании. 2011. №7(51). С. 52-54.

Ю.А. Калугин, Ю.С. Зеленова, Р.Г. Мугалимов

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В СИММЕТРИЧНЫХ И НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Аннотация. В статье предлагается вариант моделирования магнитного поля трехфазного асинхронного двигателя с целью формирования признаков неисправностей электрической машины. Моделирование магнитного поля осуществляется по токам статора, ротора и ветви намагничивания. Токи вычисляются по известным методам расчета электрических цепей. Задача решается на языке программирования Python 3, визуализация вращающегося поля осуществляется с помощью библиотеки Plotly.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, магнитное поле, электрический ток, режимы работы, нормальные и аварийные режимы, признаки режимов.

Расчет и моделирование магнитного поля в функции времени асинхронных машин является трудоемкой задачей. Так как приходится учитывать их зависимость от сил фазных токов, зависящих от нагрузки, параметров обмоток двигателя и параметров источника питания. Известны методы моделирования магнитного поля асинхронных двигателей (АД) [1-3]. Однако эти методы применимы на этапе проектирования новой электрической машины и не применимы для исследования магнитного поля АД на этапе эксплуатации, в частности при коротких замыканиях в обмотке статора, обрыве стержней короткозамкнутого ротора, витковых замыканий в фазах обмотки статора или ротора, т.е. в несимметричных и аварийных режимах работы электрической машины. Исследование несимметричных и аварийных режимов АД методом моделирования необходимо для формирования признаков несимметрии. По полученным признакам и реальным осциллограммам потребляемых токов можно диагностировать возможные неисправности в АД.

В данной работе поставлена задача: смоделировать вращающееся магнитное поле трехфазного асинхронного двигателя с учетом несимметрии источника питания, коротких замыканий в фазах обмотки статора, с учетом обрывов стержней короткозамкнутого ротора, витковых замыканий в фазах ротора, а также состояния магнитной системы электрической машины. При решении задачи приняты допущения: не учитываются активные и индуктивные сопротивления питающих кабелей; нелинейность магнитной системы АД; воздушный зазор между статором и ротором постоянный. При моделировании несимметричных режимов работы АД задаются коэффициентами несимметрии k_e , k_Θ , k_f , k_x , k_d .

Поставленная задача решается методом математического моделирования на языке программирования Python 3, визуализация вращающегося поля осуществляется с помощью библиотеки Plotly.

Трехфазный АД моделируется по электрической схеме рис. 1.

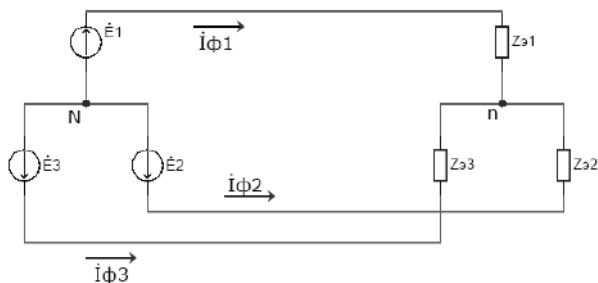


Рис. 1. Схема трехфазного асинхронного двигателя

$$I_{\phi i} = \frac{E_{\phi i} - U_{Nn}}{Z_{\phi i}}; E_{\phi i} = k_{Ei} \cdot E_{\phi i} \cdot e^{j \cdot k_{\phi i} \cdot \phi_i};$$

$$U_{Nn} = \frac{E_{\phi 1}/Z_{\phi 1} + E_{\phi 2}/Z_{\phi 2} + E_{\phi 3}/Z_{\phi 3}}{1/Z_{\phi 1} + 1/Z_{\phi 2} + 1/Z_{\phi 3}}.$$

Моделируется Т-образная электрическая схема замещения АД, рис. 2.

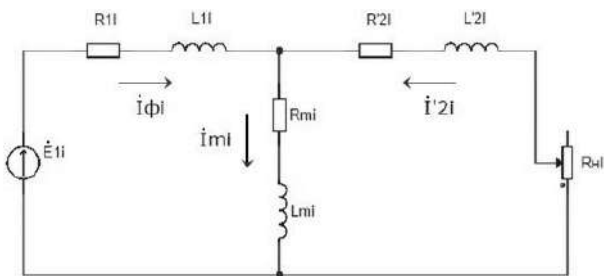


Рис. 2. Электрическая Т-образная схема замещения одной фазы АД

Вращающееся магнитное поле трехфазного АД формируется из токов обмотки статора $I_{\phi i}$, ветви намагничивания I_{mi} , ротора I'_{2i} . Величины токов в ветвях, рис. 2 вычисляются по следующим соотношениям:

$$I_{\phi i} = \frac{k_{Ei} E_{\phi i} - U_{Nn}}{Z_{\phi i}}; I_{mi} = \frac{U_{mi}}{Z_{mi}}; I'_{2i} = \frac{U_{mi}}{Z'_{2i}},$$

где $U_{mi} = ([k_{Ei} \cdot E_{\phi i} - U_{Nn}] - I_{\phi i} \cdot Z_{1i})$.

$$Z_{\phi i} = Z_{1i} + \frac{Z_{mi} \cdot Z'_{2i}}{Z_{mi} + Z'_{2i}}; R_{ni} = R'_{2i} \frac{1}{s_i} - 1;$$

$$Z_{1i} = k_{\theta i} R_{1i} + j k_{X_i} X_{1i}; Z'_{2i} = k_{\theta i} k_d R'_{2i} + R_{ni} + j k_{X_i} X_{2i};$$

$$Z_{mi} = k_{\theta i} R_{mi} + j k_{X_i} X_m.$$

Моделирование выполняется путем изменения коэффициентов моделирования: k_E – коэффициент изменения модуля ЭДС, k_θ – коэффициент изменения активного сопротивления от температуры, k_f – коэффициент изменения частоты, k_x – коэффициент изменения реактивного сопротивления, k_d – коэффициент изменения роторной цепи.

В качестве примера, на рис. 3 представлены вращающиеся магнитные поля АД: а) – симметричный режим работы, б) – несимметричный (обрыв фазы 3).

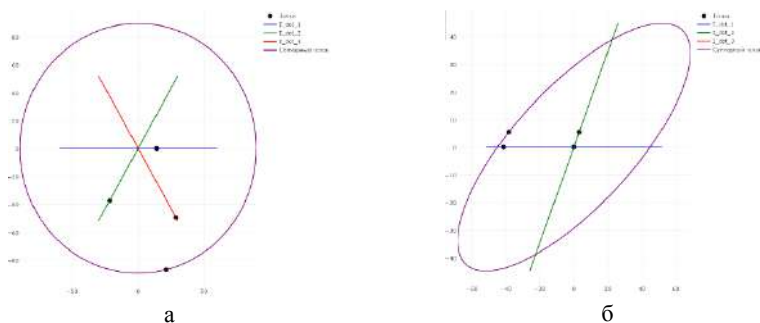


Рис. 3. Вращающиеся магнитные поля АД

Выводы

1. Результаты моделирования и исследования аварийных режимов работы АД показывают, что каждому признаку несимметричного режима соответствует определенная форма вращающегося магнитного поля.

2. Результаты работы рекомендуются специалистам по эксплуатации АД с целью выявления развития аварийных ситуаций.

Список литературы

1. Домбровский В. В. Справочное пособие по расчету электромагнитного поля в электрических машинах. Л.: Энергоатомиздат, 1983. 256 с.
2. Татур Т. А. Основы теории электромагнитного поля. Справочное пособие для электротехн. спец. вузов. М.: Высш. шк. 1989. 271 с.
3. Мугалимов Р. Г., Гуркин М. А., Программа для исследования рабочих и механических характеристик асинхронных двигателей с индивидуальной компенсацией реактивной мощности при работе в симметричных и несимметричных режимах. Свидетельство о гос. рег. программ для ЭВМ РФ № 2009614813; правообладатель ГОУ ВО «МГТУ»; 2009613741, заявл. 14.07.2009; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 04.09.2009.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НЕЙТРАЛИ 6-10 КВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОЙ ПОДСТАНЦИИ №99 Г. МАГНИТОГОРСКА

Аннотация. В статье рассмотрены режимы работы нейтрали городской подстанции №99 г. Магнитогорска. Произведена оценка токов замыкания на землю при использовании трех типов нейтрали: изолированной, резистивной и компенсированной. Также изучено влияние резистивной нейтрали на величины перенапряжений на отходящих кабельных линиях 10 кВ. Исследование проводилось с применением программного пакета Matlab/Simulink.

Ключевые слова: изолированная нейтраль, резистивная нейтраль, компенсированная нейтраль, дуговые замыкания, перенапряжения.

В электрических сетях напряжением 6–35 кВ одним из важнейших параметров работы является режим работы нейтрали (РРН). Заданный РРН определяет уровень перенапряжения, величину тока замыкания на землю, влияет на бесперебойность электроснабжения, а также на построение схем релейной защиты от замыканий на землю. Согласно п.1.2.16 [1] в сетях 6–35 кВ предусматриваются три режима заземления: изолированный, резистивный и режим с использованием дугогасящего реактора.

При выборе РРН должны учитываться предельные токи замыкания на землю [1] и уровень перенапряжений. Также принимают во внимание капитальные затраты на организацию РРН (наименьшие затраты приходятся на сооружение изолированной нейтрали). Выбор оптимального РРН с учетом вышеперечисленных условий является весьма сложной задачей, так как обычно улучшение одного из показателей обычно сопровождается ухудшением другого.

Городская подстанция (ПС) №99 города Магнитогорска (рис. 1) относится к установкам с большими токами замыкания на землю I_z . На данном объекте для компенсации токов I_z однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) кабелей отходящих фидеров 10 кВ используют компенсирующие реакторы. Катушки реакторов включены через разьединитель в нулевые точки первичных обмоток трансформаторов №3, 4, 5, 6 номинальной мощностью по 1000 кВА.

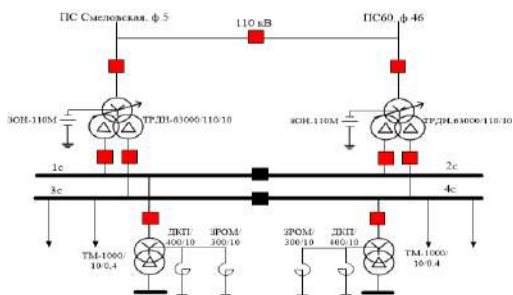


Рис. 1. Принципиальная схема ПС №99

Для исследования различных РПН создана иммитационная модель в программе *Matlab/Simulink* с использованием блоков библиотеки *SimPowerSystems*.

На основе иммитационной модели исследовались три режима работы нейтрали: изолированная, компенсированная с помощью дугогасящего реактора нейтраль и резистивная. На рис. 2, 3 приведены осциллограммы токов и напряжений для случая сети с изолированной нейтралью.

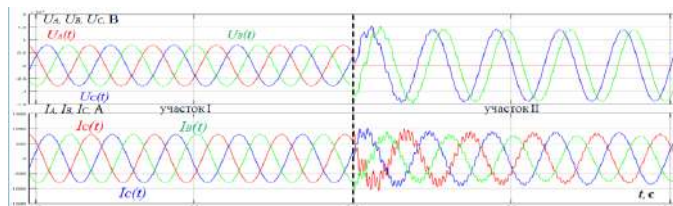


Рис. 2. Осциллограмма фазных напряжений U_A , U_B , U_C и фазных токов I_A , I_B , I_C в нормальном режиме (участок I) и в режиме ОЗЗ (участок II)

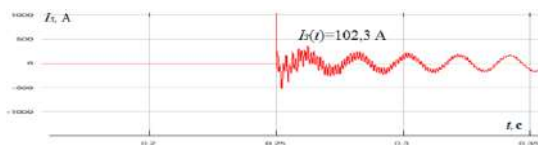


Рис. 3. Осциллограмма тока I_3 фазы А в нормальном режиме (участок I) и в режиме ОЗЗ (участок II)

Участок I соответствует нормальному режиму работы – фазные напряжения равны между собой и ток I_3 равен нулю, затем, в момент времени 0,25 с происходит ОЗЗ фазы А (участок II), при этом фазные напряжения возрастают до линейных, а на замкнутой на землю фазе появляется ток $I_3 = 102,3 A$.

В реальной схеме ПС №99 используются два реактора включенные на параллельную работу. Авторами предложено использование одного реактора плунжерного типа РЗДПОМА мощностью 2000 кВА для ограничения токов I_3 . Как видно из рисунка 4, эти технические решения позволяют значительно снизить величину тока I_3 со 102,3 А до 42,8 А и 42,6 А. В свою очередь, использование одного реактора позволяет осуществить его расстройку в диапазоне от $\pm 5\%$ до $\pm 30\%$. Согласно результатам моделирования наиболее оптимальным режимом является расстройка компенсации до величины $+20\%$. В этом случае достигается максимальное снижение тока I_3 до 28,08 А.

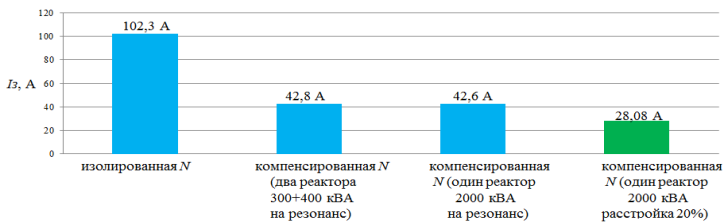


Рис. 4. Уровень тока I_3 при различных PRN

Резистивный PRN возможен в двух исполнениях: с включением низкоомного и высокоомного резистора. Высокоомный резистор ($R \geq X_C$) применяется для снижения уровня перенапряжений при дуговых замыканиях на землю (ДЗЗ), а низкоомный — для создания дополнительного тока, направленного на обеспечение селективной работы релейной защиты [2]. Согласно международному стандарту [3] применение высокоомного резистора ограничивается током в 10 А.

Поскольку токи на рассматриваемой подстанции превышают величину 10А, для исследования резистивной нейтрали была уменьшена длина отходящих кабельных линий с целью снижения величины фазной емкости. Согласно теории Петерсена, погасание дуги происходит при первом прохождении тока через нуль и дуга вновь зажигается через пол периода в момент восстановления напряжения близкому фазному [4]. В имитационной модели данные условия учитываются логическими элементами, а дуга представляется небольшим активным сопротивлением. Осциллограммы перенапряжений при ДЗЗ представлены на рис. 5.

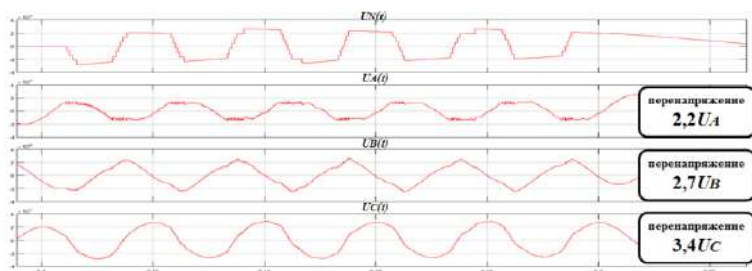


Рис. 5. Фазные перенапряжения сети с резистивной нейтралью при ДЗЗ

Согласно результатам исследований, резистор, включенный в нейтраль трансформатора значительно снижает уровень перенапряжения на поврежденной и неповрежденных фазах. Перенапряжения в сети снизились с $2,5 U_A$, $3,7 U_B$, $5,5 U_C$ (изолированная нейтраль) до 2,2, 2,7, 3,4 соответственно (резистивная нейтраль). Следует отметить, что при использовании резистора происходит увеличение тока I_3 , что является недостатком заземления через резистор.

Список литературы

1. Правила устройства электроустановок. 7-е изд., перераб. и доп. 2003. 176 с.
2. Фишман В.С. Заземление нейтрали // Новости электротехники №6 (84), 2013.
3. Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems // IEE Std 142-2007.
4. Техника высоких напряжений. Учебник для студентов электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов. Под общей ред. Д. В. Резеви́га. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1976.

УДК 621.313

В.А. Шведчиков, А.Р. Мугалимова, Р.Г. Мугалимов

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРАТЕГИИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА ФЛОТАЦИИ «УЧАЛИНСКОГО ГОК»

Аннотация. Для компенсации реактивной мощности участка флотации ГОК была разработана стратегия повышения энергоэффективности предприятия. При исследовании учитывались различные способы компенсации, такие как: применение статических компенсаторов реактивной мощности (КРМ) и применение компенсированных асинхронных двигателей. Рассмотрены стратегии внедрения энергоэффективных асинхронных двигателей с индивидуальной компенсацией реактивной мощности. Показано, что применение энергоэффективных асинхронных двигателей, с экономической точки зрения, являются более выгодным, чем применение КРМ.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, компенсатор реактивной мощности, коэффициент мощности, энергоэффективность.

Повышение энергоэффективности – основная задача современного рынка, достигаемая уменьшением потерь активной мощности за счет компенсации реактивных токов. Основным способом компенсации реактивных токов является: применение КРМ [1]. В работе исследовался вариант компенсации реактивной мощности путем применения асинхронных двигателей с индивидуальной компенсацией реактивной мощности, который сравнивался с традиционным вариантом компенсации реактивной мощности с применением КРМ. Рассматривались два варианта электроприводов промышленного оборудования:

первый вариант – электроприводы на основе ТАД и КРМ;

второй вариант – электроприводы на основе энергоэффективных асинхронных электродвигателей с индивидуальной компенсацией реактивной мощности (ЭАД) [2]. Фрагмент схемы электроснабжения технологического участка представлен на рис.1.

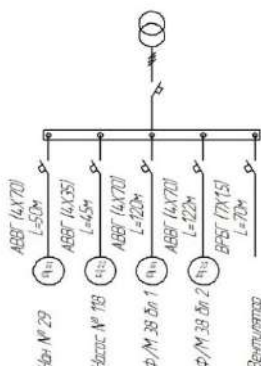


Рис.1. Фрагмент схемы участка флотации

На участках флотации установлены асинхронные электрические двигатели, суммарная мощность которых составляет 7856,250 кВт, при среднем $\cos\varphi = 0,8$. Реактивная мощность, потребляемая технологическим участком составляет 4713,75 кВАр. Рассматривались варианты подключения КРМ: групповая и индивидуальная. Групповая компенсация реактивной мощности подразумевает подключение КРМ к группе электропотребителей, а индивидуальная компенсация – подключение КРМ параллельно к каждому потребителю. Мощности КРМ определяли по общепринятой формуле:

$$Q = K_3 * P_{уст} * tg\varphi_1 - tg\varphi_2, \text{ кВАр.}$$

где K_3 – коэффициент загрузки двигателя; $P_{уст}$ – установленная мощность, кВт.; $tg\varphi_1$ – величина пропорциональная коэффициенту мощности до компенсации; $tg\varphi_2$ – величина пропорциональная коэффициенту мощности после компенсации.

На рис.2, представлена схема группового подключения УКРМ1.

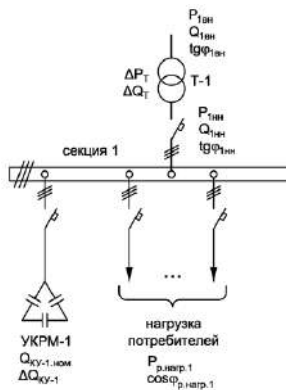


Рис. 2. Схема подключения группового УКРМ

Мощность для группового КРМ: $Q = 0,85 * 7856,25 * 0,7 - 0,3 = 2671,125$ кВАр. Стоимость такого компенсатора реактивной мощности обойдется примерно в 890 т.р., но экономию он даст не ощутимую и срок окупаемости такой установки $\approx 6 \div 8$ лет. Схема подключения КРМ по способу индивидуальной компенсации представлена на рис. 3. Мощность КРМ для индивидуальных потребителей, это в основном двигателя 30кВт, и 45 кВт соответственно составляют:

$$Q = 0,85 * 30 * 0,7 - 0,3 = 10,2 \text{кВАр};$$

$$Q = 0,85 * 45 * 0,7 - 0,3 = 14,76 \text{кВАр}.$$

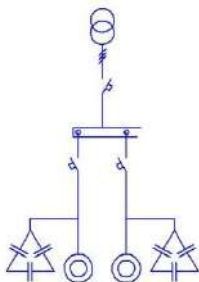


Рис. 3. Схема подключения индивидуального КРМ

Стоимость Компенсатора на 10,2кВАр. составляет 22500 руб. Стоимость на 14,76 кВАр. Составляет 20300 руб. Число двигателей мощностью 30 кВт – 20шт., а мощностью 45 кВт – 30 шт. Суммарная стоимость КРМ для индивидуальной компенсации реактивной мощности составляет $22500 * 20 + 20300 * 30 = 1,059$ млн руб. Срок окупаемости КРМ в данном случае от 4÷6 лет.

Вариант компенсации реактивной мощности применение электроприводов на основе ЭАД: при средней стоимости 1 кВт установленной мощности составляет ≈ 1600 руб. Капитальный ремонт 1 кВт установленной мощности составляет около 60% от стоимости нового т.е. 960 руб. Чтобы модернизировать асинхронный двигатель установленной мощностью 1кВт, при ремонта потребуется 1248 руб. Таким образом на модернизацию двигателя установленной мощностью в 1 кВт потребуется ≈ 288 руб. Для модернизации установленной мощности 7,8 МВт. потребуется 2,26 млн руб. Компенсация реактивной мощности двигателя номинальной мощностью 30 кВт, позволяет экономить ≈ 10500 кВт*ч. в год, что составляет в денежном эквиваленте ≈ 26300 руб. при цене 2,5 руб. 1кВт*ч. Одновременно заменить все традиционные асинхронные двигатели на ЭАД не представляется возможным по технологическим соображениям. По этому рассмотрена стратегия по замене 25% ТАД на ЭАД в год. Часть экономического эффекта полученная в первый год модернизации используется на модернизацию во втором году, экономия полученная во втором году используется на модернизацию ТАД на ЭАД в третий год и т.д. Результаты экономического эффекта от предложенной стратегии компенсации реактивной мощности представлены в таблице.

Время год	Модернизация мощности Р, кВт	Затраты руб.	Экономия в год за счет уменьшения потерь активной мощности в сети 0,4кВ, млн.руб.	Экономический эффект млн.руб./год
1	1964	565632	1,72	1,15
2	3928	565632	3,44	2,87
3	5892	565632	5,15	4,58
4	7856	565632	6,87	6,3
Итого:	7856	2262528	6,87	6,3

Из таблицы видно, что замена 25% оборудования в год, за четыре года позволяет получить экономический эффект в 6,3 млн.руб. при затратах 2,26 млн.руб. Срок окупаемости затрат составляет 0,35 года.

Групповая компенсация реактивной мощности требует затрат, как было показано выше в размере 0,89 млн.руб., однако экономии электрической энергии в электросети напряжением 0,4 кВ не имеется. Индивидуальная компенсация реактивной мощности при той же стратегии внедрения КРМ что и ЭАД требует затрат 1,059 млн.руб.

Индивидуальная компенсация реактивной мощности, как правило, является не управляемой. При коэффициенте загрузки двигателей в пределах 75-85% реактивная мощность КРМ используется не полностью, кроме того, не использованная реактивная мощность КРМ нагружает питающий кабель емкостным реактивным током, что создает дополнительные потери активной мощности. Опыт применения КРМ показывает, что экономический эффект ниже эффекта от применения ЭАД на 30-40%, т.е. около 3,7млн.руб. Срок окупаемости индивидуальной компенсации составляет 0,3года. Сравнение вариантов компенсации реактивной мощности показывает, что применение индивидуальной компенсации и применение ЭАД практически эквивалентно.

Список литературы

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий; учебно-справочное пособие / Б.И. Кудрин. – М.: Теплотехник, 2009. – 698 с: ил.
2. Мугалимов Р.Г. Асинхронные двигатели с индивидуальной компенсацией реактивной мощности и электроприводы на их основе: монография. – Магнитогорск: МГТУ. 2011. 250 с.

А.А. Николаев, В.В. Анохин, И.А. Ложкин, В.С. Ивекеев

РАЗРАБОТКА НОВЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТЬЮ СТАТИЧЕСКОГО ТИРИСТОРНОГО КОМПЕНСАТОРА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УЛУЧШЕННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Аннотация. В статье представлены основные результаты разработки и исследования нового алгоритма управления статическим тиристорным компенсатором, направленного на поддержание оптимальной активной мощности дуговой сталеплавильной печи. Определены достоинства и недостатки данного режима регулирования, кратко рассмотрены назначение и принципы работы отдельных элементов усовершенствованного канала обратной связи по активной мощности в системе управления статического тиристорного компенсатора.

Ключевые слова: статический тиристорный компенсатор, режимы управления тиристорно-реакторной группой, дуговая сталеплавильная печь, электрические характеристики дуговой сталеплавильной печи.

Современные системы управления статическими тиристорными компенсаторами (СТК), которые устанавливаются с дуговыми сталеплавильными печами (ДСП), обычно предусматривают два режима работы: по реактивной мощности и напряжению. Данные алгоритмы управления СТК позволяют воздействовать на мощность ДСП лишь косвенно, оперируя такими параметрами сети как суммарная реактивная мощность комплекса «ДСП-СТК» и напряжение [1]. Разработан новый режим работы СТК, который предназначен для прямого улучшения электрических режимов дуговой печи за счёт поддержания её оптимальной активной мощности.

Исследование особенностей работы СТК по активной мощности проводилось на математической модели электросталеплавильного комплекса «ДСП-120-СТК» (ПАО Ашинский металлургический завод) в приложении *Simulink* математического пакета *Matlab* (рис. 1). Данная модель подробно описана в работе [2].

Для реализации нового алгоритма регулирования СТК в его классическую систему управления добавлен обратный канал по активной мощности дуг ДСП, который включает блок расчёта активной мощности и ПИ-регулятор. При работе по активной мощности СТК полностью ориентируется на улучшение электрических режимов печи, автоматически определяя такую величину напряжения на шинах комплекса, при которой достигается заданная активная мощность ДСП.

Разработанный алгоритм имеет следующие недостатки:

- 1) переменная уставка регулирования $P_{\text{д.зад}}$, величина которой изменяется в зависимости от стадии плавки ДСП;
- 2) понижение напряжения на шинах комплекса ниже номинального уровня при работе с уставками из технической документации на систему управления положением электродов;
- 3) увеличение дозы фликера;

- 4) отсутствие контроля над уровнем напряжения на шинах электроплавильного комплекса и над коэффициентом реактивной мощности на границе балансовой принадлежности сетей предприятия и электроснабжающей организации;
- 5) некорректная работа СТК в периоды технологических пауз ДСП.

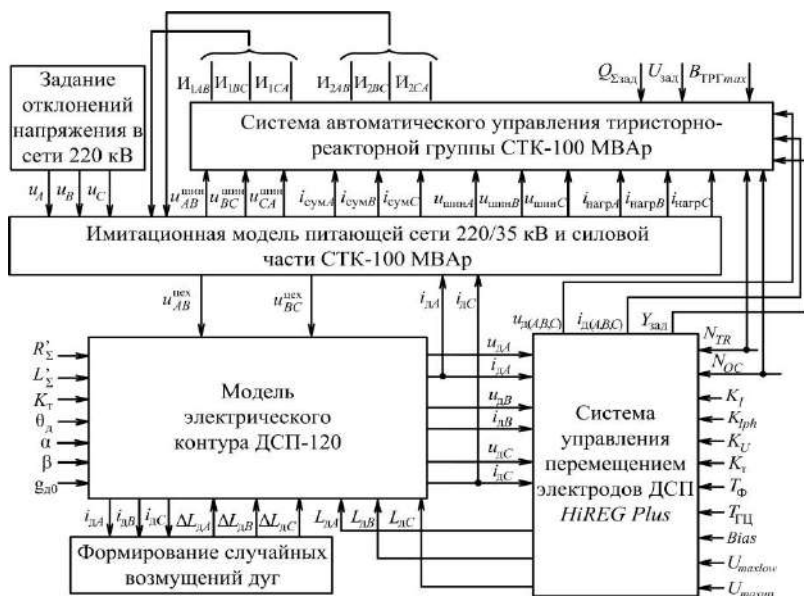


Рис. 1. Блок-схема математической модели электроплавильного комплекса «ДСП-120-СТК»

Проведено улучшение обратного канала по активной мощности с целью устранения перечисленных недостатков (рис. 2). Для автоматического расчёта величины $P_{д.зад}$ разработан блок определения уставки. Он содержит два типа уставок: стандартные, взятые из технической документации на систему управления положением электродов, и пользовательские, значения которых определяются по напряжению на шинах комплекса, принятому в качестве номинального, и заданию на полную проводимость вторичного контура печи. В ходе проведённых исследований выяснилось, что при работе СТК со стандартными уставками, компенсатор на некоторых стадиях плавки понижает напряжение ниже номинального уровня, что приводит к уменьшению мощности ДСП и снижению её производительности. Для автоматического определения новых значений уставок, при которых уровень напряжения равен номинальному, в обратный канал введён корректор уставки. Колебания активной мощности ДСП устраняются за счёт ответного изменения напряжения в точке подключения СТК, что приводит к росту дозы фликера. Блок подавления фликера предназначен для уменьшения колебаний напряжения на шинах электроплавильного комплекса. Принцип его работы основан на компенсации низкочастотных колебаний реактивной нагрузки. Си-

системы ограничения по коэффициенту реактивной мощности ($tg\varphi$) и напряжению предназначены для предотвращения нарушения нормативного коэффициента реактивной мощности на границе балансовой принадлежности и выхода величины напряжения на шинах комплекса за пороговые значения. Системы ограничения активируются в момент нарушения контролируемых параметров и блокируют регулятор активной мощности до тех пор, пока не восстановятся условия для функционирования комплекса «ДСП-СТК» без превышения нормативного $tg\varphi$ или пороговых напряжений. Блок контроля нагрузки необходим для адекватной работы СТК в периоды технологических пауз дуговой печи. Данный блок реализует управление СТК по напряжению в случае отключения дуговой печи, а после ввода ДСП в эксплуатацию разрешает возобновление работы по активной мощности [3].

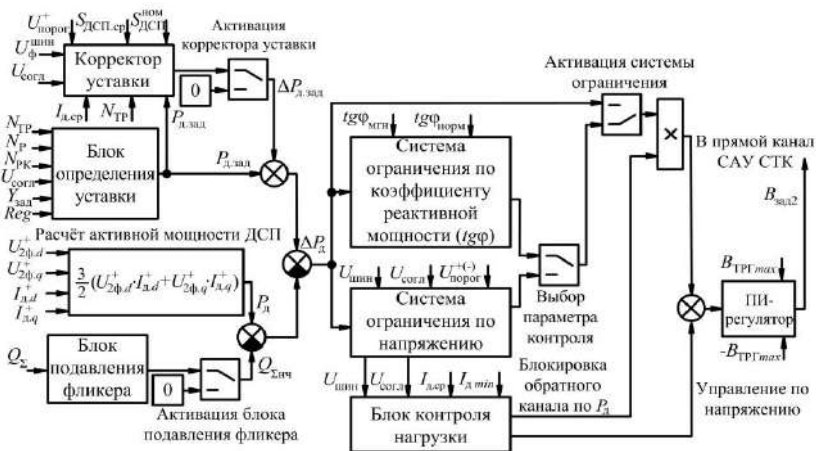


Рис. 2. Структурная схема усовершенствованного обратного канала по активной мощности дуг ДСП в системе управления СТК

Выводы

1. Разработан новый режим управления СТК, который предназначен для поддержания оптимальной активной мощности дуговой сталеплавильной печи.
2. Проведён ряд улучшений данного алгоритма, в результате которых удалось минимизировать негативные последствия, возникающие при функционировании СТК в новом режиме.

Список литературы

1. Patent 6674267 United States, G05F 1/70. Method and a device for compensation of the consumption of reactive power by an industrial load / Lennart Wernersson. Filed: Jan. 2, 2002; Date of Patent: Jan. 6, 2004.

А.А. Николаев, А.С. Денисевич, М.В. Буланов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МОЩНОГО ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРОКАТНОГО СТАНА С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ НА БАЗЕ АКТИВНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье приведены результаты исследования параллельной работы электросталеплавильного комплекса и преобразователей частоты с активным выпрямителем. Исследования показали, что несимметрия напряжения, вызванная работой дуговой сталеплавильной печи, создает несимметрию токов на входе активного выпрямителя и увеличивает размах колебаний напряжения в звене постоянного тока. При этом сохраняется устойчивая работа преобразователя частоты. Проведён сравнительный анализ параллельной работы для трех алгоритмов ШИМ: с фиксированными значениями углов переключения, векторной ШИМ и ШИМ с удалением выделенных гармоник.

Ключевые слова: преобразователь частоты, активный выпрямитель, дуговая сталеплавильная печь, статический тиристорный компенсатор, несимметрия напряжения, провал напряжения, качество электрической энергии.

В настоящее время современные мощные электроприводы прокатных станов выполняются на базе высоковольтных двигателей переменного тока (синхронных и асинхронных) и преобразователей частоты с активными выпрямителями выполненными по многоуровневой схеме. Силовая схема АВ полностью идентична схеме автономного инвертора напряжения (АИН), построенных на полностью управляемых вентилях (IGCT-тириستоров, IGBT, IEGT-транзисторов) [1].

Опыт эксплуатации ПЧ с активными выпрямителями показывает, что их системы управления и системы защиты не адаптированы к несимметричным провалам напряжения питающей сети [1,2]. Кратковременные провалы напряжения, которые характеризуются длительностью 100-300 мс и глубиной 15-50% приводят к аварийным отключениям электроприводов и нарушению технологического процесса [3]. В статьях [2,3] были предложены мероприятия по компенсации в сети провалов напряжения с помощью резервов реактивной мощности статического тиристорного компенсатора дуговой сталеплавильной печи. Для этого было предложено объединить на параллельную работу секции шин, питающие электросталеплавильный комплекс и главные электроприводы прокатного стана. При этом не проводилась проверка возможности устойчивой параллельной работы электросталеплавильного комплекса и преобразователя частоты с АВ при наличии несимметрии напряжения, возникающей при работе ДСП.

При проведении исследований использовалась разработанная ранее математическая модель ПЧ с активным выпрямителем [3]. Автономный инвертор напряжения и синхронный двигатель (СД) представлены упрощенно источником тока. Данное упрощение является допустимым и обеспечивает адекватное воспроизведение режимов работы АВ [1]. Система управления (СУ) АВ осуществляет поддержание напря-

жения в звене постоянного тока на заданном уровне и обеспечивает коэффициент мощности на входе преобразователя, равным единице [3].

Для проведения исследований на шинах 34,5 кВ, от которых получает питание ДСП-250, были записаны массивы мгновенных значений линейных напряжений. После обработки полученных массивов на математической модели были восстановлены три синусоиды линейных напряжений, которые использовались в качестве исходных сигналов для трех управляемых источников напряжения, моделирующих сеть 34,5 кВ с комплексом «ДСП-СТК».

Исследования возможности параллельной работы ПЧ с АВ и мощного электросталеплавильного комплекса «ДСП-СТК» для трех алгоритмов широтно-импульсной модуляции (ШИМ):

- ШИМ с фиксированными значениями углов переключения (Fixed Pulse Pattern Control);
- векторный алгоритм ШИМ (Space Vector Pulse Width Modulation);
- ШИМ с удалением выделенных гармоник (Selective Harmonic Elimination Pulse Width Modulation).

В процессе исследований оценивались токи на входе активного выпрямителя, а также напряжение в звене постоянного тока. Для демонстрации характера изменения токов на входе АВ и напряжения в звене постоянного тока на рис. 1 представлены результаты моделирования параллельной работы ПЧ с АВ и комплекса «ДСП-СТК» на интервале времени 1 секунда.

Анализ результатов моделирования показал, что при использовании ШИМ с фиксированными значениями углов переключения наблюдается сильная несимметрия фазных токов на входе АВ (рис. 1, а), вызванная несимметрией питающего напряжения на первом периоде плавки, а также происходит увеличение токов, потребляемых АВ. Рост тока вызван увеличением сигнала задания по активной составляющей тока, необходимого для поддержания уровня напряжения в звене постоянного тока на заданном уровне (рис. 1, б). В начальный момент работы ДСП при зажигании электрических дуг в звене постоянного тока АВ происходит снижение напряжения до величины 4550 В, затем система управления восстанавливает уровень напряжения до заданного уровня 4860 В. При восстановлении наблюдается перерегулирование максимальное значение которого 5150 В.

Заметное улучшение переходных процессов наблюдается при использовании векторного алгоритма ШИМ и ШИМ с удалением выделенных гармоник. При использовании данных алгоритмов ШИМ напряжение в звене постоянного тока поддерживается на заданном уровне с незначительными колебаниями, размах которых не превышает 50 В (рис. 1, г). В начальный момент работы печи (как и при ШИМ с фиксированными значениями углов переключения) возникает снижение уровня напряжения до значения 4850 В. Максимальное значение напряжения при восстановлении уровня напряжения составляет 4920 В. В токах потребления АВ, также как и в первом методе, наблюдается сильная несимметрия, а также увеличение амплитудного значения (рис. 1, в, д).

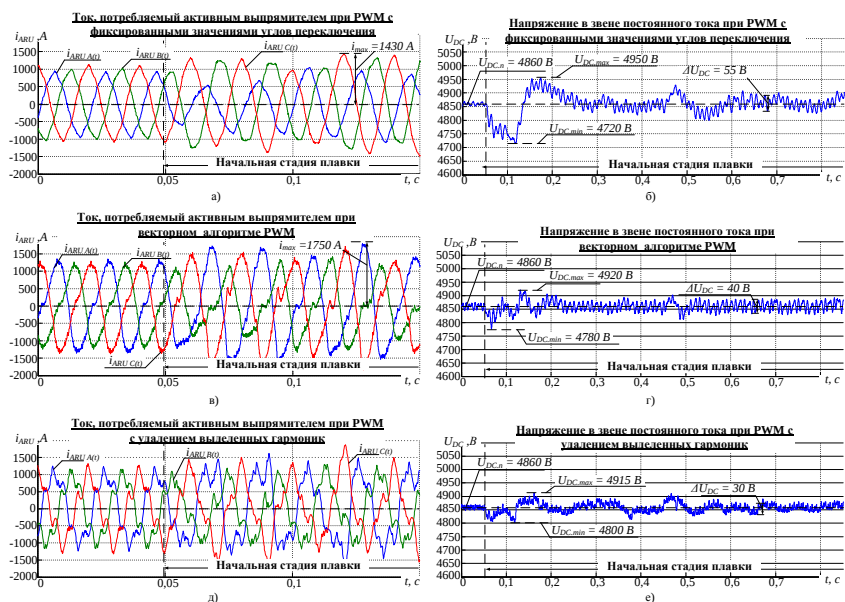


Рис. 1 Кривые мгновенных значений фазных токов, потребляемых АВ и напряжения в звене постоянного тока:

а, б – ШИМ с фиксированными значениями углов переключений;
в, г – при векторном алгоритме ШИМ;
д, е – ШИМ с удалением выделенных гармоник

Выводы:

1. Проведенные исследования показали возможность параллельной работы электросталеплавильного комплекса и мощных преобразователей частоты с АВ. Данный режим работы может быть использован при наличии частых провалов напряжений во внешней питающей сети. В этом случае СТК с модифицированной системой управления позволяет компенсировать эти провалы за счет резерва реактивной мощности.

2 Сравнительный анализ при параллельной работе комплекса «ДСП-СТК» и ПЧ с АВ показал, что наиболее устойчивая работа АВ сохраняется при использовании векторного алгоритма ШИМ, а также ШИМ с удалением выделенных гармоник. Алгоритм ШИМ с фиксированными значениями углов переключения не является в данном случае предпочтительным, так как его использование приводит к более значительным колебаниям напряжения в звене постоянного тока и более сильной несимметрии тока на входе АВ, что снижает надежность работы ПЧ.

3. В случае параллельной работы электросталеплавильного и прокатного комплексов необходимо обеспечивать согласованную работу прокатного стана и ДСП для исключения работы АВ в кратковременные периоды сильных искажений напряжения. Например, при включении ненагруженного печного трансформатора в сети 34,5 кВ могут возникать провалы напряжения из-за броска тока

намагничивания. Также при включении фильтрокомпенсирующих цепей (ФКЦ) СТК в сети возникают кратковременные перенапряжения, величина которых может достигать 30% от номинального уровня. Поэтому необходимо исключить работу прокатного стана в моменты включения печного трансформатора или ФКЦ СТК во избежание аварийного отключения ПЧ с АВ.

Список литературы

1. Храмшин Т.Р., Крубцов Д.С., Корнилов Г.П. Математическая модель активного выпрямителя в несимметричных режимах работы // Электротехника: сетевой электронный научный журнал. – 2014. – Т. 1. – № 2. – С. 3-9.
2. Использование статического тиристорного компенсатора сверхмощной дуговой сталеплавильной печи для обеспечения устойчивости электроэнергетической системы и повышения надежности внутризаводского электроснабжения / Николаев А.А., Корнилов Г.П., Ивекеев В.С., Ложкин И.А., Котышев В.Е., Тухватуллин М.М. // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2014. – №1. – С.59-69.
3. Исследование влияния провалов напряжения в системе электроснабжения завода ММК “Metalurji” на работу главных электроприводов станана горячей прокатки/ Николаев А.А., Денисевич А.С., Ложкин И.А., Тухватуллин М.М. // Электротехнические системы и комплексы. – 2015. – №3(28), – С.8-14.

УДК 004.7.056

И.И. Баранкова, У.В. Михайлова, Г.И. Лукьянов

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В статье представлен разработанный программный продукт для анализа методик оценки звукоизоляционных свойств ограждающих конструкций. В программном продукте реализованы методики проведения исследований защищенности информации по акустическому каналу утечки информации. Программа позволяет автоматизировать процедуру исследования, снизить время оценки. Благодаря данной разработке возможно наиболее эффективно и качественно производить анализ звукоизоляционных свойств ограждающих конструкций.

Ключевые слова: информационная безопасность, акустический канал утечки информации, звукоизоляция помещения, оценка эффективности.

Активно развивающаяся информационная среда играет важную роль в обеспечении безопасности всех сфер жизнедеятельности человека. Поэтому целостность и сохранность информации является актуальной проблемой современного мира. Одним из основных направлений обеспечения информационной безопасности является инженерно-техническая защита данных при хранении и распространении. Одной из наиболее приоритетных задач обеспечения информаци-

онной безопасности – защита речевой информации от возможной утечки по техническим каналам [1].

Защита речевой информации реализуется с помощью проектно-архитектурных, технических и организационных решений. Для оценки защищенности наиболее часто используют словесную разборчивость W :

$$W = \begin{cases} 1,54R^{0,25}[1 - \exp(-11R)], R < 0,15 \\ 1 - \exp\left(-\frac{11R}{1 + 0,7R}\right), R \geq 0,15 \end{cases} \quad (1)$$

где R – интегральный индекс артикуляции речи.

Из формулы следует, что для снижения словесной разборчивости необходимо уменьшить отношение сигнал/шум. Это можно реализовать с помощью снижения сигнала пассивными методами или увеличением шума активными методами [1, 2]. В связи с этим, метод оценки защищенности от утечки информации по акустическому каналу, основанный на определении коэффициента звукоизоляции ограждающих конструкции, является базовым.

Это обосновано тем, что ограждающие конструкции – это неотъемлемая составляющая помещения [3].

Проведя анализ данной методики, нами было разработано программное обеспечение «ASL». Данное ПО позволяет произвести оценку звукоизоляции ограждающих конструкций. Перед проведением исследований необходимо составить план-схему помещения и указать контрольные точки измерений. Для функционирования «ASL» и выполнения автоматизированных замеров необходимо использовать:

- ПК с предустановленной Windows 7, Framework 4.5.2 и Bluetooth-адаптером;
- акустический источник с поддержкой bluetooth и мощностью не менее 10 Вт;
- шумомер компании СЕМ с поддержкой передачи данным по COM.

Расположение оборудования при проведении исследований должно соответствовать методике (рис. 1).

Для удобства проведения замеров и оценки полученных данных был разработан программный интерфейс, представленный на рис. 2. Для работы с данным приложением пользователю необходимо запустить ASL.exe. Далее выбрать COM порт подключенного шумомера в окне программы, указать его расположение и выбрать контрольную точку. Расположение шумомера связано с установкой микрофона в самом помещении (перед КТ) или в соседнем (в КТ). Также можно выбрать режим работы сканирования – быстрый или точный. Убедившись в правильности расположения оборудования и выбрав все необходимые параметры, пользователь может начать сканирование. После завершения анализа КТ программа производит оценку полученных данных на наличие аномальных значений. При превышении порога количества аномальных значений ПО предлагает произвести повторное сканирование. Выполнив все замеры, необходимо нажать кнопку «Далее». После чего «ASL» запросит директорию сохранения протокола анализа ограждающих конструкций.

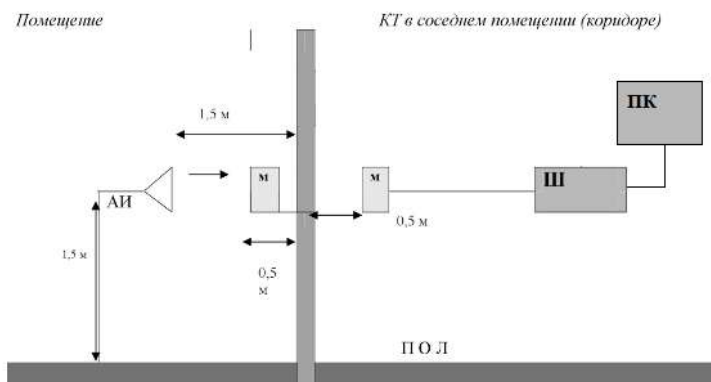


Рис. 1. Схема расположения оборудования:
Ш – шумомер, ПК – персональный компьютер,
АИ – акустический источник, М – микрофон



Рис. 2. Интерфейс ПО «ASL»

Разработанная программа позволяет автоматизировать процедуру исследования и снизить время оценки. Благодаря данной разработке возможно наиболее эффективно и качественно производить анализ звукоизоляционных свойств ограждающих конструкций.

Проведя анализ методики оценки звукоизоляции ограждающих конструкций помещения, было выявлено, что данная методика не дает количественной характеристики соответствия. Поэтому для полноты оценки помещения необходимо применять комплексную оценку, как словесной разборчивости, так и звукоизоляционных свойств.

Список литературы

1. Хореев А.А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Часть 1. Технические каналы утечки информации URL:<http://www.analitika.info/kanalutechki.php> (дата обращения: 5.05.2017)
2. Михайлова У.В., Лукьянов Г.И. Эффективность применения СЗИ от утечки по акустическим каналам // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере №4(14), 2014 С.14-18
3. Баранкова И.И., Михайлова У.В., Лукьянов Г.И., Коновалов М.В. «Защита информации по виброакустическим каналам с использованием СЗИ «Соната»» // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. Т. 1. с. 186-188.

УДК 004.056.53

М.А. Пермякова, О.В. Пермякова

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В данной статье представлена вероятностная модель системы защиты информации на основе Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем для аналитического исследования информационно-системы с мандатной политикой безопасности.

Ключевые слова: оценка защищенности информации, марковский процесс, НДС, система защиты информации, информационный поток, система массового обслуживания, мандатная политика безопасности.

Проектирование СЗИ – это один из аспектов обеспечения информационной безопасности. Центральным вопросом проектирования является оценка эффективности защиты информации. Существуют различные методы, выполняющие количественную оценку защищенности информации, которая оценивается рядом вероятностных показателей. Одним из таких методов является применение теории Марковских процессов на основе имитационной модели СЗИ.

Марковский процесс – это случайный процесс, в котором для каждого момента времени t вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от ее состояния в настоящем и не зависит от того, как система пришла в это состояние.

Изучение случайных процессов заключается в определении вероятностей того, что в момент времени t система находится в том или ином состоянии. Совокупность таких вероятностей, описывающих состояния системы в различные моменты времени, дает достаточно полную информацию о протекающем в системе случайном процессе. При аналитическом исследовании информационной

системы наибольшее значение имеют Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Модель Марковского процесса представляется в виде графа, в котором состояния (вершины) связаны между собой переходами из i -го состояния в j -е состояние, и называется цепью Маркова (рис. 1).

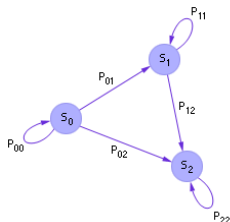


Рис. 1. Цепь Маркова

Каждый переход характеризуется вероятностью перехода P_{ij} , которая показывает, как часто после попадания в i -е состояние осуществляется затем переход в j -е состояние, и плотностью вероятности перехода λ_{ij} , то есть распределением вероятности во времени. При непрерывном процессе, распределенном во времени, плотность вероятности перехода называют интенсивностью.

$$\lambda_{ij} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{ij}(\Delta t)}{\Delta t} \quad (1)$$

В математических моделях сложных объектов, представленных в виде систем массового обслуживания, состояние системы характеризуется состояниями обслуживающих приборов, транзактов и очередей. Эти понятия являются главными в построении имитационной модели. Имитационное моделирование предполагает представление моделируемой системы в виде некоторого аналога реальной системы. В процессе моделирования реализуются алгоритмы изменения основных характеристик реальной системы в соответствии с эквивалентными реальным процессам математическими и логическими зависимостями. В рассматриваемой модели СЗИ в качестве обслуживающих приборов будут выступать механизмы защиты, а в качестве транзактов – поступающие запросы НСД.

Любая обработка информации внутри информационной системы происходит посредством информационных потоков. Чтобы избежать утечки информации, необходимо разделять потоки на разрешенные и запрещенные.

В вероятностной модели безопасности информационных потоков анализируются компьютерные системы с мандатной политикой безопасности. В данной модели предполагается, что все объекты и субъекты компьютерной системы объединены по трем группам:

1. объекты, обрабатывающие информацию высокого уровня конфиденциальности H ;
2. объекты, обрабатывающие информацию низкого уровня конфиденциальности L ;
3. объекты системы защиты Σ .

Все информационные потоки между H и L проходят через систему защиты Σ (рис. 2).

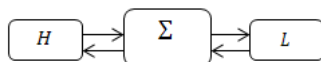


Рис. 2 Схема компьютерной системы

По требованию мандатной политики безопасности любые информационные потоки от H к L запрещены, но в большинстве реальных систем это требование практически невозможно реализовать. Поэтому в данной модели рассматриваются несколько подходов к определению возможных информационных потоков между H и L , основанных на информационной невыводимости и информационно-го невливания:

1. объекты H перейдут в указанное состояние после того, как объекты L перейдут в своё состояние;
2. объекты H перейдут в указанное состояние независимо от того, перейдут ли объекты L своё состояние или нет.

СЗИ от НСД можно представить в виде модели (рис. 3), состоящей из некоторого набора средств защиты S_i . На вход средств защиты поступают потоки запросов НСД, определяемые моделью нарушителя на множестве потенциальных угроз $\{U_i\}$. Каждое средство защиты отвечает за защиту от угрозы определенного типа и использует соответствующий механизм, задачей которого является распознавание угрозы и блокирование несанкционированного запроса.

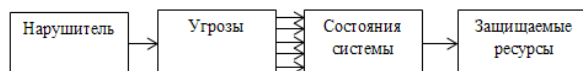


Рис. 3 Схема теоретической модели СЗИ от НСД

В результате функционирования системы защиты исходный поток НСД разрежается, образуя выходной поток. Факт неполного закрытия системой защиты всех возможных каналов проявления угроз учитывается отсутствием для m входных потоков средств защиты. Это означает, что

$$V_i'(t) = V_i(t) \quad (2)$$

где $V_i'(t)$ - потоки нераспознанных системой защиты НСД, $V_i(t)$, $(i = 1, \dots, n)$ - входные потоки несанкционированных запросов.

Потоки запросов на НСД, поступающие по i -м каналам, разрежаются с вероятностями, зависящими от используемого способа обнаружения и блокирования НСД.

На выходе СЗИ образуется выходной поток, являющийся объединением выходных потоков i -средств защиты и потока НСД - запросов, приходящих по m неконтролируемым каналам. Каждый механизм защиты характеризуется вероятностью пропуска НСД - q и вероятностью обеспечения защиты $p = 1 - q$. Нару-

нитель характеризуется вектором интенсивностей $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{i+m}\}$ попыток реализации угроз $U_1..U_{i+m}$.

Правила мандатной политики управления доступом более просты для понимания пользователями компьютерных систем, что является фактором, положительно влияющим на повышение уровня безопасности компьютерной системы. Статистические данные, получаемые в результате моделирования, позволяют определить основные необходимые характеристики для расчета защищенности информации.

Список литературы

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
2. Мальков М. В. О надежности информационных систем // Труды Кольского научного центра РАН. 2012. №4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-nadezhnosti-informatsionnyh-sistem>
3. Девянин П.Н. Модели безопасности компьютерных систем. Управление доступом и информационными потоками. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 320 с.: ил.
4. Попов А.М., Золотарев В.В., Жукова М.Н. Поддержка принятия решений при проектировании систем защиты информации. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 131 с.

УДК 004.7.056

И.И. Баранкова, У.В. Михайлова, Г.И. Лукьянов

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ И ВНЕШНИХ УГРОЗ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕРВЕРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В статье представлено исследование сетевых атак на локальные серверы ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова». Выявлен закон распределения случайной величины активности злоумышленников. Разработано приложение для прогнозирования атак методом Монте-Карло на серверы. Программа позволяет обновлять базовую статистику и генерировать модель кибер угроз. Благодаря данной разработке становится возможным прогнозировать атаки, которые могут произойти на локальные серверы.

Ключевые слова: сетевые атаки, прогнозирование, метод Монте-Карло, распределение случайной величины.

Одной из составных частей безопасности любого предприятия в настоящее время является его информационная безопасность. Проблемы обеспечения информационной безопасности становятся все более сложными и концептуально значимыми в связи с массовым переходом информационных технологий в управлении и бизнесе на безбумажную автоматизированную основу. Безопасность сети

связана не только с защищенностью персональных компьютеров, но также с защитой серверов, находящихся внутри глобальных и локальных сетей.

Для успешного противодействия возможным атакам на серверы необходим анализ активности злоумышленников. Одним из возможных методов анализа является прогнозирование угроз [1-3].

Для рассмотрения задачи прогнозирования угроз были выбраны внутренние серверы ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». Ежедневно на локальные серверы МГТУ им.Г.И. Носова приходится до 200 сетевых атак. Данные приведены за 7 недель (рис. 1.) [4, 5].

На основе приведенных данных была составлена статистическая модель сетевых атак. Для аппроксимации данных выбран полином шестой степени, т.к. он имеет наименьшую среднюю ошибку аппроксимации по сравнению с функциями меньших степеней. Получена интегральная функция распределения на основе исходных данных. Проанализировав полученную плотность распределения вероятностей случайной величины, было установлено, что гипотеза об описании количества сетевых атак функцией Гаусса подтверждена. Проверка проводилась по критерию «хи-квадрат». Используя метод Монте-Карло, было составлено распределение вероятностей случайных чисел атак [6].

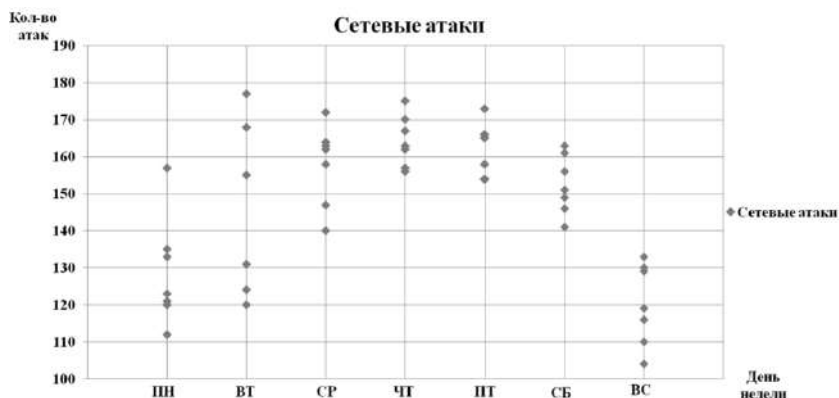


Рис. 1. Сетевые атаки локальных серверов МГТУ им. Г.И. Носова

На основе полученных зависимостей разработан программный продукт для прогнозирования сетевых атак на локальные серверы. Визуальное представление программы показано на рис. 2.

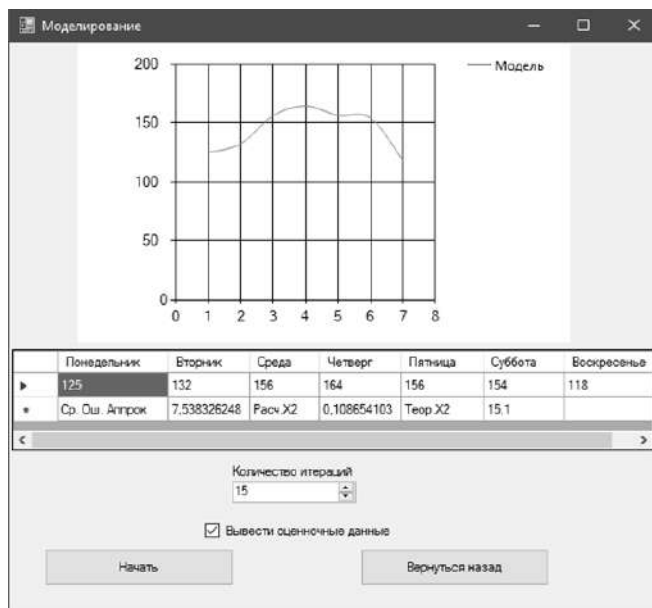


Рис. 2. Программа для прогнозирования угроз атак на локальные серверы

Ввод данных осуществляется с помощью интерфейса приложения. Программа позволяет обновлять базовые данные для расчетов. Имеет автоматизированный алгоритм расчета статистической модели сетевых атак, анализ распределения вероятности случайных чисел методом Монте-Карло, составление прогнозируемой модели сетевых атак.

Разработанный программный продукт позволяет прогнозировать возможное количество атак, которые могут произойти в ближайшее время на локальные серверы МГТУ им.Г.И. Носова.

Список литературы

1. Васильев В.Б. Права сотрудников и безопасность корпоративных данных// Сетевая газета InfoSecurity.ru URL: http://www.infosecurity.ru/_gazeta/content/101029/art2.shtml (дата обращения: 23.03.2017)

2. Пермякова О.В., Пермякова М.А., Калашников К.Ю. Общие принципы построения системы мониторинга ИИС // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 73-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. Т. 2. С. 191–193.

3. Баранкова И.И., Михайлова У.В., Лукьянов Г.И. DLP система: защита от утечки информации. Анализ поиска WordSearch// Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й международной научно-

технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 1. С. 187–191.

4. Коновалов М.В., Лукьянов Г.И., Орлов В.А. Разработка защищенных распределенных информационных систем на базе ViPNeT// Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 1. С. 183–187.

5. Карта киберугроз в режиме реального времени Лаборатории Касперского URL: <https://cybermap.kaspersky.com/stats/> (дата обращения: 23.03.2017)

6. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука М.: Мир, 1978. 478 с.

УДК 004.5

В.А. Орлов, М.В. Коновалов

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

Аннотация. В статье предложена структурная схема децентрализованной системы контроля доступа в помещения. Система использует двухэтапную процедуру идентификации пользователя. Система состоит из устройств двух типов: сервер, на котором хранится информация о пользователях, и микроконтроллер управления доступом к которому подключены микрофоны, RFID сканер и магнитный замок.

Ключевые слова. Идентификация, аутентификация, система идентификации диктора по голосу, голосовой отпечаток, голос.

Применение биометрических метрик при организации контроля доступа позволяет упростить организацию работы пропускных пунктов за счет сокращения персонала и автоматизации процесса идентификации и аутентификации пользователей.

Применение двух этапной процедуры идентификации пользователя позволяет сократить время распознавания пользователя за счет сокращения количества сравнений голосовых отпечатков.

В качестве датчиков первичной информации выбраны RFID модуль и микрофон.

Технология RFID (Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация) позволяет организовать автоматическое распознавание пользователей. RFID – технология подразумевает наличие считывающего устройства и транспондеров или RFID-меток [1]. Одним из наиболее доступных RFID –модулей является модуль RFID RC522. К его достоинствам можно отнести наличие SPI – интерфейса, что обеспечивает скорость передачи информации до 10 Мбит/с [2].

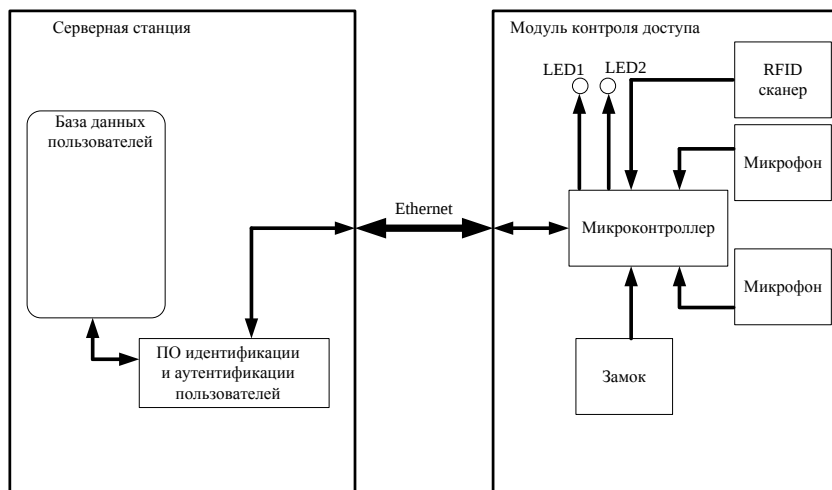
В качестве источника биометрической информации используется два микрофона. Основной микрофон используется для записи голосового отпечатка пользователя при его аутентификации. Дополнительный микрофон используется

для записи фоновых шумов. Применение двух микрофонов позволяет повысить качество записи основного речевого сигнала [3].

Информация от датчиков первичной информации поступает в микроконтроллер управления доступом. Микроконтроллер осуществляет аналого-цифровое преобразование данных и их шифрование для дальнейшей передачи по локальной сети в серверную станцию. В качестве микроконтроллера управления доступом выбран Arduino Uno ATmega 328 с дополнительным модулем ENC28J60. Модуль необходим для сетевого взаимодействия [2].

Процедуру идентификации по RFID-метке и аутентификации по голосовому отпечатку выполняет специализированное программное обеспечение, установленное на серверной станции.

На рисунке представлена структурная схема системы контроля доступа.



Структурная схема системы контроля доступа

Предложен следующий алгоритм работы системы:

Пользователь подносит RFID – метку к сканеру. Контроллер считывает данные карты, выполняет процедуру шифрования и отправляет по сети Ethernet данные в серверную станцию. Специальное программное обеспечение получает по номеру RFID – метки голосовой слепок из базы данных и отправляет контроллеру сообщение о валидации номера метки. Для индикации успешной идентификации пользователя на панели загорается светодиод LED1. Контроллер включает запись данных с микрофонов, пользователь произносит контрольную фразу. Далее происходит АЦ преобразование входной аудио сигнала, шифрование и отправка данных на сервер. На серверной станции специальное программное обеспечение сравнивает полученные данные и эталонную запись. Если данные совпадают, отдается команда на открытие. В противном случае необходимо выполнить процедуру идентификации повторно.

Представленная структурная схема обладает следующими достоинствами:

Масштабируемость. Количество модулей контроля доступа ограничено лишь требованиями к конкретной реализации.

Защищенность. Данные передаются в зашифрованном виде.

Простота реализации. Основные узлы системы являются общедоступными компонентами.

Список литературы

1. Финкенцеллер К. RFID-технология. М.: Изд-во «Додэка-XXI», 2010. 496 с.
2. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. СПб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2015. 448с.
3. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. СПб.: Изд-во «Политехника», 2001, 240 с.

УДК 004

О.Е. Масленникова

РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ

Аннотация. В статье приводится обобщение вопроса разработки корпоративной технологии внедрения систем управления предприятием с позиций наиболее часто встречающихся проблем организации процесса, методологической его составляющей. Дается характеристика некоторых тенденций на основе анализа современных методологий и корпоративных технологий внедрения систем управления предприятием.

Ключевые слова: корпорация, информационная система, внедрение информационной системы, методология внедрения информационной системы, технология внедрения информационной системы.

Методологические основания рассматриваемой проблемы в части типового проектирования внедрения интегрированных систем управления предприятием (ИСУП) представлены в работах зарубежных авторов: А. Лестер, Д. Баддлей, Д. Келлер, Л. Эрик, В. Кале, В. Дик, С. Питеркин, Ш. Шарма, Г.-Й. Аппелрат, Й. Риттер, Н. Велти, С. Харвуд, Г. Гленни; в работах видных отечественных ученых: О.М. Островский, Д.В. Чистов, С.А. Харитонов, Е.Л. Шуремов, Г.Н. Смирнова, Г.Ф. Земляной, А.В. Короткое, Н.А. Оладов, Д.В. Исаев, Ю.Ф. Тельнов, Л.И. Шохина, К.В. Марковидр. В этих работах преимущественно рассматривались вопросы типизации проектных решений применительно к отдельным частям ИСУП.

Большое число исследований ученых (А.Л. Бикмуллин, О.М. Островский, С.А. Харитонов, Д. В. Чистов, Е. Л. Шуремов) были посвящены вопросам адаптации тиражируемых систем к национальной специфике или специфике отдельного предприятия. В работах В.И. Грекула, Г.Н. Калянова, Б.В. Соколова и др.

обобщается опыт лучших практик в методологическом смысле и в теории управления проектами, консалтинга, модернизации унаследованных систем.

Однако вне поля зрения исследователей оставались вопросы типизации проектных решений внедрения интегрированных систем управления, созданных российскими компаниями-разработчиками, как средства их развития и повышения конкурентоспособности. Также в этих работах не ставились задачи типизации проектных и работ, связанных с тиражируемым внедрением.

Отдельной стороной проблемы исследования стоят вопросы, посвященные анализу влияния различий российских и международных стандартов на технологический процесс внедрения тиражируемого проекта, а также разработке механизмов, позволяющих определить соотношение типовых и уникальных процедур на ранних этапах ЖЦ проекта внедрения систем класса ERP.

Результаты современных исследований показывают, что среднее значение индекса зрелости ИСУП-рынка составляет 55%. На практике это означает, что почти двум третям предприятий следует предпринять шаги, направленные на оптимизацию существующих бизнес-приложений. Невысокая степень реализации потенциала внедренных решений связана с тем, что многие предприятия относят-ся к внедрению ИСУП как техническим, а не бизнес-проектам.

Проекты внедрения ИСУП достаточно сложны, затянуты по времени, значительны в вопросах ресурсного окружения. Тем не менее, публикации о результатах внедрения ИСУП свидетельствуют о достаточно невысокой статистике успешности подобных проектов По данным Rapogama Consulting, «Первый Бит», Издательского дома «Connect» и др. по итогам года, только 66% компаний смогли добиться хотя бы 50% намеченных целей в рамках внедрений. Основные проблемы, обуславливающие низкую эффективность проектов внедрения ИСУП можно сгруппировать следующим образом: 1) неготовность предприятия к внедрению ИСУП: отсутствие стратегии развития ИСУП или ее несогласованность с целями бизнеса предприятия; недостаточный уровень знаний у сотрудников предприятия для восприятия IT; отсутствие на предприятии организованной инициативной группы руководителей среднего звена, заинтересованных в результатах проекта; проектирование систем без учета стратегии развития бизнеса; чрезмерное увлечение реинжинирингом бизнес-процессов и порой неоправданное их подчинение требованиям стандартной функциональности базовой ERP-системы; 2) неправильный выбор: ошибка в выборе класса ПО; ошибка в выборе поставщика или внедряющей организации; 3) отсутствие управления проектом внедрения: ошибки планирования; отсутствие процедуры решения проблем; низкое качество услуг по внедрению; кардинальная переработка базовой функциональности ERP-системы; нереалистичные ожидания вследствие неверной оценки экономической эффективности внедрения ERP-системы.

В этом ключе методология внедрения дает несколько преимуществ: 1) обеспечение базы для обучения новых сотрудников стандартным методам внедрения – быстрота подготовки внедренческих ресурсов; 2) сокращение внутренних расходов на организацию и реализацию проектов; 3) эффективность совместного использования ресурсов между проектами, командами.

Следует понимать, что любая методология внедрения должна включать в себя: структурирование комплекса работ (указание фаз, этапов, задач); правила

управления внедрением (управления проектом); построение команды внедрения (центр компетенции).

Особенности внедрения ИСУП. К таковым можно отнести следующие: осознание руководством предприятия крайней необходимости внедрения системы и понимание основ их построения; готовность руководства предприятия к четкой организации проекта обследования предприятия и внедрения на нем системы; готовность руководства предприятия к выделению квалифицированных сотрудников для оказания помощи внешним специалистам-внедренцам; готовность предприятия к внедрению и проведению неизбежных изменений в различных производственных и управленческих процессах, наличие корпоративных стандартов учета и отчетности [2].

Наибольший интерес для решения задач исследования представляют следующие методологии: Oracle AIM, MDSS, MSF, IC, SAP. Это объясняется, как минимум, двумя позициями. Аналогичное исследование было проведено относительно корпоративных решений, которые чаще всего позиционируются как технологии внедрения. И на рынке соответствующих услуг распространителями являются компании-разработчики или их официальные франчайзи и дилеры.

Методологии внедрения, а, следовательно, и технологии, обычно разрабатываются ведущими производителями ИС с учетом особенностей их программных продуктов, а также сферы внедрения.

Такое разнообразие стандартов позволяет организациям выбрать на их основе рациональную стратегию и сформировать собственные процедуры внедрения, т. е. не придумывать все с нуля и в то же время обеспечить конкурентные преимущества.

Адаптация методологий к нуждам конкретного предприятия заключается не столько в переводе текстов и шаблонов документов на русский язык, сколько в корректировке подходов с учетом российских условий. При этом обычно пересматриваются рекомендуемые стандартами сроки и последовательность задач, создаются методики сбора, верификации и преобразования исходных данных, разрабатываются решения по интеграции с унаследованными системами. Тем более, предлагаемые методологии внедрения ИСУП ведущих мировых производителей не могут быть применены в абсолютном виде для решений, которые разрабатывает российская компания для российских предприятий.

Тем не менее, рассмотренные стандартизированные процедуры внедрения имеют несомненное преимущество, заключающееся в практической их направленности, ориентированность на особенности конкретных систем (представляют собой глубоко проработанные, проверенные, многократно апробированные рабочие инструкции и шаблоны проектных документов).

Существенным недостатком таких стандартов в вопросах внедрения является то, что даже методологии, предназначенные для систем, близких по классу, не взаимозаменяемы [1].

Обобщая опыт корпораций методологических подходов к внедрению, можно говорить, что корпоративная технология внедрения – это методологически выстроенный проект запуска и функционирования некоторой ИТ (в частности ИСУП), осуществляемый в ограниченное время с использованием выделенных ресурсов, с целью обеспечения деятельности предприятия-Заказчика и получения прибыли предприятию-Исполнителю для развития конкурентных преимуществ, с

возможным реинжинирингом задействованных процессов. Таким образом, корпоративная технология внедрения должна включать в себя следующие компоненты: описание состава и структуры комплекса работ по внедрению, правила управления таким процессом, организационную структуру команды внедрения.

Список литературы

1. Грекул В.И., Коровкина Н.Л., Денищенко Г.Н. Управление внедрением информационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/itmngt/ismmap/> (дата последнего обращения: 23.02.2015).
2. Особенности внедрения КИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hr-portal.ru/article/osobennosti-vnedreniya-kis> (дата последнего обращения: 23.02.2015)
3. Сопровождение корпоративных информационных систем: учебник/ О.Б. Назарова, Л.З. Давлеткиреева, О.Е. Масленикова, Н.О. Пролозова. – Магнитогорск: МаГУ, 2013. – 220 с.

УДК 378, 004.4

О.Б. Назарова

ДОРОЖНАЯ КАРТА КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЕКТЕ ВНЕДРЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В данной статье рассматривались проблемы неудач проектов внедрения корпоративных информационных систем (КИС) и их причины. В качестве возможности преодоления выявленных проблем предлагалось активное использование методологий внедрения и стандартов управления проектами, а также дорожное картирование для демонстрации взаимосвязей процессов внедрения КИС. Сделан вывод о целесообразности проектной работы студентов с использованием дорожного картирования в организации и проведении проектов внедрения КИС. Представлен пример возможной проектной работы студентов – будущих ИТ-специалистов в области информационных систем – «Дорожная карта процесса управления человеческими ресурсами при внедрении КИС».

Ключевые слова: внедрение корпоративных информационных систем, стандарт управления проектом, РМВОК, дорожная карта, человеческий ресурс.

Исследования практической стороны вопроса внедрения корпоративных информационных систем (КИС) открывают ключевые проблемы, определяющие низкую эффективность ИТ-решений. Во-первых, неготовность предприятия к внедрению ИТ: отсутствие или некорректность целей внедрения, а также четких критериев оценки результатов проекта; восприятие руководством предприятия проекта как второстепенной задачи; проектирование систем без учета стратегии развития бизнеса; отсутствие информационной поддержки принятия управленческих решений на верхних уровнях управления; чрезмерное увлечение реинжинирингом бизнес-процессов и их подчинение требованиям стандартной функцио-

нальности базовой ERP-системы. Во-вторых, неправильный выбор класса ПО, поставщика или внедряющей организации. В-третьих, отсутствие управления проектом внедрения: ошибки планирования; отсутствие процедуры решения проблем; низкое качество услуг по внедрению; кардинальная переработка базовой функциональности ERP-системы; нереалистичные ожидания вследствие неверной оценки экономической эффективности внедрения ERP-системы [1, 3].

При этом важен не столько цифровой эквивалент аналитических данных (до 60% проектов внедрения ИС заканчиваются неудачами), сколько анализ причин выхода из плана, перерасходов по бюджету и пр. По данным экспертов компании «Первый Бит», Издательского дома «Сонест», экспертов ИС и корпорации «Галактика» можно сказать, что некорректное управление проектом и «человеческий фактор» являются главными причинами проблем проектов внедрения ИС. Анализируя перечень этих проблем (отсутствие общего видения; недостаточная квалификация специалистов, задействованных в проектной группе; неудачный выбор подрядчика и др.), можно прийти к выводу, что снизить процент их возникновения следует за счет методологической поддержки, «прозрачности» рекомендаций методологий внедрения и стандартов управления проектами, как для исполнителей, так и для заказчиков [3].

В этом ключе методология внедрения дает несколько преимуществ: 1) обеспечение базы для обучения новых сотрудников стандартным методам внедрения; 2) сокращение внутренних расходов на организацию и реализацию проектов; 3) эффективность совместного использования ресурсов между проектами, командами. Следует понимать, что любая методология внедрения должна включать в себя структурирование комплекса работ (указание фаз, этапов, задач); правила управления внедрением (управления проектом); построение команды внедрения (центр компетенции) [3].

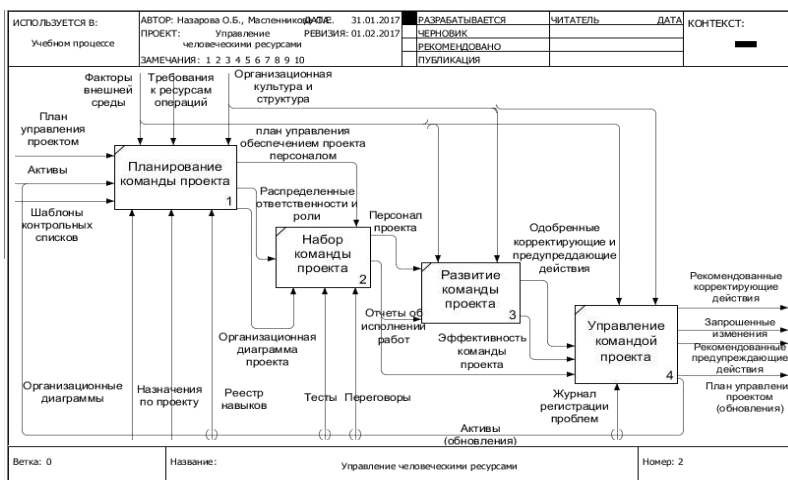
Согласно стандарту PMBOK (англ. Project Management Body of Knowledge) для упрощения управления проектом все действия, направленные на достижение целей проекта, разбивают на отдельные составляющие – процессы управления проектом, объединенные в соответствующие группы, которые имеют четкие зависимости, выполняются в одной и той же последовательности в каждом проекте с определенным наложением. При этом в описании групп процессов по каждой области знаний (управление содержанием, интеграцией, ресурсами, персоналом (человеческими ресурсами) и др.) нет четкого указания предмета взаимосвязи. Увидеть, спрогнозировать и грамотно выстроить взаимосвязи и взаимозависимости, как отдельных процессов, так и их групп представляется возможным только для менеджеров с достаточным опытом ведения проектов.

В целях облегчения понимания методологической базы проектов внедрения начинающими специалистами, а также для увеличения степени прозрачности происходящих в проекте процессов для заказчика можно использовать дорожные карты.

Дорожная карта – это наглядное представление пошагового сценария достижения стратегических целей предприятия, которое позволяет планировать все области и факторы, задействованные в достижении поставленной задачи; вырабатывает своеобразный «путеводитель» для руководителей, позволяя идентифицировать промежуточные результаты и корректировать направления деятельности; подразумевает обмен информацией между участниками проекта. Таким образом,

применение такого инструмента дает возможность спрогнозировать возможные направления развития проекта внедрения как с позиции выведения нерезультативных процессов на эффективный уровень, так с позиции оценки возможной экономической эффективности проекта в целом [2].

В своем исследовании мы ведем работу в направлении совершенствования подготовки ИТ-специалистов к реализации стадий жизненного цикла автоматизированных систем (АС), опираясь на проектную деятельность студентов. В рамках выполнения заданий по дисциплине «Внедрение, сопровождение и адаптация ИС» студенты разрабатывают «дорожные карты процессов проекта внедрения ИС (КИС)» и проверяют состоятельность их работы на «прозрачность» при организации проектов внедрения КИС в рамках курсовой и выпускной квалификационной работ. Примером реализации такого проекта может служить дорожная карта процесса управления человеческими ресурсами проекта внедрения КИС, представленная на рисунке в виде диаграммы верхнего уровня в нотации IDEF0.



Управление человеческими ресурсами проекта внедрения должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить эффективное использование всех стейкхолдеров. Успешность проекта во многом определяется грамотно проведенными мероприятиями: определение состава участников проекта, их роли и порядка взаимодействия; формирование команды проекта и команды управления проектом; построение необходимой и достаточной для управления проектом организационной структуры.

Согласно PMBOK процесс управления человеческими ресурсами в части организации команды проекта и управления ею предполагает: планирование человеческих ресурсов; набор команды проекта; развитие команды проекта и управление командой проекта. Выбор такого процесса для демонстрации обусловлен тем, что при организации своей команды студенты также применяют эти процессы, тем самым могут проверить работу карты дважды. На сегодняшний день разрабатываются дорожные карты каждого из процессов и областей знаний

управления проектом внедрения. Следующий этап работы – интеграция карт и проверка их действенности для демонстрации прозрачности внедрения ИС для исполнителя и заказчика.

Список литературы

1. Барковский Д.В., Чернова Е.В., Давлеткиреева Л.З. Анализ преимуществ внедрения ERP-системы на производственном предприятии//Современная техника и технологии. – 2013. – № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2013/12/2685>.
2. Зайнуллина Л. Дорожная карта как эффективное средство достижения целей [Электронный ресурс] / Л. Зайнуллина // Управление производством, 2014. – №4. – URL: http://www.up-pro.ru/library/production_management/operations_management/dorozhnaya-karta.html.
3. Грекул В.И., Коровкина Н.Л., Денищенко Г.Н. Управление внедрением информационных систем [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.intuit.ru/departament/itmngt/isimman/>.

УДК 004.7

П.В. Стащук

ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Обосновывается применение учебной программы симулятора NetEmul с целью повышения эффективности усвоения учебного материала при изучении вопросов организации и функционирования компьютерных сетей студентами нетехнических специальностей вузов. Предложенное программное средство отличается от профессиональных сетевых эмуляторов простотой в использовании, наглядностью результатов моделирования и другими качествами.

Ключевые слова: компьютерная сеть, вычислительная система, симулятор, модель OSI, наглядность.

Формирование систематизированных знаний в области вычислительных систем и компьютерных сетей (КС), а именно: ознакомление с базовыми понятиями, формирование представлений о структуре, базовых компонентах и технологиях, изучение принципов организации и функционирования, освоение логики сетевых протоколов и систем адресации, а также приобретение навыков практического применения интернет-приложений для решения профессиональных задач является целью таких учебных дисциплин в рамках гуманитарных специальностей вузов, как «Компьютерные сети и интернет-технологии» и «Вычислительные системы, сети, телекоммуникации».

Наиболее важное место в достижении поставленной цели с методологической точки зрения отводится изучению принципов взаимодействия компонентов КС (иерархия, адресация, протоколы, технологии), которые составляют основу

сетевой организации и функционирования компьютерных (телекоммуникационных) систем и обмена с их помощью пользовательской информацией.

При изучении сложного учебного материала дидактика рекомендует использовать, по возможности, сочетание наглядного и практического обучающих подходов, которое в контексте рассматриваемой проблемы может быть успешно реализовано с помощью наглядного моделирования КС.

Обычная методика учебного процесса в рамках указанного тематического блока, опирается на лабораторный практикум, то есть индивидуальное, преимущественно самостоятельное, выполнение студентами отдельных заданий лабораторного цикла после краткого предварительного теоретического ознакомления с предметом изучения. Учебные задания регламентируются и располагаются по возрастанию сложности. При необходимости в процессе обучения целесообразны взаимное консультирование студентов, либо коллективное обсуждение проблемных ситуаций под контролем преподавателя.

Если углубленное изучение технологических особенностей и протоколов КС, характерное для студентов технических профилей вузов, требует большого объема учебного времени и использования специализированного оборудования (учебные стенды, компьютерные сети), то для студентов «гуманитариев» в условиях «поверхностного ознакомления» целесообразнее и эффективнее применять программные средства.

В настоящее время известны и широко применяются для обучения технических специалистов в условиях отсутствия достаточной материальной базы (физических устройств) программные симуляторы и эмуляторы оборудования Cisco Systems, Hewlett Packard, Huawei и пр. различных разработчиков: PT (Packet Tracer), CSR (Cloud Service Router), IOU (IOS on UNIX), UNenLab (Unified Networking Lab), Boson NetSim, HP Network Simulator, Huawei eNSP, Mininet, Marionnet, Common Open Research Emulator, Line Network Emulator и др.

При этом программные модели оборудования делятся на две группы: симуляторы и эмуляторы. Эмуляторы моделируют поведение реальных устройств на уровне их машинных команд, реализуя трансляцию кода образа/прошивки. Симуляторы имитируют заданный набор пользовательских команд, используя для этого собственные алгоритмы.

Коммерческие эмуляторы профессионального уровня имеют низкую «обучающую» ценность для студентов нетехнических профилей, поскольку рассчитаны на использование высококвалифицированными специалистами и имеют высокую рыночную стоимость. Они слишком сложны в использовании для неподготовленного «гуманитария» (англоязычная среда, интерфейс командной строки и т.д.). Для изучения основ КС функциональность профессиональных эмуляторов является, избыточной, длительность овладения навыками грамотного их использования с учетом графика учебного процесса неприемлема и более важными становятся факторы педагогические.

Правильный выбор учебного программного средства в рамках конкретной учебной дисциплины некоторой учебной специальности всегда представляет собой исследование, основанное на знании: решаемых УПС задач, предъявляемых к ним требований и грамотного анализа степени удовлетворения требований возможностями различных вариантов УПС (аналогов).

Наиболее подходящим вариантом в качестве учебно-методического средства изучения принципов взаимодействия компонентов КС, как показал авторский опыт применения в учебном процессе, оказалась достаточно скромная по своим функциональным возможностям программа NetEmul. Этот симулятор изначально создавался в учебных целях как средство визуализации при изучении общих вопросов работы КС (для облегчения понимания происходящих в них информационных процессов).

Кроме того, NetEmul (netemul.sourceforge.net) относится к категории свободно-распространяемого ПО (лицензия GPL), является кроссплатформенным (поддерживается операционными системами MS Windows, Linux, MacOS) и предоставляет:

- возможность быстрого развертывания на компьютерах учебной аудитории,
- русифицированный графический пользовательский интерфейс и спривочную систему,
- простую понятную командную среду для построения изучаемых конфигураций КС, уточнения параметров ее узлов и телекоммуникационного оборудования и режимов передачи информации,
- хорошие возможности наглядного отображения: анимированные демонстрации процессов передачи данных, динамически меняющиеся в зависимости от состояний моделирования таблицы (ARP, коммутации, маршрутизации) коммуникационных устройств и журналы/протоколы обмена компьютерных узлов сетевыми пакетами.

Графическая командная среда NetEmul позволяет создавать не слишком сложные учебные схемы КС на базе минимального необходимого набора объектов-абстракций (без указания на конкретную модель оборудования). Сетевые устройства узлов моделируемой КС определяются набором объектов-абстракций типа компьютер, а коммуникационные устройства — объектами-абстракциями типа концентратор, коммутатор и маршрутизатор. Объекты узлы и объекты коммуникационные устройства соединяются абстрактными объектами линий связи.

В зависимости от решаемой учебной задачи обучаемые уточняют количество и параметры настройки объектов узлов (количество сетевых адаптеров/портов, IP-адреса, шлюзы, активизация маршрутизации и пр.) и коммуникационных устройств, а также выстраивают требуемую конфигурацию модели КС посредством линий связи.

На следующем этапе осуществляется имитация обмена пакетами между выбранными парами узлов построенной модели КС, проверяющая ее работоспособность. Будучи запущена, она сопровождается анимацией и динамическим изменением содержания таблиц и журналов узлов/устройств, в результате чего, обучаемому проще обнаружить и исправить допущенные при моделировании ошибки.

С помощью рассматриваемого нами симулятора NetEmul успешно решаются следующие учебные задачи:

- изучение принципов адресации сетевых устройств,
- изучение особенностей работы концентраторов и коммутаторов,
- изучение принципов маршрутизации пакетов данных в составных сетях,
- назначение и некоторые особенности протоколов канального и сетевого уровня (ARP, IP, TCP, UDP).

Хорошо разобравшись с организацией и функционированием КС, в целом, студенты затем лучше усваивают особенности базовых сетевых сервисов (при-

кладного уровня модели OSI) и легче осваивают навыки их использования при решении профессиональных задач в любой предметной области.

Список литературы

1. В. Молочков Компьютерные сети [Электронный ресурс] Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3688/930/lecture/20109?page=3> (дата обращения: 25.01.2017).
2. NetEmul. URL: <http://netemul.sourceforge.net/ruindex.html> (дата обращения: 25.01.2017).

УДК 004,378

Л.В. Курзаева, И.В. Гаврилова

РАМКИ Е-КОМПЕТЕНЦИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ В ВУЗЕ

Аннотация. Актуальность проблемы представленного в статье исследования обусловлена как общемировыми интеграционными процессами, так и необходимостью разработки эффективного механизма управления требованиями к результатам обучения будущих специалистов в области ИТ. Настоящая публикация призвана ознакомить с результатами построения адаптивной системы управления качеством результатов обучения ИТ-специалистов в вузе с учетом требований Европейской рамки ИКТ-компетенций. Результаты исследования могут быть использованы для разработки систем проектирования образовательных программ формального и неформального образования, а также систем аттестации выпускников учреждений профессионального образования и сертификации работников предприятий.

Ключевые слова: рамка компетенций; результаты обучения, адаптивное управление.

Информационные технологии занимают прочное место в Перечне критических технологий Российской Федерации, утвержденном 07 июля 2011 г. (пп.8, 13, 18). ИТ-отрасль в силу своей специфики оказывает существенное влияние на развитие прочих отраслей, становясь стратегическим фактором не только развития экономики страны, но обеспечения её обороноспособности и безопасности граждан. Кроме того, информационные технологии выступают одним из наиболее перспективных направлений импортозамещения, при условии, что доля ИТ-специалистов в России будет не менее 1%.

Экспоненциальный характер развития информационных технологий обуславливает непрерывный рост требований к специалистам данной отрасли, при этом стремление сократить разрыв между требованиями работодателей и результатами всех видов образования приводит к появлению набора недостаточно хорошо согласующихся между собой, с одной стороны, международных и государственных образовательных стандартов и, с другой стороны, профессиональных стандартов и отраслевых рамок квалификаций и компетенций.

Несмотря на отдельные успехи в этой области, существует ряд сложных задач, которые еще предстоит решить. Для образования в области ИТ это:

- отмечающаяся низкая осведомленность разработчиков образовательных программ и кадровых служб относительно современных европейских подходов установления требований к ИКТ компетенциям специалистов и пользователей;
- разноаспектность воплощения компетентностного подхода в разрабатываемых образовательных и профессиональных стандартах, сложность их состыковки и гармонизации требований к результатам обучения;
- слабость механизмов признания квалификаций, полученных в ходе предыдущей трудовой или учебной деятельности, в результате как формального, так и неформального обучения в качестве основы эффективного развития рынка труда.

Наблюдаемые несоответствия актуализируют проблему разработки методологических и научно-методических основ адаптивного управления качеством результатов обучения ИТ-специалистов в вузе.

В ходе исследования было установлено, что для управления качеством результатов обучения ИТ-специалистов в рамках формального и неформального образования могут быть использованы:

- модели, основанные на применении международных образовательных стандартов;
- модели, основанные на использовании рамок квалификаций;
- модели, основанные на учете требований профессиональных стандартов;
- модели, основанные на мониторинговых исследованиях рынка труда и/или учете требований конкретного заказчика – работодателя [1].

Среди указанных моделей наиболее перспективной в плане основы для гармонизации требований является Европейская рамка ИКТ-компетенций (e-CF) группы CEN, включенной в систему стандартизации РФ как ГОСТ Р 55767-2013/CWA 16234-1:2010 Информационная технология (ИТ). Европейская рамка ИКТ-компетенций 2.0. Часть 1. Общая европейская рамка компетенций ИКТ-специалистов для всех секторов индустрии [2].

Структура данной рамки соответствует стадиям жизненного цикла ИС, ее требования к результатам обучения соотнесены с требованиями Европейской рамки квалификаций высшего образования и может быть, как показало исследование, сопряжено с требованиями профессиональных и образовательных стандартов на основе онтологического представления предметной области (см. рисунок). Таким образом, для решения проблемы исследования были использованы методы инженерии знаний и онтологическое моделирование.

В результате построена новая компетентностно-онтологическая модель требований к результатам обучения ИТ-специалистов на основе интеграции компетентностного и онтологического подходов, объединяющая системы требований образовательных и профессиональных стандартов, рамок компетенций и квалификаций и устанавливающая отношения между структурными элементами данной предметной области и дисциплинами, обеспечивающими формирование у обучаемого требуемых компетенций с заданным качеством (содержанием и уровнем). Создана онтологическая база знаний системы адаптивного управления качеством результатов обучения ИТ-специалистов, интегрирующая и гармонизирующая требования к результатам обучения со стороны различных нормативных и рекомендательных документов, а также аккумулирующая знания передовой практики подготовки ИТ-специалистов в условиях формального и неформального образования.

В.В. Баранков, Т.В. Быкова

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. *Обозначены проблемы безопасности облачных технологий, перечислен список самых актуальных облачных угроз безопасности. Рассмотрены пути решения вопросов облачной безопасности и пример программно – технического решения вопросов облачной безопасности – Hewlett Packard Cloud Service Automation.*

Ключевые слова. *Информационная безопасность, информационная атака, информационная угроза, облачная технология, облачная платформа, облачный сервис.*

Проблемы безопасности облачных технологий.

Главный принцип – «облачность» создает специфические проблемы безопасности. Владельцы информации не знают, где хранятся, обрабатываются и как защищены его данные, что приводит к отсутствию контроля. Поэтому пользователь либо полагается на хорошую репутацию облачного провайдера, либо отказывается пользоваться такими технологиями. Существует риск того, что данные разных клиентов, помещенные в единую программную среду, из-за ошибки в коде увидят владельцы десятков других аккаунтов. Следующий немаловажный изъян – пробелы в российском законодательстве. В законе «О персональных данных» не прописано, кто является владельцем системы, если хотя бы часть ее находится в облаке. Другие проблемы: если в облако нужно перенести персональные данные клиентов компании, то их необходимо зашифровать по системе криптографии, сертифицированной в ФСБ. Облачных приложений, которые прошли бы подобную процедуру, в настоящее время нет.

Международная коалиция Cloud Alliance Security в 2016 году опубликовала список самых актуальных облачных угроз безопасности [1]:

1. **Утечка данных.** Действия отдельных лиц, целью которых является получение легитимных прав доступа к информации, что приводит к нарушению ее конфиденциальности.

2. **Компрометация учетных записей и обход аутентификации.** Утечка данных, связанная с небрежным отношением организации к механизмам проверки подлинности, т.е. использование слабых паролей, ненадлежащее управление ключами шифрования и сертификатами.

3. **Взлом интерфейсов и API.** Недоработка механизмов контроля доступа, шифрования в API. Слабые с точки зрения безопасности интерфейсы становятся уязвимым местом в вопросах доступности, конфиденциальности, целостности и безопасности.

4. **Уязвимость используемых систем.** Угроза, возникающая, когда при использовании облачных технологий, компании уделяют недостаточно внимания безопасности своих приложений, размещенных в защищенной инфраструктуре облачного провайдера. Уязвимость самих приложений становится узким местом в безопасности корпоративной инфраструктуры.

5. **Кража учетных записей.** Фишинг, мошенничество, эксплойты в облачном окружении. Так же угрозы в виде попыток манипулирования транзакциями и изменения данных.

6. **Инсайдеры-злоумышленники.** Инсайдерская угроза может исходить от нынешних или бывших сотрудников, системных администраторов, подрядчиков или партнеров по бизнесу. Опасность может заключаться в полном или частичном разрушении инфраструктуры, получении доступа к данным и т.д.

7. **Целевые кибератаки.** Действия злоумышленника, целью которых является установка и закрепление собственного присутствия в целевой инфраструктуре.

8. **Перманентная потеря данных.** Потеря данных без возможности восстановления по причине поставщика услуг. Злоумышленник, зная о последствиях перманентного удаления данных, ставят целью совершение подобных деструктивных действий.

9. **Недостаточная осведомленность.** Организации, которые переходят в облако без понимания облачных возможностей, сталкиваются с рисками. Понимание функционирования облачных сервисов, предоставляемых поставщиком услуг, поможет ответить на вопрос, какие риски берет на себя компания, заключая договор с хостинг-провайдером.

10. **Злоупотребление облачными сервисами.** Облака могут использоваться легитимными и нелегитимными организациями. Цель последних — использовать облачные ресурсы для совершения злонамеренных действий: запуска DDoS-атак, отправки спама, распространения вредоносного контента и т. д.

11. **DDoS-атаки.** В результате DoS-атак может сильно замедлиться или вовсе прекратиться работа значимых для бизнеса компании сервисов. DoS-атаки расходуют большое количество вычислительных мощностей, за использование которых будет платить клиент.

12. **Совместные технологии, общие риски.** Уязвимости в используемых технологиях — достаточная угроза для облака. Поставщики облачных услуг предоставляют виртуальную инфраструктуру, облачные приложения, но если на одном из уровней возникает уязвимость, она влияет на все окружение.

Пути решения вопросов облачной безопасности.

Одной из гарантий контроля над данными является шифрование [2]. Распространение таких услуг в облаках идет крайне медленно из-за увеличения нагрузки на облако. Для решения этой проблемы специалисты предлагают шифровать не всю виртуальную среду, а только сами данные. Для обеспечения приватности хранения пользовательских данных, вводится запрет на просмотр и изменение информации другими людьми, включая операторов. Для реализации производят изоляцию виртуальной машины и операционной системы. Так же проводится зонирование выделенной сети, переадресация принимаемых данных, очистка дисков после обращения к ним, аутентификация файловой системы.

Используется приватность во время передачи персональных данных по сети в облако. Для реализации используют такие технологии, как VLAN, VPN и протокол SSL. Для доступа пользователей к своим данным необходима установка подлинности и авторизация. Для защиты используются фаерволы, VPN-аутентификация и аутентификация операционной системы.

Следующая проблема заключается в том, что постепенно происходит смена концепции информационной безопасности от идеи защищенного периметра к облачной модели защиты приложений, данных и сервисов. На практике при миграции в облака потребуются найти баланс между централизованными мерами

обеспечения информационной безопасности, ответственность за которые несет поставщик инфраструктурных услуг, и локальными, обеспечиваемыми клиентом. Задача облачного провайдера заключается в создании базовой защищенной среды, в которой данные разных клиентов услуг будут изолированы друг от друга, а также в обеспечении контроля действий своих системных администраторов.

Программно-технические решения вопросов облачной безопасности.

Одним из решений управления и безопасности облачных технологий является продукт Hewlett Packard Cloud Service Automation (CSA) [3]. Программный продукт HP CSA позволяет создать единую защищенную облачную среду с необходимой степенью изоляции ресурсов и системой управления уровнями доступа, объединяющую технологии частного, публичного и гибридного облаков. Внедрение CSA позволяет заказчикам сократить сроки предоставления облачных услуг с месяцев до минут, повысить степень утилизации серверов до 80%, сократить потери от простоев серверов на 30%.

CSA обеспечивает интеграцию программ и упрощение процедур развертывания различных сервисов в гибридной облачной среде, размещение баз данных на сайте сервисов, средств резервного копирования баз данных и полнофункциональных приложений. Один из компонентов HP CSA Operations Orchestration представляет собой механизм автоматизации процедур, позволяющий объединять отдельные приложения и устанавливать связи между ними. Он может обеспечивать интеграцию процедур, которые распределены между несколькими поставщиками облачных услуг. Сегодня HP CSA Operations Orchestration может взаимодействовать с облачными средами OpenStack и Amazon S3. Возможно объединение отдельных технологических процессов, реализованных в приложениях SAP, а также в собственных пакетах HP ArcSight и Fortify.

Список литературы

1. Fahmida Y. Rashid. The top 12 cloud security threats [Электронный ресурс]. URL: <http://www.networkworld.com/article/3042610/security/the-dirty-dozen-12-cloud-security-threats.html> (дата обращения: 15.05.2017).
2. Котяшичев И. А., Смоленцев С. В. К вопросу о безопасности облачных технологий в информационной среде // Молодой ученый. 2014. №5.1. С. 25-28.
3. Cloud Service Automation [Электронный ресурс]. URL: <https://saas.hpe.com/ru-ru/software/cloud-service-automation> (дата обращения: 15.05.2017).

УДК 622.681.5

Е.А. Яровикова, Е.Г. Нешпоренко

СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИЧНЫХ ГАЗОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД

Аннотация. В связи с обеднением железорудной базы перед металлургическими предприятиями возникает задача поиска альтернативного сырья для производства стали. Решением может стать титаномагнетитовая руда, запасы которой позволят обеспечить отечественную металлургию на долгие годы.

Ключевые слова: *титаномагнетитовая руда, обжиг, вторичные газы.*

Предприятия черной металлургии, в состав которых входят доменные печи, всё больше сталкиваются с проблемой нехватки высококачественных железорудных ресурсов вследствие обеднения сырьевой базы. Существующие руды, альтернативные классическим железным рудам, такие как сидеритовые и титаномагнетитовые, по своим физико-химическим характеристикам не могут быть широко введены в действующий металлургический комплекс, так как в результате их плавки образуются тугоплавкие шлаки, которые нарушают ход доменной плавки.

Классические способы переработки титаномагнетитов предполагают сложную схему их предварительной подготовки, а именно обжиг, химическое воздействие и разделение, магнитное обогащение и сепарацию. Как правило, результатом данных операций являются обогащенный железосодержащий порошок и хвосты обогащения, с большим содержанием оксидов титана [1].

Термодинамические исследования показывают, что процесс разделения железа и оксидов титана, легче провести в высокотемпературном диапазоне от 1600°C до 2000°C, что соответствует температурам процесса жидкофазной плавки. Причем при температурах ниже 1843°C (плавление TiO_2) имеет место жидкая фаза, содержащая железо и твердые шлаки, при температурах выше 1843°C будет иметь место жидкая фаза, содержащая как железо так и титанистые шлаки. Однако, следует отметить, что в температурном диапазоне от 1660°C (температура плавления Ti) до 1744°C (равновесная температура между реакциями образования оксидов углерода и титана) возможно провести процесс жидкофазного восстановления железа из расплава [2, 3].

С энергетической точки зрения отдельным вопросом является задача обеспечения требуемой температуры. Ресурсов для этого не так много: уголь, природный газ, электрическая энергия, вторичные энергоресурсы предприятия. В настоящее время, на металлургических предприятиях полного цикла образуются: доменный, коксовый и конвертерный газы, которые используются не полностью [4].

Таким образом, в работе проведены исследования возможности эффективного применения вторичных энергоресурсов для процесса жидкофазного разделения железа и оксидов титана, а так же их энергетических характеристик.

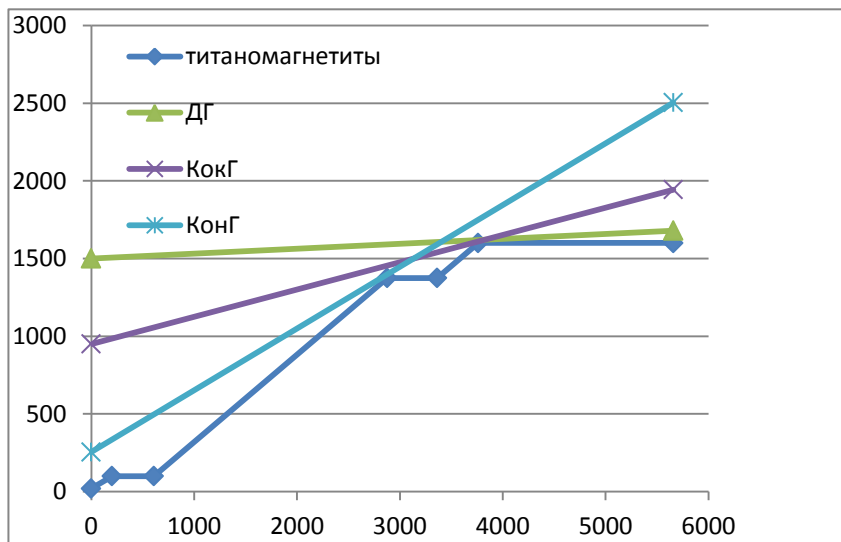
Охарактеризуем приведенные вторичные энергоресурсы:

- коксовый газ – среднекалорийный горючий газ, вырабатываемый при производстве кокса, содержащий в своём составе серу (калорийность газа составляет 15,36 МДж/м³);
- доменный газ – низкосернистое, низкокалорийное топливо (4,17 МДж/м³);
- конвертерный газ – низкокалорийный газ с высоким содержанием окиси углерода, образующийся в результате сжигания углерода в чугуне чистым кислородом (8,34 МДж/м³).

Поскольку требуется высокая температура был проведен расчет температуры горения каждого из них, который показал, что коксовый, доменный, конвертерный газы имеют температуры горения 1942°C, 1680°C, 2504°C соответственно. Рассчитано теплopotребление процесса нагрева титаномагнетитовой руды с учетом испарения содержащейся в ней влаги, площадок разложения и восстанов-

ления железа. Количество теплоты, требующееся для данного процесса составило 5,66 МДж/кг руды или 5,66 ГДж/т.

На рисунке представлен температурно-тепловой график переработки титаномагнетитов в различных стадиях (нагрев руды, испарение воды, нагрев сухой руды, теплота плавления, нагрев расплава руды, восстановление) и энергетические характеристики вторичных газов при переработке титаномагнетитов. Для каждого газа был осуществлён пересчёт состава сухого газа на влажный. Так же рассчитывалась теплота сгорания газов, расход кислорода на горение, теоретическое и действительное количество воздуха. Находилось общее количество продуктов горения, теплоёмкость отходящих газов и конечная температура горения.



Температурно-тепловой график переработки титаномагнетитов

Список литературы

1. Metallurgiya chuguna / Е.Ф. Вегман, Б.Н. Жеребин, А.Н. Похвиснев и др. М.: Metallurgiya, 1989. 512 с.
2. Самсонов Г. В, Борисова А.Л. и др. Физико-химические свойства окислов. Справочник. М.: Metallurgiya, 1978. 472 с.
3. Вегман Е.Ф. Краткий справочник доменщика. М.: Metallurgiya, 1981. 240 с.
4. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологическое комбинирование в промышленности: Учебник для вузов. / Н.А. Семененко, Л.И. Куперман, С.А. Романовский и др. Киев: Вища школа, 1979. 296 с

И.И. Багаев**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Аннотация. В работе рассматривается сложно структурированное изображение, включающее фон, один объект исследования и множество объектов нерегулярной формы в границах объекта исследования. Предложено математическое описание структуры изображения для размещения в корпоративном Хранилище. Приводится сравнение размеров изображений серных отпечатков при использовании математического представления и форматов JPEG, PNG.

Ключевые слова: изображение серного отпечатка, серный отпечаток, темплет, сжатие графической информации, сжатие с потерями, сжатие без потерь, JPEG, PNG, математическое представление.

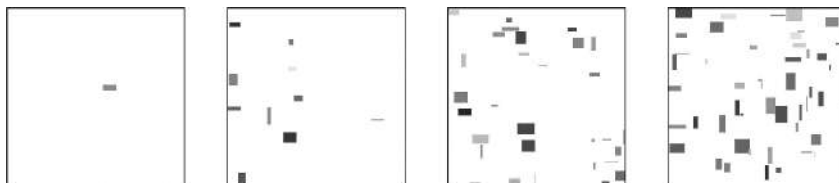
В металлургической промышленности существуют стандарты [1, 2], которые регламентируют способы проведения оценок качества выпускаемой продукции. Одним из способов оценки является метод получения серных отпечатков [2]. Серным отпечатком является поперечное сечение темплета непрерывнолитой заготовки. Темплет – плоский образец, вырезанный из металлического изделия или заготовки и предназначенный для выявления и изучения на нём макроструктуры изделия.

После получения серных отпечатков их проявляют и переводят в цифровой формат путем сканирования и сохраняют в базе данных. Размер одного изображения после сканирования занимает 6–10 МБ. При количестве записей 20-30 млн в корпоративном хранилище возникает проблема эффективного хранения такого объема данных.

В качестве решения описанной проблемы уместнее всего прибегнуть к использованию сжатия графической информации. Применение сжатия позволит уменьшить занимаемое пространство на носителях памяти в корпоративных хранилищах, а также позволит произвести оптимизацию затрат на оснащение и поддержание технической базы. Сжатие существует двух видов: с потерями и без потерь. Сжатие с потерями позволяет уменьшать размер графической информации, жертвуя при этом исходным качеством, что в случае хранения изображений серных отпечатков не уместно, т.к. при его использовании будет происходить потеря исходного качества не только ненужных элементов изображения, но и ключевых. К тому же, в частности, широко распространенный формат JPEG, который использует сжатие с потерями, не предназначен для хранения изображений, в которых есть резкие перепады яркости и контрастности, что, в свою очередь, характерно для изображений серных отпечатков. Всех этих недостатков лишен формат PNG, использующий в своей основе сжатие без потерь. PNG позволяет путем анализа элементов изображения и математических преобразований уменьшить размер изображения, сохранив при этом исходное качество графической информации. Использование формата PNG, при сохранении изображения в котором на выходе имеется малый размер файла и исходное качество изображения, позволит решить проблему эффективного хранения большого объема графической информации в корпоративном хранилище. Тем не менее в случае серных отпечатков существует возможность еще более эффективного использования занимаемого пространства на носителях памяти. Подробнее способ описан в работе [3].

Для того что бы сравнить размеры изображений серных отпечатков, сохраненных в формате JPEG, PNG и в виде мат. представления, было написано программное обеспечения, которое позволяет генерировать изображения с различным количеством объектов (дефектов при изготовлении металла) и сохранять его в вышеуказанных форматах. Подсчет размера, который занимает математическое представления, производился путем сложения размеров типов переменных, при помощи которых непосредственно в коде была объявлена структура «Математическое представление».

Было сгенерировано 4 изображение идентичного разрешения с разным количеством объектов на фоне. На рисунке приведены слева направо изображения с 1, 10, 30 и 40 объектами на изображении.



Сгенерированные изображения

Результаты оценки размеров изображений, приведенных на рисунке, при сохранении в формате JPEG и PNG, а также при сохранении изображений в виде математической структуры, приведены в таблице.

Кол-во объектов (дефектов)	Размер изображения			Мат. структура меньше PNG на
	JPEG	PNG	Мат. структура	
50	13,2 КБ	2,38 КБ	0,99 КБ	~ 60%
30	9,41 КБ	2,03 КБ	0,6 КБ	~ 71%
10	6,38 КБ	1,72 КБ	0,21 КБ	~ 88%
1	4,68 КБ	1,58 КБ	0,03 КБ	~ 98%

На основе измерений, приведенных в таблице, использование математической структуры позволит получить меньший размер изображения при сохранении на носители памяти по сравнению с форматом PNG. В зависимости от количества объектов на изображении эффективность использования математического представления колеблется от 60 до 90 процентов.

Список литературы

1. ГОСТ 5640-68. Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты. – Введ. 1970–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. 17 с.
2. ОСТ 14-1-236-91. Сталь. Метод контроля макроструктуры непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката и трубных заготовок. Взамен ОСТ 14-4-73 в части непрерывнолитой заготовки квадратного сечения. – Введ. 1992–01–01. – М.: Министерство металлургии СССР, 1991. 37 с.
3. Багаев И.И. О восстановлении изображений серного отпечатка по математическому описанию // Новые информационные технологии и системы. Пенза. 2016. С. 266-268.

ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ И ИСКУССТВА

УДК 691.533

И.С. Хрипачева

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ВЯЖУЩИХ ПО РОССИЙСКИМ И НЕМЕЦКИМ МЕТОДИКАМ

Аннотация. Технические требования к неводостойким (воздушным) гипсовым вяжущим веществам в разных странах согласно принятым стандартам могут существенно отличаться. На примере требований DIN 1168 (Германия) и ГОСТ 23789-79 (Российская Федерация) рассмотрены основные требования к определению стандартных свойств гипсовых вяжущих и проведен их сравнительный анализ.

Ключевые слова: DIN 1168-2-1975, ГОСТ 23789-79, сроки схватывания, нормальная густота, предел прочности.

Определение стандартных характеристик вяжущих веществ, а также разделение их на виды и сорта различаются. Строители должны уметь ориентироваться в многообразии вариантов строительных смесей на рынке, а так же прогнозировать их свойства с учетом заявленных характеристик. Одним из самых популярных производителей гипсовых смесей на российском рынке является немецкая фирма Knauf, поэтому возникает необходимость адаптировать заявленные характеристики смесей и проводить сравнительный анализ с российскими вариантами аналогичных продуктов.

Сорта гипсовых вяжущих согласно DIN 1168-2-1975 (часть 2) приведены в таблице.

В зависимости от сроков схватывания гипсовые вяжущие по ГОСТ 23789-79 делятся на три вида по срокам твердения: А – быстро схватывающиеся (начало – не ранее 2 мин, конец – не позднее 15 мин); Б – нормально схватывающиеся (начало – не ранее 6 мин, конец – не позднее 30 мин); В – медленно схватывающиеся (начало – не ранее 20 мин, конец – не нормируется).

По тонкости помола, определяемой наибольшим остатком на сите с размером ячеек 0,2 мм, гипсовые вяжущие делят на три группы: I – грубый помол, остаток на сите не более 23 %; II – средний помол, остаток на сите не более 14 %; III – тонкий помол, остаток на сите не более 2 %.

Стандартные испытания строительного гипса по DIN 1168-2-1975 включают в себя не только определение тонкости помола и прочностных характеристик, но и водопотребности.

Определение водогипсового отношения (водопотребности) возможно с помощью подсчета количества затворяемого вяжущего. Для этого необходимо взять прозрачный мерный стаканчик шириной 66 мм и высотой 66 мм с отметками на высоте 16 и 32 мм от дна. Фиксируют начальную массу стаканчика, затем нали-

вают в него 100 граммов воды (для подсчета стаканчик ставят на весы и приливают воду). Далее гипсовое вяжущее равными порциями в течение 30 секунд распределяют по всей поверхности налитой воды так, чтобы вся поверхность воды была покрыта слоем гипса, а гипсовый осадок по истечении этого времени был высотой до риски на высоте 16 мм. Следующие 30 секунд продолжают высыпать гипс в воду до достижения отметки на уровне 32 мм, а затем еще 30 секунд таким образом, чтобы появилось некоторое количество уже сухого гипса на поверхности примерно на 2 мм выше смеси. Далее еще 30 секунд наблюдают за поверхностью, досыпая периодически необходимое количество гипса так, чтобы оставались сухие островки. Общее время испытания – 2 минуты $\pm$ 5 секунд.



Рис. 1. Некоторые примеры использования гипсовых вяжущих

Требования к гипсовым вяжущим согласно немецкому стандарту

Сорт строительного гипса	Тонкость помола по остатку на ситах по DIN 4188			Начало схватывания, мин	Ррст, МН/м ² (МПа)	Рсж, МН/м ² (МПа)	Твердость МН/м ² (МПа)
	3.15%	1.25%	0.20%				
отделочный гипс	0	0	≤ 12	8...25	$\geq 2,5$	-	≥ 10
штукатурный гипс	0	-	-	≥ 25	$\geq 1,0$	$\geq 2,5$	-
гипс для машинного нанесения	0	-	-	≥ 25	$\geq 1,0$	$\geq 2,5$	-
гипс для швов	0	0	≤ 1	≥ 25	$\geq 1,5$	$\geq 3,0$	-
гипс для ручного нанесения	0	0	≤ 1	≥ 15	$\geq 1,0$	$\geq 2,5$	-

Стаканчик вместе с гипсовой смесью ставят на весы и фиксируют массу, вычисляя процентное содержание воды в смеси.

По ГОСТ23789-79 стандартная консистенция (нормальная густота) характеризуется диаметром расплыва гипсового теста, вытекающего из цилиндра при его поднятии. Диаметр расплыва должен быть в интервале от 175 до 185 мм. Это

количество воды, позволяющее получить заданную консистенцию, является основным критерием определения свойств гипсового вяжущего: времени схватывания и предела прочности. Водопотребность выражается в процентах как отношение массы воды, необходимой для получения гипсовой смеси стандартной консистенции, к массе гипсового вяжущего в граммах.

Таким образом, можно заключить, что использование мерного стаканчика (по *DIN 1168-2-1975*) имеет ряд недостатков, связанных с испытанием гипса с высокими показателями удельной поверхности, так как в этом случае наблюдается значительное утолщение слоя вяжущего на поверхности воды, который содержит настолько дисперсные частицы, что сила их седиментации очень мала. И, как следствие, происходит неравномерное осаждение частиц, что затрудняет проведение эксперимента.

Для определения сроков схватывания необходимо использовать тесто нормальной густоты. При затворении засекают время от начала контакта вяжущего и воды до первых признаков начала схватывания и его окончания.

Метод определения по российскому стандарту заключается в использовании иглы прибора Вика, которая, свободно опускаясь в тесто, не доходит до дна (время начала схватывания) или погружается в тесто не более, чем на 1 мм (конец схватывания).

Немецкая же методика основывается на применении специального ножа с закругленным концом длиной около 100 мм и толщиной лезвия от 1 до 1,5 мм. Формуются лепешки из теста нормальной густоты (3 штуки) диаметром от 100 до 120 мм и высотой около 5 мм. Для определения сроков схватывания лепешки разрезают ножом и за начало твердения принимают время, когда обе половинки лепешки не стремятся «залечить» этот разрез. Нож при испытании должен быть чистым и сухим. Окончание схватывания соответствует времени, когда на поверхности лепешки не проявляется зеркало воды после нажатия пальцем (рис. 2).

Очевидно, что влияние человеческого фактора, связанного со скоростью разрезания лепешки, а так же с величиной усилия при надавливании пальцем, может существенно повлиять на результат испытания.



Рис. 2. Определение сроков схватывания по *DIN 1168-2-1975* (часть 2)

В целом рассмотренные методики могут использоваться в качестве дополнительных контрольных для подтверждения результатов, а так же в качестве альтернативы при проведении лабораторных работ и исследовательских проектов.

Список литературы

1. ГОСТ 23789-79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. М.: Издательство стандартов, 1980. 12 с.
2. DIN 1168-2 Teil 2: Baugipse; Anforderungen, Prüfung, Überwachung. 1975. 8 S.

УДК 699.822

Д.Д. Хамидулина, С.С. Подушкин

«ЖИДКАЯ РЕЗИНА» – БЕСШОВНАЯ НАПЫЛЯЕМАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

Аннотация. В данной статье рассматриваются преимущества и недостатки бесшовной напыляемой гидроизоляции – «жидкой резины». Приведена сравнительная характеристика бесшовной напыляемой гидроизоляции и традиционных гидроизоляционных материалов (рулонные и листовые материалы).

Ключевые слова: гидроизоляция, гидроизоляционная система, «жидкая резина», бесшовная напыляемая гидроизоляция.

Неотъемлемым этапом любого строительства является создание надежной и долговечной гидроизоляционной системы. На сегодняшний день строительный рынок демонстрирует огромный выбор гидроизоляционных материалов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Для достижения максимального эффекта гидроизоляционной системы, первоначальной задачей при проектировании является правильное и обоснованное сочетание технических и эксплуатационных свойств материала, зависит от выбора вида системы гидроизоляции.

Гидроизоляционные строительные материалы классифицируются по множеству признаков: по месту применения; по особенностям назначения; по технологии нанесения; по внешнему виду и физическому состоянию [1].

По технологии нанесения гидроизоляционные системы подразделяются на: 1) окрасочная гидроизоляция (мастика, специальные краски и лаки); 2) наклеиваемая гидроизоляция (рулонные материалы, полотна и мембраны); 3) обмазочная гидроизоляция (жидкие мастики и растворы); 4) штукатурная гидроизоляция (цементная и асфальтовая штукатурки); 5) проникающая (инъекционная) гидроизоляция (химически активные растворы цемента); 6) напыляемая гидроизоляция («жидкая резина»).

У гидроизоляционных материалов данных групп имеются свои преимущества и недостатки, и применение материала зависит от вида конструкции и последующей эксплуатации, поэтому однозначно определить, какой вид гидроизоляции более приемлем достаточно сложно. Наиболее распространенными видами гидроизоляционных систем являются окрасочная и наклеиваемая гидроизоляции, однако в последнее время все большую популярность набирает бесшовная напыляемая гидроизоляция – «жидкая резина» [2].

Бесшовная напыляемая гидроизоляция является относительно новым гидроизоляционным материалом, который изготовлен на основе битумных эмульсий.

«Жидкая резина» – двухкомпонентная система на битумных эмульсиях с внесением полимеров и стабилизаторов. Называть материал «жидкой резиной» не совсем корректно, название он получил за свое непосредственное сходство по внешнему виду с обыкновенной резиной, а название «жидкий», потому, что первоначальное состояние представлено в виде эмульсии. Поэтому название «жидкая резина» прижилось, так как является удобным для рынка потребителей [3].

«Жидкая резина» используется в строительстве для гидроизоляционных работ разных конструкций, этот материал очень эффективен и универсален, в связи с этим он набирает все большую популярность.

К достоинствам, которыми обладает «жидкая резина», можно отнести следующие признаки [3]: 1) гидроизоляционная система представляет собой монолитное покрытие, абсолютно лишенное малейших стыков; 2) гидроизоляционное покрытие заполняет все имеющиеся на поверхности неровности и микротрещины; 3) высокая адгезия к любым поверхностям (деревянные, бетонные и металлические поверхности); 4) высокая эластичность; 5) устойчивость к воздействию перепадов температур и влажности; 6) экологическая безопасность; 7) многофункциональность материала; 8) широкая цветовая гамма материала; 9) на поверхность, обработанную жидкой резиной, допускается нанесение различных финишных покрытий; 10) большая производительность, обусловленная высокой скоростью нанесения жидкой резины; 11) быстрое восстановление поврежденной поверхности, достаточна лишь локальная обработка поврежденной поверхности.

Однако бесшовная напыляемая гидроизоляция имеет ряд недостатков [3]:

- возможность повреждения гидроизоляционного слоя из «жидкой резины» растворителями и веществами, содержащими нефтепродукты;
- для монтажа гидроизоляции механизированным способом потребуются дорогостоящее оборудование;
- в случае необходимости удаление покрытия с поверхности будет сложнее, чем снятие рулонных или листовых материалов.

Произведен сравнительный анализ «жидкой резины» и традиционных материалов (рулонные и листовые материалы). В таблице представлена сравнительная характеристика данных материалов [4].

Сравнительная характеристика рулонных и листовых гидроизоляционных материалов и бесшовной напыляемой гидроизоляции – «жидкой резины»

Наименование характеристики сравнения	Рулонные и листовые материалы	Напыление «жидкой резины»
1. Исходные материалы и оборудование	Рулонные или листовые материалы, баллоны с газом, шланги, горелка – доставка (подъем) к месту работ.	Установка (50-60 кг), шланги и ёмкости с сырьём. Расстояние от установки до места напыления до 60 м.
2. Снятие старого покрытия	Необходимо	Не требуется
3. Очистка поверхности	Необходима	Необходима
4. Выполнение усадочных и температурных швов поверхности	Необходимо	Не требуется
5. Предварительная примерка мате-	Необходима	Не требуется

Наименование характеристики сравнения	Рулонные и листовые материалы	Напыление «жидкой резины»
риала		
6. Применение открытого огня	Необходимо	Не требуется
7. Предварительный прогрев поверхности и материала горелкой	Необходимо	Не требуется
8. Пожароопасность	Присутствует	Отсутствует
9. Выделение токсичных веществ	Присутствует	Отсутствует
10. Увеличение массы покрытия 1 м ² изолируемой поверхности, кг	10-12	3-6
11. Самовосстановление покрытия	Нет	Есть
12. Эластичность покрытия при плюсовых температурах, %	8-10	До 1000
13. Эластичность покрытия при отрицательных температурах	Нет	Сохраняется
14. Образование стыков и швов	Есть	Нет
15. Пузыри, дутки	Есть	Нет
16. Конфигурация поверхности	Прямые плоскости	Любой сложности
17. Адгезия с поверхностью	Частичная	100%
18. Защита от УФ-лучей	посыпка или слой гравия	Устойчивость 25/50 лет
19. Поверхность кровли	Неровности не более ±10 мм	Любая
20. Нагрузка на 1 м ²	11-16,8 кг	3,2 кг
21. Уклон основания	До 20 ⁰	До 90 ⁰
22. Способность к растяжению	15%	1400%
23. Температура эксплуатации	-25 °С +55 °С	-45 °С +95 °С
24. Текущий ремонт	2-3 года	нет
25. Капитальный ремонт	5-7 лет	25/50 лет
26. Окраска цветом	нет	да

Несмотря на то, что «жидкая резина» является относительно новым материалом на строительном рынке, перспективы ее использования более чем очевидны, что подтверждает сравнительный анализ. Сокращение сроков на выполнение работ по нанесению «жидкой резины» делает этот материал привлекательным, с экономической точки зрения.

Список литературы

1. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений: учебник. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 272 с.
2. Козлов В.В., Камсков В.П. Гидроизоляционные материалы. Москва: АСВ, 2014. 240 с.
3. Жидкая резина для гидроизоляции [Электронный ресурс]. URL: <http://proroofer.ru/material/prochie-materialy/zhidkaya-rezina-dlya-gidroizolyacii.html> (дата обращения: 10.04.2017).

4. Гидроизоляция объектов методом холодного бесшовного напыления жидкой резиной [Электронный ресурс]. URL: <https://vzsto.ru/article/waterproofing/> (дата обращения: 12.04.2017).

УДК 624.012.3:620.174.21

В.Б. Гаврилов, Д.Е. Карась, А.А. Варламов

ОБ ИСПЫТАНИИ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СТЕНОВОГО БЛОКА

Аннотация. Приведена методика и результаты испытаний стенового блока на сжатие и срез защитной оболочки. Испытания проведены на специальном стенде. Загружение осуществлялось домкратами. Проводили измерения деформаций и напряжений. Получено распределение напряжений по сечению блока. Определено усилие срезу.

Ключевые слова: блоки, испытание, защитный слой, напряженно-деформированное состояние, несущая способность.

Наружный стеновой блок 1БНД11.22.54 является индивидуальной разработкой – изделием блочно-панельного 16 этажного жилого здания. Блок предназначен для установки на первых трех этажах здания. Особенности конструкции блока: – сложная форма поперечного сечения несущего слоя; – тонкостенная защитная оболочка (40 мм).

Расчет здания проведен в программе STARK ES 2014. Вследствие особенности принятой расчетной схемы напряжения в блоке распределены крайне неравномерно. Наибольшие средние напряжения составили 7,2 МПа. Пиковые напряжения достигают 21...25 МПа. Расчетная схема испытания наружного стенового блока предусматривала создание пиковых напряжений в блоке 22,5 МПа при минимальном нулевом значении и среднем напряжении в блоке 8,6 МПа. Расчетная вертикальная нагрузка на защитную оболочку блока с учетом коэффициента 1,6 составляет $137 \times 1,6 \approx 220$ кН.

Методика испытания блока разработана на основе ГОСТ 8829-94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением» и рекомендаций [1]. Схема загрузки стенового блока показана на рис. 1. Для испытания стенового блока на заводе была изготовлена специально разработанная силовая рама. Общий вид блока для испытания на сжатие показан на рис.1.

Для испытаний планировали гидравлические домкраты. Нагрузку на блок передавали ступенями по 25 т (10+10+5). С выдержкой на ступени для снятия отсчетов по приборам. Для измерения деформаций на поверхности блока и смещения оболочки относительно тела блока использовали индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленные на базе 1 м. Параллельно индикаторам по центру их осей устанавливали тензометры сопротивления с базой 50 мм.



Рис. 1. Общий вид загрузки панели при испытании на срез оболочки

Фактические наибольшие нагрузки от домкратов составили 904, 795 и 250 кН. Общая нагрузка на блок составила 1976 кН (с учетом собственного веса).

Средние напряжения по блоку составили $1976/3460 \text{ см}^2 = 5,7 \text{ МПа}$, что соответствовало среднему оценочному напряжению на блок, но несколько ниже напряжений, полученных в компьютерном расчете. Распределение напряжений по сечению, исходя из расчета по упругой схеме, приведены на рис. 2 пунктирной линией (максимальные напряжения 18,9 МПа). Фактические напряжения в блоке определены по тензодатчикам в точках 1-6 согласно методике, изложенной в [2, 3]. Результаты расчетов и измерений приведены в таблице.

Наибольшие теоретические напряжения в угловой зоне блока составили 18,9 МПа. Наибольшие измеренные напряжения в этой точке 17,4 МПа. Остаточные деформации в наиболее напряженной точке определены в 3,2 МПа. Наблюдалось перераспределение усилий по сечению блока. Нагрузки в блоке были доведены до расчетных. Разрушающих нагрузок в блоке создать не удалось. Смещение оболочки шло неравномерно. При нагрузке 136 кН расхождение слоев слева составило 0,08 мм, справа 0,07 мм. Смещение по вертикали составило 0,18 слева и 0,08 справа. После этого нагрузку сбросили и провели повторное нагружение.

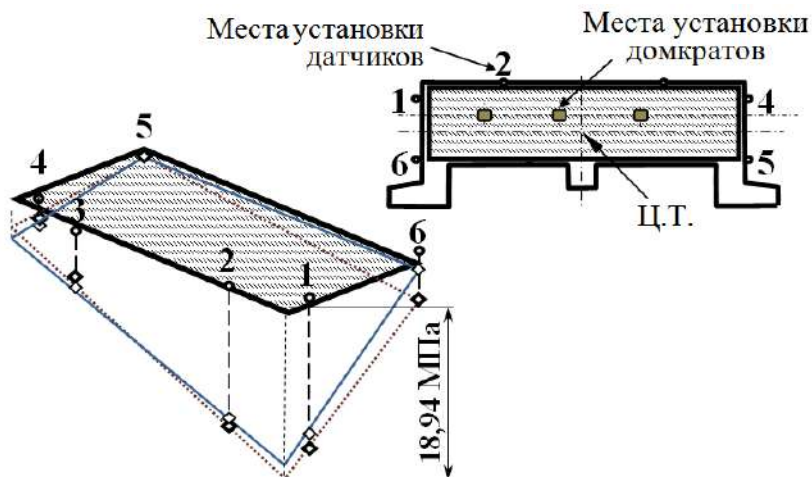


Рис. 2. Схема расстановки приборов и распределение напряжений в блоке

Результаты определения напряжений

Точка измерения	1	2	3	4	5	6
Теоретические напряжения, МПа	16,5	15,6	5,2	1,5	0,2	5,5
Измеренные напряжения, МПа	15,1	14,6	6,1	2,4	0,2	2,4

Смещение по горизонтали при достижении нагрузки 136 кН составило соответственно 0,05 (остаточные 0,05, суммарные 0,1 мм) слева и 0,01 справа (остаточные 0,06, суммарные 0,07). Следовательно, после первичного нагружения связи стали работать практически упруго. При дальнейшем поднятии нагрузки до 227 кН горизонтальные смещения увеличивались пропорционально нагрузке и составили по 0,3 мм слева и справа. Вертикальные смещения составили слева 0,7 мм, справа 0,12 мм. При нагрузке 240 кН деформации стали увеличиваться без увеличения нагрузки.

Список литературы

1. Указания по контролю прочности и методам испытаний панелей стен здания. М., Стройиздат, 1994. 32 с.
2. Варламов А.А., Круциляк Ю.М. Способ оценки напряженно-деформированного состояния бетона эксплуатируемых железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. 2005. № 6. С. 18-20.
3. Варламов А.А., Круциляк Ю.М. Методика оценки напряженно-деформированного состояния и упругих структурно-деформативных характеристик бетона эксплуатируемых железобетонных конструкций // Предотвращение аварий зданий и сооружений: сб. науч. трудов, вып. 8. Москва, 2009. С. 345-361.

А.А. Варламов, Т.А. Ащеулова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗДАНИЯХ

Аннотация. Рассмотрены стандартный и известный методы определения ККИН в эксплуатируемых железобетонных конструкциях зданий. Предложен новый метод определения ККИН. Предлагаемый метод по сравнению с известным позволяет определять большинство показателей трещиностойкости бетона в конструкции. Проведены и проанализированы результаты сравнительных испытаний.

Ключевые слова: коэффициент интенсивности напряжений, устройство, метод испытания, эксплуатируемые конструкции, трещиностойкость.

Большинство способов экспериментального определения величины критического коэффициента интенсивности напряжений ККИН основано на принципе, образования искусственной трещины, имеющей строго определенную форму и размер. После этого образец нагружают и фиксируют критическую нагрузку, при которой трещина становится неустойчивой. Затем по формулам механики разрушения вычисляют значение ККИН.

Согласно [1] к равновесным относится метод определения ККИН на образцах – призмах, испытанных по схеме трехточечного изгиба с применением специального устройства, обеспечивающего полную равновесность испытания. Единственным способом определения ККИН непосредственно в конструкции, является способ образования в изделиях зоны концентрации напряжений, которую нагружают до разрушения, и по полученным параметрам определяют ККИН [2]. Согласно способу, в изделии выполняют угловой сегмент в месте пересечения его перпендикулярных граней, который отламывают, замеряя разрушающую нагрузку и ККИН [3]. Определение ККИН производится непосредственно в самом изделии, что позволяет сохранить целостность структуры изделия, и, следовательно, повысить точность и достоверность полученных результатов.

Недостатком данного способа является то, что он применим только к угловым сегментам изделий. Кроме этого метод обладает и другим недостатком – дает только одно экспериментальное значение ККИН, соответствующее началу спонтанного роста трещины. Однако в процессе испытания можно предусмотреть сброс нагрузки в момент начала спонтанного роста трещины, и тогда на одном образце можно провести несколько циклов нагружения и разгрузки с экспериментальным определением J – интеграла по измеренным площадям кривых «нагрузка – перемещение по линии нагрузки» для серии идентичных образцов с различной глубиной надреза [4-6].

Для расширения известного метода предложено образовывать с помощью алмазного диска «трапециoidalного» сегмента на поверхности изделия с последующим его отломом. Для проведения испытаний были изготовлены бетонные образцы в виде кубов и призм с характеристиками: $R_{15}=50,3\text{МПа}$; $R_{10}=52\text{МПа}$; $R_b=37,6\text{МПа}$; $E_b=28,2\text{МПа}$. Методика испытаний предусматривала испытание

образцов на трехточечный изгиб, отлом углового и трапециевидного сегмента. Образцы испытывали на установке, изображенной на рис. 1. Устройство позволяет определять не только ККИН, но и весь спектр характеристик трещиностойкости бетона на любых поверхностях элементов железобетонных конструкций. Сравнение результатов, полученных по трем методам, приведено в таблице.

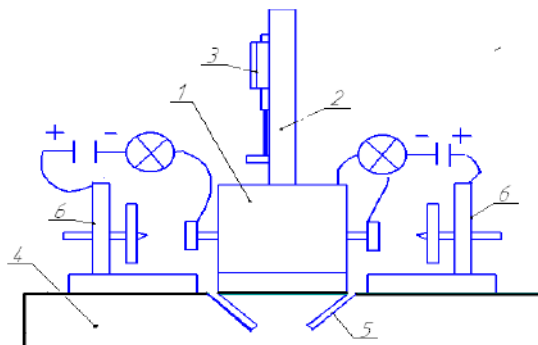


Рис. 1. Устройство для определения ККИН на поверхности конструкции

Обобщенные результаты определения характеристик трещиностойкости

Метод испытания	W_m , Н·м	W_e , Н·м	W_l , Н·м	W_{ui} , Н·м	W_{ce} , Н·м	G_i , Н/м	G_f , Н/м	G_{ce} , Н/м	J_i , Н/м	K_i , Н/м	K_{Ic} , МН/м ^{3/2}
Стандартный	0,1	0,24	0,64	0,18	0,04	65,7	145,5	6,52	22,6	1,84	0,57
Отлома трапеции	0,08	0,18	0,64	0,16	0,03	70,2	142,5	6,2	22,8	1,86	0,56
Отлома угла	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56

Для развития метода провели моделирование отлома сегмента на образцах-призмах размером 1500×1500×1000 мм. Было предусмотрено и изучение влияния заполнителя (неоднородности) на определение ККИН. Моделирование выполняли на ЭВМ методом конечного элемента.

На рис. 2 показаны схемы вариантов пропилов и схема описания напряженного состояния кончика трещины.

По результатам моделирования рекомендуются широкие пропилы с углом наклона со стороны отлома не менее 45° и прямым углом с незагруженной стороны. Следует анализировать зону разлома после выполнения опыта. Высоту трапециевидного элемента необходимо брать по возможности максимально возможной (в зависимости от размера заполнителя) при этом наиболее рациональная высота элемента составляет не менее 0,8 от ширины.

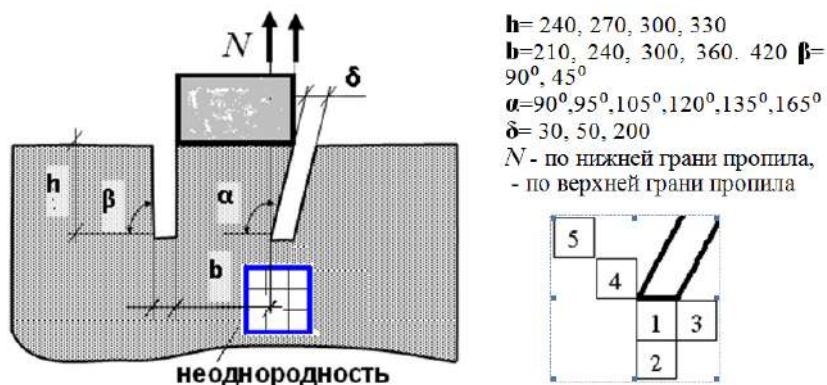


Рис. 2. Схема пропилов и описания напряженного состояния кончика трещины

Рассмотрение зоны прямого соприкосновения металлического элемента с бетоном указывает на возможность отлома трапецевидной зоны непосредственно приклеенной к бетону без пропилов.

Список литературы

1. ГОСТ 29167-91. Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении. М.: Изд-во стандартов, 1992. 18 с.
2. Варламов А.А., Круциляк М.М., Круциляк Ю.М. Способ определения критического коэффициента интенсивности напряжения в изделии. Патент РФ №2324916 на изобретение, 2008.
3. Варламов А.А. Определение характеристик трещиностойкости бетона // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Комсомольск-на-Амуре. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. С. 36-40.
4. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Расчетные модели силового сопротивления железобетона: Монография. М.: Издательство АСВ, 2004. 472 с.
5. Пирадов К.А., Мамаев Т.Л., Кожобеков Т.А., Марченко С.М. Подбор состава бетона по параметрам механики разрушения // Бетон и железобетон, 2003. №6. С. 16-17.
6. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. М.: Высшая школа, 1991. 288 с.

А.А. Варламов, Е.И. Пяхн

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СЖАТОЙ ЗОНЫ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация. *Предлагается методика непосредственного измерения распределения напряжений и деформаций в сжатой зоне изгибаемого железобетонного элемента. Предложено вставить в сжатую зону изгибаемой призмы стандартного размера систему из ста датчиков измерения напряжений соответствующей жесткости. Проводятся параллельно испытания сжатого и изгибаемого элемента, изгибаемого элемента с датчиками и без датчиков. Все датчики предварительно тарируются непосредственно в образце.*

Ключевые слова: *сжатая зона, диаграмма бетона, датчик напряжения, распределение напряжений, деформации.*

Для отражения характера работы железобетонных элементов на всех этапах работы в современных нормах принят расчет по деформационной модели нормальных сечений [1]. В качестве основы расчета приняты базовые диаграммы работы бетона при одноосном деформировании [2].

Для использования в тех или иных случаях базовые диаграммы трансформируют, изменяя характерные точки по эмпирическим зависимостям.

Фактически рассматриваются диаграммы двух основных типов: полученные при испытаниях с мягким и жестким режимами нагружений.

Наиболее полно пути трансформирования диаграмм бетона рассмотрены в монографии Н.И. Карпенко [3]. В работе В.М. Бондаренко [4] показана перспективность метода временного модуля деформаций (дискретного метода изохрон) и интегрального модуля деформаций (интегральных оценок).

К учету неоднородного напряженно деформированного состояния бетона в сжатой зоне изгибаемых элементов существует два основных подхода: использование диаграммы бетона с ниспадающей ветвью и трансформирование стандартной диаграммы работы бетона.

На основе анализа собственных и сторонних экспериментов в работах Г.В. Мурашкиным [5], НИИСК [6], Ю.А.Крусь [7] показана возможность применения диаграмм осевого сжатия бетона с ниспадающей ветвью без их трансформирования к расчету элементов в сложнапряженном состоянии.

В работах [8, 9, 10] полагают, что вследствие существенной неоднородности распределения деформаций по сечению при изгибе применять стандартную диаграмму работы бетона, полученную при равномерном деформировании неправильно. При изгибе значительно возрастают предельные деформации, что объясняют сдерживающим влиянием соседних волокон. Необходимость трансформировать диаграмму рассматривается и в работах В.В. Адищева [11], А.И. Никулина [12].

Разрешением таких практически противоположных подходов может дать только прямое измерение напряженно деформированного состояния в сечении изгибаемого элемента. Известные измерения в основном не прямые и не позволяют дать точный ответ на возникшие противоречия. Для решения поставленного

вопроса изготовлена серия образцов. Все образцы изготовлены стандартным сечением 100×100 мм. Все образцы изготовлены из бетона с призмной прочностью соответствующей бетону В40. Изготовлено шесть стандартных призм и призма с установленной в ней системой датчиков (рис. 1), три составные балки (рис. 2) и составная балка (рис. 3) со встроенной системой датчиков.

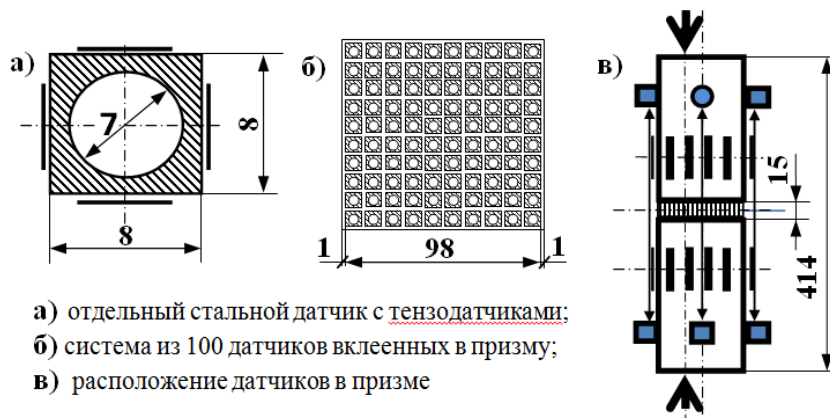


Рис. 1. Схема испытания призмы со встроенной системой датчиков

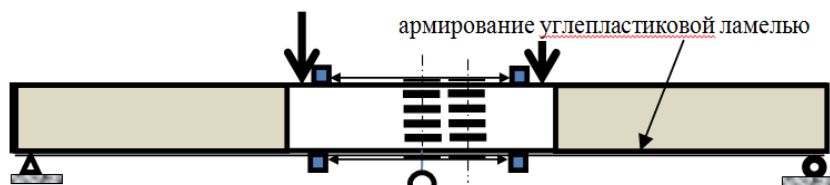


Рис. 2. Балка, составленная из трех стандартных призм

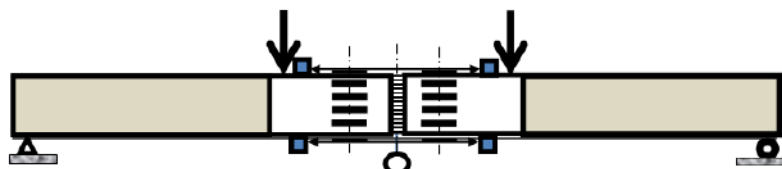


Рис. 3. Балка со встроенной призмой с системой датчиков

Торцевые призмы усилены стальной оболочкой для предотвращения разрушения по наклонному сечению. Армирование балок выполняется высокопрочными ламелями (5000 МПа). Испытание предусматривают длительную выдержку на каждой ступени нагружения для выявления перераспределения напряжений и деформаций по сечению элемента. Датчики выполнены из стали 40Х, на каждый датчик наклеено до четырех тензодатчиков. Общее количество тензодатчиков на системе около 200.

Сравнение результатов испытаний по всем образцам выявляет характер работы сжатой зоны изгибаемого железобетонного элемента.

Список литературы

1. Беглов А.Д., Санжаровский А.С., Бондаренко В.М. К вопросу о моделях евростандартов и СНИП по железобетону // Бетон и железобетон. 2004. № 3. С. 30-31.
2. Варламов А.А. О проектировании диаграммы поведения бетона // Бетон и железобетон. № 1. 2016. С. 6-8.
3. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.
4. Бондаренко В.М. Диалектика механики железобетона // Бетон и железобетон. 2002. № 1. С. 24-27.
5. Мурашкин Г.В., Мордовский С.С. Применение диаграмм деформирования для расчета несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов // Жилищное строительство. №3. 2013. С. 38-40.
6. Бачинский В.Я., Бамбура А.Н., Ватагин С.С. Связь между напряжениями и деформациями бетона при кратковременном неоднородном сжатии // Бетон и железобетон. №7. 1984. С. 18-19.
7. Крусь Ю.А. Трансформирование диаграмм деформирования бетона при центральном сжатии и растяжении // Изв. Вузов. Строительство. 2008. №7. С. 113-122.
8. Узун И.А. Расчет прочности и деформативности железобетонных элементов с учетом неравномерности распределения деформаций // Изв. вузов. Строительство. 1998. № 4-5. С. 9-14
9. Митасов В.М., Адищев В.В. О применении энергетических соотношений в теории сопротивления железобетона // Изв. вузов. Строительство и архитектура. № 4, 1990. С. 33-37.
10. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А., Сапожников М.А. К построению методик расчета стержневых элементов на основе диаграмм деформирования материалов // Совершенствование методов расчета статически неопределимых железобетонных конструкций. М.: НИИЖБ, 1987. С. 4-24.
11. Адищев В.В., Митасов В.М. Определение коэффициента трансформации эталонной диаграммы деформирования бетона растянутой зоны при изгибе в стадии предразрушения // Изв.вузов. Строительство. 2008. №1. С. 85-91.
12. Никулин А.И. К уточнению величин предельных относительных деформаций бетона в сжатой зоне изгибаемых железобетонных элементов // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 8. С. 12-15.

С.А. Нищета, К.В. Марков

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Аннотация. В статье приведены результаты обследования несущих и ограждающих конструкций мостовых кранов грузоподъемностью от 5 до 500/100/20 т, работающих в металлургических цехах. Выявлены характерные повреждения. Даны рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: обследование, мостовой кран, тележка, концевая балка, главная балка, стальной настил, ограждение, трещины.

Актуальность темы заключается в своевременном выявлении дефектов и повреждений несущих и ограждающих металлических конструкций мостовых кранов, а также упоров, установленных на главных и концевых балках кранов.

В процессе интенсивной эксплуатации мостовые краны получают различного рода повреждения, которые с течением времени накапливаются и могут привести к аварийным ситуациям с тяжелыми последствиями [1-4].

Авторами статьи в период с 2015 по 2016 годы были проведены обследования металлических конструкций 350-ти мостовых кранов металлургического комплекса грузоподъемностью от $Q = 5$ т до $Q = 500/100/20$ т в соответствии с РД [5]. Выявление дефектов и повреждений производилось на тележках мостовых кранов, главных балках и фермах, концевых балках; осматривались узлы их сопряжения, узлы крепления угловых букс и балансиров [6, 7], фиксировались разрушения упоров, расположенных на мостах кранов [8, 9].

В результате статистической обработки 583 повреждений построена гистограмма, приведенная на рис. 1, в которой по оси абсцисс отложена последовательность случаев в порядке убывания их частоты:

1. Повреждение или отсутствие упругих элементов упоров, установленных на мостовых кранах (14.6%).
2. Отсутствие, деформирование или ослабление крепления сбрасывающих рамок или щитков (13.0%).
3. Отсутствие или деформирование элементов перильного ограждения, установленного на тележках и концевых балках (12.3%).
4. Повреждения элементов перильного ограждения площадок обслуживания (10.1%).
5. Трещины в узлах крепления угловых букс к концевым балкам, в узлах сопряжения балок моста, решетчатых конструкций и в кольцевых балках пратцен-кранов (9.3%).
6. Разрушение креплений лестниц, переходных площадок и кабин (8.9%).
7. Повреждения стального настила и площадок обслуживания – вырезы и трещины в сварных швах (8.7%).
8. Отсутствие болтов в монтажных соединениях, заглушках и крышках (5.7%).
9. Разрушение лакокрасочного покрытия и поверхностная коррозия балок мостовых кранов (5.0%).

10. Ослабление креплений угловых боек к концевым балкам (4.6%).
11. Вырезы в элементах конструкций, деформирование раскосов и поясов вертикальных ферм (3.1%).
12. Деформирование и истирание тросами бортовых элементов технологических проемов на тележках мостовых кранов (2.9%).
13. Прочие малочисленные повреждения металлических конструкций (1.7%).

Повреждения аварийного характера на гистограмме выделены цветом

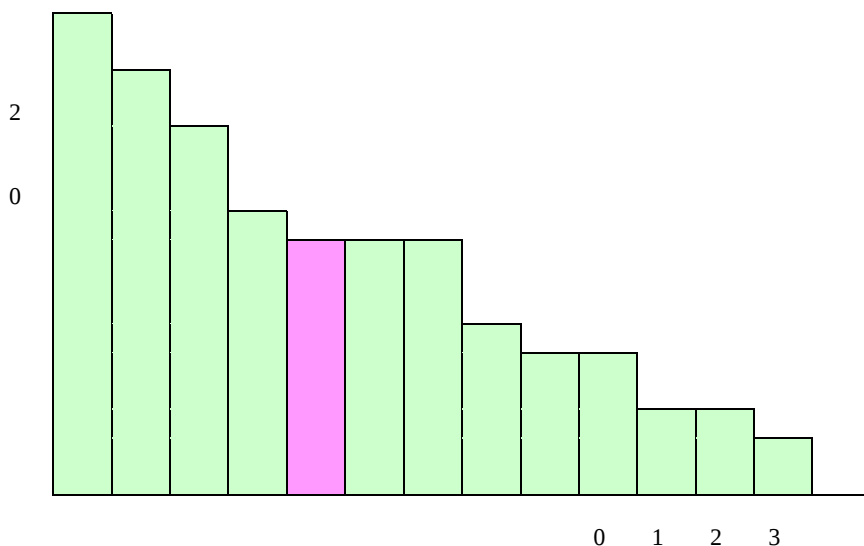


Рис. 1. Распределение повреждений по числу случаев

Обследованные мостовые краны имеют заваренные и не заваренные трещины в узлах сопряжения главных и концевых балок, разрушение лакокрасочного покрытия, поверхностную коррозию.

При выполнении сварочных работ следует не допускать превышения катетами угловых швов наименьшей толщины соединяемых элементов. Поверхность сварных швов после сварки обязательно тщательно зачищать.

Нанесение сварных швов с наплывами на трещину без тщательной разделки и глубокого проплавления, а также установка накладок, скрывает ее на время и приводит к увеличению концентрации напряжений и дальнейшему развитию трещины.

Рекомендуется своевременно устранять выявленные повреждения, трещины аварийного характера – устранять незамедлительно.

Список литературы

1. Пермяков М.Б., Ницета С.А. Повреждаемость конструкций и причины аварий зданий в металлургической промышленности // Предотвращение аварий

зданий и сооружений. Магнитогорск, 2003. С. 5-8.

2. Нищета С.А., Финогенов С.В. Исследование воздействий мостовых кранов на стальные колонны промышленных зданий // Предотвращение аварий зданий и сооружений. Магнитогорск, 2001. С. 55-58.

3. Нищета С.А. Исследование воздействий мостовых кранов на стальные колонны промышленных зданий: Дисс. ... канд. техн. наук. М., 1983. 168 с.

4. Нищета С.А., Марков К.В., Нищета А.С. Ограниченные аварийные разрушения с тяжелыми последствиями // Архитектура. Строительство. Образование. 2014. № 1 (3). С. 233-238.

5. РД.10-112-5-97. Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые. М.: 1997. 77 с.

6. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. М.: Машиностроение, 1969. 520 с.

7. Богуславский П.Е. Металлические конструкции грузоподъемных машин и сооружений. М.: МАШГИЗ, 1961. 520 с.

8. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. Под ред. А. И. Кикина. М.: Стройиздат, 1984. С. 30-96.

9. Нищета С.А., Марков К.В. Повреждаемость мостовых кранов // Архитектура. Строительство. Образование. 2016. № 2 (4). С. 58-65.

УДК 725.87

М.М. Суровцов, Н.В. Обрезкова

РАЗРАБОТКА И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ БАСЕЙНА «РОВЕСНИК» В Г. МАГНИТОГОРСКЕ

Аннотация. В статье представлен проект реконструкции бассейна «Ровесник», который подразумевает значительную перепланировку территории. Предлагается произвести демонтаж физкультурно-оздоровительного комплекса и значительно расширить здание бассейна. Актуальность данного проекта является высокой, так как на данный момент в Магнитогорске нет возможности в полной мере заниматься водными видами спорта. Приведено экономическое обоснование инвестиционной привлекательности реализации данного проекта, в том числе проведена оценка предполагаемых денежных потоков.

Ключевые слова: реконструкция, бассейн, оценка, инвестиции, метод дисконтирования денежных потоков.

Плавание является одним из эффективных средств укрепления здоровья и физического развития человека. Систематические занятия плаванием ведут к совершенствованию органов кровообращения и дыхания, крепче становится сон, улучшается аппетит. Развиваются основные двигательные качества: сила, быстрота, гибкость, ловкость, выносливость. В процессе занятий развивается координация, ритмичность движений, необходимые для любой двигательной деятельности. Пребывание в воде, выполнение различных движений, выдох в воду, задержка дыха-

ния во время погружения развивает и укрепляет дыхательную систему. Во время плавания человек преодолевает значительное сопротивление воды, постоянно тренируются мышечные группы. Занятия плаванием оказывают положительное влияние на состояние центральной нервной системы, способствует формированию уравновешенного и сильного типа нервной деятельности. Занятия спортом благотворно влияют на формирование личности. Спорт развивает такие черты личности, как целеустремленность, настойчивость, решительность, самообладание, смелость, дисциплинированность, прививаются гигиенические навыки.

К настоящему времени остаются нерешенными многие значительные проблемы в области развития спорта и здорового образа жизни: нехватка спортивных стадионов, залов, кортов и других сооружений; нехватка в школах спортивного инвентаря; отсутствие заинтересованности в физической культуре у подрастающего поколения и многое-многое другое [1-3].

Например, на данный момент в Магнитогорске, к сожалению, нет ни одного бассейна, отвечающего европейским стандартам для проведения соревнований высокого уровня. В связи с этим предлагается реконструкции бассейна «Ровесник» по адресу: улица Советская 156.

Согласно предлагаемой концепции, предполагается реконструкция бассейна «Ровесник» по адресу: ул. Советская, 156 с возведением нового корпуса – Дворца водных видов спорта.

Земельный участок представляет собой территорию для размещения промышленных объектов площадью 16080 кв. метров и стоимостью 62 171 000 руб.

Сам комплекс является муниципальным бюджетным учреждением, то есть Бассейн «Ровесник» является муниципальным бюджетным учреждением, то есть – это некоммерческая организация, созданная органами государственной власти (местного самоуправления) для осуществления управленческих, социально-культурных, научно-технических или иных функций некоммерческого характера, деятельность которой финансируется из государственного (местного) бюджета на основе сметы доходов и расходов.

В уже имеющемся физкультурно-оздоровительном комплексе функционирует плавательный бассейн размером 25 на 16 метров, есть зал сухого плавания и спортивный зал с тренажерами.

Планируется произвести демонтаж здания физкультурно-оздоровительного комплекса, а также сезонного катка и детской площадки, сохранив и реконструировав здание бассейна. На освободившейся территории нужно возвести здание нового корпуса, которое бы прилегало к существующему зданию бассейна [4].

Новый корпус будет выполнен из металлического каркаса со стенами из сэндвич-панелей, 2 стены здания будут полностью остеклены. На территории комплекса подразумевается строительство 3 парковок, 2 из них предназначены для персонала, на 10 машино-мест каждая, и парковка для посетителей на 110 машино-мест, включая 12 парковочных мест для маломобильных групп населения.

Новое строение будет весьма масштабным и иметь размеры 120 на 60 и высотой 15,5 метров. В подвале этого здания будет находиться свободная площадь, размером 120 на 18 метров, которую можно будет сдавать в аренду.

На первом этаже будут располагаться 4 бассейна с чашами: 50 на 25 метров и глубиной 2,2 метра – для спортивного плавания, 25 на 25 метров и глубиной 4,5 метров для прыжков в воду, двумя бассейнами 10 на 6 метров и глубиной 0,85 и

1,2 метра – в детской зоне. Детская зона отделена от основной части бассейна и имеет собственные раздевалные, душевые кабины и сушильные комнаты [3]. В общей же части бассейна также будут располагаться данные помещения, кроме них здесь будут находиться кабинеты мед. сестры, спасателей, хозяйственный блок, кабинет химводоочистки и 2 изолированных помещения с витражным остеклением для маломобильных групп зрителей. В другой части здания на первом этаже будет располагаться тренажерный зал размером 36 на 16 метров и три спортивных зала размерами 24 на 16 и 18 на 16 метров.

На втором этаже будут располагаться трибуны на 1500 мест и зона кафе 93 на 18 метров, которая, предполагается, также будет сдаваться в аренду.

На третьем этаже будут располагаться 4 зала сухого плавания размером 24 на 12 метров и 8 балконов, в том числе и для местонахождения спортивных комментаторов.

В данном комплексе будут предоставляться многие виды услуг, среди которых спортивное и синхронное плавание, водное поло, прыжки в воду с трамплина, обучение плаванию, а также дополнительные услуги в тренажерном зале: степ – аэробика, аэробика, пилатес, йога, фитбол и другие.

По результатам предварительной оценки загруженности комплекса были рассчитаны среднегодовые доходы предприятия, которые в сумме составят ориентировочно 102 545 000 рублей [5-8]. Необходимые для финансирования данного проекта инвестиции предполагается привлечь из различных федеральных целевых программ по развитию физической культуры, разработанных Министерством Sports Российской Федерации, в частности, Федеральная целевая программа «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2016-2020 гг.»

В заключении хотелось бы отметить, что во многих городах плавательные комплексы уже сегодня выполняют роль визитных карточек городов. Построенный к проведенной в 2013 году в городе Казани Летней Универсиаде Дворец водных видов спорта являет собой поистине грандиозное сооружение, сочетающее в себе multifunctionality предлагаемых видов спорта с изяществом архитектурного исполнения. Поэтому реконструкция плавательного бассейна просто необходима нам во благо города, жителей и подрастающего поколения.

Список литературы

1. Казанева Е.К., Конькова М.В. Реновация парка «Культуры и отдыха им. Ветеранов Магнитки» под иппотерапевтический конный парк в городе Магнитогорске // Архитектура. Строительство. Образование. 2015. № 2 (6). С. 99-102.
2. Суровцов М.М., Милешина А.Н. Инвестиционная привлекательность развития территории Экологического парка в г. Магнитогорске // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т.2. С. 74-78.
3. Черепова А.Е., Суровцов М.М. Актуальность реконструкции Парка Ветеранов в Магнитогорске // Актуальные проблемы архитектуры, строительства и дизайна: материалы ежегодной международной студенческой научной конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. С. 29-31.

4. Градостроительный Кодекс Российской Федерации.
5. Грязнова А.Г. Оценка недвижимости: учебник / под ред. А.Г. Грязновой, М.А. Федотовой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2013. 560 с.
6. Ример М.И, Касатов А.Д., Матиенко Н.Н. Экономическая оценка инвестиций: учебник. СПб.: Питер, 2008. 480 с.
7. Колмыкова Т.С. Инвестиционный анализ. М.: ИНФРА-М, 2009. 204 с.
8. Шилиманов М.Н. Экспертиза и инспектирование инвестиционного процесса: учеб.-метод. пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 78 с.

УДК 624.014.25

В.В. Адищев, О.В. Резник

АНАЛИЗ АВАРИЙ ЗДАНИЙ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ

Аннотация. В статье представлен анализ причин возникновения аварий зданий и сооружений, которые возникают на разных стадиях возникновения: проектирование, строительство, эксплуатация. Разрабатываются мероприятия по их предотвращению. Актуальность данной темы определяется необходимостью адекватной оценки реального уровня опасности и тяжести последствий аварий.

Ключевые слова: авария, причины, проектирование, строительство, эксплуатация, законодательная база, предотвращение аварий.

В России в потенциально опасных объектах недвижимости проживают свыше 90 миллионов человек или более 60% населения страны. Прямой и косвенный годовой экономический ущерб от чрезвычайных ситуаций различного характера может достигать от 675 до 900 миллиардов рублей, что составляет 1,5–2% валового внутреннего продукта. Наиболее опасными являются территории Дальневосточного, Сибирского, Уральского, Приволжского, Северо-Западного, Северо-Кавказского федеральных округов[1-3].

Анализ аварий зданий показывает, что основные причины разрушений в конечном счете определяются человеческим фактором, который определяется низким профессиональным уровнем специалистов, недостаточным опытом рабочих, отсутствием необходимых специалистов проектно – изыскательных и строительных организаций, а также эксплуатационных служб. Анализ показал, что все аварии зданий можно разделить на 3 группы, по стадиям их возникновения.

На стадии проектирования главными причинами аварий являются:

- отсутствие соответствующей базы для производства инженерно-геологических изысканий, проектирования и технического обследования зданий и сооружений;
- осуществление проектирования зданий и сооружений при недостаточной инженерно-геологической изученности площадок строительства, а также

невыполнение проектными организациями рекомендаций, изложенных в отчетах об инженерно-геологических изысканиях;

- неточности в расчетах конструкций и оснований, в том числе при изменении технических решений и конструктивных элементов, при учете всего спектра возможных нагрузок на конструкции, характера их деформирования и особенностей геометрии, решении узлов их сопряжения, выборе оптимального класса бетона и марки стали, армирования конструкций;
- невыполнение обязательных мероприятий по оценке несущей способности и безопасности конструкций приостановленных на длительное время строительством зданий и сооружений и перед возобновлением дальнейших работ [4];
- применение типовых проектов без учета особенностей района строительства;
- отсутствие авторского надзора или ведение его неквалифицированными специалистами;

Примером комплекса ошибочных решений может служить затопление Загорской гидроаккумулирующей электростанции в 2013 году в Подмоскowie. Проектировщики недооценили опасность водяной линзы в основании фундамента строящейся станции из-за неполной информации по результатам изыскательных работ.

На стадии строительства основными причинами аварий являются:

- применение в процессе строительства конструкций, деталей, материалов с непроектными характеристиками;
- непроектный перегруз несущих конструкций из-за складирования материалов и конструкций, в процессе строительства зданий и сооружений, устройства непредусмотренных проектом дополнительных конструкций без соответствующих расчетов, установка дополнительного оборудования, переувлажнение утеплителя, увеличение объемного веса конструкций и т.п.;
- отсутствие в необходимых местах антикоррозионной защиты металлических конструкций, закладных деталей и соединительных элементов, а также необеспечение стойкости деревянных конструкций к биовредителям;
- применение неоптимальных для конкретной ситуации конструктивных схем и технических решений.

В Нижнем Новгороде при строительстве многоэтажного жилого дома произошло разрушение здания, которое было вызвано низким качеством строительно-монтажных работ, несоответствием строительным нормам и правилам, предъявляемым к безопасности зданий и сооружений, а также неравномерной закладкой фундамента, ненадлежащего проведения изыскательных работ, ошибок при проектировании, отклонений от проектных решений при строительстве и нарушении технологии производства работ.

На стадии эксплуатации здания основными причинами аварий являются:

- снижение несущей способности оснований зданий вследствие строительства вблизи них новых объектов, а также вследствие обводнения земельных участков из-за утечки из систем отопления, водоснабжения, водоотводов;
- непринятие мер по очистке крыш от снега и удалению наростов льда на карнизах, крышах и водостоках;

- отсутствие периодического осмотра состояния конструкций и их профилактического ремонта;

Например, неправильная эксплуатация склада заполнителя в городе Братске вызвала аварию от потери устойчивости всего сооружения. Площадка, имевшая легкое стеновое ограждение и кровлю, опиралась на 15 стоек из двутавра № 30, которые были связаны горизонтальными распорками и крестовой решеткой. Под площадкой между стойками и вокруг них осенью был создан большой запас щебня, а весной смерзшаяся масса повисла на конструкциях. Под действием избыточной нагрузки несущие элементы потеряли устойчивость и произошла тяжелая авария.

Причинами аварийных ситуаций часто является несовершенство нормативной и законодательной базы. Правовой основой в области строительства является Градостроительный кодекс РФ, в котором 8 глава посвящена ответственности за нарушения законодательства о градостроительной деятельности. В нем не установлено, какие конкретно органы в системе органов государственной власти и местного самоуправления ответственны за обоснованность и последствия градостроительных решений. В этой ситуации многократно возрастет количество градостроительных ошибок и связанных с ними чрезвычайных ситуаций.

Новый Градостроительный кодекс принимался в пакете документов по формированию рынка доступного жилья. Считалось, что действовавший ранее Градостроительный кодекс тормозит формирование этого рынка, однако в новом недостатки не были преодолены. В градостроительном кодексе не прописаны некоторые важные моменты деятельности органов: непосредственные процедуры, которые устанавливали бы, конкретную ответственность всех органов власти участвующих в процессе подготовки разрешительной документации, конкретные обязанности и сроки выполнения. Кроме того, работники органов, регулирующих градостроительную деятельность, перегружены текущей работой, а также не получают своевременно, в полном объеме, надежную, необходимую для принятия компетентных решений информацию.

Для обеспечения безопасности зданий и сооружений необходимо решить общеизвестные проблемы: совершенствование методов оценки технического состояния конструкций и прогноза риска аварий, безопасности и защищенности зданий и сооружений, совершенствование приборов и методов неразрушающего контроля с учетом специфики эксплуатации зданий и сооружений, повышение качества профессиональной подготовки специалистов и воспитание ответственности всех участников строительного процесса.

Важно, чтобы в обществе появилась адекватная оценка реального уровня возможной опасности и тяжести последствий аварий, а также понимание того, что обеспечение безопасности зданий и сооружений является важной и весомой составляющей национальной безопасности.

Список литературы

1. Основные нарушения при эксплуатации зданий и сооружений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dop.uchebalegko.ru>
2. Журнал "Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование". О совершенствовании градостроительного законодательства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dpr.ru>

3. Информационно-аналитический портал «SakhaNews». Наибольший риск обрушений зданий и сооружений прогнозируется в ДФО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://1sn.ru>

4. Электронный журнал. Предотвращение аварий зданий и сооружений / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pamag.ru/pressa/prichina-avarii>

УДК 697.3

Ю.К. Демин

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЭР КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ НУЖД СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрена возможность использования теплоты выделяемой при сжатии воздуха в компрессорах для покрытия нагрузки на горячее водоснабжение персонала кислородной станции металлургического предприятия.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, компрессоры, ВЭР.

Особенностью теплоснабжения производственных цехов является необходимость как покрытия относительно постоянной технологической нагрузки, так и переменной теплофикационной, из которой можно выделить, как имеющую наиболее явно выраженные суточные пики и провалы, нагрузку на горячее водоснабжение [1]. Совмещение резкопеременной и постоянной нагрузок ухудшает работу оборудования источника теплоты, а также тепловой и гидравлический режим тепловой сети. Решением данной проблемы может быть разделение данных нагрузок и покрытие горячего водоснабжения за счет локального источника. Следует отметить, что локальные источники являются менее эффективными, чем централизованные источники работающие по принципу когенерации (ТЭЦ). Исключением является использование в качестве местного источника тепловых ВЭР.

В случае кислородного цеха в нагрузку на горячее водоснабжение входит 2 л/ч на человека в часы наибольшего водопотребления в умывальниках сан. узлов и 270 л/ч на человека в часы наибольшего водопотребления в душевых (СНиП 2.04.01-85). Первая часть нагрузки должна обеспечиваться 24 часа в сутки, а вторая 2 часа в конце смены. Таким образом, на одного человека в сутки требуется 588 л/ч горячей воды. Учитывая, что для нагрева одного литра воды от 5 до 55 °С требуется порядка 209,5 кДж теплоты, то для обеспечения одного работника горячей водой требуется 123,2 МДж теплоты (29 Гкал).

Основным источником тепловых ВЭР в кислородном цеху являются компрессорные установки. Отводимая от данных агрегатов теплота сжатия, на данный момент, выбрасывается в окружающую среду.

Наиболее распространенным типом компрессорного оборудования кислородных станций металлургических предприятий являются центробежные компрессоры К-1500. Как показывает термодинамический анализ работы и практика эксплуатации данных установок, в сутки от них отводится около 103,68 ГДж теплоты, а температурный потенциал отводимой теплоты превышает 100 °С. Таким

образом один компрессор способен обеспечить горячей водой около 840 человек, что более чем достаточно для покрытия этой нагрузки для кислородной станции.

Цена 1 Гкал теплоты для Челябинской области составляет 1197,5 рублей, следовательно, для обеспечения в течении года горячей водой одного человека металлургическому предприятию необходимо потратить около 34,7 тысяч рублей. Учитывая, что в цеху одновременно может работать более 50 человек, использования для покрытия этой нагрузки тепловых ВЭР компрессорных установок может дать значительную экономию.

Таким образом, после проведенного анализа тепловых нагрузок и схемы теплоснабжения кислородного цеха, можно сделать вывод, что рациональным использованием ВЭР будет покрытие нагрузки на горячее водоснабжение.

Список литературы

1. Трубицына Г.Н., Еремеев Е.В. Повышение эффективности системы теплоснабжения ОАО «Учалинский ГОК» // Архитектура. Строительство. Образование. 2014. №1(3). С.287-291.
2. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.: Автоиздат. 1979. 416 с.
3. Морева Ю.А., Сергачева А.Ю. Очистка химически загрязненных стоков трубосварных и трубопрокатных цехов металлургических заводов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 72-й международной научно -технической конференции / под редакцией В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. Т.2. С.9-13.

УДК 613.31-074-078

Ю.Н. Новоселова, Е.А. Мещерова, Л.В. Соснина

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЯНГЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. МАГНИТОГОРСКА

Аннотация. *Результаты гигиенической оценки качества питьевой воды г. Магнитогорска из подземных водоисточников Янгельского месторождения в период с 2012 по 2016 г. выявили превышения гигиенических нормативов показателей общего железа, мутности и общей жесткости. Отмечены значительные, до 3 порядков и более, колебания концентраций железа (0,01–3,08 мг/л) и уровней мутности (0,05–11,6 мг/л) при относительно небольших различиях величин общей жесткости (5,7–9,3 мг-экв/л). Мутность воды на 48-78% определялась концентрациями общего железа. Превышения гигиенических нормативов мутности в питьевой воде г. Магнитогорска не сопровождались нарушениями качества воды по микробиологическим показателям.*

Ключевые слова: *питьевая вода из подземных водоисточников, общее железо, мутность, общая жесткость, микробиологические показатели.*

Существующее централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение города базируется на трёх месторождениях подземных вод, где размещены водозаборы: Мало-Кизильский, Верхне-Кизильский и Янгельский [1]. В настоящее время в работе одновременно находятся 3-4 скважины из 8.

Цель исследования – гигиеническая оценка хозяйственно-питьевой воды г. Магнитогорска Янгельского месторождения. Анализ химического состава подземных вод с выявлением показателей качества воды, превышающие ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01. Меры по улучшению ее качества до данных норм у потребителя.

Химический состав и качество подземных вод

Качество воды определялось лабораторными испытаниями по органолептическим, обобщенным, микробиологическим показателям, а так же по неорганическим веществам.

Полный химический анализ проводился в течение 2012-2016 г. раз в квартал по каждой из 8-ми скважин. Дополнительно ежедневно отбирались пробы для определения показателя общей жесткости воды по каждой скважине. Исследования проводились в центральной лаборатории МП трест «Водоканал» г. Магнитогорска с использованием соответствующих стандартных аттестованных методик измерения, приведенных в действующих ГОСТах.

Анализ полученных данных показал, что по химическому составу подземные воды Янгельского месторождения хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-натриево-кальциевые с сухим остатком 0,5-0,7 г/дм, содержанием сульфатов 94-339 мг/дм³, хлоридов 32-155 мг/дм³.

Характерной природной особенностью химического состава подземных вод Янгельского водозабора является постоянный избыток солей жесткости и присутствие железа, что подтверждают анализы воды. В пробах из всех скважин в 58-83% случаев отмечается превышение норматива по общей жесткости 7,0-9,3°Ж, в единичных пробах по железу до 3,08 мг/дм³ и марганцу до 0,29 мг/дм³, что как следствие, приводит к повышенной мутности.

В смеси подземных вод на станции 2-го подъема в 79% проб отмечается превышение ПДК по жесткости до 8,1°Ж, при среднем – 7,4°Ж; содержания железа и марганца при этом нормализуются. Аммиак, нитраты и нитриты присутствуют в незначительных количествах. Микрокомпонентный состав определяемых показателей характеризуется значениями показателей ниже предельно-допустимых значений.

В паводковый период отмечается ухудшение бактериологических показателей подземных вод Янгельского водозабора, что является следствием незащищенности водоносного горизонта и привлечения поверхностных вод, в том числе на участках развития техногенного карста. Для нормализации этих показателей на водозаборе проводится хлорирование. По радиологическим показателям и по концентрации органических веществ отклонений от нормативных показателей не зафиксировано.

Общее железо, общая жесткость и мутность имеют в нормативных документах по качеству воды РФ двойные нормативы – общефедеральный и региональный. Общефедеральные нормативы составляют для железа 0,3 мг/л, мутности 1,5 мг/л, жесткости 7 мг-экв/л. В г. Магнитогорске на региональном уровне приняты ПДК для жесткости равным 9 мг-экв/л [4].

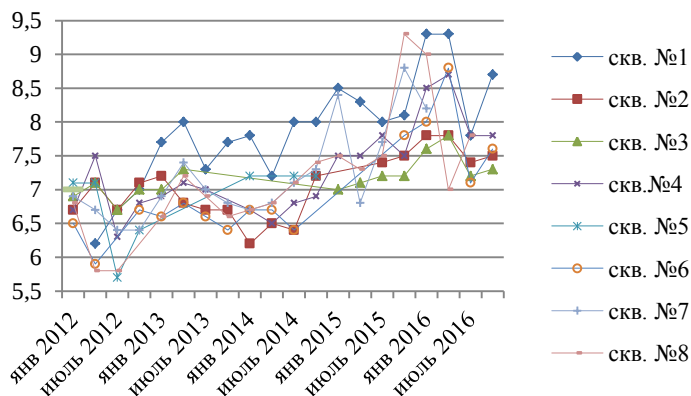


Рис. 1. Динамика изменения концентрации величины общей жесткости в питьевой воде по 8 скважинам г. Магнитогорска в 2012-2016 г.

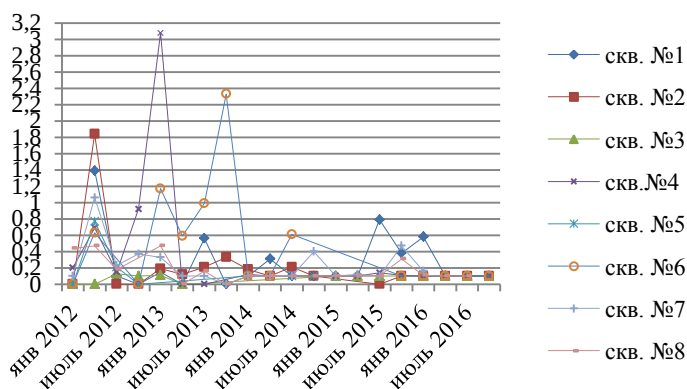


Рис. 2. Динамика изменения концентрации общего железа в питьевой воде г. Магнитогорска в 2012-2016 г.

Выводы:

Проблема уменьшения показателя жесткости на текущее время решена смешением хозяйственно-питьевой воды в водопроводных кольцевых сетях за счет более низкого значения по показателю жесткости на двух других водозаборах.

Качество питьевой воды подаваемой от Янгельского водозабора находится на удовлетворительном уровне, но требует введения дополнительного комплекса водоподготовки. Подземные воды месторождения в смеси природнонекондиционны по общей жесткости, поэтому в комплекс водоподготовки рекомендуется включить умягчение воды.

Качество воды в р. Янгельке не создает ограничений для ее использования в качестве источника питания продуктивного водоносного горизонта. Прогноз качества воды Янгельского водозабора в условиях стабильности показателей химического состава благоприятный при условии сохранения существующей водохозяйственной обстановки в пределах водосборной площади месторождения и в бассейне р. Янгельки.

Список источников

1. <http://www.magvoda.ru/vodosnabzhenie/vodozabory.html>
2. Отчет «Изучение и оценка закарстованности карбонатных пород и прогноз интенсификации карстовых процессов в зоне влияния янгельского водозабора», проведенный составленный в 2004 г. ФГУП «Челябинскгеосъемка».
3. ПРОТОКОЛ № 438 заседания Территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых по Челябинской области 24.07.2013г.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".

УДК 69.059.7

М.Б. Пермяков, З.Ф. Шарипова

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. Реконструкция занимает одно из главных мест в строительстве. Реконструкция зданий нужна во многих случаях – например, когда заказчик желает изменить функциональность здания, когда здание морально устарело или пришло в негодность, а также во многих других ситуациях, когда требуется изменение размеров и конструктива здания, перепланировка здания, наращивание этажей, дополнительная пристройка.

Ключевые слова: реконструкция, реконструкция общественных зданий, физический и моральный износ, современные требования.

В общем, реконструкция зданий – это комплекс организационно-строительных мероприятий и строительно-монтажных работ, связанных с изменением функционального назначения здания, изменения количества и качества внутренних помещений, необходимостью увеличения общей площади здания, его вместимости т.п.

В наибольшей степени реконструкции подвергаются здания, прослужившие от 50 до 100 лет и более, что составляют большую часть жилого фонда крупных городов страны. Многие из них представляют из себя строения, пригодные к дальнейшей эксплуатации. Вместе с этим старые здания в большинстве случаев имеют моральный и физический износ.

На практике реконструкция общественных зданий менее единообразна и обширна. Это обусловлено тем, что: во-первых, существует большая номенклатура

ра весьма различных друг от друга общественных зданий разных масштабов и профиля, во-вторых разное функциональное назначение зданий.

Основные виды общественных зданий, которые чаще всего подвергаются реконструкции:

- торговые комплексы, а также торгово-развлекательные центры;
- здания общественного питания;
- финансовые учреждения (банки и прочие организации);
- центры культуры и отдыха;
- спортивные комплексы и клубы;
- школы, гимназии, колледжи, институты и прочие здания для образования (клиники, больницы, санаторно-курортные комплексы, детские сады и детские дома).

Несоответствие функций учреждений зданиям, в которых они располагаются, возрастает постоянно. В наши дни это заметно, особенно резко, когда значительно повышен уровень необходимой технической оснащенности для всех форм деятельности. По этой же самой причине современным требованиям не удовлетворяют даже те устаревшие здания, которые функционируют по своему первоначальному назначению: учебные заведения, больницы, детские сады, детские дома и т. д. Потерпели изменения не только требования к их планировке и уровню инженерного обеспечения, гораздо иначе оцениваются в наше время минимальные и максимальные размеры этих учреждений, принципы размещения и т. п.

Вышесказанное относится не только к зданиям дореволюционного периода, но и ко множеству тех построек, что были построены в первый послереволюционный период.

Таким образом, подавляющее большинство общественных зданий, не удовлетворяющие современным нормам и правилам, должны подвергнуться реконструкции.

Список литературы

1. СП 2.4.990-00 «Гигиенические требования к устройству, содержанию, организации режима работы в детских домах и школах-интернатах для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей».
2. МГСН 4.15-98 «Общеобразовательные учреждения для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей».
3. Пермяков М.Б., Веселов А.В., Токарев А.А., Пермякова А.М. Исследование технологии погружения забивных свай различных конструкций // Архитектура. Строительство. Образование. 2015. № 1 (5). С. 12-17.
4. Пермяков М.Б., Пермякова А.М. Архитектурно-строительному факультету-70 // Архитектура. Строительство. Образование. 2012. № 1. С. 9-17.
5. Пермяков М.Б., Чернышова Э.П. и др. Архитектурно-строительный факультет: 1942-2012 гг.: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 102 с.
6. Permyakov M.B. Building residual life calculation at hazardous production facilities // Advances in Environmental Biology. Volume 8, Number 7, 2014. pp. 1969-1973.

7. Chernyshova E., Permyakov M., Chernyshov E., Galimshina A. Sustainable living in Sweden – passive house approach // Архитектура. Строительство. Образование. 2016. № 1 (7). С. 142-146.

8. Чернышова Э.П., Пермяков М.Б., Григорьев А.Д. Первый квартал города Магнитогорска как историческое архитектурное наследие // Научные труды SWorld. 2013. Т. 49. № 3. С. 85-88.

9. Пермяков М.Б. Анализ аварий производственных зданий и сооружений // Архитектура. Строительство. Образование. 2014. № 1 (3). С. 264-270.

10. Пермяков М.Б., Чернышова Э.П., Пермякова А.М. Предотвращение аварий эксплуатируемых зданий и сооружений // Сборник научных трудов Sworld «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития». Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. Т. 50. № 3. С. 38-43.

УДК 727.7

С.И. Чикота, В.Д. Колесников

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ МУЗЕЕВ

Аннотация. Рассмотрены общие типологические классификации музейных зданий. Выявлены обобщенные подходы и приемы разработки объемно-планировочных и конструктивных решений, создания архитектурного образа в современной практике проектирования зданий музеев. Приведен пример практической реализации выявленных принципов проектирования.

Ключевые слова: музей, помещения зданий музеев, архитектура зданий музеев, проектирование музейных зданий.

В современном обществе наблюдается тенденция перемещения системы ценностей с духовной на материальную составляющую. С целью искоренения данной тенденции, наряду с совершенствованием различных образовательных программ необходимо развивать систему общественных зданий культурно-просветительского и образовательного значения. К числу таких зданий относятся музеи, являющиеся хранилищами исторических, технических и культурных ценностей и потому представляющие собой значимые средства образования и духовного развития самых широких слоёв населения. Актуальность строительства музейных зданий в настоящее время является достаточно высокой.

Музей (от греч. μουσείον – храм Муз) – научное, научно-просветительное учреждение, осуществляющие хранение, изучение и популяризацию памятников естественной истории, материальной и духовной культуры, сосредоточивающие в своих фондах как вещественные и изобразительные предметы (в том числе произведения искусства), так и письменные источники (рукописные материалы, печатные документы, книги, представляющие историческую ценность) [1].

Различают различные профили музеев: художественные, исторические, этнографические, краеведческие, научно-технические, музеи архитектурные памятники, биологические и зоологические сады [2]. Музейные комплексы могут рас-

полагаться как в черте городской среды, так и за её пределами. Помещения музеев подразделяются на несколько групп: основные, вспомогательные и обслуживающие, а функциональные зоны – на служебную и обслуживающую (посетительскую) (таблица).

При проектировании музеев наиболее остро стоят следующие проблемы:

- организация экспозиции (исключение пересечения встречных людских потоков, организация гибкой планировки);
- хранение экспонатов (выделение резервной площади для пополняющейся коллекции и обеспечение условий сохранности);
- создание планировочной структуры помещений, обеспечивающей наиболее благоприятные условия для восприятия экспозиции.

Помещения функциональных зон музеев [2]

Вид помещений по назначению	Функциональные зоны	
	Посетительская	Служебная
Основные	Постоянная экспозиция, временные выставки	Фондохранилища
Вспомогательные	Коллекционный зал, кружковая, зона отдыха, помещение для информации	Рабочие помещения сотрудников, лаборатории, мастерские, библиотека
Обслуживающие	Вестибюль, гардероб, буфет, киоск, санузлы	Служебный вестибюль, хозяйственные кладовые, помещения для инвентаря, санузлы, технические помещения

При разработке *объёмно-планировочного решения* используются следующие приемы [2, 3]:

- обеспечение возможности как последовательного ознакомления со всей экспозицией, так и выборочного осмотра отдельных разделов;
- использование пространственных эффектов: выделения экспонатов с помощью выгородок, смещение уровней этажа, сочетание пространств различных по глубине, высоте и освещённости;
- организация пространства в виде сочетания экспозиционных залов и открытых экспозиций;
- обеспечение долговечности экспонатов путём обеспечения оптимального температурно-влажностного режима, исключения попадания прямого солнечного света на экспонаты, пылеудаления;
- создание комфортных условий для посетителей (продуманный график движения, освещение, температурно-влажностный режим, акустика, учёт требований для маломобильной группы населения, включение рекреационных образований в зону экспозиции);
- возможность трансформации помещений экспозиции;
- возможность расширения в связи с пополнением коллекции;
- реализация специальных противопожарных мероприятий по безопасной эвакуации людей и сохранности экспонатов.

Обобщающие подходы при разработке *конструктивного решения*:

- ограничение числа внутренних опор и использование большепролетных перекрытий и покрытий;
- применение быстромонтируемых легких перегородок;
- использование материалов, отвечающих противопожарным требованиям;
- использование в здании эксплуатируемых инверсионных покрытий;
- использование конструктивных решений поддерживающих реконструкцию и расширение здания.

При разработке *архитектурного образа* учитываются следующие обобщающие приемы:

- гармония архитектурного облика с окружающей средой;
- придание зданию монументального характера за счет использования крупного архитектурного масштаба;
- создание неповторимого и своеобразного запоминающегося архитектурного облика, подчеркивающего уникальность музейной коллекции;
- использование в архитектурной композиции сочетания глухих экспозиционных объёмов, чередуемых с пространствами для отдыха посетителей, раскрытыми в окружающее пространство;
- отражение в архитектурном образе региональных особенностей.
- структурное выделение в облике здания экспозиционных залов.

В рамках курсового проектирования была сделана попытка реализовать вышеперечисленные современные подходы к проектированию музеев в проекте краеведческого музея для города Магнитогорска (рисунки).



Проект краеведческого музея для г. Магнитогорска.
Общий вид. План 2-го этажа

В данном проекте экспозиция организована с использованием анфиладной системы планировки помещений. Пространственная взаимосвязь основана на группировке залов вокруг центрального атриума [4]. Для маломобильной группы населения предусмотрены пандусы и лифты. Использованная каркасная конструктивная система с применением кессонных монолитных перекрытий позволила перекрыть ячейки каркаса 12×12 м. Со второго этажа предусмотрены две рассредоточенные эвакуационные лестницы.

Комфортные условия зрительного восприятия для посетителей и сохранность экспонатов обеспечиваются организацией естественного освещения экспозиционных залов через горизонтальный ряд окон, расположенный в верхней части стен.

Здание в целом имеет крупный архитектурный масштаб с горизонтальными членениями фасада. Лаконичный прямоугольный объем расчленен на чистые вертикальными деталями входных узлов. Главная композиционная ось совмещена с главным входом и подчеркивается выступающей плоскостью с изображением герба города Магнитогорска.

Список литературы

1. Большой энциклопедический словарь. М., АСТ: Астрель, 2005. 701 с.
2. Рекомендации по проектированию музеев. М.: Стройиздат, 1988. 48 с.
3. Ревякин В.И. Художественные музеи: Справ. пособие. М.: Стройиздат, 1991. 248 с.
4. Чикота С.И. Современные тенденции архитектурного проектирования музеев // Инновации, технологии, наука. Сборник статей международной науч.-практ. конф. Пермь: Аэтерна, 2017. Часть 4. С. 145-148.

УДК 725.8

О.М. Шенцова, А.А. Саврасова, Е.К. Казанева

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ЗРЕЛИЩНЫХ СООРУЖЕНИЙ (на примере театров оперы и балета)

Аннотация. В статье дается обзорная информация по самым известным музыкальным театрам мира, страны и города. Рассмотрены особенности организации внешней среды театров, дан анализ организации внешней театральной среды Магнитогорского театра оперы и балета.

Ключевые слова: театр, формирование архитектурной среды зрелищных сооружений.

Во все времена зрелища являются неотъемлемой частью общества, потребность людей в которых является исторически сложившимся и социально обусловленным явлением, выполняющим социально-нравственные функции. Массовые зрелища – это не только развлечения и отдых, но и, стремление к одухотворенности личности, воспитание нравственных, эстетических и этических качеств.

Во все периоды развития общества зрелищным зданиям и сооружениям отводилась особая роль в формировании архитектурного пространства, в том числе и театрам оперы и балета. Зрелищные здания и сооружения являлись своеобразным «зеркалом», сосредотачивающим изменения во всех сферах жизни, показывая направления развития общества, отражая его общественные и мировоззренческие идеи, идеологическую направленность, эстетические представления и потребности [1].

Такие театры, как Миланский театр Ла Скала, театр оперы в Сиднее, Большой театр оперы и балета в Москве, государственная опера в Вене, Дворец

Каталонской музыки в Барселоне, оперный театр Les Celestins в Леоне, Королевский оперный театр Ковент-Гарден в Лондоне, музыкальный театр Метрополитен-опера на Бродвее в Нью-Йорке, Одеон Герода Аттика в Афинах, Театр Чикаго в ходят в десятку лучших музыкальных театров мира.

Самыми известными театрами России, кроме названного выше Большого театра в Москве, по праву считаются Михайловский и Мариинский театры (рис. 1,2), Театр имени Ленсовета и Молодежный театр на Фонтанке, а так же Малый драматический театр.



Рис. 1. Здание Мариинского театра в Санкт-Петербурге, 1783 г.



Рис. 2. Новая сцена Мариинского театра в Санкт-Петербурге

Из истории г. Магнитогорска известно восемь театров, которые в свое время функционировали, гастролеровали, но по различным причинам прекратили действовать. Из них: Студия театральная при драматическом театре им. А.С. Пушкина; Театр Краснозаводской драматический; Театр магнитогорский драматический (МДТ); Театр московский в Магнитогорске (1932-33 гг.) – «Интернациональный Рабочий»; Театр Народный Дворца культуры металлургов; Театр рабочей молодежи в Магнитогорске (ТРАМ); Театр татаро-башкирский; Театр Юного зрителя Магнитогорска.

На данный момент в г. Магнитогорске осталось три действующих театра: Театр Оперы и Балета, один из двух действующих в Челябинской области (рис. 3), Театр кукол и актера Буратино, драматический театр им. А.С. Пушкина.

В Магнитогорском театре оперы и балета два зала – большой, на 260 зрителей, и малый, на 70 зрителей. Изначально, театр оперы и балета был открыт как Муниципальный музыкальный театр в 1996 г. в здании Дворца культуры им. Ленинского комсомола, позже, 3.12.1997 г. преобразован в нынешний театр оперы и балета

Здание театра оперы и балета, построенное в 1956 г. является ярким образцом классицизма. Монументальные колонны перед главным входом, мозаичные витражи на фасаде и раскинувшийся театральный сквер – все это создает неповторимый антураж и колорит театра [6].



Рис. 3. Здание театра оперы и балета, г. Магнитогорск, 1956 г.

Архитектурно-планировочное решение сквера на театральной площади зависит от архитектуры здания театра, окружающей застройки, создания кратчайших транзитов, ведущих к театру, и разгрузочных площадок для эвакуации зрителей.

Площадь чаще всего располагают в виде «карманов» по отношению к проходящим через нее магистральным улицам. Площадки перед входом в театр оформляют наиболее парадно. Проектом предусматриваются фонтаны, водоемы, скульптуры, партеры газонов, цветники, декоративное покрытие из плит. В зависимости от архитектурно-планировочного задания и размеров сквера могут быть предусмотрены детские игровые площадки, кафе, навесы от дождя, туалеты и т. п. Здесь также возможно проведение различных выставок скульптуры, керамики, цветов. Объёмно-пространственное решение сквера может быть представлено в виде партера, раскрывающего фасад здания театра, или кинотеатра, музея [3].

Особенности организации внешней среды театра сводятся к следующему: выявлению и максимальному использованию сложившихся ресурсов конкретной градостроительной ситуации (застройка, структура коммуникаций, ландшафт, градостроительно-средовые особенности, сложившиеся стереотипы интенсивного использования территории, различные циклы жизнедеятельности города и пр.); разработке сценариев деятельности в городском пространстве, главной частью которого является театр; взаимному согласованию сценариев деятельности и ресурсов градостроительной ситуации; обеспечению новых форм развития функций театра во внешнюю среду (уличные концерты и спектакли, карнавалы, театрализованные праздники и пр.); дополнению ведущей функции посещения театра сопутствующими функциями (специальная информация и реклама, специализированная торговля, экспресс-питание, любительские клубы и пр.); использованию помещений первых и подвальных этажей прилегающих зданий, а при возможности и театра для расширения ведущей и сопутствующих функций театра [2].

Что касается театра Оперы и Балета, его современное состояние довольно удовлетворительное, он хорошо вписывается в городскую застройку, прилегающая площадь придает ему масштабности, акцентирует его среди окружения. Но есть и недостатки. Театральная площадь и сквер перед театром функционально не организованы и не благоустроены и требуют выполнения необходимых работ, чтобы население могло использовать данные места для отдыха и развлечений.

Список литературы

1. Исаев А.А. Эволюция архитектуры зрелищных зданий и сооружений Анатической эпохи [Электронный ресурс] // Восточно-Казахстанский государственный

технический университет им. Д. Серикбаева. Режим доступа: http://www.rusnauka.com/12_KPSN_2012/Stroitelstvo/2_109191.doc.htm (Дата обращения: 14.06.2016).

2. Пособие к СНиП 2.08.2-89 Проектирование театров [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/Posobie_k_SNiP_2080289_Proekti.html (Дата обращения: 27.04.2017).

3. Мегаобучалка: Площади, их благоустройство и озеленение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://megaobuchalka.ru/7/44049.html> (Дата обращения: 14.06.2016).

4. Театр оперы и балета [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://magnitopera.com> (Дата обращения: 27.04.2017).

УДК 725.742

Е.Е. Зальмунина, Д.Д. Хисматуллина

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ В Г. МАГНИТОГОРСКЕ

Аннотация. Рассмотрены основные этапы формирования плавания и организации плавательных бассейнов в г. Магнитогорске. Выявлены причины, побуждающие к их строительству. Произведён градостроительный анализ месторасположения данных спортивных сооружений в городской застройке. Поднята проблема переосмысления культуры плавания у магнитогорцев. Выявлена важность темы: гармоничное и всестороннее развитие города невозможно без поддержки тех видов спорта, благодаря которым Магнитогорск становится комфортным и привлекательным местом для жизни и работы.

Ключевые слова: крытый плавательный бассейн, спортивное плавание, детское плавание, 50-ти метровая дистанция.

Развитие плавания в Магнитогорске берёт своё начало в первой половине 30-х прошлого века, во времена бурного строительства комбината. Появление нового социалистического города обуславливается, в основном, экономическими причинами – в перспективе выход СССР на передовое место в мировой экономике. Создание нового идеального образа социалистического человека, демонстрация его новых возможностей должны поднять авторитет страны на политической арене. Как следствие строительство ведётся небывалыми темпами, однако новое государство только требует быстрой работы, но и ставит перед собой задачу рационального распределения сил рабочих – «здоровый физически человек приносит больше пользы производству». Для решения данной проблемы устанавливаются нормативы для сдачи ГТО, проводятся соревнования по различным видам спорта, организовываются физкультурные секции, что становится неотъемлемой частью жизни горожан.

Таким образом, в 1932 году на правом берегу реки Урал была построена первая водная станция. С этого времени команда пловцов комбината принимает

активное участие в Спартакиаде, где становится чемпионом области. Также устанавливаются региональные рекорды по плаванию. В военные годы продолжается сдача норм ГТО, и появляется новая дистанция – плавание с гранатой.

Вследствие развития территории металлургического комбината, наращивание с каждым годом его мощности, становится невозможным продолжение тренировок спортсменов в заводском пруде. Поэтому возникает потребность в строительстве крытого бассейна. Необходимость в его появлении также обуславливается климатом Южного Урала, нереальностью всесезонного использования плавательных дорожек.

Показывая высокие результаты на состязаниях, магнитогорские пловцы в 1966 году получают возможность тренироваться в закрытом бассейне в новом Дворце пионеров и школьников, построенном на правом берегу. Размещается здание на главной городской магистрали – проспекте Ленина. Расположен Дворец в 62 микрорайоне. В градостроительном плане Дворец стоит на композиционной оси сквера Лермонтова, находящегося в центре жилой застройки и связывающего пр. К. Маркса и пр. Ленина. Ориентирован объект главным фасадом на восток, на сквер, дворовым на запад. С северной и южной стороны расположены проезды внутри микрорайона. Дворовое пространство площадью 7 200 м², вытянуто с востока на запад и предполагает организацию досуга школьников на свежем воздухе. Здание было построено по проекту московских архитекторов, которые совместили разнообразные детские секции в одном месте. Для пловцов была спроектирована чаша бассейна размером 25 x 6 м. Также поддерживать форму спортсмены могли заниматься в сухом зале. Вследствие строительства нового бассейна в Магнитогорске стало возможным проведение Областного первенства по плаванию. Именно во Дворце пионеров магнитогорским тренерам удалось воспитать мастеров спорта, чемпионов, рекордсменов и многочисленных кандидатов в мастера спорта по плаванию.

Следующим этапом в развитии спортивного плавания в Магнитогорске, и в частности плавательных бассейнов, стало строительство в 1972 году бассейна «Металлург». С градостроительной точки зрения, учитывая функциональные особенности, новое здание в системе города, размещалось более удачно, чем Дворец пионеров, так как находилось в набережной зоне заводского пруда, недалеко от городского пляжа. Для поддержания престижа и дальнейших прогрессивных результатов спортсменов чаша бассейна проектировалась на 50 метров. Также была установлена вышка, что сделало возможным подготовку спортсменов по прыжкам в воду, открытие детской школы плавания и проведение Чемпионатов России по плаванию. За годы работы «Металлурга» спортсмены неоднократно принимали участия в Чемпионатах мира и Европы, в Первенствах России и области, Олимпийских играх и завоёвывали в них медали.

Для обучения детей плаванию, подготовке их к соревнованиям в 70-х годах был открыт бассейн в Правобережном Доме творчества. Также для этой цели бассейны строились при школах и детских садах, и при возможности, учитывались на этапе проектирования.

В начале XXI века, в связи изменением политической ситуации в стране, Магнитогорск стал заинтересован не столько в профессиональных пловцах, сколько в организации досуга отдыха всех горожан, а также привлечения туристов в город. Поэтому планировалась реконструкция «Металлурга» в Развлека-

тельный центр – аквапарк «Водопад чудес». Проектирование вели иностранные специалисты, предусмотревшие не только плавательные чаши и сопутствующие им технические помещения, но и размещение в одном здании учреждений торговли, общественного питания и гостиниц, входящих в единый комплекс. Хотя тренировки спортсменов до сих пор проходят в аквапарке, но в связи с расширением границ городской застройки и увеличением населения во много раз уменьшены часы пребывания профессионалов в воде.

В 90-е годы для воспитания нового поколения пловцов задумывался для реализации проект Детского бассейна, началось строительство, но из-за недостатка финансирования осуществить проект удалось только к 2004 году. С этого времени и по сей день бассейн «Ровесник» является тренировочной базой для подрастающих спортсменов. Здание располагается на пересечении ул. Советской и ул. Доменщиков и включено в детский оздоровительный комплекс, в котором помимо бассейна имеется ФОК и открытый каток. Чаша бассейна в длину составляет 25 метров и имеет 6 дорожек. Также в зале бассейна располагаются зрительские трибуны. Помимо этого в здании имеются сауны и прочие помещения для обслуживания посетителей. Большие ориентированные вертикально прямоугольные окна обеспечивают хорошую инсоляцию помещения, а также сохранение электроэнергии в дневное время суток.

В настоящее время в городе получили развития центры для обучения плаванию совсем маленьких детей для оздоровительного эффекта и правильного развития. Они существуют как частные, так и государственные (при детских садах). Для детей младшего и среднего школьного возраста школы, оснащенные плавательной чашей, имеют возможность включить плавание в учебный процесс. Для оздоровления взрослого населения многие фитнес клубы предлагают своим клиентам воспользоваться услугой бассейна. Взрослые спортсмены в настоящее время могут тренироваться в общественных бассейнах только в узкий промежуток времени. Сложившаяся в городе ситуация, продолжается многие годы. Будущее молодых спортсменов не имеет своего естественного развития. Действующим профессионалам приходится уезжать на более подготовленные для тренировок базы и тем самым представлять другие регионы. В итоге в городе заниматься плаванием как видом спорта становится всё труднее, и культура плавания у горожан принимает другое направление – оздоровительное и развлекательное.

Таким образом, создание и направление работы плавательных бассейнов в Магнитогорске зависит от политики властей города и руководителей комбината. Заслуженные магнитогорцами на протяжении многих лет награды позволяют наглядно продемонстрировать потенциал спортсменов, которым необходимо не отставать от своих соперников, тренируясь на более длительные дистанции, что невозможно без наличия 50-ти метрового бассейна. Следовательно, спортивное плавание, начатое ещё в 30-х годах первыми рабочими, при условии его развития, может стать одним из перспективных отраслей экономики, поднимающей престиж города на новый уровень.

Список литературы

1. Развитие плавания в Магнитогорске [Электронный ресурс] // ДЮСШ №2 в г. Магнитогорске. Режим доступа: http://sportschool2mgn.ru/?page_id=172

2. Жилин А. История одного бассейна [Электронный ресурс] // Спорт Магнитка: информационный портал. Режим доступа: <http://magnitka-sport.ru/blog/others/5171-istoriya-odnogo-basseyna>

3. Плавательный бассейн Магнитогорска – Аквапарк как в Лечно [Электронный ресурс] // Компас Челябинск: Информационный портал. Режим доступа: http://www.kompas.chelbis.ru/articles/article_304.html

УДК 331.101

Т.В. Саяева

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ДЕТСКОЙ КОМНАТЫ

Аннотация. В статье рассматриваются основные теоретические и практические вопросы организации эргономического пространства жилых помещений в целом и детских комнат в частности. Рассматриваются требования, предъявляемые к зонированию больших и малогабаритных детских комнат. В статье рассмотрены особенности подбора колористического решения детской комнаты, подбора и расстановки детской мебели, освещения.

Ключевые слова: эргономика, эргономические требования, детская комната, детская кроватка, эргономика детского стульчика, эргономика детского стола, соответствие функциональных размеров, параметры детской мебели.

На современном этапе необходимость разработки и подбора мебели в детские комнаты становится очень актуальной. По созданию комфортного пространства детских специалисты из разных областей от психологов до врачей проводят разъяснительные беседы с родителями. У многих родителей возникают вопросы правильной организации пространства детской комнаты: зонирования комнаты на игровую и спальную, размеры детского стульчика и стола, световое оформление и др. Такие вопросы решает эргономика

Эргономика как наука включает в себя следующие понятия: антропометрия, биомеханика, гигиена труда, физиология труда, техническая эстетика, психология труда, инженерная психология. Эргономика (Ergonomics: греч. Ergon – работа, Nomos – закон) изучает особенности и возможности функционирования человека в системах: человек, вещь, среда. Необходимо отметить, что эргономика как наука сформировалась на стыке нескольких наук – психологии, физиологии и гигиены труда, социальной психологии, анатомии и ряда технических наук. Эргономика решает такие вопросы как движений человеческого тела во время работы, затраты его энергии в производительности конкретного объекта [2: 67 с.]. Такая информация становится основой для научного изучения специалистами разных направлений создания разнообразных объектов с эргономическими данными – предметы интерьера, бытовые объекты, игрушки, мебель и др. Эргономика в дизайне изучает антропометрические данные человека с целью создания для него гармоничной среды обитания [4: 43 с.].

При разработке эргономического пространства детской комнаты необходимо учитывать существующие требования:

- антропометрические данные. Наши дети постоянно растут и развиваются. Поэтому необходимо мебель размещать в детской комнате соответственно размерам тела ребенка, а так же необходимо учитывать особенности его организма;

- психофизиологические особенности. Известно, что у детей разного возраста разные потребности. Известно, что для новорожденного ребенка очень важен сон, еда и безопасность. В дошкольном возрасте для ребенка важна игровая деятельность, а значит ему необходимо пространство для игр. Для ребенка-школьника необходима отдельная рабочая зона для подготовки домашнего задания. Поэтому для каждого возраста нужно свое пространство. Такое пространство, которое будет создавать благоприятные условия для интеллектуального развития ребенка;

- безопасность нахождения ребенка в комнате. Это понятие включает три составляющие: физическая, химическая и психологическая безопасность. Мебель для детской комнаты не должна иметь острых углов и некачественной фурнитуры. Выбирая детскую мебель, необходимо обращать внимание не только на ее функциональность и внешний вид, но и на качество материалов, из которых она изготовлена [1: 245 с.]. Известно, что самой экологически чистой является мебель, изготовленная из дерева. Необходимо учитывать и колористическое решение детской комнаты. Ее интерьер должен быть жизнерадостным и позитивным.

Проектирование зон для детской комнаты начинается с организации пространства. По мнению специалистов, его необходимо разделить на три зоны: для отдыха, для работы, для игр. Большая комната для зонирования предполагает использование разнообразных конструкций в виде стеллажей, ширм, конструктивных гипсокартонных перегородок. Для маленького пространства детской комнаты необходимо выделить отдельные зоны расстановки мебели, а так же ее подбором (многофункциональная мебель, мебель конструктор и др.). В маленьком пространстве детской комнаты одним из важных моментов является расположение освещения и его количество, а так же колористическое решение [3: 57 с.].

Специалисты-дизайнеры считают, что при зонировании детской комнаты необходимо учитывать несколько важных моментов. Во-первых, ко всему, что находится в комнате, должен быть легкий доступ. Во-вторых, ребенку должно быть удобно пользоваться всеми предметами мебели в комнате: открывать дверки, выдвигать ящики и т.д. [5: 69 с.].

Одним из важных моментов при проектировании мебели в детскую комнату является учет возраста ребенка, а точнее сказать, его рост. Так например, проходы между мебелью должны составлять минимум 60-80 см. Полки должны быть в зоне досягаемости для ребенка. Например, ребенок семи лет сможет дотянуться до полок на высоте примерно 150 см. Достаточная высота шкафа – 180 см. Возможна конструкция шкафа, в которой предусмотрено изменение высоты полок. Оптимальная глубина шкафа– 45-50 см. [6: 183 с.].

Необходимо отметить, что не только расстановка мебели, но то, что вешается на стены (картины, светильники, декоративные изделия) должно быть в зоне видимости ребенка. Ему легче сосредоточить внимание на объекте, находящемся на определенной высоте. Например, для ребенка от 2 до 4 лет верхний уровень зоны видимости – это 130 см, а для детей 4-7 лет – 144-163 см. [7: 69 с.].

Важным моментом при подборе мебели для детской комнаты являются ее размеры. Они напрямую зависят от возраста ребенка. Большой ошибкой является покупка мебели «на вырост», потому что есть определенное соответствие между возрастом ребенка и размерами стола, стула, кровати, шкафа и полок шкафа. Например, в 5 лет для ребенка достижимой высотой будет 130 см, а в 7 лет он сможет дотянуться до полок находящихся на высоте уже до 150 см, а в 9 лет ребенок сможет дотянуться уже и до 170 см. По мере взросления ребенка, ему требуется также различная высота стула. Для пятилетнего ребенка идеальным размером высота стула будет в 26.5 см, для семилетнего – 29 см. Высота стола должна быть до 50 сантиметров, а именно 44.5 см для 5-летнего и 48 для 7-летнего [8: 289 с.].

Необходимо отметить, что после окончательного зонирования пространства, ребенку должны быть доступны все места в комнате без сторонней помощи. Элементы в детской комнате, размещаются почти также, как и во взрослой комнате, то есть пропорционально росту ребенка. Для маленьких детей, не стоит размещать предметы высоко на стене, так как это может повлиять на их визуальное восприятие, может быть вообще не видно текста на повешенном предмете [9: 126 с.].

Отличным решением для мебели также станет мебель на колесиках, которую маленькие дети смогут передвигать ради развлечения, а дети постарше – для установки мебели в нужные для них места.

Детская комната – очень важное помещение для растущих детей любого возраста. Эргономика детской комнаты призвана сделать комнату ребенка просторной и уютной, а главное, такая комната будет безопасной и красивой. Не нужно бояться экспериментировать, ведь если что-то не нравится, то это можно заменить в любой момент.

Список литературы

1. Барташевич А.А. Технология производства мебели / Серия «Учебники, учебные пособия». Ростов н/Дону: Феникс, 2003. 480 с.
2. Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Минервин Г.Б., Шимко В.Т., Ефимов А.В. и др.: Под общей редакцией В.Т. Шимко. М.: «Архитектура-С», 2004. 288 с.
3. Дизайн архитектурной среды: Учеб.для вузов / Минервин Г.Б., Ермолаев А.П., Шимко В.Т. и др. М.: Архитектура-С, 2006. 504 с.
4. Мунипов В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник для вузов / Зинченко В.П. М.: Логос, 2001. 356 с.
5. Павлова Л.Н. Организация жизни и культура воспитания детей в группах раннего возраста: практ. пособие / 2-е изд. М.: Айрис-пресс, 2007. 208 с.
6. Саляева Т.В. Эргономические условия организации пространства детской комнаты // Формирование предметно-пространственной среды современного города: Архитектура. Строительство. Дизайн: материалы ежегодной Всероссийской науч.-практ. конф (с международным участием). Магнитогорск, 2015. С. 181-185.
7. Саляева Т.В. Эргономика кухни. Основные принципы организации пространства//Актуальные проблемы современной науки, техники и образования:

материалы 73-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. Т.2. С. 68-71.

8. Рунге В.Ф. Эргономика в дизайне среды: Учеб. пособие для вузов / Манусевич Ю.П. М.: Архитектура-С, 2005. 327 с.

9. Чернышова Э.П. Понятие комфорта в городской среде: Роль дизайна // Архитектура. Строительство. Образование. 2015. № 2 (6). С. 124-129.

УДК 378.147

Е.В. Ильяшева

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления исследований студентов в области конструирования изделий легкой промышленности, среди которых: исследование и разработка рекомендаций по совершенствованию конструкции одежды в зависимости от особенностей фигуры, анализ и построение конструкции одежды по эскизам или фотографии, сравнительный анализ методик построения чертежей в целях совершенствования конструкции. Особого внимания заслуживают направления в прогнозировании конструктивного решения в коллекциях костюмов, исследования в области экологической проблемы качества текстильных изделий при формировании среды человек-одежда, исследования безбарьерной среды по вопросу дизайна и конструирования одежды. В статье дается краткая характеристика каждого направления в исследовании, в котором выделяются основные моменты и обобщаются результаты.

Ключевые слова: исследование, конструирование, конструкция, фигура, особенности, анализ, метод, качество.

Современный вуз сегодня представляет собой организацию, которая в силу своей направленности решает сложность профессиональных задач, предъявляемых к личности и к деятельности будущих специалистов, к их опыту, самостоятельности, мышлению, знаниям, умениям и т.д. Действующий Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности» (уровень бакалавриата) предусматривает научно-исследовательскую деятельность в подготовке специалиста. Исследование в предельно широком смысле означает поиск новых знаний или систематическое расследование с целью установления фактов. В более узком смысле исследование, это научный метод (процесс) изучения чего-либо. Исследовательские работы студентов в области конструирования изделий легкой промышленности основаны на проведении ряда исследований, анализа и разработок на всех этапах обучения. Рассмотрим некоторые из направлений в исследовательских работах студентов на различных этапах обучения.

Первое из них, это исследование и разработка рекомендаций по совершенствованию конструкции плечевой одежды в зависимости от особенностей фигуры. Проблема данного исследования является актуальной и обусловлена необхо-

димостью корректировки типовой базовой конструкции плечевой одежды. А также разработкой соответствующих рекомендаций по ее совершенствованию с учетом особенностей телосложения. Проводимые исследования позволяют выделить несколько моментов, которые нужно учитывать при построении конструкции плечевой одежды с выделенными особенностями фигуры. Внимательно нужно относиться к выбираемым прибавкам на свободу облегания. Важно учитывать тип телосложения фигуры, типы спины и осанки, так как это в значительной степени влияет на конструкцию изделия в целом, а также обеспечивает хорошую посадку по фигуре, удобство и психологический комфорт в носке.

Следующее направление, это анализ и построение конструкции одежды различных половозрастных групп по эскизам или фотографии. В проводимых исследованиях мы выделили детскую одежду. Актуальность исследования обозначена ростом популярности индустрии детской одежды и обусловлена необходимостью создания точной, усовершенствованной конструкции изделия, появления качественной и удобной одежды для детей [1].

Третье направление основано на сравнительном анализе методик построения чертежей в целях совершенствования конструкции. Актуальность исследования обусловлена необходимостью выявления и создания точной, усовершенствованной конструкции втачного рукава плечевого изделия, сведя к минимуму недостатки различных методик, выявляя и комбинируя их достоинства. Разнообразие методик конструирования связано с отсутствием единых принципов их создания. Каждая методика являет собой отражение практического опыта автора в виде рекомендаций по техническим приемам построения лекал и по применению взаимосвязей в расположении отдельных конструктивных точек и линий на чертеже, для появления качественной и удобной одежды, снижая затраты времени на ее проектирование и изготовление [1].

Особо хочется выделить направление, связанное с прогнозированием конструктивного решения в коллекциях костюмов, научная новизна которого заключалась в разработке нового метода прогнозирования моды, в области конструктивного решения: использовались знания в области конструирования и конструктивного моделирования одежды, а также социологии и статистики. Практическая значимость исследования заключалась в обобщении конструктивного решения в проектах коллекций костюмов и составлении его прогноза. В результате проведенных исследований был разработан метод прогнозирования, который апробирован на моделях творческих коллекций студентов университета [1].

Нельзя не оставить без внимания направление исследования в области экологической проблемы качества текстильных изделий при формировании среды человек-одежда, которая в настоящее время становится одной из актуальных, так как кожа человека крайне чувствительно реагирует на воздействие опасных химических соединений, которые могут содержаться в некачественных текстильных изделиях. Проблема оценки качества текстильных изделий заключается в том, что невозможно оценить качество органолептическим методом при внешнем осмотре изделия. Более точную и достоверную информацию о численных значениях показателей качества дает лабораторный метод, в результате проведения которого, в зависимости от предъявляемых требований, из всех свойств материала выбираются главные, и их необходимый уровень сверяется со стандартом. Для того чтобы установить сорт текстильных изделий, произвести сертификацию и аттестацию текстильных полотен необходима испытательная лаборатория со специ-

альным оборудованием. На основе анализа аналогов текстильных лабораторий, и анализа методов оценки показателей качества текстильных изделий в условиях университета, сделаны следующие выводы: оценка уровня качества продукции – это совокупность операций, направленная для получения конкретных результатов оценки. Результаты оценки качества в значительной степени зависят от выбранного метода определения значений показателей качества. [2].

В настоящее время ведутся ряд исследований в направлении связанном с изучением особенностей комплексного проектирования одежды для людей с ограниченными возможностями. В статье Лымаревой Ю.В. отмечается, что данные исследования могут проводиться в процессе изучения каждой дисциплины специальности, в отдельном разделе, а так же, как обязательная, отдельная дисциплина, например «Универсальный дизайн одежды».

Сейчас проблема создания такой одежды исследуется на этапе выпускной квалификационной работы. По мнению автора, в исследованиях должен рассматриваться конструктивный и эстетический аспект, который позволит воспринимать одежду для инвалидов модной, стильной, но в то же время комфортной для жизни. Формирование положительного и модного образа инвалида поможет социальной интеграции в обществе [3].

Подводя итоги, можно сказать, что умение студентов качественно проводить исследовательские работы в области конструирования изделий легкой промышленности зависит от организации работы на всех этапах обучения, в том числе и на дисциплинах специального цикла. Рассмотренные направления в исследовательских работах студентов отвечают требованиям подготовки будущих специалистов по данной области, т.е. научно-исследовательская направленность и дает возможность соприкоснуться с профессиональной деятельностью и сделать шаг от бакалавра к магистру.

Список литературы

1. Ильяшева Е.В. Теоретические основы и методика подготовки будущих конструкторов швейных изделий к проектной деятельности: монография. Магнитогорск: МаГУ, 2013. 168 с.
2. Ильяшева Е.В. Экологическая проблема качества текстильных изделий при формировании среды человек-одежда // Формирование предметно-пространственной среды современного города: Архитектура. Строительство. Дизайн: сборник материалов ежегодной Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. С. 96-100.
3. Лымарева Ю.В. Безбарьерная среда: к вопросу дизайна и конструирования одежды (проблемы в подготовке специалистов) // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т.2. С. 43-46.

С.В. Рябинова, О.П. Савельева

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация. В статье рассмотрена проблема развития творческой активности в художественном образовании. Выделены проблемный и эвристический методы обучения.

Ключевые слова: художественное образование, творческая активность, эвристические методы, проблемный принцип обучения.

В современном мире, в условиях глобализации всех сфер социальной деятельности и решаемых в них нестандартных задач имеется устойчивая потребность в развитии творческого потенциала молодежи [7]. Большинство учебных программ, учебников и методик все еще делают упор на усвоение учащимися готовой информации по предмету, на использование репродуктивных, а не креативных способов деятельности [11]. Это приводит к ослаблению внутренней мотивации студентов, невостребованности их творческого потенциала, развитию негативных явлений, связанных с нежеланием учиться, гиперболизацией формальных ценностей образования (получение отметки, сдача экзаменов) [2]. Решающим фактором при этом выступает инновационная деятельность современного педагога [1].

Проблемность в художественной деятельности – это и есть раскрытие сути построения художественного образа; методов, приемов и способов работы над художественным решением посредством глубокого анализа и постижения закономерностей, свойственных художественному образу [10].

Считаем, что задание является проблемным, если в нем присутствуют три компонента: 1 – художественно-образный; 2 – композиционный; 3 – изобразительный. По сути, первый и второй компоненты – показатель работы над выразительными средствами, а третий – изобразительная грамота. Доминанта значимости того или иного компонента зависит от следующих факторов: от этапа обучения; от уровня подготовки обучающегося; от характера задания.

Содержание каждого компонента проблемных заданий обязательно включает в свою модель личность студента с его прежним художественным, эмоционально-эстетическим опытом и субъективными «личностными» художественными и интеллектуальными возможностями, которые отражаются в результате решения задач [26]. Трех-компонентность задания дает возможность спроектировать индивидуальную траекторию учебно-познавательной деятельности, позволяет увидеть творческий потенциал, выявить темп и уровень профессиональной подготовки каждого студента.

Эвристическое обучение – непрерывное открытие нового (эвристика – от греч. *heurisko* – отыскиваю, нахожу, открываю). Объектами поисковой познавательной деятельности в эвристическом обучении являются не только проблемы и задачи, но и сами учащиеся, их индивидуальный личностный потенциал, креативные, когнитивные, рефлексивные и другие процедуры и виды деятельности.

В процессе учебно-творческой деятельности одновременно могут сочетаться несколько методов, которые взаимопроникают друг в друга, характеризуя разностороннее взаимодействие педагога и студента. Выбор методов зависит от программного материала, индивидуальных способностей студентов.

В состав эвристических методов входят: Метод «вживания». Посредством чувственно-образных и мыслительных представлений студенты пытаются «переселиться» в изучаемый объект, почувствовать и познать его изнутри.

Метод ассоциаций. В начале занятия студентам предлагается по очереди называть слова, ассоциирующиеся с заданной темой (например, осень, радость и т.д.) [9], или перечислить выразительные средства, при помощи которых можно изобразить характер данного человека или постановки. Все это обязательно делается в быстром темпе.

Метод аналогий. Одним из выразительных средств искусства является ритм. Ритм тесно связан с музыкой, поэтому почувствовать ритмическую основу образа помогает данный метод. Студентам предлагается составить ритмический ассоциативный ряд конкретного музыкального произведения, а то и прохлопать или протопать ритм, а затем найти аналогичные изобразительные средства передачи образа.

Мозговой штурм. Перед длительной постановкой студентам предлагается обсудить будущий образ (портрет человека). В результате коллективного обсуждения выявляются критерии постановки согласно общему замыслу. Данный метод хорошо дополняет самостоятельным заданием на изображение этого образа по своему представлению. Это формирует отбор типичных и индивидуальных средств выражения художественного образа.

Метод гиперболизации. Осознанное увеличение или уменьшение объекта познания, отдельных его качеств. Метод агглютинации. Соединяются несоединимые в действительности качества, свойства объектов. Метод инверсии. Умению абстрагироваться от второстепенных признаков помогает данный метод.

Метод творческой интерпретации заключается в поисках наиболее выразительной и лаконичной трактовки форм натуральных постановок, акцентировании их силуэта [4]. При поиске выразительных силуэтов форм элементов большое значение имеет творческий отбор, заключающийся в некотором абстрагировании от многочисленных качеств натуры при переводе их в условные, плоскостные силуэтные изображения.

Метод ограниченной палитры. Достижение гармонического единства является одной из главных целей обучения будущего художника ДПИ. Оно возможно с применением разнообразного, порой противоречивого пластического языка [6]. Цвета при ограниченной палитре подбираются в соответствии с характером колорита постановки и конкретной задачи [3].

Метод колеров. Работа «колерами» – предварительно подготовленными красочными смесями – подразумевает поиск творческих решений в форэскизах на основе силуэтно-плоскостной трактовки элементов изображения [5].

Таким образом, эвристические методы позволяют сделать почти любое задание проблемным, если педагог организует процесс поиска «неизвестного», которое студентам необходимо открыть и которое выступает для них как новое знание, новое умение, новый способ деятельности или новый способ получения знаний или способов деятельности.

Список литературы

1. Горбунова Г.А., Игнатьев С.Е. Интеграционные подходы в системе обучения изобразительному искусству в начальных классах // Наука и школа. 2015. № 6. С. 110-119.
2. Горбунова Г.А. Проблема формирования творческих способностей обучающихся в зарубежной и отечественной психологии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 234.
3. Деменёв Д.Н. О логике цвета в живописи: онтологический, гносеологический и аксиологический аспекты. Философия и культура. 2016. № 4. С. 568-575. DOI: 10.7256/1999-2793.2016.4.14621
4. Игнатьев С.Е., Сокольников Н.М. Объемные построения в изобразительной деятельности детей // Право и практика. 2015. № 4. С. 141-147.
5. Исаев А.А., Деменёв Д.Н. Философско-художественные аспекты создания живописного произведения // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С. 36-40.
6. Исаев А.А. Феномен цвета в контексте бытия человека: опыт философского анализа: автореф. дис. канд. философ. наук. Магнитогорск, 2006. 22 с.
7. Ломов С.П. Методология художественной деятельности // Инновационные проекты и программы в образовании. 2013. Т. 2. С. 49-52.
8. Лыкова Е.С. Критерии оценки детского рисунка // Омский научный вестник. 2015. № 4 (141). С. 177-181.
9. Лыкова Е.С. Пейзажное изображение пространства и его восприятие детьми // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2014. № 1 (28). С. 56-62.
10. Рябинова С.В., Савельева О.П. Методические аспекты развития творческого подхода в живописи // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С. 60-63.
11. Савельева О.П., Лыкова Е.С. Учебные пособия по изобразительному искусству для общеобразовательной школы: аналитический обзор // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный журнал. 2015. № 4. С. 301-311.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ДОСТИЖЕНИЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ СВЕТА И ЦВЕТА ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрена проблема соотносённости искусства и науки в целом, с точки зрения практической значимости науки для художественного образования.

Ключевые слова: искусство, художественное образование, естествознание, практическая значимость, зрительное восприятие, цвет, цветознание.

Ещё в прошлом веке известный философ В.И. Толстых писал: «Вопрос о смысле искусства никогда не был отвлеченно-академическим. Каждое общество решает его в соответствии со своими нуждами, потребностями и интересами. Из многообразных факторов, оказывающих постоянное воздействие на искусство, некоторые в тот или иной период выдвигаются на первый план и определяют «ситуативное» состояние искусства. В современных условиях – это наука и техника» [10, с. 274-275]. Анализируя близкие нашим вопросам о соотносённости искусства и науки, философ писал о том, что вопрос о смысле и судьбе искусства сегодня тесно связан с условиями и последствиями, создаваемыми научно-технической революцией. Это становится очевидным, как только отношения науки и искусства рассматриваются применительно к реальным потребностям человека, совершающего и испытывающего на себе влияние научно-технической революции» [10, с. 274-275]. Те же вопросы, в том или ином ключе рассматривали такие авторы как: Т. Брилл, Г. Горбунова, А. Исаев, С. Игнатъев, Е. Лыкова [1, 2, 4, 5, 6] и др.

Искусство это процесс, деятельность: «В деятельности развитие низводится до абстрактной стороны, без которой деятельность не существует, но к которой она не сводится – так же как развитие не сводится к «простому» изменению. Не случайно говорят, что *человеческая история есть деятельность людей, преследующих свои цели*; использование категории деятельности за границами характеристики специфически человеческого процесса бытия *размывает её строгое содержание*» [8, с. 329]. Человеческая деятельность отличается от деятельности животных сознательной постановкой цели, ведь производит, как известно, не только человек... В конце процесса труда получается результат, который уже в начале этого процесса имелся в представлении человека, т. е. идеально» [7, с. 189].

Художественное образование – есть деятельность по приобретению знаний, умений и навыков, а также прочего необходимого инструментария для дальнейшей профессиональной художественной деятельности. Конечно же, главным в профессиональной подготовке художника к творческой деятельности «большое значение имеет формирование представлений о сущности художественного образа, профессиональной, осознанного отношения к закономерностям творческой деятельности в искусстве» [9, с. 107].

Искусство – есть в том числе познание. Оно познаёт мир своими специфическими средствами. В поэзии этими средствами выступают слово, рифма и др., в музыке – ноты и др. В живописи таковыми, в первую очередь, являются цвет, тон, светотень и др. Чтобы познавать мир на макроуровне (то есть на уровне того, что искусствоведы и философы обычно называют «специфической формой освоения действительности»), необходимо начать познание с микроуровня – художественного образования. Именно на этом уровне закладывается фундамент будущего здания, именуемого искусством или профессиональной творческой деятельностью.

Кирпичиками такого здания, например, в преподавании основ изобразительной грамоты, живописи или пленэрной практики будут знания о вышеупомянутых нами цвете, тоне, светотени, световоздушной перспективе и др. Вот что пишет американский учёный Томас Брилл по поводу обычного солнечного света, имеющего важнейшее значение для пленэра: «...солнечный свет в полдень проходит сквозь меньшую толщину атмосферы, чем утром, и поэтому полуденный солнечный свет более интенсивный [...] обладает превосходной цветопередающей возможностью, связанной с его относительно равномерным распределением спектральной энергии в видимой области. [...] Свет северного неба значительно синее и имеет цветовую температуру около 7500 К или выше» [1, с. 28-29]. Здесь нужно заострить внимание на том, что данная информация имеет значение не только для живописи на пленэре в смысле скорейшего нахождения верных цветовых отношений «неба и земли» (основных цветовых пятен), но и в прямом, практически-утилитарном смысле.

Проблема нахождения больших цветовых масс, как отмечает С.В. Рябинова «остаётся одной из важнейших в обучении живописи. [...] На этой стадии производится отбор основных цветовых масс, поиск тонально-композиционной конструкции, выбор живописной концепции решения и выбор принципа решения формы, закладка ритмической основы будущей композиционной системы произведения и основы колористических связей» [9, с. 119]. Данное утверждение отсылает нас в частности к гносеологическому аспекту логики цвета, по преимуществу обнаруживаемому в совокупности знаний о цвете или «цветознании» [3, с. 571].

Начиная с XIX века создавались различные нормативные теории и классификации цветовых гармоний (художник Рудольф Адамсом, живописец Альберт Генри Менсел, немецким физиолог Брюкке, Герман Гельмгольц, Бецольд, В.Оствальд, советские ученые Б. М. Теплов и П. А. Шеваров и др.), в которых с большим или меньшим успехом обосновывались преимущества тех или иных цветовых сочетаний.

Среди прочих цветовых сочетаний, предложенных вышеуказанными авторами, гармонии, полученные на основе взаимодополнительных цветов, считаются наилучшими. На данный факт обращали внимание и искусствоведы и художники. Вопрос о том, почему смеси именно данных цветов обнаруживают наибольшее удовлетворение «для глаза», стало возможным разрешить с помощью психофизиологических закономерностей зрения. Базируясь на этих закономерностях, возникла так называемая трёхкомпонентная теория цветового зрения. На данные закономерности обратил внимание еще М. В. Ломоносов. Но только Томас Юнг (английский физик и врач) в 1802 г. Впервые объяснил многообразие воспринимаемых цветов строением глаза.

Наука указывает путь, а воспользоваться или нет – каждый решает сам. Творческий человек обязательно воспользуется этим благом и сконструирует из него своё единое, целостное бытие. В итоге мы приходим к следующим выводам:

Знания, связанные с чувственным (зрительным) восприятием, которые составляют такие науки как оптика, физика и химия цвета, имеют важное значение для художественного образования в частности и искусства в целом. Художественное образование самым непосредственным образом, то есть практически использует достижения естествознания в области изучения света и цвета.

Список литературы

1. Брилл Т. Свет: Воздействие на произведения искусства. Пер. с англ. И. Пеновой, Б. Рыжиковой, Н. Сенаторовой. М.: Мир, 1983. 307 с.
2. Горбунова Г.А. Проблема формирования творческих способностей обучающихся в зарубежной и отечественной психологии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 234.
3. Деменёв Д.Н. О логике цвета в живописи: онтологический, гносеологический и аксиологический аспекты. Философия и культура. 2016. № 4. С.568-575. DOI: 10.7256/1999-2793.2016.4.14621
4. Исаев А.А., Деменёв Д.Н. Философско-художественные аспекты создания живописного произведения // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С. 36-40.
5. Игнатъев С.Е., Сокольников Н.М. Объемные построения в изобразительной деятельности детей // Право и практика. 2015. № 4. С. 141-147.
6. Лыкова Е.С. Пейзажное изображение пространства и его восприятие детьми // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2014. № 1 (28). С. 56-62.
7. Маркс К. Капитал // К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. Т. 23, Гл. 5. С. 188-195.
8. Прохоров М.М. Процессуальность бытия. Философия и культура. 2016. № 3. С. 440-451. DOI: 10.7256/1999-2793.2016.3.17661
9. Рябинова С.В., Савельева О.П. Методические аспекты развития творческого подхода в живописи // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С.60-63.
10. Толстых В.И. Искусство и мораль. (О социальной сущности и функции искусства). М.: Политиздат, 1973. 440 с.

С.В. Рябинова, Д.Р. Ярмухаметова

К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о внедрении в учебный процесс современных текстильных технологий.

Ключевые слова: декоративно-прикладное искусство, художественный текстиль, современные текстильные технологии.

Ничто не стоит на месте, текстильные технологии тоже претерпевают большие изменения. С одной стороны, появляются новые инструменты, материалы, что диктуют внедрение новых приемов обработки ткани. Видоизменяются традиционные техники. Эксперименты с технологиями, например, использование технических приемов на другом материале, дают толчок зарождению новых техник. С использованием новых инструментов порой забытые традиционные техники приобретают второе дыхание и становятся достаточно современными и популярными. С другой стороны, интернет-пространство предоставляет возможность знакомиться с богатейшим миром художественного текстиля других стран, открывать новые текстильные технологии как традиционные, так и современные.

Примеров возрождения забытых видов рукоделия можно привести много. Например, валяние, которое сегодня получило второе дыхание, благодаря появлению на прилавках магазинов специальных игл и богатой палитре необходимого волокна. Это в свою очередь послужило появлению столь популярной на сегодняшний день техники – фелтинг, нунофелтинг.

Еще одним из таких примеров является техника выжигания. Один из авторов данной статьи, в свое время, перенес приемы техники выжигания по дереву на ткань. Применяя простой выжигательный прибор и синтетические ткани, были разработаны специфические приемы, благодаря которым техника художественного выжигания (так обозначена эта техника) кардинально отличается от гильоширования (тоже вид выжигания по ткани). Данная техника таит в себе большие выразительные возможности. Студенты буквально «с нуля» успевают изучить и освоить ее. Арсенал приемов столь богат, что данная техника интересна и доступна как новичку, так и опытному студенту. Индивидуальный подход работы позволяет найти такие приемы, которые сможет освоить конкретный студент. Главное, чтобы сохранялся интерес, увлеченность и радость творчества. Далее, после окончания вуза многие студенты продолжают работать самостоятельно, а также с учащимися, адаптируя технические приемы определенным возрастным категориям. В результате техника живет, развивается и внедряется в учебный процесс [5, с.5].

Интересная техника – кинусайга, которое напоминает, а вернее совмещает и лоскутное шитье, и батик и даже резьбу по дереву. Если упрощенно сказать – это картины на дереве из кусочков шелка. По-другому её называют «печворк без иглы» или «лоскутная инкрустация». Современная кинусайга делается уже не на дереве, а на новом материале – полипеностироле. Это делает технику доступной и не дорогой.

Изучение основ текстильных технологий является обязательной составляющей учебно-творческого процесса будущих учителей изобразительного искусства. Студент должен не только знать и освоить традиционные технологии в текстиле (лоскутное шитье, вышивка, батик и другие), но и иметь представление о современных тенденциях их развития, о появлении новых техник, материалов и инструментов.

Главный акцент в учебном процессе делается на расширении представлений студентов в области художественного текстиля. Предлагается такая трактовка классификации, которая учитывает как традиционные, так и новые современные техники, раскрывая тем самым весь многообразный мир текстиля, что позволит студентам выбрать свою область интересов для дальнейшего более глубокого изучения.

Так как художник декоративного искусства создает свои образы в материале, он должен учитывать как физические и художественные свойства материала, его возможности в реализации замысла, так и особенности технологии, которые порой ограничивают его в средствах выражения и ставят в определенные рамки или, наоборот, дают ключ к интересным идеям. Экспериментальность такой работы, хоть и рискованное дело, дает толчок в развитии не только студенту, но и педагогу [1,2].

Будущие учителя – это трансляторы не только знаний, умений и навыков, но и всего передового и современного в искусстве. Деятельность будущих учителей в сфере изобразительного и декоративно-прикладного искусства должна быть направлена не только на сохранение традиционных, но и возрождение забытых и внедрение новых прикладных технологий в учебный процесс в общеобразовательных школах, в сфере дополнительного образования, а также в своей творческой деятельности.

Студенты разрабатывают методическую составляющую: общие рекомендации по работе с детьми в той или иной текстильной технике; иллюстративные, технологические и дидактические таблицы, предназначенные для проведения занятий в образовательной школе на уроках ДПИ и технологии, в сфере дополнительного образования, а также в художественно-педагогических колледжах и училищах [7]. Данные методические материалы адаптируются в учебных заведениях студентами или учителями, отзывы которых говорят о важности данной работы.

Индивидуальный подход работы позволяет найти такие приемы, которые сможет освоить конкретный студент. Главное, чтобы сохранялся интерес, увлеченность и радость творчества. Далее, после окончания вуза многие студенты продолжают работать самостоятельно, а также с учащимися, адаптируя технические приемы определенным возрастным категориям [3, 6]. В результате многие техники возрождаются, развиваются и внедряются в учебный процесс.

Работы студентов Магнитогорского государственного технического университета неоднократно демонстрировались на художественных выставках и были отмечены новизной, смелостью решения и содержательностью образов.

Таким образом, рассмотренные направления позволяют обогатить представление студентов о мире текстиля, активизировать их творческую самореализацию; повысить уровень профессиональной компетентности, внедрить современные текстильные технологии в учебно-творческий процесс.

Список литературы

1. Горбунова Г.А. Проблема формирования творческих способностей обучающихся в зарубежной и отечественной психологии // Современные проблемы науки и образования. 2013. №6. С. 234.
2. Исаев А.А., Деменёв Д.Н. Философско-художественные аспекты создания живописного произведения // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогorsk: Изд-во Магнитогorsk. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С. 36-40.
3. Основы творческого подхода в живописи: учеб. пособие / Исаев А.А., Деменёв Д.Н., Рябинова С.В., Савельева О.П. М.: ФЛИНТА: Наука, 2016. 224 с.
4. Лыкова Е.С. Критерии оценки детского рисунка // Омский научный вестник. 2015. № 4 (141). С. 177-181.
5. Рябинова С.В. Основы технологий художественного текстиля. Учебно-методическое пособие. Магнитогorsk: МГТУ, 2015. 105 с.
6. Рябинова С.В., Савельева О.П. Методические аспекты развития творческого подхода в живописи // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогorsk: Изд-во Магнитогorsk. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С. 60-63.
7. Савельева О.П., Лыкова Е.С. Учебные пособия по изобразительному искусству для общеобразовательной школы: аналитический обзор // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный журнал. 2015. № 4. С. 301-311.

УДК 348.147

Н.Г. Исаенков

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКА ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ТХОМ

Аннотация: Рассмотрена технологическая подготовка выпускника программы бакалавриата по направлению ТХОМ, как основополагающий компонент профессиональной подготовки будущего компетентного специалиста. Рассматривая технологическую подготовку, уделено особое внимание межпредметным связям, благодаря которым устанавливается взаимосвязь между понятиями, законами, формулами как внутри одного учебного предмета, так и между предметами цикла, а также между дисциплинами разных циклов, что позволит в свою очередь более эффективно использовать образовательный процесс в формировании будущего компетентного специалиста.

Ключевые слова: технологическая подготовка, политехнизм, общетехническая подготовка, проектная подготовка, межпредметные связи.

Рассматривая федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов (уровень бакалавриата) от 3 июня 2013 г. № 466, первоначально обратимся к характеристике профессиональной деятельности выпускника этой программы: производственно-технологическая, художественно-производственная, научно-исследовательская, проектная, организационно-управленческая.

К одним из ключевых видов профессиональной деятельности по нашему мнению можно отнести такие виды как производственно-технологическая и проектная деятельности. В этом контексте выделим технологическую подготовку, включающую в себя основу предметной подготовки будущего выпускника, которую в свою очередь можно рассматривать в широком и узком понимании.

В широком понимании это общетехническая – технологическая – проектная:

а) общетехническая подготовка – базовая, инвариантная подготовка, составляющая теоретический каркас специальной (технологической и проектной) подготовки выпускника. Ее основой являются политехнические знания, умения и навыки;

б) технологическая подготовка – обеспечивается овладением знаний, трансформированных до уровня умений и навыков по разработке технологических процессов изготовления деталей и изделий, осуществляемых по единому алгоритму технологического проектирования: оценка технологичности конструкции изделия (как, в первую очередь, принципиальной возможности его изготовления в соответствии с требованиями чертежа в данных производственных условиях) – выбор материала для изготовления изделий – выбор заготовки и способ ее получения – разработка маршрутной технологии изготовления – разработка операционной технологии изготовления детали и изделия.

Основой технологической подготовки в этом смысле является технологическое проектирование, которое позволяет сформировать способность к оценке возможности изготовления деталей и изделия в данных условиях производства (наличие оборудования, инструментов, приспособлений и т.д.), в соответствии с требованиями чертежа, при условии оптимизации (обеспечения минимальной себестоимости изделия и максимальной производительности) технологического процесса;

в) проектная подготовка – заключается в приобретении навыков проектирования объекта производства, расчета показателей, обеспечивающих его функционирование и долговечность в оговоренных условиях эксплуатации, на основе знания технологии изготовления данного объекта (возможности получения формы и заданных свойств, при существующем уровне производственного и технологического оснащения).

В узком понимании технологическая подготовка составляет овладение знаниями, умениями и навыками по комплексному технологическому проектированию объектов производства (разработка технологических процессов изготовления деталей или элементов изделий), создающими основу для овладения проектными знаниями, умениями и навыками.

Наличие общетехнических предметов в содержании высшего образования выпускника программы бакалавриата по направлению ТХОМ обеспечивает широкие дидактические возможности для активизации технологической подготовки

на основе формирования политехнических знаний и умений при подготовке специалистов высокой квалификации.

В процессе подготовки выпускника программы бакалавриата по направлению ТХОМ, общетехнические предметы по нашему мнению имеют следующее назначение:

- привитие студентам систематизированных общетехнических и политехнических знаний и умений;
- успешное усвоение технологических дисциплин;
- быстрое освоение новой техники и прогрессивных технологических процессов;
- активизация творческой деятельности;
- расширение возможностей дальнейшего совершенствования профессионального мастерства.

В свое время С.Я. Батышев предлагал научно осмыслить оптимальный путь соединения точных и прикладных наук при изучении их с первых курсов, потому, что студенты младших курсов, изучая основы точных наук, недостаточно представляют себе возможности их приложения к производственно-техническим задачам будущей профессии [1, с.54]. Например, знания математики, приобретенные вне связи с конкретными технологическими задачами, быстро забываются и не могут пригодиться выпускникам программы бакалавриата по направлению ТХОМ для решения задач прикладного характера.

Общетехническая подготовка позволяет будущими выпускника программы бакалавриата по направлению ТХОМ ориентироваться в знании устройства и применения техники, знать перспективы и пути развития технологии производства. Для этого необходимо овладение предметами «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Механика» и. т. д. Знание общетехнических дисциплин является базой, на которой строится теоретическая и практическая подготовка будущего выпускника программы бакалавриата по направлению ТХОМ

В.С. Леднев в своей работе «Содержание образования» отмечал – политехническое образование в познавательном отношении занимает промежуточное положение между общим и специальным. Действительно, знания, умения, полученные при изучении материаловедения, технической механики и других политехнических дисциплин, являются существенной составной частью того образовательного фундамента, на котором строится изучение специальных предметов [2, с.28].

В связи необходимости политехнической подготовки при отборе содержания политехнических знаний одним из важных критериев является их практическая значимость, о которой можно судить по распространению того или иного научного закона, технического принципа в различных отраслях производства.

Особое внимание в профессиональной подготовке выпускника бакалавриата направления ТХОМ, (с точки зрения производственно-технологической подготовки), хотелось бы уделить межпредметным связям.

В межпредметных связях комплексировается разнопредметная информация, что позволяет формировать у студентов средствами различных учебных предметов умение самостоятельно мыслить. Следует учитывать и возможности реализации других видов межпредметных связей по формируемым у студентов общеучебным умениям, методам и средствам обучения.

На межпредметные связи вышеизложенного опираются принципы политехнизма при технологической подготовке выпускника бакалавриата направления ТХОМ. Например, курс «Технология обработки материалов» входит в одно из звеньев политехнической подготовки студентов технических вузов. В задачи этого курса входит формирование у студентов представления о технологии, оборудовании и приемах выполнения операций обработки конструкционных материалов. В нем изучаются теоретические вопросы процесса обработки материалов вручную и резанием, современные материалы, конструкция режущего инструмента, устройство наиболее распространенных станков и виды работ, выполняемых на них. После этого студент использует полученные знания и умения на практике, самостоятельно работая в мастерских.

Очень важно предметно показать каждому студенту значение теоретического курса, изучаемого в соответствии с программой направления, что позволит в свою очередь более эффективно использовать образовательный процесс в формировании будущего компетентного специалиста.

Список литературы

1. Батышев С.Я. Прогностическая ориентация профессионального образования // Педагогика. 1998. №6. С. 15-20.
2. Леднев В.С. Содержание образования М., 1991. 159 с.

УДК 745

К.О. Волкова, А.А. Герасимова

СИМВОЛИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОРСКИХ МОТИВОВ В ЮВЕЛИРНОМ ИСКУССТВЕ

Аннотация: в статье рассматривается творчество современных ювелиров, определяется актуальность использования морского стиля в современных ювелирных украшениях, делается акцент на наиболее часто использующиеся фигуры подводного мира.

Ключевые слова: ювелир, морские обитатели, ювелирные украшения, изделия, драгоценные камни, символы, морской стиль, материалы.

Вступление

В ювелирном искусстве присутствует много образов морских обитателей. Среди самых востребованных фигур подводного мира в ювелирном искусстве можно считать:

- золотая рыбка, символ которой означает успех и исполнение желаний, даже самых невероятных и неожиданных (рис. 1). Она стала надёжным талисманом для тех, кто желает занять место лидера в обществе. Для реализации очень часто используют такие техники, как штамповка и литье. А изящество чашуек добиваются гармоничным сочетанием различной формы камней, эмали и яркостью, смелостью этих комбинаций.



Рис. 1. «Золотая рыбка», стилизация образа,
«брошь Организации ЮвелирТрейд»

- Морские звезды – символы чистой и неугасимой любви, а также символ лидерства (рис. 2). Для реализации подобных украшений используется формавка и литье, сочетающаяся с переливами камней и эмали.



Рис. 2. «Морская звезда», стилизация образа,
«кулон компании Zutera»

- Русалка – женское очарование и сексуальность (рис. 3). Необычные формы, смелые плавные линии ювелирных изделий окутывают загадочностью и манят роскошью драгоценных камней.



Рис. 3. «русалка», стилизация образа, «брошь» Рене Лалик

- Морская ракушка – символ женственности, плодородия и храма души человека (рис. 4). Для реализации очень часто используется литье и штамповка, сочетая эти техники с жемчугом, для более точной передачи художественного замысла.

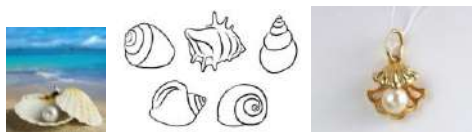


Рис. 4. «Ракушка», стилизация образа, «кулон фирмы Goldach»

- Морской конек – символизирует жизнестойкость. Они обычно живут моногамными парами, влюбляясь друг в друга на всю жизнь (рис. 5), флиртуют, кружатся в танцах, целуются и играют.

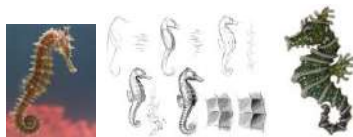


Рис. 5. «Морской конек», стилизация образа,
«брошь фирмы Фаберже»

Чтобы проиллюстрировать выше сказанное, необходимо рассмотреть творчество некоторых ювелиров. Необыкновенные творения морской стихии сумели покорить не только отважных путешественников, живописцев, художников, поэтов, писателей и музыкантов, но и известных мировому искусству ювелиров. Одним из них стал Жан Шлюмберже. Его профессиональная карьера началась со знакомством с Эльзой Скиапарелли (парижский модельер и дизайнер). Заметив таланты молодого дизайнера, она пригласила его для создания своей сюрреалистической бижутерии.

Мотивы природы в руках Шлюмберже превратились в предметы ювелирного искусства чарующей красоты. Особенно вдохновляла его тема моря – образы и мотивы морских звёзд, ежей, рыб, ракушек.

Необходимо рассмотреть также творчество Рене Лалика (французский ювелир), поскольку в его работах присутствуют также мотивы подводного мира. В ювелирном деле он покорила клиентов и ценителей искусства своими работами в морском стиле. Украшения, созданные молодым мастером для великой Сары Бернар (французская актриса), сделали его знаменитым (рис. 6).

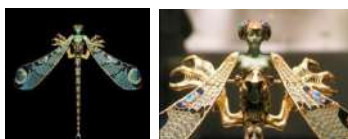


Рис. 6. «Брошь Рене Лалик «Женщина-стрекоза» для Сары Бернар»

Новаторским для того времени явилось использование Лаликом, казалось бы, второстепенных для ювелирного дела материалов: рога, перламутра, стекла, слоновой кости, которые он искусно соединял с эмалью, жемчугом, драгоценными и поделочными камнями. Лалик виртуозно владел разнообразными приемами художественной обработки металлов, и в частности техниками эмали. Не случайно современники называли его «ювелиром-поэтом» и «парижским Челлини».

Заключение и выводы

Морской образ в ювелирном искусстве всегда привлекал и привлекает по сей день внимание зрителей, заказчиков, художников и мастеров декоративно-прикладного искусства. Море всегда будило в душе человека интерес к себе и поражало воображение: легенды, мифы о прекрасных русалках, об удивительных морских обитателях, а океан всегда был полон тайн, как и сердце женщины.

Художники-мастера современного ювелирного искусства все чаще обращаются к морской теме вне зависимости от стилей и территориальных рамок. Украшения с использованием мотивов подводного мира очень актуальны в

настоящее время, пользуются большим спросом и занимают важную нишу в ювелирном искусстве.

Список литературы

1. Журнал Militta: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mylitta.ru/2526-marine-jewellery.html>.
2. Jewellers art: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jewellers-art.ru/article/marine-life-in-the-form-of-jewelry-at-the-oscar-ceremony>.
3. Фокина Л.В. История декоративно-прикладного искусства. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. 239 с.
4. Герасимова А.А. Технологический аспект художественного эмалирования в рамках изучения декоративно-прикладного искусства // Social Sciences (Pakistan), 2015. № 10 (9). pp. 22-31.
5. Шаталова И.В. Стили ювелирных украшений. М.: 6 карат, 2004. 153 с.

УДК 371.315

Н.П. Улина, И.А. Землянский

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ САМООПРЕДЕЛЕНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 9-Х КЛАССОВ

Аннотация. В статье рассматриваются виды нетрадиционных форм обучения на уроках технологии и их влияние на готовность к профессиональному самоопределению.

Ключевые слова: урок, нетрадиционные формы обучения, профессиональное самоопределение, педагогический эксперимент.

Гипотеза: применение нетрадиционных форм обучения положительно влияет на готовность обучающихся к профессиональному самоопределению.

Цель: исследование влияния нетрадиционных форм обучения на готовность обучающихся к профессиональному самоопределению.

Современное образование постоянно совершенствуется. Традиционные формы обучения несут основную роль развития ребенка в области труда и науки. Огромное количество различных методик рассказывают нам о правильности выбора той или иной системы обучения. Учитываются плюсы и минусы каждой системы. Постоянное использование традиционных форм обучения, теряет свою новизну преподавания и не передает основную мысль, которую хочет предоставить учитель ученику. Кроме того, ученик теряет смысл теоретического процесса и постепенно не проявляет интерес к дальнейшему курсу обучения

При более детальном подходе изучения сложившейся ситуации, мы сделали вывод: ученик потерял инициативу на уроке из-за повседневного преподавания и

получения информации. Возникла необходимость замены традиционной системы проведения урока и отдает свое предпочтение к нетрадиционным формам обучения.

Нетрадиционные форма урока используются для повышения эффективности образовательного процесса за счет активизации деятельности обучающиеся на уроке, дают возможность к самостоятельности изучения и развития креативности учащегося.

Нетрадиционные формы урока ликвидируют перенасыщение информацией на уроке путем получения знаний различными способами, не пересекаясь с традиционными формами урока.

Обучающийся при переходе на нетрадиционные формы урока меняет свое психологическое состояние, ощущает себя более уверенным и нужным в курсе обучения, безусловно, меняет свое мнение к процессу обучения.

Педагог в праве самостоятельно проводить любые формы уроке разрешенные директором школы.

Организация нетрадиционной формы урока подводит учащегося к творческой обстановки изучаемого предмета, результатом таких форм может служить позитивное отношение обучающегося к учебе. Постоянное реформирование урока может благоприятно отозваться на мыслительных способностях ученика, тем самым оживить в ученике личность. Правильно подобранный подход к ученику может послужить первым признаком одобрения учителя, как наставника. В попытке могут быть рассмотрены любые методы психологического воздействия (одобренные уставом школы), результатом которых, несомненно, должен быть введен курс по укреплению доверительных отношений между учителем и классом, и родителями. При проведении педагогического эксперимента нами были использованы такие нетрадиционные формы урока как деловая игра, урок-зачет, урок-путешествие, круглый стол или конференция, мозговая атака, аукцион знаний.

Информационные технологии не стоят на месте и поэтому уроки могут проводиться с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), это позволило:

1. развить познавательный и коммуникативный интерес к обучению,
2. придать ручному труду новые свойства,
3. разделить учеников на разные группы в процессе обучения, при этом демонстрировать одинаковый материал для всех,
4. изменить восприятие получение нового материала,
5. применить знания по месту требования.

По сравнению с другими формами отчётности о проведении урока мы выделили три вида:

1. видео-урок,
2. урок-проект,
3. урок-экскурсия.

Применение видеофильма в процессе обучения оказывает на учащихся огромное эмоциональное влияние. Обучающийся в праве информировать, добавлять к просмотренному материалу свои знания. Основным пунктом ведения такого урока является сосредоточенность на получении информации с электронного носителя, при поддержке учителя задающего вопросы для укрепления уже просмотренного материала. Учитель обязан объяснить непонятный материал в случае, если ученик просит о заинтересовавшем его видео отрезке. Учитель в праве

спросить с учеников о просмотренном видео материале и выслушать мнение каждого ученика о видео курсе.

Чем больше используются нетрадиционные формы обучения на уроке, тем не стандартнее и интереснее проходит урок, интерес к подобным урокам возрастает многократно.

После просмотра видеofilьма мы моделировали различные ситуации, в которых каждый ученик решает для себя: быть активным или оставаться в тени одноклассников. Под надзором учителя каждый ученик проявит себя в различных ситуациях, по истечению времени урока проводится контрольный срез и закрепление полученных знаний на уроке.

Сущность проектной методики преподавания заключается в том, чтобы сплотить коллектив при выполнении задания и продемонстрировать сплоченность класса, группы. Выполнение поставленных целей учителем зависит от креативности и уверенности ученика. Не стоит забывать, что от таких проектов учитель ждет высокий уровень развития индивидуальных и коллективных творческих способностей

В обязательства учителя входит подбор тем проекта, которые ориентированы на интересы обучающихся, то есть, заинтересованность ученика зависит от темы и курса преподавания. По предоставлении информации ученик должен разработать свои критерии по заданной теме. В ходе наработки данных ученик в праве обращаться к учителю за дополнительной информацией, но учитель в праве сузить информационный поток и предоставить ученику самостоятельную работу над приведенной темой урока. Проект может существовать в виде: статьи, рекомендации, презентации, доклад и т.д. Оценка работы над проектом зависит от качества приобретения новых знаний учащимися и целенаправленной работой ученика на уроке.

Развитие взаимосвязей между профессиями Уральского края надежно закрепилось в повседневной жизни. При формировании теоретической базы обучающийся обдуманно приводит в примеры самобытность русской культуры, рассказы о различных профессиях не вызывают трудностей на производстве. Закрепление полученной информации о культуре родного края, позволяет сформировать представление о профессиях страны. Огромный запас знаний, ораторских способностей, а так же информации на практике можно приобрести не только от учителей и обучающихся, но и от мастеров своего дела. Благодаря таким урокам, ученики могут получить информацию о том, кто работает на хлебозаготовках, кто такие хлеборобы, на каких сейчас машинах добывают различные ресурсы и т.д.

Курс нетрадиционной системы многофункциональный. Поэтому, применение его для замены традиционных уроков, позволяет решить психологическую и умственную загруженность ученика. Правильность и подготовка за проведением нетрадиционного урока зависит только от опыта и творческих способностей учителя.

Список литературы

1. МультиУрок: Нетрадиционные формы урока. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://multiurok.ru/blog/nietraditsionnyie-formy-uroka.html>.
2. XReferat.Com: Нетрадиционные формы урока. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://xreferat.com/31/24-1-netradicionnye-formy-uroka.html>.

КОМПОЗИЦИЯ В РИСУНКАХ ДЕТЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрена проблема обучения дошкольников и младших школьников композиции. Обозначены аспекты занятий, направленные на формирование умений общаться с помощью языка изобразительного искусства и развитие творческого подхода.

Ключевые слова: композиция, художественное образование, детский рисунок, обучение

Теоретические проблемы композиции в изобразительном искусстве изучены достаточно широко. Особую лепту в этом деле внесли исследования искусствоведов, психологов, художников-педагогов (Алпатов М.В., Беда Г.В., Волков Н.Н. Голубева О.Л., Кибрик Е.А., Шорохов Е.В.) Однако, остается таинством процесс формирования замысла будущей картины, его воплощение в практической работе художника. По завершению работы над картиной художник может воспроизвести весь путь творческих поисков и объяснить те или иные действия (Капланова С.Г.).

Работа юного художника носит свернутый характер действий. Хорошо известны примеры, когда дошкольник просит дать ему бумагу и карандаши, а на вопрос взрослого: «Что ты нарисуешь?» Отвечает: «Еще не знаю. Начну, будет видно...» Это говорит о том, что от зарождения замысла и до его воплощения время практически отсутствует (Игнатьев Е.И.). Мысль ребенка сосредоточена на кончике карандаша. Может получится так, может – иначе. И это вполне естественное состояние ребенка, наполненное миром эмоций и чувств. Ребенок в состоянии создавать удивительно яркие и по всем приметам «грамотные» композиционные построения [3, 6].

Самой природой в детях могут быть заложены удивительные предпосылки проявления способностей тонкого чувства цвета, ритма, чувства пропорций, передачи движений, чувства равновесия и т.д. [4]. Часто мы этого не замечаем, и, что хуже всего, навязываем детям свои представления о том, каким образом должно быть выстроено изображение на листе бумаги. Воспитатели в дошкольных образовательных учреждениях и школьные учителя часто жестко регламентируют расположение листа – горизонтально или вертикально, при исключительном использовании стандартных форматов листа (А-3, А-4).

Все, что изображает ребенок на листе есть композиции. Это имеет отношение и к рисованию с натуры, и декоративному рисованию, и конечно, к тематическому рисованию (Савельева О.П. [8], Лыкова Е.С. [7]). Здесь много проблем. Очень немногие дети предлагают свои сюжеты для рисования – таких единицы. Приходит такой ребенок в кабинет рисования и очень оживленно начинает рассказывать о том, как он был в музее или на выставке, видел какую-то понравившуюся сценку на улице, или прочёл интересный рассказ – «Вот я хочу нарисовать. Я уже знаю как. Я уже посмотрел...»

Но для многих детей помощь взрослых, художника-педагога, учителя, являются основным путем к решению композиции. Здесь нужно понимать, что ни-

какая сиюминутная постановка задачи на выполнение задания не может дать полноценный результат. Должна быть выстроена последовательность занятий с детьми, в ходе которых они учатся рассматривать работы художников, анализировать и давать по ним свое суждение, учатся изображать отдельные предметы, которые могут найти место в их будущей композиции, уметь изображать людей и животных, научиться отдельным приемам работы с художественными материалами. В каждой возрастной группе у детей должен быть накоплен определенный опыт работы с художественными материалами, должны быть использованы полученные знания (по цветоведению, перспективе, теории теней и т.д.) (Сокольникова Н.М.) [9, 10].

Если задание касается иллюстрирования литературного произведения, то здесь нужно определить сюжетные линии для иллюстрирования – три, четыре, в которых должен быть использован предыдущий опыт (знания, умения и навыки) и возможности реализации новых знаний и приемов.

Чем важны занятия тематического рисования? Они сродни с тем, как дети выражают свои мысли словами и предложениями, когда пишут сочинение. Научить детей излагать свои мысли литературным языком и изобразительным – важный аспект общего развития ребенка, в котором проявляются его моральные и нравственные позиции, представления о предметах и явлениях окружающей действительности.

На занятиях изобразительным искусством очень важно выстроить образную установку на выполнение задания [1, с.116]. То, что мы часто называем темой нашего урока... Изложение темы должно нести определенную загадочность, интригу, способную вызвать у каждого ребёнка интерес и свой отклик. Отсюда уже будет начинаться и многообразие композиционных построений. Для маленьких детей можно требовать предварительный рассказ об изображении, которое они хотят сделать. Педагог включается в формирование замысла ребенка, помогает ему уточнить, какой объект будет у него главным, какие будут второстепенными. Кончиком карандаша он может показать в каком месте будут располагаться эти предметы. И даже цветовое состояние предметов может быть включено в этот рассказ. Нужно наблюдать, насколько описание сюжета будет отличаться от законченного рисунка. Очень хорошо если ребенок в процессе работы уточнит и улучшит свое изображение.

Если рисунок выполняется в цвете, а для дошкольников и младших школьников это в порядке вещей, то нужно регулировать подробность линейного изображения, чтобы рисунок не стал преткновением для цветового решения. Весьма полезным является предложение детям на выбор бумаги разных форматов. Выбор определенного формата говорит о том, что ребенок уже представляет будущее изображение. Планируя занятие, педагогу нужно придерживаться использования детьми определенного художественного материала. Если это гуашь, можно предложить тонированную бумагу, цвет которой может определить цветовой строй будущей композиции и в значительной мере упростить цветовое заполнение изображения [5]. Например, космическая тематика с изображением предметов на темном фоне космического пространства с использованием покрывных свойств гуашевых красок. Если это акварель – ведение работы от светлого к темному.

Удачное воплощение художественными материалами замысла композиции является важным стимулом для дальнейшей изобразительной деятельности детей.

Выполнение композиционных поисковых эскизов в школьных условиях весьма проблематично и может осуществляться в условиях дополнительного образования – в студиях, детских школах искусств, детских художественных школах.

Таким образом, можно сделать вывод, что обучение детей умению излагать свои мысли с помощью рисунка должно начинаться с дошкольного возраста и проводиться на крепкой научно-методической базе знаний психологических особенностей детского изобразительного творчества, а так же и приемов и методов приобщения детей к искусству.

Список литературы

1. Горбунова Г.А., Игнатьев С.Е. Интеграционные подходы в системе обучения изобразительному искусству в начальных классах // Наука и школа. 2015. № 6. С. 110-119.
2. Горбунова Г.А. Проблема формирования творческих способностей обучающихся в зарубежной и отечественной психологии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 234.
3. Игнатьев С.Е., Сокольников Н.М. Объемные построения в изобразительной деятельности детей // Право и практика. 2015. № 4. С. 141-147.
4. Основы творческого подхода в живописи: учеб. пособие / Исаев А.А., Деменёв Д.Н., Рябинова С.В., Савельева О.П. М.: ФЛИНТА: Наука, 2016. 224 с.
5. Исаев А.А., Деменёв Д.Н. Философско-художественные аспекты создания живописного произведения // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С. 36-40.
6. Лыкова Е.С. Критерии оценки детского рисунка // Омский научный вестник. 2015. № 4 (141). С. 177-181.
7. Лыкова Е.С. Пейзажное изображение пространства и его восприятие детьми // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2014. № 1 (28). С. 56-62.
8. Рябинова С.В., Савельева О.П. Методические аспекты развития творческого подхода в живописи // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С. 60-63.
9. Савельева О.П., Лыкова Е.С. Учебные пособия по изобразительному искусству для общеобразовательной школы: аналитический обзор // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный журнал. 2015. № 4. С. 301-311.
10. Сокольников Н.М., Ломов С.П. Изобразительное искусство. 2 класс. Учебник для четырехлетней начальной школы. М.: АСТ, 2009.

Е.С. Лыкова

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ РИСОВАНИЯ НАТЮРМОРТА**

Аннотация. В статье рассматривается обучение изображению пространства в курсе изобразительного искусства в общеобразовательной школе, важной учебной проблеме в овладении основами изобразительной грамоты. Выделяется обучение рисованию с натуры имеющее лучшие результаты в формировании пространственных представлений младших школьников.

Ключевые слова: натюрморт, пространство, младший школьник, художественное образование.

Обучение изображению пространства в курсе изобразительного искусства в общеобразовательной школе важная учебная проблема в овладении основами изобразительной грамоты [4]. Она реализуется на протяжении всего школьного курса обучения, начиная с младших классов, через последовательно поставленные учебные задачи. Развитие пространственных представлений и обучение навыкам изображения объемно-пространственных явлений на плоскости – одна из основных проблем преподавания изобразительного искусства в школе.

Формирование у школьников пространственных представлений и навыков имеет важное влияние на развитие личности ребенка, на подготовку ребенка к различным видам деятельности. Выработка пространственных представлений и воображения неразрывно связано с развитием мыслительной способности [1].

Овладение реалистической (графической и живописной) формой и пространством эффективнее всего проходит на уроках рисования с натуры. В условиях школьного курса обучения это, прежде всего – натюрморты. Основная задача учителя через изображение натюрморта развить у ребенка способность видеть целое. Разнообразие, непохожесть частей при единстве целого – вот ключ ко всякому искусству. Учитель изобразительного искусства, и особенно учитель начальных классов должен понимать, что необходимо научить ребёнка передавать целое на бумаге, тогда получится верный рисунок или живопись, какую мы не получим, если будем копировать каждую деталь в отдельности [2, 6]. Работа фантазии – ценное качество умения передавать целое, разделенное на части. Это – зрительные впечатления, которые учитель формирует у учащихся на уроках изобразительного искусства. Это каркас, фундамент, на котором основан анализ формы, то есть осознание структуры предмета в пространстве. Ведь даже самая сложная форма, состоит из простейших геометрических фигур. За процессом осознания формы тотчас же идет процесс выражения ее на бумаге. Процесс рисования с натуры является двухсторонним процессом: с одной стороны – процесс познавательный, с другой – процесс изображения. Обе стороны этого процесса связаны между собою и взаимно влияют друг на друга. Но уметь осознать мало. Надо уметь и выразить. В рисунке и живописи это происходит по-разному. В рисунке это достигается построением. В живописи развитием умения видеть и составлять колористические оттенки [7].

Законы и правила изобразительного искусства усваиваются в результате сознательного отношения к работе с натуры. Учебное задание с натуры должно давать полное представление о натуре, о её форме, пластике, пропорциях и строении. Учителю изобразительного искусства необходимы знания об особенностях зрительного восприятия, и особенностях зрительного восприятия ребенка [9]. Без этого нельзя понять, почему окружающие нас предметы часто представляются нам не такими, какие они есть в реальности. Параллельные линии кажутся сходящимися, круг выглядит как эллипс и т.п. Перспектива не только объясняет оптические явления, но и вооружает учащихся приемами пространственного изображения предметов в различных положениях, а также в различной удаленности от рисующего. При рисовании с натуры перед учащимся встает необходимость передать объем предмета в пространстве. Для этого каждая линия на бумаге должна быть обоснована пониманием строения формы, законов светотени, перспективы. В процессе практической работы у ребенка накапливаются знания, опыт, умение смотреть на природу, ставить перед собой задачи и, выполняя их, продвигаться вперед в познании законов изобразительной грамоты.

Юсов Б.П. выделяет следующие методические правила формирования навыков изображения объемно-пространственных явлений у учащихся начальных классов: детский рисунок должен пониматься и преподаваться с самого начала как потенциальное пространство (в отличие от принятого ранее так называемого условно-плоского изображения); обучение начинается с изображения многопредметного пространства и подводит к изображению единичных предметов с учетом наглядной перспективы; необходимо при обучении соблюдать последовательность – от изображения открытого пространства (пейзажа) к передаче пространственных особенностей закрытого пространства (комнаты, замкнутой формы единичных геометрических тел и форм) [10]; обучение начинается с наглядного изображения пространственных явлений и подводит к изучению законов научной линейной перспективы и светотени в старшем возрасте; освоение способов изображения пространства имеет комплексный характер и подкрепляется такими видами изобразительной деятельности на уроках, как лепка, аппликация, прикладная деятельность, конструирование на плоскости и в объеме [5].

Наилучшей результативности в формировании глубинного видения пространства и его воспроизведения в рисунках детей дают занятия рисования с натуры. Несложные натюрмортные постановки являются хорошим объектом, на котором преподаватель в наглядной форме может объяснить пространственное соотношение предметов. На первых порах вполне достаточно на разном уровне расположение предметов, но впоследствии обязательно следует акцентировать внимание и требовать передачи границы горизонтальной плоскости стола и вертикальной плоскости фона.

В школьных программах по изобразительному искусству уже для первого класса имеется требование о формировании у детей этого возраста умений передавать в своих рисунках основания предметов более удаленных выше от нижнего края листа, чем ближних. Опять же, эти умения наиболее успешно формируются при рисовании с натуры [3].

Для объяснения заданий такого рода целесообразно использовать интерактивную доску. На ней можно наглядно показать, как и где на листе бумаги будут располагаться основания предметов на первом и втором планах. С целью обогащения и закрепления представлений учащихся можно показать репродукции или

слайды картин художников и уточнить, почему сразу видно, что одни предметы находятся ближе, а другие – дальше.

Эффективен коллективный анализ школьниками выполненных работ [8]. Высказываний по работам бывает много, дети довольно быстро определяют ошибки в композиции, пространственном расположении, логике организации изображения и т.п. Подобные обсуждения содействуют развитию мышления, памяти, наблюдательности. Такие обсуждения важны потому, что выработка зрительной установки психики ребенка, то есть усвоение изображения с определенной точки зрения, активнее происходит при анализе чужого рисунка. Как показал опыт, в собственном рисунке дети, как правило, не замечают нарушения единства точки зрения при изображении каких-либо объектов. Анализ чужой деятельности активизирует рассматривание, как натуры, так и изображения. Процесс выявления ошибок при таком методе работы осуществляется гораздо эффективнее, чем при индивидуальных занятиях с каждым учеником.

Список литературы

1. Горбунова Г.А., Игнатьев С.Е. Интеграционные подходы в системе обучения изобразительному искусству в начальных классах // Наука и школа. 2015. № 6. С. 110-119.
2. Деменёв Д.Н. О проблеме вкуса в искусстве / Философия и культура. 2016. № 3. С. 440-451. DOI: 10.7256/1999-2793.2016.3.17661
3. Игнатьев С.Е. Закономерности изобразительной деятельности детей: Учебное пособие для вузов. М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2007. 208с.
4. Игнатьев С.Е., Сокольникова Н.М. Объемные построения в изобразительной деятельности детей // Право и практика. 2015. №4. С.141-147.
5. Изобразительное искусство в начальных классах: Пособие для учителя / Б.П. Юсов, Н.Д. Минц, Г.С. Лепский и др.; Под редакцией Б.П. Юсова, Н.Д. Минц. 2-е изд., перераб и доп. Мн.: Нар. асвета, 1992. 192 с.
6. Исаев А.А., Деменёв Д.Н. Философско-художественные аспекты создания живописного произведения // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С.36-40.
7. Основы творческого подхода в живописи: учеб. пособие / Исаев А.А., Деменёв Д.Н., Рябинова С.В., Савельева О.П. М.: ФЛИНТА: Наука, 2016. 224 с.
8. Рябинова С.В., Савельева О.П. Методические аспекты развития творческого подхода в живописи // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 74-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. Т. 2. С.60-63.
9. Савельева О.П., Рерих А.Ю. Особенности художественно-творческого развития обучающихся в условиях детской художественной школы // Творческое пространство образования: Сб. материалов внутривузовской (очно-заочной) научно-практической конференции. Магнитогорск: МГТУ, 2016. С.94-98.
10. Хрипунов П.Э. Роль композиционных поисков в процессе выполнения выпускной квалификационной работы по специальности «Изобразительное искусство» // Современные тенденции развития изобразительного, декоративно-прикладного искусства и дизайна: сб. статей. Новосибирск: ФГБОУ ВПО «НГПУ», 2015. С. 249-252.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА И ТРАНСПОРТА

В.С. Великанов, И.Г. Усов, А.В. Козырь, Е.Ю. Мацко, А.А. Абдрахманов, И.И. Усов, Д.Ю. Медведев

Моделирование картин обзорности с рабочего места оператора экскаватора средствами программного комплекса Autodesk Inventor 3

Е.Ю. Мацко, И.Г. Усов, В.С. Великанов, М.Ю. Харламов

Моделирование гидросхемы механизма выносных опор автомобильного крана КС-5479 6

Е.В. Казармщикова

Экологические факторы в деятельности транспортно-логистических систем в условиях Российской Федерации 9

М.Г. Ломакина

Выбор направления совершенствования систем светофорного регулирования транспортных потоков 12

К.В. Бурмистров, В.Ю. Заляднов, Г.В. Михайлова,

З.Р. Даутбаев, А.В. Крутикова

Обоснование варианта вскрытия и направления транспортирования горной массы на Северо-Круторожинском месторождении диабазов 15

А.М. Мажитов, Д.А. Асанов, А.А. Вьюгов

К вопросу снижения себестоимости закладочных работ при камерных системах разработки 18

О.А. Пыталева, А.В. Казармщикова

Анализ потерь городских пассажирских перевозок в концепции «Бережливое производство» 20

А.А. Карпеш, В.С. Вагин, А.И. Курочкин, К.А. Мелкомуков

Современное состояние и перспективы создания следающей системы управления передвижной проходческой подъемной установки 23

Н.Г. Караулов, Т.Р. Каримов, К.В. Белесева

Выбор способа подготовки блоков к выемке при разработке прочных горных пород 26

Б.М. Габбасов, О.В. Назаров

Подход к определению критической скорости при гидротранспортировании шахтного шлама 29

С.В. Подболотов, А.Д. Кольга

Обоснование возможности повышения значения статического КПД центробежной турбомашин 32

Н.С. Сорокина, Э.М. Мустафина, О.П. Шавакулева, Е.Ю. Дегодя

Изучение влияния сухой магнитной сепарации на показатели обогащения титаномагнетитовой руды 35

М.В. Грязнов, Т.С. Пономарева, А.А. Связинский, М.С. Феоктистов, М.Р. Хохлюшкина Анализ соответствия расписания трамвайного движения в г. Магнитогорске потребностям в перемещении работников ОАО «ММК».....	38
Н.Н. Орехова, И.В. Глаголева Анализ практики извлечения ценных компонентов из вельц-клинкера.....	41
В.Ш. Галямов, Ю.В. Бер, О.Е. Горлова, Н.Н. Орехова Применение технологии Rheomax ETD в хвостовом хозяйстве обогатительных фабрик.....	44
Г.А. Петров, Е.А. Романько Построение 3D модели рудного тела и подсчёт запасов с использованием программного комплекса Mineframe	47
Н.А. Осинцев, П.Н. Мишкурин, А.Р. Арсланова Имитационная модель работы транспортно-складского комплекса в составе «зелёной» цепи поставок	50
Т.В. Хаджеев, В.В. Литвиненко, С.О. Каргунова Обоснование методики наблюдений за горизонтальными смещениями ограждающей дамбы золошлакоотвала.....	53
Ю.Д. Маврин, Т.В. Хаджеев, О.С. Колесатова, М.Ф. Тулубаева Ориентирно-соединительная съёмка через один вертикальный ствол в лабораторных условиях (в местной системе координат).....	55
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛООБРАБОТКИ	
М.Е. Терентьев, А.М. Столяров Анализ скорости вытягивания непрерывнолитых слябов из трубной стали	59
М.С. Колов, А.М. Столяров, В.В. Мошкунин Анализ серийной разливки трубной стали на одноручьевой слябовой МНЛЗ	62
Е.В. Лопатина, Л.В. Носов Особенности методик и выбора технологической оснастки при определении механических свойств арматурных канатов	65
И.А. Разгулин, Д.Н. Чикишев Моделирование процесса прокатки сляба с осевой химической неоднородностью	68
Е.В. Тарасюк, Е.М. Чукина, М.А. Полякова Исследование особенностей введения углеродных нанотрубок в различные виды связующих.....	71
А.Ф. Нурмахмадов, А.Е. Гулин, М.А. Полякова Использование компьютерных программ для измерения параметров структуры полимерных волокон, полученных методом электроформования .	73
С.А. Левандовский, Д.И. Кинзин, С.Ю. Саранча К вопросу моделирования процессов ОМД: методы оптимизации программного обеспечения	76

А.А. Махнутин, Д.К. Егизарьян, И.В. Некрасов, О.Ю. Шешуков, А.В. Сивцов, М.М. Цымбалист О технологических и теплофизических особенностях регулирования газового режима в дуговых электропечах смешанного нагрева	79
И.В. Некрасов, М.М. Цымбалист, О.Ю. Шешуков, Д.К. Егизарьян, С.Н. Бонарь Анализ диаграмм структурно-чувствительных свойств тройных оксидных систем	82
О.Ю. Шешуков, М.А. Михеенков, Е.А. Вязникова, А.С. Быков, Л.Б. Ведмидь, Л.А. Овчинникова Определение механизма термического разложения сидеритов Бакальского месторождения	84
О.Ю. Шешуков, М.А. Михеенков, И.В. Некрасов, Д.К. Егизарьян, Д.А. Лобанов, Л.А. Овчинникова Технологические особенности комплексной переработки шлаков сталеплавильной отрасли в товарные продукты	87
В.Ю. Рубцов Влияние размеров бочки шаропрокатного вала на качество шара	90
Г.К. Рожков, С.А. Левандовский Особенности нагрева старогодных рельсов для производства сортового проката	93
Н.А. Баранов, О.Н. Тулупов Производство мелющих шаров из рельсовой стали	96
А.Б. Сычков, М.В. Блохин Формирование структуры и механических свойств арматурного проката	99
А.Б. Моллер, В.И. Белов Технология подготовки калиброванного проката под холодную осадку изделий	102
М.В. Мишуков, М.В. Мальков, А.Б. Моллер Способы охлаждения толстого листа	106
О.С. Молочкова, А.А. Ахметова Влияние модифицирования и условий охлаждения при затвердевании на структурную неоднородность отливок комплексно-легированных белых чугунов	108
В.А. Харитонов, М.Ю. Усанов Повышение эффективности технологии производства углеродистой проволоки на основе применения деформации кручения	111
Н.Н. Огарков, С.И. Платов, Д.В. Суфьянов Моделирование процесса взаимодействия окалины с роликками МНЛЗ и непрерывнолитой заготовкой	114
А.Б. Сычков, А.Ю. Столяров, Г.Я. Камалова, Ю.Ю. Ефимова, Л.Ю. Егорова, А.Е. Гулин Формирование структуры в поверхностных слоях горяче- и холоднодеформированных металлов	117

О.С. Железков, Т.Ш. Галиахметов, С.А. Малаканов Проблемы изготовления стержневых крепежных изделий из нержавеющей стали.....	120
А.С. Колос, С.А. Левандовский Формирование эксплуатационных свойств фасонного проката	123
В.А. Харитонов, Н.Ю. Сметнёва Совершенствование методики расчета маршрутов волочения на основе оценки напряженного состояния проволоки в очаге деформации.....	126
А.И. Лазарева, Н.В. Копцева, О.А. Никитенко, Э.О. Жидялис Исследование влияния предварительного и последующего нагревов на формирование лазерного сварного соединения полосы из низкоуглеродистой стали.....	129
И.Г. Шубин, В.А. Казанков Исследование зависимости между химическим составом и прочностными характеристиками горячекатаного проката	132
А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский, П.В. Макарова Модель отказов привода валков чистовых клетей ШСГП по критерию точности профиля прокатываемых полос	135
А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский, И.А. Севостьянов Методика прогнозирования долговечности универсальных шпинделей по критерию износостойкости вкладышей скольжения	141
В.В. Точилкин, О.А. Филатова Анализ работы системы сталеразливочный ковш – промежуточный ковш сортовой МНЛЗ и совершенствование конструкций, обеспечивающих работу приемной камеры промежуточного ковша.....	144
Ю.В. Жиркин, Е.К. Чумичев Повышение износостойкости зубчатых колёс шестерённых клетей стана 2000Х/ПР ЛПЦ-11 ОАО «ММК».....	147
А.В. Нефедов, В.О. Подусовский Модернизация тракта подачи воды в окомкователи агломерационного цеха АО «Уральская сталь» путем автоматизации дозирования поверхностно-активных веществ.....	150
В.И. Умнов, О.А. Филатова, В.В. Точилкин Анализ работы системы промежуточный ковш – кристаллизатор при разливке открытой струей	153
Р.Н. Савельева, Е.М. Гасс Повышение долговечности опорных валков чистовых клетей стана 2500 горячей прокатки ЛПЦ-4 ОАО «ММК».....	156
Е.В. Рыбалко, С.С. Хрипунова, М.А. Полякова, Ю.А. Извеков Прогнозирование механических характеристик углеродистой проволоки с использованием разложения в ряд Фурье	159

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Ю.А. Симусев, М.Ю. Рябчиков

Оперативная оптимизация производительности агломашины с использованием экстремального регулятора с ограничением по уровню механической прочности 163

А.П. Берестов, М.Ю. Рябчиков

Проблемы адаптации теплотехнических моделей протяжной печи башенного типа для выбора температурных режимов отжига стальной полосы 166

М.Ю. Рябчиков, Р.Э. Бурнашев

Применение модульного принципа построения структуры автоматизированной системы управления при проектировании дробильно-сортировочных комплексов 169

В.О. Гревцов, Ю.И. Мамлеева

Анализ технического состояния высоковольтного электрооборудования ЗРУ-110 по результатам тепловизионного обследования..... 172

К.А. Дербенев

Обзор структур современных дистанционных автоматизированных учебных лабораторных комплексов 175

И.О. Кузнецов

Исследование температурного влияния на точность рентгено-флуоресцентного метода анализа на примере многоканального рентгеновского спектрометра 177

Е.Б. Агапитов, А.Н. Шеметов, М.А. Лемешко

Проблемы и перспективы малой электрогенерации для промышленных предприятий..... 180

И.С. Гордеева, С.В. Картавец

Энергоэффективный процесс сухого тушения кокса..... 183

Т.В. Хатюшина, Е.Г. Филиппов

Задача о минимизации объема оперативной памяти компьютера 185

О.С. Логунова, Е.А. Ильина, А.С. Иванов, Н.А. Дьяконов

Об идентификации пользователя по изображению в электронном портфолио обучающегося..... 187

Д.Я. Арефьева, О.С. Логунова, Е.А. Ильина

Структура лингвистической переменной для принятия решения о ложности публикационных коллабораций 190

Ю.А. Калугин, Ю.С. Зеленова, Р.Г. Мугалимов

Моделирование магнитного поля трехфазного асинхронного двигателя в симметричных и несимметричных режимах работы 195

К.А. Турлина, И.Р. Абдулвелеев

Исследование режимов работы нейтрали 6-10 кВ на примере городской подстанции №99 г. Магнитогорска 198

В.А. Шведчиков, А.Р. Мугалимова, Р.Г. Мугалимов

Разработка и исследование стратегии компенсации реактивной мощности системы электроснабжения участка флотации «Учалинского ГОК» 201

А.А. Николаев, В.В. Анохин, И.А. Ложкин, В.С. Ивекеев Разработка новых алгоритмов управления реактивной мощностью статического тиристорного компенсатора, обеспечивающих улучшенные режимы работы дуговой сталеплавильной печи	205
А.А. Николаев, А.С. Денисевич, М.В. Буланов Исследование параллельной работы мощного электросталеплавильного комплекса и электроприводов прокатного стана с преобразователями частоты на базе активных выпрямителей	208
И.И. Баранкова, У.В. Михайлова, Г.И. Лукьянов Анализ методик оценки звукоизоляционных свойств ограждающий конструкций.....	211
М.А. Пермякова, О.В. Пермякова Вероятностный подход к проектированию СЗИ с применением Марковских процессов	214
И.И. Баранкова, У.В. Михайлова, Г.И. Лукьянов Прогнозирование локальных и внешних угроз на информационные серверы предприятия.....	217
В.А. Орлов, М.В. Коновалов Разработка системы контроля доступа.....	220
О.Е. Масленникова Разработка корпоративной технологии внедрения информационной системы управления предприятием: проблемы, методологии и тенденции	222
О.Б. Назарова Дорожная карта как инструмент управления в проекте внедрения корпоративной информационной системы	225
П.В. Стащук Визуальное моделирование организации и функционирования компьютерных сетей.....	228
Л.В. Курзаева, И.В. Гаврилова Рамки Е-компетенций как инструмент управления качеством результатов обучения ИТ-специалистов в вузе	231
В.В. Баранков, Т.В. Быкова Актуальные вопросы безопасности облачных технологий	234
Е.А. Яровикова, Е.Г. Нешпоренко Сравнение энергетических характеристик вторичных газов при переработке титаномагнетитовых руд	236
И.И. Багаев Сравнительный анализ способов хранения графической информации.....	239
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ И ИСКУССТВА	
И.С. Хрипачева Особенности определения свойств вяжущих по российским и немецким методикам	241
Д.Д. Хамидулина, С.С. Подушкин «Жидкая резина» – бесшовная напыляемая гидроизоляция.....	244

В.Б. Гаврилов, Д.Е. Карась, А.А. Варламов Об испытании новой конструкции стенового блока	247
А.А. Варламов, Т.А. Ащеулова Определение критического коэффициента интенсивности напряжений железобетонных конструкций в зданиях	250
А.А. Варламов, Е.И. Пяхн Методика исследования сжатой зоны изгибаемых железобетонных элементов	253
С.А. Нищета, К.В. Марков Повреждаемость мостовых кранов	256
М.М. Суровцов, Н.В. Обрезкова Разработка и экономическое обоснование проекта реконструкции бассейна «Ровесник» в г. Магнитогорске	258
В.В. Адишев, О.В. Резник Анализ аварий зданий и мероприятия по их предотвращению	261
Ю.К. Демин Утилизация тепловых ВЭР компрессорной установки для нужд системы горячего водоснабжения	264
Ю.Н. Новоселова, Е.А. Мещерова, Л.В. Соснина Гигиеническая оценка качества подземных вод Янгельского месторождения для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Магнитогорска	265
М.Б. Пермяков, З.Ф. Шарипова Реконструкция общественных зданий	268
С.И. Чикота, В.Д. Колесников Архитектура зданий музеев	270
О.М. Шенцова, А.А. Саврасова, Е.К. Казанева Особенности формирования архитектурной среды зрелищных сооружений (на примере театров оперы и балета)	273
Е.Е. Зальмунина, Д.Д. Хисматуллина История формирования плавательных бассейнов в г. Магнитогорске	276
Т.В. Саляева Эргономические особенности построения детской комнаты	279
Е.В. Ильяшева Основные направления исследований студентов в области конструирования изделий легкой промышленности	282
С.В. Рябинова, О.П. Савельева Современные технологии развития творческой активности в художественном образовании	285
А.А. Исаев, Д.Н. Деменёв Практическая значимость достижений естествознания в области изучения света и цвета для художественного образования	288
С.В. Рябинова, Д.Р. Ярмухаметова К вопросу о современных текстильных технологиях	291

Н.Г. Исаенков

Некоторые аспекты технологической подготовки выпускника программы бакалавриата по направлению ТХОМ..... 293

К.О. Волкова, А.А. Герасимова

Символическое значение морских мотивов в ювелирном искусстве 296

Н.П. Улина, И.А. Землянский

Исследование влияния нетрадиционных форм обучения технологии на профессиональное самоопределение обучающихся 9-х классов 299

С.Е. Игнатьев

Композиция в рисунках детей..... 302

Е.С. Лыкова

Формирование пространственных представлений младших школьников в процессе рисования натюрморта 305

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ..... 308

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ
НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

**Материалы 75-й международной
научно-технической конференции**

Том 1

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 30.08.2017. Рег. № 179-17. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл.печ.л. 20,75. Тираж 100 экз. Заказ 395.



Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»