ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
(Западно–Сибирское отделение)

Выпуск 18, 2016 г.

Редакционная коллегия
Е.В. Протопопов (отв. редактор)
М.В. Темлянцев (зам. отв. редактора)
К.Г. Громов
В.Г. Лукьянов
В.Н. Нестеров
Е.В. Пугачев
В.М. Самаров
П.С. Чубик
С.М. Простов

Печатается по решению Президиума Западно–Сибирского отделения Российской академии естественных наук

© Российская академия естественных наук, Западно–Сибирское отделение, 2015

© Издательский центр Сибирского государственного индустриального университета

Адрес редакции: 654007 г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет
тел. 8–3843–78–44–55
http: www.sibsiu.ru

ISSN 2311–9519

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИКА 4
А.В. Шорохова, В.Н. Фрянов
Концептуальная модель процесса образования и накопления отходов угольных предприятий (на примере ЦОФ «Абашевская») 4
А.Б. Цветков, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов
Выявление закономерностей изменения геомеханического состояния углепородного массива при многоштрековой подготовке угольных пластов 9
В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова, Ю.Д. Приступа
Перспективы развития технологии подземной угледобычи в Кузбассе.....15
РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА ...23
С.Н. Харламов, В.Ю. Ким, Д.Н. Новоселов, Н.Н. Кошелева, А.В. Сурков
Статистические модели второго порядка с транспортными уравнениями для локальных свойств турбулентности в прогнозе влияния атмосферных процессов на эффективность функционирования сооружений магистрального нефтепродуктопровода 23
С.Н. Харламов, В.Ю. Ким, В.В. Зайковский, А.В. Сурков, Н.Н. Кошелева
Исследование вязкостно-инерционных режимов течения и теплообмена углеводородных сред на участках нефтепродуктопровода с переменными теплофизическими свойствами стенки.....29
С.Н. Харламов, Р.А. Альгинов, Н.Н. Кошелева, А.В. Сурков, К.С. Макеев
Моделирование рециркуляционных турбулентных течений при обтекании объектов топливно-энергетического комплекса 35
С.И. Панычев, В.Г. Лукьянов
Использование попутного нефтяного газа при реализации газовой программы томской области 42
В. Н. Ростовцев, В.Г. Лукьянов
К вопросу о трудноизвлекаемых запасах нефти.....48
МЕТАЛЛУРГИЯ 52
Е.В. Протопопов, В.Е. Хомичева
Условия подобия при высокотемпературном моделировании конвертерных процессов 52
Е.В. Протопопов, А.Н. Калиногорский, Н.Ф. Якушевич
Исследование фазовых равновесий в шлаковом расплаве при выплавке стали с использованием высокомагнезиальных флюсов.....64
А.В. Феоктистов, А.П. Скуратов, И.Ф. Селянин, М.В. Темлянцев
Практика и перспективы промышленного применения низкошахтных печей 69
А.Ю. Гагарин, В.Д. Сарычев, В.Е. Громов
Деформация проводников в условиях электроимпульсного воздействия 77
С.П. Герасимов, А.Ю. Титов, В.А. Палачев, В.Б. Деев, К.В. Пономарева
Повышение жидкотекучести латуни ЛЦ16К4 при получении художественных отливок.....85

Е.В. Протопопов, С.В. Фейлер
Теория и технология высокотемпературного моделирования конвертерных процессов 93
О.Г. Модзелевская, А.В. Феоктистов, И.Ф. Селянин, А.И. Куценко,В.Б. Деев, А.А. Куценко
Влияние контактной разности потенциалов на модифицирующий эффект барий-стронциевого карбоната БСК-2 при изготовлении чугунного литья.....106
С.В. Фейлер, Е.В. Протопопов, Д.Т. Неунывахина
Использование составных сопел в кислородных фурмах для продувки металлического расплава в большегрузных конвертерах 111
Д.А. Титов, Н.В. Кибко, Н.А. Козырев, Д.А. Романов
Карбиды в стали системы C-Si-Mn-Cr-W-V 118
АГРОТЕХНОЛОГИИ.....126
С.И. Рудакова
Изучение биологической эффективности инсектицидов против колорадского жука, влияние их на фитосанитарное состояние посевов картофеля и урожайность в условиях Кузбасса.....126
А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова
Продуктивные качества свиней породы Пьетрен в условиях Сибири.....131
М.Г. Курбанова
Анализ отходов животноводческих хозяйств и технологические аспекты их переработки 137
Л.Я. Макаренко, Г.В. Макаренко
Сравнительная оценка качества молока и мяса при использовании преципитата и пегасина в рационах крупного рогатого скота 142
С.Н. Рассолов, А.В. Климова
Влияние иммунонутриентов на продуктивность и морфологический состав крови ремонтных свинок.....147
В.М. Самаров, А.С. Рябцев
Расширять посевы нута в севооборотах 150
БИОМЕДИЦИНА И ЭКОЛОГИЯ 153
Ю.А. Григорьев, О.И. Баран
Тенденции рождаемости и воспроизводства населения сибирского федерального округа: ретроспектива и перспектива.....153
Ю.А. Григорьев, О.И. Баран
Этническая дифференциация брачности.....158
В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына,Т.Г. Корсакова
Оценка экологического риска для здоровья населения от воздействия выбросов Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики 164
В.В. Захаренков, В.И. Савиных, И.В. Виблая
Адекватные подходы к профилактике миопии – залог сохранения трудового потенциала.....169
Г.И. Чеченин, Е.Ж. Каширина, С.М. Брызгалина
Информационные технологии в профилактике инвалидности и медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие сахарного диабета.....173
Г.И. Чеченин, Н.М. Жилина, О.Н. Якушева, К.В. Туркевич

Системное решение информационного обеспечения последипломной дистанционной подготовки медицинских работников 178
Л.В. Куркина
Образовательный кластер с учетом индекса здоровья студентов вузов (На примере Кемеровского ГСХИ) 184
В.А. Миненков, М.Г. Жестикова, Н.Ю. Киселёв, И.И. Зорькин
К вопросу о факторном анализе по А.Р. Лурия при нейропсихологическом исследовании и нейропсихологической реабилитации.....191
ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
Б.С. Елепов, А.Е. Гуськова., Л.В. Босина, Н.И. Подкорытова
Проблемы комплектования научных библиотек: ножницы реформы науки 198
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
Ю.П. Холюшкин
Некоторые подходы к поиску стратегий анализа археологических данных 2066
ЭКОНОМИКА И СОЦИОЛОГИЯ
О.П. Черникова
Механизм оценки и управления производительностью труда работников угледобывающих предприятий 219
Г.Д. Антонов, О.П. Иванова
Методика создания сетевых и интегрированных структур в машиностроении ……..…219
ЮБИЛЕИ.....219
ХРОНИКА.....21925
Отчет о работе Западно–Сибирского Отделения Российской Академии Естественных наук за 2014 год 22525
Решение Общего собрания Западно–Сибирского Отделения РАЕН (06.03.2015 г.) 229
Емельян Пугачев - предводитель науки.....230
РЕФЕРАТЫ.....234

УДК 622.3:658.567.1

А.В. Шорохова, В.Н. Фрянов

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЦОФ «АБАШЕВСКАЯ»)

Для эффективного управления процессом переработки отходов с последующим созданием рекреационных зон необходимо рассмотреть концептуальную модель процесса образования, накопления и утилизации отходов; выявить факторы, условия и состояние, а также взаимосвязи между ресурсами и элементами социально-экономической системы; определить тип системы; произвести декомпозицию модели.

Данная система является динамической, поскольку процесс образования отходов находится в постоянном изменении вследствие варьирования качества рядового угля и объема поставок на обогатительную фабрику угледобывающими предприятиями.

Для разработки модели образования отходов в соответствии с ГОСТ ISO 9001:2011 за основу принят процессный подход, который регламентирует требования к управлению предприятием с обеспечением качества продукции [1]. Для составления концептуальной модели на верхнем уровне используется методология IDEF0, среда BPwin (All Fusion Process Modeller). Особенностью методологии IDEF0 является возможность описания управления деятельностью организации на верхнем уровне. В основе методологии IDEF0 лежит графический язык описания бизнес-процессов. Модель в нотации IDEF0 представляет собой совокупность диаграмм, которые иерархически упорядочены и взаимосвязаны. Вершина этой древовидной структуры называется контекстной диаграммой, она представляет собой общее описание системы и ее взаимодействия с внешней средой. После описания системы в целом проводится разбиение ее на крупные фрагменты. Этот процесс называется функциональной декомпозицией, а диаграммы, которые описывают каждый фрагмент и взаимодействие фрагментов, называются диаграммами декомпозиции. После декомпозиции контекстной диаграммы проводится декомпозиция каждого большого фрагмента системы на более мелкие и так далее до достижения нужного уровня детализации [1].

Рассмотрим модель образования и накопления отходов ОАО ЦОФ «Абашевская» в соответствии с процессным подходом. На первой контекстной диаграмме (рисунок 1) представлена деятельность предприятия в целом: на вход системы поступают информация о внешней среде, потенциальный рыночной спрос, рядовые угли с шахт ОАО ОУК "Южкузбассуголь", на выходе –

концентрат и отходы, представленные угольным шламом и породой. Ресурсы: инвестиции, технологии, оборудование, персонал. Так же на контекстной диаграмме представлено управляющие воздействия, осуществляющее снижение ущерба природной среде, регламентирующие качество продукции: законы, СанПИНы, регламенты, отдел технического контроля.

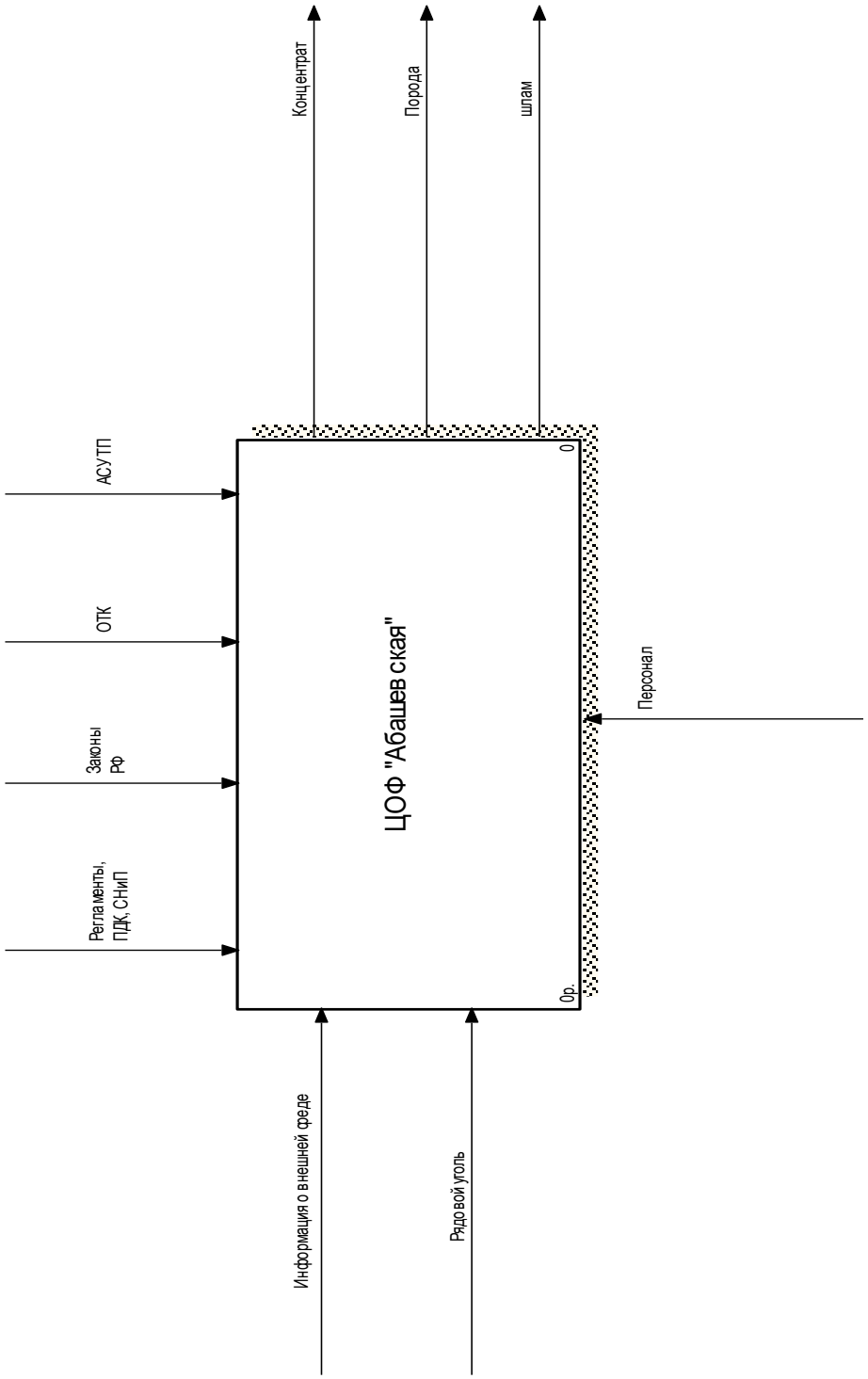


Рисунок 1 - Контекстная диаграмма образования и накопления отходов на ЦОФ «Абашевская»

Для дальнейшей декомпозиции модели необходимо рассмотреть процесс образования техногенных месторождений более детально (рисунок 2):

– классификация, включающая предварительную классификацию рядового угля на грохоте ГЦЛ-3 по классу 100 мм; ручную породовыборку; дробление угля класса +100 мм в дробильно-классификационной установке ДКУ-1-75; сухую подготовительную классификацию угля на грохотах «Liwell» по классу 20 мм и 4 мм с выделением сухого отсева класса 0-4 мм; мокрую подготовительную классификацию по классу 20 мм на гидрогрохотах ГГН-2,7;

– обогащение угля класса 20-100 мм в отсадочных машинах ОМ-12-2 с выделением двух продуктов: концентрата и отходов;

– обогащение угля класса 1-20 мм в отсадочных машинах МО-318 с выделением двух продуктов: концентрата и отходов;

– обезвоживание концентрата класса +20 мм и 1-20 мм на ситах предварительного сброса и грохотах ГИСЛ-62У; обезвоживание мелкого концентрата в фильтрующих центрифугах ФВШ-1.00С-1 и ФВВ-100.IV-01; обезвоживание отходов класса +20 мм, 1-20 мм и 0,2-1 мм в обезвоживающих элеваторах ЭО-6 и грохотах ГИСЛ-62У;

– гидроклассификация в гидроциклонах ГЦЧ-360, ГЦ-710 и в ГКЛ; обезвоживание песков в фильтр-прессе Andritz;

– обогащение угля класса 0,2-1 мм (шлама) в спиральных сепараторах с выделением двух продуктов: концентрата и отходов;

– транспортировка пульпы в бак технической воды;

– обезвоживание концентрата спиральных сепараторов на в/ч грохоте; обезвоживание сгущенного продута гидроциклонов на в/ч грохоте; обезвоживание подрешетного продукта в/ч шламовых грохотов и в/ч грохотов концентрата спиральных сепараторов в фильтрующей центрифуге Н 1000 С; сгущение тонкого шлама в радиальном сгустителе П-30 с применением полимерных флокулянтов; обезвоживание сгущенного тонкого шлама на ленточных фильтр-прессах CPF 2200 S7;

– транспортировка в бак оборотной воды;

– транспортировка в шламовый бассейн.

Как видно из декомпозиции (рисунок 2), техногенные ресурсы формируются после классификации, породовыборки, отсадки классов 20-100 мм и 4-20 мм и обезвоживания. Отходы представлены породой и угольными шламами.

Порода по гранулометрическому составу (0-100 мм) характеризуется высокой зольностью и соответственно низкой калорийностью (400 – 800 ккал/кг). Технологии эффективного сжигания высокозольной породы отсутствуют, что привело к их ежегодному накоплению (за год выход породы составляет 1,5 – 1,7 млн. т). Всего на породнем отвале размещено 926 тыс. тонн отходов класса 0-100 мм от обогащения рядового угля.

В свою очередь угольные шламы характеризуются достаточно низкой зольностью и гранулометрическим составом 0-4 мм и представлены коксующимися марками Ж и ГЖ. Марка Ж относится к особо ценным коксующимся углям.

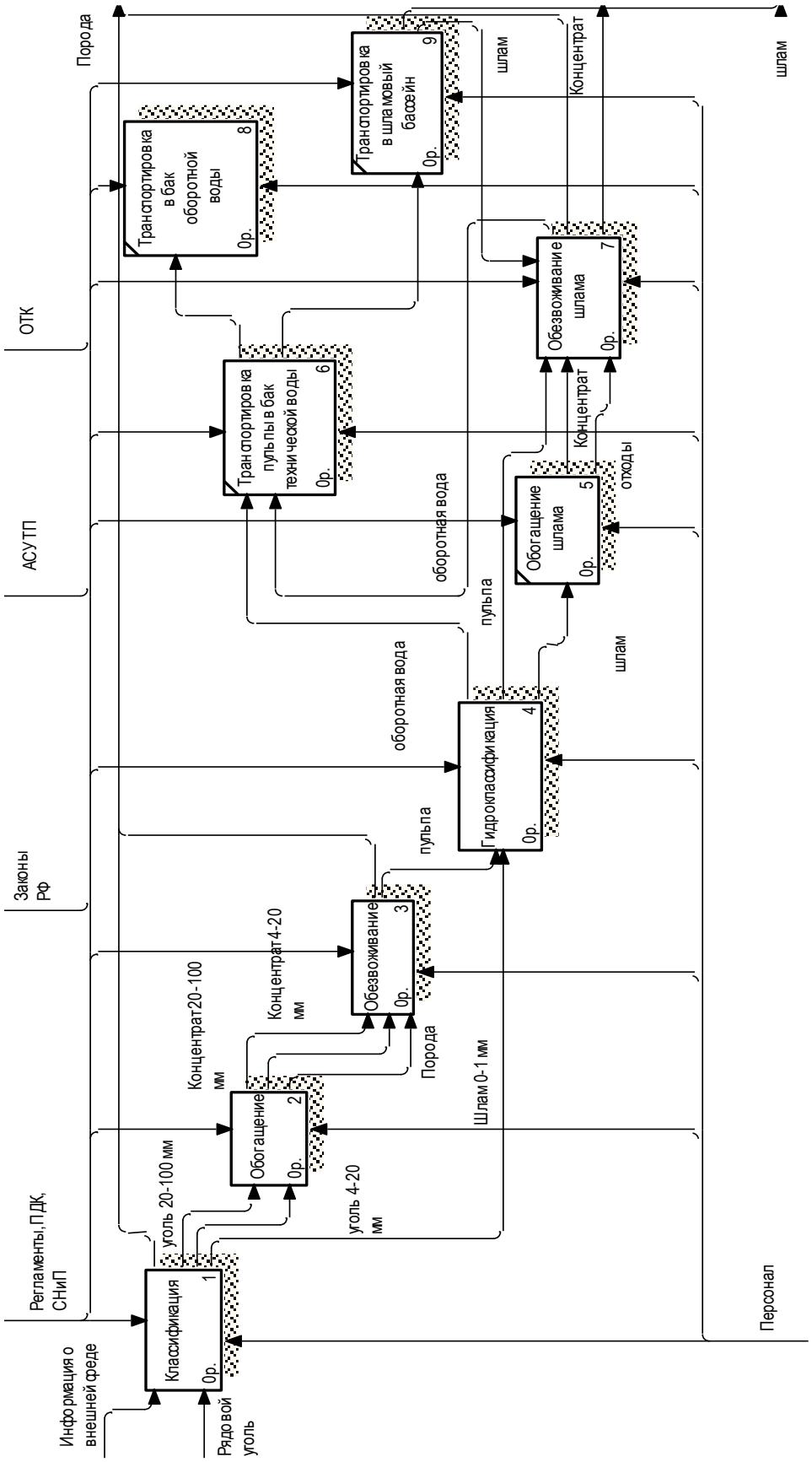


Рисунок 2 – Модель детализации процесса образования и накопления отходов на ЦОФ «Абашевская»

Годовой суммарный выход угольных шламов составляет около 0,25–0,4 млн.т. В отстойниках № 6 и 7 объем накопленных угольных шламов составляет 1,5 – 2 млн. т. С каждым годом объем образования техногенных ресурсов уменьшается. Снижение темпов накопления отходов происходит по причине снижения спроса на угольную продукцию в связи с кризисной ситуацией.

В 1987 году при фабрике был построен цех по производству кирпича из отходов обогащения, производительностью 10 млн. штук в год. В 2006 году ООО Кирпичный завод «Абашевский» признан банкротом (решение Кемеровского арбитражного суда дело № А27-5987/2006-4 от 11.05.06). Лишь малая часть угольных шламов после сгущения и обезвоживания отправляется на обогащение в спиральный сепаратор и идет потребителю, большая же часть отходов (порода и угольный шлам) транспортируется в отвал и шламовый бассейн и не используется в производстве (рисунок 2).

Мероприятия по восстановлению отчужденных земель (рекультивация) и созданию рекреационных зон не проводятся. С каждым годом площадь нарушенных территорий увеличивается.

Таким образом, результаты анализа концептуальной модели процесса образования и накопления отходов показали, что большое влияние на образование отходов оказывает качество поставляемого угля и требования потребителей к качеству концентрата. При текущей схеме обогащения рядового угля отходы предприятия практически не используются и продолжают накапливаться в отвалах и отстойниках. Отходы представлены породой с широким гранулометрическим составом и высокой зольностью и угольным шламом с содержанием полезного компонента от 80 %. Вредные выбросы и платы за охрану труда уменьшаются только за счет снижения годовой производительности предприятия в связи с кризисной ситуацией. Мероприятия по очистке и восстановлению отчужденных территорий не осуществлялись. Полученные результаты анализа концептуальной модели необходимы для разработки механизма управления системой переработки и использования отходов с последующим созданием рекреационных зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Репин В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

УДК 622.831

А.Б. Цветков, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ПРИ МНОГОШТРЕКОВОЙ ПОДГОТОВКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Ввиду разнообразия горно-геологических и горнотехнических условий залегания угольных пластов, схем и способов их отработки в каждом случае выявляются новые закономерности проявления горного давления. Одним из факторов, существенно влияющим на особенности проявления горного давления, является технологическая схема подготовки и отработки выемочного участка в пределах отдельного или свиты пластов. В настоящее время перспективной схемой является многоштрековая подготовка выемочных участков и полей шахты, что обеспечивает интенсификацию процессов проветривания, транспорта горной массы, выход людей в аварийных ситуациях. Существует несколько вариантов многоштрековой подготовки выемочных участков [1], один из которых приведён на рис. 1.

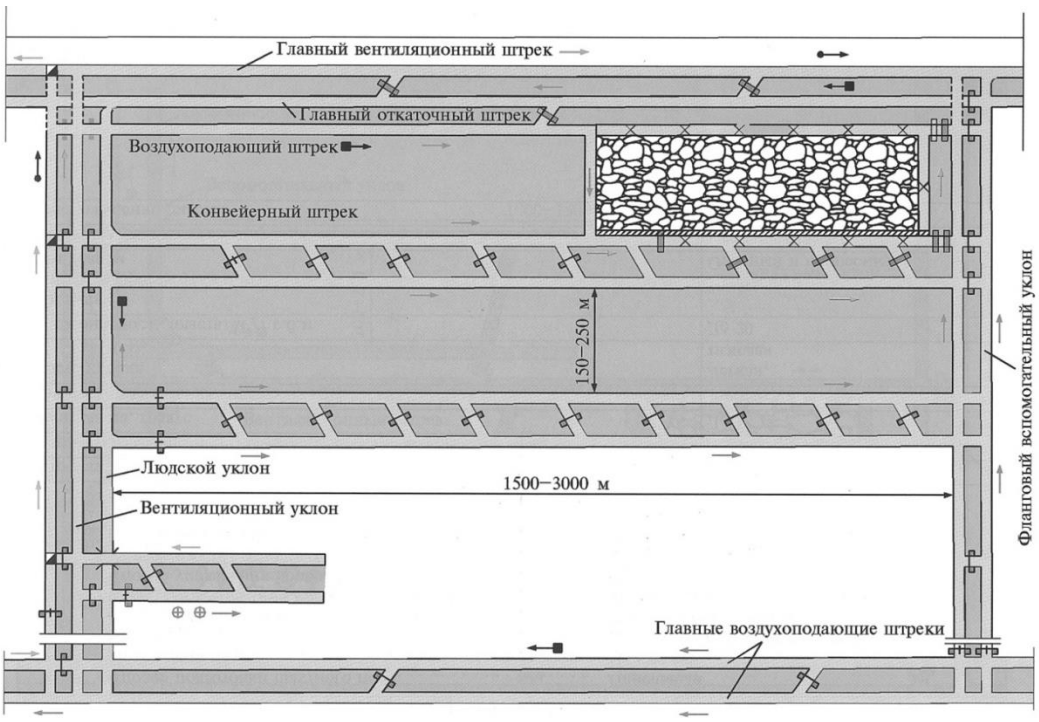


Рисунок 1 - Типовая технологическая схема многоштрековой подготовки и отработки пласта средней мощности с охраной выемочных штреков угольными целиками [1]

С учётом опыта отработки угольных месторождений на шахтах Австралии, а также склонных к самовозгоранию угольных пластов на шахтах Кузбасса, на практике проводят два или три параллельных штрека.

При этом возникает актуальная научно-практическая задача обеспечения устойчивости горных выработок при максимальной податливости угольных целиков между выработками с целью исключения горных ударов. Решение этой задачи возможно посредством выбора оптимального соотношения между количеством выработок и минимальными размерами угольных целиков с ограничениями по двум факторам: максимальная устойчивость выемочных штреков и минимальный риск возникновения горного удара и других опасных газодинамических явлений.

Одним из вариантов обоснования указанных параметров на стадии разработки паспортов выемочных участков является использование результатов численного моделирования напряженно-деформированного состояния углепородного массива.

При отработке Антоновско-Есаульского месторождения неоднократно происходили явления, природа которых полностью не раскрыта, такие как: горные удары в очистных забоях и разрушение угольных целиков на шахте «Полосухинская», эндогенные пожары на пласте 29[а] шахты «Есаульская» и др. Вследствие отсутствия методики расчёта геомеханических параметров выемочного участка при многоштрековой его подготовке на указанных шахтах часто происходят непрогнозируемые обрушения пород кровли, ликвидация последствий которых приводит к повышению трудовых и материальных затрат, а в некоторых случаях – к проведению новых выработок.

Для численного моделирования на основе метода конечных элементов [2] рассмотрена двумерная модель углепородного массива в пределах выемочного участка 26-28 при отработке пласта 26[а] шахты «Есаульская». Фрагмент дискретизации расчетной схемы на конечные элементы приведен на рис. 2.

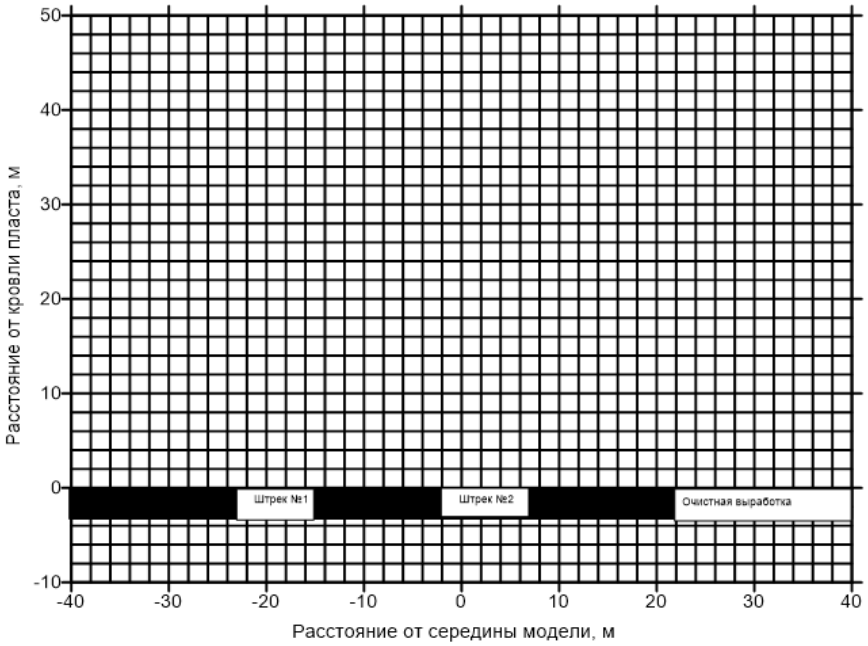


Рисунок 2 - Фрагмент дискретизации расчетной схемы на конечные элементы

Согласно схеме на рис. 2 моделировалась отработка пласта $26^а$ мощностью 2,1 м, расположенного на глубине 363 м в условиях шахты «Есаульская» в Кузбассе. Выше пласта залегает слой неустойчивых углистых алевролитов (ложная кровля) мощностью 0,40 м, которые обрушаются одновременно с выемкой пласта. Соответственно вынимаемая мощность при моделировании принята 2,50 м. Выше ложной кровли залегают переслаивающиеся алевролиты, песчаники, угольные пласты нерабочей мощности. Предел прочности пород при сжатии 28-31 МПа, мощность породных слоёв 1,0-14,0 м.

Для определения параметров напряженно-деформированного состояния углепородного массива использовались классические уравнения механики сплошной среды и разрешающие уравнения метода конечных элементов в вариационной постановке задачи [3].

Природное гравитационное поле напряжений принято в виде [4]:

$$\sigma_y = \rho g H; \qquad (1)$$

$$\sigma_x = \lambda/(\lambda + 2\mu)\rho H, \qquad (2)$$

где - σ_x, σ_y вертикальные и горизонтальные напряжения в нетронутом гравитационном поле; ρ - плотность пород; g – гравитационная постоянная H – глубина разработки; λ,μ - параметры Ламе.

Под влиянием горных выработок возникают дополнительные напряжения $\Delta\sigma_x$, $\Delta\sigma_y$. Тогда полные напряжения $\sigma_{xп}$, $\Delta\sigma_{yп}$ при интеграции природных и техногенных напряжений будут равны:

$$\sigma_{xп} = \sigma_x + \Delta\sigma_x; \qquad (3)$$

$$\sigma_{yп} = \sigma_y + \Delta\sigma_y. \qquad (4)$$

На расчётной модели изучалось влияние на напряжённо-деформированное состояние следующих выработок: очистного забоя длиной 200 в координатах 21-221 м на рисунке 2, штрека №2, расположенного на расстоянии 18м от границы очистной выработки, штрека №1, расположенного на расстоянии 44 м от границы очистной выработки.

В процессе численного моделирования с использованием авторского комплекса программ [5] определялись следующие геомеханические параметры: вертикальные и горизонтальные смещения, деформации и напряжения, коэффициент остаточной прочности пород.

На рис. 3, 4 приведено распределение вертикальных и горизонтальных смещений вмещающих пород в зоне влияния очистной выработки и двух параллельных штреков.

По характеру распределения смещений обоснованы следующие выводы:

- максимальные вертикальные смещения пород кровли возникают над очистным выработанным пространством;

- смещения пород кровли над штреками №2 и №1 уменьшаются при удалении от границ очистного выработанного пространства соответственно в 1,4 и 1,8 раза;

- под влиянием очистного выработанного пространства и зависающих над ним пород происходят горизонтальные перемещения всего массива в сторону выемочных штреков в пределах 35-70 мм, что приводит к неравномерным горизонтальным перемещениям породных слоев по контактам.

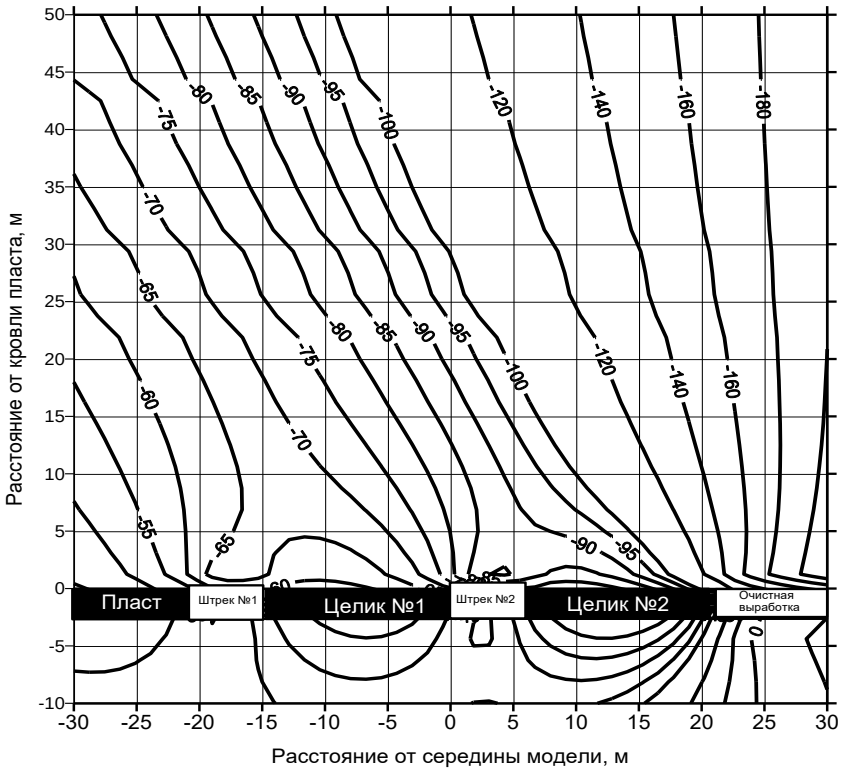


Рисунок 3 - Изолинии распределения вертикальных смещений вмещающих пород (мм)

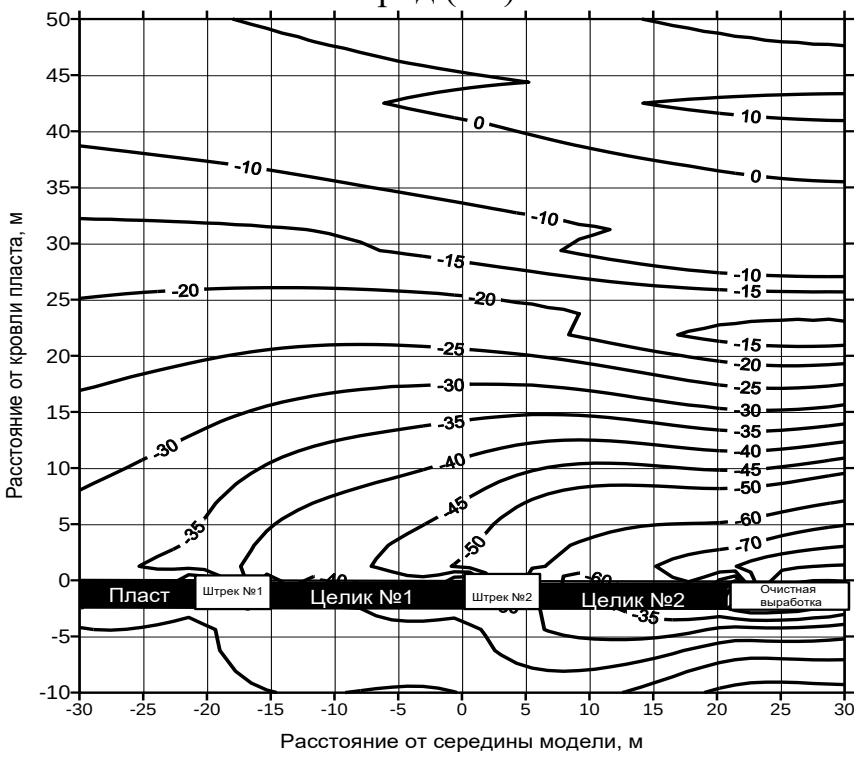


Рисунок 4 - Изолинии распределения горизонтальных смещений вмещающих пород (мм)

Закономерности распределения вертикальных и горизонтальных напряжений в горных породах и угольном пласте в зоне влияния очистной выработки и двух параллельных штреков представлены на рис. 5, 6.

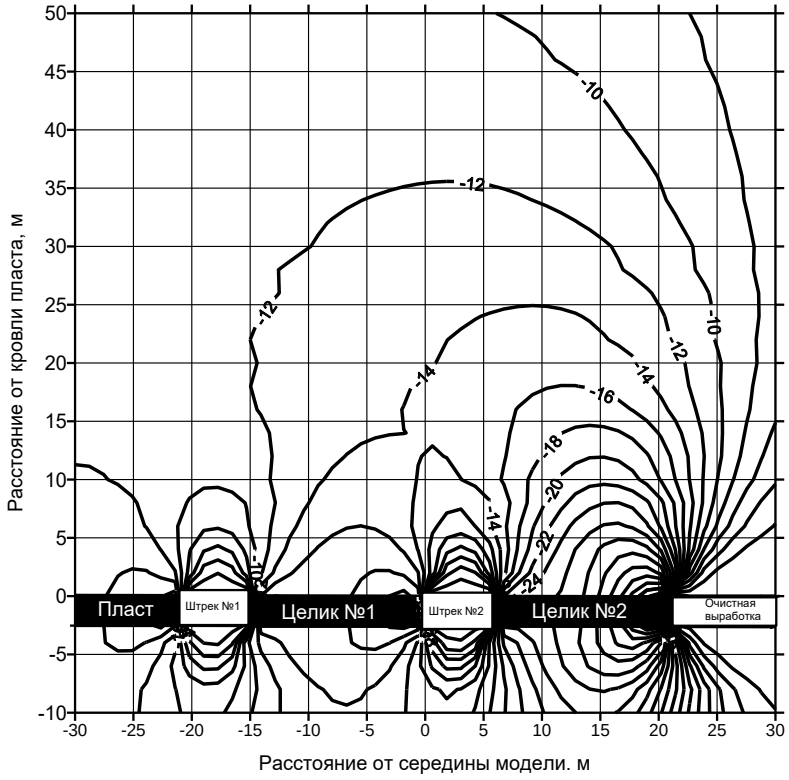


Рисунок 5 - Изолинии распределения вертикальных напряжений, МПа

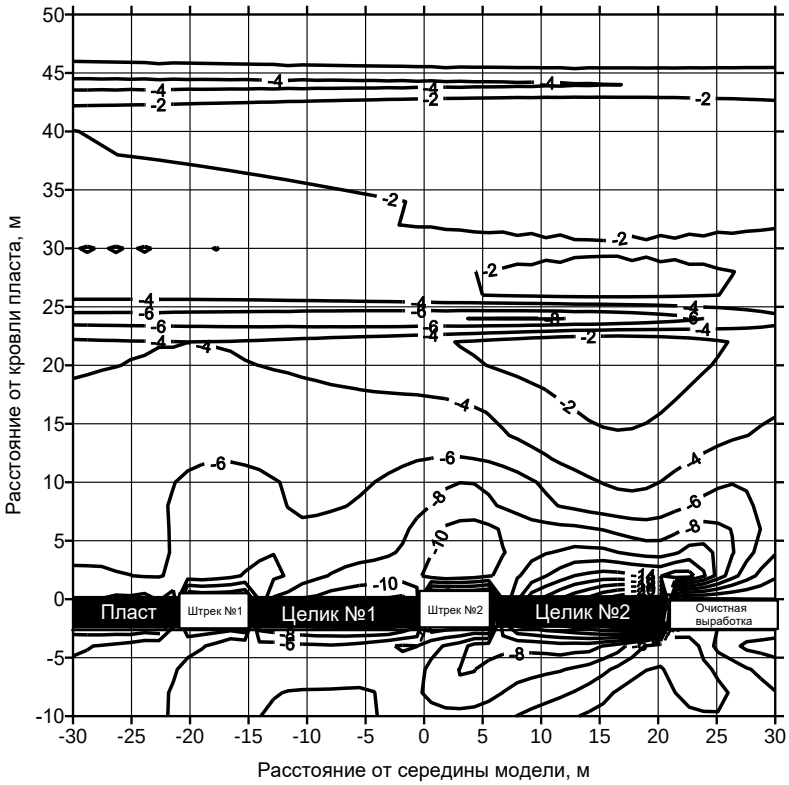


Рисунок 6 - Изолинии распределения горизонтальных напряжений, МПа

Согласно графикам изменения напряжений (см. рис 5, 6) наиболее опасными участками являются краевые участки пласта на границах очистного выработанного пространства и штреков. Опасность проявляется в виде отжима угля в выработки. Над штреками проявляется область растягивающих напряжений, которая по форме соответствует ассиметричному своду естественного равновесия.

По результатам сравнения паспортной прочности пород и вычисленных напряжений определены значения коэффициента отношения остаточной прочности угля и пород к исходной (рис. 7).

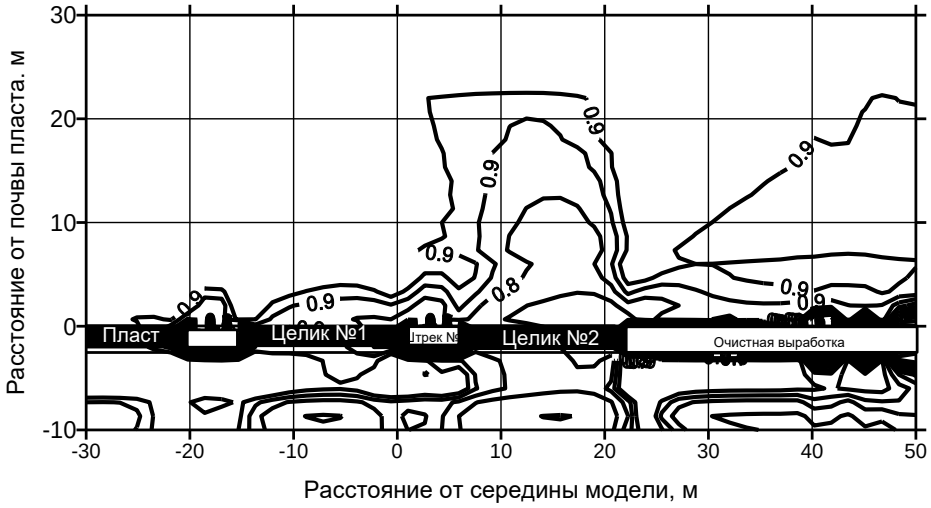


Рисунок 7 - Изолинии распределения коэффициента отношения остаточной прочности пород к исходной в окрестности выработанного пространства

Наибольшее разрушение угольного пласта выявлено в целике №2, ближайшему к очистному выработанному пространству. Податливость этого целика способствует его разгрузке и высвобождению упругой энергии, что снижает вероятность горного удара. В целике №1 возможно повышенные концентрации напряжений и сохранение его несущей способности, следовательно, вероятность горного удара в целике №1 выше.

Предложенный подход к численному моделированию позволяет вычислять параметры напряженно-деформированного состояния углепородного массива при многоштрековой подготовке выемочного участка, прогнозировать оптимальные размеры угольных целиков для предотвращения опасных динамических проявлений горного давления при многоштрековой подготовке и отработке выемочных участков угольных шахт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов: Справочное пособие / Под общ. Ред. А.Д. Рубана, М.И. Щадова. - М.: Изд. «Горная книга», 2010. – 500 с.

2. Цветков А.Б. Адаптация алгоритма метода конечных элементов к

системе символьной математики / А.Б. Цветков, Л.Д. Павлова // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сборник научных статей. – Новокузнецк, 2015. – С. 121-125.

3. Цветков А.Б. Разработка дискретной модели геомеханического состояния углепородного массива для пакетов символьной математики / А.Б. Цветков, Л.Д. Павлова // 9-а международна научна практична конференция, “Бъдещето въпроси от света на науката” – София, 2013 – С. 21 – 25.

4. Геомеханика / П.В. Егоров, Г.Г. Штумпф, А.А. Ренев, Ю.А. Шевелев, И.В. Махраков, В.В. Сидорчук. – Кемерово, КузГТУ, 2011 – 325с.

5. Цветков А.Б. Пакет программ NDSolver V1.0 для математического моделирования напряженно-деформированного состояния газоносного геомассива. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 19867 от 10.01.2014 – Объединенный фонд электронных ресурсов, «Наука и образование».

УДК 622.33(571.17)

В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова, Ю.Д. Приступа

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ УГЛЕДОБЫЧИ В КУЗБАССЕ

В соответствии с «Энергетической стратегией Российской федерации на период до 2030 года» [1] и «Долгосрочной программой развития угольной промышленности России на период до 2030 года» [2] в Кузбассе намечена добыча в 2030 г. в пределах 160-250 млн. т. В настоящей статье излагаются результаты прогноза развития технологии разработки угольных месторождений на период до 2025-2030 гг.

Прежде всего, следует оценить экономическое состояние и перспективы развития Кузбасса как основного угледобывающего региона России. Согласно результатам оценок соответствия современного состояния мировой экономики [3] теоретическим основам социально-технологических укладов и циклов (волн) Н.Д Кондратьева, в настоящий период заканчивается понижающая волна пятого «кондратьевского» цикла 1981-2018 гг., ~~в~~—пределах которого произошло развитие электроники, робототехники, вычислительной и телекоммуникационной техники. На шестом цикле развитие экономики предполагается на базе результатов конвергенции нано,- био, информационных и когнитивных технологий [4].

Современный пятый технологический уклад характеризуется развитием электронной промышленности, вычислительной, оптико-волоконной техники, программного обеспечения, телекоммуникаций, роботостроения, производство и переработка газа, информационных услуг. В пределах шестого

технологического цикла ожидается замена угля, нефти и газа спрессованной монокристаллической водой, использование биологических, ветряных и солнечных источников энергии [4].

Как следует из приведённых характеристик циклов (волн) и укладов Н.Д. Кондратьева технология добычи угля не в полной мере соответствует факторам развития на пятом технологическом укладе. Явное запаздывание состояния геотехнологии от уровня развития смежных отраслей в России и за рубежом подтверждается как темпами развития угольной промышленности по сравнению с газовой и нефтяной отраслями, так и низкой конкурентоспособностью угля на энергетическом рынке.

Отставание уровня развития технологического уклада в Кузбассе при запасах угля в недрах более 100 млрд. т и необходимости обеспечения устойчивого социального экономического развития топливно-энергетического комплекса требует обоснования новых методических подходов для совершенствования геотехнологии угледобычи, по уровню соответствующей факторам развития мировой экономики на шестом «кондратьевском» цикле.

Другим фактором, способствующим глобальному ограничению объёма добычи угля в мире, в том числе в Кузбассе, являются обязательства государств о поддержании средней температуры планеты не выше 2°, принятые на конференции по климату в Париже [5]. Величины годовой эмиссии США, ЕС и Китая на основе Предварительного определения национальных вкладов, подготовленных к международной конференции в декабре 2015 года в Париже приведены на рис. 1. Чёрная линия представляет глобальную эмиссию, соответствующую потеплению 2 °С.

Принятые на конференции проекты направлены на снижение выбросов парниковых газов и предусматривают развитие национальных экономик для адаптации условий жизни людей к изменениям климата - фактическим и ожидаемым.

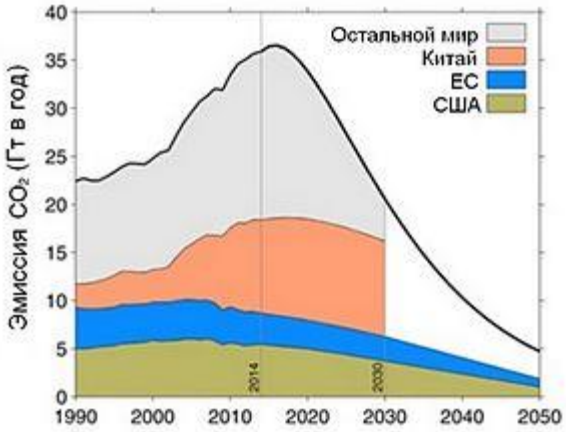


Рисунок 1 - Величины годовой эмиссии США, ЕС, Китая [5]

Страны с развитой экономикой должны были представить свои программы к 31 марта 2015г. Россия объявила о намерении сократить выбросы парниковых газов с 25 % до 20 % к 2030 г. по сравнению с 1990г. Соглашение не предусматривает какой-либо формы ответственности за нарушение обещаний, а

в международно-правовом смысле сокращения эмиссии вообще не являются обязательными, однако, по мнению ведущих экологов, если серьёзно относиться к глобальному потеплению, то 10% человечества, ответственные за 50% эмиссии парниковых газов, должны резко сократить своё энергопотребление. Следовательно, с учётом конкуренции энергетических ресурсов нефти и газа, роль угля в энергетике будет снижаться с постепенным сокращением объёмов его добычи.

Кризис перепроизводства угля (более четверти миллиарда тонн), вызванный отказом энергетики (европейской, китайской, американской, российской и др.) привёл в последние пять лет к снижению цен на уголь в 2-3 раза. Сокращение прибыли производители угля компенсируют увеличением его добычи, что приводит к дальнейшему ухудшению экономической ситуации в угольной отрасли, так как вал не всегда приводит к компенсации снижения цен. В настоящее время добыча дешёвого энергетического угля открытым способом не приводит к возвращению былой доходности экспорта.

Указанные тенденции снижения объёмов добычи угля в Кузбассе подтверждаются экономикой Китая [7], где в соответствии с программой постиндустриального развития реализуется фаза умеренных темпов роста экономики, согласно которой сокращается нерентабельное производство угля с переходом на новые технологии добычи и использования угольной продукции, в том числе разработка чистых угольных технологий, внедрение технологий сжигания в кипящем слое, развитие CTL и CCUS. Ожидается ежегодный объём экономии угля около 200 млн.т, что сопоставимо с объёмами добычи угля в Кузбассе (215 млн.т в 2015г.).

Существенным ограничением спроса кузнецкого угля на мировом рынке является нерациональное географическое положение бассейна относительно потребителей угольной продукции [6]. Согласно докладам, представленным на конференции «Рынок угля России: на пути к организованной торговле» [7], одной из причин снижения добычи угля в будущие периоды является увеличение удельного потребления нефти и газа, трубопроводный транспорт которых потребителям внутреннего и внешнего рынков существенно дешевле железнодорожного транспорта.

В целом высокие риски эффективного развития угольной промышленности в Кузбассе подтверждаются факторами, приведенными на рис 2.

По прогнозу Росуглепрофа в ближайшие годы в России ожидается закрытие 5-6 шахт, сокращение численности персонала на 8 – 10 тысяч человек.

Изложенная экономическая ситуация в угольной промышленности в мире и России в Кузбассе усложняется интенсификацией следующих тенденций и процессов:

1) Рост доли добычи угля открытым способом по сравнению с подземным. Эта тенденция привела к нарушению экологического равновесия и деградации социума в старопромышленных районах: Прокопьевко-Киселёвском, Беловском, Берёзовском и др. Такая же участь ожидает в ближайшее десятилетие Ерунаковский, Караканский, Томь-Усинский и другие районы. При увеличении

доли реализации малоценного на угольном рынке угля энергетических марок приводит к снижению налоговой базы Кемеровской области и ухудшению социально-экономических условий жизни населения.

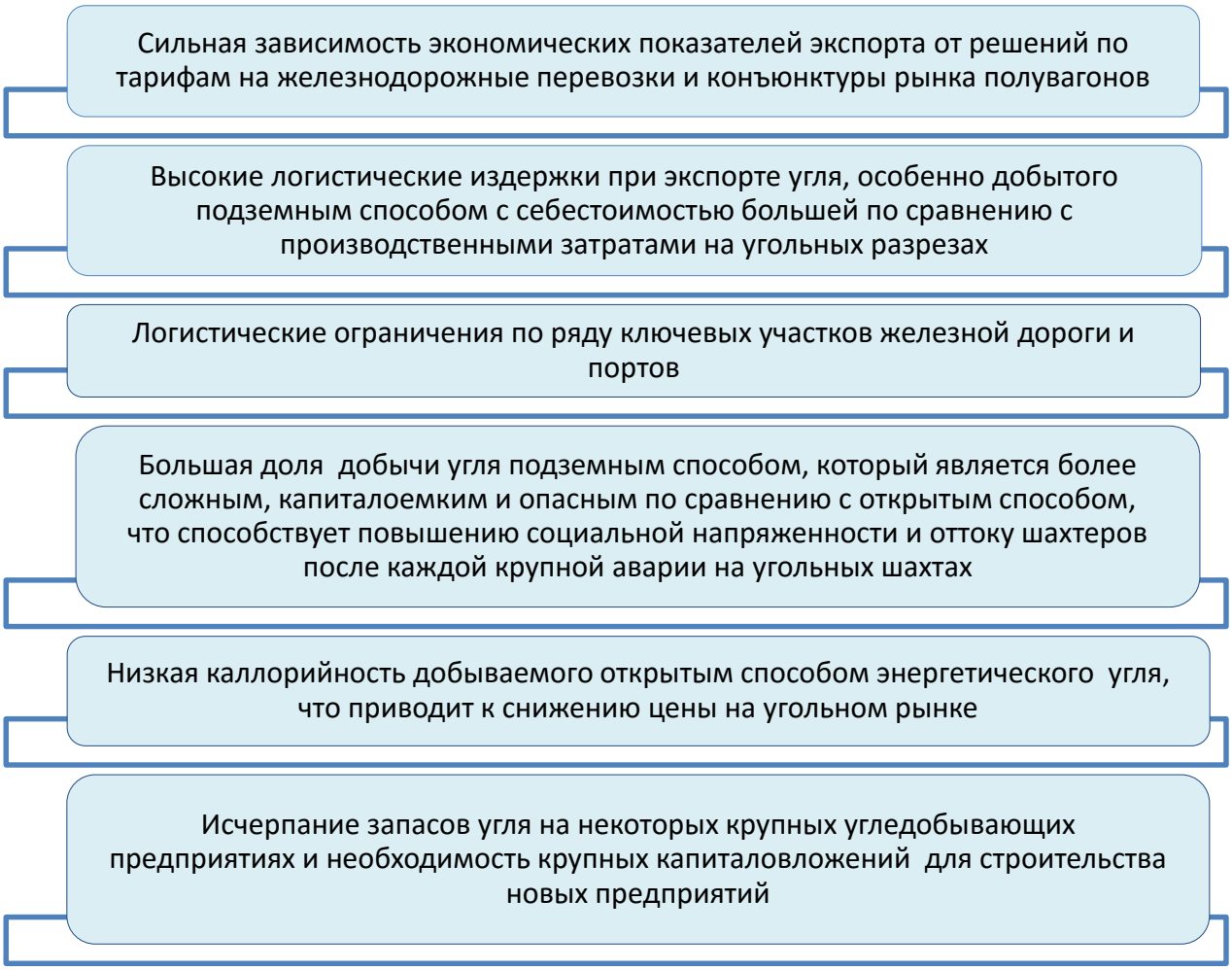


Рисунок 2 - Факторы, повышающие риски развития угольной промышленности

2) Рост доли добычи угля открытым способом по сравнению с подземным. Эта тенденция привела к нарушению экологического равновесия и деградации социума в старопромышленных районах: Прокопьевко-Киселёвском, Беловском, Берёзовском и др. Такая же участь ожидает в ближайшее десятилетие Ерунаковский, Караканский, Томь-Усинский и другие районы. При увеличении доли реализации малоценного на угольном рынке угля энергетических марок приводит к снижению налоговой базы Кемеровской области и ухудшению социально-экономических условий жизни населения.

3) Увеличение доли добычи угля ценных марок для металлургической промышленности, которые востребованы на угольном рынке, возможно подземным способом, так как угли этих марок залегают на глубине более 300 м, сдерживается сложными горно-геологическими условиями угольных месторождений Кузбасса. Эти месторождения характеризуются высокой

метаноносностью, склонностью к газодинамическим явлениям, самовозгоранию, сложными горно-геологическими условиями залегания угольных пластов. Накопленный опыт отработки таких пластов подтверждает, что при отработке угольных пластов по традиционным технологиям не удаётся избежать аварий с тяжелыми последствиями для шахтёров.

4) Рост железнодорожных тарифов привёл к необходимости глубокой переработки угля на месте его добычи и реализации наукоёмкой продукции, созданной с использованием угля. В Кемеровской области в начале 2016 года прошла Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития углехимии в России», участники которой подтвердили возможность ликвидации перепроизводства угля в Кузбассе посредством переработки его в химические продукты: кокс, полукокс, коксовый газ; каменноугольный пёк; бензолы, нафталин, антрацен, фенантрен; крезолы; фенол; пиридины; антраценовое масло; поглотительное масло; инден-кумароновая смола; соли аммония; генераторный газ; жидкие углеводороды; пластики.

В соответствии с перспективным планом развития в угольной промышленности в Кемеровской области в 2015 году были открыты три предприятия. В январе компания «Кузбассразрезуголь» построила обогатительную фабрику «Калтанская Энергетическая» стоимостью 4 млрд рублей. В марте компания «Заречная» ввела первую очередь фабрики «Карагайлинская», в которую было вложено 1,5 млрд руб. В ноябре СУЭК запустила в опытно-промышленную эксплуатацию обогатительный модули на шахте «Талдинская-Западная 1», на который было направлено 1,1 млрд руб.

В 2016 году планируется ввести в эксплуатацию четыре угольных предприятия, в том числе две шахты. Об этом губернатор Аман Тулеев сообщил в своем бюджетном послании на сессии областного совета народных депутатов. «В угольной отрасли в 2016 году вместо старых, нерентабельных шахт мы должны ввести четыре угледобывающих предприятия: шахты «Юбилейная» (после реконструкции) и «Увальная», а также два разреза - «8 марта» в Прокопьевске и участок «Убинский» в Гурьевском районе», - говорится в послании.

По словам А.Г. Тулеева, в общей сложности на новых предприятиях будет создано 2,5 тыс. рабочих мест. «Конечно, внимание необходимо уделить производительности труда, которая отстает от ведущих угольных держав. Сегодня в Кузбассе на одного рабочего, занятого в угледобыче, добывается в среднем 264 тонн угля в месяц, а в Австралии - 944 тонны, в США - 1024 тонны», - добавил он, уточнив, что необходимо перенимать опыт ведущих мировых компаний.

Одним из перспективных направлений, позволяющих увеличить производительность труда при обеспечении безопасности угледобычи, является

создание и реализация роботизированных технологических схем добычи угля без присутствия человека в опасных местах. Для развития этого направления авторы проводят исследования, результаты которых опубликованы в работах [8-11].

Возможность применения робототехники в горном деле ограничивается перемещением во времени и пространстве предметов труда и объектов управления: очистного или подготовительного забоев, транспортируемой горной массы, доставляемых в шахту материалов и оборудования, воздушных потоков, опасных газов, очагов пожаров, взрывов метановоздушной смеси, физико-механических свойств угля и пород, средств и маршрутов передвижения людей и т.д.

Объективными предпосылками возможности создания и внедрения робототехники и робототехнических систем на шахтах Кузбасса являются:

– наличие в недрах Кузбасса запасов 548 млрд. тонн угля, соответствующих требованиям для промышленного освоения, в том числе 270 млрд. тонн пригодных для коксования;

– способность современных технологических систем, машин и оборудования адаптироваться к условиям залегания и разработки угольных месторождений Кузбасса (успешная работа шахт «Котинская», «Соколовская», «Есаульская», «Заречная» и др.);

– широкое применение на шахтах систем автоматизированного мониторинга параметров шахтной атмосферы и состояния горношахтного оборудования;

– наличие аналогов элементов робототехники для горного производства в России и за рубежом;

– наличие в Кемеровской области учебных заведений, способных в короткие сроки провести переподготовку рабочих кадров и специалистов по обслуживанию робототехнических систем;

– создание Кузбасского технопарка, способного интегрировать работы по проведению научных исследований для создания робототехнических систем и внедрения их на угольных шахтах;

– неблагоприятная для человека среда обитания (экология, климатические условия, сокращение численности населения Кемеровской области, низкий уровень рождаемости) не обеспечит горное производство квалифицированными кадрами при дальнейшей отработке угольных месторождений по традиционным технологиям;

– положительная динамика инвестиций в угольную отрасль Кузбасса.

Этапы разработки и создания роботизированных технологических систем и технических средств для внедрения их на угольных шахтах приведены на рис.3.

Рисунок 3 - Этапы разработки и создания роботизированных технологических систем и технических средств

Таким образом, в рамках системного подхода, позволяющего рассматривать сложную геотехнологическую систему угледобывающего предприятия как совокупность взаимоувязанных процессов технологической схемы, обоснована концепция создания и эксплуатации роботизированной шахты, что позволяет минимизировать численность персонала с выполнением его функций роботами и манипуляторами, управляемыми людьми-операторами из диспетчерских пунктов и рабочих мест, расположенных в безопасных зонах, и обеспечить выпуск угольной продукции в соответствии с требованиями рынка по цене, ассортименту и количеству.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетическая стратегия Российской федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р.

2. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 24.01.2012 N 14-р «Об утверждении долгосрочной программы развития угольной промышленности на период до 2030 года». – Режим доступа: http://uristu.com/library/pravitelstvo-rf/pravrasp_1356/.-14.03.2015.

3. Моделирование и прогнозирование мировой экономики/ В.А. Садовничий, А.А Акаев, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков. – М.: ИСПИ РАН, 2012. – 359 с.

4. Кипельман С.А. Экономика пользования национальным богатством России / С.А. Кипельман // Маркшейдерия и недропользование. - 2013. - №6. - С.3-10.

5. Конференция по климату в Париже (*COP21*). Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Конференция_по_климату_в_Париже_(2015)

6. Уголь в экономике России / Г.Л. Краснянский [и др.]; под ред. Г.Л. Краснянского. – М.: Экономика, 2010. – 383 с.

7. Рынок угля в России: готовность к биржевой торговле//Уголь. – 2015. - №11. –С. 66-74.

8. Фрянов В.Н. Перспективные направления исследования технологии подземной угледобычи / В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, Новокузнецк, 2-5 июня 2009г. – Новокузнецк, 2009. - С. 5 - 13.

9. Фрянов В.Н. Состояние и направление развития безопасной технологии подземной угледобычи / В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова; Мин-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, Сиб. гос. индустриальный ун-т. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2009. – 238 с.

10. Фрянов В.Н. Научные основы подземной технологии роботизированной выемки угля / В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сборник научных статей по материалам Междунар. научно-практ. конф., Новокузнецк, 7-10 июня, 2011г. – Новокузнецк, 2011. - С. 39 – 50.

11. Приступа Ю.Д. Моделирование процесса управления транспортными потоками угольного холдинга в условиях неопределенности / Ю.Д. Приступа, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов ; Федер. гос. бюдж. образоват. учреждение высш. проф. образования «Сиб. гос. индустр. ун-т». – М. : АНО ИД «Научное обозрение», 2014. – 216 с. – Библиогр.: с. 199-208.

УДК 532: 681.3

С.Н. Харламов, В.Ю. Ким, Д.Н. Новоселов, Н.Н. Кошелева, А.В. Сурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Института природных ресурсов

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ТРАНСПОРТНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ПРОГНОЗЕ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СООРУЖЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА

Введение

Оптимизация затрат на хранение и транспортировку нефтепродуктов по трубопроводам является важной технической и экономической задачей. В условиях нашей страны эта проблема приобрела особую актуальность в связи со значительной географической удаленностью основных месторождений нефти от потребителей и большой общей протяженностью нефтепродуктопроводов. Часто транспортировка усложняется неравномерностью потребления сырья, специфическими климатическими условиями, большими перепадами температур в зимний период, особенностями рельефа местности. Все это заставляет интенсифицировать поиск путей снижения энергетических затрат на функционирование объектов магистрального нефтепродуктопровода: насосных станций, резервуарного парка. Для данных условий в [1] обоснованно предлагаются строгие математические модели, способные учесть особенности и закономерности пространственного течения вязких сред по трубопроводу с криволинейной образующей, теплофизические параметры которой могут существенно зависеть от изменений температуры и режима транспортировки. Кроме того, по характеру влияния граничных условий, особенностям конфигурации хранилищ, закономерностям их обтекания возможен корректный прогноз энергозатрат.

В связи с этим в настоящей работе поставлены ***цели***: 1) в рамках комплексного физико-математического и численного моделирования пространственных процессов переноса тепла и импульса, сформулированного в [1], исследовать эволюцию течений в нижнем расчетном слое атмосферы при обтекании резервуаров; 2) уяснить детали и закономерности интенсификации аэродинамики и теплообмена в приповерхностной области с криволинейной образующей, обусловленной расположением и геометрией хранилищ в рамках RANS -метода [2] в классе двух- и многопараметрических моделей для молярных коэффициентов переноса импульса и тепла и их турбулентных потоков; 3)

выдать рекомендации к снижению потерь сырья в резервуарах при длительном его хранении из-за интенсификации фазовых процессов в замкнутых областях, обусловленных рециркуляционными эффектами, отрывом и присоединениям потоков и приземной части.

Результаты исследования и их анализ

В представленной работе рассматриваются стационарные неизотермические пространственные течения вязких сред с неоднородной структурой турбулентности в широком диапазоне изменений масштабов вихрей. Предполагается, что течение и теплообмен воздуха с объектами хранения осуществляется в условиях действия гравитационных сил. Термодинамическая система “воздушная среда – отдельные хранилища” отличается нелинейностью, вследствие переменности теплофизических свойств в потоке и стенках хранилищ. В процессах переноса доминируют вязкостно-инерционные режимы течения и теплообмена. Воздушный поток представляет собой однокомпонентный химически инертный идеальный слабо сжимаемый газ с ньтоновскими реологическими свойствами, в котором пренебрежимо малыми считаются процессы переноса массы, а скорости течения характерны для дозвукового режима. По форме и схеме установки резервуары для хранения нефтепродуктов представляют собой наземные вертикальные цилиндрические стальные сосуды со стационарными крышами, установленными на ровной поверхности.

В рамках деталей задачи, сформулированной в [1] с использованием достижений RANS –метода, детали которого изложены в [2], рассчитаны и проанализированы картины течений и теплообмена при обтекании резервуарного парка. В частности, расчеты [взаимодействия неизотермического воздушного потока с парком вертикальных стальных резервуаров (N=3) с наливным объемом порядка - V= (0.5 – 20)10^3, $м^3$ и характерными размерами: высота стенки порядка - H= (12-15), м; внутренний диаметр порядка - D= (20-30),м; конструктивным коэффициентом порядка - χ=D/H= (3.0 -3.1) и расстояниями между объектами S>(0.65 – 0.75) D, м] выполнялись в соответствии с рекомендациями и документацией [3], включающей сведения о Российских нормах (Приказы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, так и международным требованиям). Предполагается, что турбулентное течение слабо сжимаемого газа отвечает условиям: $\Theta=T_w/T_0$=1.0-1.1, где температура потока (T_0) варьировалась в диапазоне (0-25),^{0}C, температура стенок РВС слабо чувствительна к механизмам смешанной конвекции, а механизмы переноса импульса и тепла отвечают вязкостно-инерционным режимам интенсивной турбулентности. Принято, что степень турбулентности набегающего потока - Tu=(1-10), %; критерий Рейнольдса -Re=(5 – 26)10^5, Рэлея - Ra<8 10^5, Pr=0.713-0.715.

Достоверность модели и метода оценивалась сравнениями с имеющимися опытными данными по локальным и интегральным параметрам течения и теплообмена [2]. Точность определения пульсационных величин изменений

тепло- и аэродинамической структуры потока оценивалась по методу вложенных сеток и составляла величину с погрешностью не менее 10^{-4}, %, по интегральным параметрам- до 0.1,% по трению, 1% - по теплообмену. Отдельные результаты исследования процессов в термодинамической системе “воздух–поверхность-РВС” [1], приведены на рисунках 1-10.

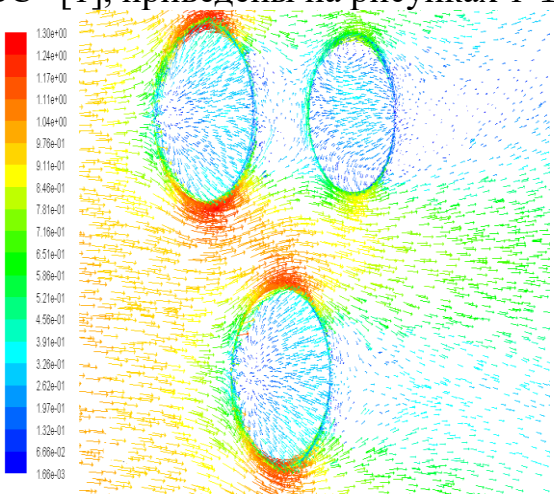


Рисунок 1 - Эволюция векторного поля скорости (вид сверху, движение – слева направо). Картина динамики отвечает условиям обтекания: $Re=5\cdot10^5$, $T_0=310^0K$.

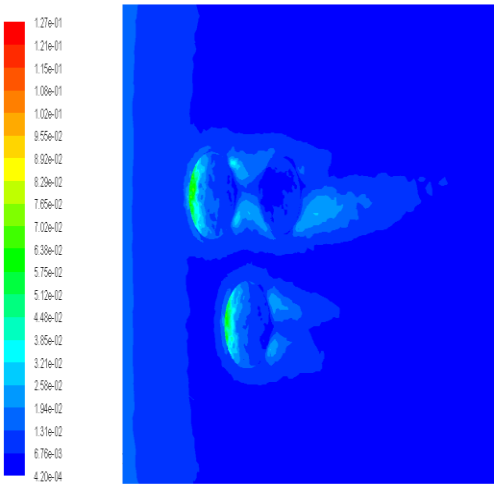


Рисунок 2 - Распределения кинетической энергии турбулентности (абсолютные значения) в условиях высокой интенсивности динамического пульсационного поля (вид сверху, нормально к обтекаемой поверхности, движение – слева направо при Tu=10%, $Re=9\cdot10^5$, $T_o=300^0K$.)

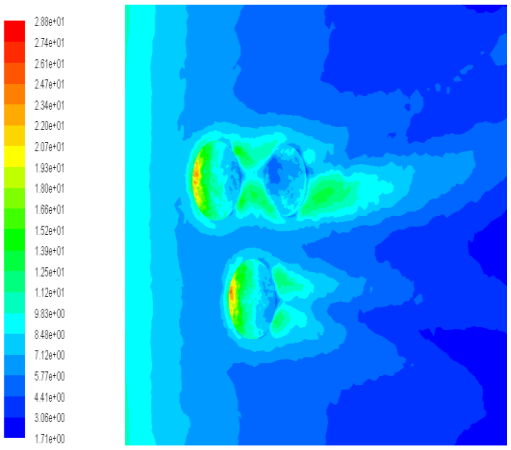


Рисунок 3 - Картина эволюции интенсивности турбулентности в условиях течения, аналогичных данным, представленным на рис.2

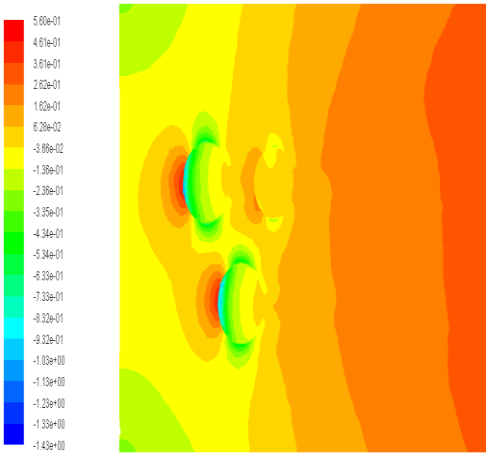


Рисунок 4 - Картина эволюции полного поля давления в условиях течений, аналогичных рис.2,3. Распределения характерны виду сверху (течение слева направо, $Re=9\cdot10^5$).

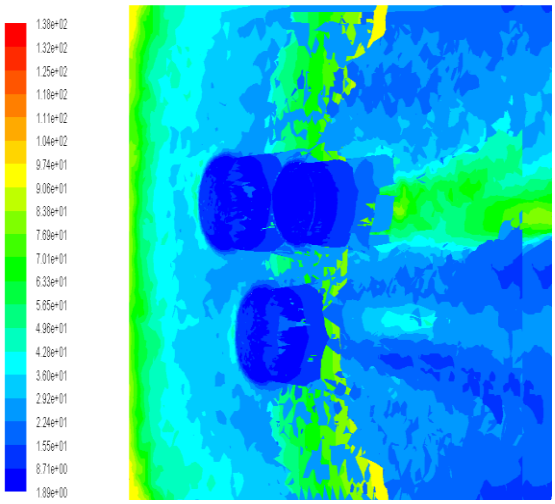


Рисунок 5 - Картина распределений значений коэффициента эффективной теплопроводности при обтекании резервуаров. Результаты расчетов и их демонстрация отвечают параметрам, аналогичным данным рис. 2.

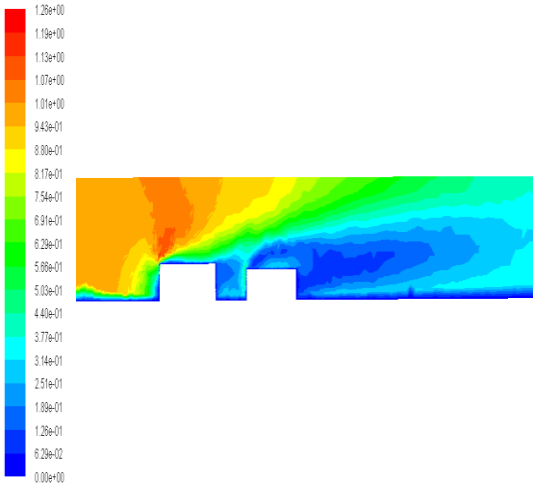


Рисунок 6 - Интенсивность изменений поля полной скорости в условиях рециркуляционных процессов при обтекании группы из 2 РВС подобной геометрии. Условия расчета и их демонстрация (вид сбоку) отвечает данным рис.1.

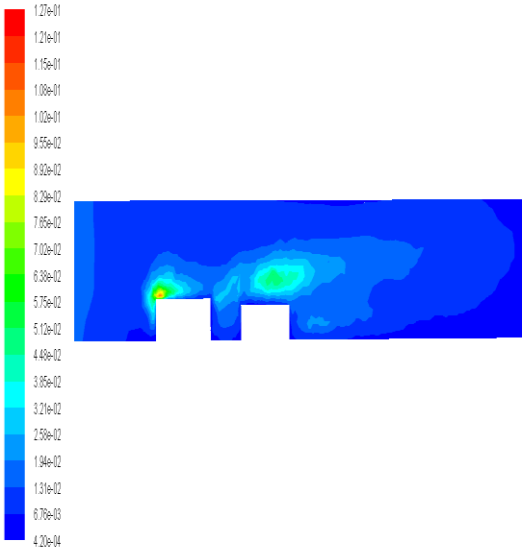


Рисунок 7 - Масштабы интенсивности кинетической энергии турбулентности в нормальном направлении к поверхности при обтекании парка из 2 РВС. Условия соответствуют: $Re=7\cdot10^5$, $T_0=300^0K$

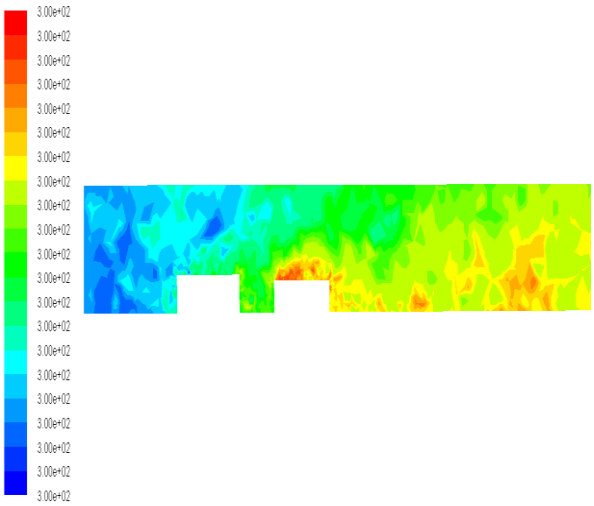


Рисунок 8 - Картина интенсификации тепловых процессов в атмосферном фронте вследствие изменений температурного поля в условиях турбулентного течения и теплообмена при обтекании группы из 2 РВС (данные расчета, их демонстрация отвечают условиям рис. 7).

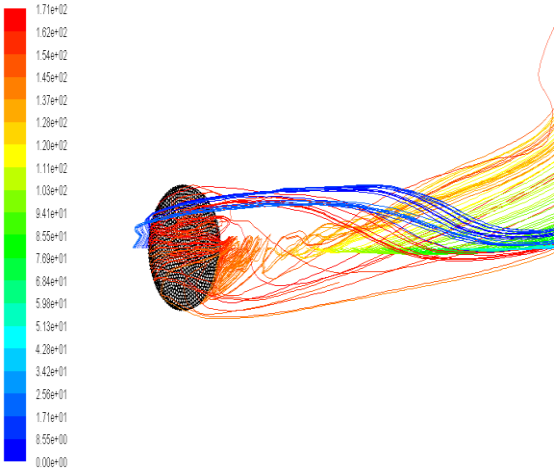


Рисунок 9 - Траектории линий тока произвольной интенсивности при обтекании одиночного хранилища. Расчеты отвечают случаю: $Re=7\cdot10^5$. Вид сверху.

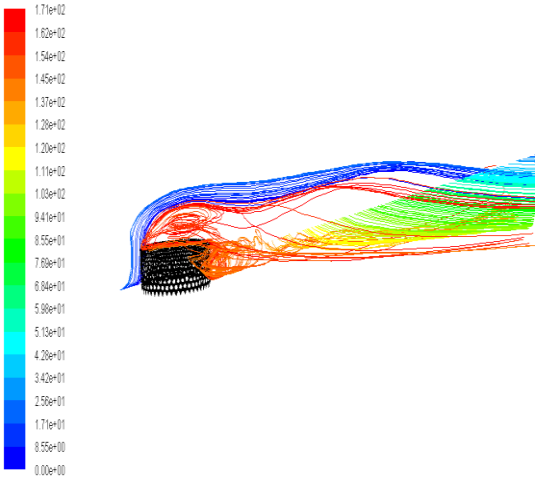


Рисунок 10 - Траектории линий тока произвольной интенсивности при обтекании одиночного хранилища в плоскости, строго нормальной к горизонтальной поверхности течения и площадке его размещения. Расчеты соответствуют данным рис. 9.

Из рисунков видно, что пристеночная динамика в условиях ускорения потока в межобъектном пространстве парка РВС (см. рис.1) стабильна лишь в ограниченной области изменений параметра S. В пограничной зоне следа и непосредственно за РВС формируются условия к интенсификации турбулентного переноса, об этом свидетельствуют повышенные значения уровня кинетической энергии турбулентности (см. рис.2). Такие особенности течения сопровождаются сложными изменения локальных свойств взаимодействующих вихрей, неоднородностью пульсационной структуры.

Данные на рис.3 фиксируют серьезные изменениях в интенсивности турбулентности при обтекании парка, которые весьма чувствительны к нетривиальным эффектам взаимодействия пульсаций поля скорости и давления при конвективно-диффузионных процессах.

Повышенные значения изменений поля давления (см. рис.4) в рециркуляционных зонах перед и за РВС способствуют интенсификации обменных процессов переноса и оказывают влияния на условия хранения продуктов, функционирование РВС за счет теплообмена с фазовыми превращениями. Так, из рис. 5 следует, что значения коэффициента молярного переноса тепла (теплопроводности) весьма чувствительны к аэродинамическим эффектам течения. Его поведение подчеркивает, что в тепловой структуре идут нетривиальные процессы из-за изменений турбулентного теплового потока. Стоит ожидать, что подход в расчете теплоты с использованием заключений о постоянстве турбулентного критерия Прандтля в широком диапазоне масштабов течения и теплообмена в наших условиях вряд ли корректен. В данных ситуациях будут востребованы более сложные модели второго порядка с дифференциальными уравнениями к прогнозу динами и теплопереноса.

В пользу такого заключения могут служить данные расчетов, представленные на рис. 6, 7, с характеристикой эволюции поля скорости и энергии турбулентности при обтекании парка из 2 РВС. Из этих рисунков следует, что размеры вихрей, интенсивность пульсационных процессов в них достаточно велики и составляют зоны до 20 диаметров.

Из рис.8 видно, что все это заметно интенсифицирует тепловые процессы как у границы РВС, так и обтекаемой воздухом поверхности земли. Тот факт, что атмосферные явления способны определять динамику фазовых процессов в хранилищах при отсутствии работ по теплоизоляции стенок РВС иллюстрируют данные результатов, представленных на рис. 9, 10. Из них хорошо видно, что характер изменений траекторий движения частиц воздуха специфичен. Он указывает, что рециркуляционные явления, обусловленные обтеканием, отрывом и присоединением вихрей при турбулентном течении сопровождаются высокой интенсивностью по всему контуру РВС.

Заключение

Исследование показывает, что моделирование и прогноз тепло- и аэродинамических процессов при обтекании парка РВС должно сопровождаться учетом специфических процессов в механизмах турбулентного переноса импульса и тепла. На них заметно влияют закономерности пространственного течения и теплообмена в вязких средах. Поэтому корректный прогноз энергозатрат на хранения нефтепродуктов требует заключений о трансформации воздушного потока от источников естественного и антропогенного происхождения, его влиянии на хранилища посредством эволюции рециркуляционных течений. В таких ситуациях обращение к моделям второго порядка с транспортными уравнениями для описания “тонких” свойств турбулентности представляется весьма важным и обоснованным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.Н. Харламов, Р.А. Альгинов, Н.Н. Кошелева, А.В. Сурков, К.С. Макеев. Моделирование рециркуляционных турбулентных течений при обтекании объектов топливно-энергетического комплекса // Вестник ЗСО РАЕН, №18, 2016.

2. Kharlamov, S.N., Kim, V.Yu., Silvestrov, S.I., Alginov, R.A., Pavlov, S.A. Prospects of RANS models with effects multiparameter at modeling of complex non-isothermal flows of viscous media in devices with any configuration of surface (2011) // Proceedings of the 6th International Forum on Strategic Technology, IFOST 2011. Vol. 2. PP. 787 - 791 doi: 10.1109/IFOST.2011.6021139

3. Харламов С.Н. Выработка решений по защите теплообменников от гидравлического удара. Материалы отчетов в ООО “Томский инженерно-технический центр”. Томск. 2012 (Х\д № 1-526/12у от 01.08.2012г.).

УДК 532: 681.3

С.Н. Харламов, В.Ю. Ким, В.В. Зайковский, А.В. Сурков, Н.Н. Кошелева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт природных ресурсов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТНО-ИНЕРЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА УГЛЕВОДОРОДНЫХ СРЕД НА УЧАСТКАХ НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА С ПЕРЕМЕННЫМИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ СТЕНКИ

Введение

При планировании, строительстве и эксплуатации нефтепродуктопроводов в условиях произвольного изменения рельефа местности, климата, реологических и теплофизических свойств транспортируемой среды весьма актуальными представляются проблемы оценок энергозатрат на эксплуатацию трубопровода с учетом потерь давления/напора на его определенных участках со специфическими режимами течения и теплообмена с окружающей внешней средой. Хорошо известно [1-3], что существует два вида потерь давления/напора, важных в гидравлических исследованиях сложных трубопроводных систем. В их число входят линейные, которые соизмеримы с длинной рассматриваемого участка, и локальные, сопровождаемые перестройкой теплогидродинамической структуры на относительно небольших его промежутках, обусловленных нелинейными внутренними физико-химическими и энергетическими взаимодействиями частиц среды под действием разных сил. Примером зональных изменений параметров течения могут служить эффекты генерации переменности теплофизических и реологических свойств из-за смены режимов транспорта, перепада температур, особенностей строения вещества, весьма чувствительных к низким значениям атмосферного температурного фронта и стенки. Поскольку в неизотермических условиях транспортировка сырья сопровождается переходами вихревой, тепловой и химической природы исследования гидродинамики и теплообмена требуют асимптотических оценок потерь напора по всему спектру масштабов процессов переноса в вязкостных, вязкостно-инерционных и вязкостно- инерционно –гравитационных режимах [4]. В таких режимах произвольного функционирования трубопроводов повышается внимание к формулировке критериев подобия, отвечающих за указанные переходы. Изучение и установление характера связи процессов переноса с критериями Рейнольдса (Re, вихревые эффекты), Рэлея (Ra, тепловые процессы) важно для включения их в соответствующие уравнения подобия к определению сопротивления (критерий Эйлера), теплообмена (критерий Нуссельта). Все это определяет важный инженерный результат прогноза потерь. Построение соответствующих законов - предмет глубоких фундаментальных и прикладных

исследований сопряженного тепло- и массообмена и представляет собой нетривиальную задачу.

Учитывая вышесказанное, в настоящей работе поставлена *цель:* детально проанализировать гидродинамику и теплообмен в условиях вязкостно-инерционных режимов течения углеводородных сред с существенными изменениями теплофизических свойств во внутренних системах (трубопроводах), которые осуществляются при ламинарном и турбулентном устойчивых движениях; выдать рекомендации к управлению структурой потока, уяснению его поведения при интенсификации термодинамических процессов, как в стенке, так и внутри рабочего тела.

Заметим, что обращение к ламинарным и турбулентным режимам транспорта (при $Ra<8\cdot10^5$) хоть и упрощает физический анализ определения потерь (без смешанной конвекции), но не снимает проблем моделирования низкорейнольдсовых эффектов в пристеночных областях течения и теплообмена, подверженных эффектам прямого и обратного перехода (реламинаризации) за счет изменений динамики и свойств среды и стенки. В этой части результаты настоящего исследования могут служить материалом к увеличению банка данных не только в части оценок потерь напора в сложном потоке, но и в части разработок гибких математических моделей прогноза турбулентности в переходных ламинаризующихся течениях. В этом смысле настоящее исследование особенно актуально для нефтегазовых приложений.

Постановка задачи и ее определяющие уравнения

Хорошо известно [1-5], что вязкостно-инерционный режим из-за специфики ламинарного и турбулентного течений будет требовать универсального описания эффектов падения давления. В частности, ламинарный - характеризуется плавным слоистым переходом значений скорости от нуля на стенки до максимума на оси потока в осесимметричных каналах и желателен с точки зрения малых потерь давления. Последние будут существенно меньше в сравнении с турбулентным режимом. Однако, в нем из-за иррегулярности существенно интенсифицируются диффузионные процессы с малыми скоростями движения и повышается эффективная вязкость. Такие течения исследуют разными подходами. Но, в приложениях особенно успешен RANS-метод с временным осреднением искомых величин по Рейнольдсу [6]. Библиографический анализ проблемы показывает, что именно при ламинарном режиме течения возникают зоны повышенной вязкости, обусловленные низкой температурой стенки [7, 8].

Физическая картина течения сводится к следующему. Предполагается, что имеет место симметричное движение вязкой углеводородной химически однородной среды (нефти) с реологическими свойствами ньютоновской несжимаемой жидкости и переменными теплофизическими свойствами из-за изменений температуры в трубопроводе постоянного поперечного сечения. Течение осуществляется в отсутствии действия внешних сил (сил тяжести) в режимах, характерных для ламинарного и турбулентного течений, по схеме.

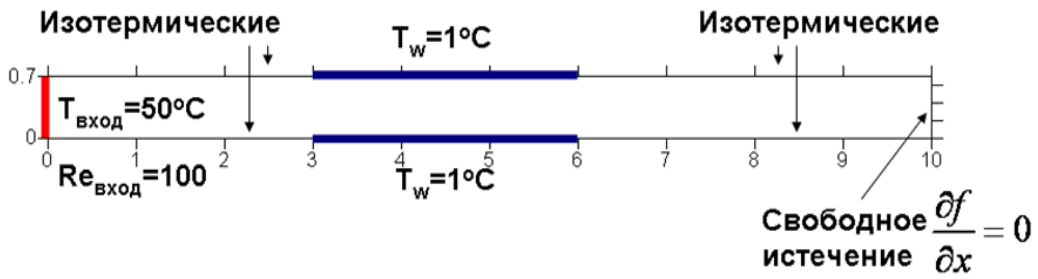


Рисунок 1 - Детали исследуемого процесса с характеристикой краевых условий на рабочем участке трубопровода постоянного поперечного сечения

Система определяющих уравнений включает законы сохранения массы (уравнение неразрывности), импульса (полные уравнения Навье - Стокса), энергии и в декартовой системе координат имеет следующий вид [6,8]:
уравнение сохранения массы вещества -

$$\frac{\partial(\rho U)}{\partial x}+\frac{\partial(\rho V)}{\partial y}=0 \quad ; \qquad (1)$$

двумерные уравнения Навье – Стокса

$$\frac{\partial\left(\rho U^2\right)}{\partial x}+\frac{\partial(\rho UV)}{\partial y}=-\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\mu\frac{\partial U}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial U}{\partial y}\right), \qquad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho VU)}{\partial x}+\frac{\partial\left(\rho V^2\right)}{\partial y}=-\frac{\partial p}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\mu\frac{\partial V}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial V}{\partial y}\right); \qquad (3)$$

уравнение энергии -

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho UT)+\frac{\partial}{\partial y}(\rho VT)=\frac{\lambda}{C_p}\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right)+\mu\Phi_v \quad . \qquad (4)$$

Все обозначения общепринятые. Причем моделирование турбулентности выполняется в рамках RANS –метода, где для замыкания соответствующих уравнений привлекается двухпараметрическая (kL) модель Г.С. Глушко, детально представленная в [6].

Элементы численного решения

Численная реализация данных уравнений строилась по геометрии (см. рис.1): длинна участка трубопровода (10-20) метров, диаметр (70-90) сантиметров. На входе втекает поток температурой (50-60) °C и начальной скоростью при числе Рейнольдса Re=100 - 10000. Трубопровод везде кроме участка с 3 до 6 метров имеет изотермические стенки. На участке с

неизотермичностью температура стенки Tw=1°C. Заметим, что при моделировании теплофизических свойств нефти – вязкости, плотности использовалась температурная зависимость Beal и др. [1, 6-8], которая хорошо зарекомендовала себя и широко используется в прикладных программах при подсчете зависимостей свойств нефти от температуры. Расчеты выполнены с использованием метода контрольного объема, алгоритма SIMPLE с привлечением метода прогонки к решению линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей коэффициентов. Сведения по валидации численного метода и верификации модели турбулентности детально изложены в [2, 5, 9].

Результаты исследования и их анализ

В результате систематических численных исследований изменений локальной структуры потока в трубопроводе были отобраны следующие данные, представленные на рис.2-9. Так, на рис. 2-4 приведены картины изменений термодинамической структуры потока при ламинарном режиме.

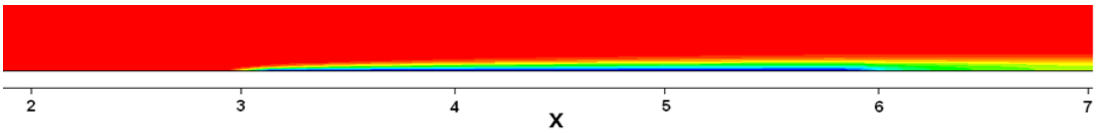


Рисунок 2 - Пространственная картина изменений температурного поля в трубопроводе

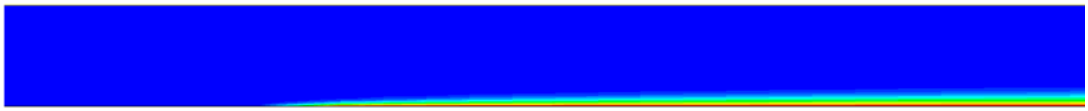


Рисунок 3 - Эволюция поля динамической вязкости среды на участке интенсивного теплообмена.

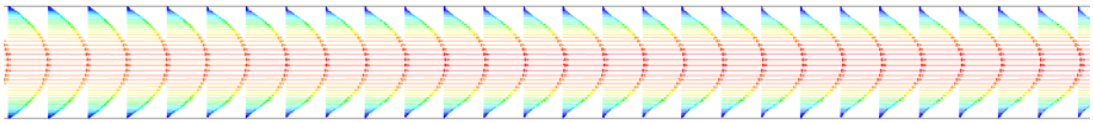


Рисунок 4 - Изменение векторного поля полной скорости, обусловленного изменением вязкости у стенки с характерным вытягиванием на оси.

Из рис. 2-4 следует, что торможение потока у стенки в течениях с постоянным расходом формирует условия для ускорения течения в приосевой зоне. Такое поведение скорости определенно проявится в интегральных параметрах (коэффициенте сопротивления и теплообмена). Прохождение потока с низкой скоростью у стенки будет способствовать экстенсификации процессов переноса импульса и тепла в сравнении с течением среды с постоянными

свойствами. Отдельные результаты изменений параметров локальной структуры потока приведены на рис. 5-9.

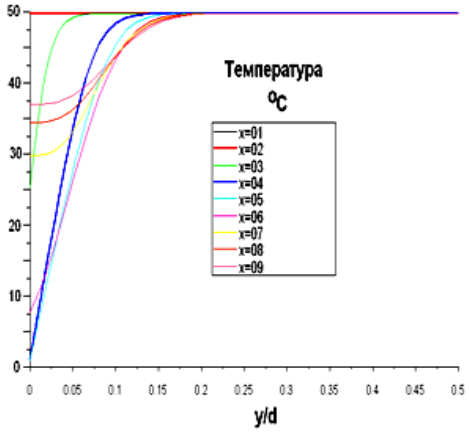


Рисунок 5 - Радиальные распределения температуры потока в отдельных выделенных по радиусу трубы сечениях и в условиях течения и теплообмена, аналогичных схеме рис. 1

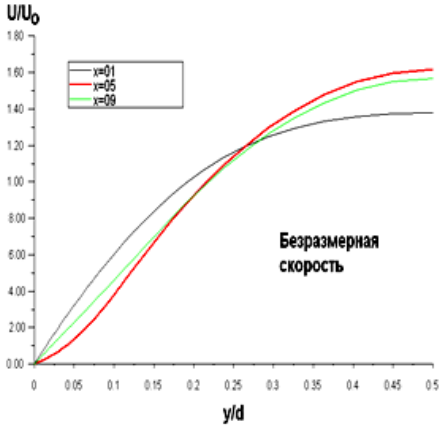


Рисунок 6 - Радиальные распределения безразмерной осевой компоненты вектора скорости в отдельных выделенных по радиусу трубы сечениях. Расчеты отвечают данным процесса на рис.5.

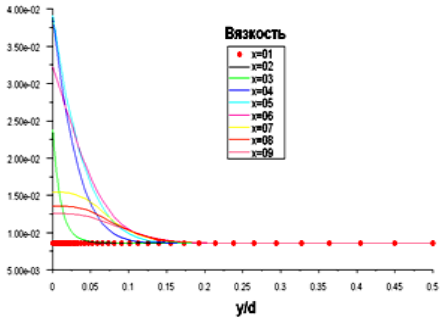


Рисунок 7 - Радиальные распределения динамической вязкости в условиях, характерных данным на рис. 5, 6.

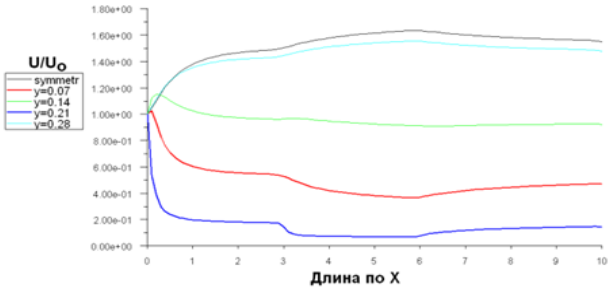


Рисунок 8 - Распределения относительной осевой скорости по длине трубопровода в некоторых выделенных радиальных сечениях.

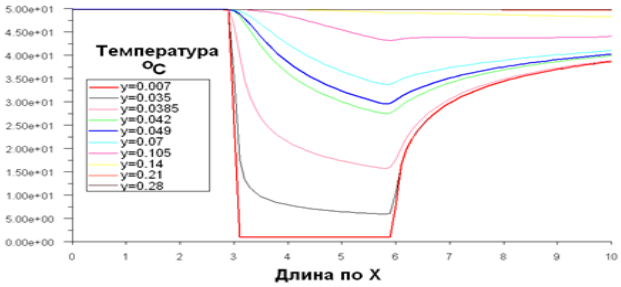


Рисунок 9 – Поле абсолютных значений температуры в трубопроводе в зависимости от длины

Картина данных, представленных на рис. 5-9 показывает, что эволюция полей температуры, скорости весьма чувствительна к зоне повышенной вязкости у охлаждаемой стенки. Ее изменения проникают вглубь потока на расстояние порядка 15% диаметра трубы. И это может служить причиной существенных погрешностей в прогнозе величины потерь давления в сравнении со случаем течения с постоянными теплофизическими свойствами.

Транспортировка сырья в турбулентном режиме и ее результаты демонстрируют, что при той же геометрии трубопровода размеры зоны повышенной вязкости весьма малы, чтобы оказывать влияние интегральные процессы. Заметим, что при увеличении длины канала и границы воздействия охлаждающей стенки расчет турбулентного течения и теплообмена требует больших вычислительных затрат. Они связаны с необходимостью корректного расчета низкорейнольдсовых эффектов у стенок по двухпараметрической модели турбулентности.

Заключение

В результате исследования можно сформулировать следующие выводы Построенная модель и метод вполне корректны в прогнозах изменений локальной структуры углеводородных сред в потоках с зонами повышенной вязкости и при существенной переменности теплофизических свойств в вязкостно-инерционных режимах течения. Зона распространения возмущений от изменений вязкости достаточно протяжена и ограничена размерами порядка 15% диаметра трубопровода. Причем на размер области влияет и коэффициент теплопроводности флюида. Установлено, что при турбулентных течениях эти эффекты слабо заметны и не фиксируются даже в режимах с квазиламинарными параметрами. Опыт показывает, что проявления эффекта стоит ожидать на геометрии трубы заметно большей, нежели в случае ламинарных процессов. Кроме того, с увеличением расчетной области растут вычислительные затраты и на пределе вычислительных возможностей был получен результат для трубопровода длиной 1км. Расчеты показывают, что данной длины все же не хватает для полного охлаждения поля течения жидкости и для возможного появления зон ламинаризации [6, 9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.Е. Идельчик. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. / Под ред. И.О. Штейнберга. -3-е изд. перераб. и допол. – М.: Машиностроение, 1992 - 672с.

2. S.N. Kharlamov, R.A. Alginov. Specific Aspects of Turbulent Flow Separation in Nods and Junctions of Pipelines // IOP Conf. Ser.: Earth Environ., Sci. 21 012038, 2014. P. 1-5. doi:10.1088/1755-1315/21/1/012038

3. S. Kharlamov, P. Dedeyev, L. Meucci, I. Shenderova, A. Manastirniy and M. Usenko. Suppression of flow pulsation activity by relaxation process of additive effect on viscous media transport // PGON2015 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012061. P. 1-7. doi:10.1088/1755-1315/27/1/012061

4. Б.С. Петухов. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении жидкости в трубах.- М.: Энергия, 1967. – 412с.

5. С.Н. Харламов, Р.А. Альгинов. Исследование пространственных турбулентных процессов в узлах и сочленениях трубопроводов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. - №ОВ3. С. 466-482

6. А.М. Бубенчиков, С.Н. Харламов. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях. – Томск.: Томский государственный университет, 2001.-440с.

7. Р.Н. Бахтизин, А.А. Шутов, К.Ю. Штукатуров. Моделирование режимов работы трубопроводов с применением комплекса программ NIPAL 3.0. (Non Isothermal Pipeline for Abnormal Liquids) // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2004. №1. С. 1-7. URL: http://ogbus.ru/authors/Bahtizin/Bahtizin_1.pdf

8. Лойцянский Л.Г., Механика жидкости и газа – М.: Дрофа, 2003. -898с.

9. S.N. Kharlamov, R.A. Alginov Turbulent flow laminarization under conditions of spatial and heat deformations in pipelines // SPE 162018- P. 1-5. www.onepetro.org,DOI 10.2118/162018-MS ISBN 978-1-61399-214-2

УДК 532: 681.3

С.Н. Харламов, Р.А. Альгинов, Н.Н. Кошелева, А.В. Сурков, К.С. Макеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Института природных ресурсов

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПРИ ОБТЕКАНИИ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Введение

На состояние уровня развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) любой промышленно развитой страны серьёзно влияют проблемы оптимизации разнообразных технологических процессов, обеспечивающих как функционирование трубопроводной системы, так и хранение энергетического сырья. Данные процессы требуется увязывать с работой трубопроводной сети в экстремальных режимах, связанных с изменениями климата и тепло-, аэро- и гидродинамических явлений в трубопроводах и внешней среде. Кроме того, нередки ситуации, связанные с неравномерностью потребления нефтепродуктов. Последнее вызывает необходимость организации мероприятий по их размещению в объектах хранения с учетом фактора минимизации больших потерь от испарения, утечек, рециркуляционных аэродинамических эффектов и сопряженного тепломассообмена с окружающей внешней средой. В таких условиях задачи математического моделирования взаимосвязанных и

нелинейных, многофакторных и многопараметрических пространственных явлений, как в трубопроводной системе, так и резервуарном парке, а также их решения, качающиеся проблем оптимального конструирования, строительства, размещения и функционирования объектов хранения становятся весьма актуальными.

Хорошо известно, что в исследованиях открытых термодинамических систем в режимах неустойчивости, обусловленной переходами вихревой и тепловой природы, иррегулярностью, нестационарностью и неоднородностью распределений аэродинамических и скалярных характеристик (тепла, массы) в сложных сдвиговых гомогенных и гетерогенных течениях смесей газов с примесью и без частиц пыли, востребованы инженерные модели RANS-метода, включающие транспортные дифференциальные уравнения для прогноза турбулентного тепломассопереноса [1-3]. В настоящее время в описании деталей многомасштабности развивающихся течений вязких сред, осложненных тепломассопереносом, вполне удовлетворительно выглядят двухпараметрические ($k\varepsilon$)-, ($k\tau$)-, ($k\omega$)-, (kL)- модели В. Е. Лаундера, Б.И. Шарма, К.Г. Спезиэла, Д.С. Уилкокса, Ф.Р. Ментера, Г.С. Глушко и др. в части прогноза молярной вязкости (μ_t) в гидродинамическом блоке общего решения внутренних и внешних задач динамики вязких сред и ($\overline{\theta'^2}$ - ε_θ) - модели Ю. Нагано, К. Ким, М. Юссеф, М. Тагава и др. для интенсивности пульсаций теплового поля ($\overline{\theta'^2}$) и его дисперсии (ε_θ) при определении коэффициента молярной теплопроводности (λ_t) в решении тепловой части. Заметим, что анализ используемого подхода к исследованию интенсивности процессов молярного переноса в рамках отмеченных выше моделей моментного метода, подробно представлен в [2, 3]. Кроме того, в определенных условиях предсказания изменений неоднородной анизотропной структуры по указанным моделям следует считать вполне корректными. Вместе с тем, требуются четкие представления о границах достоверности подобных расчетов с модельным представлением о скалярном характере изменения молярной вязкости и теплопроводности в переходных и рециркуляционных течениях, при обтекании поверхности тел со сложной геометрией. В таких условиях сведения по уточнению результатов расчета по многопараметрическим дифференциальным моделям второго порядка для корреляционных моментов пульсаций поля скорости и скаляра представляются весьма ценными. Последнее справедливо и в прикладных и в фундаментальных исследованиях вихревых течений с произвольной степенью турбулизации.

Учитывая высказанное в настоящей работе поставлена ***цель***: сформулировать постановку и метод решения задачи о трансформации воздушного потока от источников естественного и антропогенного происхождения и его влиянии на хранилища посредством эволюции рециркуляционных течений, которые способны интенсифицировать и динамические, тепловые и фазовые процессы (например, испарение, конденсация) в открытых и замкнутых пространствах и полостях хранилищ, а также увеличить потери тепла в атмосферу со стенок резервуаров при длительном хранении природного сырья.

Физическая и математическая постановка

Рассматриваются неизотермические, стационарные и нестационарные, пространственные течения вязких сред с неоднородной анизотропной структурой турбулентности в широком диапазоне изменений масштабов вихревых структур. Предполагается, что течения и теплообмен воздуха с объектами хранения осуществляются в условиях действия гравитационных сил. Термодинамическая система “воздушная среда – отдельные хранилища” отличается нелинейностью вследствие переменности теплофизических свойств в потоке и стенках хранилищ. В процессах переноса доминируют вязкостно-инерционные режимы течения и теплообмена. Воздушный поток представляет собой однокомпонентный, химически инертный, идеальный, слабо сжимаемый газ с ньтоновскими реологическими свойствами, в котором пренебрежимо малыми считаются процессы переноса массы, а скорости течения характерны для дозвукового режима. По форме и схеме установки резервуары для хранения нефтепродуктов представляют собой наземные вертикальные цилиндрические стальные сосуды со стационарными крышами, установленными на ровной поверхности с расстоянием не менее 0.75 их диаметра.

В этом случае система определяющих уравнений к описанию аэродинамики и теплообмена отвечает условиям задачи динамики вязкого газа для обтекания поверхности со сложной формой, которая способствует формированию рециркуляционных течений с отрывом и присоединением потока к стенкам. Она включает уравнения законов сохранения массы (неразрывности), импульса (осредненных по Рейнольдсу полных уравнений Навье- Стокса), энергии и состояния. Полезно отметить, что в нашем случае ***общая система*** достаточно громоздка, т.к. включает гидродинамический и тепловой блоки, которые для большинства сложных течений из-за своей не замкнутости (по причине используемого выше осреднения) включает новые неизвестные - турбулентные потоки импульса и тепла. Для их определения требуется дополнительная система уравнений (*модель турбулентности*). Практический опыт исследования подобных процессов показывает, что преимущества моделей с транспортными уравнениями для моментов второго порядка (потоков тепла и массы) в данных условиях неоспоримы [см., например, (1-3)] и может служить аргументом в пользу их использования для замыканий общей системы уравнений. Таким образом, гидродинамическая и тепловая части системы уравнений в декартовых координатах и в индексной записи имеют вид, представленный ниже.

Гидродинамический блок с многопараметрической моделью переноса рейнольдсовых напряжений:

$$\frac{\partial U_j}{\partial x_j} = 0; \qquad (1)$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial t}+U_j\frac{\partial U_i}{\partial x_j}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\nu\left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j}+\frac{\partial U_j}{\partial x_i}\right)-\overline{u_i'u_j'}\right]; \tag{2}$$

$$\begin{gathered}\frac{\partial\overline{u_i'u_k'}}{\partial t}+U_j\frac{\partial\left(\overline{u_i'u_k'}\right)}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\nu\frac{\partial\left(\overline{u_i'u_k'}\right)}{\partial x_j}\right)+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[c_s\left(\frac{k}{\varepsilon}\right)f_\mu\overline{u_k'u_\ell'}\frac{\partial\left(\overline{u_i'u_k'}\right)}{\partial x_\ell}\right]+\\ +p_{iK}-\frac{2}{3}\frac{\varepsilon}{k}\left[(1-f_s)\delta_{ik}k+\frac{3}{2}\left(\overline{u_i'u_k'}\right)f_s\right]+R_{ik_1}+R_{ik_2}+R_{ik_w};\end{gathered} \tag{3}$$

$$\begin{gathered}\frac{\partial\varepsilon}{\partial t}+U_k\frac{\partial\varepsilon}{\partial x_k}=\frac{\partial}{\partial x_k}\left(\nu\frac{\partial\varepsilon}{\partial x_k}\right)+\frac{\partial}{\partial x_k}\left[c_\varepsilon\left(\frac{k}{\varepsilon}\right)f_\mu\overline{u_k'u_\ell'}\frac{\partial\varepsilon}{\partial x_\ell}\right]+c_{\varepsilon_1}\frac{\varepsilon}{k}P-\\ -c_{\varepsilon_2}f_\varepsilon\frac{\varepsilon\cdot\tilde{\varepsilon}}{k}+c_{\varepsilon_3}\nu\left(\frac{k}{\varepsilon}\right)f_\mu\overline{u_i'u_k'}\frac{\partial^2U_i}{\partial x_j\partial x_\ell}\cdot\frac{\partial^2U_i}{\partial x_k\partial x_\ell};\end{gathered} \tag{4}$$

$$p=\rho R\theta \tag{5}$$

Заметим, что замыкающими параметрами в гидродинамическом блоке выступают постоянные и демпфирующие связи, взятые по работам Б. Лаундера, Б. Шарма, С. Элгобаши [2]. В частности,

$$c_{\varepsilon_4}=0{,}15;\ c_{\varepsilon_1}=1{,}45\approx c_{\varepsilon_2}-2{,}9c_{\varepsilon_4};\ c_{\varepsilon_2}=1{,}9;\ a_2=0{,}028;\quad c_{\varepsilon_3}=20; \tag{6}$$

$$f_\mu=\exp\left[\frac{-3{,}4}{\left(1+\mathrm{Re}_t/50\right)^2}\right];\quad P=-\overline{u_i'u_k'}\frac{\partial U_i}{\partial x_k};\quad f_\varepsilon=1-a_1\exp\left(-a_2\mathrm{Re}_t^2\right);\quad a_1=\left(1-\frac{1{,}4}{c_{\varepsilon_2}}\right). \tag{7}$$

$$P_{ik}=-\left(\overline{u_i'u_j'}\frac{\partial U_k}{\partial x_j}+\overline{u_i'u_k'}\frac{\partial U_i}{\partial x_j}\right). \tag{8}$$

Тепловая часть задачи с моделью второго порядка для турбулентного теплового потока с учетом разномасштабности диссипации динамического и теплового поля

Система уравнений, определяющая перенос скалярной величины (температуры - θ, турбулентный тепловой поток - $\overline{u_i'\theta'}$, баланса автокорреляции пульсаций температуры - $\overline{\theta'^2}$, а также скорости ее диссипации - ε_θ) в приземном низкорейнольдсовом слое турбулентного течения, имеет вид:

$$\frac{\partial\theta}{\partial t}+U_j\frac{\partial\theta}{\partial x_j}=\frac{\nu}{\mathrm{Pr}}\frac{\partial^2\theta}{\partial x_j^2}-\frac{\partial}{\partial x_j}\overline{u_j'\theta'}; \tag{9}$$

$$\begin{gathered}\frac{\partial\overline{u_i'\theta'}}{\partial t}+U_k\frac{\partial\overline{u_i'\theta'}}{\partial x_k}=\frac{\partial}{\partial x_k}\left[\left(\nu+\frac{(a-\nu)}{(n_i+2)}\right)\frac{\partial\overline{u_i'\theta'}}{\partial x_k}\right]+\frac{\partial}{\partial x_k}\left[c_{s\theta}\frac{k}{\varepsilon}\left(\overline{u_i'u_\ell'}\frac{\partial\overline{u_k'\theta'}}{\partial x_\ell}+\overline{u_k'u_\ell'}\frac{\partial\overline{u_i'\theta'}}{\partial x_\ell}\right)\right]-\\ \overline{u_i'u_k'}\frac{\partial\theta}{\partial x_k}-\overline{u_k'\theta'}\frac{\partial U_i}{\partial x_k}-(1-f_S)c_{1\theta}\frac{\varepsilon}{k}\overline{u_i'\theta'}+c_{2\theta}\frac{\partial U_i}{\partial x_k}\overline{u_k'\theta'}-\end{gathered}$$

$$\left[c_{1\theta w} f\left(\frac{L}{y}\right)+f_s n_k n_i\right]\frac{\varepsilon}{k}\overline{u'_k\theta'}-\frac{1}{2}f_s\left(1+\frac{1}{\mathrm{Pr}}\right)\frac{\varepsilon}{k}\left[\overline{u'_i\theta'}+\overline{u'_k\theta'}n_k n_i\right] \qquad (10)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\overline{\theta'^2}}{2}\right)+U_j\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\overline{\theta'^2}}{2}\right)=\frac{\partial}{\partial x_j}\left(a\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\overline{\theta'^2}}{2}\right)\right)+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[c'_{s\theta}\frac{k}{\varepsilon}\sqrt{2\sigma}\,\overline{u'_j u'_k}\frac{\partial}{\partial x_k}\left(\frac{\overline{\theta'^2}}{2}\right)\right]-\overline{u'_j\theta'}\frac{\partial\theta}{\partial x_j}-\varepsilon_\theta\,;\ \sigma=\frac{\overline{\theta'^2}\varepsilon}{(2\varepsilon_\theta k)} \qquad (11)$$

$$\frac{\partial\varepsilon_\theta}{\partial t}+U_j\frac{\partial\varepsilon_\theta}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left(a\frac{\partial\varepsilon_\theta}{\partial x_j}\right)+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[c'_{\varepsilon\theta}\sqrt{2\sigma}\frac{k}{\varepsilon}\overline{u'_j u'_k}\frac{\partial\varepsilon_\theta}{\partial x_k}\right]-c_{\varepsilon\theta 1}\frac{\varepsilon_\theta}{\overline{\theta'^2}}\overline{u'_j\theta'}\frac{\partial\theta}{\partial x_j}-$$

$$c_{\varepsilon\theta 2}\frac{\varepsilon_\theta}{k}\overline{u'_j u'_k}\frac{\partial U_j}{\partial x_k}-c_{\varepsilon\theta 3}\frac{\varepsilon_\theta^2}{\overline{\theta'^2}}-c_{\varepsilon\theta 4}\frac{\varepsilon\varepsilon_\theta}{k}\,. \qquad (12)$$

Заметим, что все обозначения в общей системе (1) – (12) общепринятые. Сведения по деталям моделирования неоднородной турбулентности, значениям постоянных и ее демпфирующих соотношений для динамического и теплового блока можно найти в [2-4]. Кроме того, математическая формулировка рассматриваемой задачи, опирающаяся на двухпараметрические модели турбулентности типа (кε)- С. Элгобаши, Б. Лаундера, (kτ)- К. Спезиэла, А. Курбацкого, (kω)- Ф. Ментера, (kL)- Г. Глушко с замыканиями типа Буссинеска и включением молярных коэффициентов (μ_t, λ_t) импульса и тепла детально сформулированы, например, в [2-6]. Однако, учитывая требования к ограничению объема статьи к публикации, эта часть может быть опущена без ущерба к формулировке общей постановки задачи.

Краевые условия и метод решения

Численное решение системы определяющих уравнений и замыкающих связей (1) – (12) строится с использованием полунеявного метода для связанных давлением уравнений (SIMPLE алгоритма) и метода контрольного объема. При получении разностных аналогов для компонент вектора скорости используются разнесенные “шахматные” сетки. Дискретные аналоги дифференциальной задачи рассчитываются методом переменных направлений, причем на каждом своем шаге система линейных алгебраических уравнений решалась с помощью метода прогонки с трехдиагональной матрицей коэффициентов (для скалярных характеристик) и Гаусса-Зейделя (для компонент скорости). В итерационном процессе, ориентированном на ускорение или замедление сходимости той или иной расчетной величины использовался метод верхней или нижней релаксации.

Расчеты выполнены при следующих граничных условиях: на входе - однородные распределения всех зависимых переменных (или отвечающие известным экспериментальным режимам); в выходной и достаточно удаленной зоне от области интенсивных рециркуляций – “мягкие граничные условия”; на твердых поверхностях (земля-стенки резервуара) – условия отсутствия скольжения, теплоизоляции или функциональной зависимости для поля температуры (первого или второго рода) по известным опытным данным; на достаточном удалении в нормальном направлении к горизонтальной границе обтекаемой поверхности расчетной системы – условия внешнего течения и

теплообмена. Важно отметить, что на основе предлагаемой физико-математической и численной модели аэродинамики и теплообмена (с учетом деталей функционирования технологических процессов на объектах ТЭК, кратко изложенных в [7, 8]) в [9] представлены результаты эволюции течений и теплообмена при обтекании резервуарного парка, состоящего из трех хранилищ с целью: а) уяснения закономерностей процессов переноса в приземной части расчетной области; б) определения размеров и интенсивности рециркуляционных эффектов, способных влиять на состояние и качество продуктов хранения из-за формирования условий для значительных потерь тепла в атмосферу, уменьшения расхода тепла на подогрев нефтепродуктов, а также уменьшения затрат на подогревательные устройства и обеспечение теплоизоляции наружных поверхностей резервуаров. Так, на рис. 1, 2 приведены отдельные результаты моделирования, расчета и прогноза динамических процессов в открытых системах.

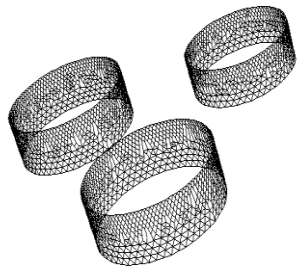


Рисунок 1 - Модельный парк РВС с деталями разносной сетки, включающей сгущение узлов в вертикальной плоскости адаптированной к расчету локальной структуры сложного турбулентного течения в рециркуляционных зонах.

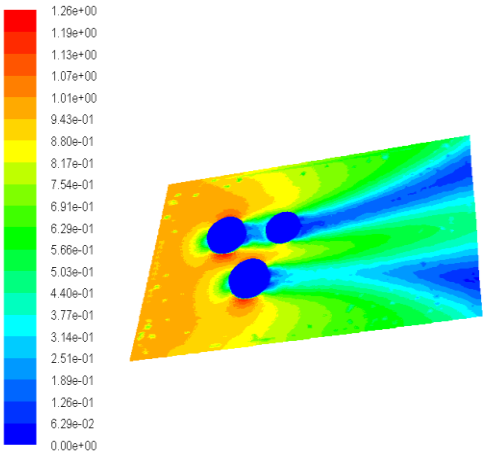


Рисунок 2 - Характерная карта изменений полной скорости (движение – слева направо, вид обтекания: сверху-сбоку) для случая течений с $Re=7\cdot10^5$, $T_0=300^0$K. Расчет с привлечением (kε)-модели Б. Лаундера, Б. Шарма, С. Элгобаши [2]

Из рисунков видно, что формирование зон отрыва, присоединения потока с интенсификацией обменных процессов в приземном фронте и в областях перед, за и между объектами способны генерировать специфические условия для переходных, устойчивых и неустойчивых изменений в локальной теплодинамической структуре. Расчеты показывают, что выраженное ускорение в межобъектной зоне приземного течения при обтекании вертикальных участков, а также крыш строений заметно снижается. Установлено, что выражены эти явления в зонах следа, где превалируют сложные нелинейные механизмы конвективно-диффузионного взаимодействия, активизируются переходные эффекты, обусловленные особенностями изменений пульсационного поля скорости и давления. Расчет этих областей повышает

требования к выбору двухпараметрических моделей турбулентности со скалярным характером изменений соответствующих коэффициентов переноса.

Заключение

В результате исследования сформулирована постановка задачи, изложена методика и представлены отдельные численные результаты по анализу влияния рециркуляционных атмосферных течений на интенсификацию обменных процессов в областях взаимодействия воздуха с криволинейной поверхностью, составленной из геометрии хранилищ. Заметим, что в данной модели учтены все важнейшие физические механизмы пространственного перемещения атмосферного пограничного слоя. Причем важным среди них является учет неоднородностей в структуре турбулентности, а также воспроизведение взаимодействия динамики свободной атмосферы, которая может в значительной мере контролироваться тепловыми потоками естественного и антропогенного характера, связанного с флуктуациями динамического и теплового поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вараксин А.Ю. Турбулентные течения газа с твердыми частицами. – М.: Физматлит, 2003.-192с.

2. Бубенчиков А.М., Харламов С.Н. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях. - Томск: Изд-во Томский государственный университет, 2001. -448с.

3. Kharlamov S.N., Alginov R.A. Engineering approaches' progress in calculation of inhomogeneous turbulence in pipelines// SPE Russian Oil and Gas Technical Conference and Exhibition. 2010. RO and G 10; 2010. Vol. 2. PP. 798-805. Moscow; Russian Federation; 26 October 2010 through 28 October 2010; Code 83613

4. Kharlamov S.N. Actual Problems of Hydrodynamics at Internal not-Isothermal Flows in Fields of Mass Forces. P. 183-232, chapter from the monograph “Hydrodynamics: Theory and Model”. Edited by Jinhai Zheng. - Intech, Croatia. - 2012. -307p.

5. Бруяцкий Е.В. Турбулентные стратифицированные струйные течения. - Киев: Наукова думка. -1985. -296с.

6. Турбулентные сдвиговые течения 1 / Под ред. Ф. Дурста, Б. Лаундера и др. Пер. с агл. -М.: Машиностроение. -1982. -432с.

7. Харламов С.Н. Выработка решений по защите теплообменников от гидравлического удара. Материалы отчетов в ООО “Томский инженерно-технический центр”. Томск. 2012 (Х\д № 1-526/12у от 01.08.2012г.).

8. Харламов С. Н., Усенко Ю. И., Ковалев Ю. А. Моделирование газодинамических и термохимических быстропротекающих процессов в узлах трубопроводных систем [Электронный ресурс] // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летнему юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. -

Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 2 - С. 526-528. - Режим доступа: http://portal.tpu.ru/scince/konf/usovma/2015

9. С.Н. Харламов, В.Ю. Ким, Д.Н. Новоселов, С.В. Черняков, А.Г. Маньшин. Статистические модели второго порядка с транспортными уравнениями для локальных свойств турбулентности в прогнозе влияния атмосферных процессов на эффективность функционирования сооружений магистрального нефтепродуктопровода // Вестник ЗСО РАЕН, №18, 2016. –С.

УДК 622.271.625:665.612.2 (571.16)

С.И. Панычев[1], В.Г. Лукьянов[2]

[1]*Администрация Томской области*
[2]*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Института природных ресурсов*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ГАЗОВОЙ ПРОГРАММЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В 2016 году исполняется 50 лет с начала промышленной эксплуатации нефтяных месторождений Томской области. За эти годы на территории области введено в разработку около 60 нефтяных, нефтегазоконденсатных и газоконденсатных месторождений, добыто более 500 млн. тонн нефти.

Построены города Стрежевой и Кедровый, десятки вахтовых посёлков, тысячи километров ЛЭП 110 и 220 кВ, магистральных нефте-и газопроводов, автомобильных дорог с твёрдым покрытием. Всё это дало возможность преобразовать Томскую область, превратив её в экономически развитый регион России.

В создании современного нефтегазового комплекса участвовала вся область, а непосредственное участие принимали строители городов и районов, работники промышленных и транспортных предприятий, агропромышленного комплекса, образования, здравоохранения, культуры и других отраслей.

Значительный вклад в строительство и освоение нефтяных месторождений внесли студенты томских ВУЗов. Студенческие отряды за короткое лето в лесной и болотистой местности строили первые производственные и социальные объекты, дома для нефтяников и строителей.

Решение о начале создания в Томской области газодобывающей отрасли было принято Постановлением главы Администрации (губернатора) Томской области от 20 сентября 1995 года № 255 «О реализации газовой программы Томской области».

Рассмотрение вопроса о реализации газовой программы Томской области на коллегии областной Администрации показало, что осуществление этой Программы должно рассматриваться как одно из главных направлений развития экономики области на ближайшую перспективу, способное стабилизировать

социально-экономическое положение в ряде северных районов и регионе в целом,

Газодобывающая отрасль области создавалась совместными усилиями ОАО «Газпром», ОАО «Востокгазпром», органов власти, подрядных организаций.

Шестнадцать лет назад, 20 мая 1999 года компания «Востокгазпром», генеральным директором которого был ныне действующий Губернатор Томской области Сергей Анатольевич Жвачкин, ввела в эксплуатацию Мыльджинское газоконденсатное месторождение. Тем самым начался отсчёт времени для новой, газодобывающей отрасли Томской области, а 20 мая стала считаться Днём томского газа.

Сегодня нефтегазовый комплекс имеет исключительное значение для экономики Томской области. Рост доходов областного бюджета, привлечение инвестиций, вложения в социальные программы — всё это возможно благодаря тому, что полвека назад регион стал нефтедобывающим.

Мы в Томской области взяли курс на диверсификацию экономики, в которой главную роль будут играть высокотехнологичные, инновационные компании и обрабатывающие производства.

Эта стратегия развития региона не отменяет внимания власти к нефтегазовому комплексу. Его влияние на региональную экономику хоть и снижается, но по-прежнему остаётся высоким.

За 10 лет доля нефтегазового комплекса в валовом региональном продукте снизилась на четыре процента. Если в 2005 году доля нефтегазового комплекса в ВРП составляла 35,4 процента, то в 2014 – 31,2.

Приведём ещё несколько цифр, которые отражают зависимость бюджета от работы нефтегазовой отрасли.

Нефтегазодобывающие компании, а также сервисные предприятия в прошлом году перечислили в консолидированный бюджет Томской области почти 10 миллиардов рублей. Это на 13 процентов больше, чем годом ранее. (Справочно: в федеральный бюджет от НДПИ уплачено 64 миллиарда рублей).

Доля нефтегазовой отрасли в налоговых доходах Томской области сегодня составляет почти 23 процента и по-прежнему является доминирующей.

С компаниями «Газпром» и «Газпром нефть» у нас подписаны «дорожные карты» по расширению использования томской продукции и технологий.

Двухлетний опыт сотрудничества наших промышленников с газовиками очень успешный, по итогам прошлого года составил 2,5 миллиарда рублей, обеспечил рост машиностроительной отрасли на 17 процентов, создание тысячи новых рабочих мест.

По состоянию на 01.01.2015 начальные разведанные запасы категорий А+В+С1 на территории области по свободному и растворённому газу составляют - 361,3 млрд.м³, накопленная добыча достигла - 94,2 млрд.м³. На территории региона открыто 131 месторождение углеводородного сырья, в том числе 102 нефтяных, 21 нефтегазоконденсатных, 8 газоконденсатных месторождений.

В настоящее время поставщиками газа в газотранспортную систему ООО «Газпром трансгаз Томск» являются ОАО «Томскгазпром», ОАО «Томскнефть» ВНК, ООО «СН-Газдобыча».

ОАО «Востокгазпром» создано для реализации направления, связанного с созданием в Томской области газодобывающей отрасли. Компания специализируется на добыче газа и нефти и реализует стратегию, направленную на достижение конкурентного преимущества в освоении месторождений со сложным геологическим строением и составом углеводородов. Основной газодобывающий актив компании— ОАО «Томскгазпром». Компания обладает лицензиями на право пользования недрами семи лицензионных участков (Казанского, Останинского, Рыбального, Мыльджинского, Северо-Васюганского, Чкаловского и Сомовского), расположенных на территории Томской области, и разрабатывает 9 месторождений, 6 из которых введены в эксплуатацию за последние пять лет. В состав группы ОАО «Востокгазпром» также входит ООО «Сибметахим», которое объединяет метанольные активы Газпрома.

Газ, добываемый на месторождениях компании, поставляется потребителям Сибирского федерального округа и имеет большое значение для обеспечения их энергетической безопасности. Предприятие год от года увеличивает объемы добычи и входит в число самых крупных, прибыльных и рентабельных компаний Сибири.

Основываясь на комплексном подходе к эксплуатации сложных залежей нефти и газа, компания добывает более 3 миллиардов метров кубических газа и около 1,5 миллиона тонн жидких углеводородов в год. За 16 лет деятельности суммарная добыча газа превысила 50 миллиардов кубометров, жидких углеводородов компания добыла около 10 миллионов тонн.

В 2013 году нефтяная компания «Альянс» начала промышленную добычу газа на Усть-Сильгинском лицензионном участке. Лицензия оформлена на **ООО «СН-Газдобыча»** - дочернюю компанию НК «Альянс».

ООО «Газпромнефть-Восток» в целях повышения эффективности использования ПНГ с Шингинского нефтяного месторождения использует газопровод с Шингинского нефтяного месторождения на Лугинецкую ГКС производительностью 60 млн. м³ в год.

Ниже представлена динамика добычи природного газа и конденсата на территории региона, начиная с 2004 года.

Наименьший уровень добычи газа 3,7 млрд. м³ отмечается в 2010 году. Связано это с естественным истощением разрабатываемых Мыдьджинского и Северо-Васюганского месторождений.

Положительная динамика по добыче газа по Томской области с 2011 года получена за счёт использования попутного нефтяного газа (ПНГ), транспортируемого по новому газопроводу с Казанского месторождения и подготовленного на Мыльджинской установке комплексной подготовки газа ОАО «Томскгазпром».

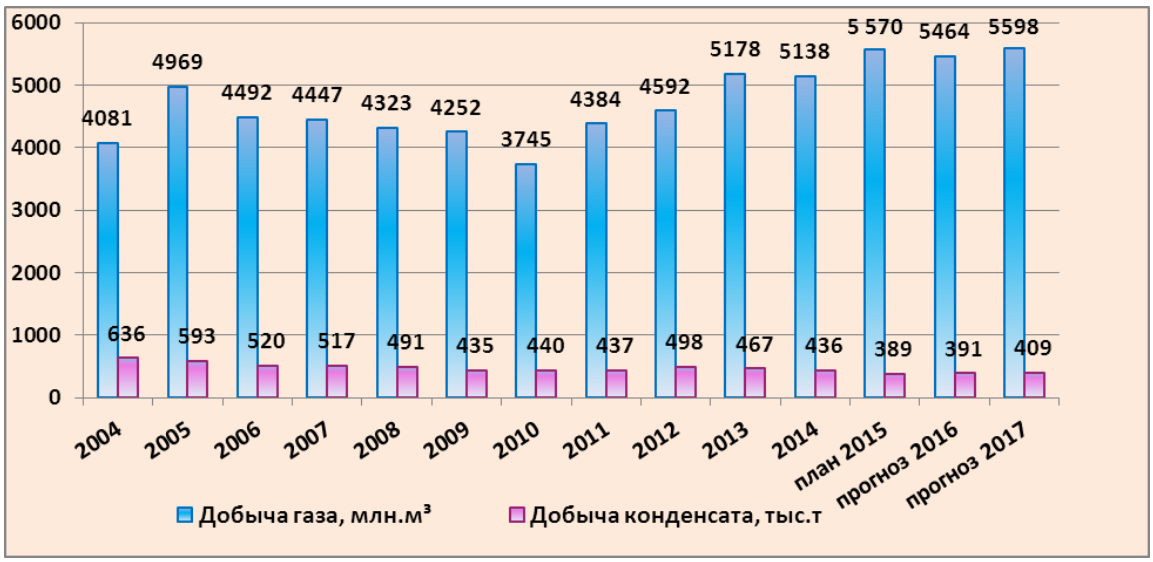


Рисунок 1 - Динамика добычи природного газа и конденсата

При разработке месторождений Томской области в 2014 году общий объём извлечённого попутного нефтяного газа составил 3,1 млрд. м³, объем использованного ПНГ – 2,5 млрд. м³, сожжено на факелах 0,6 млрд. м³. Средний уровень использования попутного нефтяного газа за 2014 год по области составил 80 %.

Общая динамика добычи и использования ПНГ, начиная с 2010 года по настоящее время, приведена на рисунке 2.

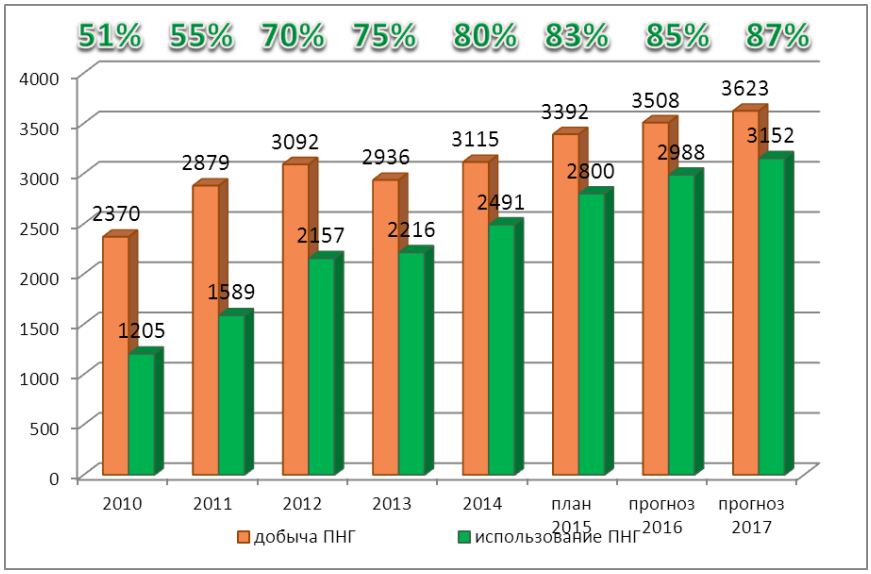


Рисунок 2 - Динамика добычи и использования попутного нефтяного газа

Основные направления использования ПНГ приведены на рисунке 3. Основные объемы добываемого ПНГ приходятся на ОАО «Томскнефть» ВНК и ОАО «Томскгазпром».

ОАО «Томскнефть» ВНК уделяет особое внимание реализации программы использования попутного газа, что позволяет не только получить

собственную электроэнергию, но и сохраняет экологическое благополучие регионов.

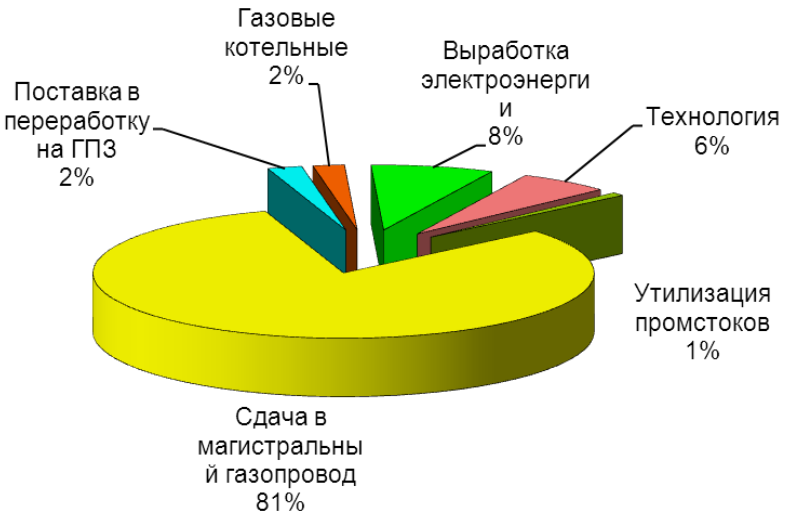


Рисунок 3 - Основные направления использования попутного нефтяного газа

Реализация газовой программы основана на использовании Лугинецкой газокомпрессорной станции и газопровода Лугинецкое-Парабель. В 2014 году 1,3 млрд. м³ ПНГ после подготовки на Лугинецкой газокомпрессорной станции в виде сухого отбензиненного газа было поставлено в газотранспортную систему ОАО «Газпром».

В течение минувшего года предприятием запущены газопровод «Крапивинское месторождение – Западно-Моисеевское месторождение, газопровод от Западно-Моисеевского месторождения до газотурбинной электростанции (ГТЭС) 24 МВт Двуреченского месторождения, которая стала крупнейшим введенным объектом и позволила довести энергогенерирующие мощности компании почти до 70 МВт. Кроме ГТЭС Двуреченского месторождения, на промыслах ОАО «Томскнефть» ВНК функционируют ГТЭС 24 и 12 МВт (Игольско-Таловое нефтяное месторождение) и ГТЭС 7,5 МВт (Западно-Полуденное нефтяное месторождение). Газотурбинные электростанции являются одним из важнейших элементов газовой программы предприятия. В сумме ГТЭС вырабатывают в год около 360 миллионов киловатт-часов и обеспечивают полезное использование 114 млн. кубометров попутного нефтяного газа. Примерно четверть потребляемой электроэнергии в ОАО «Томскнефть» сегодня вырабатывается благодаря использованию попутного нефтяного газа.

В рамках реализации газовой программы возведена инфраструктура сбора низконапорного газа - построена вакуумная компрессорная станция на Игольско-Таловом нефтяном месторождении.

Попутный газ, полученный на месторождениях Общества, используется:

- в качестве топлива для городских котельных г. Стрежевого, г. Кедрового, промысловых котельных, котельной п. Охтеурье, НПС «Александровская», ООО «Стрежевской НПЗ»;

- на собственные технологические нужды для подготовки (нагрева) нефти, осушки газа, газодизельную электростанцию Тагайского месторождения, технологических печей и турбин Лугинецкой ГКС;
- для поставки на ООО «Нижневартовский газоперерабатывающий комплекс»;
- для выработки электроэнергии на газотурбинных электростанциях Игольско-Талового и Западно-Полуденного месторождений;
- в подготовленном виде нефтяной газ (сухой отбензиненный газ) с ЛГКС сдаётся в газотранспортную сеть ПАО «Газпром» для реализации потребителям.

Выполнение мероприятий по использованию попутного нефтяного газа на месторождениях **ОАО «Томскгазпром».**

В проекте разработки Казанского нефтегазоконденатного месторождения, рассчитанном до 2035 года, большое внимание уделяется проблеме использования попутного нефтяного газа. ОАО «Томскгазпром», приступив к добыче нефти на Казанском НГКМ в 2009 году, с самого начала стремился рационально использовать попутный нефтяной газ. За два года, на месторождении была создана система использования ПНГ, которая включала в себя газокомпрессорную станцию на Казанском месторождении и газопровод длиной 206 км, связывающий Казанское и Мыльджинское месторождения компании. После компримирования сырой газ по трубопроводу направляется на установку комплексной подготовки газа Мыльджинского месторождения, где он проходит подготовку и затем уже в качестве товарного газа сдается в магистральный газопровод.

В 2013 году начата реализация второй очереди проекта. В 2014 году компанией закончено строительство нового газопровода для транспортировки ПНГ с Казанского месторождения на установку комплексной подготовки газа Мыльджинского месторождения производительностью 1 млрд. м³ в год и 2-й очереди газокомпрессорной станции на Казанском месторождении. Кроме того, введены блочная кустовая насосная станция с комплексом добычи и подготовки воды, энергокомплекс мощностью 24 МВт на Казанском НГКМ, вторая очередь дожимной компрессорной станции на Мыльджинском НГКМ и газокомпрессорная станция на Останинской группе месторождений. Данные мероприятия позволили увеличить объемы подготовки и сдачи газа ОАО «Томскгазпром» в газотранспортную систему ОАО «Газпром» в 2015 году. Общий объём инвестиций для реализации проекта составил более 10 млрд. руб.

Компания находится на передовых позициях в извлечении и использовании попутного нефтяного газа. Уровень использования ПНГ на нефтегазоконденсатных месторождениях ОАО «Томскгазпром» превышает сегодня 95 %.

Таким образом, благодаря реализации основными нефтегазодобывающими предприятиями региона мероприятий по полезному использованию ПНГ, в нашем регионе наблюдается устойчивая тенденция снижения уровня сжигания ПНГ.

Доля подготовленного попутного нефтяного газа в общем объёме сдаваемого в систему ПАО «Газпром» газа составляет 32%.

В заключение следует отметить, что повышение использования эффективности использования попутного нефтяного газа является одним из ключевых резервов для осуществления начатой в России, по инициативе президента Владимира Владимировича Путина программы ресурсо и энергосбережения. В этом направлении недропользователями Томской области, совместно с научными организациями, с использованием инновационных разработок, при координации со стороны областной Администрации проводится большая работа и достигнуты значительные результаты.

УДК 553. 98. 044

В. Н. Ростовцев[1], В.Г. Лукьянов [2]

[1]АО «ТОМКО»
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Института природных ресурсов

К ВОПРОСУ О ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСАХ НЕФТИ

Умом Россию не понять и здравым смыслом не измерить. Десятки лет государство не занимается поисками месторождений нефти и газа, возложив эту задачу на недропользователей. И вдруг, в марте 2014 года Министерство природных ресурсов и экологии РФ совместно с Администрацией Томской области принимают решение об организации на территории региона полигонов по изучению и освоению трудноизвлекаемых (ТРИЗ) запасов нефти. По информации специалистов предприятия ООО «Сибирский НТЦ нефти и газа» [1] которым поручено решать эту проблему, в техническом задании поставлено три блока задач: геологический, технологический, экономический.

В геологическом блоке необходимо разработать технологию по локализации трудноизвлекаемых запасов УВ, с использованием всего современного комплекса исследований.

В технологическом блоке исполнители должны выработать наиболее оптимальные технологии добычи ТРИЗ.

В экономическом блоке ученые должны найти технологические пути добычи этих запасов с положительной рентабельностью. Профессор Томского политехнического института И.В. Лебедев, часто говорил, студентам, что можно изучать песчинку, а можно изучать солнце. И та и другая проблема одинаково важны, но все зависит от тех задач, которые поставила перед вами практика, жизнь. В нашем конкретном случае такая задача возникла в связи с тем, что начиная с 2012 года в Томской области, наметилась тенденция падение суммарной добычи нефти. Эту тенденцию надо остановить. Не маловажную роль сыграла информация, о якобы великих успехах добычи «сланцевой» нефти.

Понять руководство области и министерства, руководствующихся благими намерениями можно, но не получиться ли по Черномырдинскому, хотели как лучше, а получилось как всегда. Действительно, при низких ценах на нефть на мировом рынке, когда встает вопрос не столько, о цене нефти, сколько, о её себестоимости правомерна ли постановка такой задачи. Без низкой себестоимости нефти Россия не удержится на мировом нефтяном рынке. Доказательством этому могут служить нефтяные компании, добывающие «сланцевую» нефть, себестоимость которой, при огромных технологических возможностях колеблется от 30 до 60 долларов США за баррель. Многие из них консервируют промыслы, сокращают объемы и банкротятся. Вряд ли нам удастся обеспечить эффективную себестоимость ТРИЗ. Учитывая современное экономическое состояние России, возникает законный вопрос, насколько своевременно поставлены эти эксперименты. Эти соображение заставили нас проанализировать ситуацию с ТРИЗ в Томской области, и посмотреть, нет ли более эффективной альтернативы этой программе.

С этой целью экспертно была дана оценка каждому блоку данной программы. Геологи программы по ТРИЗ связывают их перспективы в основном с нижне – средне юрскими отложениями. Действительно в них встречены многочисленные признаки нефти, и даже, существенные промышленные притоки нефти и газа. В основном они сконцентрированы в зоне Нюрольской впадины, где суммарная мощность юрских отложений превышает 300 метров. При этом из-за глинистого цемента песчаники этих отложений обладают низкой проницаемостью в среднем до 2 мД. Кроме того, эти песчаники формировались в руслах рек, по берегам озер и стариц и поэтому имеют ограниченное пространственное распространение. Чаще всего они одновозрастные, но разновременные, что значительно затрудняет их адекватную корреляцию, и, следовательно, затрудняет создание реальной модели нефтяной залежи.

Кроме того по этим причинам эти пласты не в состоянии контролировать значительные запасы нефти и газа. Их локализация требует огромных объемов дорогостоящих сейсмических работ МОГТ 3Д. За всю многолетнюю историю поиска нефти и газа в Томской области, ученые и специалисты, так и не смогли создать эффективную технологию по локализации сложно построенных нефтяных ловушек. Локализация ТРИЗ еще более сложная задача.

Задача технологического блока заключается в выборе эффективной технологии разработки ТРИЗ. В мировой практике эта задача уже решена, нефть добывают даже из глинистых сланцев. Она решается бурением горизонтальных скважин и поэтапным гидроразрывом отдельных её участков. Широкое использование этой технологии требует огромных материальных и технических возможностей. Достаточно напомнить, что для проведения одного цикла такой операции требуется как минимум до 1000 тонн воды. Кроме того надо учитывать, что рвать пласты в мощных толщах глинистых сланцев одно, а рвать песчаные пласт с ТРИЗ, где в 5-6 метрах залегает другой песчаный пласт, возможно водоносный, совсем другая задача. Зачем заниматься решением решенных задач. Краткий, экспертный обзор проблем, с которыми столкнется данная программа,

свидетельствует, что даже при самом удачном решении поставленных задач, дешевую нефть мы не получим.

Это, однако, не значит, что трудноизвлекаемой нефтью заниматься не нужно. Во-первых, надо расширить понятие ТРИЗ, не ограничивая её только параметрами пористости и проницаемости. Это, безусловно, огромные объемы нефти, которые остались в недрах, давно разрабатываемых месторождений, это вязкие, сернистые, сильно парафинистые нефти, это месторождения нефти с небольшими запасами, оторванными от инфраструктуры. Всеми этими ТРИЗ должны заниматься недропользователи имеющие участки с залежами эффективной нефти. Именно они имеющие развитую инфраструктуру, стремящиеся продлить жизнь промысла в большей степени должны заниматься ТРИЗ. Ярким примером таких ТРИЗ могут служить залежи Советского и Самотлорского месторождения связанные с пластом A_1, имеющий структуру, которую геологи обозначили как «рябчик». Безусловно, и юрские пласты Нюрольской впадины с ТРИЗ должны привлекать внимание недропользователей, но заниматься поиском, локализацией ТРИЗ и разработкой, за счет бюджетных средств - нонсенс. Это может позволить себе, к сожалению, только Россия.

Встает простой вопрос? Если ТРИЗ не способны решить проблему падающей добычи нефти в Томской области, если у нее эффективные пути решения этой задачи. Да, есть отвечают на этот вопрос академики ЗСО РАЕН. Не только остановить, но обеспечить прирост добычи нефти в ближайшие десятилетия в Томской области можно и нужно, за счет открытия новых крупных, или хотя бы средних по величине запасов месторождений нефти и газа. Сделать это можно за счет использования инновационной технологии квантово-оптической фильтрации космоснимков. Эта технология позволяет в любой точке мира выявлять границы прогнозируемых месторождений и распределение плотности запасов в её пределах. [2.] На основании данных этой технологии Ростовцевым В.В., Ростовцевым В.Н. [3] на юго-востоке Томской области выделена новая Обь-Чулымская нефтегазоносная область. В её пределах в двух нефтегазоносных районах (Чулымском, Барабинско-Пихтовском) выявлены границы более 15 прогнозируемых месторождений с ресурсами близкими к категории C_3 более 2 млрд.тонн условных углеводородов. В пределах западной части Томской области также выявлены границы нескольких прогнозируемых месторождений. На рисунке № 1 показаны границы прогнозируемых месторождений Барабинско-Пихтовского нефтегазоносного района Объ-Чулымской нефтегазоносной области.

К сожалению, в своем отечестве пророков нет. Все призывают к инновационным технологиям, но когда они приходят, они остаются долгие годы, не востребованными. Считаем, академики ЗСО РАЕН выполнили свою задачу, показали пути преодоление падающей добычи нефти в Томской области.

Теперь слово за администрацией Томской области. Министерством природных ресурсов и экологии РФ и представителями нефтяного бизнеса.

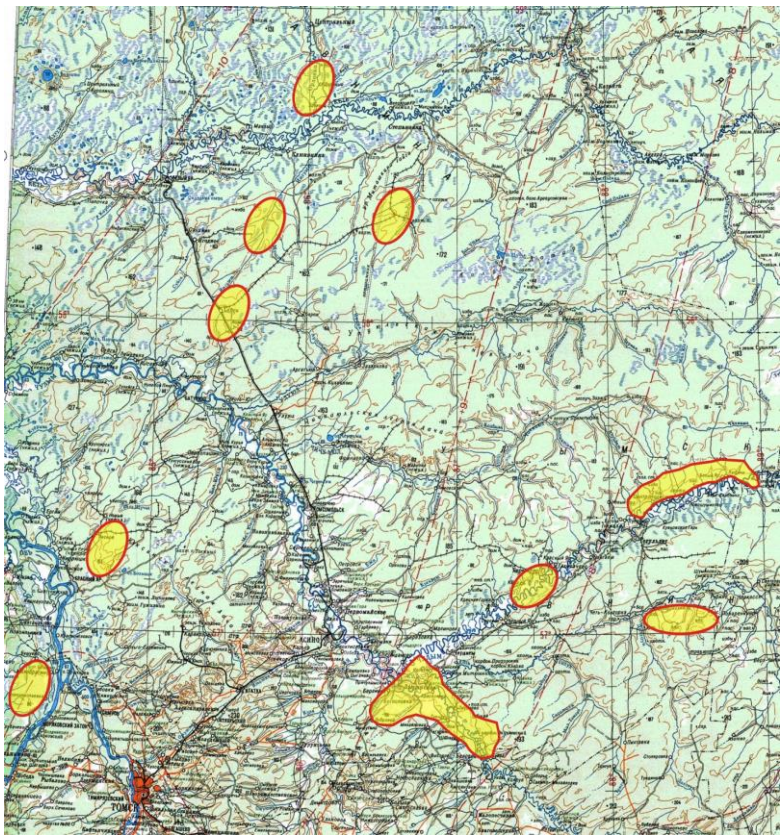


Рисунок 1 - Границы прогнозируемых месторождений в пределах Барабинско-Пихтовского нефтегазоносного района Объ –Чулымской нефтегазоносной области. Юго-восток Томской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эрнст В., Сысоев Е. Трудноизвлекаемые запасы Томской области// Недра и ТЭК Сибири. – 2015. -№ 6(108).
2. Ростовцев В.В. Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. – Томск: Изд-во томского политехнического университета. 2012.
3. Ростовцев В.В., Ростовцев В.Н. Новая нефтегазоносная область и два новых нефтегазоносных района Томской области//Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: матер. 2-й научн.-практ.конф. Т. 2 – Новосибирск: СНИИГГиМС. – 2015.

УДК 669.184:001.891.53

Е.В. Протопопов, В.Е. Хомичева

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

УСЛОВИЯ ПОДОБИЯ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ КОНВЕРТЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Целый ряд процессов, происходящих в ваннах сталеплавильных агрегатов, связанных прежде всего с гидродинамическими и теплообменными явлениями в высокотемпературных средах, практически не поддаются непосредственному изучению современными научными методами, либо их исследования требуют неоправданно высоких затрат средств и времени. Вместе с тем в лабораторных условиях значительный объем информации может быть получен при использовании различных видов физического моделирования с соблюдением подобия процессов, происходящих в натурных условиях, которые могут привести к новым технологическим и конструктивным решениям.

После пионерских работ И.Г. Казанцева [1, 2] мощным стимулом в развитии теории продувки сталеплавильной ванны газовыми струями послужили исследования Г.П. Иванцова, В.И. Баптизманского, В.И. Явойского, И.В. Белова, Е.А. Капустина, В.Б. Охотского, Б.Л. Маркова, А.Г. Чернятевича и других ученых, что позволило сформулировать основные положения современной теории кислородно-конвертерной плавки.

В соответствии с современными представлениями [3] модель гидродинамическо-теплообменных процессов представляет собой систему уравнений Новье-Стокса, Фурье-Кирхгофа и Фика с конвективными членами и источниками (стоками) теплоты и вещества, при приведении которых к безразмерному виду получают основные критерии подобия.

К настоящему времени преобладающее большинство работ [4 – 8] в области изучения аэрогидродинамики и тепломассообмена ванны для различных вариантов конвертерных процессов выполнено на холодных моделях, общим недостатком которых является далеко не полное соответствие образцу, протекающих при конвертерном переделе явлений [9,10]. Отмечается [11], что при продувке жидкой ванны условия достаточно полного подобия гидродинамических и массообменных процессов можно выразить в общем виде следующим критериальным отношением:

$$f\,(Sh;\ Fo;\ Fr;\ \mathcal{E}n;\ Re;\ We;\ \bar{\rho};\ \bar{v};\ \bar{u};\ Ma;\ \kappa;\ \bar{l}_1;\bar{l}_2 \ldots \bar{l}_n;\ Sc) = 0, \quad (1)$$

где $Sh, Fo, Fr, \mathcal{E}n, Re, We, Sc$ - числа Шервуда. Фурье, Фруда, Эйлера, Рейнольдса, Вебера, Маха, Шмидта, Пуассона, соответственно; $\bar{\rho}, \bar{v}, \bar{u}, \bar{l}_i$ - критерии -

симплексы соответственно геометрических размеров системы, плотностей, вязкостей и скоростей взаимодействующих фаз.

Моделирование тепловых процессов в данных условиях сводится к описанию уравнениями теплопроводности (уравнение Фурье) и баланса теплоты на границе фронта плавления [12].

Вполне естественно, что одновременное соблюдение равенства для модели и образца такого числа критериев практически невозможно. Отсутствие четкости в допущениях затрудняет проведение соответствующих исследований и может привести к ошибкам в рекомендациях. Поэтому в каждом конкретном случае в зависимости от поставленных задач исследования и облегчения моделирования используются только определяющие процесс критерии или их модификации.

По общепринятой точке зрения [9,10,13], применительно к изучению аэрогидродинамики конвертерной ванны к существенным недостаткам холодного моделирования можно отнести:

- отсутствие на модели подобия аэродинамики газовой струи при соблюдении равенства в сходственных точках модели и образца критерия Архимеда, который в современной литературе известен чаще как модифицированный критерий Фруда- Fr_k

$$Ar = Fr_k = \rho_г W_г^2 / \rho_ж g d, \qquad (2)$$

где $\rho_г$ и $\rho_ж$ - плотность газа и жидкости, кг/м^3; $W_г$ - скорость газа, истекающего из сопла, м/с; g - гравитационное ускорение, м/с^2 ;d - диаметр сопла, м.

На недостатки моделирования только по Fr_k указал еще И.Г. Казанцев [2] и, позже Е.А. Капустин [10], который отметил, что для учета характера газовой струи, взаимодействующей с жидкостью, необходимо равенство чисел Маха:

$$M_a = W / a, \qquad (3)$$

где a - скорость звука, м/с , обеспечивающее идентичность газодинамической структуры струи. Кроме того, при условии $Fr_k = Ar = idem$, применение на моделях жидкостей с гораздо меньшей плотностью, чем сталь, и меньших размеров модели по сравнению с прототипом сверхзвуковая струя образца заменяется низкоскоростной дозвуковой струей, что неизбежно приводит к существенным ошибкам [10]:

- не учитывается неизотермический характер распространения холодных кислородных струй в высокотемпературном рабочем пространстве реального конвертера и взаимодействие последних со встречным потоком монооксида углерода, выделяющимся преимущественно из реакционной зоны [13], с инжектированными в струи частицами пыли, металла и шлака, особенно при продувке в режиме ‘‘заглубленной’’ струи, когда фурма погружена в газо-шлако-металлическую эмульсию. Все это значительно осложняет закономерности распространения реальной струи на пути к металлической ванне по сравнению со свободной затопленной струей, используемой в основном при холодном моделировании;

- отсутствие подобия в химизме реакций, протекающих при взаимодействии кислородной струи с металлическим расплавом. При холодном

моделировании не учитывается тот факт, что помимо механического воздействия на конвертерную ванну, взаимодействие с последней кислородной струи при определенных параметрах дутья сопровождается повышением температуры реакционной зоны до 2500 ^{0}С [14 – 16], растворением и перераспределением вдуваемого кислорода на реакции с металлом и шлаком, энергичным протеканием большинства реакций рафинирования преимущественно в пределах реакционной зоны [13,17] с образованием конденсированных и новой газообразной фаз. При этом объем газов, выходящих при продувке из реакционной зоны, как и из всей конвертерной ванны, изменяется в значительных пределах по ходу операции [3] и не равен объему поступающего из фурмы кислорода.

Известно [18], что в наиболее полной степени отмеченные выше недостатки холодного моделирования кислородно-конвертерного процесса устраняются в случае применения горячих моделей промышленных агрегатов. В отличие от производственных плавок исследования на таких моделях позволяют отбирать большое количество различных проб, широко варьировать условия и характер проведения эксперимента, производить тщательные наблюдения за ходом продувки и, что особенно важно, получить достоверную информацию об аэрогидродинамике процесса с фиксацией в лабораторном конвертере физических явлений фотокиносъемкой.

Впервые освещенный в [17] принцип представления рабочего пространства конвертера в виде раздельных реакционных зон безусловно способствовал сосредоточению усилий исследователей на выяснение механизма физико-химических явлений в системе кислородная струя- металл - шлак - отходящий поток газов. Достигнутые при этом результаты положительно сказались в прикладном аспекте совершенствования кислородно-конвертерного процесса с верхней продувкой, а также позволили более осознанно подойти к освоению новых вариантов конвертерных процессов с донным и комбинированным дутьем, отработанных первоначально на лабораторных высокотемпературных агрегатах все же на основе характерного для металлургов метода проб и ошибок.

Представим высокотемпературное моделирование как метод экспериментального исследования, в котором изучение какого-либо аэрогидродинамического, физико-химического и теплового явлений или их совокупности производится на уменьшенной горячей модели промышленного образца. Чтобы эти явления в модели и образце были полностью подобны, необходимо выполнить следующие требования:

- в модели и образце воспроизводить один и тот же физико-химический процесс, характеризующийся одинаковыми физико-химическими величинами, подчиняющийся общим законам аэрогидродинамики и тепломассопереноса, описываемый одинаковыми дифференциальными уравнениями;
- геометрическое подобие модели образцу;
- динамическое подобие модели образцу;
- безразмерные краевые условия в образце и модели одинаковы качественно и численно;

- безразмерные определяющие критерии подобия в модели и образце имеют одинаковые численные значения.

Выполнение этих условий позволяет реализовать прямое и полное высокотемпературное моделирование. В то же время при частичном нарушении тех или иных из перечисленных выше условий подобия осуществляется приближенное моделирование.

Несомненно, что геометрическое подобие образца и модели по основным параметрам рабочего пространства конвертерного агрегата, в том числе с учетом координат мест размещения в футеровке донных или боковых дутьевых устройств, осуществляется без особых затруднений с соблюдением условия:

$$\frac{н'_{СВ}}{н_{СВ}} = \frac{н'_{Р}}{н_{Р}} = \frac{н'_{Ц}}{н_{Ц}} = \frac{н'_{К}}{н_{К}} = \frac{н'_{В}}{н_{В}} = \frac{h'_{В}}{h_{В}} = ... = \frac{D'_{Г}}{D_{Г}} = \frac{D'_{Ц}}{D_{Ц}} = \frac{D'_{д}}{D_{д}} = C_l, \qquad (4)$$

где H_P, $H_Ц$, H_K - соответственно высота рабочего пространства, цилиндрической и конической частей конвертера; H_{CB}- свободная высота рабочего пространства конвертера над уровнем ванны в спокойном состоянии; h_B - глубина расплавленной ванны в спокойном состоянии; $D_г$, $D_ц$ - соответственно диаметр горловины и ванны в цилиндрической части конвертера; $D_д$ - диаметр окружности расположения донных фурм; H_B - высота размещения боковых фурм от уровня днища; C_l - константа геометрического подобия линейных величин. Здесь и далее штрих относится к обозначениям для модели.

Выполнение условия (4) обеспечивает равенство удельного объема ($V_{уд} = V_р / Q = V'_р / Q'$, м^3/кг) геометрически подобных лабораторного и промышленного конвертеров, но удельная поверхность зеркала ванны ($S'_{уд.ц.} = S'_ц / Q'$, м^2/кг), а также удельная площадь поверхности ванны, контактирующей с футеровкой ($S'_{уд.ф.} = S'_{ф.} / Q'$, м^2/кг), в модели возрастает по сравнению с образцом в C_l раз, в то время как масса металла в модели уменьшается во столько же раз. Здесь: Q и Q' - масса металла в образце и модели, кг; V и $V'_р$ - объем рабочего пространства образца и модели, м^3; $S'_ц, S'_ф$ - соответственно площади поверхности зеркала ванны и поверхности ванны, контактирующей с футеровкой для модели. Следует отметить, что указанные особенности в соотношении удельных площадей реакционных поверхностей в подобных геометрических системах должны определенным образом учитываться при переносе результатов высокотемпературного моделирования процесса рафинирования конвертерной ванны с модели на образец.

Физическое подобие горячей модели и образца соблюдается в полной мере, так как физические характеристики (плотность ρ, вязкость ν, поверхностное натяжение σ и др.) взаимодействующих газовой (г), металлической (м) и шлаковой (ш) фаз являются совершенно одинаковыми по величине в сходственных точках образца и модели в сходственные моменты времени при одних и тех же исходных условиях опыта:

$$\frac{\rho'_{м}}{\rho_{м}} = \frac{\rho'_{ш}}{\rho_{ш}} = \frac{\rho'_{г}}{\rho_{г}} = \frac{\nu'_{м}}{\nu_{м}} = \frac{\nu'_{ш}}{\nu_{ш}} = \frac{\nu'_{г}}{\nu_{г}} = \frac{\sigma'_{м}}{\sigma_{м}} = \frac{\sigma'_{ш}}{\sigma_{ш}} = C_{Ф}, \qquad (5)$$

а их отношения C_{ϕ} будет постоянным и равным единице.

Определив геометрическое подобие границ рабочего пространства конвертера, в которых протекает одинаковой природы физико-химические явления, зададимся основными условиями аэрогидродинамического подобия, под которым подразумевается выполнение наряду с геометрическим и физическим условия динамического подобия.

Поскольку при продувке конвертерной ванны основные кислородные, а также вспомогательные струи всевозможных технологических газов (азот, аргон, природный газ и др.) управляют физико-химическими процессами, происходящими между газовой, металлической и шлаковой фазами при выплавке стали, важно, прежде всего, обеспечить подобие на модели и образце режимов:

- струйного течения газовых потоков, формируемых различного типа верхними и боковыми дутьевыми устройствами и их взаимодействия с отходящими газами, содержащими мелкодисперсную пыль, брызги металла и шлака на пути распространения к ванне;

- воздействия верхних и боковых кислородных и других газовых струй непосредственно на металлическую и шлаковую фазы конвертерной ванны;

- внедрения донных топливно-кислородных и нейтральных газовых струй в металлическую ванну с условием соответствующего взаимодействия с последней;

- поведения конвертерной ванны в ходе продувки, а именно: общего изменения уровня ванны, вспенивания металлической и шлаковой фаз в отдельности, возникновения волн, брызг и направленных циркуляционных потоков, образования газо-шлако-металлической эмульсии, выбросов значительных объемов шлако-металлической взвеси и выносов мелких капель металла.

Для выяснения условий, при соблюдении которых обеспечивается подобие струйного течения, воспользуемся системой дифференциальных уравнений, применительно к движению газа в трубе переменного сечения относительно оси x, в которую входят:

-уравнение неразрывности течения

$$\frac{2}{r}\cdot\frac{dr}{dx} + \frac{1}{w}\cdot\frac{dw}{dx} + \frac{1}{\rho}\cdot\frac{d\rho}{dx} = 0, \qquad (6)$$

- уравнение Бернулли, заменяющее уравнение энергии при адиабатическом движении идеального газа

$$dp + \rho\, w\, dw = 0, \qquad (7)$$

- уравнение Эйлера, отражающее движение идеального невязкого газа

$$w\cdot\frac{dw}{dx} = -\frac{1}{\rho}\cdot\frac{dp}{dx}. \qquad (8)$$

Здесь: w, p, ρ - скорость, давление и плотность газа соответственно; r - радиус трубы в данном сечении.

Замкнем систему уравнений (6 - 8) соотношением $a = \sqrt{kp/\rho}$, где a- местная скорость распространения звука в потоке; $к$ - показатель адиабаты.

Если в уравнение Бернулли (7) подставим значение ρ из известного выражения скорости звука $a = \sqrt{kp/\rho}$, то получим следующее основное уравнение, связывающее параметры сжимаемого газа :

$$\frac{a^2}{k} \cdot \frac{dp}{p} + wdw = 0 \tag{9}$$

В то же время, считая движение изэнтропическим и плотность, зависящей только от давления, а также имея в виду, что $dp/d\rho = a^2/k$, получим:

$$\frac{d\rho}{dx} = \frac{d\rho}{d\text{p}} \cdot \frac{d\text{p}}{dx} = \frac{k}{a^2} \cdot \frac{d\rho}{dx} \tag{10}$$

С учетом выражения (10) предыдущее уравнение неразрывности (6) имеет вид

$$\frac{2}{r} \cdot \frac{dr}{dx} + \frac{1}{w} \cdot \frac{dw}{dx} + \frac{k}{\rho a^2} \cdot \frac{dp}{dx} = 0 \tag{11}$$

Для приведения уравнений (8), (9), (11) к безразмерному виду запишем все величины, входящие в эти уравнения, в относительных единицах, вводя соответствующие для данной задачи величины (размерные масштабы): w_0, l_0, r_0, ρ_0, p_0, a_0.. Учитывая, что краевые условия обычно критериев не дают, в этой задаче рассматривать их не будем.

Обозначая безразмерные величины теми же буквами, что и размерные, но с черточкой, произведем следующую замену: $w = w_0 \cdot \overline{w}$; $x = l_0 \cdot \overline{x}$; $r = l_0 \cdot \overline{r}$; $\rho = \rho_0 \cdot \overline{\rho}$; $p = p_0 \cdot \overline{p}$; $a = a_0 \cdot \overline{a}$.После подстановки написанных выражений и несложных преобразований система уравнений (8), (9), (11) примет вид:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{w_0^2}{l_0} \cdot \frac{d\overline{w}}{d\overline{x}} = -\frac{p_0}{\rho_0 \cdot l_0} \cdot \frac{d\overline{p}}{dx} \\
&\frac{a_0^2}{k} \cdot \frac{\overline{a}^2 \cdot d\overline{p}}{\overline{p}} + w_0^2 \cdot \overline{w} d\overline{w} = 0 \\
&\frac{1}{l_0} \cdot \frac{2}{r} \cdot \frac{d\overline{r}}{d\overline{x}} + \frac{1}{l_0} \cdot \frac{1}{\overline{w}} \cdot \frac{d\overline{w}}{d\overline{x}} + \frac{kp_0}{\rho_0 a_0^2 l_0} \cdot \frac{1}{\overline{\rho} \cdot \overline{a}^2} \cdot \frac{d\overline{p}}{d\overline{x}} = 0
\end{aligned}\right\} \tag{12}$$

Разделив каждый член первого уравнения системы (12) на w_0^2/l_0, второго на a_0^2 и третьего на k/l_0 , получим:

$$\left.\begin{aligned}
&d\overline{w} = -\frac{p_0}{\rho_0 \cdot w_0^2} \cdot \frac{d\overline{p}}{d\overline{x}} \\
&\frac{1}{k} \cdot \frac{\overline{a}^2 d\overline{p}}{\overline{p}} + \frac{w_0^2}{a_0^2} \cdot \overline{w} d\overline{w} = 0 \\
&\frac{1}{k} \cdot \frac{2}{\overline{r}} \cdot \frac{d\overline{r}}{d\overline{x}} + \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\overline{w}} \cdot \frac{d\overline{w}}{d\overline{x}} + \frac{p_0}{\rho_0 a_0^2} \cdot \frac{1}{\overline{\rho}\overline{a}^2} \cdot \frac{d\overline{p}}{d\overline{x}} = 0
\end{aligned}\right\} \tag{13}$$

В соответствии с использованным методом масштабных преобразований из этой системы уравнений следует, что для обеспечения подобия струйного течения газов на модели и образце должны соблюдаться равенства следующих безразмерных комплексов величин:

$$p_0/\rho_0 w_0^2,\ k,\ w_0/a_0,\ p_0/\rho_0 a_0^2 \qquad (14)$$

Эти комплексы являются известными критериями (числами) Эйлера ($Eu = p_0/\rho_0 w_0^2$), Пуассона ($k = C_p/C_v$, где C_p и C_v- изобарная и изохорная теплоемкости газов) и Маха ($Ma = w_0/a_0$). При этом комплекс $\frac{p_0}{\rho_0 a_0^2} = \frac{p_0}{\rho_0 kRT}$ (R - универсальная газовая постоянная, T - температура газа) можно трактовать число Эйлера ($Eu^{нач}$) для заданных параметров заторможенного газа перед соплами, в то время как $Eu^{вых} = p_0/\rho_0 w_0^2$ для сформированного струйного потока на выходе из сопел дутьевого устройства.

В том случае, когда осуществляется работа сопел в нерасчетном режиме, в условия подобия (14) дополнительно вводится в качестве самостоятельного критерия параметр нерасчетности $n = P_{вых}/P_{окр}$, где $P_{вых}$, $P_{окр}$ - давление соответствующего газа на срезе сопла и окружающей среды. Кроме того, неизотермический характер распространения холодных струй в высокотемпературном рабочем пространстве горячей модели и образца и взаимодействие последних со встречным потоком отходящих газов учитывается параметрами $\bar{\rho} = \frac{\rho_{окр}}{\rho_{вых}}$ и $\bar{T} = \frac{T_{окр}}{T_{вых}}$. Здесь: $\rho_{окр}$, $T_{окр}$, $\rho_{вых}$, $T_{вых}$ - плотность и температура газа окружающей среды и газовой струи на выходе из сопла соответственно.

Таким образом, для аэродинамического подобия сжимаемых струйных газовых потоков получена следующая критериальная зависимость:

$$f(Eu^{нач}, Eu^{вых}, Ma, k, n, \bar{\rho}, \bar{T}) = 0 \qquad (15)$$

Обеспечение в горячей модели и образце одинаковых численных значений $Eu^{нач}$, $Eu^{вых}$, Ma, k, n, $\bar{\rho}$, $\bar{T}$ для струйных потоков достигается, например, при обычной верхней кислородной продувке соблюдением равенства удельного расхода дутья G_{O2}, м^3/ (кг· с), давления и температуры кислорода перед соплами геометрически подобной многоструйной фурмы, подход к расчету которой описан в [7,19] .

Учитывая, что максимальный секундный массовый расход (m_{max}) при заданных параметрах газа перед соплом равен [7]:

$$m_{\max} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}} \sqrt{kp_0\rho_0} \cdot F_{kp}, \qquad (16)$$

то при соблюдении на практике для модели и образца условия

$$\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}\sqrt{kp_0\rho_0} = idem \qquad (17)$$

получим, что $m'_{\max} / m_{\max} = F'_{вых} / F_{кр}$, т.е. площадь критического сечения *(F_{kp})* сопла модельной фурмы будет в C_l^2 меньше, чем в образце. При этом также соблюдается соотношение $T' / T = m'_{\max} / m_{\max} \cong C_l^2$.

В результате соблюдения вышеописанных условий формирования струйных потоков, при прочих одинаковых металлургических условиях достигается полное подобие в распространении струй в рабочем пространстве агрегата на пути к ванне.

При этом, как известно [7,20], если все длины измерять в диаметрах сопла, то при одинаковом давлении и температуре газа перед соплом, геометрически подобных соплах и одинаковых газах в сходственных пространственно-временных точках для основных параметров в струе (например, угол раскрытия, осевая и средняя скорости струи, плотность, средний химический состав и температура в функции пройденного пути) получаются идентичные значения. В этом случае при верхней кислородной продувке на горячей модели и образце достигается при одинаковой высоте фурмы (в диаметрах сопла) равенство значений давления струй на ванну $p = i_{O2}/F_x$, где i_{O2} - импульс струи, F_x - площадь струи в месте встречи с ванной), т.е. обеспечиваются реальные режимы взаимодействия кислородных струй с ванной, подобные геометрические и аэрогидродинамические параметры образующихся реакционных зон. То же самое касается различных режимов взаимодействия кислородных и топливно-кислородных струй с конвертерной ванной в условиях комбинированной верхне-боковой продувки.

Таким образом, с учетом выше изложенного, при высокотемпературном моделировании без особых затруднений удается обеспечить динамическое подобие в дутьевом режиме операции, чтобы модель и прототип полностью соответствовали друг другу по времени продувки, строению и характеру поведения реакционных зон взаимодействия дутья с ванной, общему характеру развития макрофизических явлений в полости конвертера (уровень вспенивания металла и шлака, образование волн, брызг, всплесков, выбросов, выносов) и др.

Так как процесс непосредственного взаимодействия дутья с конвертерной ванной является определяющим во всем сложном комплексе взаимосвязанных явлений при выплавке стали, то особенно важно соблюсти динамическое подобие в дутьевом режиме операции.

Как известно, движение любой материальной частицы подчиняется второму закону Ньютона, согласно которому элементарное изменение количества движения материальной частицы равно элементарному импульсу действующей на нее силы:

$$d(m \cdot w) = f \cdot d\tau, \qquad (18)$$

где m, w - масса и скорость частицы; f - сила; τ- время.

Для приведения уравнения (18) к безразмерному виду произведем замену: $m = m_0\overline{m}$; $w = w_0\overline{w}$; $f = f_0\bar{f}$; $\tau = \tau_0\overline{\tau}$. После подстановки этих выражений в уравнение (18) и простых преобразований получим:

$$d(\overline{m} \cdot \overline{w}) = \frac{f_0 \cdot \tau_0}{m_0 \cdot w_0} \cdot \bar{f} \cdot d\overline{\tau} \qquad (19)$$

Уравнение (19) означает, что при переходе от одной подобной системы движения к другой основной безразмерный комплекс величин для сходственных точек будет.

$$Ne_1 = \frac{f_0 \cdot \tau_0}{m_0 \cdot w_0} = \text{idem} \qquad (20)$$

где Ne_1 - число (критерий) Ньютона в первой форме, представляющее собой меру отношения импульса силы к количеству движения.

Если исключить из этого критерия время $\tau = l_0/w_0$, то получим критерий Ньютона во второй форме:

$$Ne_2 = \frac{f_0 \cdot l_0}{m_0 \cdot w_0^2}, \qquad (21)$$

представляющий собой отношение потенциальной энергии к кинетической. Здесь: l_0 - длина траектории, проходимая частицами в подобных системах за подобные отрезки времени.

Критерий Ньютона наиболее удобен для характеристики аэрогидродинамических процессов в двухфазных средах. Поэтому при условии постоянства критерия Ньютона в горячей модели и образце и представления, что аэрогидродинамические явления, происходящие в конвертерной ванне, в преобладающей степени определяются взаимодействием инерционных сил газовых струй и сил тяжести жидкости преобразуем равенство (21) подстановкой в него выражения для конкретных сил

$$\frac{m_г \cdot w_г^2}{m_м \cdot g \cdot l_0} = \frac{\rho_г \cdot w_г^2 \cdot F_г}{k_к \cdot \rho_м \cdot F_ц \cdot h_в \cdot g} = \frac{I_г}{m_м \cdot g} = C_g = idem, \qquad (22)$$

где $I_г$ - полный импульс газовых струй, определяющий силу воздействия струй на ванну, кг м/с^2; m - садка конвертера, кг; $F_г$ - площадь критического сечения дутьевых сопел, м^2; $F_ц$ - площадь сечения конвертерной ванны в цилиндрической части, м^2; g - ускорение силы тяжести, м/с^2; $k_к$ – коэффициент, учитывающий форму днища конвертера; C_g - критерий динамического подобия процесса продувки конвертерной ванны.

С учетом критерия C_g и конструктивных особенностей фурмы применительно к верхней многоструйной кислородной продувке основные условия динамического подобия будут иметь вид:

$$\left.\begin{aligned} i_{O_2}^B \cos\alpha \cdot n^B/(m_M \cdot g) = idem;\ H_ф/d_{вых} = idem; \\ d_0^B/D_ц = idem, \end{aligned}\right\}, \qquad (23)$$

где $i^{B}_{O_2}$ - импульс отдельной кислородной струи; n_B и α - количество сопел в головке фурмы и угол наклона их к вертикали соответственно; $H_ф$ - высота фурмы над уровнем ванны; $d_{вых}$ - диаметр выходного сечения сопла фурмы; d^{B}_{0} - диаметр окружности расположения сопла на торце головки.

При комбинированной продувке конвертерной ванны кислородом сверху и нейтральным перемешивающим газом через днище условия динамического подобия выглядят так:

$$\left.\begin{aligned} & i^{B}_{O_2}\cos\alpha\cdot n^{B}/(m_M\cdot g)=idem;\ H_ф/d_{вых}=idem;\\ & i^{д}_{н.г.}\cdot n_д/(i^{B}_{O_2}\cdot n^{B})=idem;\ d^{B}_{0}/d^{д}_{0}=idem,\end{aligned}\right\}, \qquad (24)$$

где $i^{д}_{н.г.}$-импульс отдельного донного потока нейтрального газа; $n_д$- число донных фурм; $d^{д}_{0}$ - диаметр окружности расположения донных фурм.

В случае верхней подачи двух регулируемых потоков кислорода через специальные конструкции двухконтурных или двухъярусных фурм в условиях динамического подобия (23, 24) включается соотношение:

$$\left.\begin{aligned} & i^{B}_{O_2доп}\cos\alpha_{доп}\cdot n^{B}_{доп}/i^{B}_{O_2осн}\cos\alpha\cdot n^{B}_{осн}=idem;\\ & H_я/d^{доп}_{вых}=idem,\end{aligned}\right\} \qquad (25)$$

где $i^{B}_{O_2осн}$ и $i^{B}_{O_2доп}$- импульсы основной и дополнительной кислородных струй; $n^{B}_{осн}$ и $n^{B}_{доп}$- число основных и дополнительных сопел в двухконтурной или двухъярусной фурмах; $H_я$- расстояние между ярусами основных и дополнительных сопел по стволу фурмы; $d^{доп}_{вых}$- диаметр выходного сечения дополнительного сопла.

Естественно, что при высокотемпературном моделировании разнообразных вариантов донной, верхней, боковой и комбинированной продувки конвертерной ванны различными технологическими газами, в том числе с подачей порошкообразных шлакообразующих материалов и углеродсодержащих теплоносителей, дожиганием отходящих газов в полости агрегата, условия динамического подобия (23 – 25) несколько видоизменяются.

Однако, во всех случаях при вышеописанных подходах к определению условий динамического подобия в дутьевом режиме операции учитывается геометрическое подобие рабочего пространства конвертера и конструкций дутьевых устройств при переносе полученных результатов с горячей модели на образец и наоборот.

Как уже упомянуто, достижение подобия в определяющем конвертерную операцию процессе взаимодействия дутья с ванной дает возможность с большей степенью достоверности переносить на образец полученные путем высокотемпературного моделирования данные о форме и размерах реакционной зоны, а также протекающих в ней физико-химических явлениях. Так, например, выполнение условия (23) при одинаковых начальных параметрах ведения конвертерной плавки (состав и температура перерабатываемого чугуна,

удельный расход и режим присадки шлакообразующих материалов) ведет к равенству на модели и образце значений $L_{р.з.}/h_l$, $D_{р.з.}/D_ц$ ($L_{р.з.}$, $D_{р.з.}$ - глубина и диаметр реакционной зоны внедрения кислородных струй в расплав соответственно), т.е. обеспечению идентичных условий в перераспределении вдуваемого кислорода между металлической и шлаковой фазой. При этом обеспечивается идентичность режимов взаимодействия кислородных струй с ванной с развитием в пределах реакционной зоны специфических физико-химических явлений волно- и брызгообразования, вовлечения, дробления и сжигания объемов металла в струях, формирования отходящего потока газов, несущего во взвешенном состоянии мелкодисперсную пыль и капли металла, с дискретным, свищевым или эпизодически взрывным прохождением газов через вспененный слой шлака, перекрывающий срез головки фурмы. В этом случае, при одинаковом температурном ходе операции характер поведения ванны при продувке (вспенивание металла и шлака, образование направленных циркуляционных потоков в объеме металлического расплава, волн и всплесков на поверхности вспененной шлако-металлической эмульсии, выбросов крупных объемов шлако-металлической взвеси через горловину агрегата) одинаков на лабораторном и промышленном конвертерах. Здесь следует только учесть, что при равном удельном расходе газов на продувку G, м^3/(кг.с), обеспечивающем при соблюдении вышеописанных условий подобия, равенство на модели и образце критерия гидродинамической гомохронности $H_0 = w \cdot \tau_{пр} / l = idem$ (характеризующего скорость изменения поля скоростей течения среды во времени $\tau_{пр}$ продувки),отношение $i_{О.Г.}/m_M \cdot g$ для модели будет в C_l раз меньше, чем в образце ($i_{О.Г.}$ - импульс отходящего потока газов). Это и обусловливает то, что соотношение скоростей, например, потоков отходящего газа ($W_{О.Г..} / W'_{О.Г.}$) и перемещающегося металла ($W_м / W'_м$), высоты подъема металлической ванны ($H_м, H'_м$) и шлака ($H_ш, H'_ш$) при вспенивании, высоты общего уровня ванны ($H_в, H'_в$) и подъема всплесков на поверхности расплава ($H_{вспл.}, H'_{вспл.}$), размеров образующихся газовых макрообъемов и пузырей, брызг металла и шлака вполне удовлетворительно подчиняется зависимости:

$$\frac{W_{О.Г..}}{W'_{О.Г.}} = \frac{W_M}{W'_M} = \frac{H_M}{H'_M} = \frac{H_Ш}{H'_Ш} = \frac{H_B}{H'_B} = \frac{H_{вспл}}{H'_{вспл.}} = \frac{l}{l'} = C_l, \qquad (27)$$

где l - характерный размер.

Таким образом, рассмотренные условия подобия и основные положения построения моделей и получения безразмерных критериев позволяют обосновать дальнейшие направления исследований. Следует отметить, что горячее моделирование требует разработки и создания специальных установок и методик для проведения экспериментов и контроля протекающих процессов с целью получения достоверной информации о различных сторонах кислородно-конвертерного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казанцев И.Г. Механизм газовой струи в бессемеровской ванне //Сталь. – 1940. - № 1. – С. 16-18.
2. Казанцев И.Г. Исследование динамики газообразной струи, втекающей в жидкость // Термическая и пластическая обработка металлов: Сб. научн. тр. ЖдМИ. – Харьков – Москва, ГНТИ, - 1952. – Вып. 2. – С. 66-69.
3. Пасконов В.М., Полетаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. – М.: Наука, 1984. – 288с.
4. Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Комаров С.В. Конвертерный процесс с комбинированным дутьем. – М.: Металлургия, 1991. – 176с.
5. Сизов А.М. Газодинамика и теплообмен газовых струй в металлургических процессах. – М.: Металлургия, 1987. – 256с.
6. Баптизманский В.И. Механизм и кинетика процессов в конвертерной ванне. – М.: Металлургиздат, 1960. – 286с.
7. Явойский В.И., Дорофеев Г.А., Повх И.Л. Теория продувки сталеплавильной ванны. – М.: Металлургия, 1974. – 495с.
8. Марков Б.Л. Методы продувки мартеновской ванны. – М.: Металлургия, 1975. – 279с.
9. Чернятевич А.Г. Высокотемпературное моделирование кислородно-конвертерного процесса // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1991. - № 12. – С.16-18.
10. Численное моделирование перемешивания и теплообмена в конвертерной ванне при комбинированной продувке / Е.В. Протопопов. А.Г. Чернятевич, С.Е. Самохвалов и др. // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1997. - № 12. – С.3-8.
11. Гречко А.В., Нестеренко Р.Д., Кудинов Ю.А. Практика физического моделирования на металлургическом заводе. – М.: Металлургия, 1976. – 224с.
12. Иодко Э.А., Шкляр В.С. Моделирование тепловых процессов в металлургии. – М.: Металлургия, 1967. – 168с.
13. Охотский В.Б. Физико-химическая механика сталеплавильных процессов. – М.: Металлургия, 1993.-151с.
14. Температура реакционной зоны при прямом окислении стальной ванны кислородом / Л.С. Бейтельман, Б.Н. Окороков, В.И. Явойский и др. //Изв. АН СССР. Металлы. – 1966. - №4. – С.20-25.
15. Лопухов Г.А., Левенец Н.П., Самарин А.М. Влияние состава металла на температурный режим реакционной зоны при кислородной продувке //Изв. вузов. Черная металлургия. – 1966. - №1. – С.56-60.
16. Паниотов Ю.С., Купчинский А.Е. Исследование температурных полей реакционной зоны // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1987.-№ 5. –С.134-137.
17. Некоторые вопросы теории кислородно-конвертерного процесса / Т.Коотц, К.Беренс, Г. Маас, П. Баумгартен // Черные металлы. – 1965. - №14. С.8-17.

18. Клибанов Е.Л., Клейн А.Л., Михайликов С.В. К вопросу о моделировании кислородных конвертеров большой емкости // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1967. - № 6. – С. 42-44.

19. Чернятевич А.Г. Высокотемпературное моделирование кислородно-конвертерного процесса // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1991. - №12. – С.16-18.

20. Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г. Исследование взаимодействия кислородных струй с отходящими конвертерными газами //Изв. вузов. Черная металлургия. – 1996. - № 10. – С. 5-9.

УДК 669.184.244.66:669.184.235.18

Е.В. Протопопов, А.Н. Калиногорский, Н.Ф. Якушевич

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В ШЛАКОВОМ РАСПЛАВЕ ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫХ ФЛЮСОВ

Широкое использование в сталеплавильном производстве высокомагнезиальных флюсов позволяет значительно повысить эксплуатационные показатели использования футеровки кислородных конвертеров и снизить расход огнеупоров на плавку [1–3]. При этом наблюдается изменение характеристик конвертерных шлаков, снижается их рафинирующая способность и, соответственно, качество выплавляемой стали.

Для повышения технологичности процесса шлакообразования выполнено исследование фазовых равновесий в шлаковом расплаве при растворении в нем оксида магния по периодам продувки конвертерной ванны.

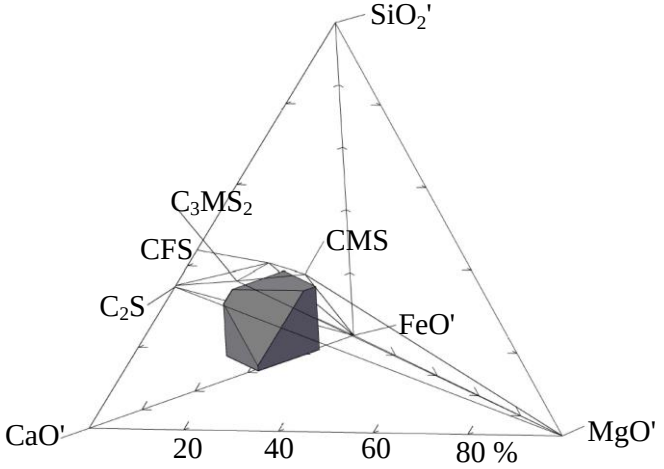
В соответствии с изменением химического состава шлака по ходу продувки конвертерной ванны при проведении опытных плавок с промежуточными повалками на 350-т конвертерах АО «ЕВРАЗ ЗСМК» [1] рассматривали характер фазовых превращений при растворении оксида магния на основе четырехкомпонентной оксидной системы CaO'-MgO'-FeO'-SiO_2', где CaO' и MgO' – содержание соответствующих оксидов в системе. В свою очередь, FeO' представляли, как FeO_x+MnO, а SiO_2', как SiO_2+P_2O_5 (таблица 1). Анализировали несколько вариантов оксидных систем, соответствующих конвертерным шлакам начала (группа 1), середины (группа 2) и конца продувки (группа 3), а также систему подобную составу шлака после окончания операции нанесения гарнисажа (группа 4).

Таблица 1 – Характеристики оксидных систем

Группа/вариант	Содержание, %			
	CaO'	MgO'	FeO_x'	SiO_2'
1/1	30	11	30	29
1/2	27	12	39	22
1/3	37	4	34	25
1/4	31	5	46	18
2/1	34	13	32	21
2/2	37	15	33	15
2/3	46	6	19	29
2/4	42	10	24	24
3/1	40	12	35	13
3/2	41	14	35	10
3/3	51	4	29	16
3/4	45	12	29	14
4	43	19	28	10

Для определения соотношения равновесных фаз анализировали изменение характеристик рассматриваемых групп оксидных систем на диаграмме состояния CaO'-MgO'-FeO'-SiO_2' (рисунок 1).

Установлено, что шлаки начала продувки, содержащие большое количество SiO_2, как правило, кристаллизуются с образованием различных силикатов, вюстита и незначительного количества периклаза (таблица 2). В шлаках середины продувки возрастает содержание периклаза. В заключительный период продувки магнезиальные шлаки кристаллизуются с образованием двухкальциевого силиката – $(CaO)_2 \cdot SiO_2$), содержащего 65 % CaO и 35 % SiO_2, извести и твердого раствора магнезиовюстита.



CFS – $CaO \cdot FeO \cdot SiO_2$; C_3MS – $(CaO)_3 \cdot MgO \cdot (SiO_2)_2$; CMS – $CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$;$C_2S$ – $(CaO)_2 \cdot SiO_2$

Рисунок 1 – Фазовый состав конвертерных магнезиальных шлаков

Количество извести в шлаке зависит от основности (CaO/SiO_2) последнего, а количество магнезиовюстита – от основности и содержания MgO и FeO в шлаке. Состав силикатов зависит от соотношения между содержанием CaO, MgO и FeO_x. При возрастании количества магнезии в шлаке увеличивается содержание мервинита – $(CaO)_3 \cdot MgO \cdot (SiO_2)_2$ и монтичеллита – $CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$, имеющих следующий химический состав, соответственно: 63 % и 36 % CaO, 15,00 % и 26 % MgO, 22 % и 38 % SiO_2.При увеличении окисленности шлака возрастает содержание кирштайнита – $CaO \cdot FeO \cdot SiO_2$, содержащего 30 % CaO, 38 % FeO, 32 % SiO_2.

Таблица 2 – Фазовый состав шлака

Группа/вариант	Содержание в шлаке, мол. %						
	C_2S	C_3MS_2	CMS	CFS	CaO	MgO	FeO
						в магнезиовюстите	
1/1	–	13,99	40,56	31,67	–	–	13,78
1/2	–	45,80	18,92	–	–	3,21	32,06
1/3	23,67	38,79	–	12,90	–	–	24,63
1/4	39,58	15,49	–	–	–	5,63	39,29
2/1	26,66	35,51	–	–	–	12,14	25,69
2/2	43,13	–	–	–	9,27	21,62	25,98
2/3	37,70	45,85	–	–	–	1,14	15,32
2/4	46,14	24,60	–	–	–	9,53	19,71
3/1	37,24	–	–	–	16,83	16,97	28,95
3/2	28,55	–	–	–	23,47	19,64	28,33
3/3	47,37	–	–	–	22,06	6,12	24,45
3/4	40,23	–	–	–	18,84	17,74	23,19
4	27,90	–	–	–	24,29	26,48	21,34

Присадка высокомагнезиального флюса при подготовке шлака к раздувке, в соответствии с расчетным соотношением равновесных фаз, сопровождается увеличением содержания извести и магнезиовюстита при уменьшении содержания двухкальциевого силиката. При этом происходит изменение состава магнезиовюстита: увеличивается содержание тугоплавкой составляющей – периклаза и уменьшается содержание легкоплавкой составляющей – вюстита.

По ходу продувки конвертерной ванны, происходит перераспределение MgO между фазами шлака: в начале продувки MgO преимущественно находится в составе силикатов, а в конце продувки – в виде периклаза магнезиовюстита (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение MgO между фазами шлака

Группа/вариант	Количество MgO в фазах шлака, %	
	Силикаты	Магнезиовюстит
1/1	100	–

Продолжение таблицы 3

1/2	81,30	18,70
1/3	100	–
1/4	31,44	68,56
2/1	32,79	67,21
2/2	–	100
2/3	87,06	12,94
2/4	30,06	69,94
3/1	–	100
3/2	–	100
3/3	–	100
3/4	–	100
4	–	100

Распределение MgO между фазами шлака зависит от содержания магнезии в шлаке и величины основности шлака.

Известно, что для обеспечения высокой технологичности процесса формируемые шлаки должны находиться в области насыщения оксидом MgO или к ней приближаться [2]. Для определения концентрации насыщения магнезиовюститом или оливином системы CaO-MgO-FeO_x-SiO_2 использовали схему диаграммы равновесия последней с железом при 1873 К, в проекции на тройную краевую диаграмму CaO-SiO_2-FeO (рисунок 2) [4]. Цифры у кривых показывают концентрацию насыщения $MgO_н$, при достижении которой из расплава начинает выделяться твердая фаза, представленная магнезиовюститом или оливином.

Анализ насыщения оксидом магния оксидных систем (таблица 1), формирующихся в течение продувки конвертерной ванны кислородом при проведении опытных плавок на 350т конвертерах АО «ЕВРАЗ ЗСМК» показал, что значительное влияние на концентрацию насыщения MgO оказывает величина основности шлака. Окисленность шлака не имеет принципиального значения, особенно при высокой основности расплава. Таким образом скорость протекания процессов шлакообразования, в первую очередь растворения извести, имеет первостепенное значение для изменения концентрации насыщения конвертерных шлаков оксидом магния.

Для шлаков начала продувки характерна высокая концентрация насыщения MgO, до 20 – 25 %. По мере развития процесса шлакообразования и снижения содержания SiO_2 в шлаке концентрация насыщения MgO уменьшается к концу продувки до 6 – 7 %. При этом, уже в середине продувки обеспечивается формирование шлаков с концентрацией MgO, близкой к области насыщения, обладающих низким агрессивным воздействием на футеровку конвертера.

Отмечено, что в начальный период продувки, при низкой основности шлака, содержание MgO не оказывает влияние на величину насыщения шлака оксидом магния. При повышенном содержании MgO отмечается также пониженная величина основности, в результате разница между фактическим

содержанием магнезии и ее концентрацией насыщения не изменяется. Следовательно, наличие огнеупорного гарнисажного слоя в начале продувки конвертерной ванны является необходимым условием для защиты футеровки агрегата от разрушения.

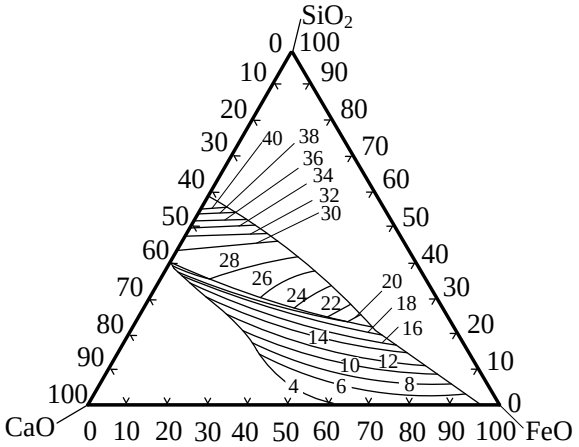


Рисунок 2 – Схема диаграммы состояния системы CaO-MgO-FeO_x-SiO_2, равновесной с железом, в проекции на тройную краевую диаграмму при температуре 1873 К [4].

В середине продувки конвертерной ванны концентрация MgO определяет разрушающее действие шлака на огнеупорную футеровку агрегата. При повышенном содержании оксида магния в расплаве, шлак находится вблизи области насыщения магнезией. При низком содержании MgO, шлак оказывает агрессивное воздействие на футеровку. В конце продувки содержание магнезии определяет степень пересыщения шлака MgO.

Таким образом установленный характер фазовых превращений в шлаковом расплаве при растворении в нем оксида магния подтвердил, что в зависимости от концентрации последнего и величины основности шлака происходит перераспределение MgO между фазами.

Анализ изменения концентрации насыщения MgO показал, что оксидные системы, соответствующие шлакам начала продувки конвертерной ванны, способны дополнительно растворить еще 8 – 14 % оксида магния. Оксидные системы, соответствующие шлакам середины продувки, находятся вблизи концентрации насыщения MgO, а конца продувки – в области пересыщения магнезиовюститом (до 9 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амелин А.В., Протопопов, Е.В., Калиногорский А.Н., Фейлер С.В. Формирование гарнисажа магнезиальных шлаков на футеровке большегрузных конвертеров // Сталь. 2014. № 7. С. 22 – 25.

2. Протопопов Е.В., Пермяков А.А., Калиногорский А.Н. Исследование особенностей формирования гарнисажа на футеровке большегрузных конвертеров

при использовании высокомагнезиальных флюсов // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2013. №4. С. 32 – 35.

3. Калиногорский А.Н, Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г., Фейлер С.В., Багрянцев В.И. Исследование особенностей применения вихревых технологий для нанесения огнеупорных покрытий на футеровку конвертеров. Сообщение 1. Особенности дробления жидкого шлака при раздувке вихревой фурмой // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2015. –Т. 58 – № 10. – С. 756 – 760.

4. Trömmel G., Koch K., Fix W., Großkurth N. Der Einfluß des Magnesiumoxyds auf die Gleichgewichte im System Fe-CaO-FeO_n-SiO_2 und auf die Schwefelverteilung bei 1600°C // Archiv für das Eisenhüttenwesen. – 1969, № 12. – p. 969-978.

УДК 669.162

А.В. Феоктистов[1], А.П. Скуратов[2], И.Ф. Селянин[1], М.В. Темлянцев[1]

[1]ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
[2]ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОШАХТНЫХ ПЕЧЕЙ

Характерным представителем печей, как тепловых аппаратов, являются шахтные печи. Они применяются для тепловой обработки кусковых материалов и широко распространены в различных отраслях промышленности, в частности в металлургии (шахтные печи для обжига железных руд, сидеритов, доменные печи для плавки чугуна, шахтные печи цветной металлургии для плавки меди, свинца, окисленных никелевых руд, медно-никелевых штейнов и др.) в машиностроении и литейном производстве (вагранки для плавки чугуна) в химической промышленности, производстве строительных и огнеупорных материалов (шахтные печи для обжига нерудных материалов известняка, магнезита, доломита, вагранки для плавки силикатных материалов, базальтовых пород, шлаков и др.) [1].

Фактически самыми большими шахтными печами как по размерам, так и по тепловой мощности являются доменные печи, ставшие объектом пристальных исследований металлургов, теплотехников и теплоэнергетиков. Высота таких печей может достигать 30 м и более, а диаметр горна 15 м [1]. В то же время большой научно-практический интерес представляют малые твердотопливные шахтные или *низкошахтные* печи (вагранки). За основу характерных классификационных признаков таких печей можно принять параметры, представленные в работе [2]. К ним относят относительно небольшую высоту столба шихтовых материалов (порядка 5 м), малый полезный объем (до 120 м^3). В работе [3] отмечено, что характерными признаками низкошахтных печей являются ограниченная высота (не более 4,5 – 5,0 м) и

размеры горизонтального сечения (не более 2,0 – 3,0 м) используемого слоя, скорость движения вдуваемых газовых струй не более 75 – 80 м/с, низкая глубина физико-химических преобразований, исходных материалов. Соответствующие размеры печи приводят к относительно низкой продолжительности пребывания шихты в шахте печи, как правило не более 2,5 – 3 ч, по сравнению с доменными печами, в которых это время более 6 – 8 ч. При обычной интенсивности тепломассообменных процессов, условиях теплогенерации и размерах дисперсных материалов шихты времени для развития и завершения восстановительных процессов не достаточно, соответственно основное назначение низкошахтных печей можно определить как плавка (расплавление) чугуна и силикатных материалов. В то же время современные способы интенсификации тепломассообменных процессов расширяют области применения низкошахтных печей. Характерным примером является процесс Окси-Кап (Oxy-Cup) [4]. Его реализуют в кислородной вагранке, шихтой являются углеродсодержащие самовосстанавливающиеся брикеты из железосодержащих отходов производства (пыль, окалина и т.п.), скрап, кокс и флюсующие добавки. При общем времени пребывания шихты до расплавления на уровне 1,5 ч подогреве дутья до 620 °С и обогащении его кислородом продуктом плавки является жидкий чугун и шлак [4].

Анализ областей применения низкошахтных печей, их тепловой и экономической эффективности показывает, что особый научно-практический интерес представляют твердотопливные низкошахтные печи, в число которых входят литейные вагранки для переплава чугуна, кислородные вагранки для осуществления процесса Окси-Кап (Oxy-Cup), вагранки для плавки силикатных материалов, базальтовых пород, шлаков.

В период с 2010 по 2015 гг. в России насчитывалось более 1200 действующих литейных цехов и заводов, которые ежегодно производили 3,9 млн. т литых заготовок, в том числе из чугуна 2,9 млн. т. При этом на долю отливок из чугуна, выплавленного в низкошахтных печах, приходится 58 %. Характерно, что объемы производства литых заготовок напрямую зависят от выпуска машиностроительной продукции, так как доля литых деталей из черных и цветных сплавов в машинах (автомобилях, тракторах, комбайнах, самолетах, танках и др.) составляет 40 ÷ 50 %, а в металлообрабатывающих станках и кузнечно-прессовом оборудовании – до 70 % по массе и до 20 % от стоимости машин.

Не менее важное хозяйственное значение имеют низкошахтные печи для плавки силикатных материалов. В первую очередь это связано с повсеместным расширением областей применения волокнистых теплоизоляционных материалов, плит, ваты, рулонных материалов, получаемых из расплавов базальтовых пород, шлаков и других силикатных материалов. По данным различных источников минераловатные изделия составляют более половины всего выпуска теплоизоляционных материалов, только в России в структуре производства теплоизоляционных (минеральных) изделий работает почти 70 предприятий, имеющих более 120 технологических линий, при этом 85 % технологических линий оборудованы твердотопливными низкошахтными

печами производительностью до 2 – 2,5 т расплава в час. При объеме российского рынка теплоизоляционных материалов в 52 млн. $м^3$ в год только 48 % изделий выпускают отечественные производители. Потребности увеличения производственной базы с целью импортозамещения составляют более 27 млн. $м^3$ в год.

Весьма перспективной областью применения низкошахтных печей является процесс Oxy-Cup. По данным [4] разработки этого процесса начались в 1979 г., активный интерес к нему наблюдается у ученых Бразилии, Германии, Мексики, Бельгии, Японии и Китая. Процесс Oxy-Cup позволяет проводить восстановительную плавку в низкошахтной печи и получать из железоцинксодержащих отходов металлургического производства чугун. В то же время технология требует соответствующей модернизации низкошахтной печи, обеспечивающей интенсификацию тепломассообменных процессов.

Как тепловой аппарат низкошахтные печи имеют суммарный тепловой КПД выше, чем у электрических печей. КПД процесса коксования составляет 80 ÷ 90 %, КПД процесса плавки в низкошахтных печах 30 ÷ 45 %, а их произведение, характеризующее использование первичной энергии угля, составляет 24 ÷ 40 %. К примеру индукционные и дуговые печи с КПД 50 ÷ 60 % потребляют электроэнергию тепловых станций, которые имеют КПД 25 ÷ 30 %. Вторичное использование энергии для получения например чугуна в электрических установках понижает суммарный КПД тепловой энергии угля до 12,5 ÷ 18 %. Поэтому чугун индукционных и электрических печей, всегда на 20 ÷ 25 % дороже чугуна, выплавленного из аналогичной шихты в низкошахтной печи [5].

Низкошахтные печи как плавильные агрегаты обладают многими положительными качествами, одним из которых является непрерывная выдача расплава, что значительно облегчает организацию работы на участке при использовании автоматизированных поточных линий. Капитальные затраты на строительство плавильного комплекса на основе низкошахтной печи, оборудованной системами очистки и дожигания газов в 2,5 ÷ 3 раза меньше тех, которые необходимы для установки электрических печей такой же производительности [5]. Расчеты показывают, что суммарные вредные выбросы, соответствующие затратам энергии на выплавку 1 т чугуна, в низкошахтной печи в 5 раз меньше, чем в электропечи с учетом затрат на очистку газов на электростанциях.

Перспективность плавильных низкошахтных печей подтверждается большим количеством сообщений об установке новых и реконструкции действующих печей. Характерно, что развитие конструкций низкошахтных печей реализуется в направлении увеличения производительности, например производительность крупнейших низкошахтных печей для плавки чугуна достигает 90 т/ч, интенсификации процесса плавки, энерго- и ресурсосбережения повышения его эффективности, экономичности и экологичности (рисунок) [4, 5].

Мировые тенденции развития и повышения эффективности процессов плавки чугуна и силикатных материалов в твердотопливных низкошахтных

печах показывают, что в странах Европейского союза предпочтение отдается использованию кокса заданных характеристик и качества, поиску альтернативных видов топлива, непрерывному или периодическому обогащению дутья кислородом, дожиганию отходящих газов. В США ведутся разработки новых видов огнеупорных материалов и монолитных торкрет-футеровок, в качестве перспективных направлений энергосбережения рассматривается предварительный подогрев дутья, обогащение дутья кислородом, использование дополнительных источников тепла или заменителей топлива, например, применение газо-пламенных горелок и пылевидного топлива, оборудование печей плазмотронами.

Рисунок 1 – Основные направления развития конструкций и технологий плавки в твердотопливных низкошахтных печах

Доминирующую роль в реализации шахтной плавки играют процессы движения шихтовых материалов, газодинамики, тепломассопереноса, протекающие на различных стадиях получения расплава. Многолетний опыт эксплуатации низкошахтных печей показывает, что существующие способы повышения эффективности шахтной плавки можно разделить на две группы [6]. Первая группа – *технологические* способы, основанные на материальных расчетах основных термохимических преобразований, определяющих состав шихты и получаемого продукта; реализации теплотехнических мероприятий по выбору общей рациональной схемы агрегата, режима и параметров работы; совершенствовании газодинамического режима работы печи. Вторая группа – *кинетические* способы, ориентированы на интенсификацию внутренних

тепломассообменных процессов, направлены на уменьшение диффузионных и тепловых сопротивлений нагрева материалов с использованием дополнительных источников тепла и внешних энергетических полей.

Альтернативные виды топлива. Одними из ключевых стратегических задач современной теплоэнергетики являются снижение потребления энергоресурсов на единицу производимой продукции и переход на более дешевые виды топлива. В настоящее время для плавки чугуна и силикатных материалов наибольшее распространение (98 %) в промышленности получили твердотопливные низкошахтные печи [6], основным топливом для которых является кокс (литейный). Для низкошахтных печей характерны относительно низкие удельные расходы кокса на уровне 80 – 140 кг кокса/т расплава, в то время как в доменных печах этот параметр достигает 400 кг кокса/т чугуна. Однако в себестоимости литья энергетические затраты и топливо составляют 50 ÷ 60 %. При этом необходимо учитывать что ресурсы кокса ограничены. Промышленные предприятия, эксплуатирующие низкошахтные печи испытывают определенные проблемы с обеспечением литейным коксом [7]. Литейный кокс производится на коксохимических заводах в условиях постоянно ухудшающейся угольно-сырьевой базы (повышение зольности, уменьшение спекаемости угольной шихты) и неблагоприятного технологического режима получения кокса (укороченный период коксования). В связи с этим качество литейного кокса (ГОСТ 3340 – 88) не вполне удовлетворяет современным требованиям к топливу низкошахтных печей. Кроме того литейный кокс стал дорогостоящим сырьем. Актуальность замены литейного кокса (хотя бы частично) на более дешевое и качественное топливо в современных условиях функционирования предприятий возрастает многократно, особенно в случаях необходимости повышения конкурентоспособности и перехода на импортозамещающие виды продукции для машиностроения, автомобилестроения, химической промышленности и стройиндустрии.

Глубокий экскурс в историю возникновения плавильных шахтных печей включая домницы, доменные печи и вагранки [8] показывает, что изначально в качестве топлива применяли в основном древесный уголь, а позднее перешли на различные виды каменного угля, причем наиболее широкое применение получил естественный антрацит. В частности по данным [9] в 1864 году в США 64,4 % всего чугуна было выплавлено на антраците. Однако в дальнейшем шахтные печи переводят на кокс. В первую очередь это связано с более высокими показателями работы печей при применении кокса по сравнению с каменными углями. Отечественная практика показывает, что при работе доменных печей на смеси кокса и антрацита наблюдались частые расстройства хода печи [9].

Критический анализ работ по поиску заменителей кокса для низкошахтных печей показывает, что наиболее привлекательным с экономической точки зрения является дешевое и распространенное природное топливо, в частности антрацит или тощие угли. В настоящее время стоимость антрацита по сравнению с коксом (в зависимости от месторождения, марки и свойств) в 4 – 8 раз меньше. Теплотехнические характеристики антрацита весьма высоки, его теплотворная способность выше, чем у кокса. Антрацит имеет

меньшую по сравнению с коксом зольность и наибольший процент углерода из всех типов угля. Организация его подачи в печь, как правило, не требует дополнительных капитальных вложений. В то же время главной причиной ограничения его применения является склонность к растрескиванию и образованию мелких фракций в процессе нагрева. Это приводит к нарушению нормального хода плавки [6]. Таким образом, особую актуальность приобретают разработки новых способов и технологий эффективного ведения плавки в низкошахтных печах, обеспечивающих полную замену кокса на антрацит и тощие угли, а также новой методики для аттестации топлив, используемых в низкошахтных печах, основанной на определении относительной прочности топлива при горении под нагрузкой.

Весьма прогрессивным направлением ресурсосбережения при шахтной плавке кусковых материалов является применение пылеугольного топлива [4]. В доменных печах вдувание пылеугольного топлива начало получать широкое распространение еще в 80-х годах XX в. В настоящее время известны условия и технологии, обеспечивающие замену до 40 – 45 % кокса вдуваемым пылеугольным топливом [10].

Подогрев дутья. Подогрев дутья относится к наиболее эффективным и экономически обоснованным методам интенсификации процесса плавки в низкошахтных печах [11, 12]. Преимущества применения горячего дутья обусловлены значительным снижением расхода кокса, возможностью использования менее качественных его сортов, повышением производительности, КПД печи в связи с более полным использованием тепла отходящих газов, повышением температуры перегрева расплава и др. Например по данным [13] подогрев дутья до 500 °С может обеспечить повышение температуры чугуна в желобе на 50 °С, снижение расхода кокса на 25 – 30 %, что в свою очередь способствует уменьшению содержания серы в чугуне и пыли в отходящих газах. Значительное количество конструкций и разнообразных схем для нагрева дутья низкошахтных печей в рекуператорах предполагает возможность для большего выбора, который в свою очередь определяется условиями производства и технологическими мощностями. В то же время критический обзор литературных источников показывает, что существующие конструкции рекуператоров имеют существенный недостаток – чувствительность к термическим напряжениям, приводящий к образованию трещин, снижающий надежность и срок службы теплообменника. Учеными и конструкторами продолжается поиск и разработка новых, более совершенных конструкций [11, 12].

Многорядная подача дутья. Для экономии топлива и повышения производительности низкошахтной печи применяют двух-, трех- и четырехрядное расположение фурм. Это обеспечивает увеличение высоты зоны горения твердого топлива, как следствие увеличение продолжительности нахождения расплава в области высоких температур и рост величины его перегрева. При подаче дутья через несколько рядов фурм расход воздуха увеличивается, это сопровождается увеличением расхода твердого топлива и производительности печи.

Обогащение дутья кислородом. Эффективным способом интенсификации теплообменных процессов является обогащение дутья кислородом [6, 11 – 13]. Первые опыты по применению кислорода в низкошахтных печах были проведены в СССР в 1934 г. на Уральском заводе (УЗТМ). Вопросу применения кислорода в вагранке посвящена монография Л.И. Леви [14], где приводятся экспериментальные данные и некоторые теоретические соображения положительного влияния указанного фактора на интенсификацию технологического процесса. Авторы работы [6] отмечают, что обогащение дутья кислородом с одной стороны приводит к уменьшению массы газов на единицу сгоревшего топлива, повышению температуры в зоне горения за счет уменьшения тепловых потерь с отходящими газами, с другой стороны способствует замедлению теплообменных процессов в шахте в связи с уменьшением скорости движения газов, что снижает уровень подогрева опускающихся в ней шихтовых материалов. Таким образом, очевидно, что степень обогащения дутья кислородом для конкретных условий имеет оптимальное или рациональное значение, обеспечивающее максимальную эффективность этого способа интенсификации плавки. По мнению [6] наиболее эффективно обогащение дутья кислородом на 3 – 4 %.

Использование энергии акустического поля. В последнее время активно развивается метод интенсификации плавки в низкошахтных печах, основанный на использовании энергии акустического поля [6]. Метод реализуют посредством применения акустических излучателей типа свистка Гартмана, устанавливаемых равномерно по периметру рабочего пространства печи, непосредственно над фурмами основного ряда. Частота акустических колебаний составляет 150 – 150 Гц, мощность 150 – 500 Вт. Акустические колебания воздействуют на пограничный слой движущегося газового потока в межкусковом пространстве и разрушают его. Это приводит к интенсификации тепломассообменных процессов. По данным [6] интенсификация плавки в вагранках на основе применения энергии акустического поля обеспечивает увеличение выхода чугуна почти на 12 %, снижает выход пыли на 7,7 %, повышает КПД печи почти на 11 %.

Применение плазматронов. Это направление интенсификации плавки в низкошахтных печах основано на оборудовании печей плазмотронами. При этом воздух, подаваемый на горение проходит через плазмотрон. Применение плазматронов обеспечивает высокие уровень температур и скорость подаваемого воздуха, соответственно интенсифицирует теплообменные процессы, но требует значительной реконструкции печи.

Повышение стойкости футеровки, плавильного пояса шахты. Это направление ориентировано на повышение межремонтного периода работы печи, снижения расходов огнеупоров и продолжительности операции изготовления футеровки. Высокий износ футеровки в зоне плавления значительно увеличивает диаметр плавильного пояса и нарушает нормальный ход плавки. Применение водяного охлаждения пояса позволяет снизить интенсивность износа и повысить стабильность работы печи и свойств получаемого расплава [13]. Для сокращения продолжительности ремонтов перспективно применение монолитных футеровок, наносимых в том числе методом торкретирования.

Повышение экологичности плавки в низкошахтных печах. В настоящее время большое внимание уделяется вопросам экологичности плавки чугуна и силикатных материалов в твердотопливных низкошахтных печах. В соответствии с требованиями Ростехнадзора, конструкция вновь сооружаемых шахтных печей должна быть закрытого типа [6], обеспечивающая организованный отбор газов из надслоевого пространства закрытого от окружающей среды колошника, с последующей очисткой их от пыли и горючих компонентов и рассеиванием отходящих газов с помощью трубы.

Выводы

Проведенный критический анализ специальной технической литературы показал, что низкошахтные печи представляют собой группу тепловых аппаратов, входящих в существующее в настоящее время многообразие тепловых устройств. Они получили широкое распространение в различных отраслях промышленности: металлургии, машиностроении и литейном производстве, химической промышленности, производстве строительных и огнеупорных материалов. Твердотопливные низкошахтные печи перспективны, их конструкции прогрессивны и имеют ряд конкурентных преимуществ перед печами других типов. Развитие конструкций низкошахтных печей реализуется в направлении увеличения производительности, интенсификации процесса плавки и повышения их эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривандин, В.А. Теплотехника металлургического производства. Т.2. Конструкция и работа печей / В.А. Кривандин. [и др.]. – М.: МИСИС, 2001. – 736с.

2. Быховский, Ю.А. Основы металлургии. В 4-х томах. Т.2. Тяжелые металлы. / Ю.А. Быховский, Р.Л. Веллер, Н.С. Грейвер [и др.]. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1962. – 786 с.

3. Матюхин, В.И. Выбор рациональных параметров коксовой колоши шахтных плавильных печей / В.И. Матюхин, И.С. Коновалов, А.В. Матюхина // Металлург. – 2013. – № 5. – С. 38 – 43.

4. Ярошенко, Ю.Г. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии черной металлургии / Ю.Г. Ярошенко, Я.М. Гордон, И.Ю. Ходоровская и др. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2012. – 670 с.

5. Мариенбах, Л.М. О выборе процессов и агрегатов для плавки чугуна / Л. М. Мариенбах, Ю. С. Сухарчук, А. К. Юдкин // Литейное производство. – 1977. – № 10. – С. 8 – 9.

6. Матюхин, В.И. Расчет и проектирование вагранoчного комплекса плавки чугуна / В.И. Матюхин, А.В. Матюхин. – Екатеринбург: УФГАУ ВПО «Уральский Федеральный университет имени Б.Н. Ельцина», 2015. – 364 с.

7. Страхов, В. М. Использование антрацита для выплавки чугуна в вагранках / В. М. Страхов, Н. Г. Гриценко // Кокс и химия. – 1997. – № 7. – С. 11 – 15.

8. Темлянцев, М.В. Металлургия черных металлов и теплотехника. История развития науки и техники с древнейших времен до наших дней / М.В. Темлянцев, Н.В. Темлянцев. – М.: Теплотехник, 2008. – 170 с.

9. Лялюк, В.П. Коксозаменяющие технологии в доменной плавке / В.П. Лялюк, И.Г. Товаровский, Д.А. Демчук [и др.]. – Днепропетровск: Пороги, 2006. – 276 с.

10.Бабич, А.И. Интенсификация использования пылеугольного топлива в доменной плавке / А.И. Бабич, С.Л. Ярошевский, В.П. Терещенко. – К.: Техніка, 1993. – 200 с.

11.Селянин, И.Ф. Теория и практика интенсификации технологического процесса в шахтных печах малого диаметра. В 3 т. Т. 1 / И.Ф. Селянин, А.В. Феоктистов, С.А. Бедарев. – М.: Теплотехник, 2010. – 379 с.

12.Феоктистов, А.В. Теоретические основы разработки ресурсосберегающих технологий и интенсификации вагранoчного процесса /А.В. Феоктистов. – М.: Теплотехник, 2012. – 280 с.

13.Чернышов, Е.А. Плавильные печи литейных цехов. Ч. 1. Вагранка / Е.А. Чернышов. – Нижний Новгород: Нижегородский гос.техн.ун-т, 2011. – 196 с.

14.Леви, Л.И. Кислород в процессе получения чугунного литья / Л.И. Леви. – Москва: Машгиз, 1955. – 275 с.

УДК 539.382.2

А.Ю. Гагарин, В.Д. Сарычев, В.Е. Громов

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ДЕФОРМАЦИЯ ПРОВОДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Введение

Исследование явлений прерывистой деформации названный эффектом Портевена-Ле Шателье заключающегося в появлении скачков механических напряжений является наличие высоких деформирующих напряжений, при которых создается необходимая степень структурной микронеоднородности решетки, связанной с появлением в ней больших амплитуд локальных внутренних напряжений. Однако высокие деформирующие напряжения являются необходимым, но недостаточным условием существования скачков. Во многих случаях при высоком уровне напряжений, приложенных к кристаллу, скачки не возникают, и лишь понижение температуры приводит к их появлению.

Важную роль играет скорость деформации. Ее увеличение приводит к скачкам деформации. При малой скорости деформации скачки отсутствуют. Эффект зависит от размеров образцов; уменьшение их толщины и ширины приводит к снижению числа и даже исчезновению скачков. Эффект зависит также от микроструктуры вещества, ориентации кристаллов, количества примесей, термической обработки, преддеформаций.

Материал и методы обработки

Эффект деформации проявляется на телах различной геометрической формы. Характеристики некоторых материалов, на которых проявляется физический эффект приведены в таблице 1 [1].

Изучение этого явления привлекло множество ученых. Известно, что при явление макролокализации пластической деформации при прерывистой ползучести алюминий–-магниевого сплава АМг6 происходит из двух стадий:

1) стадии очень быстрого расширения в течение 1−3ms со скоростью границ порядка нескольких десятков cm/s, на которой ширина полосы достигает более 90% ее конечного значения (около 2mm);

2) стадии медленного роста в среднем со скоростью не более 3mm/s. На этой стадии скорость границ полосы вдоль оси растяжения монотонно падает, и когда она достигает нижней границы, приблизительно около 1mm/s, границы полосы в разные моменты времени (отстоящие на 100−200 ms) генерируют вторичные полосы.

Вторичные полосы идентичны по кинетике расширения и морфологии первичной (материнской) полосе и также представляют собой расширяющиеся шейки. [2-4].

Таким образом, алюминий–магниевый сплав АМг6 демонстрирует прерывистое течение не только при активном деформировании [4], но, как следует из результатов настоящей работы, и в условиях ползучести при комнатной температуре и высоких напряжениях ($\sigma 0 \sim 0.8\ \sigma_в$) Экспериментально установлено, что после выдержки в условиях ползучести в течение инкубационного времени $\tau \sim 30$ s образец спонтанно теряет механическую устойчивость и на его поверхности зарождается и распространяется пространственно-временная структура полос макролокализованной деформации, которая вызывает развитие деформационного скачка амплитудой в несколько процентов и сложной временной структуры скачков напряжения в силовом отклике механической системы машина−образец.

Структура деформационных полос распространяется со средней скоростью около ~ 1 cm/s вдоль оси образца за счет последовательного в пространстве и времени зарождения и последующего расширения новых деформационных полос, причем каждая полоса, за исключением первичной, зарождается на границе предшествующей полосы и расширяется со стартовой скоростью ~ 0.1−0.3 m/s таким образом, что ее центр тяжести остается неподвижным. Наиболее быстрая стадия расширения новой полосы

продолжительностью несколько миллисекунд сопровождается скачком разгрузки образца амплитудой до ~ 10 MPa.

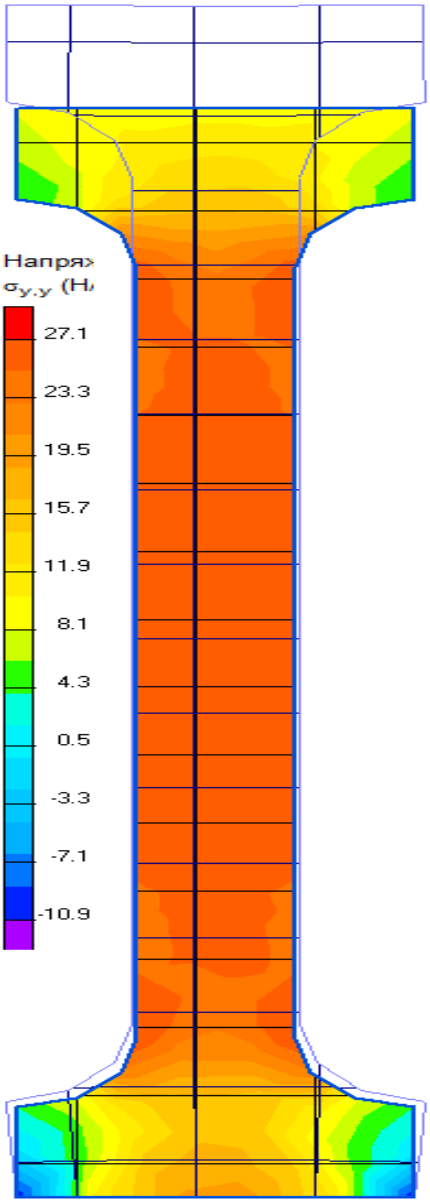


Рисунок 1 – Механические напряжения при растяжении образца

После того, как деформационные полосы обработают всю рабочую область образца, скорость деформации резко падает, и деформационный скачок завершается.

Обнаруженная эстафетная передача деформации от одной полосы к другой в структуре расширяющихся деформационных полос принципиально отличается от представления, известного из литературы [5,6] о деформационных полосах — носителях прерывистой деформации ПЛШ — как об уединенных (солитоноподобных) волнах пластической деформации, которые с постоянной скоростью распространяются вдоль образца.

Таблица 1 - Материалы проявившие эффект ЛШТ

Материал	Модуль сдвига G, ГПа	Предел текучести st, МПа	Временное сопротивление разрыву sв, МПа при температуре, К.		
			4,2	1,6	300
Алюминий	24,5	56,3-64,4	220	230	30
Никель (99,6%)	77	150	970	990	540
Свинец	5,6	4,9-9,8	72	78	13
Тантал (99,75)	-	-	1150	1200	620
Медь	41,5	68,5	420	420	230
Титан (99,6%)	-	660	1340	1320	750
Сплав В-95					
Незакаленный:	26-27	150	550	610	340
Закаленный:	26-27	450	830	820	650

Типичными модельными материалами для исследования являются поликристаллические сплавы образцы размером 6*3*1,2 мм АМг6. В соответствии с наиболее общей моделью морфогенеза Тьюринга [7] спонтанное формирование пространственной структуры в активной распределенной системе возможно при условии, что радиус действие активатора (а), по которому осуществляется положительная обратная связь, значительно меньше размера ингибитора А, по которому осуществляется отрицательная обратная связь. Тогда лавинообразное нарастание активатора происходит в области размером, характеризующим масштаб пространственно неоднородного состояния [8]. В деформируемом кристалле величина (а) определяется размером дислокационного источника, а А – масштабом структуры сил торможения дислокаций. Триггером волны нуклеации может быть флуктуация напряжения или температуры. В результате срабатывания некоторого источника Франка - Рида (Ф-Р) образуется плоское скопление дислокаций, которое блокируется границей зерна. Для объяснения положительной обратной связи необходимо учитывать, что в фазе торможения скопления у границы создается импульс перенапряжения и локальный разогрев, ускоряющие срабатывания источников Ф-Р в нескольких соседних зернах, что может привести к «цепной реакции» количества свежих дислокационных скоплений.

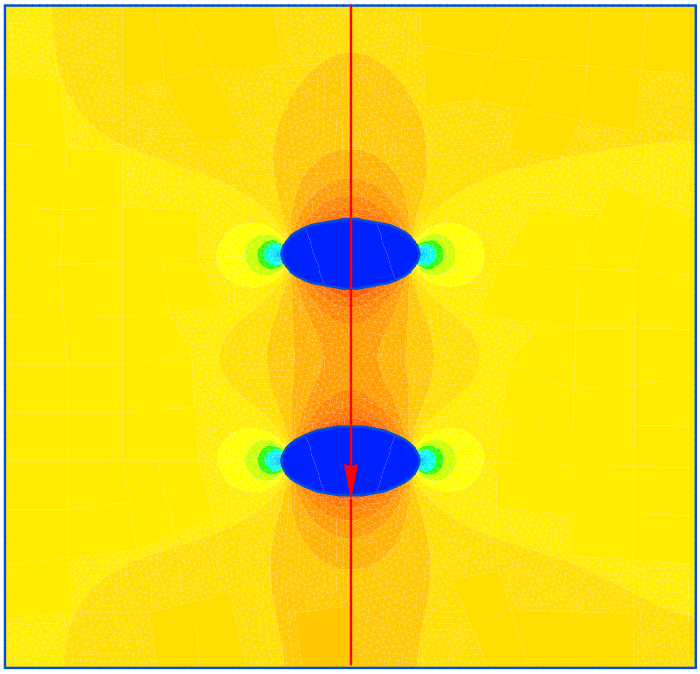


Рисунок 1 - Припитаты в сечении проводящего образца при пропускании постоянного тока

В ходе развития макроскопически локализованной дислокационной лавины, содержащей избыток дислокаций одного механического знака («механического заряда»), в условиях одноосного растяжения в образце растет изгибающий момент [9], препятствующий распространению дислокационной лавины (отрицательная обратная связь). Релаксация изгибающего момента осуществляется за счет спонтанного формирования противоположного механического заряда. В этой ситуации ингибитором выступают дальнодействующие поля напряжения, связанные с несоосностью деформации, создаваемой распространяющейся полосой.

Падение скорости полосы из-за действия изгибающего момента дополнительно увеличивает силу торможения вследствие динамического деформационного старения (ДДС). Зарождение вторичной полосы может быть обусловлено коллективным срабатыванием источников Ф-Р вследствие концентрации напряжения на границе материнской полосы из-за её резкого торможения, вызванного совместным действием дальнодействующих напряжений и ДДС. Дале в ходе «старения» вторичной полосы ситуация воспроизводится и создаются условия для рождения полос третьего и последующих поколений. Уравнения цепных реакций аналогичные уравнениям, описывающим динамику популяций [10], дает хорошее согласие форм фронта макроскачка деформации с логистической кривой в простой модели Ферхюльста-Пирла.

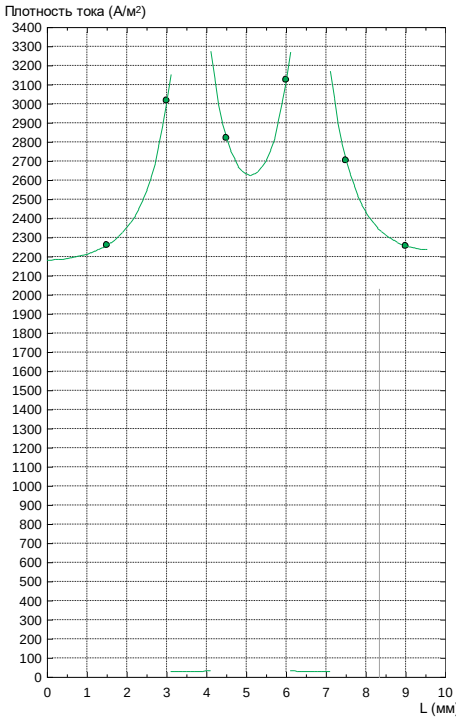


Рисунок 3 – Плотность тока вдоль контура

Были разработаны методы подавления прерывистой деформации постоянным током. Эффекты наблюдаются при плотности тока 10-60 А/мм2, критическая деформация увеличивается с сопровождением роста напряжении течения. Упрочнение критическая деформация увеличиваются с ростом тока и содержанием Мг, связывают с явлениями электромиграции, примесных ионов, растворении припитатов изображенных на рисунке 2 (ток направлен слева на право). На котором видна неоднородность плотности постоянного тока протекающего по образцу, а на рисунке 3 показан график этой неоднородности (вдоль контура изображенного на рисунке 2).

Длительность наиболее быстрой начальной фазы развития полос, 0.2−1.0 ms [11–13].

Выявленно, что подавление скачков напряжения в данных условиях эксперимента (T ≈ 55 C, ε0 = 3 10−3s−1 и τ f = 15min) начинается при некоторой критической плотности тока j c ≈ 25 A/mm2. Отметим, что в экспериментах, описанных в работе [14], когда образец обрабатывался током в течение 15 min до деформирования и затем в течение всего процесса деформирования до разрушения, критическая плотность тока составляла ≈ 15 A/mm2. Как и в работе [14], с ростом плотности тока выше критической сначала подавляются скачки ПЛШ типа B (25−35 A/mm2), затем типа B + C (35−40 A/mm2) и наконец, при j ≥ 40A/mm2— скачки типа C. Описанная картина выглаживания участка деформационной кривой после включения тока, как обнаружено, не зависит от длительности нарастания тока при включении, т. е. от времени фронта, которое варьировалось от 1ms до 1s.

При скорости $\dot{\varepsilon}0 = 3\ 10^{-3}s^{-1}$, среднее время между скачками увеличивается с ростом деформации, от около 0.4 s до приблизительно 1.0 s.

Типичный скачок разгрузки имеет почти треугольную форму с характерным временем спада около 50ms (для разных материалов разный спад) временем восстановления напряжения около 0.4 s для скачков типа B и около 1s для скачков типа C.

Важно отметить, что угол наклона кривой σ(t) на стадии восстановления нагрузки совпадает с соответствующим наклоном на начальном, упругом участке кривой деформации. Это означает, что стадия роста напряжения обусловлена чисто упругой релаксацией механической системы машина-образец после завершения скачка разгрузки, триггером развития которого, как показывают данные скоростной видеосъемки, является зарождение и расширение одиночный полосы деформаций.

Первый скачок напряжения, амплитудой 1σ ≈ 3−5 MPa, как правило, в 2−3 раза меньшей, чем средняя амплитуда последующих скачков. Показано, что полученные результаты не зависят от длительности фронта прямоугольного импульса, который варьировали в пределах трех порядков от 1ms до 1s, а определяются только амплитудой и длительностью крыши прямоугольного импульса тока [14].

В работе [15] изучено влияния электрического тока на прерывистую деформацию и акустическую эмиссию в алюминий-магниевом сплаве АМг5.

Электромиграционный механизм, обусловленный силовым воздействием на примесные ионы со стороны электронов проводимости из-за изменения их импульса при рассеянии [16,17], требует очевидно меньше времени, чем диффузионное по своей природе растворение преципитатов. Поэтому одним из подходов экспериментального исследования механизма подавления током прерывистой деформации является изучение его инерционности, что требует оценки характерных времен затухания деформационных скачков и их возобновления после включения и выключения постоянного тока соответственно при деформациях, превышающих критическую ε.

Обнаружено, что после включения тока на ранних стадиях прерывистой деформации подавляется очередной и последующие скачки напряжения, ожидаемые в отсутствие тока и, кроме того, подавляются низкочастотные, в полосе частот ~ 1Hz−2kHz, сигналы АЭ и их источники — распространяющиеся деформационные полосы. После выключения тока прерывистая деформация, полосообразование и сигналы АЭ возобновляются, причем первый импульс с амплитудой почти вдвое меньшей последующих, возникает спустя временной интервал в пределах от 0.2 до 0.6 s.

Для получения боле детальных результатов об явлении деформации в условиях электроимпульсного воздействия были нагружены аморфные и нанокристаллические сплавы в условиях жидкого азота [18].

Пропускание импульсного электрического тока высокой плотности (108 - 109А/м2, τ ~ 5 мс) приводит к сбросу механического напряжения в аморфных и нанокристаллических металлических сплавах с последующим полным восстановлением хода зависимости [19]. Это явление сопровождается скачкообразным увеличением температуры образца пропорционально величине импульса тока. Опыты проводились в условиях температур жидкого азота.

Получены зависимости величины сброса механического напряжения от плотности электрического тока для образцов всех исследованных сплавов, находящихся при температуре жидкого азота. Сравнение этих зависимостей с аналогичными зависимостями для образцов, находящихся при комнатной температуре, показало, что в аморфном сплаве величина сброса механического напряжения уменьшилась на ≈ 40 %, в нанокристаллическом сплаве величина сброса механического напряжения практически не изменилась.

Понижение температуры образца при деформации сопровождается резким возрастанием механического напряжения, при этом сброс механического напряжения, вызванный пропусканием импульсного тока в аморфном сплаве, происходит за счет уменьшения величины обратимой структурной релаксации.

Таким образом изученные работы описывая явление Портевена-Ле Шателье условно считают температуру образца постоянной, а точнее усредняют её по всему объему. Ранее было замечено о концентрации энергии на отверстие в плоском проводнике [20]. Используя модель обтекания током эллипсоида изображенную на рисунке 2, которая получена путем внедрения в проводник области, на порядок меньшей проводимости, выявлено неравномерное распределения плотности тока, а также температурного поля, что является благоприятным условием для зарождения трещин и ускоренного разрушения образца. Экспериментальные оценки по этой взаимосвязи приводятся в работе [21].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новый политехнический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000.– 460 с.
2. Шибков А.А., Кольцов Р.Ю., Желтов М.А., Шуклинов А.В., Лебедкин М.А. // Известия РАН. Серия физ. 2006. Т. 70. Вып. 9. С. 1372−1376.
3. Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А. // Известия РАН. Серия физ. 2012. Т. 76. Вып. 1. С. 97-107.
4. Шибков А.А., Золотов А.Е. // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т. 90. Вып. 5. С. 412−417.
5. Estrin Y., Kubin L.P. / Continuum models for materials with microstructure / Ed. by H.-B. Muhlhaus. NY: Wiley& Sons, 1995. P. 395−450.
6. Rizzi E., Hahner P. // Int. Journ. Plasticity. 2004. Vol. 20. P. 121−165.
7. A.M. Turing, Phil. Trans. Roy. Soc. London A 237, 1952. P.37–72.
8. Б.С. Кернер, В.В. Осипов, УФН 160, 2 1990. С. 263–268.
9. H.Neuhauser, in dislocation in Solids, Ed.F.R.N. Nabarro, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1983, Vol. 6, Chap. 31, 319 p.
10. А.Г.Мержанов, Э.Н. Руманов, УФН 151, 1987. С. 553–593.
11. G.F. Xiang, Q.C. Zhang, H.W. Lin, X.P. Wu, X.Y. Ju. Scr. Mater 56, 2007. P. 721–724.
12. W. Tong, H. Tao, N. Zhang, L.G. Jr. Hector. Scr. Mater. 53, 2005. P. 87–92.

13. М.М. Криштал, А.К. Хрусталев, А.В. Волков, С.А. Боро-дин. Доклады РАН. 426, 2009. С. 36–40.
14. Шибков, А.А. Денисов, М.А. Желтов, А.Е. Золотов, М.Ф. Гасанов, С.С. Кочегаров. ФТТ 57, 2015. С. 228–237.
15. А.А. Шибков, А.А. Денисов, М.А. Желтов, А.Е. Золотов, М.Ф. Гасанов, В.И. Иволгин. ФТТ 57, 2015. С. 1046–1052.
16. E.C. Yeh, K.N. Tu. J. Appl. Phys. 88, 2000. P. 5680–5680.
17. K.N. Tu, C.C. Yeh, C.Y. Liu, C. Chin. Appl. Phys. Lett. 76, 2000. P. 988-990.
18. В.А. Федоров, Т.Н. Плужникова, С.А. Сидоров, Д.Ю. Федотов, А.В. Яковлев, С.Н. Плужников, А.А. Михайлова, А.А. Шмелев Деформация аморфного и нанокристаллического сплавов в условиях электроимпульсного воздействия при низких температурах // ISSN 1810-0198. Вестник ТГУ, т.19, вып.2, 2014. С. 726 – 728.
19. Федоров В.А., Плужникова Т.Н., Сидоров С.А. Влияние агрессивных сред на деформацию аморфных и нанокристаллических сплавов, обусловленную воздействием импульсного электрического тока // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2013. № 4. С. 59-62
20. А.В. Иванова, Н.П. Пучков, В.М. Иванов, Г.А. Барышев. О концентрации энергии на отверстии в плоском проводнике с током // Вестник ТГУ, т.5, вып.2-3, 2000. С.328-330.
21. Барышев Г.А. и др. Действие импульсного электрического поля на малолегированные стали вблизи отверстий и неметаллических включений// Физика и химия обработки материалов. 1980. №4. С. 12-17

УДК 621.74

С.П. Герасимов[1], А.Ю. Титов[1], В.А. Палачев[1], В.Б. Деев[1], К.В. Пономарева[2]

[1]ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет Московский институт стали и сплавов»
[2]ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ПОВЫШЕНИЕ ЖИДКОТЕКУЧЕСТИ ЛАТУНИ ЛЦ16К4 ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК

Сплавы, применяемые в художественном литье, должны обладать высоким показателем жидкотекучести, поскольку это свойство отвечает за способность расплава заполнять тонкие стенки отливок и воспроизводить рельеф формы, а также за получение качественной литой поверхности.

Одним из наиболее распространенных в художественном литье сплавов является кремнистая латунь марки ЛЦ16К4. Этот сплав имеет высокие технологические и прочностные характеристики, однако при изготовлении из

него крупных художественных отливок в формы из холодно-твердеющих смесей в местах с небольшой толщиной стенки образовываются различные виды брака, связанного с недоливом металла. Чтобы этого не произошло, приходится прибегать к увеличению толщины стенки художественной отливки, что приводит к повышению массы и стоимости готового изделия. Поэтому целью работы являлось увеличение жидкотекучести сплава ЛЦ16К4 путем оптимизации его химического состава.

Для измерения жидкотекучести сплава необходимо использовать способ, обладающий высокой чувствительностью к изменению его состава. За последнее время появился ряд работ, в которых используется метод определения жидкотекучести вакуумным всасыванием [1–6]. По сравнению с другими известными способами он значительно точнее, поскольку позволяет максимально стабилизировать температуру, напор подаваемого расплава и химический состав [7].

При измерении жидкотекучести использовали специальное устройство, принцип работы которого основан на вакуумном всасывании (рисунок 1). Оно состоит из форвакуумного насоса *1* с натекателем *2*, который позволяет подбирать и поддерживать необходимый для эксперимента уровень разрежения, а также минимизирует погрешность измерения из-за гидравлического удара в момент включения насоса. Разрежение в системе определяется образцовым манометром *3* с точностью 0,0025 атм, который включен в систему параллельно. Две кварцевые трубки *7* длиной 500 мм, внутренним диаметром 4 мм и толщиной стенки 1 мм соединяются шлангом с вакуумной системой посредством тройника *4*. Погружение трубок в расплав осуществляется с помощью механизма перемещения на стойке-штативе *5* с точностью до 1 мм. Глубина погружения контролируется линейкой *6*.

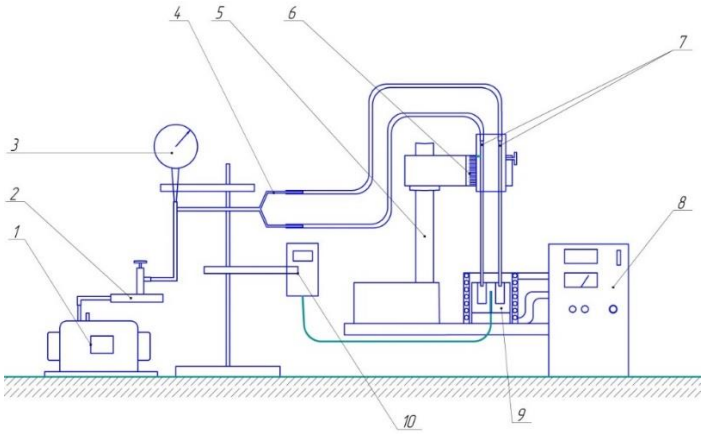


Рисунок 1 – Схема устройства для определения жидкотекучести:
1 – форвакуумный насос; *2* – натекатель; *3* – образцовый манометр;
4 – тройник; *5* – стойка-штатив; *6* – линейка; *7* – кварцевые трубки;
8 – лабораторная индукционная печь; *9* – массивный графитовый блок;
10 – милливольтметр с хромель-алюмелевой термопарой

Плавка расплава проводилась в алундовых тиглях диаметром 25 мм и высотой 60 мм в индукционной печи *8* типа СЭЛТ 001-10/18. Для обеспечения

одинаковых условий нагрева и охлаждения расплавов использовался массивный графитовый блок *9* с отверстиями под тигли. Температура измерялась милливольтметром *10* и хромель-алюмелевой термопарой, подведенной к его нижней части. Из-за массивности графитового блока его температура везде была одинаковая, что обеспечивало одинаковую температуру в обоих тиглях.

Опробование методики эксперимента производилось путем определения влияния малых добавок Al на жидкотекучесть меди марки М1 (ГОСТ 859-78). Предварительно осуществлялась настройка оптимального для проведения эксперимента разрежения, которое подбиралось таким образом, чтобы высота столба металла в трубке при условии отсутствия кристаллизации расплава не превышала 500 мм. Его оптимальная величина составила 0,4 атм.

Две навески меди (массой по 100 г каждая) загружались в алундовые тигли, которые помещались в графитовый блок *9*. Во избежание окисления расплава меди плавка осуществлялась под графитовым боем. После расплавления меди производилось легирование расплава в одном из тиглей небольшой порцией алюминия. Когда легирующий элемент полностью растворялся, расплав интенсивно перемешивался и после достижения необходимой температуры перегрева, которая составляла 100 °С над линией ликвидуса, трубки погружались в расплавы на 12 мм и включался насос. При этом происходило втягивание металла в трубки на высоту, характеризующую жидкотекучесть сплавов. После этого расплав выдерживался в трубках при остаточном разрежении в течение 2–3 с, не позволяющем металлу сливаться из трубок.

Экспериментальные результаты по исследованию жидкотекучести (λ) сплава в зависимости от добавок алюминия представлены на рисунке 2. Сравнивая приведенные зависимости с литературными данными [8, 9], можно сделать вывод, что способ вакуумного всасывания значительно чувствительнее, чем U-образная проба, и позволяет определять изменение λ при добавлении от 0,1 мас.% легирующего элемента при сходимости результатов параллельных опытов в 1–2 мм.

Для определения оптимального состава кремнистой латуни, обеспечивающего максимальную жидкотекучесть, из чистых металлов были приготовлены экспериментальные сплавы латуни, содержащие 12 и 19 мас. % Zn, что соответствует минимальному и максимальному количеству цинка в латуни ЛЦ16К4 согласно ГОСТ 17711-93. Для этого использовались медь марки М1 (ГОСТ 859-78) и цинк марки Ц0 (ГОСТ 3640-94).

В графитовый блок помещались тигли со 100-граммовыми навесками сплава с одинаковым содержанием Zn. Затем производились их плавка и легирование кремнием от 3 до 4,5 мас. % с шагом в 0,5 %. После растворения Si расплав выдерживался в течение 5 мин, и при достижении необходимой температуры перегрева в 100 °С над линией ликвидуса осуществлялось измерение жидкотекучести полученных сплавов.

При проведении экспериментов учитывали, что увеличение содержания Si в сплаве приводит к снижению температуры ликвидуса [10–14]. Предварительно были получены кривые охлаждения сплавов с различным содержанием Zn (12–19 мас. %) и Si (3,0–4,5 мас. %). Для этого использовали двухканальный

измеритель температуры ТРМ-200 фирмы «Овен», который позволил определить температуры ликвидуса (t_l) исследуемых сплавов с точностью до 5 °С. Экспериментальные результаты представлены в таблице 1 и на рисунке 3.

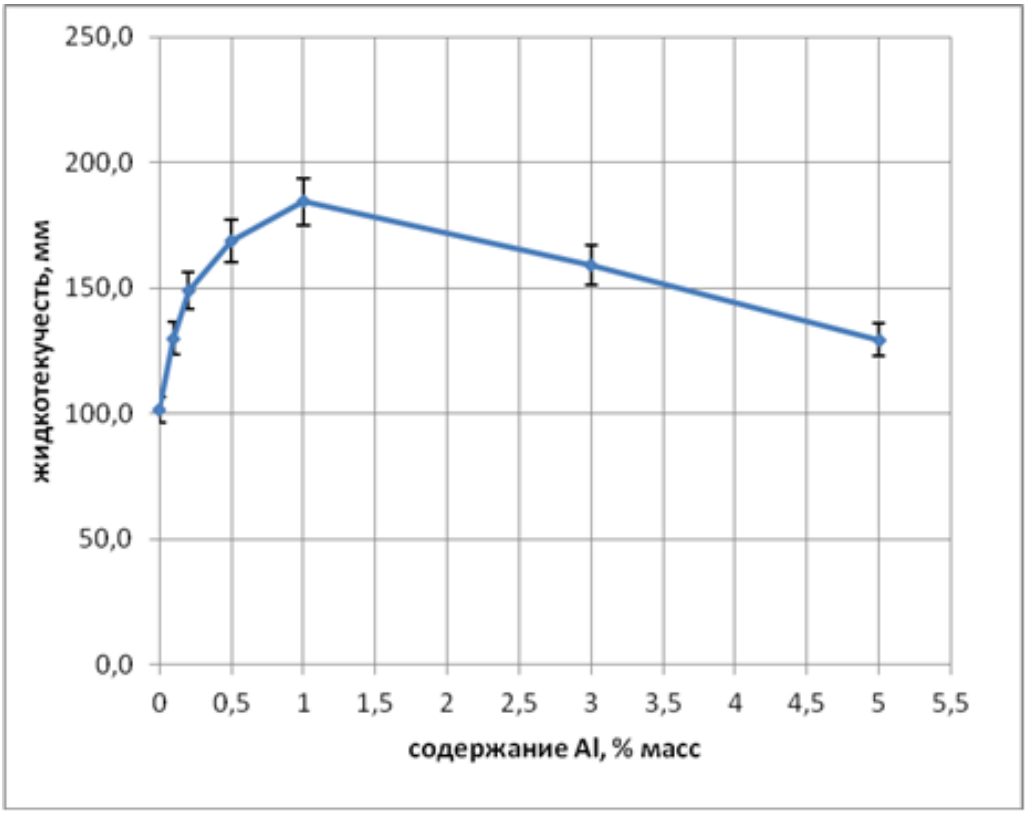


Рисунок 2 – Зависимость жидкотекучести меди от содержания алюминия при температуре перегрева в 100 ºС над линией ликвидуса

Таблица 1 – Результаты исследования влияния содержания Zn и Si на t_l и интервал кристаллизации кремнистой латуни ЛЦ16К4

Содержание, мас. %		t_l, °С	Интервал кристаллизации, °С
Si	*Zn*		
3,0	12	952	62
3,5	12	928	60
4,0	12	913	47
4,5	12	891	25
3,0	19	887	29
3,5	19	876	22
4,0	19	842	42
4,5	19	838	38

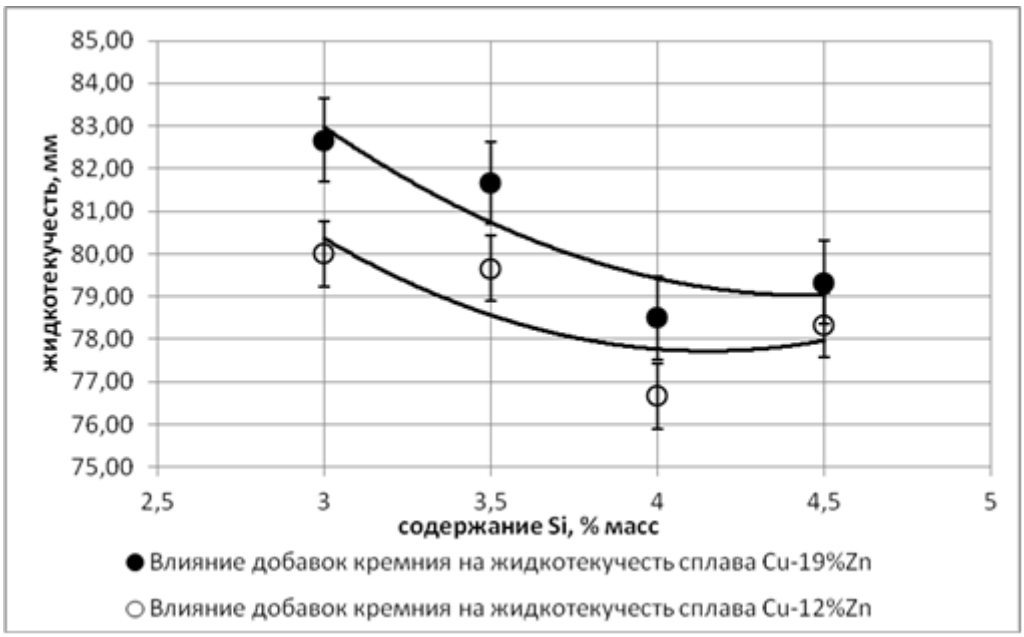


Рисунок 3 – Влияние содержания Zn и Si на жидкотекучесть латуни ЛЦ16К4 состава Cu–19 % Zn и Cu–12 % Zn

Для численного выражения характера влияния легирующих элементов на жидкотекучесть кремнистой латуни использовали регрессионный анализ экспериментальных данных. Все расчеты проводились для 95 %-ной значимости результатов.

Была получена адекватная математическая модель, которая прошла статистические проверки по критериям Стьюдента (*t*-критерий) и Фишера (*F*-критерий):

$$Y = 79{,}9 + 1{,}08X_1 - 1{,}41X_2,$$

где Y – жидкотекучесть, мм; X_1 и X_2 –содержание в сплаве соответственно Zn и Si.

Таким образом, математическая модель позволила количественно оценить характер влияния концентраций Si и Zn на жидкотекучесть сплава. Было выявлено, что для получения повышенной жидкотекучести содержание кремния в сплаве следует поддерживать на нижнем уровне в рамках ГОСТ 17711-93, а цинка – на верхнем уровне. Таким образом, оптимальный состав исследуемого сплава, обладающего лучшими показателями по жидкотекучести, включает 3 мас. % Si и 19 мас. % Zn.

На основании полученных данных была построена поверхность отклика функции жидкотекучести кремнистой латуни ЛЦ16К4 в интервалах концентраций, регулируемых ГОСТ (рисунок 4).

Варьирование химического состава сплава позволило улучшить жидкотекучесть в среднем на 7–10 %. Дальнейшее ее увеличение возможно за счет повышения температуры заливки. Для определения степени влияния температуры перегрева расплава на жидкотекучесть кремнистой латуни проводили эксперимент, в котором две 100-граммовые навески сплава Cu–19 %

Zn–3 % Si расплавлялись в алундовых тиглях, помещенных в полости массивного графитового блока, и после достижения перегрева над линией ликвидуса в 40 °С осуществлялось измерение показателя λ. Затем эксперимент повторяли до перегрева в 310 °С с шагом в 30 °С. Результаты исследований представлены в таблице 2 и на рисунке 5.

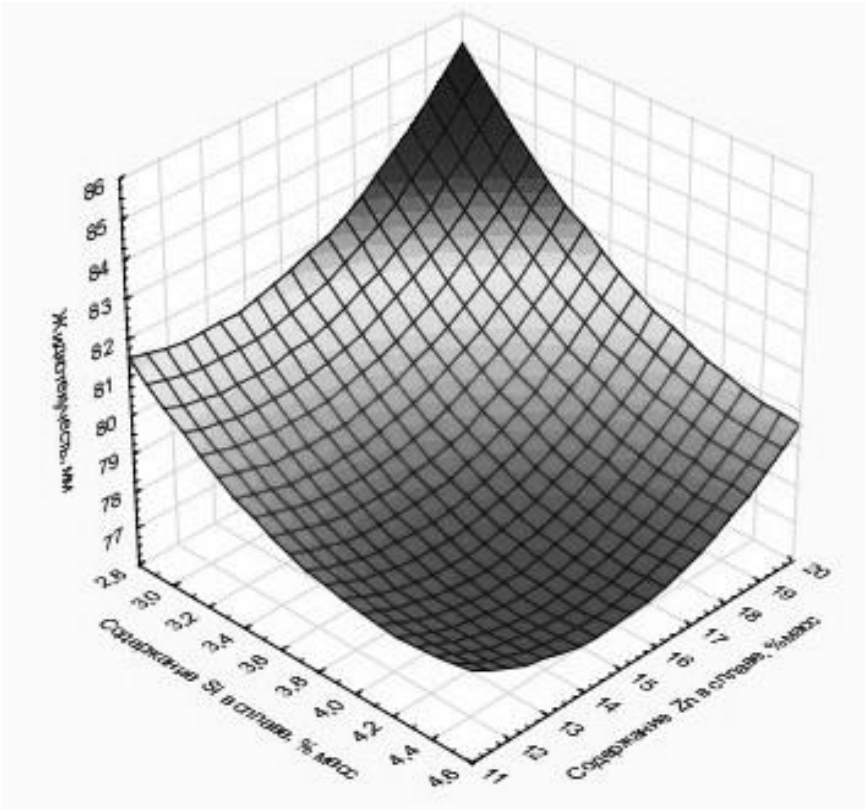


Рисунок 4 – Поверхность отклика функции жидкотекучести сплава ЛЦ16К4 в интервале концентраций, регулируемых ГОСТ

Полученная зависимость λ(t) показывает, что интенсивное увеличение жидкотекучести латуни наблюдается до перегрева 200 ºС, а затем ее рост снижается. Поэтому разогревать расплав выше 200 °С над линией ликвидуса нецелесообразно. Однако такой перегрев приводит к значительному угару Zn.

Согласно литературным данным [15, 16], кремний способствует уменьшению величины угара цинка при плавке латуни. Как было установлено ранее, увеличение содержания Si в составе латуни приводит к уменьшению жидкотекучести, поэтому для определения оптимальной температуры заливки необходимо установить, при каком ее значении в сплавах с различным содержанием кремния начинается интенсивный угар Zn. Для этого сплавы, содержащие 3,23 и 4,54 мас. % Si и 19,39 мас. % Zn, выдерживались 15 мин при различных температурах перегрева и затем заливались пробы для химического анализа. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Влияние температуры перегрева над линией ликвидуса на жидкотекучесть латуни ЛЦ16К4

№ варианта	Температура измерения, °С	Температура перегрева расплава, °С	Жидкотекучесть по трем измерениям 3 плавок каждого варианта, мм		
			1 плавка	2 плавка	3 плавка
1	930	40	57,0	57,0	57,0
2	960	70	69,5	67,0	68,0
3	990	100	82,0	82,0	81,0
4	1020	130	92,0	92,0	92,0
5	1050	160	97,0	94,5	97,0
6	1080	190	107,0	104,5	106,0
7	1110	220	109,5	108,3	108,2
8	1140	250	112,0	113,3	113,2
9	1170	280	118,5	113,3	114,5
10	1200	310	118,5	118,5	118,5

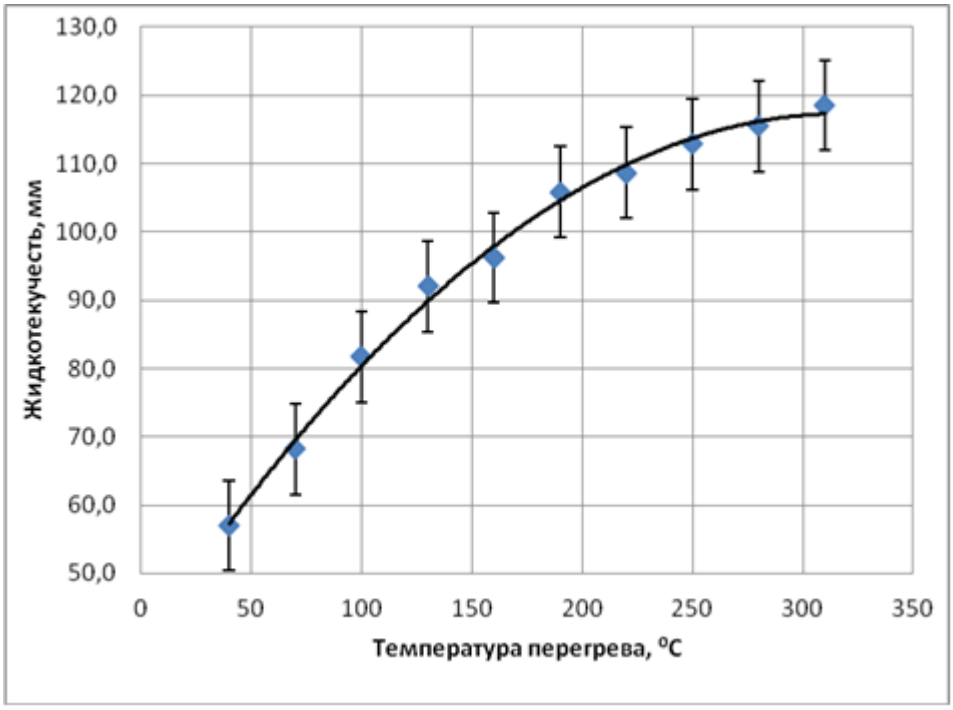


Рисунок 5 – Зависимость жидкотекучести кремнистой латуни ЛЦ16К4 от температуры перегрева над линией ликвидуса

Таблица 3 – Угар цинка (средние значения) в зависимости от температуры перегрева над линией ликвидуса и содержания кремния в латуни ЛЦ16К4

Содержание Si в сплаве, мас.%	Температура перегрева, °С	Содержание Zn в сплаве, мас.%		Угар Zn, %
		Исходный	После выдержки	
3,23	50	19,39	19,35	0,18
3,23	100	19,39	19,22	0,49

Продолжение таблицы 3

3,23	150	19,39	18,72	0,84
3,23	200	19,39	19,09	1,54
4,54	50	19,39	19,46	0,37
4,54	100	19,39	19,23	0,39
4,54	150	19,39	19,31	0,81
4,54	200	19,39	18,94	2,34

Примечание: Было проведено по 3 плавки для каждого образца.

Интенсивный угар цинка наблюдается в образцах, выдержанных с перегревом в 200 °С, в остальных же он незначительный и практически не зависит от содержания Si в исследованном интервале.

Таким образом, оптимальная температура заливки кремнистой латуни ЛЦ16К4 составляет 1040–1070 °С.

Выводы

Проведенные исследования позволили установить, что жидкотекучесть кремнистой латуни повышается с увеличением в ее составе содержания Zn и снижается с ростом концентрации Si. Таким образом, лучшим по этому показателю является сплав Cu – 19 % Zn–3 % Si, у которого жидкотекучесть в среднем на 7–10 % выше, чем у сплава Cu–12%Zn–4,5 % Si. Выявлено, что оптимальная температура заливки латуни ЛЦ14К4 составляет 1040–1070 °С, что соответствует 150–170 °С перегрева над линией ликвидуса и не приводит к интенсивному угару цинка, который, как показали исследования, начинается при перегреве, близком к 200 °С.

Полученные научные результаты при использовании их в промышленных условиях позволят изготавливать более тонкостенные высококачественные отливки. Также может быть сокращен брак по причине недолива при производстве крупных художественных отливок в формы из холодно-твердеющих смесей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Han Q.Y., Xu H.B.* Fluidity of alloys under high pressure die casting conditions // Scripta Mater. 2005. No. 53. P. 7–10.

2. *Sweatman K., Nishimura T.* The Fluidity of the Ni-Modified Sn-Cu Eutectic Lead Free Solder // Presented at IPC Printed Circuits Expo, APEX and the Desidners Summit. Osaka, Japan, 2006. P. 1–6.

3. *Hua Q., Gao D., Zhang H., Zhai Q.* Influence of alloy elements and pouring temperature on the fluidity of cast magnesium alloy // Mater. Sci. Eng. A. 2007. Vol. 444. P. 69–74.

4. *Никитин, К.В., Тимошкин И.Ю., Волостнов А.В.* Наследственное влияние модифицирования на затвердевание силуминов, определенное методом вакуумного всасывания // Литейщик России. 2009. №. 7. С. 29–32.

5. *Akhaze M.N.* Comparative Studies of the Fluidity of Some Selected Non-Ferrous Metals and Alloys // J. Energy Technol. Policy. 2012. Vol. 2. No. 5. P. 15–19.

6. *Sabatino M. Di., Syvertsen F., Arnberg L., Nordmark A.* An Improved method for Fluidity measurement by Gravity Casting of Spirals in sand moulds // Norway Inter. J. Cast Metals Research. 2005. No. 18. P. 59–62.

7. *Beeley P.R.* Foundry Technology. London: Butterworth & Co. Ltd., 2001.

8. *Герасимов С.П., Чурсин В.М.* Технология, теплотехника и автоматизация металлургического производства // Тр. МВМП. 1971. No. 12. С. 121–123.

9. *Чурсин В.М.* Плавка медных сплавов. – М.: Металлургия, 1982.

10. *Miettinen J.* Thermodynamic description of the Cu–Si–Zn system in the copper-rich corner // Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry. 2007. No. 31. P. 422–427.

11. *Лякишева Н.П.* Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3 т.: Т.2. М.: Машиностроение, 1997.

12. *Davis J.R.* Asm Specialty Handbook: Copper and Copper Alloys. Hardcover: ASM Internatinal, 2001.

13. *Borggren U., Selleby M.* A Thermodynamic Database for Special Brass // Journal of Phase Equilibria. 2003. Vol. 24. No. 2. P. 110–121.

14. *Doostmohammadi H., Moridshahi H.* Effects of Si on the microstructure, ordering transformation and properties of the Cu60Zn40 alloy // J. Alloys Comp. 2015. Vol. 640. P. 401–407.

15. *Осинцев О.Е, Федоров В.Н.* Медь и медные сплавы, отечественные и зарубежные марки: Справочник. М.: Машиностроение, 2004.

16. *Урвачев В.П, , Кочетков В.В., Горина Н.Б.* Ювелирное и художественное литье по выплавляемым моделям сплавов меди. – Челябинск: Металлургия, 1991.

УДК 669.184:001.891.53

Е.В. Протопопов, С.В. Фейлер

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНВЕРТЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

В современных условиях повышение эффективности кислородно-конвертерного производства стали неразрывно связано с дальнейшим исследованием теории продувки конвертерной ванны и механизма процессов, протекающих в расплаве по ходу операций (рис. 1).

В данных условиях, традиционно предварительные исследования и дальнейшие обработки вариантов технологии конвертерной плавки совершенствования конструкций конвертеров и фурменных устройств, выполняли на «горячих» моделях лабораторных агрегатов малой садки.

Проведенные в свое время на лабораторных установках эксперименты [1, 2] по исследованию механизма явлений при верхней кислородной продувке конвертерной ванны убедительно показали неоспоримое преимущество высокотемпературного моделирования с точки зрения получения информации о развитии гидрогазодинамических и тепломассообменных процессов в рабочем пространстве конвертера. Трудно представить, как с использованием холодного моделирования конвертерных процессов можно было бы установить, например, факт преимущественного протекания реакции обезуглероживания в пределах ограниченного объема конвертерной ванны, в зоне воздействия кислородной струи.

Это впервые было доказано немецкими исследователями [2] на лабораторном двухкамерном конвертере и подтверждено в работах [3 – 7] с использованием аналогичной методики постановки экспериментов. Без преувеличения можно отметить, что результаты пионерской работы [2] привели к последующему выполнению целого комплекса высокотемпературных экспериментов по выяснению механизмов физико-химических явлений в рабочем пространстве конвертера при верхней кислородной продувке [5, 6, 8 – 15].

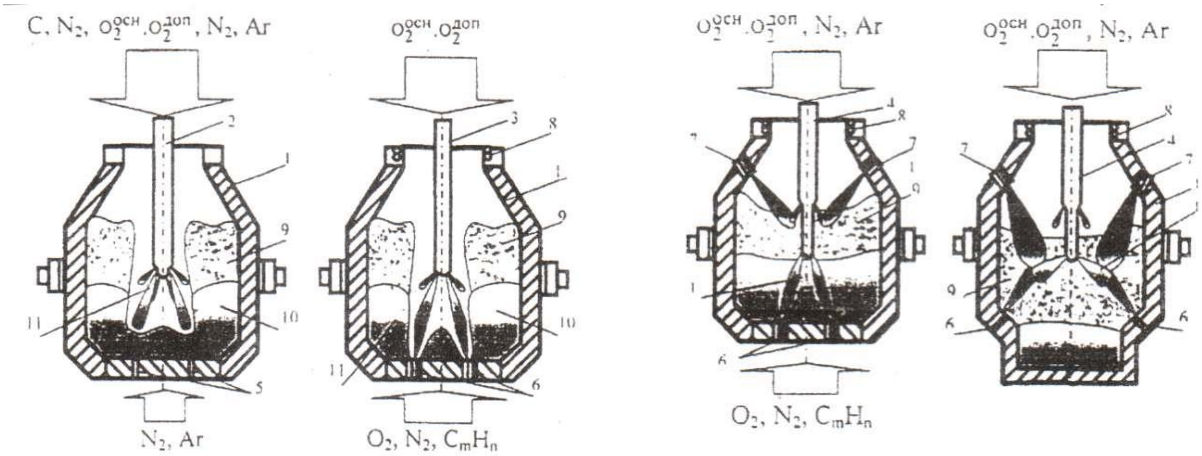


Рисунок 1 - Схемы перспективных конвертерных агрегатов и способов комбинированной продувки конвертерной ванны: 1 – конвертер; 2 – верхняя многоконтурная фурма; 3 – верхняя двухконтурная фурма; 4 – верхняя двухъярусная фурма; 5 – донные фурмы подачи нейтральных перемешивающих газов; 6,7 – донные и боковые многосопловые топливно-кислородные фурмы соответственно; 8 – устройство подогрева природного газа; 9 – объем газошлакометаллической эмульсии; 10 – объем металлической ванны; 11 – реакционные зоны встречного взаимодействия дутья и потоков отходящих

В соответствии с немецкими исследованиями [1, 2] кислородный конвертер с верхней продувкой был представлен как комплексный реактор, который состоит из ряда раздельных реакционных зон, не являющихся независимыми одна от другой, а именно:

– зоны взаимодействия кислородного дутья с отходящими газами полости конвертера;

– зоны непосредственного воздействия струй дутья на шлаковую и металлическую фазы конвертера;

– зоны вспененной шлакометаллической эмульсии;

– объема металлической ванны.

В работах [16 – 18] высокотемпературное моделирование представляется как метод экспериментального исследования, в котором изучение какого-либо гидрогазодинамического, физико-химического и тепломассообменного явлений или их совокупности производится на уменьшенной горячей модели промышленного образца.

Доказывается [16], что с учетом геометрического и физического подобия модели образцу особенно важно соблюсти динамическое подобие режимов [16 – 18]:

– струйного течения кислородных и кислородно-топливных потоков, формируемых различного типа верхними и боковыми фурменными устройствами, и их взаимодействия с отходящими газами, содержащими мелкодисперсную пыль, брызгами металла и шлака на пути распространения к ванне;

– воздействия верхних и боковых кислородных и других газовых струй непосредственно на металлическую и шлаковую фазы конвертерной ванны;

– внедрения донных топливно-кислородных и нейтральных (азот, аргон) струй в металлическую ванну и их взаимодействия;

– поведения конвертерной ванны в ходе продувки, изменения уровня ванны, вспенивания металлической и шлаковой фаз, возникновения всплесков, волн, брызг и направленных циркуляционных потоков; образования газошлакометаллической эмульсии, выносов капель металла и шлака, выбросов значительных объемов шлакометаллической взвеси за пределы рабочего пространства конвертера.

При условии постоянства чисел Ньютона горячей модели и образца и представления, что гидрогазодинамические явления, происходящие в конвертерной ванне, в преобладающей степени определяются взаимодействием инерционных сил газовых струй и сил тяжести металлического расплава, получено с учетом геометрического подобия число $C_д$ динамического подобия [16 – 18] процесса продувки конвертерной ванны

$$C_д = \frac{\rho_г w_г^2 F_г}{k_к \rho_м F_ц h_в g} = \frac{I_г}{m_м g} = \text{idem}, \qquad (1)$$

где $\rho_г$ и $\rho_м$ – плотность газа и металла, кг/м^3; $w_г$ – скорость газа, м/с; $h_в$ – глубина металлической ванны в спокойном состоянии, м; $m_м$ – садка конвертера, кг; $F_г$ – площадь критического сечения дутьевых сопел, м^2; $F_ц$ – площадь сечения конвертерной ванны в цилиндрической части, м^2; g – ускорение силы тяжести, м/с^2; $k_к$ – коэффициент, учитывающий форму днища конвертера; $I_г$ – суммарный импульс газовых струй, определяющий силу воздействия струй на ванну, кг·м/с^2.

Достижение подобия в определяющем конвертерный процесс взаимодействии дутья с ванной дает возможность с большей степенью достоверности переносить на образец полученные путем высокотемпературного моделирования данные о форме и размерах реакционной зоны, а также о протекающих в ней физико-химических процессах. Так, например, выполнение условия (2) при одинаковых начальных параметрах ведения конвертерной плавки (состав и температура перерабатываемого чугуна, удельный расход и режим присадки шлакообразующих материалов) ведет к равенству на модели и образце значений $L_{р.з}/h_в$, $D_{р.з}/D_ц$ (где $L_{р.з}$ и $D_{р.з}$ – глубина и диаметр реакционной зоны взаимодействия кислородных струй с металлическим расплавом), то есть к обеспечению идентичных условий в перераспределении вдуваемого кислорода между металлической, шлаковой и газовой фазами рабочего пространства конвертера. В этом случае при одинаковом температурном ходе операции характер поведения ванны при продувке (волно- и брызгообразование, дробление и сжигание объемов металла в кислородных струях, формирование отходящего из реакционной зоны потока газов, образование направленных циркуляционных потоков в объеме металлического расплава, вспененной шлакометаллической эмульсии и выбросов ее через горловину агрегата) одинаков на лабораторном и промышленном конвертерах. Здесь следует учитывать, что при равном удельном расходе кислорода на продувку G_{O_2}, м^3/(кг·с), обеспечивающем при соблюдении вышеописанных условий подобия равенство на модели и образце числа гидродинамической гомохронности $H_0 = w\tau_{пр}/l$ = idem (характеризующего скорость изменения поля скоростей течения среды во времени $\tau_{пр}$), отношение $i_{о.г}/(m_м g)$ для модели будет в C_l раз меньше, чем в образце (где $i_{о.г}$ – импульс отходящего потока газов). Это и обусловливает то, что соотношение скоростей, например, потоков отходящего газа ($w_{о.г}/w'_{о.г}$) и перемещающегося металла ($w_м/w'_м$), высот подъема самой металлической ванны ($H_м/H'_м$) и шлака ($H_ш/H'_ш$) при вспенивании, высот общего уровня ванны ($H_в/H'_в$) и подъема всплесков на поверхности расплава ($H_{вспл}/H'_{вспл}$), размеров образующихся газовых макрообъемов и пузырей, брызг металла и шлака вполне удовлетворительно подчиняется зависимости

$$w_{о.г}/w'_{о.г} = w_м/w'_м = H_м/H'_м = H_ш/H'_ш = H_в/H'_в = H_{вспл}/H'_{вспл} = l/l' = C_l \quad (2)$$

где l – характерный размер; верхний индекс «'» обозначает модель.

Для изучения гидрогазодинамики и хода конвертерной плавки в дальнейшем были разработаны новые методики наблюдения и фиксации фото- и киноаппаратурой происходящих при продувке ванны макрофизических явлений. Так, информация [10, 13, 19 – 21] о поведении реакционной зоны при воздействии верхних кислородных струй на конвертерную ванну, характере выхода из нее оксида углерода, состоянии поверхностных слоев отдаленных от фурмы участков ванны и механизме образования волн, выбросов, брызг и выноса при различных режимах дутья была получена путем фотокиносъемки через смотровое окно, выполненное выше стыка цилиндрической и конической частей

лабораторного конвертера (рис. 1, *а*; 2, *а*). В случае предотвращения подсоса атмосферного воздуха в полость конвертера путем герметичной установки специальной смотровой трубы, закрытой прозрачным кварцевым стеклом (рис. 1, *б*), удается фиксировать [19, 21] процесс распространения кислородных струй в рабочем пространстве конвертера, взаимодействие их со встречным потоком выходящих из реакционной зоны газов и пыли, а также попадающими в струи брызгами металла и шлака (рис. 2, *б*).

Благодаря использованию конвертеров со смотровыми окнами (рис. 1, *а*, *б*), применению специальных приемов визуализации реакционной зоны и фотокиносъемки, удалось зафиксировать (рис. 2, *а*, *б*) макрокартину физических явлений на поверхности продуваемой конвертерной ванны [10, 12, 13, 19 – 21] даже в периоды интенсивного дымообразования, что не удавалось при проведении экспериментов на открытой индукционной печи емкостью 50 кг [8].

При выполнении футеровки конвертера в цилиндрической части из прозрачного кварцевого стекла (рис. 1, *в*) появилась возможность изучать структуру, изменение уровня конвертерной ванны и фиксировать температурную неоднородность последней по высоте (рис. 2, *в*). Разработанная методика прозрачной стенки конвертера позволила впервые получить достоверную информацию [11, 12, 22, 23] о состоянии и перемещении границы раздела шлак – металл при различных способах продувки, а следовательно, о степени вспенивания металлической и шлаковой фаз в конвертере и механизме образования выбросов. В этом случае контроль общего уровня конвертерной ванны $H_{в}$ при продувке осуществляли путем замера высоты намороженной металлошлаковой «рубашки» на металлическом стержне пробоотборочного устройства после извлечения его из конвертера, а уровня металлической ванны $H_{м}$ – по кадрам фотокиносъемки (рис. 2, *в*) перемещения границы раздела шлак – металл [11, 12].

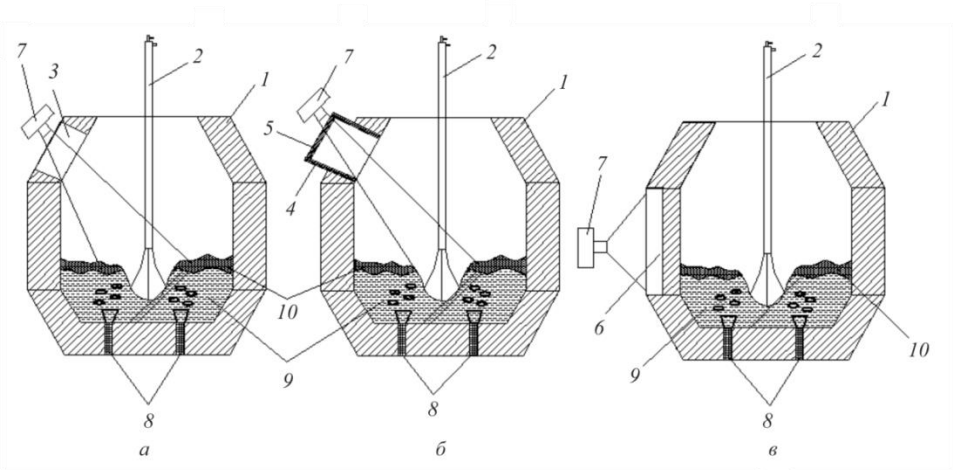


Рисунок 1 - Схема осуществления опытов по изучению гидрогазодинамики конвертерного процесса на горячей модели с использованием смотрового окна (а), смотровой трубы (б) и прозрачной стенки (в):

1 – конвертер; 2 – кислородная фурма; 3 – смотровое окно; 4 – смотровая труба; 5 – кварцевое стекло; 6 – прозрачная кварцевая стенка; 7 – кинокамера; 8 – донные фурмы; 9 – металл; 10 – шлак

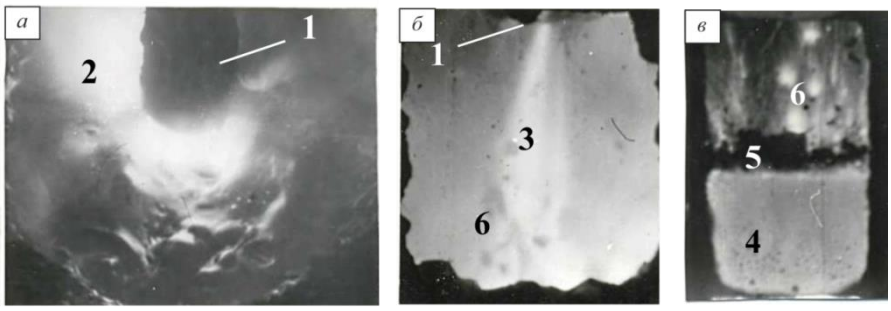


Рисунок 2 - Макрофизические явления на поверхности конвертерной ванны (а, б) и границе раздела шлак – металл (в) при верхней продувке:
1 – односопловая кислородная фурма; 2 – факел догорающего оксида углерода; 3 – дожигание оксида углерода, вовлеченного в кисло-родную струю; 4 – металлическая ванна; 5 – шлак; 6 – брызги металла и шлака

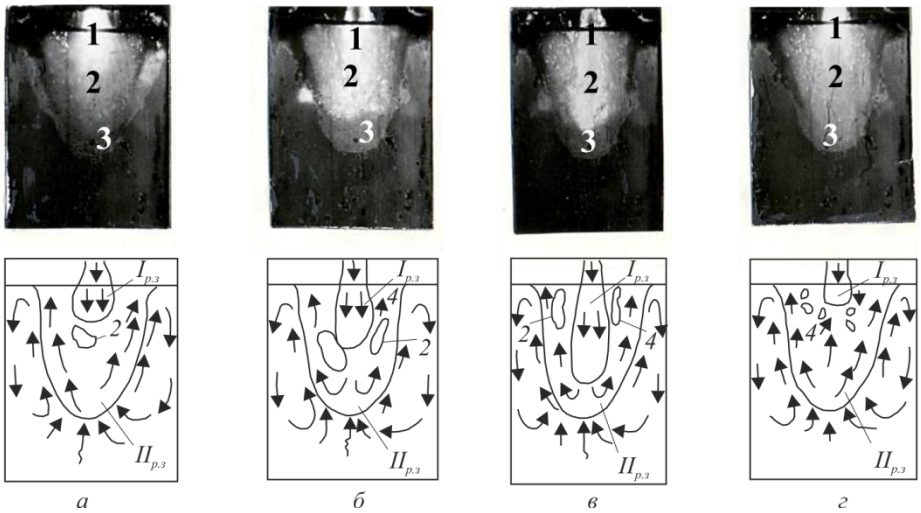


Рисунок 3 - Картина и схема пульсации железоуглеродистого струйного участка первичной реакционной зоны (Ip.з) при продувке расплава ([C] = 3.2 %) одиночной кислородной струей в различные моменты времени (а – г):
1 – уровень металла в спокойном состоянии; 2 – струйный участок Ip.з; 3 – вторичная реакционная зона IIp.з; 4 – всплывающие макрообъемы оксида углерода

При верхней кислородной продувке передельного чугуна впервые установлено [11, 12], что на протяжении операции вспенивается только шлак за счет газовыделения в объеме последнего при обезуглероживании корольков металла, а уровень металлической ванны $H_м$ даже монотонно понижается в результате окисления примесей и части железа, а также эмульгирования металла в шлаковую фазу. Согласно проведенным оценкам снижение величины $H_м$ достигает 16 % от первоначального уровня металла в спокойном состоянии H_0. В то же время высота вспененного слоя шлака может превышать в 5,8 – 6,5 раза значения H_0.

При выбранной конструкции наконечника фурмы основным управляющим воздействием на состояние ванны при верхней продувке (образование

газошлакометаллической эмульсии, подавление выбросов) является изменение интенсивности кислородного дутья и уровня расположения фурмы $H_ф$ над металлической ванной в спокойном состоянии, что позволяет перераспределять вдуваемый кислород на реакции между металлом и шлаком. Установлено [11, 12, 23], что при содержании углерода в ванне более 0,3 % продолжительная по времени продувка в «мягком» режиме (высота обычной фурмы 40 – 60 диаметров сопла) ведет к интенсивному образованию газошлакометаллической эмульсии, к заполнению ею внутреннего объема конвертера и к созданию ощутимых затруднений в отводе основного потока оксида углерода, выходящего из пределов реакционной зоны. В этих условиях, как зафиксировано киносъемкой [23], выход газов из реакционной зоны на поверхность ванны приобретает взрывной характер, когда за незначительным по времени периодом накопления газов в околофурменной зоне следует энергичный прорыв окружающей оболочки вспененной шлакометаллической эмульсии с выбросом ее через горловину агрегата.

Условия вспенивания шлака и металлического расплава при комбинированной верхне-донной кислородной продувке, а следовательно, и механизм такого вспенивания и образования выбросов, а также колебание поверхности металлической ванны, как установлено в работах [20, 23], принципиально отличны от условий, характерных для верхней кислородной продувки, а также для комбинированной продувки с подачей кислорода сверху и нейтрального перемешивающего газа через днище.

Была усовершенствована впервые примененная в работе [9] методика визуализации реакционной зоны, развивающейся при взаимодействии с металлическим расплавом направленной вдоль прозрачной кварцевой стенки кислородной струи, благодаря чему удалось с использованием киносъемки и метода фотографической пирометрии [15] фиксировать более четко структурные составляющие реакционной зоны и температурную неоднородность в ней как при кислородной (рис. 3), так и при кислородно-порошковой (рис. 4) продувке.

При продувке железоуглеродистого расплава в реакторах с прозрачной кварцевой стенкой [15] подтверждены ранее полученные сведения [8, 9] о правомочности деления реакционной зоны (рис. 3) на первичную ($I_{р.з}$), в которой преимущественно развивается процесс сжигания вовлеченных во внедренную в ванну кислородную струю объемов металла, его примесей и оксида углерода, и вторичную ($II_{р.з}$), где происходит взаимодействие образующихся в основном в первичной реакционной зоне оксидов железа, а также неусвоенного на пути внедрения в ванну газообразного кислорода со свежим расплавом с выделением оксида углерода.

В пределах общей реакционной зоны (рис. 3) фиксируются очертания внедряющейся струи ($I_{р.з}$), взаимодействующей с вовлекаемыми в нее объемами металла, а также встречным потоком отходящих отдельными прорывами газов, образующихся во вторичной реакционной зоне и препятствующих проникновению струи. В результате этого взаимодействия наблюдается пульсирующий характер проникновения струи в расплав с периодичностью 0,10 – 0,15 с, изменение в ходе продувки угла раскрытия (в пределах 12 – 23°) и

размеров струйного участка реакционной зоны (рис. 3). Установлено, что максимальный угол раскрытия струйного участка и минимальная глубина этого участка соответствовали моменту наибольшего сопротивления внедрению кислородной струи со стороны выходящего потока газа при формировании его прорыва из реакционной зоны. В начальный период накопления газа в пределах реакционной зоны длина струйного участка максимальна, а угол его раскрытия минимален и практически равен углу раскрытия кислородной струи до внедрения в ванну.

Впервые с использованием модернизированной методики визуализации реакционной зоны и метода фотографической пирометрии [15] удалось оценить температурную неоднородность различных участков реакционной зоны с вдуванием в железоуглеродистый расплав кислородной струи (рис. 4, *а*), а также исследовать влияние добавок различных порошкообразных материалов в кислородную струю на структуру, размеры и температурную неоднородность реакционной зоны (рис. 4, *б*, *в*). Кислородно-порошковая продувка расплавов сопровождалась во всех случаях изменением конфигурации образующейся реакционной зоны, выразившимся в заострении очертаний реакционных зон $I_{р.з}$ и $II_{р.з}$ по глубине, а также большей стабилизацией струйного участка.

С использованием полученных экспериментальных данных о структуре и параметрах реакционных зон, образуемых при продувке конвертерной ванны кислородными и кислородно-порошковыми струями, разработана методика проектирования верхних обычных и многоконтурных фурм различного назначения [24, 25].

С целью изучения механизма и интенсивности развития процесса окисления шлакообразующих примесей (кремния, марганца, фосфора) в реакционной зоне взаимодействия кислородной струи с ванной, в объемах шлакометаллической эмульсии и металлической ванны получила свое дальнейшее развитие методика двухкамерного конвертера [6], применявшаяся для изучения реакции обезуглероживания [2 – 5]. Усовершенствованная методика экспериментов [6] заключалась в последовательном выделении из сопоставляемых областей конвертерной ванны зоны преобладающего окисления шлакообразующих примесей. Установлено, что окисление кремния и марганца происходит преимущественно в пределах реакционной зоны по двухстадийной схеме, предполагающей первичное образование в основном оксидов железа с последующим их расходованием на реакции рафинирования в пределах ограниченного объема вторичной реакционной зоны. Удаление фосфора преимущественно развивается на границе соприкосновения металла с основным железистым шлаком, то есть в объеме газошлакометаллической эмульсии и непосредственно на границе раздела шлак – металлическая ванна. Аналогичные результаты, в том числе подтверждающие двухстадийную схему окисления углерода, кремния и марганца в пределах реакционной зоны, были получены позднее с использованием методики изучения продуктов содержимого реакционной зоны [14].

В дальнейших экспериментах с целью визуализации и оценки гидрогазодинамических и тепломассообменных процессов, протекающих в

каждой из камер конвертера при верхней и комбинированной продувках, передняя стенка агрегата была выполнена из прозрачного кварцевого стекла (рис. 5, *а*), а огнеупорная перегородка вплотную примыкала к нему. На горловину конвертера устанавливали крышку, которая вместе с перегородкой (как и в исследовании [5]) обеспечивала изоляцию реакционной камеры от сравнительной, при этом каждая камера сообщалась с атмосферой лишь через специальные, прорезанные в крышке отверстия для выхода газов.

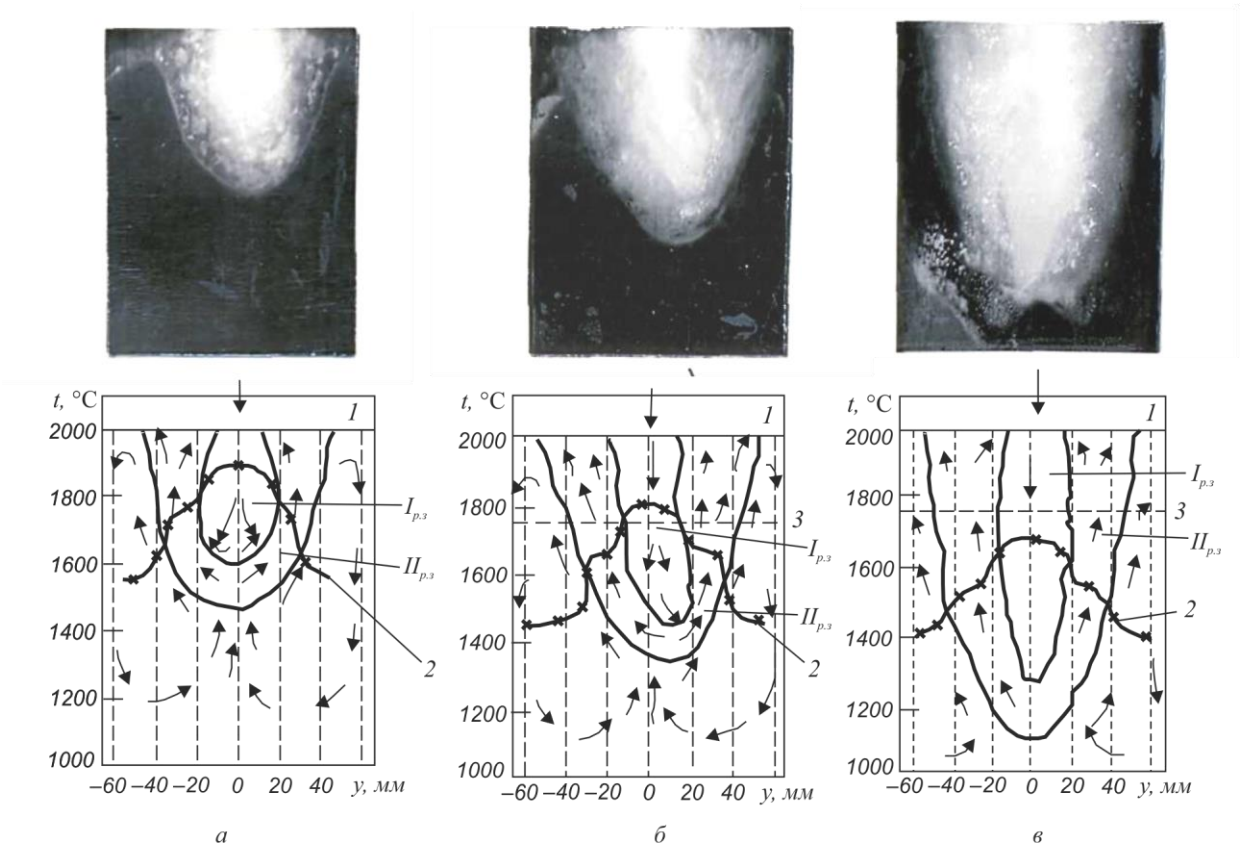


Рисунок 4 - Макрокартина реакционной зоны и схема распределения в ней (у – расстояние от оси внедрения струи в расплав) потоков и температур при продувке железоуглеродистого расплава ([C] = 3,5 %) кислородной (а) и кислородно-порошковыми (б, в) струями при добавке в кислородную струю 1 кг/м3 CaO (б) и 2 кг/м3 Fe2O3 (в): 1 – уровень металла в спокойном состоянии; 2 – температурная кривая в сечении

По ходу продувки через отверстия в крышке из обеих камер отбираются пробы металла и шлака с одновременной фиксацией общего уровня ванны [$H_в$] и уровня металлической ванны [$H_м$] в реакционной и сравнительной камерах (индексы «р» и «с» соответственно), а также с помощью стационарных термопар измеряется температура ванны (рис. 5, *б*). По результатам анализа проб металла и шлака оценивается ход рафинирования металла в каждой из камер. Также показателем интенсивности протекания обезуглероживания расплава в пределах реакционной и сравнительной камер служат длины факелов ($L_{фак}$) (рис. 5, *б*) догорания выделяющегося оксида углерода, которые фиксируются с определенным временным интервалом (рис. 6, *а*). Дополнительно фиксируется

информация о температурной неоднородности металлической ванны и перемещении перегретых потоков расплава из реакционной камеры в сравнительную (рис. 6, *б*) благодаря фотокиносъемке протекающих физических процессов через прозрачную кварцевую стенку конвертера.

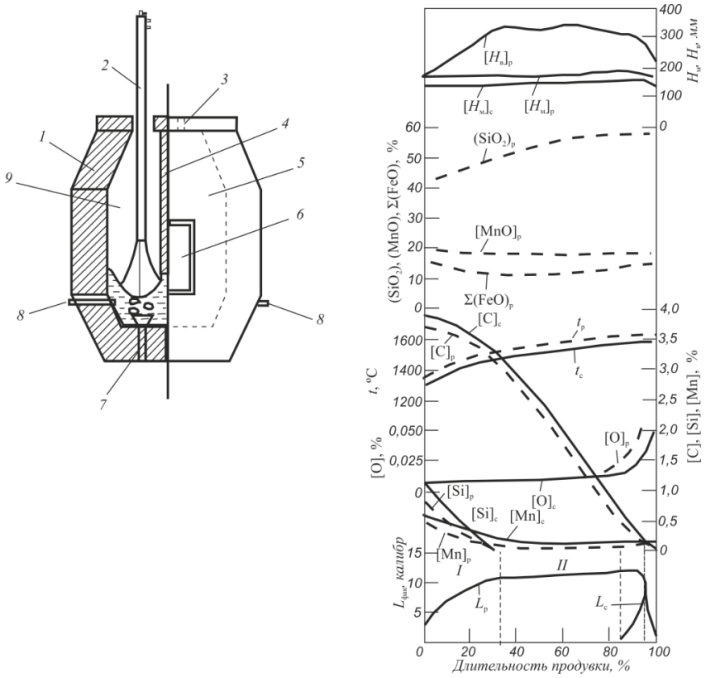


Рисунок 5 - Устройство двухкамерного конвертера (а) и ход рафинирования чугуна (б) в нем при комбинированной продувке с расходом кислорода 3 м3/(тмин) и азота 0,08 м3/(тмин):
1 – конвертер; 2 – верхняя фурма; 3 – калиброванные отверстия в крышке; 4 – огнеупорная перегородка; 5 и 9 – сравнительная и реакционная камеры; 6 – кварцевая стенка; 7 – донные фурмы; 8 – термопары

Вышеописанная методика позволила на более высоком уровне в сравнении с работой [6] впервые осуществить комплекс высокотемпературных экспериментов по количественной оценке окисления примесей и тепломассопереноса в различных реакционных зонах конвертерной ванны при верхней кислородной продувке [22, 26] и комбинированной продувке [24, 25] кислородом и нейтральным газом (рис. 6).

Разработанный комплекс методик и установок высокотемпературного моделирования продувки конвертерной ванны в настоящее время с успехом используется для разработки и совершенствования новых технологий комбинированной продувки конвертерной ванны кислородом и нейтральным газом и фурменных устройств для их реализации [27].

Выводы

Разработаны и обоснованы основные положения методики высокотемпературного моделирования различных вариантов продувки

конвертерной ванны с предложением чисел динамического подобия, позволяющих с большей достоверностью переносить полученные данные с модели на образец. Предложены практические варианты подхода к изучению гидрогазодинамических и тепломассообменных процессов, протекающих в основных реакционных зонах рабочего пространства конвертера при верхней и комбинированной продувках.

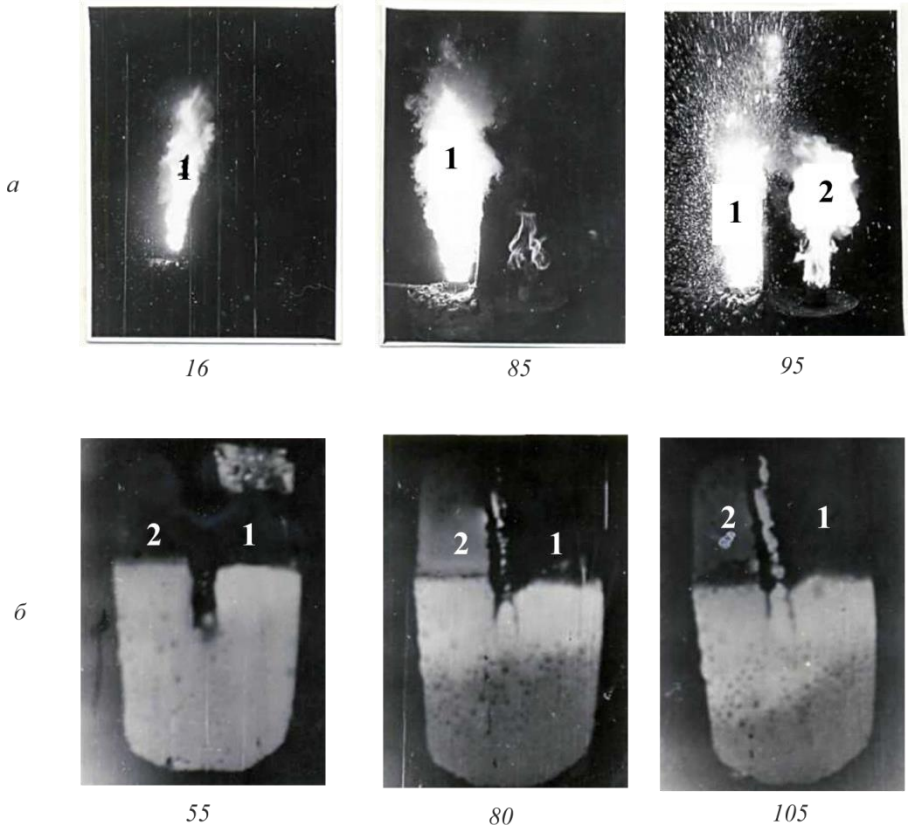


Рисунок 6 - Картина образования факелов (а, под фотографиями время от начала продувки, %) над реакционной (1) и сравнительной (2) камерами и перемещение перегретых потоков расплава из реакционной в сравнительную камеры (б, под фотографиями время от начала продувки, с)

СПИСОК ЛИТЕРТУРЫ

1. Коотц Т., Беренс К., Маас Г., Баумгартен П. Некоторые вопросы теории кислородно-конвертерного процесса // Черные металлы. 1965. № 14. С. 8 – 17; № 15. С. 42 – 52.

2. Borowski K., Maatsch J. // Techn. Mitt. Krupp, Forsch.-Ber. 1964. Vol. 22. S. 63, 64.

3. Лопухов Г.А., Самарин А.М. Кинетика объемного и поверхностного обезуглероживания при продувке чугуна кислородом. – В кн.: Физико-химические основы производства стали. – М.: Наука, 1971. С. 287 – 291.

4. Лопухов Г.А., Клибанов Е.Л. Некоторые закономерности окислительных процессов при продувке чугунов // Изв. АН СССР. Металлы. 1972. № 5. С. 3 – 9.

5. Охотский В.Б., Чернятевич А.Г., Просвирин К.С. Зона преимущественного рафинирования металла при продувке ванны кислородом. – В кн.: Сталеплавильное производство: Тематич. отраслевой сб. МЧМ СССР. – М.: Металлургия, 1974. № 3. С. 75 – 82.

6. Зарвин Е.Я., Чернятевич А.Г., Волович М.И. О месте преимущественного окисления шлакообразующих примесей при продувке металла кислородом // Изв. вуз. Черная металлургия. 1975. № 2. С. 22 – 27.

7. Чернятевич А.Г., Протопопов Е.В., Ганзер Л.А. О некоторых особенностях окисления примесей в конвертерной ванне при комбинированной продувке // Изв. вуз. Черная металлургия. 1987. № 4. С. 25 – 30.

8. Охотский В.Б., Чернятевич А.Г., Просвирин К.С. Изучение процесса взаимодействия кислородной струи с металлической ванной // Изв. вуз. Черная металлургия. 1972. № 6. С. 57 – 60.

9. Охотский В.Б., Баптизманский В.И., Просвирин К.С., Щедрин Г.А. Строение реакционной зоны при продувке металла кислородом // Изв. вуз. Черная металлургия. 1973. № 8. С. 50 – 53.

10. Зарвин Е.Я., Чернятевич А.Г., Волович М.И. и др. Изучение процесса продувки конвертерной ванны с использованием фотокиносъемки // Изв. вуз. Черная металлургия. 1974. № 12. С. 33 – 37.

11. Зарвин Е.Я., Чернятевич А.Г., Волович М.И. Наблюдение через прозрачную стенку за поведением конвертерной ванны при продувке // Изв. вуз. Черная металлургия. 1975. № 2. С. 37 – 42.

12. Чернятевич А.Г., Зарвин Е.Я., Борисов Ю.Н., Волович М.И. О механизме образования выбросов из кислородного конвертера с верхней продувкой // Изв. вуз. Черная металлургия. 1976. № 10. С. 54 – 59.

13. Чернятевич А.Г., Зарвин Е.Я., Борисов Ю.Н. и др. Макрокартина физических явлений в реакционной зоне кислородного конвертера при продувке многосопловыми фурмами // Изв. вуз. Черная металлургия. 1977. № 12. С. 61 – 65.

14. Баптизманский В.И., Охотский В.Б., Просвирин К.С. и др. Исследование физико-химических процессов в реакционной зоне при продувке металла кислородом // Изв. вуз. Черная металлургия. 1977. № 6. С. 51 – 54; № 10. С. 24 – 26.

15. Чернятевич А.Г., Зарвин Е.Я., Соломон Г.М. О структуре реакционной зоны при продувке металла кислородной и кислородно-порошковой струями // Изв. вуз. Черная металлургия. 1978. № 10. С. 72 – 77; № 12. С. 33 – 36.

16. Чернятевич А.Г., Зарвин Е.Я. К вопросу горячего моделирования кислородно-конвертерного процесса // Изв. вуз. Черная металлургия. 1978. № 4. С. 40 – 46.

17. Чернятевич А.Г. Высокотемпературное моделирование кислородно-конвертерного процесса // Изв. вуз. Черная металлургия. 1991. № 12. С. 16 – 18.

18. Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г. Условия подобия при высокотемпературном моделировании кислородных процессов. Аэрогидродинамическое подобие // Изв. вуз. Черная металлургия. 1997. № 8. С. 26 – 31.

19. Чернятевич А.Г., Шишов Б.И. Некоторые вопросы распространения кислородных струй в рабочем пространстве конвертера // Изв. вуз. Черная металлургия. 1981. № 1. С. 28 – 32; № 3. С. 42 – 45.

20. Чернятевич А.Г., Протопопов Е.В. Экспериментальное изучение параметров реакционной зоны конвертерной ванны в условиях комбинированной продувки // Изв. вуз. Черная металлургия. 1991. № 6. С. 17 – 22.

21. Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г. Исследование взаимодействия кислородных струй с отходящими конвертерными газами // Изв. вуз. Черная металлургия. 1996. № 10. С. 5 – 9.

22. Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г., Юдин С.В. Исследование химических и температурных градиентов в конвертерной ванне с использованием высокотемпературного моделирования // Изв. вуз. Черная металлургия. 1997. № 10. С. 20 – 24.

23. Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г., Юдин С.В. Гидродинамические особенности поведения конвертерной ванны при различных способах продувки // Изв. вуз. Черная металлургия. 1998. № 8. С. 23 – 29.

24. Чернятевич А.Г., Протопопов Е.В. Разработка наконечников двухконтурных фурм для кислородных конвертеров // Изв. вуз. Черная металлургия. 1995. № 12. С. 13 – 17.

25. Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г., Лаврик Д.А., Мастеровенко Е.Л. Исследование структуры и параметров реакционных зон при верхней продувке применительно к проектированию многоцелевых конвертерных фурм // Изв. вуз. Черная металлургия. 2002. № 12. С. 16 – 21.

26. Зарвин Е.Я., Соломон Г.М., Волович М.И. Особенности массопереноса элементов в условиях верхней кислородной продувки // Изв. вуз. Черная металлургия. 1982. № 6. С. 29 – 34.

27. Фейлер С.В., Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г. Совершенствование технологии комбинированной продувки конвертерной ванны кислородом и нейтральным газом // Изв. вуз. Черная металлургия. 2014. № 4. С. 43 – 50.

УДК 669.131.622

О.Г. Модзелевская, А.В. Феоктистов, И.Ф. Селянин, А.И. Куценко, В.Б. Деев, А.А. Куценко

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ВЛИЯНИЕ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ НА МОДИФИЦИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ БАРИЙ-СТРОНЦИЕВОГО КАРБОНАТА БСК-2 ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЧУГУННОГО ЛИТЬЯ

Модифицирующей способности природного минерала БСК-2 на отливки из чугуна посвящена монография [1].

На ОАО «Завод Универсал» нами проведены промышленные испытания БСК-2 как модификатора чугунов для изготовления купальных ванн и изложниц машин центробежного литья канализационных труб с полным мониторингом микроструктуры, литейных и механических свойств [2,3]. Установлен положительный эффект влияния БСК-2 на чугуны, который выражается в повышении жидкотекучести в 1,7 раза, что приводит к уменьшению спаев и горячих трещин на ваннах, засоренности отливок неметаллическими включениями, уменьшению газовых раковин и пузырей при эмалировании. Металл становится более пластичным, значения твердости НВ у модифицированного чугуна на 17 единиц меньше базовых. Модифицированный чугун более однородный по механическим свойствам. На это указывает уменьшение дисперсии на 155 единиц, среднеквадратичного отклонения на 2,36 единиц значений твердости по Бринелю. В состав БСК-2 входят оксиды (%, по массе): BaO – 16,0; CaO – 21,5; SrO – 5,5; CO_2 – 18,0; остальные оксиды: SiO_2; MgO; K_2O; NaO; Na_2O; Fe_2O_3; MnO; Al_2O_3; TiO_2.

Экспериментальный материал по модифицированию металлов и сплавов, накопленный со времени опубликования классической теории П.А. Ребиндера [4] не может однозначно интерпретироваться на основе классических представлений. Поэтому исследователи предлагают свои оригинальные концепции по данной проблеме, не выходящие за рамки тех же физико-химических трактовок, которых придерживался П.А. Ребиндер [5].

Тиллер и Такашихи [6] связывают модифицирующий эффект УДВ и УДП с возникновением контактной разности потенциалов (КРП) между твердой частицей и расплавом. Та же идея, несколько раньше, была привлечена для объяснения графитизирующего и отбеливающего влияния элементов на серые чугуны [7, 8]. В более разработанном виде данная концепция опубликована в серии статей в 10-м номере журнала «Литейщик России» за 2012 год (с. 22-32).

Термодинамический подход к проблеме кристаллизации металлических систем приводит к формуле для радиуса критического зародыша:

$$r_{\text{кр}} = \frac{2\sigma_{LS}\, T_M}{\rho \Delta H \Delta T}, \qquad (1)$$

где σ_{LS} – поверхностная энергия на границе жидкой и твердой фазы; T_M – температура плавления; ΔT – температурный интервал переохлаждения; ρ - плотность; ΔH – теплота кристаллизации.

Во многих экспериментальных, и затем в теоретических работах [10] установлено, что между поверхностной энергией и работой выхода (W) электронов из металлов существует линейная связь:

$$\sigma = K \cdot W, \tag{2}$$

где K – коэффициент пропорциональности, который зависит от радиуса атома, числа свободных электронов (n_0), параметра решетки, плотности и атомной массы.

Плавление металлических систем сопровождается увеличением объема V_S твердой фазы на величину ΔV_{LS}. На основе модели свободных электронов (СЭ) за счет роста объема уровень Ферми (E_f^L) жидкой фазы понижается на величину:

$$E_f^S - E_f^L = \Delta E_{SL} = \frac{2}{3}\frac{\Delta V_{SL}}{V_S} \cdot E_f^S, \tag{3}$$

где E_f^S – уровень Ферми твердой фазы; E_f^L – уровень Ферми жидкой фазы.

Работа выхода, наоборот, повышается на ту же величину:

$$\Delta W_{LS} = W_L - W_S = -\Delta E_f^{SL}, \tag{4}$$

где W_L и W_S – работа выхода из расплава (L) и кристалла (S).

Так для твердой меди работа выхода W_S=4,4 эв, для расплавленной меди W_L=5,5 эв, ΔW_{SL}=1,1 эв [10].

Для нашей задачи, когда расплав при зарождении кристалла взаимодействует с поверхностью УДВ (УДП) межфазовая поверхностная энергия определяется двумя слагаемыми:

$$\sigma_{LS^*} = \sigma_0 + \sigma_e = \sigma_0 - K(W_L - W_{S^*}), \tag{5}$$

где S^* - индекс для обозначения твердой поверхности УДВ (УДП); σ_0 – избыточная свободная энергия межфазовой поверхности, связанная с физико-химическим различием (атомного объема, координационного числа, числа валентных электронов, их энергии связи) подложки и расплава; σ_e – электростатическая часть поверхностной межфазной энергии (ПМЭ), обусловленной разностью работ выхода контактирующих фаз; W_{S^*} – работа выхода из подложки. Знак σ_0 – положительный, σ_e – отрицательный, поэтому σ_e уменьшает общее значение σ_{LS^*} и способствует зарождению твердой фазы.

Поэтому для прогноза эффективности модификатора следует пользоваться формулой (7), так как работы выхода W_{S^*} определяются экспериментально с приемлемой точностью для многих веществ и соединений [10].

Ниже приведены данные по работе выхода электронов из элементов и соединений, для которых этот параметр имеет минимальное значение. Из таблицы 1 следует, что минимальной работой выхода электрона обладают элементы Sr, Ba, Ca и сложные оксиды на основе этих элементов. Оксиды SrO, BaO, CaO входят в состав природного модификатора БСК-2 и, естественно, после разложения карбонатов выше температуры «химического кипения» t>1360^{0}C, данный природный минерал является эффективным катализатором зарождения графита и аустенита в чугунах, измельчая включения графита и металлической матрицы.

В соответствии с выражением (7) УДВ на основе BaO, SrO, CaO, имея минимальные работы выхода W_{S^*} резко понижают межфазную поверхностную энергию σ_{LS^*}, тем самым понижают размер критического зародыша $r_{\text{кр}}$ и увеличивают скорость зародышевания твердой фазы в чугунах и сталях, которая также зависит от σ_{LS^*} [9].

Таблица 1 – Работа выхода электронов из элементов и соединений [10]

Элемент	Sr	Ba	Ca	Cs	Sm	Eu	Yb
Работа выхода, эв	2,35	2,49	2,7	2,7	2,7	2,5	2,5

Оксиды	BaO	SrO	CaO	Th_2O_3	Y_2O_3	Ga_2O_3	Du_2O_3	Lu_2O_3	Nd_2O_3	Ho_2O_3	TiO
Работа выхода, эв	1,0	1,27	1,32	1,66	2,0	2,1	2,1	1,66	2,3	2,4	2,90

Вещество	$3BaO\cdot W_2O_3$	(Ba, Sr,Ca) O	$3BaO\cdot Te_2O_3$	(Ba, Sr)O	$(BaSr)\cdot CO_2$	(Ca Sr)O	$3BaO\cdot 1{,}5CuO\ Al_2O_3$	$3BaO\cdot Al_2O_3$	BaO + SrO	$3BaO\cdot Se_2O_3$	Yb_6
Работа выхода, эв	1,02	1,10	1,15	1,20	1,25	1,60	1,30	1,70	0,71	2,05	1,87

Вещество	ScB_6	LaB_6	TiC	ZrC	HfC	TiN	сплав Pt-Ba
Работа выхода, эв	2,29	2,56	2,35	2,1	2,04	2,92	2,2

Следует подчеркнуть, что краевой угол смачивания θ, который определяет скорость зародышевания твердой фазы [9], зависит от тех же параметров, что и σ_{LS^*} по (7).

Для него можно написать аналогичное выражение:

$$\theta_{LS^*} = \theta_0 + \theta_e = \theta_0 - K_1\,(W_L - W_{S^*})_1 \qquad (8)$$

где θ_0 – угол, зависящий от несоответствия физико-химических параметров подложки (УДВ, УДП) и расплава (атомного объема, координационного числа, числа валентных электронов, их энергии связи); θ_e – электростатическая часть

краевого угла, обусловленная разностью работ выхода контактирующих фаз; K_1 – коэффициент пропорциональности. Параметр θ_e уменьшает краевой угол, расплав хорошо смачивает подложку с минимальным значением W_{S^*} и способствует интенсивному зародышеванию. У маточного расплава по отношению к своему зародышу θ_0 имеет минимальное значение и $\theta_e \geq \theta_0$, поэтому межфазовая смачиваемость практически идеальная.

Теория КРП вскрывает новый квантово-механический фактор, влияющий на гетерогенное зарождение твердой фазы.

Частицы УДП и УДВ (BaO, SrO), имея меньшую работу выхода, чем металлический расплав, приобретают положительный заряд за счет перетока части электронов с поверхности в окружающую жидкую фазу. Кулоновский потенциал положительно заряженной частицы возмущает свободный электронный газ металлического расплава, в котором на больших расстояниях возникают осцилляции избыточной электронной плотности [12]:

$$\Delta\rho(r) = A\Delta Z|e|n_0 \ \ \cos(2k_f\ r)/(2k_f\ r)\text{^}3 \qquad (9)$$

где $k_f = ((2mE_f)/\hbar\text{^}2\ )^{1/2}$ - волновой вектор электрона на уровне Ферми; m, e – масса и заряд электрона; n_0 – плотность свободных электронов; ħ – постоянная Планка; A – постоянная, зависящая от параметров энергетического спектра электронов конкретного металла; r – расстояние от возмущающего потенциала.

В области металлического расплава, где электронная плотность максимальна, будут перемещаться положительно заряженные ионы и кластеры расплава из областей с пониженной электронной плотностью, выравнивая химический потенциал электронов ($\mu = \varepsilon_F$) по всему объему расплава. В местах сгущения ионов и кластеров происходит гетерогенно-гомогенное зарождение твердой фазы.

При модифицировании расплава в нем возникает множество центров возмущения электронного газа от УДВ (УДП). Волны электронной плотности интерферируют, амплитуды Δρ(r) от различных источников складываются, модифицирующий эффект возрастает.

Выводы

Модифицирующий эффект БСК-2 на серые чугуны обязан оксидам BaO, SrO, CaO, имеющие минимальные работы выхода электронов, и которые входят в его состав. Эффективность модификатора проявляется при температуре расплава выше температуры «химического кипения» карбонатов $BaCO_3$, $SrCO_3$ (1360^0C) и, с учетом потерь тепла на разложение карбонатов, должна быть в пределах 1410-1420^0C. Время выдержки металлического расплава после введения БСК-2 составляет 5-8 минут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябчиков И.В. Кремнистые ферросплавы и модификаторы нового поколения. Производство и применение[Текст] / И.В. Рябчиков, В.Г. Мизин, В.В. Андреев. – Челябинск: Изд-во ЧГУ, 2013. – 295 с.
2. Модзелевская О.Г. Литье ванн из чугуна, модифицированного Ba-Sr-карбонатом [Текст] / О.Г. Модзелевская, Э.А. Киселев, А.В. Феоктистов, Б.А. Машкин, И.Ф. Селянин И.Ф., А.А. Куценко // Литейное производство. – 2015. – № 6, с. 6-8.
3. Феоктистов А.В. О применении карбонатов ЩЗМ для обработки чугуна изложниц центробежных машин [Текст] / А.В. Феоктистов, О.Г. Модзелевская, В.А. Киселев, В.А. Обанин, И.Ф. Селянин, А.А. Куценко // Металлургия машиностроения. – 2015. – № 4, с. 6-8.
4. Ребиндер П.А. // Качественная сталь. – 1939. – № 3. с. 31–34.
5. Мальцев М.В. Модифицирование структуры металлов и сплавов. [Текст] / М.В. Мальцев. – М.: Металлургия, 1964.– 282 с.
6. Tiler W.A., Takahashi T. // Acta metallurgica, 1969.–V17.– №4.– P. 114–121.
7. Храпов А.Я. О механизме графитизации чугунов с точки зрения зонной теории [Текст] / А.Я. Храпов, И.Ф. Селянин // Известия вузов. Черная металлургия. – 1968.–№2. с. 132–133.
8. Селянин И.Ф. Термоэлектрические и термомагнитные свойства синтетических чугунов в зависимости от концентрации графитизирующего и отбеливающего элемента [Текст]: диссертация….к-та тех. наук: 05.323 Новокузнецк, 1968.–134 с.
9. Флемингс М. Процессы затвердевания [Текст] / М. Флемингс. – М.: Мир. – 1977. – 423 с.
10. Фоменко В.С. Эмиссионные и адсорбционные свойства веществ и материалов. [Текст] / В.С. Фоменко, И.А. Подчерняева.– М.: Атомиздат, 1976.– 320 с.
11. Харрисон У. Теория твердого тела. [Текст] / У. Харрисон. – М.: Мир. – 1972. – 616 с.
12. Кузнецов В.А. Влияние ультрадисперсных порошков тугоплавких материалов на свойства литых изделий из черных и цветных металлов и сплавов [Текст]: диссертация….к-та тех. наук: 05.16.06. – Красноярск, 2013. – 145 с.

УДК 669.184.244.66:669.184.242

С.В. Фейлер, Е.В. Протопопов, Д.Т. Неунывахина

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОСТАВНЫХ СОПЕЛ В КИСЛОРОДНЫХ ФУРМАХ ДЛЯ ПРОДУВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА В БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КОНВЕРТЕРАХ

В настоящее время кислородно-конвертерные агрегаты работают с применением многоструйных фурм с соплами Лаваля, позволяющими достигать сверхзвуковых скоростей истечения, максимальной кинетической энергии струи кислорода, что обеспечивает глубокое проникновение дутья в расплав.

В 350-т агрегатах кислородно-конвертерного цеха №2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК», работающих с расходом кислорода на продувку ванны 700-1200 м^3/мин, используются 4-хсопловые фурмы. В данных условиях задачи выполнения производственной программы и обеспечения значительного объема производства низкоуглеродистого металла предопределяют необходимость оптимизации конструкции кислородных фурм, дутьевого и шлакового режимов плавки с целью снижения окисленности металла и шлака при глубоком передуве ванны.

Конструкция газоотводящих трактов 350-т конвертеров ККЦ №2 предусматривает отвод конвертерных газов с частичным их дожиганием в тракте при постоянной по ходу продувки производительности дымососа, т. е. без регулирования давления в камине. В реальных условиях в силу складывающихся производственных обстоятельств (колебания давления в кислородопроводе, необходимости подавления интенсивных выбросов металлошлаковой эмульсии из агрегата, проведения додувок с целью корректировки температуры и конечного химического состава полупродукта и т.д.) необходимо обеспечивать режимы продувки в широком диапазоне изменения расходов кислорода (700-1200 м^3/мин), и при этом, соответственно, режимы интенсивной продувки без дожигания, с частичным и полным дожиганием отходящих газов при стабильной работе котла-утилизатора и газоочистки.

В таких условиях обеспечить расчетный режим истечения газовых струй из сопел головки фурмы практически невозможно.

Как известно [1], при расчетном режиме истечения газа из сопла статическое давление на срезе сопла ($P_{вых}$) должно быть равно давлению окружающей среды ($P_{окр}$) на уровне сопла, в которую происходит истечение. В этом случае степень нерасчетности сопла $Z = P_{вых} / P_{окр} = 1$. Благодаря тому, что при расчетном режиме на срезе сопла отсутствует перепад давлений ($P_{вых}$-$P_{окр}$ = = 0), весь статический напор газового потока после критического сечения сопла переходит в скоростной, обеспечивая заданную дальнобойность струй и динамическое давление потока на расплав. В связи с этим расчетному режиму

соответствует строго определенная величина степени расширения сопла при заданном давлении кислорода перед соплом.

При давлении кислородной струи на срезе сопла больше или меньше давления окружающей среды, имеют место случаи нерасчетного режима истечения газового потока и работы дутьевого сопла. Как известно [2], сопло работает в режиме недорасширения, если давление газа на срезе сопла превышает давление окружающей среды, т.е. $P_{вых} > P_{окр}$ и $Z > 1$. В этом случае расширение газа до давления окружающей среды продолжается за пределами сопла с образованием скачков уплотнения и разрежения в газовом потоке, в связи с чем происходят дополнительные потери энергии струи.

При небольших значениях разности давления ($P_{вых}$ - $P_{окр}$) потери скорости из-за недорасширения компенсируют отсутствием потерь на трение на концевом участке сопла, что позволяет значительно уменьшить длину закритической части сопла.

Если же давление газа на срезе сопла меньше давления окружающей среды ($P_{вых} < P_{окр}$ и $Z < 1$), то сопло работает с перерасширением. При таком режиме истечения пограничный слой газовой струи отрывается от стенок и образует внутри сопла косой скачок уплотнений и зоны разрежения. Последнее обстоятельство сопровождается подсосом в сопло высокотемпературных газов с каплями металла и шлака, находящихся в рабочем пространстве агрегата, что приводит к быстрому разгару кромок сопла, искажению эпюры скоростей в сечении струи и прогару головки фурмы. Учитывая износ сопла и потери кинетической энергии истекающей струи, работу дутьевого сопла в режиме перерасширения следует считать недопустимой.

В этой связи для повышения стабильности газового течения, характеристик параметров кислородных струй и предотвращения изменения геометрии дутьевого сопла вследствие разгара рекомендуется [2]:

– проектировать дутьевые сопла в соответствии с расчетной геометрией, удовлетворяющей фактическому состоянию кислородного потока перед соплом и заданному расходу кислорода;

– с целью предотвращения эрозионного износа выходного участка сопла в процессе эксплуатации проектировать укороченные дутьевые сопла, работающие в режиме недорасширения, с приемлемой степенью нерасчетности (Z в пределах 1,05-1,10).

В рассматриваемых условиях повышение стабильности характеристик кислородных струй, истекающих из 4-х сопловой головки фурмы, можно достичь в результате:

– расчета критического диаметра сопел с условием обеспечения верхнего предела расхода кислорода на продувку ванны (1200 $м^3$/мин);

– расчета выходного диаметра укороченных сопел Лаваля с условием продувки на нижнем пределе расхода кислорода (700 $м^3$/мин);

– снабжения укороченного сопла Лаваля цилиндрическим насадком с условием обеспечения общей длины составного сопла в закритической части (расширяющийся и цилиндрический участки), равной длине расчетного сопла

Лаваля при расходе кислорода 1200 м^3/мин через 4-х сопловую головку (рисунок 1).

В результате, обеспечивается работа составных сопел фурмы без возможного эрозионного износа закритической части сопла в диапазоне расходов кислорода 1200-700 м3/мин с приемлемой степенью нерасчетности. При этом цилиндрический насадок позволяет стабилизировать сверхзвуковой поток кислорода, увеличить начальный и переходный участки струи, т.е. дальнобойность последней [3], что важно с точки зрения организации «жесткой» продувки конвертерной ванны на завершающем этапе операции с целью снижения окисленности металла и шлака.

Для условий продувки в 350-т агрегатах ККЦ №2 предварительно выполнены расчеты сопла и рабочее проектирование головки 4-х сопловой кислородной фурмы при использовании измененного профиля закритической части сопла.

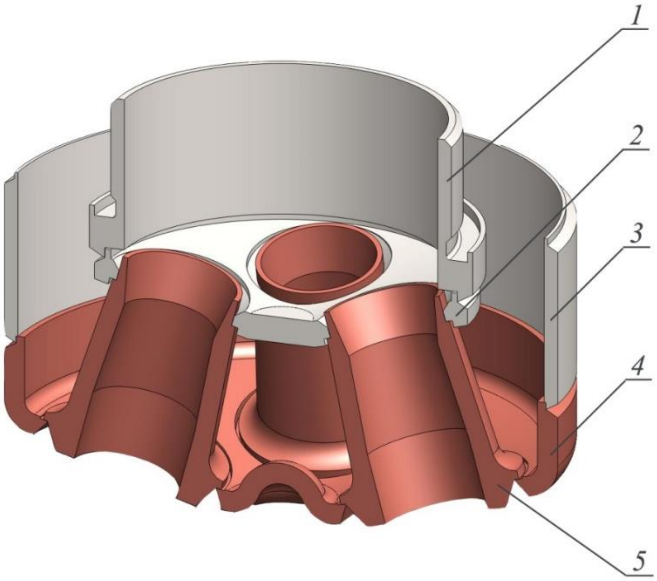


Рисунок 1 – Конструкция 4-х сопловой головки кислородной фурмы с цилиндрическим насадком: 1 – штуцер; 2 – фланец; 3 – вставка; 4 – чаша; 5 – сопло Лаваля с цилиндрическим насадком

Выполненные поэтапные расчеты параметров газовых струй и профиля предлагаемых сопел включают в себя определение:

– максимального давления кислорода (P_{O2}^{max}) перед соплами при максимальном (Q_{O2}^{max}) его расходе 1200 м^3/мин:

$$P_{O2}^{max} = \frac{Q_{O2}^{max}}{1{,}06 \cdot F_{кр}} = \frac{1200}{1{,}06 \cdot 0{,}00916} = 123589{,}02\ кг/м^2 = 1{,}23 МПа, \qquad (1)$$

где $F_{кр} = \frac{n \cdot \pi \cdot d_{кр}^2}{4} = \frac{4 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}054^2}{4} = 0{,}00916\ м^2$ – общая площадь критических сечений сопел Лаваля 4-х сопловой головки фурмы.

– минимального давления кислорода (P_{O2}^{min}) перед соплами при минимальном его расходе (Q_{O2}^{min}) 700 м^3/мин:

$$P_{O_2}^{\min} = \frac{Q_{O_2}^{\min}}{1{,}06 \cdot F_{кр}} = \frac{700}{1{,}06 \cdot 0{,}004} = 72093{,}6\ кг/м^2 = 0{,}72 МПа. \quad (2)$$

– плотности кислорода перед соплами:

$$\rho_{O_2}^{вх} = \rho_{O_2} \frac{T_0 P_{O_2}^{\max}}{P_0 T_{O_2}^{вх}} = 3903{,}9 \frac{P_{O_2}^{\max}}{T_{O_2}^{вх}} = 3903{,}9 \frac{1{,}23}{288} = 16{,}67\ кг/м^3, \quad (3)$$

где ρ_{O2} – плотность кислорода при нормальных условиях, равная 1,43 кг/м^3; P_0 – атмосферное давление, равное 0,1 МПа; T_0 – температура кислорода перед соплами, принятая 288 К.

– критической скорости истечения кислорода:

$$W_{кр} = \sqrt{\frac{2к}{к+1} R T_{O_2}^{вх}} = 17{,}4\sqrt{T_{O_2}^{вх}} = 17{,}4\sqrt{288} = 295{,}3\ м/с; \quad (4)$$

где R – газовая постоянная, равная $\frac{8319}{\mu}$, Н·м/кг·°К;

μ – молекулярная масса газа, равная для кислорода 32 кг; к = 1,4 – показатель адиабаты.

– критерия скорости истечения газа (кислорода) при $P_{O2}^{\max}$:

$$\lambda_{\max} = \sqrt{\frac{к+1}{к-1}\left[1 - \left(\frac{0{,}14 \cdot z}{P_{O2}^{\max}}\right)^{\frac{к-1}{к}}\right]} = 2{,}45\sqrt{1 - \left(\frac{0{,}14 \cdot 1{,}07}{1{,}23}\right)^{0{,}286}} = 1{,}65, \quad (5)$$

где z – степень нерасчетности сопла, равная 1,07.

– максимальной скорости истечения кислорода на срезе сопла:

$$W_{вых}^{\max} = W_{кр} \cdot \lambda_{\max} = 295{,}3 \cdot 1{,}65 = 487{,}2\ м/с. \quad (6)$$

– плотности кислорода на срезе сопла:

$$\rho_{O2}^{вых} = \rho_{O2}^{вх}\left(1 - 0{,}167 \cdot \lambda^2\right)^{2{,}5} = 16{,}67\left(1 - 0{,}167 \cdot 1{,}65^2\right)^{2{,}5} = 3{,}66\ кг/м^3. \quad (7)$$

– плотности кислорода в критическом сечении сопла Лаваля:

$$\rho_{O2}^{кр} = \rho_{O2}^{вх}\left(\frac{2}{к+1}\right)^{\frac{1}{к-1}} = 0{,}634 \cdot \rho_{O2}^{вх} = 0{,}634 \cdot 16{,}67 = 10{,}57\ кг/м^3. \quad (8)$$

– площади критического сечения сопла Лаваля в 4-х сопловой головке:

$$F_{кр} = \frac{\rho_{O2} \cdot Q_{O2}^{\max}}{60 \cdot W_{кр} \cdot \rho_{O2}^{кр} \cdot n} = \frac{1{,}43 \cdot 1200}{60 \cdot 295{,}3 \cdot 10{,}57 \cdot 4} = 0{,}00229\ м^2. \quad (9)$$

– диаметра критического сечения сопла Лаваля в 4-х сопловой головке:

$$d_{кр} = 2\sqrt{\frac{F_{кр}}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{0{,}00229}{3{,}14}} = 0{,}054\ м. \quad (10)$$

– площади выходного сечения расчетного сопла Лаваля:

$$F_{вых} = F_{кр}\frac{1}{\lambda_{\min}}\left(\frac{\frac{2}{\kappa+1}}{1-\frac{\kappa-1}{\kappa+1}\lambda_{\min}^2}\right)^{\frac{1}{\kappa-1}} = 0{,}00229\frac{1}{1{,}65}\left(\frac{0{,}833}{1-0{,}167\cdot 1{,}65^2}\right)^{2{,}5} = 0{,}00401\ м^2 \quad (11)$$

– диаметра выходного сечения расчетного сопла Лаваля:

$$d_{вых} = 2\sqrt{\frac{F_{вых}}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{0{,}00401}{3{,}14}} = 0{,}071\ м. \quad (12)$$

– длины закритической части расчетного сопла Лаваля:

$$l_з = \frac{d_{вых} - d_{кр}}{2tg\,\beta/2} = \frac{0{,}071-0{,}054}{2tg\,8/2} = 0{,}115\ м, \quad (13)$$

где β – угол раскрытия сопла, равный 8 град.

– длины докритической части расчетного сопла Лаваля:

$$l_д = \frac{d_{кр}}{2} = \frac{0{,}054}{2} = 0{,}027\ м. \quad (14)$$

– диаметра входной части расчетного сопла Лаваля:

$$d_{вх} = d_{кр} + 2\cdot r_к\cos\frac{\beta}{2} - r_к\sqrt{3+4\sin\frac{\beta}{2}-4\sin^2\frac{\beta}{2}} = \quad (15)$$

$$= 0{,}054 + 2\cdot 0{,}054\cos\frac{8}{2} - 0{,}054\sqrt{3+4\sin\frac{8}{2}-4\sin^2\frac{8}{2}} = 0{,}065\ м,$$

где $r_к$ – радиус скругления сопла Лаваля в докритической части, равный $d_{кр}$.

По конструктивным соображениям $d_{вх}$ принимается равным $d_{кр}$, при этом общая длина расчетного сопла Лаваля составит:

$$l_0 = l_з + l_д = 0{,}115+0{,}027 = 0{,}142\ м. \quad (16)$$

Критерий скорости истечения кислорода при $P_{O2}^{\min}$ равен

$$\lambda_{\min} = \sqrt{\frac{\kappa+1}{\kappa-1}\left[1-\left(\frac{0{,}14\cdot z}{P_{O2}^{\min}}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}\right]} = 2{,}45\sqrt{1-\left(\frac{0{,}14\cdot 1{,}07}{0{,}72}\right)^{0{,}286}} = 1{,}47. \quad (17)$$

Дальнейший расчет укороченного сопла Лаваля выполнен по методике, предусматривающей определение размеров критического диаметра ($d_{кр}$) сопла по максимальному давлению кислорода $P_{O2}^{\max}$, а выходного диаметра ($d_{вых}$) сопла по величине $P_{O2}^{\min}$, чтобы избежать отрыв струи и образования вихревых зон у стенок сопла и тем самым предотвратить износ кромок последнего.

Тогда площадь выходного сечения укороченного сопла Лаваля будет равна

$$F_{вых} = F_{кр}\frac{1}{\lambda_{\min}}\left(\frac{\frac{2}{\kappa+1}}{1-\frac{\kappa-1}{\kappa+1}\lambda_{\min}^2}\right)^{\frac{1}{\kappa-1}} = 0{,}00229\frac{1}{1{,}47}\left(\frac{0{,}833}{1-0{,}167\cdot 1{,}47^2}\right)^{2{,}5} = 0{,}003\ м^2. \quad (18)$$

Диаметр выходного сечения укороченного сопла Лаваля составит

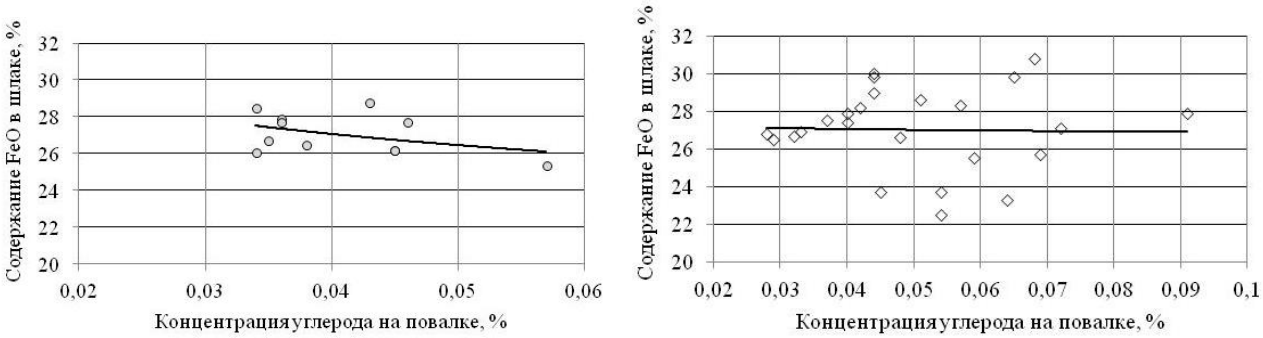
$$d_{вых} = 2\sqrt{\frac{F_{вых}}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{0{,}003}{3{,}14}} = 0{,}062\ м\,. \qquad (19)$$

Длина закритической части укороченного сопла Лаваля будет

$$l_з = \frac{d_{вых} - d_{кр}}{2tg\,\beta/2} = \frac{0{,}062 - 0{,}054}{2tg\,8/2} = 0{,}057\ м. \qquad (20)$$

Общая длина сопла Лаваля с цилиндрическим насадком в закритической части (142 мм) включает укороченное сопло Лаваля ($d_{вх}$ = 64 мм, $d_{кр}$ = 54 мм, $d_{вых}$ = 62 мм, $l_д$ = 27 мм, $l_з$ = 57 мм), расчитанное на диапазон расхода кислорода 1200-700 м^3/мин, и цилиндрический насадок длиной 58 мм.

С использованием разработанной конструкции дутьевого устройства в промышленных условиях были проведены опытные кампании. Из анализа результатов (рисунки 2, 3), полученных в ходе продувки металлического расплава с использованием фурмы с составными соплами, видно, что при использовании сопла Лаваля с цилиндрическим насадком окисленность шлака при равной концентрации углерода в металле на повалке (рисунок 2) несколько меньше, чем при использовании фурмы с традиционными соплами Лаваля.



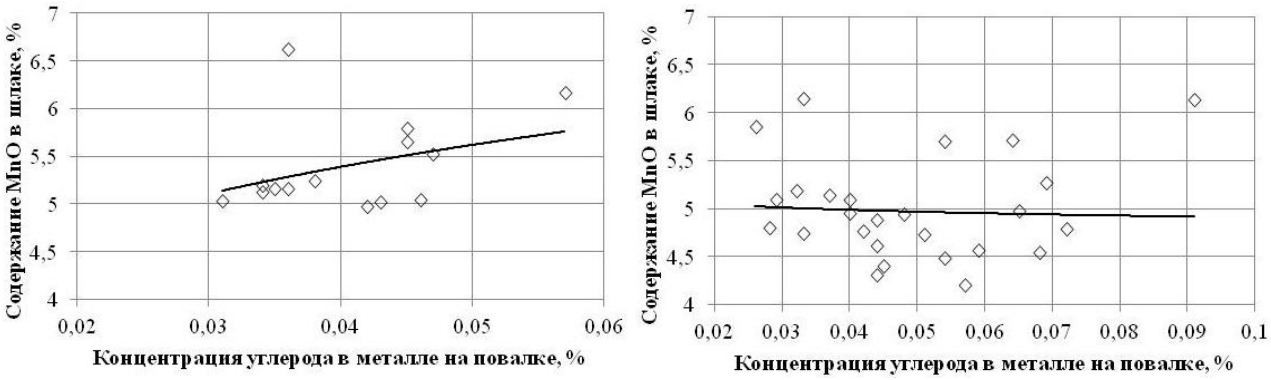
а б

Рисунок 2 – Зависимость окисленности шлака от концентрации углерода в металле на первой повалке при использовании традиционных (а) сопел Лаваля и с цилиндрическим насадком (б)

Так, при содержании углерода в металле в диапазоне 0,04-0,07 % минимальное значение окисленности шлака при использовании сопла с цилиндрическим насадком составило 22,5 %, а с традиционным соплом – 25,4 %.

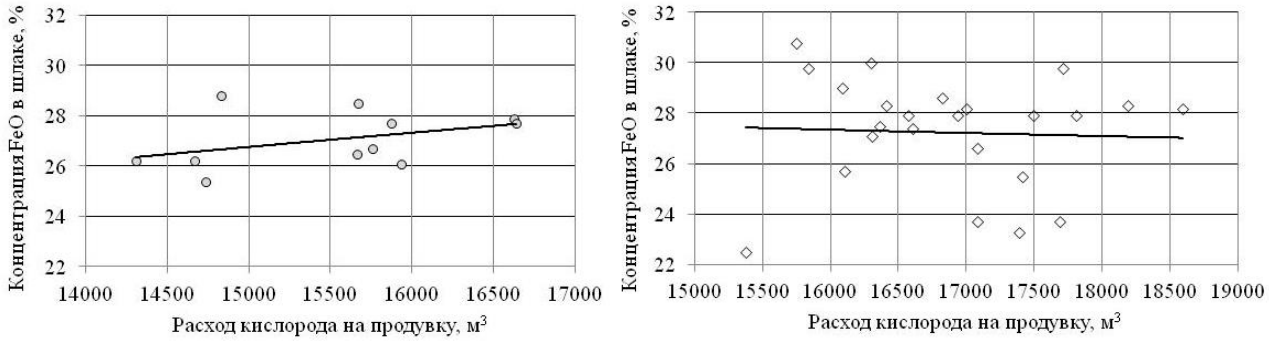
В то же время установлено, что при использовании сопел с цилиндрическим насадком наблюдается некоторое увеличение содержания оксида марганца в шлаке при уменьшении содержания углерода в металле (рисунок 3).

Также установлено, что при использовании сопла Лаваля с цилиндрическим насадком увеличение расхода кислорода на плавку практически не влияет на окисленность шлака (рисунок 4).



а б

Рисунок 3 – Зависимость содержания MnO в шлаке от концентрации углерода в металле на первой повалке при использовании традиционных (а) сопел Лаваля и с цилиндрическим насадком (б)



а б

Рисунок 4 – Зависимость окисленности шлака от расхода кислорода на продувку при использовании традиционных сопел Лаваля и с цилиндрическим насадком (б)

Таким образом, анализ результатов проведенных опытно-промышленных плавок с использованием фурмы с соплами Лаваля, оснащенными цилиндрическим насадком, показал эффективность разработанного решения. На завершающем этапе продувки использование составного сопла позволяет организовать «жесткий» режим истечения кислородной струи для снижения окисленности шлака, что обеспечивает повышение технико-экономических и качественных показателей выплавки низкоуглеродистого металла в конвертерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Явойский В.И., Дорофеев Г.А., Повх И.Л. Теория продувки сталеплавильной ванны. – М.: Металлургия, 1974. – 495 с.

2. Горбик А.С., Бобошко В.С., Гревцев Л.М., Стретинер Е.М. Проектирование дутьевых сопел кислородных фурм. – В кн.: сб. науч. тр. ин-та «ВНИПИЧЕРМЕТЭНЕРГООЧИСТКА». – М.: Металлургия, 1971. С. 246 – 253.

3. Вурцбах Р. Характеристика свободных струй, истекающих из дутьевых сопел // Черные металлы. 1967. № 10. С. 12 – 20.

УДК 621.791:624

Д.А. Титов, Н.В. Кибко, Н.А. Козырев, Д.А. Романов

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

КАРБИДЫ В СТАЛИ СИСТЕМЫ C-SI-MN-CR-W-V[11]

Прокатные валки, выполняя свою основную операцию прокатки – пластическую деформацию металла, подвергаются интенсивному изнашиванию в процессе эксплуатации. В последнее время для наплавки используют износостойкие стали, которые содержат карбидообразующие элементы: хром, вольфрам, ванадий, титан и др. Это приводит к образованию избыточных карбидов, микротвердость которых превышает микротвердость мартенсита и тем самым обеспечивается повышение износостойкости стали [1, 2].

В настоящее время наиболее востребованной для упрочнения валков горячей прокатки является порошковая проволока марки ПП-Нп-35В9Х3СФ по ГОСТ 26101-84 вследствие высокой износостойкости, обусловленной образованием карбидов вольфрама, хрома и ванадия [3 - 6].

В рамках развития направления по совершенствованию составов наплавочных материалов на базе системы легирования C-Si-Mn-Cr-W-V разработан новый состав порошковой проволоки на базе Нп-35В9Х3СФ с использованием углеродфторсодержащего материала – пыли газоочистки алюминиевого производства [7]. Для исследования нами в лабораторных условиях изготовлены образцы порошковых проволок с введением углеродфторсодержащей пыли (отходы металлургического производства), со следующим химическим составом: масс. %: Al_2O_3 =21-46; F =18-27; Na_2O = 8-15; K_2O=0,4 – 6%; CaO=0,7- 2,3; SiO_2=0,5-2,5; Fe_2O_3=2,1-3,3; $C_{общ}$=12,5-30,2; MnO=0,07-0,9; MgO=0,06-0,9; S=0,09-0,19; P=0,10-0,18, кроме того, в состав ряда образцов проволоки вводили никель и для сравнения графит аморфный.

Химический состав исследуемых образцов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав исследуемых образцов

№ образца	Массовая доля элементов, %										
	C	Si	Mn	Cu	Cr	Mo	Ni	Al	W	V	Ti
1	0,14	0,45	1,69	0,02	2,60	0,01	0,08	0,019	8,84	0,36	0,005
2	0,14	0,51	1,73	0,11	2,09	0,01	0,08	0,012	7,66	0,14	0,005
3	0,13	0,45	1,74	0,09	2,18	0,01	0,38	0,008	8,11	0,09	0,005
4	0,13	0,49	1,68	0,09	2,27	0,01	0,46	0,005	8,21	0,13	0,004

[1] Работа выполнена в СибГИУ в рамках проектной части Государственного задания Минобрнауки РФ № 11.1531.2014/к.

Продолжение таблицы 1

5	0,13	0,60	1,54	0,09	2,66	0,02	0,58	0,044	7,58	0,15	0,005

Примечание 1 – образец с добавлением графита аморфного;
2 – образец с добавлением углеродфторсодержащей пыли;
3 – 5 - образцы с добавлением углеродфторсодержащей пыли и никеля

Изучение характеристик карбидов в структуре образцов проводили методом сканирующей электронной микроскопии. Подробное исследование микроструктуры изучаемой стали было проведено нами ранее [8].

В данной работе приведены результаты изучения тонкого строения наплавленного слоя с помощью метода сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Исследования проводили на сканирующем электронном микроскопе с термоэмиссионным катодом и сфокусированным ионным пучком (система с электронным и сфокусированным ионным пучкам Quanta 200 3D фирмы EDAX (Нидерланды)). Прибор оснащен системой энергодисперсионного анализа (EDS), анализа структуры и текстуры кристаллических материалов методом дифракции отраженных электронов; рентгеновским детектором, программным обеспечением AutoFIB. Изображения регистрировались в цифровой форме. СЭМ-исследование проводили при ускоряющем напряжении 20 кВ. Осуществляли до 10 измерений элементного состава карбидов и матрицы на каждом образце. Результаты определения химического состава карбидной фазы и матрицы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав карбидов и матрицы стали

№ образца	Карбиды (к), матрица (м)	At %												
		C	V	Cr	Fe	W	Mn	Al	Si	Ni	O	Mo	Na	Ca
1	1 (к)	8,7	0,46	2,68	86,01	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 (м)	9,36	0,35	2,60	85,78	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 (к)	12,69	0,28	2,46	80,93	2,01	1,63	-	-	-	-	-	-	-
	4 (к)	10,05	0,62	3,00	82,25	2,35	1,74							
	5 (к)	8,99	0,42	2,71	85,50	2,38	-	-	-	-	-	-	-	-
	6 (к)	6,70	0,27	2,36	78,39	1,49	1,54	3,03	5,94	0,28	-	-	-	-
	7 (к)	9,78	0,39	2,53	84,44	2,16	-	-	0,70	-	-	-	-	-
	8 (м)	10,91	0,26	2,37	82,03	1,97	1,70	-	0,75	-	-	-	-	-
	9 (к)	27,12	0,26	1,85	63,34	1,46	1,15	-	0,27	-	4,55	-	-	-
	10 (к)	13,59	0,24	2,15	81,19	0,87	1,26	-	0,71	-	-	-	-	-
2	1 (к)	22,33	-	2,16	69,89	3,39	1,51	-	0,72	-	-	-	-	-
	2 (м)	21,93	-	2,19	70,52	2,78	1,68	-	0,89	-	-	-	-	
	3 (к)	19,44	-	2,38	73,49	3,08	1,48	-	0,13	-	-	-	-	-
	4 (к)	15,82		2,54	77,98	3,11	-		0,55			-	-	-
	5 (к)	16,43	-	2,25	76,29	2,69	1,64	-	0,71	-	-	-		-
	6 (к)	15,31	-	2,30	78,82	2,98	-	-	0,59	-	-	-	-	-
	7 (м)	11,96	-	2,51	81,07	4,46	-	-	-	-	-	-	-	
	8 (к)	12,54	-	2,37	79,39	7,76	1,89	-	0,69	-	-	0,36	-	-

Продолжение таблицы 2

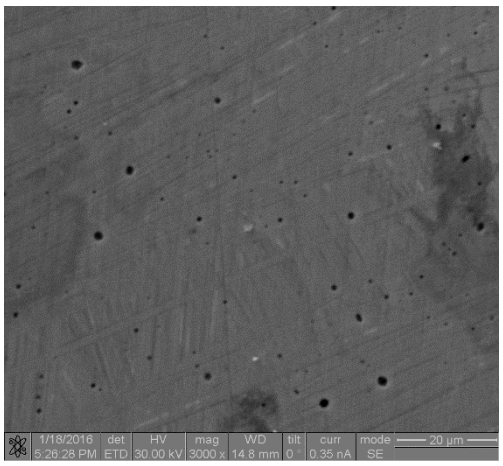
3	1 (к)	9,26	-	2,43	83,41	3,05	1,85	-	0,86	-	-	-	-	-
	2 (к)	11,50		2,13	81,09	2,74	1,77	-	1,22		-	-	-	-
	3 (м)	14,15	-	2,18	78,80	2,71	1,76	-	0,69	-	-	-		-
	4 (к)	33,06	-	1,68	60,87	2,39	1,48		0,70	-	-	-	-	-
	5 (к)	10,25	-	2,22	82,01	3,15	1,79	-	0,68	-	-	-	-	-
	6 (м)	10,54	-	2,29	81,90	2,88	1,62	-	0,36	-	-	-	-	-
	7 (к)	22,73	-	2,01	61,26	2,14	1,37	-	0,65	-	5,60		-	4,90
	8 (к)	13,06	-	2,39	79,19	2,74	1,88	-	9,50		-	-	-	-
	9 (к)	8,45	-	2,31	83,11	3,16	1,80	-	0,60	-	-	-		-
	10 (к)	12,63		2,20	79,99	2,83	1,71	-	0,86	-		-	-	-
4	1 (к)	10,08	0,34	2,65	79,93	3,07	1,83		0,86	-	-	1,25	-	-
	2 (к)	7,66	0,44	2,66	82,90	3,13	1,98	-	1,22	-	-	-	-	-
	3 (м)	9,53	0,40	2,71	80,56	3,09	2,06	-	0,69	-	-	-	0,96	-
	4 (к)	43,48	0,31	1,58	50,53	2,07	1,33	-	0,70		-	-	-	-
	5 (к)	11,08	0,22	2,63	82,34	3,05		-	0,68	-	-	-	-	-
	6 (м)	48,34	0,25	1,52	46,52	1,85	1,16	-	0,36	-	-	-	-	
	7 (к)	13,45	0,33	2,49	77,96	3,31	1,81		0,65	-	-	-	-	-
	8 (к)	6,34	0,40	2,43	69,45	2,94	1,59	-	9,50	-	7,35	-	-	-
	9 (к)	42,23	0,20	1,81	52,03	2,10	1,04	-	0,60		-	-	-	-
	10 (к)	11,00	0,35	2,47	80,08	3,40	1,84	-	0,86	-	-	-	-	-
5	1 (к)	19,68	-	2,09	73,89	2,42	1,37	-	0,56	-	-	-	-	-
	2 (м)	18,64	-	2,45	73,63	2,32	1,81	-	1,14	-	-	-	-	-
	3 (к)	15,71	-	2,10	76,98	2,64	1,76	-	0,81	-	-	-	-	-
	4 (к)	16,30		2,25	75,90	2,77	1,93		0,84	-				
	5 (м)	13,83	-	1,96	78,56	2,75	1,74	-	1,16		-	-	-	-
	6 (к)	18,58	-	1,94	74,86	2,31	1,67	-	0,63	-	-	-	-	-
	7 (к)	16,34	-	2,06	77,91	2,29	1,39	-		-	-	-	-	-
	8 (к)	13,38	-	2,12	79,09	2,63	1,83	-	0,95	-	-	-	-	-

Установлено, что в образцах с содержанием аморфного графита присутствуют дисперсные карбиды ванадия, вольфрама и хрома, равномерно распределенные по объему стали. Это обусловлено наличием в составе стали карбидообразующих элементов, что согласуется с данными работы [9].

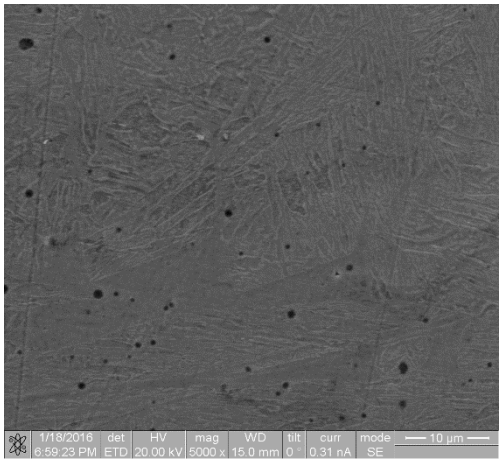
Обнаруженные карбиды представлены в виде светлых включений глобулярной или близкой к ней формы, подавляющая часть карбидов имеет слегка вытянутую форму (рисунок 1 а, 2 а).

После введения в состав шихты углеродфторсодержащей пыли взамен графита аморфного в структуре обнаружены карбиды вольфрама и хрома, имеющие в основном глобулярную и в некоторых областях структуры слегка вытянутую форму (рисунки 1б, 2б).

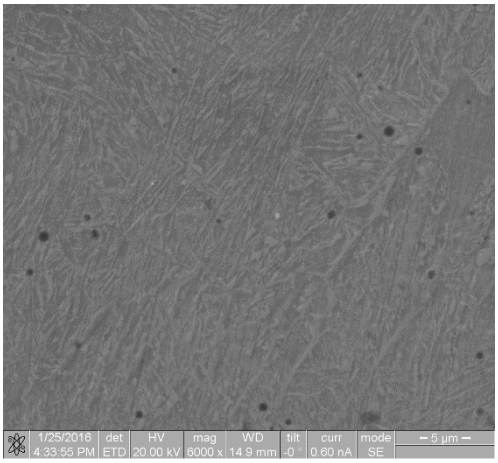
Следует отметить, что согласно таблице 1 в образце с углеродфторсодержащей добавкой присутствует меньшее количество карбидообразующих элементов. Это, вероятно, должно обеспечить получение меньшей объемной доли карбидов, которая главным образом зависит от химического состава стали, и соответственно снизить износостойкость наплавленного слоя, что согласуется с работой [10].



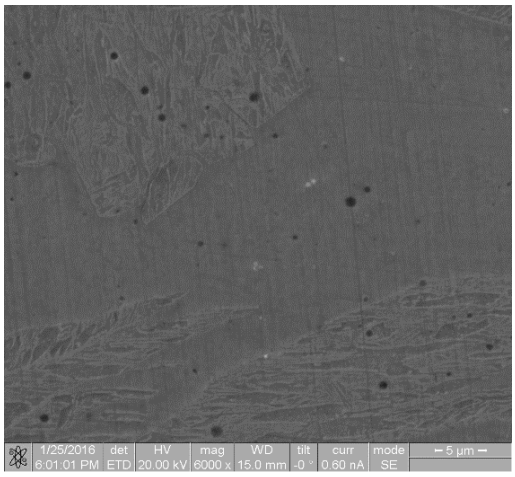
а



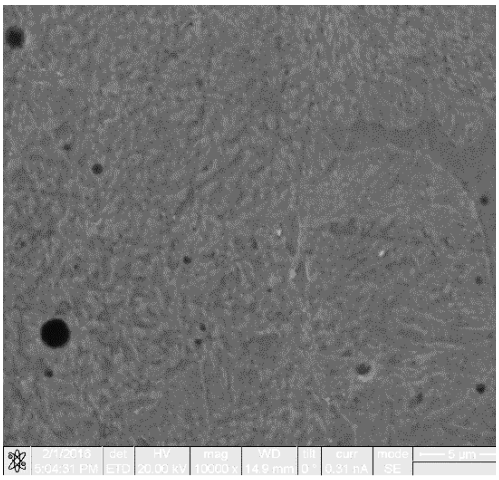
б



в



г



д

а – образец №1; б – образец №2; в – образец №3; г – образец №4; д – образец №5

Рисунок 1 – Электронное изображение микроструктуры

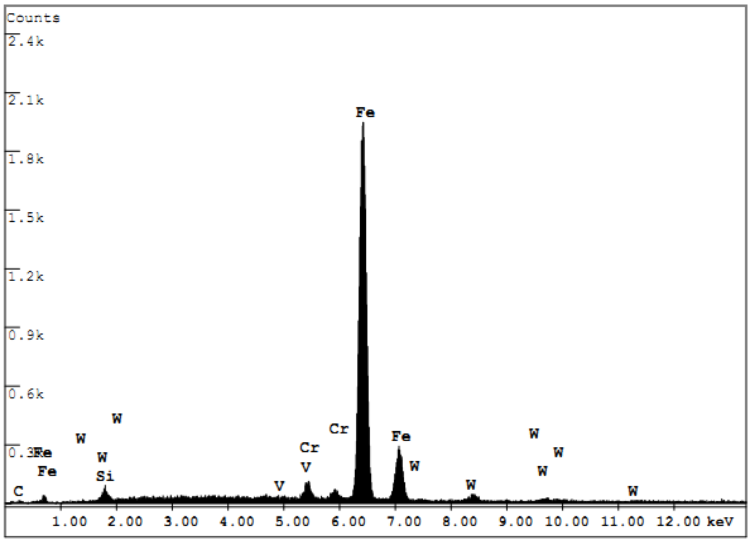


Рисунок 2 – Элементный состав карбидов, а – образец №1

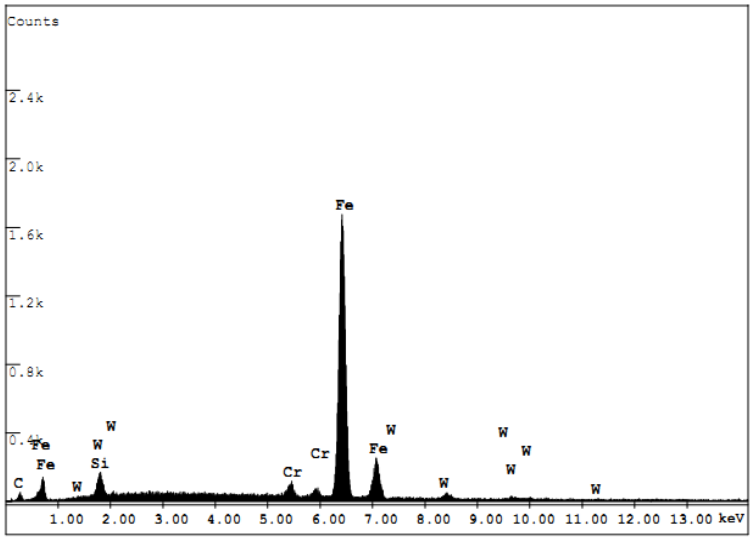


Рисунок 2 – Элементный состав карбидов, б – образец №2;

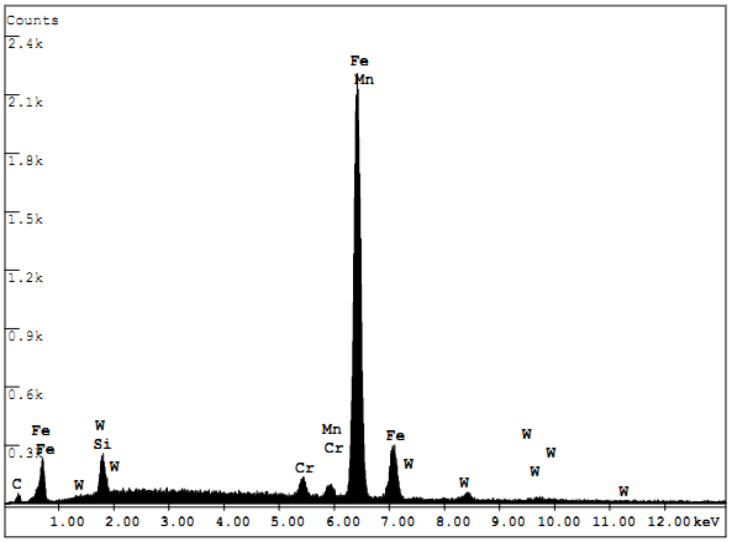


Рисунок 2 – Элементный состав карбидов, в – образец №3

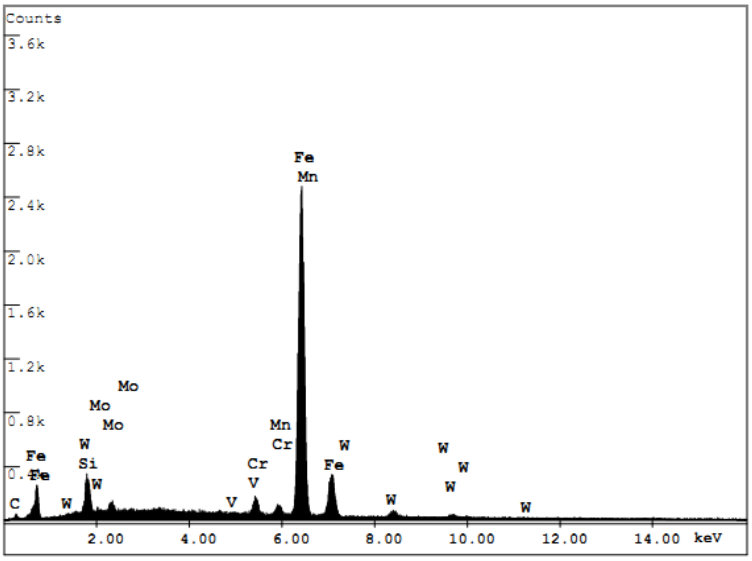


Рисунок 2 – Элементный состав карбидов, г – образец №4

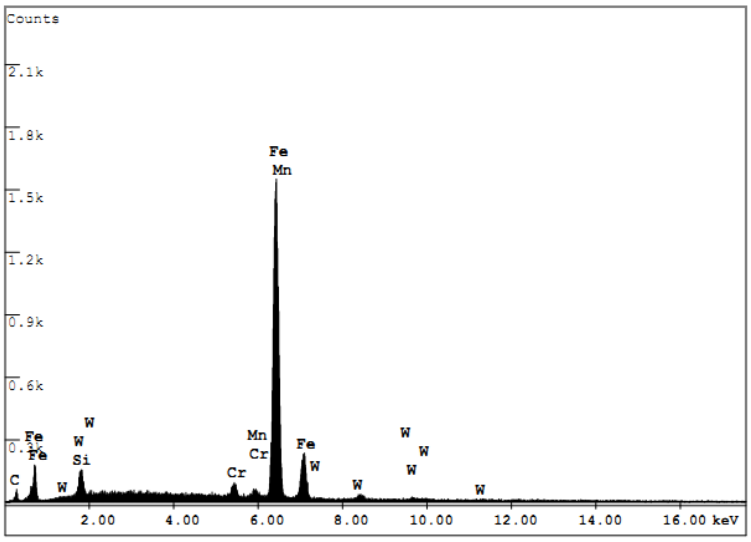


Рисунок 2 – Элементный состав карбидов, д – образец №5

После введения в состав шихты никеля в структуре образцов также наблюдаются карбиды глобулярной и в некоторых областях структуры слегка вытянутой формы (рисунки 1 в-д, 2 в-д). Они чрезвычайно мелкие и полностью рассеяны в матрице. В структуре образцов с 0,38 и 0,58% никеля присутствуют карбиды вольфрама и хрома. При содержании в шихте 0,46% никеля обнаружены карбиды ванадия, вольфрама и хрома.

Следует отметить, что сравнительный анализ химического состава образцов с углеродфторсодержащей добавкой раздельно и совместно с никелем позволил установить наибольшее содержание карбидообразующих элементов в последних. Можно предположить, что в образцах с никелем наблюдает большее количество карбидов, что должно повышать способность стали к сопротивлению разрушению при абразивном изнашивании.

Таким образом, установлено, что использование углеродфторсодержащей добавки и никеля обеспечивает получение структуры наплавляемой стали с равномерно распределенными по объему дисперсными карбидами ванадия, вольфрама и хрома, имеющими глобулярную, а не хлопьевидную, охрупчивающую сталь морфологию. Это может способствовать повышению износостойкости стали. Известно, что такие характеристики карбидов, обеспечивают увеличение твердости стали и степени равномерности распределения дислокаций в рабочем слое. Оба этих фактора приводят к увеличению износостойкости стали [11].

Выводы

1. С помощью метода сканирующей электронной микроскопии установлено, что введение в состав порошковой проволоки 35В9Х3СФ углеродфторсодержащей пыли и никеля обеспечивает получение структуры с равномерно распределенными по объему стали, дисперсными карбидами ванадия, вольфрама и хрома.
2. Карбиды имеют в основном глобулярную, а не хлопьевидную охрупчивающую сталь морфологию. Определен элементный состав карбидов.
3. Полученные характеристики карбидов позволяют сделать вывод о повышении износостойкости наплавляемой стали после введения в состав шихты углеродфторсодержащей добавки и никеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будагъянц Н. А. Литые прокатные валки / Н. А. Будагъянц, В.Е. Карсский. – Москва : Металлургия, 1983. – 540 с.
2. Лившиц Л.С. Основы легирования наплавленного металла / Л.С. Лившиц, Н.А. Гринберг, Э.Г. Куркумелли. – Москва : Металлургия, 1969. – 188с.
3. Трайно, А. И. Рациональные режимы эксплуатации и восстановления прокатных валков / А. И. Трайно // Сталь. – 2008. – № 10. – С. 86-91.
4. Шебаниц, Э. Н. Повышение трещиностойкости и сопротивления износу наплавленных рабочих валков горячей прокатки / Э. Н. Шебаниц, Н. И. Омельяненко, Ю. Н. Куракин, В. Н. Матвиенко // Металлург. – 2012. – № 8 – С. 72-75.
5. Изготовление новых и восстановление изношенных твердосплавных прокатных валков методами горячего деформирования / Е.А. Данилкин, Г.А. Басов, Г.Н. Николаев, В.А. Стариков // Труды 1 конгресса прокатчиков. – Москва : Черметинформация. – 1996. – С. 221–215.
6. Лисовский А.Ф. Миграция расплавов металлов в спеченных композиционных телах – Киев: Наук. Думка, 1984. -256с.
7. Пат. 2518211 РФ, МПК^{8} В23 К35/368 Порошковая проволока/ Козырев Н.А., Игушев В.Ф., Титов Д.А., Козырева О.Е., Старовацкая С.Н.; ФГБОУ ВПО

«Сибирский государственный индустриальный университет.- №2013121468/02 (031580), Заявл. 07.05.2013

8. Козырев Н.А. Изучение наплавляемого сталью 35В9Х3СФ валика / Козырев Н.А. // Вестник горно-металлургической секции Российской академии наук. Отделение металлургии: сборник научных трудов. 2015. – Вып. 35. – С. 79 – 85

9. Воробьев Ю.П. Карбиды в сталях / Ю.П. Воробьев/ Известия Челябинского научного центра. – 2004. –Вып. 2(23). – С. 34 – 60.

10. Самохоцкий А.И., Кунявский М.Н. Металловедение / А.И. Самохоцкий, М.Н. Кунявский. – М.: Металлургия, 1967. – 456 с.

11. Лившиц Л,С., Щербакова В.С. Распределение углерода и легирующих элементов между твёрдым раствором и карбидами в стали.-Изв.АН.СССР. Металлы, 1967.-№ 4.-С. 73-76.

УДК 635.656:632.9 (571.17)

С.И. Рудакова

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт»

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРОТИВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА, ВЛИЯНИЕ ИХ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ КАРТОФЕЛЯ И УРОЖАЙНОСТЬ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА

Введение

На посевах картофеля зарегистрировано свыше 60 видов вредителей. Из специализированных вредителей в Кузбассе наиболее опасен Leptinotarsa decemlineata Say. В связи с высокой численностью колорадского жука применение инсектицидов необходимо рассматривать как способ оперативного управления вредоносностью данного вида вредителя в агроценозе. Инсектициды являются биологически активными веществами, в связи с чем, их применение требует систематического контроля. Для снижения загрязнения окружающей среды необходим комплексный выбор инсектицидов, что регламентирует уровень пестицидной нагрузки в регионе [2, 3, 4, 5]. Поэтому **цель исследований** – изучение биологической эффективности инсектицидов против колорадского жука, влияние их на фитосанитарное состояние посевов картофеля и урожайность в условиях Кемеровской области. **Задачи:** изучить фитосанитарное состояние посевов картофеля с учетом применения инсектицидов, изучить биологическую эффективность инсектицидов против колорадского жука, изучить зависимость урожайности от использования инсектицидов на посевах картофеля.

Объекты исследований

Объектами явились: среднеспелый сорт картофеля Невский (Ленинск - Кузнецкий район Кемеровская область), среднеспелый сорт картофеля Тулеевский (Беловский район Кемеровская область). В наших исследованиях использованы инсектициды: Браво, Танрек, Конфидор Экстра, Командор, Антижук, **Актара,** Жукомор. И определялась биологическая эффективность инсектицидов в посевах картофеля против колорадского жука, влияние инсектицидов на фитосанитарное состояние посевов и урожайность культуры в Кузбассе. Инсектициды применяли при превышении экономического порога вредоносности колорадского жука. Опрыскивание против личинок проводили, когда ими были заселены более 5,0 % растений с количеством 10-15 особей на одно растение.

Результаты исследований

Результаты исследований фитосанитарного состояния посевов картофеля в Беловском районе Кемеровской области в весенний период 2012-2013 гг. показали, что колорадский жук хорошо перезимовал. Расселение имаго в производственных посадках в начале первой декады июня - по 1 экземпляру на 1 куст. Массовое отражение личинок проходило в третьей декаде июня. При маршрутном обследовании производственных посадок картофеля в первой декаде июля заселена была площадь в 255 га: 9,0 % растений было заселено имаго; 3,0 % личинками от 5-7 экземпляров на куст; 3,0 % яйцекладками по 1 кладке на растение. Продолжалось спаривание половозрелых жуков, откладка яиц, встречались личинки первого, второго, третьего возрастов.

При изучении фитосанитарного состояния посевов картофеля подсчитана численность особей колорадского жука и личинок до обработки (20 июля 2012-2013 гг.) и после обработки (20 августа 2012-2013 гг.) инсектицидами (табл. 1, 2).

Таблица 1 - Численность колорадского жука до обработки и после обработки посевов картофеля инсектицидами, 2012-2013 гг., шт./куст

Варианты опыта	Количество жуков до обработки, шт./куст	Количество личинок до обработки, шт./куст	Количество после обработки, шт./куст	
			жуков	личинок
Беловский район Кемеровская область				
Контроль (вода)	12	63	12	58
Браво	9	47	6	8
Танрек	8	42	4	1
Конфидор Экстра	7	41	3	0
Командор	7	43	5	5
Ленинск-Кузнецкий район Кемеровская область				
Контроль (вода)	55	74	55	81
Антижук	43	68	4	0
Актара	40	60	0	0
Жукомор	45	69	0	0

Результаты исследований фитосанитарного состояния посевов картофеля в Беловском районе Кемеровской области показали, что на одном кусте картофеля на контрольном варианте до обработки инсектицидами обнаружено 12 жуков, на других вариантах опыта от 7 до 9 жуков на куст. Численность личинок до обработки инсектицидами составила на контрольном варианте 63, на других вариантах опыта 41-47 личинок на куст. После обработки на контрольном варианте осталось 58 личинок на куст, так как посевы картофеля были обработаны водой, на вариантах обработанных инсектицидами Командор, Конфидор Экстра и Танрек численность личинок снизилась от 40–45 до 0-8

шт./куст. Отмечена максимальная эффективность инсектицида Конфидор Экстра, где после обработки не обнаружено ни одной жизнеспособной личинки.

Таблица 2 - Численность колорадского жука в соответствии с фазами развития (через 30 дней после обработки), Беловский район, Кемеровская область, 2012-2013 г., экз./куст

Варианты опыта	Численность колорадского жука по фазам развития, экз./куст					
	имаго	яйцекладка	личинки по возрастам			
			I	II	III	IV
Контроль (вода)	11	5	10	25	12	8
Браво	5	1	4	0	0	0
Командор	4	0,7	4	0	0	0
Конфидор Экстра	1	0	0	0	0	0
Танрек	0	0,5	0	0	0	0

При учете численности колорадского жука с конца бутонизации начала клубнеобразования на контрольном варианте отмечалось 11 особей имаго, 5 яйцекладок вредителя и 55 личинок разных возрастов на куст. Лучшие результаты были получены при обработке посевов картофеля инсектицидом Конфидор Экстра, где через 30 дней после обработки не было обнаружено ни взрослых насекомых, ни личинок, ни яйцекладок. В целом, инсектициды Командор, Конфидор Экстра и Танрек достаточно эффективны против личинок колорадского жука.

Биологическая эффективность определяется процентом гибели колорадского жука после обработки инсектицидами (табл. 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов, 2012-2013 гг.

Варианты опыта	Численность вредителя, шт./куст		Биологическая эффективность, %
	до обработки	после обработки (через 30 дней)	
Беловский район Кемеровская область			
Контроль (вода)	63	58	-
Браво	47	8	90,0
Командор	47	5	97.7
Конфидор Экстра	41	0	100,0
Танрек	42	1	90,0
Ленинск - Кузнецкий район Кемеровская область			
Контроль (вода)	55	55	-
Антижук	43	4	90,7
Актара	40	0	100,0
Жукомор	45	0	100,0

Результаты исследований в «КФХ Родина» Беловского района Кемеровской области (2012-2013 гг.) показали, что биологическая эффективность максимальна при использовании инсектицида Конфидор Экстра - 100,0 %. Хорошие результаты показал и инсектицид Командор, где биологическая эффективность составила 97,7 %.

В КФХ «Шефер» Ленинск - Кузнецкого района биологическая эффективность максимальна при использовании инсектицидов Актара и Жукомор - 100,0 % соответственно, при этом погибают все личинки вредителя. Хорошие результаты показал и инсектицид Антижук, где биологическая эффективность составила 90,7 %.

Анализ элементов структуры урожая картофеля дал возможность определить биологическую урожайность клубней с 1 га. Данные по урожайности картофеля приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Урожайность картофеля, 2012-2013 гг.

Варианты опыта	Полнота всходов, %	Количество клубней, шт./куст.	Количество клубней, шт./м^2	Вес клубней, г/куст.	Урожайность, т/га
Беловский район Кемеровская область					
Контроль (вода)	89,6	10	40	2000	18,3
Браво	96,2	14	50	2500	19,4
Командор	91,7	15	60	3000	39,0
Конфидор Экстра	98,9	20	80	4000	45,1
Танрек	90,1	13	52	2600	26,0
$НСР_{05}$					1,1
Ленинск - Кузнецкий район Кемеровская область					
Контроль (вода)	90,6	10	40	2000	20,0
Антижук	91,7	15	60	3000	30,0
Актара	90,9	13	52	2600	26,0
Жукомор	99,0	20	80	4000	40,0
$НСР_{05}$					5,8

Анализ таблицы показал, что в Беловском районе Кемеровской области урожайность картофеля на контрольном варианте составила 18,3 т/га. Максимальная урожайность отмечена в результате применения инсектицида Конфидор Экстра 45,1 т/га, что на 26,8 т/га больше чем на контрольном варианте. Хорошая урожайность была получена и при применении инсектицида Командор – 39,0 т/га, что на 20,7 т/га больше чем на контрольном варианте.

Урожайность картофеля на контрольном варианте в Ленинск - Кузнецком районе составила 20 т/га. Максимальная урожайность отмечена при применении инсектицида Жукомор 40 т/га, что на 20 т/га больше чем на контрольном варианте. На контрольном варианте численность жуков и личинок колорадского

жука была в 2,5 раза больше экономического порога вредоносности. Хорошая урожайность была получена и при применении инсектицида Антижук – 30 т/га, что на 10 т/га больше чем на контрольном варианте.

Завершающим этапом оценки применения инсектицидов в полевом опыте является расчет экономической эффективности инсектицидов, обеспечивших наибольшую прибавку урожая, в сравнении с контрольным вариантом (табл. 5, 6).

Таблица 5 – Экономические показатели эффективности производства картофеля, Беловский район, Кемеровская область, 2012-2013 гг.

Показатели	Контроль (вода)	Инсектицид Браво	Инсектицид Конфидор Экстра	Инсектицид Командор	Инсектицид Танрек
Урожайность, т/га	18,3	19,4	45,1	39,0	26,0
Стоимость продукции, руб./га	10980	11640	27060	23400	15600
Затраты, руб./га	4654,6	4815,7	6715	6186	6268,5
Чистый доход, руб./т	6325,5	6824,3	20344,6	1724,2	9331,4
Себестоимость, руб./т	2543,4	2482,3	1489	1586,1	2411
Уровень рентабельности, %	57,6	58,1	75,1	73,1	60

Производство картофеля в Беловском районе Кемеровской области рентабельно. Максимальный уровень рентабельности отмечен у варианта Конфидор Экстра – 75,1 % при чистом доходе – 20344,6 руб./т.

Анализ экономической эффективности в Ленинск - Кузнецком районе показал, что наиболее рентабельным является использование в посевах картофеля инсектицида Жукомор, что составляет 84,6 %.

Таким образом, на основе проведенных расчетов, рекомендуем производству инсектициды Конфидор Экстра и Жукомор.

Выводы

1. Установлено, что биологическая эффективность максимальна в результате применения инсектицида Конфидор Экстра – 100,0 %, при этом погибают все личинки, взрослые насекомые и яйцекладки колорадского жука.

2. Установлено, что максимальная урожайность отмечена при применении инсектицида Конфидор Экстра - 20 т/га, при рентабельности 75,1 % и чистом доходе 20344,6 руб./т.

3. Установлено, что биологическая эффективность максимальна при использовании инсектицидов Жукомор - 100,0 %, при урожайности 40 т/га, рентабельности 84,6 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудакова С.И. Влияние пестицидов на окружающую среду и индекс здоровья населения Кемеровской области // С.И. Рудакова, Л.В. Куркина. - Инновационные технологии и экономика в машиностроении : сборник трудов VI Международной научно-практической конференции / Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета. - 2015. − С. 393-398.

2. Куркина Л.В. Влияние пестицидов на здоровье человека / Л.В. Куркина, С.И. Рудакова // Кузбасская агропродовольственная неделя – 2014 : материалы XIII межд. науч-практ. конф. «Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России». – Кемерово, 2014. – С. 323-331.

3. Куркина Л.В. Влияние пестицидов на окружающую среду и здоровье населения Кемеровской области / Л.В. Куркина, С.И. Рудакова // Вестник Российской академии естественных наук. Западно – Сибирское отделение. – 2015. - № 17. – С. 153-158.

4. Куркина Л.В. Индекс здоровья населения Кемеровской области в зависимости от внедрения в производство элементов фитосанитарной технологии / Л.В. Куркина, С.И. Рудакова // "Новая наука: теоретический и практический взгляд" : сборник статей межд. науч-практ. конф. - Агенство международных исследований. - Стерлитамак, Российская Федерация. - 2015. - С. 8-18.

5. http://ineca.ru/?dr=bulletin/arhiv/0062&pg=001

6. green-dom.info›экология/vozdejstvie…na…cheloveka/

УДК 636.4.233

А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт»

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНЕЙ ПОРОДЫ ПЬЕТРЕН В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

Разработка эффективных методов производства свинины на основе широкого использования высокопродуктивных пород и типов, как импортного происхождения, так и отечественной селекции, позволяет получать максимально возможную продуктивность животных, производить свинину с хорошими мясными качествами, снижать себестоимость продукции и во всей полноте реализовывать генетический потенциал животных [1].

В подавляющем большинстве регионов России работа по промышленному скрещиванию и гибридизации основывается на породах свиней импортной селекции. Из отечественных пород наибольшее практическое значение имеют такие, как крупная белая, ландрас и скороспелая мясная (СМ-1), которые хорошо

адаптированы в разных зонах нашей стран [5,6]. В тоже время при завозе племенных животных в хозяйства с иными климатическими и кормовыми условиями в их организме возникают изменения, которые затрагивают, как правило, способность животных к проявлению своего генетического потенциала продуктивности и жизнеспособности. В новых климатических и экологических условиях эксплуатации процессы адаптации и акклиматизации применительно к заводским породам сельскохозяйственных животных импортного происхождения включают в себя перестройку всего комплекса гено - и фенотипа животных [1,4].

Для лучшей акклиматизации животных часто прибегают к скрещиванию завезенных пород с отечественными используя их в качестве материнской основы, обладающими крепкой конституцией, высокой резистентностью и способных в условиях жесткой промышленной технологии сохранять здоровье и высокую продуктивность на протяжении длительной эксплуатации [2,4,6]. Это дает возможность получать гибридное потомство, сочетающее в себе хорошие продуктивные качества, приспособленность к условиям определенной зоны разведения и обеспечивает более широкую норму реакции животных на разнообразие факторов внешней среды.

В Кемеровской области две крупные популяции отечественных пород такие, как крупная белая и кемеровская сохранены в ООО СПК «Чистогорский» и в настоящее время используются в качестве материнской основы в системах скрещивания и гибридизации. В тоже время при производстве мясной свинины в качестве терминальных животных используются специализированные мясные породы свиней зарубежной селекции такие, как дюрок, пьетрен и другие.

С учетом вышеизложенного изучение генетического потенциала продуктивности этих пород при чистопородном разведении и скрещивании в процессе адаптации остаются актуальными.

Условия, материал и методы

Исследования проведены в условиях ООО СПК «Чистогорский» Кемеровской области. Материалом послужили чистопородные животные породы пьетрен (ирландской селекции), завезенные на предприятие в октябре 2013 г., и их потомство.

Продуктивность свиноматок оценивали по многоплодию, крупноплодности, при отъеме в возрасте 30 дней определяли количество поросят, массу гнезда (молочность) и массу одной головы, сохранность поросят к отъему.

По результатам выращивания молодняка оценивали их собственную продуктивность. Данная работа предусматривает ежемесячное взвешивание ремонтного молодняка при достижении живой массы 100 ± 5 кг и измерение толщины шпика.

Для оценки откормочных и мясных качеств молодняка был проведен контрольный убой животных при достижении ими живой массы 100 кг.

Результаты и обсуждение

Одной из самых известных узкоспециализированных мясных пород, которую широко используют в качестве отцовской формы в системах скрещивания и гибридизации, является порода пьетрен. Ученые отмечают наиболее существенное влияние хряков этой породы на мясные качества помесного потомства.

Из Ирландии в ООО СПК «Чистогорский» завезено поголовье чистопородных животных в количестве 42 голов, из них 30 голов свинок в возрасте 5 месяцев и 12 голов племенных хрячков в возрасте 6-7 месяцев. Приобретенные хрячки по данным собственной продуктивности характеризовались высокой скороспелостью - в среднем 143,3 дня, имели хорошую длину туловища – 126 см и тонкий шпик на уровне 6-7 грудного позвонка - 8,4 мм.

По данным собственной продуктивности оценка 27 голов поступивших на предприятие свинок показала, что завезенное поголовье отличалось от хряков. Так, живой массы 100 кг они достигли в возрасте 178 дней, что на 35 дней позднее хрячков, длина туловища также была короче на 4,4 см и составила 121,6 см, толщина шпика в точке P_1 - 6,8 мм (табл.1).

Таблица 1 – Характеристика собственной продуктивности ремонтных свинок породы пьетрен, рожденных в Ирландии

В пересчете на живую массу100 кг					% постного мяса
скороспелость, дней	длина туловища, см	толщина шпика, мм		глубина мышцы, мм	
		в точке P_1	в точке P_2		
178,0	121,6	6,8	5,5	68,8	51,01

Литературные данные показывают, что животные породы пьетрен, характеризуются низкой акклиматизацией, чувствительны к перепадам температур, стрессовым ситуациям, требовательны к кормам.

При размещении этих животных технологические условия предприятия соответствовали требованиям, при которых нагрузки на организм завезенного поголовья были минимальными. За период 2014-2015 гг. дана оценка по воспроизводительным качествам свиноматок, завезенных из Ирландии. За этот период получено 119 опоросов от 43 свиноматок при чистопородном разведении (табл.2).

Таблица 2 – Воспроизводительные качества свиноматок

Количество голов / опоросов	Родилось, голов		Крупно-плодность, кг	При отъеме в 30 дней			% сохран-ности
	всего	живых		голов	масса гнезда, кг	масса одной головы, кг	
По всем опоросам							
43/119	10,9	8,8	1,46	9,6	73,0	7,6	82,4
Все нормальные опоросы							
36/78	11,8	10,2	1,47	9,7	74,5	7,7	95,1

Многоплодие свиноматок по всем учтенным опоросам составило в среднем 8,8 голов. К отъему в возрасте 30 дней масса гнезда составила 73,0 кг, масса одной головы 7,6 кг. Сохранность поросят получена на уровне 82,4%.

Оценка воспроизводительных качеств 36 свиноматок по 78 нормальным опоросам показала, что многоплодие составило 10,2 поросенка, к отъему выращено по 9,7 голов, массой гнезда и одной головы соответственно 74,5 и 7,7 кг. Сохранность поросят в данной группе свиноматок получена выше и составила 95,1%. Следует отметить, что поросята рождаются крупными – 1,46 кг.

Всего за прошедший период в работе были использованы 18 хряков, среди которых были хряки, приобретенные в Ирландии и хряки, полученные в ООО СПК «Чистогорский».

Оценка хряков, полученных в условиях предприятия, по данным собственной продуктивности показала, что скороспелость составила 167,9 дней, затраты корма – 2,95 кг, длина туловища 122,2 см. То есть показатели откормочной продуктивности получены на среднем уровне, что указывает на сложные процессы адаптации животных в изменившихся условиях их жизнедеятельности. В то же время прижизненная оценка мясных качеств указывает на тонкий шпик - 10,8 мм над 6-7 грудными позвонками и 7,0 мм на уровне первого поясничного позвонка (точка P_2), большую глубину длиннейшей мышцы спины – 66,3 мм (табл.3).

Данная оценка показала, что на мясные качества животных породы пьетрен процессы адаптации сказываются в меньшей степени и эти достоинства породы остаются высокими

Таблица 3 – Характеристика собственной продуктивности хряков породы пьетрен, рожденных в ООО СПК «Чистогорский»

n	В пересчете на живую массу 100 кг						Балл за экстерьер	Много плодие гол.
	скоро-спелость, дней	затраты корма, кг	длина туловища, см	толщина шпика, мм		глубина мышцы, мм		
				над 6-7 груд. позв.	в точке P_2			
10	167,9	2,95	122,2	10,8	7,0	66,3	91	9,9

Результаты выращивания первой партии ремонтных свинок, полученных в условиях предприятия, свидетельствуют о снижении скороспелости (возраст достижения живой массы 100 кг) животных до 193 дней и увеличении толщины шпика до 17,5 мм (табл.4).

Таблица 4 – Характеристика собственной продуктивности ремонтных свинок породы пьетрен, рожденных в ООО СПК «Чистогорский»

n	Скороспелость, дней	Толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, мм	Длина туловища, см
17	193,0	17,5	119,9

За прошедший период ремонтным хрячкам дана оценка откормочной и мясной продуктивности по результатам контрольного выращивания и убоя (табл.5).

Таблица 5 – Откормочные и мясные качества хряков породы пьетрен

Контрольное выращивание				Контрольный убой в 100 кг					
n	возраст дости-жения живой массы 100 кг, дней	затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	толщина шпика над 6-7 гр. позв., мм	n	длина туши, см	толщина шпика, мм		площадь «мышеч-ного глазка», $см^2$	масса задней трети полутуши кг
						6-7 груд. позв.	в среднем по хребту		
224	177	3,38	11,9	3	93,0	13,3	14,8	52,4	14,1

Полученные результаты показали, что в среднем по всем оцененным животным скороспелость составила 177 дней, затраты корма на 1 кг прироста - 3,38 кг, толщина шпика над 6-7 грудными позвонками – 11,9 мм.

По результатам контрольного убоя чистопородных подсвинков в 100 кг определено, что туши характеризуются тонким и выровненным по хребту шпиком: над 6-7 грудным позвонком - 13,3мм, в среднем по хребту - 14,8 мм, большой площадью поперечного сечения длиннейшей мышцы спины – 52,4 см^2 и высокой массой задней трети полутуши – 14,1 кг.

Заключение

Делать окончательные выводы о качестве породы, ее адаптационных возможностях в условиях Сибири, видимо, преждевременно, так как требуется более широкая ее оценка. Однако по уже полученным данным можно констатировать, что животные данной породы отличаются хорошими мясными качествами, позволяющими использовать их как исходный материал для получения товарных гибридов в промышленном свиноводстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский Д. Мировой генофонд свиней в чистопородном разведении, скрещивании и гибридизации / Д. Барановский, В. Герасимов, Е. Пронь // Свиноферма. – 2008. – № 11. – С. 12–15.
2. Дарьин А. Использование хряков разных пород при сочетании с матками крупной белой породы // Свиноводство. – 2008. – № 6. – С. 7–9.
3. Дунин И.М. Состояние, стратегия развития племенной базы и системы гибридизации в свиноводстве России / И.М. Дунин, В.В. Гарай, С.В. Павлова // Зоотехния. – 2009. – № 1. – С. 4–8.
4. Жучаев К.В. Формирование адаптивных качеств и продуктивности свиней в процессе микроэволюции / К.В.Жучаев // Автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра б. наук. – Москва, 2005. – 41 с.
5. Клемин В. Эффективность скрещивания свиноматок породы ландрас с хряками других пород / В. Клемин, А. Братчиков, И. Викторова // Свиноводство. – 2006. – № 6. – С. 2–3.
6. Клемин В. Оценка эффективности скрещивания свиноматок породы ландрас с хряками других пород // Свиноферма. – 2007. – № 6. – С. 9–10.
7. Селекционно-генетические основы промышленной технологии производства свинины / А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова и др. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2015. – 195 с.

УДК: 631.87

М.Г. Курбанова

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт»

АНАЛИЗ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Птицефабрики и животноводческие комплексы и фермы являются существенным источником загрязнений окружающей среды. Неприятные запахи и мухи, различные болезнетворные бактерии распространяются на большие расстояния от хранилищ навоза или помета, ухудшают социально-экологические условия жизни и труда сотрудников птицефабрик и животноводческих комплексов и ферм, жителей близлежащих населенных пунктов, а также здоровья животных, вынужденных дышать парами аммиака и другими вредными испарениями из отстойников и сборных ям. Почва вокруг крупных животноводческих хозяйств и птицефабрик не только загрязняется, но, и происходит чрезмерное накопление больших количеств азотистых веществ (органических и неорганических), которые оказывают отрицательное влияние на почвенную микрофлору и произрастающие растения, а через них - на людей и животных. Проблема утилизации навоза и помета актуальна еще и потому, что для хранения их занято и занимается большое количество пахотных земель [1].

Цель работы: провести исследования по физико-химическим и санитарно-бактериологическим показателям различных видов навоза для использования его в биогазовых технологиях.

Методики исследования

Отбор проб и подготовку их к анализу проводили по ГОСТ 26712-94. Массовую долю влаги и сухих веществ в навозе определяли по ГОСТ 26713-85. Массовую долю золы определяли по ГОСТ 26714-85. Массовую долю органического вещества в навозе определяли по ГОСТ 27980-88 термогравиметрическим методом. Значения pH объекта и среды – по ГОСТ 27979-88. Массовую долю общего азота в пересчете на сухое вещество определяли по ГОСТ 26715-85 по методу Кьельдаля. Массовую долю фосфора в пересчете на сухое вещество определяли по ГОСТ 26717-85 фотометрическим методом. Массовую долю калия в пересчете на сухое вещество определяли по ГОСТ 26718-85. Массовую долю аммонийного азота в пересчете на сухое вещество определяли по ГОСТ 26716-85. Массовую долю клетчатки определяли по ГОСТ 13496.2-91. Массовую долю фосфора определяли по ГОСТ 26657-97 фотометрическим методом. Массовую долю кальция определяли по ГОСТ 26570-95. Массовую долю магния определяли по ГОСТ 26487-85 по методу ЦИНАО.

Результаты исследований и их обсуждение

В животноводческих комплексах Кемеровской области, занимающихся разведением крупного рогатого скота, чаще всего применяют бесподстилочное содержание животных, а для удаления экскрементов используют гидросмыв. Навоз – смесь отбросов, с подстилкой или без нее, образуемых домашними животными при обмене веществ, которым нормально сопровождается и поддерживается их жизнедеятельность [3].

Подстилочный слой материалов используется для создания животным мягкого, сухого, чистого и теплого ложа, должен обладать высокой влагоемкостью, гигроскопичностью, газопоглотительной способностью, малой теплопроводностью и большой теплоемкостью, желательно – бактерицидностью. Кроме того, при использовании подстилочного навоза в качестве сырья для производства биогаза, важно, чтобы подстилочный материал был богат питательными веществами.

Подстилка улучшает физические свойства навоза, впитывает мочу и поглощает образующийся при ее разложении аммиак и, таким образом, уменьшает потери азота. Особое значение имеет способность подстилки поглощать жидкость и газы. Содержание в ней азота и зольных веществ также сказывается на качестве навоза [2]. Наиболее распространенными видами подстилки являются солома и торф, реже – древесные опилки и стружки, тростник, осока, камыш, грубое болотное сено, древесные ветки, листья, хвоя, иногда применяют и песок (для кур-несушек). Самую высокую влагопоглощающую способность имеет моховой или сфагновый торф.

По химическому составу различные виды подстилки существенно отличаются (таблица 1).

Таблица 1 - Средний состав подстилки

Подстилка	Содержание, %				
	вода	азот	фосфор	калий	известь
Солома:					
озимой пшеницы	14,0	0,57	0,20	0,90	0,28
ржи	14,3	0,45	0,26	1,00	0,29
яровой пшеницы	14,0	0,56	0,20	0,75	0,26
овса	14,3	0,65	0,35	1,60	0,38
Торф:					
луговой (низинный)	60,0	0,90	0,05	0,04	1,10
моховой (верховой)	50,0	0,60	0,04	0,05	0,15
Опилки	30,0	0,04	0,02	0,04	–

Содержание в соломе азота, фосфора и калия зависит от плодородия почвы, количества вносимых удобрений и других условий.

Содержание питательных элементов в навозе в значительной степени зависит от количества и качества подстилки. Навоз, приготовленный на торфяной подстилке, значительно богаче азотом, чем навоз, полученный при использовании соломенной подстилки (табл. 1). Немаловажное значение для

получения биогаза имеют и минеральные соли, заключающиеся в жидких экскрементах: калий, натрий, известь, магнезия в виде хлористых и сернокислых соединений; фосфорной кислоты в моче травоядных сравнительно мало. Притом, чем менее груб корм животных, чем больше в нем концентрированных добавок (зерен, избоины и т.п.), тем больше выделяется солей этим путем и тем меньше переходит их в навоз с твердыми экскрементами. Так, при лучшем питании крупного рогатого скота из всех минеральных составных частей корма переходит их в мочу 34-48%. Поэтому при рассмотрении условий образования навоза необходимо считаться со всеми этими обстоятельствами.

Помимо всего прочего, химический состав навоза в значительной степени изменяется в зависимости от вида животного, его пола, возраста, времени года и от вида используемой подстилки (или ее отсутствия). Рассмотрим эти факторы подробнее [4].

Таблица 2 - Состав свежего навоза, %

Химический состав	Навоз на соломенной подстилке			Навоз на торфяной подстилке		
	КРС	конский	овечий	свиной	КРС	конский
Вода	77,3	71,3	64,6	72,4	77,5	67,0
Органическое вещество	20,3	25,4	31,8	25,0	–	–
Азот:						
общий	0,45	0,58	0,83	0,45	0,60	0,80
белковый	0,24	0,35	–	–	0,38	0,48
аммиачный	0,14	0,19	–	0,20	0,18	0,28
Фосфор (P_2O_5)	0,23	0,28	0,23	0,19	0,22	0,25
Калий (K_2O)	0,50	0,63	0,67	0,60	0,48	0,53

На состав навоза оказывают большое влияние удельная масса концентрированных кормов в рационе и особенности физиологии пищеварения животных. Например, в рационе свиней и лошадей концентрированных кормов значительно больше, чем в рационе крупного рогатого скота. К тому же в таких кормах содержание азота и фосфора намного выше, чем в грубых. Поэтому свиной и конский навоз отличается от навоза крупного рогатого скота, потребляющего в основном грубый и сочный корм, более высоким содержанием азота и фосфора.

Средний выход экскрементов от одной головы сельскохозяйственных животных разной категории представлен в таблице 3.

Таблица 3. - Средний объем суточного количества экскрементов сельскохозяйственных животных (от одной головы)

Крупный рогатый скот	Выход экскрементов, кг	Свинопоголовье	Выход экскрементов, кг
Быки-производители	40	Хряки-производители	11,1
Коровы	55	Поросята-отъемыши	2,4

Продолжение таблицы 3

Телята от 4 и до 6 мес. на откорме	7,5	Свиноматки: холостые супоросные подсосные с приплодом	 8,8 10,0 15,3
Молодняк ремонтный, мес. 6-12 12-18 и нетели	 14 27		
Молодняк на откорме, мес. 4-6 6-12 старше 12	 14 26 15	Свиньи на откорме и ремонтный молодняк живой массой, кг до 40 40-80 более 80	 3,5 5,1 6,6

Остатки кормов, выпавшие из кормушек и затоптанные животными, не превышают обычно 10% массы экскрементов. Инородные включения (в основном почва и песок), как правило, составляют не более 5% массы экскрементов и не оказывают заметного влияния на свойства навоза.

В таблице 4 представлены средние данные по химическому составу навоза сельскохозяйственных животных и помета птицы, содержащихся в различных типов хозяйств Кемеровской области.

Таблица 4 - Состав экскрементов сельскохозяйственных животных и птицы, отобранных из хозяйств Кемеровской области

Наименование показателя	Наименование НД	Единица измерения	Результаты испытаний		
			КРС	свиньи	куры
Массовая доля влаги	ГОСТ 26713-85	%	85,5	72,9	38,6
Массовая доля золы	ГОСТ 26714-85	%	13,3	8,6	16,0
Массовая доля органического вещества	ГОСТ 27980-88	%	86,7	91,4	84,0
pH	ГОСТ 27979-88	ед. pH	7,3	6,3	7,2
Массовая доля общего азота (в пересчете на сухое вещество) не менее	ГОСТ 26715-85	%	1,95	2,37	3,15
Массовая доля фосфора (в пересчете на сухое вещество) не менее	ГОСТ 26717-85	%	0,84	2,83	5,35
Массовая доля калия (в пересчете на сухое вещество) не менее	ГОСТ 26718-85	%	0,82	0,15	0,94
Массовая доля аммиачного азота (в пересчете на сухое вещество) не менее	ГОСТ 26716-85	%	0,78	0,49	0,61

По данным исследований навоза сельскохозяйственных животных, во всех видах навоза содержится достаточно органического вещества для обеспечения

нормальной жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в процессе производства биоудобрений и побочного продукта - биогаза.

Еще одним важным показателем является уровень pH. В то время, как гидролизирующие и кислотообразующие бактерии в кислой среде с уровнем pH 4,5-6,3 достигают оптимума своей активности, бактерии, образующие уксусную кислоту и метан, могут жить только при нейтральном или слабощелочном уровне pH 6,8-8. Поэтому, наиболее благоприятным субстратом для образования биогаза является навоз КРС и помет птиц, обладающие слабощелочной реакцией среды.

Кроме того, огромное значение для нормального метаболизма ацето- и метаногеных микроорганизмов имеет влажность среды. Метановые бактерии могут жить и размножаться, когда субстраты в достаточной мере растворены в воде (в составе минимум 50 % воды).

Наиболее благоприятная влажность для развития метаногенов составляет от 85 до 92 %. В навозе КРС это требование уже соблюдено (влажность составляет 85,5 %), поэтому этот факт исключает (или значительно уменьшает) затраты на дополнительное увлажнение субстрата.

Санитарно-бактериологические исследования навоза и навозных стоков рекомендуется проводить по общепринятой методике в соответствии с ГОСТ 18963-73. Исследования включают: определение общего количества бактерий (микробное число), бактерий группы кишечной палочки (коли-титр или коли-индекс), титра энтерококков, сальмонелл, патогенных серотипов кишечной палочки.

Особое значение гельминтоскопия имеет при цестодозах, а также при диагностической дегельминтизации. С целью обнаружения члеников и магинальных цестод осматривают свежие фекалии. Из специальных методов гельминтоскопии практически прост и приемлем метод последовательного промывания. По санитарно-бактериологическим показателям исследованный навоз отвечал требованиям, представленным в таблице 5.

Таблица 5 - Санитарно-бактериологические исследования образцов навоза, отобранных из хозяйств Кемеровской области

Показатель	Результаты испытаний			
	КРС*	КРС**	свиньи	куры
Общее количество бактерий (микробное число)	$28\pm1,5\times10^6$ КОЕ/г	$10\pm5\times10^6$ КОЕ/г	$32\pm1,8\times10^6$ КОЕ/г	$68,4\pm1,2\times10^8$ м. кл/г
Яйца гельминтов	обнаружено	не обнаружено	обнаружено	обнаружено
Escherichia coli (БГКП)	$300\pm0,1\times10^3$ КОЕ/г	$180\pm0,09\times10^3$ КОЕ/г	$470\pm0,1\times10^3$ КОЕ/г	$510\pm1,5\times10^3$ КОЕ/г

КРС* – свежий навоз, бесподстилочный; КРС** - перепревший навоз

Ведение в почву навоза или помета в нативном состоянии, без предварительной обработки не элиминирует загрязнение почв экотоксикантами,

вероятность попадания которых по пищевой цепочке в продукты питания не исключается. Бактерии для образования своих клеток требуют питательных веществ, витаминов, растворимых соединений азота, минеральных веществ и микроэлементов. Эти вещества в нужном количестве содержатся в навозе.

Вывод

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод о том, что оббезараженный навоз сельскохозяйственных животных является доступным и хорошим сырьем для производства биоудобрений, в силу своих особенностей эти удобрения не только могут полностью заменить минеральные азотно-фосфорные и калийные удобрения, но и дать значительную прибавку в урожайности, восстановить и повысить плодородие почв. В связи с этим, разработка высокоэффективных технологий обеззараживания навоза и помета является актуальной задачей для науки и практики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранников В.Д. Экологические и ветеринарно-санитарные проблемы использования бесподстилочного навоза в растениеводстве // Вестник сельскохозяйственной науки. М. 1988. - №11. - С. 113-118.
2. Обоснование экологически безопасных технологий утилизации навоза и помета в сельскохозяйственных предприятиях Северо-Западного федерального округа Российской Федерации / А.В. Афанасьев, Д.А. Максимов, В.Н. Афанасьев, А.Ю. Брюханов // Агроэкологический журнал. – № 2. - 2012.
3. Опыт утилизации свиного навоза / Л.Е. Матросова, А.А. Иванов, М.Я. Тремасов. // Свиноводство. - №2. - 2013.
4. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова – 2-е издание перераб. и доп.:М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.

УДК 637.12

Л.Я. Макаренко, Г.В. Макаренко

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЛОКА И МЯСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕЦИПИТАТА И ПЕГАСИНА В РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Проблема производства экологически чистых продуктов животноводства с каждым годом приобретает большую значимость в связи с интенсивным развитием промышленности, энергетики, транспорта, что приводит к повышенному уровню концентрации токсичных элементов в биосфере.

Наибольшую опасность представляют соли тяжелых металлов, радионуклеиды и другие ядовитые вещества. Авторы исследований Осикина

Р.В., Теднев Т.К. установили прямую корреляцию между содержанием солей тяжелых металлов в почве и молоке коров и концентрацией их в сырах [1].

Исследованиями [2,3,4] доказана эффективность применения цеолитов , как адсорбентов радиоактивных и канцерогенных веществ из организма животных, зеленой массы растений и других биологических объектов.

Учитывая вышеизложенное, нами с 1988 по 2005 годы проводилось изучение целесообразности использования цеолита Пегасского месторождения (пегасина) в кормлении крупного рогатого скота. В ходе исследований установлена высокая эффективность введения минерала в рационы молочного скота и сверхремонтного молодняка [2,3].

Однако, широкое применение цеолита невозможно без медико-биологической оценки продуктов питания, полученных от животных, которым в качестве минеральной добавки в корма вводили цеолит.

Целью наших исследований явилось изучение биохимического состава молока и мяса, определение возможности кумуляции в них солей тяжелых металлов и мышьяка, так как эти элементы содержатся в качестве примесей в цеолитовых туфах [4].

Методика

Исследования проводились на свехремонтном молодняке крупного рогатого скота со дня рождения и до 12-ти месячного возраста.
Для опыта было отобрано 10 пар-аналогов бычков черно-пестрой породы и распределено на две группы. Первая, контрольная - получала в качестве минеральной добавки монокальцийфосфат, вторая - цеолит, 6% от сухого вещества рациона. Условия содержания и кормления животных со дня рождения и до убоя были одинаковыми.

Для изучения возможной кумуляции в продуктах убоя солей тяжелых и вредных металлов нами исследованы почки, печень и почечный жир.

Массовый анализ растительных и животных кормов, сельскохозяйственных продуктов и почв (в районах Кузбасса), проведенный в 1994 году Кемеровским государственным центром агрохимической службы показал, что в исследуемых объектах уровень цинка, железа, никеля превышает в несколько раз ПДУ. Особую проблему для региона представляет высокотоксичный кадмий, содержание которого в продуктах животноводства довольно высокое [5].

Все это отражается на здоровье кузбассовцев. Поэтому одним из важнейших аспектов в данной ситуации является изучение возможности удаления этих элементов.

Высокая адсорбционная активность цеолитовых туфов позволила предположить возможность их использования для снижения уровня тяжелых и вредных металлов в молоке при скармливании коровам в качестве минеральной добавки.

Для решения поставленной задачи в ГПЗ "Октябрьский" был проведен дополнительный эксперимент на высокопродуктивных коровах черно-пестрой

породы. Было взято два гурта, по 100 голов в каждом. Среди подопытных животных имелось 10 пар-аналогов, у которых отбирали пробы молока для медико-биологической оценки. Все коровы находились на пастбище. Технология доения, содержания и кормления идентичны. Разница заключалась в том, что 1 гурт (контрольная группа) в качестве минеральной добавки получал преципитат, II гурт животных (опытная группа) - цеолит Пегасского месторождения. Продолжительность эксперимента составляла 100 дней.

Химический состав молока и продуктов изучали в биохимических лабораториях Кемеровского НИИСХ, ГЦАХС "Кемеровский" и СО РАМН (Институт биохимии).

Результаты и обсуждение

Почки, печень и почечный жир являются органами, где накапливаются попадающие в организм животного тяжелые металлы. Изучение этих органов 12-ти месячных бычков показало, что содержание ртути и мышьяка во всех образцах было очень низкое и точному анализу не подлежит. Во внутреннем жире не обнаружено кадмия, никеля и свинца.

Концентрация кадмия в печени и почках опытных животных было достоверно ниже, чем в этих же органах бычков из контрольной группы.

По мнению И.А. Зимневича, Е.К. Михеева [6], содержание никеля в печени имеет обратно пропорциональную связь с уровнем его в плазме крови. Длительное воздействие на ткани этого элемента может вызвать развитие опухоли. Поэтому мы считаем, положительным моментом тот факт, что уровень его был очень высоким в почках опытных животных на фоне низкого содержания в печени. Вероятно, необходимое количество из поступившего с кормом и минеральной подкормкой было использовано организмом, а излишек выводился с мочой ($P < 0,001$).

Особую опасность для молодняка представляет свинец, его избыток замедляет рост животных. Мы в своих исследованиях не установили содержания этого элемента в рационах выше рекомендуемых норм. Возможно, поэтому уровень, как в печени, так и в почках подопытных животных был практически одинаковым.

Кобальт является важнейшим микроэлементом. Содержание его в организме не велико. Выводится элемент в основном с желчью через желудочно-кишечный тракт, незначительная часть почками. Вероятно, этим и обусловлено высокое содержание кобальта в печени контрольных животных ($P < 0,001$), в то время как эндогенного элемента почками выводилось минимальное количество.

Хром - тяжелый металл, относящийся к 6-ой побочной группе периодической системы элементов. По данным Deinum и др. [8], у крупного рогатого скота он абсорбируется лишь на 2,5 - 1,4 %, а с калом не выделяется совсем. Максимальное количество обнаруживается в почках и постоянно включается в печень и кровь. В исследуемых образцах уровень его был достаточно высоким, но значительной разницы по его содержанию между группами на фоне различных добавок не установлено.

Кадмий является высокотоксичным элементом, уровень которого повышается в почках по мере его поступления с кормами. Однако на фоне цеолита в почках подопытных животных его концентрация была ниже на 25,7% (P < 0,05), чем у быков, получавших преципитат. Такая же закономерность отмечена по его содержанию в печени. Особенность цеолита выводить из организма токсичные вещества и тяжелые металлы, нами установлена в ранее проведенных исследованиях [7].

Дегустационная оценка бульона и мяса по 9-ти балльной шкале показала, что все параметры тестов были характерны для высококачественного мяса. Общий балл оценки мяса и бульона опытных животных был выше чем у аналогов. Разница между группами составила 22,5 - 25,6%, (P < 0,058).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что скармливание пегасина не влияет отрицательно на пищевую ценность говядины, и не снижает белково-качественный показатель. Для длиннейшей мышцы спины 12-ти месячных бычков он оказался очень высоким и был равен 6,19 в контрольной группе и 6,32 в опытной, что свидетельствует о биологической полноценности белков.

Высокая адсорбционная способность пегасина позволяет также предположить возможность его использования для снижения уровня тяжелых металлов и вредных элементов в молоке при скармливании коровам в качестве минеральной добавки. Как показали исследования, цеолит способствовал снижению концентрации меди, свинца, мышьяка, железа (P < 0,01) и кадмия (P < 0,1) в молоке.

Уровень цинка в исследуемых образцах был ниже ПДУ (предельно допустимого уровня). Содержание мышьяка в контрольной группе превышало на 8% этот показатель. Концентрация меди в опытных образцах была ниже на 14,3% (P < 0,05). Значительное содержание кадмия в молоке контрольной группы свидетельствует о его высоком уровне в кормах, что согласуется с исследованиями ГЦАХС "Кемеровский" [5]. Вероятно организм животных на фоне преципитата не справился с избытком, который впоследствии был выделен с молоком.

В опытной группе кадмий выносился из организма цеолитом, вследствие чего его содержание в молоке было ниже на 35% (P < 0,001). Такая же тенденция отмечена по уровню железа. Одной из характерных особенностей почвенной зоны Кузбасса является его высокая концентрация [5].

Ароматный запах молочному жиру придает каприновая кислота, уровень которой в пробах молока опытных животных был выше на 16,3%. Этот факт позволяет предположить, что скармливание цеолита не оказывает отрицательного влияния на жирокислотный состав молока.

При изучении влияния цеолита на витаминный состав молока не установлено значительной разницы между группами в уровне жирорастворимых витаминов А и Е. Количество витаминов группы В было практически одинаковым, та же тенденция отмечена по содержанию аскорбиновой кислоты.

Заключение

Проведенными исследованиями установлено, что цеолит не влияет на накопление тяжелых металлов во внутренних органах молодняка. Содержание кадмия в печени и почках опытных животных было достоверно ниже, чем у сверстников из контроля.

Оценка качества молока от подопытных животных показала, что цеолит снижает концентрацию свинца, меди, кадмия и мышьяка, что актуально для нашего региона.

Считаем, что использование цеолита Пегасского месторождения в скотоводстве Кузбасса на фоне традиционных минеральных подкормок, не только повышает продуктивность животных на 10,7 - 16,4%, но и обеспечивает получение экологически чистой и биологически полноценной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осикина, Р.В. Тяжелые металлы в молочных продуктах. / Т.К. Тезиев // Журнал "Зоотехния". - № 12. - 1999. - с. 23

2. Макаренко, Л.Я. Минеральные подкормки в рационах бычков. / В.Г. Гугля // Сб.Н.Тр. - Современные технологии производства продуктов животноводства в Сибири. - Новосибирск. - 2001. - с. 120-123

3. Макаренко, Л.Я. Природный минерал - альтернативная подкормка для молодняка крупного рогатого скота. / Г.В. Макаренко // Информлисток. - Кемерово. - 2002.

4. Макаренко, Л.Я. Эффективность использования бычков на мясо. /Д.В. Кецелашвили, Г.В. Зяблицкий // Сб.Н.Тр. - Сельскохозяйственная наука - производству. - Кемерово, - 1991. - с. 84-87

5. Государственный центр агрохимической службы "Кемеровский". - Отчет НИР. - 1994.

6. Зимневич, Н.А. Содержание микроэлементов в плазме крови и печени молодняка крупного рогатого скота. / Е.К. Михеев // Тр. Горьковского СХИ. - 1994. - т. 56

7. Макаренко, Л.Я. Отчет НИР. - Кемеровский НСХИ. - Лаборатория кормления. - 1998.

8. Deinum D., Ymmihk H.Y., W.B., Deys Meded. Inst. Biol. Schelkindig onderk. - Yandboewgen. - 188, 1962. 123

УДК 636.4.084

С.Н. Рассолов, А.В. Климова

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт»

ВЛИЯНИЕ ИММУНОНУТРИЕНТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ РЕМОНТНЫХ СВИНОК

Увеличение производства продукции животноводства и снижение ее себестоимости требует мобилизации всех ресурсов на основе внедрения достижений науки. Одним из факторов, определяющим продуктивность сельскохозяйственных животных, является полноценность кормления, которая достигается не только набором кормовых средств, но и включением в рацион биологически активных веществ [1].

Микроэлементы йод и селен функционально связаны между собой, поскольку последний входит в состав фермента йодтирониндейодиназы, обеспечивающего трансформацию тироксина в трийодтиронин. Сочетание недостатков этих двух микроэлементов может служить одним из главных факторов риска в провоцировании йоддефицитных состояний, в первую очередь эндемического зоба [2].

Поскольку соли микроэлементов используют один механизм поступления в организм, между ними на местах всасывания начинается конкуренция. Кроме того, избыток одного ведет к недостаточному всасыванию другого. А также микроэлементы могут взаимодействовать с макроэлементами, образуя нерастворимые комплексы. Микроэлементы, традиционно применяемые в виде неорганических солей, плохо усваиваются рубцовой микрофлорой, которая переводит большее их количество в нерастворимую и неусвояемую форму. В составе протеинатов микроэлементы соединены с аминокислотами и короткоцепочными пептидами. В такой форме они не образуют заряженных частиц в кишечнике и, соответственно, не вступают в реакцию друг с другом, с различными компонентами рациона и свободно проходят к местам всасывания на ворсинках кишечника. Микроэлементы, в виде хелатов, поступают по путям всасывания аминокислот и пептидов и, таким образом, гораздо более эффективно используются организмом. Они соответствуют природным комплексам микроэлементов в кормовых культурах, обладают высокой биодоступностью. На фоне этого биотические препараты способствуют снижению эндогенных потерь минеральных элементов [3].

Поэтому совместное использование микронутриентов селена и йода на фоне пробиотиков для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных является актуальной проблемой**.**

Цель настоящей работы – определить эффективность влияния препарата седимина и Е-селена в комплексе с пробиотиком на продуктивные качества и морфологический состав крови ремонтных свинок.

Экспериментальные исследования проводили в ООО СХО «Заречье» отделения Новостройка Кемеровском районе Кемеровской области на

ремонтных свинках КМ-1. Предварительно произвели подбор групп – аналогов по происхождению, возрасту и живой массе. До этого каждый опыт разделили на 3 периода: уравнительный, переходный и основной. С началом основного периода опыта (с 4-х месячного возраста), условия содержания и кормления для групп были одинаковые, но животным II опытной группы дополнительно к основному рациону (ОР) вводили внутримышечно препарат седимин + перорально пробиотик Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма, животным I опытной группы ОР + внутримышечно препарат Е-селен + пробиотик Сиб-Мос ПРО в дозе 1 г на 1 кг комбикорма.

Седимин – комплексный препарат, который содержит в 1 мл следующие действующие вещества: 16-20 мг/мл железа, 5,5-7,5 мг/мл йода, 0,07-0,09 мг/мл стабилизированного селена (соответствует 0,16-0,20 мг/мл селенита натрия).

Е-селен – препарат в 1 мл инъекционного раствора которого содержится витамина Е 50 мг и 0,5 селена в виде селенита натрия.

Препарат Сиб-Мос ПРО является экологически чистым маннанолигосахаридным препаратом из клеточных стенок дрожжей в сочетании с бактериями Bacillus subtilis.

Основной рацион свиней был представлен дертью овес + ячмень и премиксом П 52-1 (ГОСТ Р 51095-97).

Динамика живой массы свиней была прослежена по результатам взвешиваний 1 раз в месяц. На основании полученных результатов был рассчитан среднесуточный и валовый прирост живой массы.

Морфологические исследования включали определение: гемоглобина и эритроцитов на КФК-3, лейкоциты микроскопическим методом в камере Горяева.

Анализ полученных данных показал, что по всем изучаемым показателям опытные животные превосходили контрольных. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Скорость роста ремонтных свинок, M±m

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Количество животных, гол.	8	8	8
Продолжительность опыта, дней	180	180	180
Живая масса в 120 дней, кг	35,2 ± 1,06	35,1 ± 0,82	34,9 ± 0,91
Живая масса в конце опыта, кг	125,0 ± 4,37	128,5 ± 5,35	135,4 ± 3,55
Среднесуточный прирост, г	498 ± 25,01	518 ± 26,38	558 ±17,86*
Валовый прирост, кг	89,8	93,4	100,5

* P < 0,05 по сравнению с контролем

Так, в конце опыта живая масса во I опытной группе была выше на 2,8 % (P>0,05), во II опытной группе на 8,3 % (P>0,05), среднесуточный прирост на 4,0 и 12 % (P<0,05) соответственно по сравнению с аналогами контрольной группы.

Анализ результатов морфологического состава крови подопытных свинок свидетельствуют, что в период исследований, гематологические показатели находились в пределах физиологической величины, но между группами наблюдались некоторые различия (табл. 2).

Таблица 2 - Основные морфологические показатели крови ремонтных свинок, M±m

Показатель	Группа		
	Контрольная	I Опытная	II Опытная
Первоначально (90 дней)			
Гемоглобин, г/л	110,0 ± 1,37	109,0 ± 5,47	111,0 ± 6,62
Эритроциты,*10^{12}/л	6,61 ± 0,25	6,52 ± 0,50	6,54 ± 0,39
Лейкоциты,*10^{9}/л	18,40 ± 1,05	17,42 ± 3,08	19,85 ± 1,23
150 дней			
Гемоглобин, г/л	114,7 ± 5,30	119,5 ± 5,42	126,0 ± 2,62*
Эритроциты,*10^{12}/л	6,69 ± 0,33	7,15 ± 0,27	7,36 ± 0,18*
Лейкоциты,*10^{9}/л	19,50 ± 1,07	27,35 ± 1,04*	25,45 ± 1,40*
180 дней			
Гемоглобин, г/л	111,0 ± 5,52	118,3 ± 5,49	119,6 ± 1,08*
Эритроциты,*10^{12}/л	6,07 ± 0,30	6,50 ± 0,28	5,99 ± 0,24
Лейкоциты,*10^{9}/л	20,43 ± 3,23	21,33 ± 0,96	18,13 ± 1,50

* P < 0,05 по сравнению с контролем

У свиней опытных групп по отношению к контрольным аналогам произошло незначительное увеличение уровня гемоглобина в крови. Так, в пятимесячном возрасте в I группе повышение на 4,2%, во II группе на 9,8%, (P<0,05); в 6-ти месячном возрасте произошло повышение уровня гемоглобина в I и II опытных группах на 6,5% и 7,7% соответственно (P<0,05).

Отмечались достоверное увеличение уровня эритроцитов у опытных групп по отношению к контролю. Так, в 5-ти месячном возрасте количество эритроцитов было больше во I и II группе на 6,8% и 10,0% соответственно (P<0,05). В 6-ти месячном возрасте в I опытной группе было выше на 7,0% (P>0,05), во II группе содержание было снижено на 1,3% (P>0,05). Повышение лейкоцитов отмечалось в опытных группах по сравнению с контролем в пятимесячном возрасте в I и II опытной группе на 40,2% и 30,5% соответственно (P<0,05). В 6-ти месячном возрасте в I опытной группе было выше на 4,4% (P>0,05), во II группе содержание было снижено на 11,2% (P>0,05).

Таким образом, скармливание пробиотика Сиб-Мос ПРО и однократное введение препарата седимин более выражено стимулируют процессы кроветворения и обмена веществ в организме молодняка свиней, что оказало

положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в период интенсивного роста животных и повысило их продуктивность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цогоева Ф.Н. Комплексный антиоксидантный препарат в рационах птицы // Известия Горского ГАУ. – 2012. – Т. 49. - № 4. – С. 86-88.
2. Данилова Л.И. Эндемический зоб: клинические аспекты проблемы // Медицинские новости. – 1997. – № 6. – С. 3-11.
3. Кривич С.М. Использование органических минеральных добавок – путь к повышению качества молока / С.М. Кривич, Г.А. Ярмоц // Сб. статей 8 межд. научн.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – Барнаул. – 2013. – Кн. 3. – С. 215 – 217.

УДК 636.086.2 (571.1)

В.М. Самаров, А.С. Рябцев

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт»

РАСШИРЯТЬ ПОСЕВЫ НУТА В СЕВООБОРОТАХ

Основным источником производства продовольствия для населения служат земли сельскохозяйственного назначения, площадь которых на 01.01.2014 г. составила 386,5 млн. га, или 29,6 % земельного фонда страны, в том числе сельскохозяйственных угодий 196,2 млн. га, из них 115,1 млн. га пашни. За 20 лет реформ в России заброшено свыше 50 млн. га сельскохозяйственных угодий. Посевные площади сократились более чем на 40 млн. га. [1]

Почвенный покров – важнейшее природное образование. Его роль в жизни общества определяется тем, что почва представляет собой источник продовольствия, обеспечивающий 95 – 97 % продовольственных резервов для населения. Потребление фитомассы человеком оценивается величиной порядка $3,6 \times 10^{18}$ тонн. [2]

Почва принадлежит к саморегулирующейся биологической системе, являющейся важнейшей частью биосферы в целом. Она является саморегулирующейся системой, обеспечивающей в известных границах в течение многих лет естественное воспроизводство плодородия. Это свойство почвы, однако, негарантирует сохранения постоянного уровня продуктивности пашни, и тем более ее повышение.

В естественных условиях на целинных и залежных землях плодородие почвы имеет тенденцию к постоянному росту за счет использования энергии солнца. Зеленые растения обеспечивают себе питание, оставляя после себя в почве больше органического материала, чем потребляют его для жизни. Но это естественное пополнение плодородия прекращается при отчуждении человеком

продукции зеленых растений. Сбалансированное равновесие нарушается и вступает в силу закон возврата: надо вернуть земле как минимум то количество питательных веществ, которые отчуждаются урожаем.

Однако земля не терпит неправильного отношения к ней, быстро и резко реагирует, снижая урожайность культур. Некачественная обработка почвы изношенной техникой, недостаток, а иногда и полное отсутствие удобрений и химических средств защиты растений, несоблюдение правильного чередования культур в севооборотах и другие нарушения агротехники возделывания растений с каждым годом все заметнее сказываются на снижении плодородия почв.

Для увеличения продуктивности земледелия необходимо вернуться к комплексному подходу его ведения, уйти от одностороннего представления, что продуктивность можно стабилизировать несколькими агрономическими приемами или внедрением каких-либо технологий, оставляя без внимания другие факторы, влияющие на продуктивность пашни и урожайность сельскохозяйственных культур.

Цельное и объективное представление зависимости продуктивности земледелия от природных факторов, состояния и внедрения отдельных элементов системы земледелия дает (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность пашни в зависимости от природных факторов, технологии и освоения элементов

Факторы	Элементы системы земледелия
Уровень производительных сил	Культура; сорт; семеноводство; фотосинтез; севооборот; свет; t° C; H20; почвы и её плодородия
Уровень науки и техники	Удобрение; защита почвы от эрозии; обработка почвы; мелиорация; лесомелиорация; адаптивные технологии; охрана природы; агрофитоценос; сроки и качество работ
Уровень культуры производителя и организация	Форма хозяйствования; управление, организация труда; уборка; переработка

Но организация землепользования изменилась. В связи с повсеместным перераспределением земли в большинстве хозяйств нарушено землеустройство, которое проводилось до 1990 года, а следовательно, практически не осталось правильных севооборотов - основы плодородия почвы и урожайности растений. Прежде всего, необходимо выделить неудобные для использования земли и залужить их, а на остальной пашне, в границах старого землеустройства (если нет возможности сделать новое), разработать новые севообороты с научно обоснованным чередованием в них культур.

Из множества видов растений подобрать такие, возделывание которых экономически выгодно и они пользуются большим спросом на рынке. К таким относятся: гречиха, озимая пшеница и рожь, яровая твердая пшеница, пивоваренный ячмень, рапс, люпин, нут. Районированные сорта этих культур для каждого региона известны, надо только организовать правильно их семеноводство.

При изменении структуры посевных площадей, кроме конъюнктурных соображений, надо иметь в виду разное влияние возделываемых культур на плодородие почвы и общее состояние культуры земледелия. Поэтому желательно в хозяйствах расширить и довести площадь посевов озимых культур, как наиболее урожайных, до 25-30 % от пашни, размещая их до 12-20 % по чистым, а остальные - по занятым и сидеральным парам. До 12-20 % увеличить, посевы зернобобовых: нута, чечевицы и их смесей со злаковыми, как ценных высокобелковых культур и азотонакопителей в почве, многолетних трав и, особенно, до 8-10 % бобовых, как улучшителей плодородия почвы и требующих меньших затрат на их возделывание. По возможности, расширить площади посевов рапса, гречихи. Увеличить посевы сидеральных и повторных культур, способствующих стабилизации содержания гумуса в почве. [3]

Плодородие почвы, как основа продуктивности земледелия, воспроизводится, в основном, пятью агротехническими мерами (см. табл. 1). Мы рекомендуем внедрять севообороты с короткой ротацией, с одним полем чистых паров, а в северных районах, возможно, занятых и сидеральных. В полевых севооборотах желательно иметь многолетние травы, как выводное поле, а в кормовых - отводить под них до 50 и более процентов пашни.

В связи с тем, что многие хозяйства из-за нехватки средств не в состоянии применять минеральные удобрения, необходимо заделывать в почву неиспользуемую солому, но возможности, вносить навоз, возделывать сидераты и промежуточные культуры на удобрения.

Большое значение нута заключается в том, что он является отличным предшественником для других сельскохозяйственных культур. Эта культура рано убирается – остается время вести систему обработки почвы с сорняками. А самое главное все зернобобовые являются источником высококачественного белка. Нут более засухоустойчив, чем горох, слабо поражается вредителями и болезнями, не полегает. Его доля в севообороте должна составлять до 10 – 15 % от пашни. Средняя урожайность нута в Среднем Поволжье составила за последние годы от 1,8 до 2,3 т/га, что на 25 – 30 % выше гороха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянова Т., Новикова Д. Планирование и организация рационального использования и охраны земельных ресурсов в условиях санкций и импортозамещения // Международный сельскохозяйственный журнал. - № 4. – 2015. – С. 14 – 20.

2. Казаков Г.И., Авраменко Р.В. Севообороты в Среднем Поволжье. – Самара. – 136 с.

3. Самаров В.М., Тарасенко А.И. Чечевица – ценная зернобобовая культура. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2012. – 95 с.

УДК 614.1:314.1

Ю.А. Григорьев, О.И. Баран

ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»

ТЕНДЕНЦИИ РОЖДАЕМОСТИ И ВОСПРОИЗВОДСТВА НАСЕЛЕНИЯ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА: РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВА

На высшем уровне руководства страны в октябре 2007 года была утверждена Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года. План действий на первом этапе реализации «Концепции демографической политики РФ до 2025 года» был утвержден Правительством РФ 14 февраля 2008 года. Распоряжением Правительства РФ от 10 марта 2011 года № 367-р утвержден новый план мероприятий по реализации в 2011-2015 гг. указанной выше концепции демографической политики. В Указе Президента РФ от 7 мая 2012 года «О мерах по реализации демографической политики РФ» предусматривается к 2018 году повышение суммарного коэффициента рождаемости до 1,753 и увеличение ожидаемой продолжительности жизни до 74,0 лет. Реально ли достижение поставленных целей за короткий промежуток времени? Какие существуют перспективные пути решения этой сверхсложной проблемы? Такие вопросы широко обсуждаются в научном сообществе [2, 21, 23].

Соотношение рождаемости и смертности приводило к убыли населения во всех федеральных округах Российской Федерации до 2007 года. Рост рождаемости в 2007-2014 гг. и снижение смертности с 2003 года улучшили динамику естественного воспроизводства населения как по всем федеральным округам, так и на территориях Сибири [10, 12, 17]. Наиболее значительно рождаемость увеличилась в Сибирском федеральном округе. Выше среднего уровня по Российской Федерации рост рождаемости произошел в Центральном и Уральском федеральных округах. Величины роста, близкие к средним, наблюдаются в Южном и Приволжском федеральных округах. Менее всего рождаемость выросла в Дальневосточном ФО. Такое соотношение роста рождаемости и сокращения смертности привело к позитивным изменениям естественного прироста. В регионах Сибири рост за счет естественного движения населения наблюдался в республиках Алтай, Тыва, Бурятия, Хакасия. В Республике Тыва достигнуты особенно заметные положительные показатели в динамике населения. Среди краев и областей Сибири ситуация с естественным воспроизводством населения за 2007-2014 годы значительно улучшилась в Новосибирской, Иркутской и Кемеровской областях, здесь показатель увеличился больше, чем в целом по СФО. Однако анализ оперативных данных за 2015 год свидетельствует, что прирост показателей рождаемости за 2015/2014 гг. на одних территориях СФО значительно замедлился, а на других даже стал

отрицательным [12]. Для дальнейшего анализа необходимы более тонкие методы исследования.

Брутто- и нетто-коэффициенты воспроизводства – очень важные элементы системы демографической оценки. Они обладают большим достоинством – независимостью от возрастной структуры населения – и позволяют точнее оценить соотношение рождаемости и смертности. Брутто-коэффициент воспроизводства населения (gross reproduction rate, GRR) – показатель замещения поколений. Он показывает, какое число дочерей может произвести в среднем одна женщина при данном уровне рождаемости и условии, что она полностью проживет весь репродуктивный период. Нетто-коэффициент воспроизводства населения (net reproduction rate, NRR) – количественная мера замещения материнского поколения. В отличие от брутто-коэффициента воспроизводства населения, данный показатель равен среднему числу девочек, которое может появиться у одной женщины при данном уровне рождаемости за годы, которые она может прожить в детородном возрасте, при данном уровне смертности [1, 20, 22].

Как по Российской Федерации в целом, так и по отдельным федеральным округам нетто-коэффициенты в 2009 году были еще суженными [5, 11, 12]. Наиболее высокий уровень NRR наблюдался в Южном ФО (0,801), наихудшие показатели были в Центральном (0,672) и Северо-Западном (0,672) федеральных округах. Сибирский ФО по величине NRR (0,777) находился в группе со средним его значением (вместе с Уральским и Дальневосточным ФО). Необходимо отметить, что в период 2002-2006 гг. значения NRR (для всего населения) не имели тенденции к росту практически во всех федеральных округах. Ситуация резко изменилась в 2007 году, прирост NRR был повсеместным [5]. Наиболее значительно он вырос в Южном и Сибирском ФО (на 0,129 и 0,142 величины NRR соответственно). Это составило 19,2 и 22,4% от его первоначального уровня. В СФО имеются территории, где значения NRR достигли весьма высокого уровня. Граница расширенного воспроизводства (для всего населения) была преодолена в 2007 г. в Республиках Тыва (1,176) и Алтай (1,094). У сельского населения расширенное воспроизводство в 2007 году отмечалось в еще большем числе территорий – в Республиках Тыва (1,533), Алтай (1,287), Бурятия (1,011), Иркутской области (1,002). Наибольший прирост значения NRR за 2006-2009 гг. произошел в Республике Тыва (на 35,8% от первоначального уровня для всего населения, на 41,8% для сельских жителей), в Республике Алтай (на 31,6% для всего населения, на 30,3% для сельских жителей). На других территориях рост нетто-коэффициента воспроизводства населения был меньше. Так, в Республике Бурятия он составил только 17,9% (для сельских жителей), а в Иркутской области – 26,4% (для сельского населения).

В 2013 году нетто-коэффициенты воспроизводства населения многих территорий (Республика Хакасия, Алтайский и Забайкальский края, Иркутская, Новосибирская и Омская области) приблизились к величине простого замещения поколений. Но прирост величины NRR значительно замедлился или вовсе остановился (кроме республик Алтай и Тыва). Это объясняется тем, что к этому времени появился новый барьер в воспроизводстве населения – началось

значительное сокращение численности женщин в наиболее плодовитых возрастах как следствие низкой рождаемости в 90-х годах прошлого века. Существуют и другие препятствия, действующие с разной интенсивностью: 1) старение возрастной структуры населения; 2) низкий уровень репродуктивного здоровья женщин.

Отметим, что запланированный на 2018 год уровень суммарного коэффициента рождаемости (1,753) не даст возможности повсеместно обеспечить расширенное воспроизводство населения. Суженное воспроизводство со временем приводит к старению возрастной структуры населения [6-8]. Доля пожилых людей (60 лет и старше) в России выросла с 7% в 1939 г. до более 20% в 2010 г. и продолжает повышаться. Суженное воспроизводство населения в сочетании с высоким уровнем постарения возрастной структуры грозит России уже в ближайшие десятилетия. Такое сочетание неблагоприятных факторов неминуемо ведет к депопуляции. В этой ситуации важно сократить смертность от причин с экзогенной детерминацией и отодвинуть на более старшие возраста безвозвратные потери от болезней системы кровообращения и других неинфекционных заболеваний [3, 4, 16].

Важнейшая качественная характеристика населения – репродуктивном здоровье, напрямую влияет на рождаемость [13-15]. Программы улучшения репродуктивного здоровья должны включать мероприятия в области планирования семьи, по снижению материнской, перинатальной и младенческой смертности, по снижению числа нежелательных беременностей, инфицирования болезнями, передаваемыми половым путем, включая ВИЧ/СПИД, профилактику бесплодия, недостаточного питания и анемии, онкологических болезней женских половых органов и молочной железы [13-15]. Усилия общества, отдельных женщин и мужчин должны быть направлены на создание благоприятной среды обитания, в которой люди могли бы сделать свой собственный выбор в отношении репродуктивной жизни. В Российской Федерации и СФО остается высокой общесоматическая заболеваемость женщин наиболее распространенными видами патологии – болезнями системы кровообращения, новообразованиями, болезнями органов дыхания и пищеварения. Несмотря на относительно стабильное снижение числа случаев материнской смертности, различие этого показателя у жительниц города и села увеличивается. Материнская смертность в сельской местности превышает соответствующий показатель в городских поселениях Сибирского федерального округа более чем в два раза. Эта неблагоприятная ситуация указывает на необходимость большей доступности качественной акушерско-гинекологической помощи жительницам села [19]. Как видно, решение задач охраны, укрепления и восстановления репродуктивного здоровья требует комплекса социальных и медицинских мер на основе междисциплинарного подхода [9].

Необходимо признать, что в перспективе без изменения системы ценностей семейной жизни нельзя рассчитывать на повышение уровня рождаемости даже при условии снятия перечисленных выше барьеров. Нужно проводить интенсивную работу по созданию привлекательного образа

устойчивой семьи с двумя-тремя детьми через средства массовой информации, образовательные программы, рекламу, используя для этого все имеющиеся средства. Нужно воспитывать у молодежи ответственное отношение к материнству и отцовству, к продолжению рода, к сохранению и укреплению своего здоровья как основы здоровья будущих поколений, создавать больше положительных, созидательных примеров в реальной жизни. Нельзя сворачивать мероприятия, которые уже доказали свою эффективность в условиях России. Необходимо усиливать и расширять меры поддержки семей с детьми, так как нас ждут непростые времена в связи с ухудшением возрастной структуры женщин фертильного возраста в условиях экономического кризиса. Очевидно, что федеральная программа выплат материнского капитала за второго ребенка, дополненная на региональном уровне дотациями на третьего, частично поможет семьям реализовать желаемое число детей [18]. Небольшая пауза в депопуляции должна служить не поводом для успокоения, что демографическая проблема уже решена, а временем для дальнейшего наращивания действенных мер демографической и семейной политики. Необходим ускоряющийся переход к новой ступени развития культуры и цивилизации в Российской Федерации с устойчивым деторождением, обеспечивающим расширенное воспроизводство населения. Незамедлительность действий оправдана, а опоздание будет чревато для страны разрушительными последствиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский В. Естественный прирост и воспроизводство населения // Социальная и демографическая политика. – 2006. – № 11. – С. 74-77.

2. Вишневский А. Смертность в России: несостоявшаяся вторая эпидемиологическая революция // Демографическое обозрение. – 2014. – Т. 1, № 4. – С. 5-40.

3. Григорьев Ю.А. Демографический переход и современное состояние продолжительности жизни населения Сибири // Комплексные гигиенические исследования на пороге XXI века: сб. науч. труд. – Новокузнецк, 1999. – С. 37-46.

4. Григорьев Ю.А. Продолжительность жизни населения Сибири: особенности эндогенных и экзогенных причин потерь здоровья // Социально-гигиенические проблемы общественного здоровья и экологии человека на современном этапе: матер. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2009. – С. 31-36.

5. Григорьев Ю.А. Современные тенденции воспроизводства населения в Сибирском федеральном округе // Российская академия медицинских наук. Бюллетень национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2010. – № 3. – С. 43-45.

6. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Глобальные и российские демографические перспективы. Введение в проблему // Общественное здоровье: мониторинг, организация медицинской помощи: матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новокузнецк, 2005. – С. 48-53.

7. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Демографические перспективы России в новом столетии // Демографическая ситуация в Новокузнецке и России: причины, динамика, прогноз: сб. матер. конф. – Новокузнецк: Изд-во ГОУ ДПО ИПК, 2005. – С. 4-8.

8. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Демографическое прогнозирование, или как избежать депопуляции в России // Актуальные проблемы медицины: матер. науч.-практ. конф. – Абакан: Изд-во ГОУ ВПО «Хакасский гос. ун-т им. Н.Ф. Катанова», 2010. – С. 82-95.

9. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Закономерности демографических процессов и семейная политика // Социально-гигиенические подходы в решении фундаментальных и прикладных проблем современной медицины: матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новокузнецк: ООО «Полиграфист», 2014. – С. 31-37.

10. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Продолжительность жизни населения Сибирского федерального округа: динамика в период восстановления (2003-2013) // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 7-5 (51). – С. 52-60.

11. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Региональные сопоставления воспроизводства населения в Сибирском федеральном округе // Социально-гигиенические проблемы общественного здоровья и экологии человека на современном этапе: матер. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2009. – С. 42-47.

12. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Тенденции воспроизводства населения в Сибирском федеральном округе за последние десятилетия // Фундаментальные и прикладные исследования в профилактической медицине: матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новокузнецк, 2015. – С. 27-32.

13. Григорьев Ю.А., Захаренков В.В. Репродуктивное здоровье как важнейшая качественная составляющая воспроизводства населения // Перспективы и риски развития человеческого потенциала в Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – С.192-226.

14. Григорьев Ю.А., Соболева С.В. Репродуктивное здоровье как качественная характеристика популяции // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2013. – №3-2 (91). – С. 157-161.

15. Григорьев Ю.А., Соболева С.В. Современное состояние репродуктивного здоровья населения Сибири как фактор сокращения рождаемости в регионе // Регион: Экономика и Социология. – 2013. – № 2. – С. 215-236.

16. Григорьев Ю.А., Соболева С.В. Экзогенная и эндогенная детерминация смертности в Сибирском федеральном округе // Регион: Экономика и Социология. – 2012. – № 2. – С. 86-103.

17. Григорьев Ю.А., Соболева С.В., Баран О.И. Продолжительность жизни населения регионов Сибири: особенности современной фазы роста // Фундаментальные и прикладные исследования в профилактической медицине: матер. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2015. – С. 32-37.

18. Григорьев Ю.А., Соболева С.В., Баран О.И. Региональный материнский капитал и направления его использования в Сибирском федеральном округе // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2015. – Т. 23, № 3. – С. 17-20.

19. Григорьев Ю.А., Репин Е.Н., Баран О.И. Демографический переход и границы вмешательства государства в охрану здоровья населения // Общественное здоровье. Гигиена труда. Экология: матер. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2004. – С. 16-21.

20. Денисенко М.Б. Воспроизводство населения // Введение в демографию. – М.: ТЕИС, 2003. – С. 450-461.

21. Развитие человеческого потенциала Сибири: проблемы социального воспроизводства регионального сообщества / Я.А. Лещенко, А.В. Боева, Е.В. Гольцова, Ю.А. Григорьев и др. – Иркутск: Оттиск, 2013 – 514 с.

22. Рождаемость / С.В. Захаров и др. // Население России 2012: Двадцатый ежегодный демографический доклад. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – С. 99-238.

23. Школьников В., Андреев Е., Макки М., Леон Д.А. Рост продолжительности жизни в России 2000-х годов // Демографическое обозрение. – 2014. – Т. 1, № 2. – С. 5-37.

УДК 314.5:314.335

Ю.А. Григорьев, О.И. Баран

ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»

ЭТНИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ БРАЧНОСТИ И РОЖДАЕМОСТИ КОРЕННОГО НАСЕЛЕНИЯ ЮГА СИБИРИ

Этническая дифференциация рождаемости в России начала проявляться в начале прошлого века. При ретроспективном анализе материалов переписи населения 1926 г. слабые различия в рождаемости у отдельных народов можно было обнаружить уже тогда. Интерес к изучению рождаемости в этническом аспекте стал появляться в 60-е годы (период общего подъема демографических исследований в СССР). Высказывались предположения о связи уровня рождаемости на тех или иных территориях с особенностями населяющих их народов. Этнические особенности репродуктивного поведения, влияние на рождаемость традиций, брачных и семейных обычаев стали рассматриваться в обширной этнографической литературе. Комплексная проблема привлекла внимание демографов, этнографов, социал-гигиенистов. Возник новый раздел исследований – этническая демография, в формировании которой активное участие приняли известные российские ученые Г.А. Бондарская, С.И. Брук, Л.Е. Дарский, В.И. Козлов, Р.И. Сифман [1, 2, 13, 15, 16, 18].

При выборе объектов исследования в Сибирском федеральном округе авторы данной работы остановились на наиболее многочисленных этнических

группах Юга Сибири. К ним относятся алтайцы, буряты, тувинцы, хакасы. Нами были рассмотрены следующие важные социально-гигиенические и демографические параметры коренного населения: состояние в браке, изменение возрастной модели брака, индекс детности.

В городских поселениях республик Юга Сибири уровень состоящих в браке русских женщин (от 535 в Республике Бурятия до 553‰ в Республике Тыва) выше, чем у женщин коренных национальностей, среди которых лидируют хакаски и тувинки. У алтайцев самый низкий уровень состояния в браке сочетается с высоким показателем никогда не состоявших в браке (435 и 379‰ соответственно). В сельской местности национальных республик показатель состояния в браке русских женщин выше, чем в городских поселениях (от 567 в Республике Хакасия до 623‰ в Республике Алтай). У жительниц села коренных национальностей уровень состояния в браке ниже, чем у русских (от 537 в Республике Бурятия до 606‰ в Республике Алтай).

Данные переписей населения (при соответствующей разработке первичных данных) позволяют рассчитать средний возраст вступления в первый брак методом SMAM (по Дж. Хаджналу), который широко используется в международной практике. Расчетный возраст вступления в первый брак получают из оценок доли лиц в возрастных группах от 16 до 49 лет, которые при переписи населения на вопрос о брачном состоянии ответили, что они никогда не состояли в браке. Этот показатель указывает на ожидаемый возраст вступления в первый брак для среднего представителя условного поколения, если значения, зафиксированные переписью, будут оставаться постоянными. Необходимо отметить, что рассчитанный показатель SMAM, в соответствии с принятой в нашей стране переписной методологией, будет относиться ко всем первым бракам (официально оформленным и консенсуальным). Поэтому по своей величине SMAM будет несколько ниже, чем показатель, полученный на основе данных регистрации браков в ЗАГСах. Данные о величинах SMAM и их изменениях за 2002-2010 годы для русских (в целом по РФ) и коренного населения Юга Сибири представлены в таблицах 1 и 2.

Вначале коротко о динамике SMAM в Российской Федерации. Постарение брачности за 2002-2010 годы слабо различается у мужчин и женщин в городских поселениях РФ, а в сельской местности оно в два раза выше, чем у городских жителей [14]. Сельские женщины в 2002 г. опережали горожанок со вступлением в брак на 1,0 год, а в 2010 г. только на 0,5 года, то есть разрыв в средних возрастах невест в городских поселениях и сельской местности сокращается за последнее десятилетие. Рассматривая изменения возрастной модели брака за длительный период (1926-2010 гг.), С. Захаров отмечает беспрецедентное постарение брачности за последние два десятилетия и считает этот процесс фундаментальным сдвигом [14].

Изучение SMAM в различных этносах показало неоднородность изменения показателя. Рассмотрим его динамику в городских поселениях. Постарение брачности за 2002-2010 гг. найдено у русских и хакасов. У женщин-хакасок величина постарения брачности была в два раза выше, чем у мужчин. У русских различие в изменении SMAM у женщин и мужчин менее выражено. Изменение

возрастной модели брака у алтайцев, бурят и тувинцев в городских поселениях происходило в противоположном направлении. Расчетный средний возраст более всего сократился у тувинцев (у мужчин на 0,34, а женщин еще больше – на 1,36 года). Сокращение SMAM у алтайцев и бурят выражено менее. У алтайцев он сильнее уменьшился у мужчин, у бурят это более характерно для женщин.

Таблица 1 – Расчетный средний возраст вступления в первый брак в различных этнических группах коренного населения Юга Сибири и русских в целом по РФ (SMAM по Дж. Хаджналу, расчет сделан для возраста 16-49 лет), городское население, лет

Население, этносы	Годы	Мужчины	Женщины	$_{м}\Delta_{ж}$
Русские	2002	26,31	23,90	+2,41
	2010	27,04	24,65	+2,39
	$_{2002}\Delta_{2010}$	+0,73	+0,75	-0,02
Алтайцы	2002	26,03	24,93	+1,10
	2010	25,59	24,78	+0,81
	$_{2002}\Delta_{2010}$	-0,44	-0,15	-0,29
Буряты	2002	27,00	25,35	+1,65
	2010	26,86	25,11	+1,75
	$_{2002}\Delta_{2010}$	-0,14	-0,24	+0,1
Тувинцы	2002	26,39	26,23	+0,16
	2010	26,05	24,87	+1,18
	$_{2002}\Delta_{2010}$	-0,34	-1,36	+1,02
Хакасы	2002	26,39	24,46	+1,93
	2010	26,85	25,39	+1,46
	$_{2002}\Delta_{2010}$	+0,46	+0,93	-0,47

Таблица 2 – Расчетный средний возраст вступления в первый брак в различных этнических группах коренного населения Юга Сибири и русских в целом по РФ (SMAM по Дж. Хаджналу, расчет сделан для возраста 16-49 лет), сельское население, лет

Население, этносы	Годы	Мужчины	Женщины	$_{м}\Delta_{ж}$
Русские	2002	25,71	22,57	+3,14
	2010	26,86	23,79	+3,07
	$_{2002}\Delta_{2010}$	+1,15	+1,22	-0,07
Алтайцы	2002	24,42	22,26	+2,16
	2010	24,72	22,63	+2,09
	$_{2002}\Delta_{2010}$	+0,30	+0,37	-0,07
Буряты	2002	27,58	24,55	+3,03
	2010	27,29	25,00	+2,29
	$_{2002}\Delta_{2010}$	-0,29	+0,45	-0,74
Тувинцы	2002	26,74	25,73	+1,01
	2010	26,40	24,76	+1,64
	$_{2002}\Delta_{2010}$	-0,34	-0,97	+0,63
Хакасы	2002	25,80	23,54	+2,26
	2010	26,88	24,51	+2,37
	$_{2002}\Delta_{2010}$	+1,08	+0,97	+0,11

В сельской местности изменения возрастной модели брачности более масштабные (таблица 2). Постарение брачности найдено у русских, алтайцев и хакасов, сокращение SMAM – у тувинцев. У бурят изменения разнонаправленные: показатель у мужчин сократился, а у женщин увеличился. Самый высокий уровень SMAM в 2010 году найден у женщин-буряток (25,00 лет). Самый высокий прирост показателя произошел у русских мужчин (1,15 года). Масштабное сокращение показателя найдено у тувинцев (0,34 года у мужчин, 0,97 – у женщин).

В связи с фундаментальными сдвигами возрастной модели брака у коренного населения Юга Сибири необходимо коснуться теории исторических типов брачности. В рамках этой теории обычно рассматривают эволюцию брачности в контексте демографического перехода и смены исторических типов рождаемости и смертности [9, 10, 17]. Теория исторических типов брачности в ее современном виде разработана Дж. Хаджналом [19]. По его мнению, имелось два периода в развитии брачности, которые отличались степенью взаимосвязи брачного, полового и репродуктивного поведения людей: «традиционный» (ранний возраст вступления в брак и высокая рождаемость) и «европейский» (поздний возраст вступления в брак и низкая рождаемость).

В этой связи чрезвычайно важно рассмотреть динамику возрастной модели брачности населения Юга Сибири в аспекте его этнической неоднородности. По нашему мнению, снижение возраста вступления в первый брак, которое особенно ярко выражено у тувинцев (как в городских поселениях, так и в сельской местности), создает благоприятные условия для долговременного и устойчивого роста рождаемости. Это подтверждается при изучении индекса детности (таблица 3).

Таблица 3 – Индекс детности у коренного населения и русских, проживающих в республиках Юга Сибири, в 2010 году (город и село)

Этносы, территории	Город	Село
Алтайцы, Р. Алтай	369,5	792,2
Буряты, Р. Бурятии	464,9	663,9
Тувинцы, Р. Тыва	661,3	858,1
Хакасы, Р. Хакасия	407,8	636,3
Русские, Р. Алтай	616,1	721,6
Русские, Р. Бурятии	501,6	599,5
Русские, Р. Тыва	522,6	700,0
Русские, Р. Хакасия	439,6	555,8

Отметим, что индекс детности сам по себе не характеризует уровень замещения поколений. Соотношение индекса детности у разных групп населения (или в одном населении, но в динамике) довольно четко характеризует различия и изменения в уровне рождаемости. Поэтому в том случае, когда имеются только данные переписи о половозрастном составе каких-либо групп населения и нет информации о рождаемости в этих группах, то индексы детности могут характеризовать различия в рождаемости между этими группами

населения. В нашем случае индекс детности у тувинцев самый высокий как в городских поселениях, так и в сельской местности. В сельской местности Республики Алтай высокий индекс детности имеют алтайцы. Необходимо обратить внимание на высокую дифференциацию показателя детности у русских, проживающих в республиках Алтай, Бурятия, Тыва и Хакасия. Самые высокие значения показателя наблюдаются у русских в сельской местности республик Алтай и Тыва, то есть там же, где высока детность у коренного населения.

Высокий уровень рождаемости у тувинцев создает благоприятные условия для роста показателя и у русских, проживающих в Республике Тыва. По нашему мнению, прогнозируемое ухудшение режима воспроизводства в субъектах СФО [4-7, 9, 10] в меньшей мере должно проявиться в городских поселениях и сельской местности республики Тыва и в сельской местности Республики Алтай.

Поддержать режим прироста населения в Республике Тыва и Республике Алтай можно также за счет снижения смертности от причин с экзогенной детерминацией, которые обусловливают высокий уровень безвозвратных потерь [3, 8, 11, 12]. Структура брачных состояний, динамика и уровень расчетного среднего возраста вступления в первый брак в наибольшей степени будут и в дальнейшем способствовать высокому уровню рождаемости у алтайцев и тувинцев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарская Г.А. Рождаемость в СССР. Этнодемографический аспект. – М.: Статистика, 1977. – 128 с.

2. Брук С.И. Население мира. Этнодемографический справочник. – М.: Наука, 1986. – 829 с.

3. Григорьев Ю.А. Продолжительность жизни населения Сибири: особенности эндогенных и экзогенных причин потерь здоровья // Социально-гигиенические проблемы общественного здоровья и экологии человека на современном этапе: матер. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2009. – С. 31-36.

4. Григорьев Ю.А. Современные тенденции воспроизводства населения в Сибирском федеральном округе // Российская академия медицинских наук. Бюллетень национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2010. – № 3. – С. 43-45.

5. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Демографические перспективы России в новом столетии // Демографическая ситуация в Новокузнецке и России: причины, динамика, прогноз: Сб. матер. конф. – Новокузнецк: Изд-во МОУ ДПО ИПК, 2005. – С.4-8.

6. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Демографическое прогнозирование, или как избежать депопуляции в России // Актуальные проблемы медицины: матер. науч.-практ. конф. – Абакан: Изд-во ГОУ ВПО «Хакасский гос. ун-т им. Н.Ф. Катанова», 2010. – С. 82-95.

7. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Закономерности демографических процессов и семейная политика // Социально-гигиенические подходы в решении фундаментальных и прикладных проблем современной медицины: матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новокузнецк: ООО «Полиграфист», 2014. – С. 31-37.

8. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Продолжительность жизни населения Сибирского федерального округа: динамика в период восстановления (2003-2013) // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 7-5 (51). – С. 52-60.

9. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Региональные сопоставления воспроизводства населения в Сибирском федеральном округе // Социально-гигиенические проблемы общественного здоровья и экологии человека на современном этапе: матер. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2009. – С. 42-47.

10. Григорьев Ю.А., Баран О.И. Тенденции воспроизводства населения в Сибирском федеральном округе за последние десятилетия // Фундаментальные и прикладные исследования в профилактической медицине: матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новокузнецк, 2015. – С. 27-32.

11. Григорьев Ю.А., Соболева С.В. Экзогенная и эндогенная детерминация смертности в Сибирском федеральном округе // Регион: Экономика и Социология. – 2012. – № 2. – С. 86-103.

12. Григорьев Ю.А., Соболева С.В., Баран О.И. Продолжительность жизни населения регионов Сибири: особенности современной фазы роста // Фундаментальные и прикладные исследования в профилактической медицине: матер. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2015. – С. 32-37.

13. Дарский Л.Е. Формирование семьи (демографо-статистическое исследование). – М.: Статистика, 1972. – 208 с.

14. Захаров С. Браки и разводы в современной России // Демоскоп. – 2015. – № 625-626. – Режим доступа: http://demoscope.ru/weekly/2015/0625/ tema01.php (дата обращения 29.01.2016).

15. Козлов В.И. Этническая демография. – М.: Статистика, 1977. – 240 с.

16. Козлов В.И. Национальности СССР: этнодемографический обзор. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 303 с.

17. Развитие человеческого потенциала Сибири: проблемы социального воспроизводства регионального сообщества / Я.А. Лещенко, А.В. Боева, Е.В. Гольцова, Ю.А. Григорьев и др. – Иркутск: Оттиск, 2013 – 514 с.

18. Сифман Р.И. Динамика рождаемости в СССР (по материалам выборочных обследований). – М.: Статистика, 1974. – 183 с.

19. Хаджнал Дж. Европейский тип брачности в ретроспективе // Брачность, рождаемость, семья за три века. – М.: Статистика, 1979. – С. 14-70.

УДК 574.3

В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова

ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ АБАГУРСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНО-АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ФАБРИКИ

Загрязнение природной среды газообразными веществами, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, остается наиболее острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение [1]. Для объективной количественной оценки, сравнения, анализа, управления воздействием загрязнителей различной природы в последние десятилетия активно развивается методология оценки рисков. Оценка экологического риска на территориях, загрязнённых техногенными выбросами, актуальна, а её рассмотрение открывает возможности практического решения многих проблем по защите населения и окружающей природной среды от воздействия опасных химических соединений, рассеянных в атмосферном воздухе на больших территориях [2, 3, 6].

Целью данной работы является оценка риска немедленного действия и риска хронического действия для здоровья населения Центрального района города Новокузнецка, связанных с загрязнением атмосферы деятельностью Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики.

Методы исследования

Концентрации загрязнителей в точках воздействия рассчитывались с помощью «Методики расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» – ОНД-86 [4]. В результате расчёта рассеивания вредных веществ в атмосфере получены среднегодовые концентрации рассматриваемых загрязнителей. Располагая данными среднегодовых концентраций, в каждой из точек воздействия определён риск немедленного действия и риск хронического действия [5, 7].

Результаты исследования

Абагурская обогатительно-агломерационная фабрика является филиалом ОАО «Евразруда». Основной вид деятельности фабрики – обогащение железорудного сырья способом мокрой магнитной сепарации и получение агломерата, который используется в качестве основного шихтового материала в доменном производстве. Основными поставщиками рудного сырья являются предприятия, входящие в состав ОАО «Евразруда» – Казский, Таштагольский,

Шерегешский рудники, а также другие рудные предприятия Сибири. Основным потребителем агломерата является Новокузнецкий металлургический комбинат. В состав предприятия входят основные цеха: обогатительный, агломерационный, железнодорожный и шесть вспомогательных.

Обогатительный цех предназначен для разгрузки, складирования и усреднения рудного и нерудного сырья, его дробления и сортировки, обогащения первичных концентратов и складирования отходов обогатительного производства (хвостов) и уловленной пыли сырья на хвостохранилище. В агломерационном цехе осуществляется процесс агломерации на агломерационных лентах. Спекание подготовленной шихты происходит за счет горения углерода топлива в слое шихты и формирования жидкой фазы. На участке серогазоочистки происходит очистка отходящих газов, выделяемых в процессе агломерации на участке № 1 агломерационного цеха, от окислов серы.

Источниками загрязнения воздушного бассейна на аглофабрике являются агломерационные ленты, барабанные и чашечные охладители агломерата, обжиговые печи, узлы пересыпки, транспортировки, сортировки агломерата и компонентов, входящих в состав шихты для его приготовления (руды, кокса, известняка и других материалов). К крупным источникам пыли при подготовке шихты относятся участки разгрузки руды, размола и грохочения известняка, размола доломита, коксика, руды, дробления агломерата, транспортировки агломерата к вагонам и возвращение остатков агломерата. Причиной повышенного пылевыделения являются низкая влажность шихтовых материалов, которая не должна превышать 8-10%, и их повышенная сыпучесть. Пыль, образующаяся на складах, крупнозернистая, ее свойства зависят от свойств и состава отдельных шихтовых материалов. Максимальное пылевыделение происходит при сбрасывании агломерата с транспортера (длина транспортера примерно 60 м, ширина 3-5 м, высота шихты 0,3 м). Отходящие агломерационные газы сильно загрязнены сернистым ангидридом, пылью, содержат оксид и диоксид углерода, кислород; температура газа 110-145°С. Пыль содержит примерно 38% связанного железа (Fe_3O_4, Fe_2O_3), 0,37% металлического железа, оксиды и карбонаты кальция и магния ($CaO+CaCO_3$, MgO), оксиды натрия и калия (Na_2O+K_2O), оксиды кремния и алюминия (SiO_2, Al_2O_3), соединения марганца цинка, фосфора (MnO_2, ZnS, P_2O_5). При сбрасывании агломерата с транспортерной ленты с температурой 500-700°С и дальнейшем его охлаждении воздухом также выделяется пыль. Выбросы на участке агломерации составляют 10-20% от количества загрязнений всего предприятия.

Индекс сравнительной неканцерогенной опасности определялся выбросом загрязняющих веществ с содержанием диоксида серы, диоксида азота и оксида углерода по трем источникам. Максимальный индекс характеризует выбросы источника № 2 и 4 (агломашина (2), агломашина (7-9)), его значение составляет 4185500, удельный вес в суммарном индексе – 57,7%. Для дальнейших расчетов по оценке риска были отобраны все 3 рассмотренных источника и 3 загрязняющих вещества, характеризуемые возможным общетоксическим (неканцерогенным) действием.

При сравнении показателей удельного веса каждого из выбрасываемых в атмосферный воздух загрязняющих веществ установлено, что наибольший вклад в удельном весе имеют выбросы диоксида серы.

В таблице 1 представлены расстояния от источника выбросов до точек воздействия и их координаты.

Таблица 1 - Расстояние от источника выбросов до точек воздействия и их координаты

Точки воздействия в г. Новокузнецке	Координаты	Расстояние от источника выбросов (м)	Ближайшие объекты
Новоильинский микрорайон	53° 53' 55.78" - 87° 07' 15.37"	20500	Пр. Авиаторов 35а
Заводской район	53° 49' 52.89" - 87° 10' 20.94"	12450	Мориса Тореза 35
Куйбышевский район	53° 44' 50.45" - 87° 04' 29.68"	8882	Челюскина 6
Кузнецкий район	53° 47' 05.56" - 87° 13' 19.79"	7200	Ленина 119
Новобайдаевский район	53° 47' 40.60" - 87° 20' 29.63"	12400	Дузенко 5
Абашево	53° 48' 04.37" - 87° 21' 49.75"	14010	пер. Ровный 13
Центральный район (площадь Драматического театра)	53° 45' 26.40" - 87° 07' 09.03"	13430	Металлургов 28

В таблице 2 приведены максимальные концентрации загрязняющих веществ, создаваемые при максимально возможном выбросе и среднегодовой скорости ветра в г. Новокузнецке, а также расстояние от источника выбросов, на котором формируются такие концентрации.

Таблица 2 - Максимальные концентрации загрязняющих веществ, создаваемые при максимально возможном выбросе, и расстояние, на котором они формируются

Источники выбросов	Расстояние X_{mu}, м	Концентрация C_{mu}, мг/м^3
Агломашина (диоксид азота)	872,5	0,02
Агломашина (2) (диоксид серы)	1072,8	0,1
Агломашина (2) (оксид углерода)	1272,7	0,022
Агломашина (7-9) (диоксид серы)	2999	0,26

Выявлено, что в точках воздействия ПДК изучаемых веществ не превышены.

В таблице 3 представлены коэффициенты опасности и индексы опасности в точках воздействия.

Таблица 3 - Коэффициенты опасности и индексы опасности в точках воздействия

Точки воздействия в г. Новокузнецке	Коэффициенты опасности связанные с концентрациями диоксида серы	Коэффициенты опасности связанные с концентрациям и диоксида азота	Коэффициенты опасности связанные с концентрациям и оксида углерода	Индекс опасности (суммарно)
Новоильинский микрорайон	1,654	0,008	0,0043	1,66
Заводской район	0,1	0,020	0,0016	0,12
Куйбышевский район	0,1	0,032	0,0016	0,13
Кузнецкий район	0,082	0,05	0,0011	0,13
Новобайдаевский район	0,258	0,020	0,0046	0,28
Абашево	1,36	0,015	0,0033	1,3
Центральный район (площадь Драматического театра)	0,308	0,06	0,0006	0,36

Показано, что индексы опасности лежат в пределах 0,12 до 1,66. Максимальные индексы опасности отмечаются в Новоильинском микрорайоне и Абашево. Минимальные индексы опасности отмечаются в Кузнецком, Новобайдаевском и Куйбышевском районах. В двух рассматриваемых точках индекс опасности превышает 1, что позволяет сделать вывод о возможности роста хронической экозависимой заболеваемости населения г. Новокузнецка, связанной с выбросами загрязняющих веществ Абагурской обогатительно-агломерационной фабрикой.

Установлено, что риск хронического действия находится в пределах от 0,007 до 0,126, что свидетельствует о том, что он превышает приемлемый уровень, равный 0,02 в 2-х точках воздействия.

Во всех точках воздействия риск немедленного действия оказался равен 0, что следует рассматривать как приемлемый риск, так как при этом практически исключается рост заболеваемости населения, связанный с воздействием оцениваемого фактора, а состояние дискомфорта может проявляться лишь в единичных случаях у особо чувствительных людей.

В таблице 4 представлен риск хронической интоксикации по точкам воздействия.

Таблица 4 - Риск хронической интоксикации по точкам воздействия

Точки воздействия в г. Новокузнецке	Риск хронической интоксикации связанный с концентрациями диоксида серы	Риск хронической интоксикации связанный с концентрациями диоксида азота	Риск хронической интоксикации связанный с концентрациями оксида углерода	Риск хронической интоксикации (суммарно)
Новоильинский микрорайон	0,126	0,0002	0,0003	0,126
Заводской район	0,008	0,0006	0,0001	0,008
Куйбышевский район	0,008	0,0009	0,0001	0,009
Кузнецкий район	0,006	0,0014	0,0001	0,007
Новобайдаевский район	0,020	0,0006	0,0003	0,020
Абашево	0,104	0,0004	0,0002	0,104
Центральный район (площадь Драматического театра)	0,024	0,0017	0,00004	0,025

Выявлено, что риск хронической интоксикации находится в пределах от 0,007 до 0,126 с превышением приемлемого уровня, равного 0,02, в Новоильинском районе (в 6 раз) и в Абашево (в 5 раз). В остальных точках воздействия риск находится на приемлемом уровне.

В таблице 5 представлен удельный вес загрязняющих веществ в риске хронической интоксикации.

Таблица 5 - Удельный вес загрязняющих веществ в риске хронической интоксикации (%)

Точки воздействия в г. Новокузнецке	Удельный вес диоксида серы	Удельный вес диоксида азота	Удельный вес оксида углерода	Суммарно
Новоильинский микрорайон	99,60	0,16	0,24	100
Заводской район	91,95	6,90	1,15	100
Куйбышевский район	88,89	10,00	1,11	100
Кузнецкий район	80,00	18,67	1,3	100
Новобайдаевский район	95,69	2,87	1,44	100
Абашево	99,43	0,38	0,19	100
Центральный район (площадь Драматического театра)	93,24	6,60	0,16	100

Показано, что наибольший вклад в удельном весе имеют выбросы диоксида серы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаренков В.В., Виблая И.В., Колядо В.Б. Оптимизация управления региональной системой охраны здоровья трудовых ресурсов // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – № 5. – С. 36-38.

2. Кислицына В.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения промышленного города // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. – Т. 9. – № 3 (46). – С. 86-87.

3. Климов П.В., Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Большаков В.В. Оценка антропогенного загрязнения атмосферного воздуха г. Новокузнецка // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2011. – № 2 (46). – С. 190-194.

4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л.: Гидрометеоиздат. – 1986. – 65 с.

5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

6. Суржиков Д.В. Загрязнение окружающей среды промышленного центра металлургии как фактор риска для здоровья: дис…докт. биол. наук.– Новокузнецк, 2007. – 364 с.

7. Щербо А.П., Киселев А.В. Оценка риска от воздействия факторов окружающей среды на здоровье. Практикум. – Спб.: МАПО, 2005. – 92 с.

УДК 614:617.7

В.В. Захаренков, В.И. Савиных, И.В. Виблая

ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных аболеваний»

АДЕКВАТНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ МИОПИИ – ЗАЛОГ СОХРАНЕНИЯ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА

Снижение численности населения трудоспособного возраста требует новых подходов к качеству формирования трудового потенциала населения путём повышения уровня его здоровья, образования и степени занятости общественно полезным трудом [1, 2, 7, 10, 17]. С интеллектом человека, с его образованием тесно связана работа зрительного анализатора. Но в России около 15 млн. близоруких, 70% из них – лица трудоспособного возраста. Учеными доказано, что усиленный рост миопии наблюдается в периоды обучения [13, 14,

16]. Миопия как причина инвалидности среди детей в России составляет 18% [15]. Поэтому поиск путей профилактики и стабилизации миопии путем организации внедрения адекватных методов остаётся крайне необходимым для общества в целом и особенно для детского населения.

Учеными НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний в спектре мероприятий комплексной целевой программы «Здоровье и сохранение трудового потенциала населения Кемеровской области» [4, 6, 8, 11] разработана и внедрена областная программа «Профилактика близорукости у детей»; её информационное сопровождение в г. Новокузнецке осуществлено в рамках муниципальной целевой программы «Образование и здоровье» на 2007-2011 годы [3, 9].

Более 30 лет занимаясь вопросами близорукости, в процессе научного обоснования программных мероприятий по её профилактике, мы пришли к выводу, что это не одно заболевание, а целая группа патологических изменений, имеющих некоторые общие симптомы. Исходя из многофакторности развития близорукости в формировании подходов к её профилактике, целесообразно выделить 4 вида этой патологии.

Рефракционная близорукость развивается, когда имеется врожденная аномалия рефракции, которая может носить наследственный характер (Штейгер А., 1913), может возникать вследствие генных мутаций или как результат «сбоя» закладки оптических систем глаза. При этом размеры глаза соответствуют возрастным нормам. Обычно такая близорукость, если не сопровождается внешними отрицательными факторами, не склонна к самопроизвольному прогрессированию. С целью профилактики прогрессирования миопии у таких пациентов необходимо строгое соблюдение гигиенических норм при выполнении работы на близком расстоянии.

Осевая близорукость возникает при нормальной рефракции в случаях различной степени увеличения передне-заднего размера глаза. Нередко при таком увеличении наблюдается и растяжение глазного яблока в поперечном размере. Причины осевой близорукости различны: рахит, заболевание соединительной ткани, симптом голубых склер и др. Такая близорукость сопровождается патологическими изменениями в склере с её истончением и может приводить к развитию миопической болезни – «болезнь после болезни». При этой форме близорукости все профилактические средства должны направляться на укрепление соединительно-тканного аппарата, усиление плотности склеры.

Аккомодационная, или рабочая, близорукость возникает по причине слабости аккомодации и работе на близком расстоянии, которая оказывается непосильной для глаза. Практически это «профессиональная» патология, которая чаще возникает в детском и подростковом возрасте, но может появиться у взрослых и даже на одном глазу, как это встречается у мастеров часовых дел. Такая близорукость является наиболее многочисленной, часто отмечается её прогрессирование. Профилактические мероприятия должны включать как можно более раннее выявление нарушения в аккомодационном аппарате и его тренировки различными способами.

Близорукость как симптом других заболеваний, таких как врожденная или юношеская глаукома, кератоконус, кератоглобус, начальная катаракта, пигментная дистрофия сетчатки, постоперационная близорукость. Все эти виды близорукости требуют лечения основного заболевания и исправления рефракционной составляющей.

Таким образом, исходя из классификационных признаков различных видов близорукости, в спектре профилактических мероприятий среди подрастающего поколения становятся первостепенными раннее выявление и контроль нарушений аккомодации, а также осуществление и соблюдение гигиенических требований в школе, дома, приспособление аккомодационного аппарата к длительной работе на близком расстоянии. Даже при аккомодационной близорукости улучшение связей между органами человека в целом улучшает функцию зрительного анализатора. А профилактические мероприятия, включающие общефизические процедуры, пребывание на свежем воздухе, полноценное питание и т.п., должны быть направлены, прежде всего, на сохранение устойчивых связей между глазом и мозгом – это социально важно для сохранения полноценного зрения у детей и подростков, что в конечном счёте поднимет на новый качественный уровень состояние трудового потенциала населения [5, 12].

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что для эффективной реализации мероприятий по профилактике снижения зрения в годы обучения необходимо в соответствии с концептуальными подходами реализации демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года [18] составить Программу и утвердить местным (городским, областным) Советом (собранием, Думой) на несколько лет вперед. Программа должна содержать следующие разделы: состояние проблемы со зрением учащихся в конкретном регионе (городе, районе); цель программы; пути её реализации; этапы выполнения; кадры; исполнители; материально-технические затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурдейн А.В., Захаренков В.В., Колядо В.Б., Виблая И.В. Медико-демографические проблемы в формировании здоровья населения Керовской области // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2009. – № 2. – С. 25-26.

2. Виблая И.В., Захаренков В.В. Население трудоспособного возраста. Тенденции демографических процессов СФО // Материалы XI Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». – М., 2012. – С. 114-116.

3. Виблая И.В., Захаренков В.В., Бердикова Е.А. Оценка показателей заболеваемости детей в начальных классах общеобразовательных школ г. Новокузнецка // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2010. – № 4. – С. 161-163.

4. Захаренков В.В., Виблая И.В. Краткий обзор направлений научных исследований Научно-исследовательского института комплексных проблем

гигиены и профессиональных заболеваний по вопросам сохранения трудового потенциала населения Сибирского федерального округа // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10-8. – С. 1617-1621.

5. Захаренков В.В., Виблая И.В. Демографические проблемы и пути сохранения трудового потенциала населения // Материалы совещания по вопросам ведения социально-гигиенического мониторинга в Сибирском и Уральском федеральных округах Российской Федерации / Под ред. И.П. Салдана. – Барнаул, 2008. – С. 42-45.

6. Захаренков В.В., Виблая И.В. Мероприятия, направленные на сохранение трудового потенциала Сибирского федерального округа в демографических условиях современной России // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Здоровье работающих: демографические, медицинские и социальные аспекты». – Новосибирск, 2014. – С. 30-31.

7. Захаренков В.В., Виблая И.В., Бурдейн А.В. Профессиональная заболеваемость, как проблема сохранения трудового потенциала Кемеровской области: пути решения // Лечение, медико-социальная экспертиза и реабилитация в ортопедии, нейрохирургии и ангиологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк, 2008. – С. 50-51.

8. Захаренков В.В., Виблая И.В., Колядо В.Б. Оптимизация управления региональной системой охраны здоровья трудовых ресурсов // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – № 5. – С. 36-38.

9. Захаренков В.В., Виблая И.В., Репин А.Л. Современные технологии профилактики миопии как элемент комплексной программы по сохранению трудового потенциала населения // Вестник Кузбасского научного центра. – 2011. – № 13. – С. 78-80.

10. Захаренков В.В., Виблая И.В., Святова С.В. Проблемы воспроизводства населения в России и Сибирском федеральном округе // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2014. – № 1. – С. 112-114.

11. Захаренков В.В., Виблая И.В., Олещенко А.М., Бурдейн А.В. Целевая установка программных мероприятий по сохранению здоровья и трудового потенциала населения Сибирского федерального округа // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в медицине труда». – Новосибирск, 2011. – С. 93-95.

12. Захаренков В.В., Виблая И.В., Россошанский А.Ю., Репин А.Л., Бурдейн А.В. Миопия школьников как проблема адекватного выбора профессии. Пути решения // Сибирский педагогический журнал. – 2010. – № 6. – С. 130-140.

13. Захаренков В.В., Виблая И.В., Бурдейн А.В., Россошанский А.Ю., Репин А.Л. Профилактика миопии в школьные годы как мероприятие по сохранению трудового потенциала населения (на примере г. Новокузнецка) // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-

исследовательского института общественного здоровья. – 2010. – № 3. – С. 68-70.

14. Киреева Н.В., Жаров В.В., Голикова Е.В. Проблема школьной близорукости // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – 14 (133). – С. 184-186.

15. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность по зрению населения // Тезисы докладов VIII съезда офтальмологов России. – М., 2005. – С. 80-82.

16. Репин А.Л., Виблая И.В., Макогон А.С., Лебедев В.И. Выявляемость нарушений зрения у школьников Алтайского края // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – 12 (118). – С. 203-205.

17. Щепин В.О., Расторгуева Т.И. К вопросу о развитии приоритетных программ в здравоохранении России // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2012. – № 6. – С. 179-182.

18. Распоряжение Правительства РФ от 10 марта 2011 г. № 367-р «О плане мероприятий по реализации в 2011-2015 гг. Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года». – Режим доступа: http: //www.garant.ru.

УДК 616.379-008.64-036.86:519.24/27

Г.И. Чеченин, Е.Ж. Каширина, С.М. Брызгалина

ГБОУ ДПО «Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей» МЗ РФ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ИНВАЛИДНОСТИ И МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ИНВАЛИДОВ ВСЛЕДСТВИЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА

Актуальность исследования

Сахарный диабет (СД) является социально значимым заболеванием и имеет прогрессирующие темпы распространения [1, 2]. Глобальность проблемы СД связана не только с выраженной распространенностью, но и с тяжестью течения диабетических осложнений, приводящих к временной и стойкой нетрудоспособности [2 – 4]. Ежегодно в Российской Федерации (РФ) признаются инвалидами вследствие СД около 110-120 тыс. человек, в том числе 25 тыс. человек – впервые. В связи с этим вопросы профилактики инвалидности и медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие СД среди взрослого населения являются наиболее актуальными и приоритетными на сегодняшний день [5].

Цель: разработать и внедрить организационно-функциональную модель профилактики инвалидности и медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие СД среди взрослого населения на основе информационных технологий и межведомственного взаимодействия.

Методология, материал и методы

Исследование основывалось на методологическом подходе к социально-гигиенической оценке инвалидности как «явления». Инвалидность рассматривалась в трех аспектах: медицинском, социальном и экономическом. Проводилось на основе накопленных многолетних электронных баз данных (БД) за два временных периода: первый - 2004-2008гг. - это изучение заболеваемости и инвалидности; второй 2008-2012гг. - период внедрения организационно-функциональной модели профилактики и медико-социальной реабилитации и оценка её результативности. В ходе исследования применялся комплекс следующих методов: системный подход и системный анализ, моделирование, анкетирование, эмпирический, социально-гигиенический, экспертный, графический, статистический и др. методы, позволившие решить поставленные задачи.

В исследовании использовался сплошной массив - все пациенты СД и лица, прошедшие освидетельствование и признанные инвалидами в ФКУ «ГБ МСЭ по Кемеровской области филиала № 24 общего профиля» Минтруда России, внесены в компьютерные БД «Заболеваемость» и «Инвалидность» (государственная регистрация баз данных от 19 июля 2007г. в Научно-техническом центре «Информрегистр» Федерального агентства по информационным технологиям).

Определение потребности инвалидов в основных реабилитационных мероприятиях проводилось на специально созданной электронной БД, включающей репрезентативную выборку из БД «Инвалидность», информацию из индивидуальных планов реабилитации (ИПР) инвалидов и архивных медицинских карт (историй болезни), лечившихся в стационаре. Были изучены акты освидетельствования инвалидов (ФКУ «ГБ МСЭ по Кемеровской области» Минтруда России); индивидуальные программы реабилитации (ИПР) инвалидов, архивные истории болезни инвалидов СД. Репрезентативная выборка лиц, освидетельствованных и признанных инвалидами за период 2004-2008гг. рассчитывалась по формуле А.М. Меркова.

При статистической обработке использовались программа Biostat (версия 4.03). Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$. Для данных выборок рассчитывали $M \pm \sigma$ (среднее и стандартное отклонение). При статистической обработке использовали z – критерий и критерий χ^2.

Разработка организационно-функциональной модели профилактики заболеваемости и инвалидизации проводилась на основе материалов анализа БД, выявленных проблем существующей системы организации и информационного обеспечения управления по предупреждению заболеваний СД и оказания адекватной реабилитационной помощи по причине СД [6 – 8].

Результаты и обсуждение

Общее количество больных СД за анализируемый период составило 48460 человек, в среднем 9692±1013,5 в год. Уровень общей заболеваемости СД за период 2004- 2008 гг. увеличился с 18,5 до 23,6 на 1000 взрослого населения (χ^2=247,09; p<0,001). Среднегодовой уровень общей заболеваемости СД составил 21,4±1,2 на 1000 взрослого населения.

Впервые выявленных больных СД зарегистрировано – 7058 человек, в среднем 1411,6±407,2 в год. Установлено, что уровень первичной заболеваемости СД увеличился с 2004 по 2008 гг., соответственно с 2,3 в 2004г до 3,7 в 2008 на 1000 взрослого населения (χ^2=153,81; p<0,001). Среднегодовой уровень первичной заболеваемости СД составил 3,2±0,8 на 1000 взрослого населения.

Анализ общей инвалидности вследствие СД показал, что количество впервые и повторно признанных инвалидов (ВПИ+ППИ) составило 2767 человек, в среднем 553,4±53,3 в год. При изучении общей инвалидности выявлено, что повышение ее уровня произошло с 11,5 на 10 тыс. в 2004 году. до 13,7 в 2008 году. Темп прироста - 22,0% (χ^2=9,04; p=0,003).

Число случаев впервые признанных инвалидами (ВНИ) составило 1087 человек, в среднем 217,4±41,6 в год, до 6,3 в 2005 году. Темп прироста 61,0% (χ^2=24,43; p<0,001). Всплеск первичной инвалидности вероятнее всего, связан с принятием ФЗ № 122 от 22 августа 2004г. Среднегодовой уровень первичной инвалидности – 4,8±0,9 на 10 тыс. взрослого населения.

Анализ случаев повторно признанных инвалидов (ППИ) по причине СД, показал, что общее число составило - 1680 человек, в среднем 336±76,3 в год. При сравнении в динамике уровня повторной инвалидности между 2004 и 2008 гг. отмечается повышение показателя с 7,6 до 9,2 на 10 тыс. взрослого населения с темпом прироста 24% (χ^2=7,09; p=0,008). Среднегодовой уровень повторной инвалидности - 7,4±1,6 на 10 тыс. взрослого населения.

Выявлены закономерности формирования общей инвалидности вследствие СД. Распространенность общей инвалидности высокая за счет уровня повторной инвалидности. Определены особенности контингента инвалидов: лица трудоспособного возраста составляют 59,0%; преобладают ППИ, их удельный вес 60,3±9,5% в год; большинство инвалидов женщины –66,0±2,8% в год; доминируют инвалиды II группы инвалидности - 63,8±9,1% в год, причем, прослеживается увеличение доли инвалидов III группы – с 18,7% до 38,5% за анализируемый период; превалируют инвалиды с причиной инвалидности – общее заболевание, их удельный вес 85,5±2,2% в год.

Изучая потребность инвалидов вследствие СД в основных видах реабилитации, установлено, что наибольшую потребность инвалиды испытывают в медицинской реабилитации, особенно в восстановительной терапии - 100,0% случаев. Достаточно высокая потребность инвалидов трудоспособного возраста в рациональном трудоустройстве, их удельный вес – 54,0%, далее идут протезирование, профессиональное переобучение, постоянный уход и др.

Основные результаты изучения инвалидности как «явления»: выявленные существенные недостатки в организации оказания медицинской помощи и реабилитации, высокий уровень инвалидности и заболеваемости вследствие СД, инвалидизирующая опасность диабетических осложнений, низкий уровень реабилитационных мероприятий. Все это учтено в разработке организационно-функциональной модели профилактики инвалидности и медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие СД среди взрослого населения.

Целевая направленность модели - повышение эффективности оказания диабетологической помощи больным СД, а также снижение уровня инвалидности. В структуре модели несколько взаимосвязанных направлений: комплекс мероприятий методического и информационного обеспечения; повышение профессионального уровня; организации взаимодействия субъектов на всех этапах оказания адекватной помощи. Для реализации модели разработана программа, состоящая из модуля профилактики инвалидности и подпрограммы медико-социальной реабилитации инвалидов.

Анализ результатов внедренной модели профилактики инвалидности и медико-социальной реабилитации инвалидов проводили в двух направлениях. Первое направление - сравнительный анализ компьютерных баз данных «Заболеваемость, форма 025-2/у» и «Инвалидизация» за 2008 и 2012гг. по уровням заболеваемости и инвалидности вследствие СД.

Заболеваемость. Общее количество больных СД в 2012г. составило 11720 человек. Уровень общей заболеваемости СД в данном году составил 26,2 на 1000 взрослого населения. При сравнении уровня общей заболеваемости СД в 2008 и 2012гг., выявлен рост заболеваемости в 2012 году. Произошло повышение показателя с 23,6 до 26,2 на 1000 взрослого населения (χ^2=81,9; p<0,001), которое объясняется проведением большого объема профилактических мероприятий – ежегодной диспансеризации населения. В тоже время, впервые выявленных больных СД по обращаемости в лечебно-профилактические учреждения г. Новокузнецка в 2012 году - 1572 человека. Уровень первичной заболеваемости СД составил 3,5 на 1000 взрослого населения. То есть в 2012 году произошло некоторое снижение уровня первичной заболеваемости СД с 3,7 на 1000 взрослого населения до 3,5 на 1000 взрослого населения (χ^2=1,91; p=0,167).

Инвалидность. Общее количество ВПИ+ППИ составило 476 человек, из них 168 ВПИ и 308 ППИ вследствие СД. Распространенность общей инвалидности в 2012 г. – 10,6 на 10 тыс. взрослого населения. При сравнении данного показателя в динамике между 2008 и 2012 гг., выявлено снижение уровня общей инвалидности с 13,7 до 10,6 на 10 тыс. взрослого населения (χ^2=17,57; p<0,001).

Распространенность первичной инвалидности в данном году составила 3,7 на 10 тыс. взрослого населения. При сравнении уровня инвалидности в 2008 и 2012гг., установлено снижение уровня первичной инвалидности с 4,5 до 3,7 на 10 тыс. взрослого населения (χ^2=3,08; p=0,079).

Уровень повторной инвалидности вследствие СД за 2012г. – 6,9 на 10 тыс. взрослого населения. Снижение уровня повторной инвалидности произошло с 9,2 до 6,9 на 10 тыс. взрослого населения (χ^2=14,90; p<0,001).

На втором направлении дана оценка эффективности медицинской реабилитации инвалидов вследствие СД. В 2008г. в эндокринном отделении №1 ГКБ № 1 проведено восстановительное лечение 907 больным СД, из них 194 инвалида (21,4%), а в 2012г. лечение получило 709 больных СД, из них 154 – инвалиды (21,7%). При анализе острых осложнений СД установлено, что в гипогликемической коме госпитализировано 8 человек (4%) в 2008г. и один больной СД (0,6%) в 2012г. (z=2,095; p=0,036), в состоянии диабетического кетоацидоза госпитализировано экстренно 18 человек (11,7%) в 2008г., в 2012 г. количество экстренно поступивших инвалидов значимо меньше - 6 человек (3,1%) (z=2,930; p=0,003). Все инвалиды в 100,0% случаев обучены в школе больного СД. Пациентам проводилась коррекция углеводного обмена до достижения целевых показателей гликемии, при необходимости коррекция артериального давления, метаболическая, сосудистая терапия. В плане реабилитации проводилось физиотерапевтическое лечение. Таким образом, в результате проводимой медицинской реабилитации инвалидов, в 2012г. значительно снизилось количество больных СД, поступивших экстренно в тяжелом состоянии гипогликемической комы и диабетического кетоацидоза. На улучшение ситуации непосредственно повлияло масштабное обучение больных СД, обучение врачей терапевтического профиля, внедрение в практическую деятельность высокоэффективных сахароснижающих препаратов, средств самоконтроля. Учитывая выявленные данные по медицинской реабилитации инвалидов, стабильную ситуацию по первичной заболеваемости СД среди взрослого населения, снижение уровня общей и повторной инвалидности с 2008г. по 2012г., необходимо продолжить дальнейшую реализацию предложенной модели.

Заключение

Накопленные многолетние компьютерные БД позволили более полно изучить и получить новые знания о распространенности заболеваемости и инвалидности по причине сахарного диабета среди взрослого населения, выявить закономерности данного явления, проблемные ситуации, обосновать необходимость разработки и внедрения организационно-функциональной модели профилактики инвалидности и медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие СД. Модель включает комплекс взаимосвязанных организационных, информационных, технологических мероприятий, представленных в двух подпрограммах: «Профилактика заболеваемости СД» и «Медико-социальная реабилитация инвалидов». Последняя была внедрена на двух территориях: городской округ Новокузнецк и Республика Хакасия. Анализ функционирования модели и программ в Новокузнецке показал медицинскую эффективность. Так, отсутствует рост первичной заболеваемости СД; снижен уровень общей инвалидности с 13,7 на 10 тыс. взрослого населения до 10,6 на 10 тыс. взрослого населения, а также уровень повторной инвалидности с 9,2 на 10 тыс. взрослого населения до 6, меньше стало острых осложнений СД (тяжелых гипогликемических состояний на 3,1%, кетоацидоза на 8,6% и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / под ред. И. И. Дедова. – М., 2013. – 120 с.
2. Аметов, А. С. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решения / А. С. Аметов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 704 с.
3. Василенко, О. Ю. Научное обоснование современных подходов к медико-социальной экспертизе и реабилитации инвалидов вследствие сахарного диабета: автореф. дис. д-ра. мед. наук: 14.00.54 / О. Ю. Василенко. – М., 2009. – 33
4. Мосяков, С. А. Реабилитация инвалидов: проблемы, решения / С.А. Мосяков // Забота. – 2010. − № 3. − С.14-16.
5. Органов, Р. Г. Руководство по медицинской профилактике / Р. Г. Органов, Р.А. Хальфин; под ред. Р.Г. Органова. − М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 464с.
6. Письмо заместителя Министра здравоохранения и социального развития Российской Федерации В. И. Скворцовой // Информационные материалы к заседанию Министерства здравоохранения социального развития Российской Федерации № 14-4/10/7-2830 от 01.12.2010 г. − М., 2010. − С. 2−4.
7. Сытин, Л. В. Реабилитация инвалидов и ее роль в трудовом потенциале страны / Л. В. Сытин // Медицина в Кузбассе. – 2003. − № 3. – С. 3-6.
8. Чеченин, Г. И. Анализ инвалидизации взрослого населения вследствие сосудистых заболеваний населения г. Новокузнецка на основе электронной базы данных за период 2004-2007 гг. [Электронный ресурс] / Г. И. Чеченин, Е. Н. Орехова, Н. М. Жилина // Социальные аспекты здоровья населения. − 2009. − №3. − Режим доступа: http://vestnik.mednet.ru/content/view/133/30.

УДК.519.24./27:614.23

Г.И. Чеченин, Н.М. Жилина, О.Н. Якушева, К.В. Туркевич

ГБОУ ДПО «Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей» МЗ РФ

СИСТЕМНОЕ РЕШЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСЛЕДИПЛОМНОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

Актуальность. В настоящее время возрастают потребности общества в ускорении темпов и повышении эффективности и качества процессов обучения различных категорий людей и подготовки высококвалифицированных специалистов. В связи с этим появляется необходимость постоянного

повышения квалификации и обновление знаний. Особенно это важно для сферы здравоохранения, где при росте потребности населения в медицинской помощи наблюдается снижение её доступности по причине дефицита врачей первичного звена.

Одной из главных задач непрерывного дополнительного образования врачей является создание комфортного информационного пространства, которое позволит обеспечить им доступ к необходимым систематизированным материалам, с разъяснениями, комментариями, при необходимости консультациями подготовленных специалистов (преподавателей последипломного образования).

Цель настоящего сообщения – поделиться накопленным опытом и обсудить предложения по оптимизации последипломного обучения медицинских работников. Тридцатилетний опыт совершенствования информационного обеспечения образовательного процесса и преподавания информатики в послевузовском образовании на кафедре медицинской кибернетики и информатики ГБОУ ДПО НГИУВ (контингенты слушателей: врачи-курсанты, интерны, ординаторы, аспиранты, соискатели, преподаватели и др.), дает нам основания сформулировать ряд предложений по оптимизации организации образовательного процесса.

Исторический аспект решения поставленной задачи. В г. Новокузнецке Кемеровской области накоплен опыт активного обучения с применением компьютерных технологий, позволивший снизить остроту проблемы последипломной профессиональной подготовки специалистов в сфере здравоохранения. Это стало возможным в результате применения средств информатизации, системного подхода и организации межведомственного научно-учебного производственного комплекса. В состав комплекса функционально вошли: кафедра медицинской кибернетики и информатики ГБОУ ДПО «Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей» Минздрава России, отдел информационных технологий НГИУВа, Кустовой медицинский информационно-аналитический центр города (КМИАЦ), а также ряд медицинских учреждений (Городская станция скорой медицинской помощи, больница №11, железнодорожная больница, Зональный перинатальный центр и др.)

Многофункциональный комплекс позволил на современном научном уровне усовершенствовать информационное взаимодействие, проводить научные исследования, ориентированные на потребности практического здравоохранения, организовывать взаимодействие с другими кафедрами и выполнять ряд функций информационного обеспечения образовательного процесса. В чем в принципе и заключается **научная новизна.**

Разработкой информационных систем и программ НГИУВ занимается с 1972 года, когда он был утвержден Минздравом СССР головным разработчиком автоматизированной системы управления крупного промышленного города (1-я очередь АСУ «Горздрав»). Данная система была успешно разработана и в 1979 году принята государственной комиссией в промышленную эксплуатацию. При демонстрации на международной выставке ВДНХ система получила бронзовую

медаль. В 1980 году государственный комитет по науке и технике Совмина СССР поручает НГИУВу, совместно с ИВЦ Горздрава и ГУ НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний (КПГПЗ СО РАМН) разработку 2-ой очереди АСУ Горздрав, которая также была успешно выполнена. В 1985 году началось внедрение и опытная эксплуатация. В 1986 г. Государственная комиссия приняла 2-ю очередь АСУ «Горздрав» в промышленную эксплуатацию [1]. Таким образом, в городе была создана и функционировала одна из первых систем управления на уровне крупного промышленного центра в стране. Разработчики приобрели соответствующий опыт проектирования и внедрения и перешли на новый объект.

В начале 90-х годов сотрудники кафедры медицинской кибернетики и информатики, отдел информационных технологий института разработали несколько программных продуктов по информационному обеспечению управления образовательного процесса в НГИУВе. Создано программное средство интенсивного компьютерного обучения и контроля знаний «ИНКО» для курсантов института, которым на протяжении двадцати лет пользовались аспиранты и диссертанты-соискатели. Для статистической обработки результатов исследования применялся пакет АДАН (разработчик к.т.н. доцент А.А. Ершов) [2].

Разработаны и внедрены действующие сегодня информационно-аналитические системы: «Учебная деятельность института», позволяющая наладить учет и отчетность по кафедрам, деканатам и институту в целом; «отдел ординатуры и аспирантуры», «Кадры» и др**.** Совместно с КМИАЦ создана автоматизированная информационная система «Патентный отдел НГИУВа».

Методология и этапы создания системы дистанционного обучения

Создано единое информационное пространство НГИУВа на основе комплексной модели информационного взаимодействия, включающей дифференцированные виды обучения, необходимый объём и периодичность информации. Разработано и внедрено программное обеспечение, позволяющее интенсифицировать учебный процесс, повысить его качество.

В тоже время оставалась проблема обеспечения доступности в последипломном профессиональном образовании нуждающимся. Решение проблемы требовало поиска новых путей её решения. У специалистов формировалось все большее понимание и уверенность в необходимости совершенствования последипломной профессиональной подготовки медицинских специалистов с применением методов дистанционного образования и наличия адекватного информационного обеспечения, как со стороны обучающихся, так и преподавателей. С 2007 года в рамках единого информационного обеспечения управления образовательным процессом в НГИУВе, коллектив кафедры приступил к разработке системы дистанционного обучения. Разработка осуществлялась по следующим этапам: подготовка методической и дидактической базы для реализации технологии удаленного обучения; создание электронных версий курсов, видеолекций, тестовых заданий;

разработка программного обеспечения; закуп аппаратного обеспечения; тестирование и отладка работы программных средств; внедрение системы на кафедрах и удалённых циклах.

Практическая значимость. С внедрением в 2009 году элементов дистанционного обучения количество курсантов возросло. За этот период прошли обучение - 1854 обучающихся. Существенно расширилась «география» обучающихся от Калининграда до Читы, Ингушетии, Татарстана, Тывы и т.п. Ежегодно проводится от 5 до 7 плановых и, почти столько же, платных циклов обучения. Обучение проводится в рамках программ повышения квалификации и усовершенствования. Элементы дистанционного образования применяют другие кафедры, в том числе клинического профиля.

Проведенный анализ целесообразности и результативности дистанционного обучения показал его эффективность: повышается производительность труда преподавателей, экономятся материальные и временные ресурсы, ускоряется процесс циклического обновления знаний. Условный экономический эффект составляет 7 770 руб. на один курсанто/месяц [3].

Обсуждение. Полученный положительный опыт усовершенствования образовательного процесса позволяет нам сформулировать ряд положений для обсуждения, которые, на наш взгляд, могут быть применены и в вузах.

Первое положение. *Образование, в том числе и обучение, мы рассматриваем как деятельность*, а так как любая деятельность системна, то и образование рассматриваться нами с системных позиций. В данном контексте образовательный процесс представляем как систему, состоящую из нескольких «элементов», взаимодействующих при достижении конкретной цели, с одной стороны – это профессорско-преподавательский состав, с другой – обучающиеся. Важно, чтобы их интересы и действия совпадали в получении желаемого позитивного результата. При этом немаловажное значение отводится детализации процесса обучения по функционально-реализуемым действиям и их последовательности, чтобы определить потребность в необходимой информации и сформировать цель обучения. Для этого предлагается системная технология образовательного процесса. Сущность, которой заключается в том, что вначале, на первом этапе изучается (системно анализируется) объект деятельности (слушатели): уточняется их половозрастной состав, профессиональный статус, уровень подготовки, имеющиеся потребности каждого и возможности их реализации; выявляются и анализируются проблемы. На втором этапе с учетом пожелания слушателей формулируются глобальные цели, которые должны отвечать на вопросы: чего же мы хотим получить по результатам обучения, где будем использовать и, надо ли это вообще? Предпочтительно, чтобы цель обучения была ориентирована на конечные результаты профессиональной деятельности или для достижения цели более высокого уровня. Далее идет декомпозиция глобальных целей (построение дерева целей, либо лестницы). Разделение процесса на этапы, поэтапное выполнение действий, направленных на достижение цели. На третьем этапе разрабатывается конкретная программа обучения и план мероприятий,

включающий: выход (конечный продукт), ресурсное обеспечение и временные ограничения и т.п. По результатам такого анализа формируются однородные группы, а также лица, требующие индивидуального обучения.

Второе положение. *Формирование рабочей программы обучения со своей продолжительностью и содержанием для каждого контингента слушателей.* В нашем случае – это аспиранты, ординаторы и соискатели,
врачи-интерны, врачи курсанты других кафедр, врачи - организаторы здравоохранения, руководители страховых медицинских организаций, фондов обязательного медицинского страхования и др., преподаватели института. Весьма важным и проблемным для практической реализации при формировании рабочей и учебной программ становится задача - совместить требования, предъявляемые Федеральными нормативно-правовыми документами: законы, приказы, стандарты к информационно-ресурсному обеспечению.

Третье положение касается *организационных форм и методов реализации программ обучения*. Собственный опыт преподавания и анализ, выполненный экспертами НГИУВа, позволили сделать вывод, что наиболее приемлемым и эффективным является вариант интеграции очных и дистанционных форм обучения. На кафедре медицинской кибернетики и информатики разработана, внедрена с 2009 года и успешно функционирует система дистанционного обучения. Организованы класс дистанционного обучения и три компьютерных класса на 40 мест. Такая форма обучения позволяет не только повысить эффективность процесса, но и сделать его более доступным, интенсивным и интерактивным. На очной части обучения для слушателей в рамках учебной программы предоставляется возможность для освоения практических навыков использовать действующие компьютерные базы данных и функционирующие программные комплексы. Например, при формировании проекта (модели) территориальной программы государственных гарантий на бесплатную медицинскую помощь в регионе, или анализ и оценка общественного здоровья и т.п.

Четвертое положение. *Управление качеством обучения через организацию обратной связи.* В НГИУВе внедрена общеинститутская система управления качеством обучения, в которой существенное внимание уделено оценке слушателей путем анкетирования всех курсантов, оценивается учебный процесс, а также предложения по совершенствованию. Результаты анкетирования слушателей включены в перечень индикаторов для оценки деятельности как конкретного преподавателя, так и кафедры в целом. Кроме этого, на кафедре отработаны другие формы обратной связи дистанционных технологий. Прежде всего речь идет о выполнении практических занятий на собственном статистическом материале, написание рефератов по проблемным вопросам территорий и их рецензий и консультировании преподавателями. В течение года врачи-курсанты получают бесплатный доступ к материалам кафедры и консультации преподавателей.

Пятое положение. С учетом контингентов слушателей НГИУВА, это своевременное решение двух задач по повышению профессионального уровня специалистов: а) снятие психологического барьера у обучающихся и б)

выполнение требований Федерального государственного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в частности, по специальности «организация здравоохранения и общественное здоровье» обязательно выполнение Приказа Минобрнауки от 26.08.14 № 114, (зарегистрирован в Минюсте России 25.09.2014, № 3431). В пятом разделе приказа пункты п.п. 5.1 – 5.3 представлены сформированные универсальные и профессиональные компетенции, которые требуют существенных знаний по системному анализу и информатике. Поскольку компетенция - это способность принимать решения, базирующаяся на основе единства знания, профессионального опыта, сформированного поведения в соответствии с поставленной целью, с конкретной ситуацией и занимаемой должностью, то программы должны предусмотреть возможность их практической реализации. В принципе, конечные цели обучения – формирование способностей самостоятельно добывать информацию, критически анализировать полученные знания, выявлять проблемы, находить пути рационального решения, применять знания для решения новых задач.

Что касается психологического барьера, который в большей степени проявляется у старших поколений, то здесь решение осуществляется в двух направлениях: мотивация обучающихся, прежде всего, через их заинтересованность в конечном результате; создание надлежащих условий, в том числе, материальных и моральных (микроклимат).

Заключение

Российское образование на протяжении ряда лет находится в стадии реформирования, поиска форм и методов оптимизации образовательного процесса и приведения его к модели европейской системы высшего образования. Завершается подготовка нормативно-правовой базы. Идет переход на новую Парадигму обучения - от модели, где в центре внимания был процесс преподавания, а преподаватель – источник знаний к модели, в которой в центре внимания становится процесс познания, а преподаватель – источник знаний и организатор самостоятельной познавательной деятельности. Формируются новые тенденции в организации учебного процесса, в частности, поворот от сообщения знаний и их запоминания к самостоятельному поиску знаний. Повышается активность учащихся в формулировании своих учебных целей и выборе способов их достижения, развитие индивидуальных форм обучения, планируется широкое использование модульного принципа как реализации системного подхода, позволяющего структурирование учебного содержания и обеспечивающего однозначное выполнение включенных в технологию процедур и операций. Применение методов активизации учебного процесса: моделей, алгоритмов, внедрение информационно-коммуникационных образовательных технологий, которые дают возможность активного вовлечения обучающихся в учебный процесс и др.

В этих условиях как никогда возрастает роль в получении знаний, умений и компетенций не только по своей специальности, но и по смежным

специальностям, для чего и требуется адекватное информационное обеспечение последипломной профессиональной подготовки специалистов. Не менее важным оно является и в связи с переходом на систему непрерывного последипломного профессионального образование специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жилина Н.М. Развитие информатизации здравоохранения г. Новокузнецка// Роль медицинских информационно-аналитических центров в информации и управлении системой здравоохранения» - Новокузнецк: МАУ ДПО ИПК, 2006. - С.63- 83. –ISBN 5-7291-0406-5

2. Чеченин Г.И. К истории совершенствования управления и информатизации здравоохранения и медицины в крупном промышленном городе Сибири.// Роль медицинских информационно-аналитических центров в информации и управлении системой здравоохранения» - Новокузнецк : МАУ ДПО ИПК, 2006. - С.29 - 62. –ISBN 5-7291-0406-5

3. Титов И.А. Обоснование и разработка систем информационного обеспечения последипломной подготовки врачей / автореферат кандидатской диссертации. – Кемерово, 2012, - 22 с.

УДК 378.17

Л.В. Куркина

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт»

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР С УЧЕТОМ ИНДЕКСА ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОГО ГСХИ)

Введение

Необходимо отметить, что современная проблема сохранения и укрепления здоровья является основной и актуальной в системе безопасности любого государства, в том числе и в России. Среди факторов, способствующих высокому уровню заболеваемости и смертности населения, следует выделить такие, как: экономический кризис и снижение уровня жизни населения; социальное расслоение общества; низкая доля национального дохода, выделяемого на образование, культуру и здравоохранение; рост антропогенной нагрузки; увеличение несбалансированности и ухудшение качества питания и воды [1,2,3].

На современном этапе считается, что с ростом влияния неблагоприятных факторов индустриального общества прямо или косвенно связано возрастание частоты следующих патологических процессов (хронических заболеваний органов дыхания, генетические и врожденных пороков, хронические отравлений и лекарственных осложнений и т.д.). Следует отметить, что изменения структуры и характера патологии современных людей во многом связаны с глобальными

техногенными преобразованиями и загрязнением окружающей среды. Организм человека, подвергаясь воздействию вредных факторов, вынужден постоянно мобилизовывать свои компенсаторно-приспособительные механизмы, резервы которых ограничены и со временем могут истощаться. В итоге интенсивное и длительное воздействие экологически неблагоприятных факторов окружающей среды может вызывать перенапряжение и срыв адаптационных процессов организма и тем самым способствовать развитию предболезненных и различных патологических состояний человека, которые несут все более выраженные черты экологической обусловленности [6].

Положение усугубляется тем, что в настоящее время снижено внимание общества к здоровью молодежи, так как сокращено число профилактических осмотров, не действует система диспансерного наблюдения, снижен научно-исследовательский интерес к проблемам молодого поколения [4].

В современной литературе существует много различных трактовок понятия «здоровье», которые классифицируются следующим образом на представленном рисунке 1.

Здоровье		
отсутствие болезней	здоровье и норма как тождественные понятия	как единство морфологических, психоэмоциональных и социально-экономических понятий

Рисунок 1 - Трактовки понятия «Здоровья»

Для этих определений общим является понятие здоровья как нечто противоположное болезни. Здоровье человека не может сводиться лишь к констатации отсутствия болезней, недомогания, дискомфорта. По определению ВОЗ, «здоровье является состоянием полноценного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов»[6].

Анализ структуры заболеваемости также выявляет широкий спектр заболеваний и тенденцию к увеличению числа студентов с хроническими заболеваниями. Наиболее часто студенты обращаются с острыми респираторно-вирусными инфекциями (ОРВИ), 2-е место по обращаемости занимают ангина и острый бронхит, меньшее количество студентов идет с заболеваниями мочеполовой системы. Причем, как показывают результаты исследований, наблюдается тенденция к росту заболеваемости, как в целом, так и по отдельным видам заболеваний [5].

По данным медицинских наблюдений (2013г.) Министерства здравоохранения РФ, 72,8% обучающихся имеют ослабленное здоровье. В Кузбассе – 58,0%. Выявлена тенденция к росту заболеваемости по таким формам как нервно-психические расстройства, плоскостопие, нарушение осанки. За период обучения с

1 по 11 класс число школьников, страдающих близорукостью, увеличивается с 3,0% до 37,2%, с нервно-психическими расстройствами – 15,0% до 41,0%. Распространённость гиподинамии среди школьников достигла 81,0%. Интенсификация учебного процесса неизбежно приводит к увеличению учебных нагрузок. Компьютеризация, внедрение вычислительной техники в учебный процесс без должного соблюдения возрастных ограничений отрицательно сказываются на здоровье обучающихся, приводит к развитию утомления [1,2,4].

Следует отметить, что растет заболеваемость, особенно по болезням социальной этиологии (наркопатологии, туберкулез, сифилис, ВИЧ\СПИД, инфекционный гепатит). За последние годы в 3,2 раза увеличилось число детей, больных уже при рождении. Это составляет около 51,0% рожденных детей. В течение жизненного цикла их здоровье лишь ухудшается. В связи с этим контроль индекса здоровья детей является чрезвычайно актуальной задачей. Особенно в условиях инновационных процессов в образовании [3].

Положение усугубляется тем, что в настоящее время снижено внимание общества к здоровью молодежи, так как сокращено число профилактических осмотров, не действует система диспансерного наблюдения, снижен научно-исследовательский интерес к проблемам молодого поколения [4, 11].

Статистические исследования результатов медицинского обследования позволяют ежегодно получать надежные данные о состоянии здоровья студентов, выявлять как количественные, так и структурные изменения их заболеваемости. Вместе с тем, несмотря на многочисленные исследования проблем повышения уровня физического состояния студентов [1, 3], формирования у них потребности в здоровом образе жизни [2], адаптации выпускников школ к специфике вузовского обучения [4], социальной политики [5], все еще остаются нерешенные вопросы, которые требуют проведения дополнительных исследований. Средний уровень заболеваемости раком в Сибирском Федеральном Округе составляет 320,6 чел. на 100 тыс. чел. населения лиц обоего пола. [6]

Актуальность: Возникла потенциальная угроза деградации личности и общества, сопровождаемая резким увеличением уровня алкоголизации, наркомании, случаев суицида. Обостряются эти проблемы также среди детей и студенческой молодежи. Каждый человек имеет набор ценностей, которые формируются в процессе индивидуального развития. Таким образом, как показало исследование, знания о доминирующем влиянии здорового образа жизни у большинства вузовской молодежи еще не стали их убеждениями, а высокая ценность здоровья – мотивацией его сохранения. Результаты опроса говорят о том, что большинство студенческой молодежи воспринимает здоровье на уровне физического благополучия и считает основным условием его сохранения отказ от вредных привычек, двигательный режим и правильное питание. Однако в их сознании еще не сформировано отношение к здоровью как к главной ценности [3].

Необходимо отметить, что общая картина изменения заболеваемости студентов 2011-2014 гг. В 2011 гг. количество больных студентов (специальное медицинское отделение – СМО и подготовительная медицинская группа - ПМГ) на 1-3 курсах составляло всего 18,43 % от общего числа студентов, В дальнейшем общая заболеваемость неуклонно возрастала в среднем по 2,5 % в год и достигла 60,7 % в

2014 г. А также следует отметить, что кроме гиподинамии, отрицательно действуют на здоровье молодежи распространение вредных привычек: курение, употребление спиртных напитков, наркотиков; ухудшение качества окружающей среды: воздуха, воды, земли и, как следствие, – продуктов, а также другие факторы. В настоящее время, по результатам проводимого нами анкетирования отмечается увеличение количества школьников, полностью освобожденных от занятий физической культурой. Изменилось отношение молодежи к заболеваемости: больных так много, что это стало обычным явлением, у молодежи нет стремления избавиться от своих болезней. При сохранении таких тенденций не за горами то время, когда почти вся молодежь будет больная. А у страны, где большинство детей больные, нет будущего. Следует отметить, что наибольший рост заболеваемости произошел по сердечно-сосудистым, опорно-двигательным, органов зрения и эндокринным заболеваниям. Особенно высок в 2014 г. уровень сердечно-сосудистых и заболеваний опорно-двигательного аппарата. В сумме они составляют почти половину всех заболеваний студентов (85,5 % против 94,3 %). По сравнению с дореформенным периодом сердечно-сосудистые заболевания возросли в 3,0 раза, опорно-двигательные – в 2,2 раза. Также значительно увеличились заболевания органов зрения (в 2,3 раза) и эндокринные (в 3,1 раза). Рост заболеваний ЦНС и ЛОР оказался меньшим (в 1,6 и 1,4 раза соответственно). Доля остальных заболеваний (желудочно-кишечные, бронхо-легочные, мочеполовые и кожные) почти не изменилась[6; 7].

Выше приведенные данные СФУ по индексу здоровья студенческой молодежи практически сходны с нашими данными по индексу здоровья студенческой молодежи. Необходимо для укрепления и сохранения здоровья студенческой молодежи кластерной организации образования в вузе. Следует отметить, что наблюдается рост в тенденции показателей заболеваемости у студентов и она характерна, для студенческой молодежи Кемеровского ГСХИ. А также необходимо отметить, что Кемеровская область – высокоразвитый промышленный регион, в котором представлены фактически все виды промышленного производства, имеющие факторы, действия которых способны вызвать профессиональные заболевания. Т.к. Кузбасс имеет техногенное загрязнение территории.

Цель исследования: На основе комплексного изучения основных причин, влияющих на индекс здоровья студенческой молодежи, разработать и научно обосновать систему мероприятий, направленных на улучшение и сохранение их здоровья в течение всего времени обучения в вузе

Задачи исследования:

1. Разработать методику комплексной оценки индекса здоровья студенческой молодежи.

2. Изучить демографические процессы и индекс здоровья студенческой молодежи поступающей в вуз (на примере, «Кемеровского ГСХИ»).

3. Провести мониторинг оценки уровня индекса здоровья студенческой молодежи

4. Выявить причинно-следственные связи, которые влияют на индекс здоровья студенческой молодежи.

5. Разработать комплекс оздоровительных мероприятий с использованием здоровьесберегающих технологий, для улучшения индекса здоровья студенческой молодежи.

Практическая значимость:

В результате мониторинга оценки уровня индекса здоровья студенческой молодежи получена многосторонняя информация об их показателе здоровья, которая позволит администрации вуза прогнозировать тенденцию изменения в показателе здоровья и с концентрировать усилия на взаимодействии с администрацией студенческой межвузовской поликлиник в направлении оздоровительных мероприятий по сохранению и укреплению здоровья студенческой молодежи.

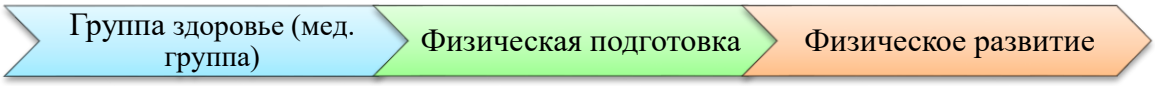


Рисунок 2 - Состояния индекса здоровья студентов

Результаты исследования: В настоящее время проблема сохранения здоровья не только нашего вуза касается, но и тоже других вузов Кемеровской области. Связи с этим в нашем вузе возникала идея мониторинга оценки индекса здоровья студенческой молодежи.

Показатели индекса здоровья являются наиболее объективными и надёжными критериями благоприятного или неблагоприятного влияния факторов внешней среды, в том числе и обучения, на рост и развитие организма. Их знание позволяет обосновать профилактические мероприятия по охране и укреплению здоровья (рис. 3).

Рисунок 3 - Понятие индекса здоровья

Мониторинг является многоуровневой системой наблюдение за показателем здоровья. Мониторинг оценки индекса их здоровья и индивидуальных особенностей, который является обязательным условием реализации здоровьесберегающих образовательных технологий. Мониторинг заключается в комплексной диагностике, направленной на оценку уровня состояния здоровья студентов, их индивидуальных морфофункциональных, психофизиологических и психологических особенностей, эффективности адаптации к процессу обучения, формировании «групп риска» [4].

Для проведения комплексного мониторинга здоровья студентов, был использован **показатель здоровья** студентов 1 курса с использованием методики **А.Г. Марченко**, которая направлена на группировку студентов по состоянию здоровья предусматривает выделение 3–х групп здоровья (медицинских). Определяется **физическая подготовленность** по 3-м группам. **Определяется физическое развитие по следующим критериям (рост, окружность грудной клетки, вес):** гармоничное; дисгармоничное

Полученные данные по критериям мониторинга здоровья студентов заносятся в паспорт здоровья студента. Анализ ежегодных медицинских обследований студентов 1 курса КГСХИ, проводимых врачом-терапевтом в период с 2000 по 2015 гг., показывает, что с каждым годом выявляется тенденция ухудшения показателя уровня их здоровья (рис. 4).

Рисунок 4 - Показатель уровня здоровья студентов 1 курса за период с 2000 г. по 2015 г. (%)

Результаты исследования здоровья среди студентов свидетельствуют, что показатель уровня здоровья студентов 1 курса, которые не имеют отклонение в здоровье, составляет **62,3%**. А если мы рассмотреть по факультетам то можем отметить, что самый низкий показатель уровня здоровья студентов на факультете аграрных технологий в направлении «Агрономия» (**36,7%**).

Рисунок 5 - Мониторинг оценки показателей общей заболеваемости среди студентов вузов г. Кемерово за период с 2001 по 2014 гг. (на 1000 насел.)

Результаты мониторинга оценки показателя общей заболеваемости среди

студенческой молодежи, показали, что имеет отклонение от нормы составляет 897,2 ‰, а это в 0,89 раза больше, чем кривая среднего показателя общей заболеваемости среди студентов всех вузов г. Кемерово (рис.5). Еще раз доказывает, что данная проблема по укреплению и сохранению здоровья студенческой молодежи более острее стоит перед нашим вузом.

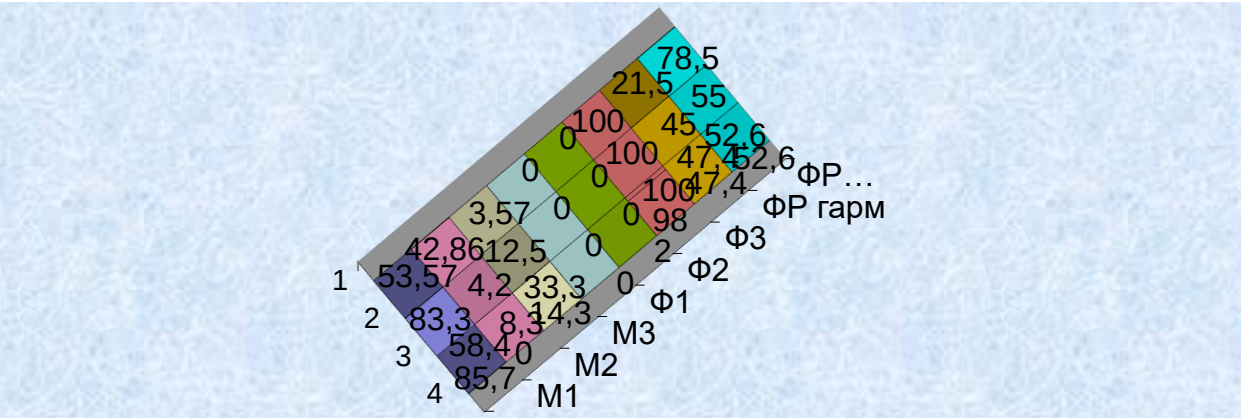


Рисунок 6 - Динамика групп здоровья студентов, физической подготовки, физического развития 1-4-х курсов всех факультетов (%)

Мы проанализировали полученные показателя индекса здоровья студентов (по трем показателям) следует отметить, что к 4 курсу уменьшается гр. $М_2$, но относительное увеличение $М_1$ и $М_3$. А также видим уменьшение $Ф_3$ к 4 курсу и такие же изменения в показателе физического развития (рис.6)

Практические рекомендации:

С целью улучшения показателя здоровья студенческой молодежи необходимо провести следующие организационные мероприятия

<u>На уровне администрации вуза (Образовательный кластер):</u>

1. Разработка комплекса оздоровительных мероприятий с использованием здоровьесберегающих технологий и программы «Физическая культура – залог здоровья» в вузе.

2. Разработка плана совместно работы с администрацией студенческой межвузовской поликлиникой по оздоровлению студенческой молодежи вуза.

<u>На уровне администрации студенческой межвузовской поликлинике:</u>

1. Разработка плана совместно работы с администрацией вуза.

2. Разработка комплекса оздоровительных мероприятий по сохранению здоровья студенческой молодежи

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н. А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева – М., Изд-во Российского университета дружбы народов, 2005. – С. 284

2. Государственный доклад О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2011 г / М.– 2012. – С.82-89;

3. Государственный доклад О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2013 г / М.– 2014. – С.72-79;
4. Государственный доклад О санитарно-эпидемиологической обстановке в Кемеровской области в 2011 г / Кемерово.– 2012. – С.72-79;
5. Государственный доклад О санитарно-эпидемиологической обстановке в Кемеровской области в 2013 г / Кемерово.– 2014. – С.72-79;
6. Государственный доклад О санитарно-эпидемиологической обстановке в Красноярском крае в 2011 г / Красноярск.– 2012. – С.82-89;
7. Государственный доклад О санитарно-эпидемиологической обстановке в Красноярском крае в 2013 г / Красноярск.– 2014. – С.82-89;
8. Козина, Г.Ю. Здоровье в ценностном мире студентов / Г. Ю. Козина. – // Социологические исследования – 2007. – № 9. – С. 147-149.
9. Трешутин В.А., Щепин В.О. Региональная система мониторинга здоровья населения и эффективность здравоохранения / Под ред. академика РАМН О.П. Щепина. – М., 2001. – 256 с.
10. http:// neznaniya.net\ nauka\ medizina.
11. Ogilvie kenny, carlson randi, chizzonite jan // environmental quality management издательство: proquest abi/inform issn: 1088-1913

УДК 616.8

В.А. Миненков, М.Г. Жестикова, Н.Ю. Киселёв, И.И. Зорькин

ГБОУ ДПО «Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей» МЗ РФ

К ВОПРОСУ О ФАКТОРНОМ АНАЛИЗЕ ПО А. Р. ЛУРИЯ ПРИ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ И НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Фактор, когда речь идёт о нейропсихологическом исследовании и нейропсихологической реабилитации – это собственно функция той или иной мозговой структуры, определяющий принцип работы каждого участка головного мозга. Например, задние отделы верхней височной извилины – понимание (гнозис) слуховых афферентаций; задние отделы нижней лобной извилины – моторное обеспечение речи (её фактор), т.е. её кинетическая характеристика. Предлагается (по литературе) перечень факторов: 1) кинетический; 2) кинестетический; 3) акустический; 4) зрительный; 5) пространственного восприятия; 6) общемозговой.

Поэтому важно выделить первичный дефект в расстройстве высшей психической функции, т.е. нарушения собственно функции данного участка мозга, т.к. в связи с ним развиваются вторичные дефекты: например, первично нарушается акустический анализ, а вторично страдает письмо, чтение и т.д.

Кроме того, необходимо оценить, как считает А.Р. Лурия, роль общемозгового фактора, который не имеет локализации, а обусловлен общемозговыми механизмами: кровоснабжением, биохимическими и нейрохимическими процессами, ликвородинамикой. В итоге – нарушения деятельности мозга как целого, при этом выявляются симптомы многих поражений, а первичные выявляются при специальных пробах. Эти симптомы возникают при острых процессах и динамичны в течение времени. Например, могут быть меньше выражены вечером, когда меньше внешних раздражителей и тогда выявляются главные (очаговые) симптомы. Поэтому важно подходить к больному для оценки этих симптомов в разное время суток. К общемозговому фактору (ведь речь идёт о нейропсихологии !) следует добавить, что вышеперечисленные общемозговые механизмы функционируя в совокупности пораждают общую функцию мозга – отражение реальной действительности (создавая её "слепок"), а следовательно к различным факторам влияющим на нарушения которые возникают при патологических процессах следует добавить: 1) влияние типов высшей нервной деятельности; 2) влияние типов личности в состоянии компенсации, субкомпенсации, декомпенсации; 3) влияние доклинических и клинических форм личностного реагирования; 4) преморбидные особенности больного.

Способ анализа функциональных систем лежащих в основе высших психических функций, через изучение факторов, ответственных за различные звенья этих систем, был обозначен А.Р. Лурией как факторный анализ с помощью которого выявляются нейропсихологические симптомы – это нарушения или дезинтеграция той или иной высшей психической функции вследствие нарушения определённой зоны мозга. Симптом представляет собой нарушения психологической и психофизиологической структуры нарушенной функции. Нарушения одной и той же функции (симптом) может иметь различную локализацию из-за нарушения различных звеньев в структуре функции. Например, нарушение понимания речи может быть из-за нарушений слухового гнозиса, памяти, перешифровки логико-грамматических структур и т.д. Нейропсихологический синдром представляет собой избирательное нарушение одной группы психических процессов в основе которого лежит распад одного и того же фактора и сохранность всех других высших психических функций, в структуру которого этот фактор не входит.

Характеристика материала. Для выделения факторов влияющих на результаты нейропсихологического исследования, а также на последующую нейропсихологическую реабилитацию нами был проведён выборочно (соответственно цели проводимого исследования) анализ 1451 больного из 3333 больных проконсультированных с последующим нейропсихологическим исследованием за последние 10 лет (2004 – 2013 г.г.), причём с декабря 2004 г. по январь 2011 г. больные в подавляющем большинстве случаев направлялись из Бюро медико-социальной экспертизы (т.е. перед освидетельствованием), а также из лечебных учреждений г. Новокузнецка и городов Южного Кузбасса. К этому количеству добавлено 300 стационарных больных в основном с микроаденомами гипофиза – 96%, возраст которых от 18 до 65 лет, нейропсихологическое

исследование проведилось доцентом кафедры неврологии Новокузнецкого ГИДУВа М.Г. Жестиковой, и 150 больных, которым нейропсихологическое исследование проводилось, при выполнении научного исследования Н.Ю. Киселёвым (среди них были больные паркинсонизмом – 5; болезнью Вильсона-Коновалова (гепотоцеребральная дистрофия) – 2; рассеянным склерозом – 10; болезнью Гиллервордена-Шпатца – 1, остальные 132 – с цереброваскулярной болезнью, дисциркуляторной энцефалопатией, гипертонической болезнью, последствиями острого нарушения мозгового кровообращения). Таким образом, всего для анализа было взято 1901 больной. Все проконсультированные больные (3333) распределились следующим образом:

1) Отдалённые последствия черепно-мозговых травм. Травматическая болезнь головного мозга – 1172.

2) Цереброваскулярная болезнь. Гипертоническая болезнь. Дисциркуляторная энцефалопатия – 320.

3) Хроническая ишемия мозгового кровообращения – 110.

4) Последствия острого нарушения мозгового кровообращения – 79.

5) Лептоменингиты – 28.

6) Минимальная мозговая дисфункция. Первичная задержка психического развития – 58.

7) Энцефалопатии: - тяжёлый гипотиреоз – 50, - сахарный диабет – 42, - туберкулёз лёгких – 8.

8) Оперированные опухоли головного мозга – 108.

9) Хронический алкоголизм и другие наркомании с энцефалопатиями – 100.

10) Эпилепсия с энцефалопатией – 80.

11) Задержки психического развития, обусловленные задержкой формирования Высших Корковых Функций – 276.

12) Перинатальная энцефалопатия – 90.

13) Детский церебральный паралич – 45.

14) Атрофии головного мозга (сосудистые Альцгеймероподобные синдромы и болезнь Альцгеймера – 110.

15) Последствия менингоэнцефалитов – 50.

16) Рассеянный склероз, цереброспинальная форма – 24.

17) Энцефаломиелополирадикулоневрит – 28.

18) Болезнь Жиль-де-Лятуретта – 11.

19) Спиноцеребеллярная дегенерация – 10.

20) Последствия вирусного энцефалита – 9.

21) Последствия полиомиелита – 39.

22) Олигофрении – 65.

23) Оливопонтоцеребеллярная дегенерация – 20.

24) Хорея Гентингтона – 9.

25) Посткастрационный синдром – 15.

26) Психозы (сосудистые, инволюционные, токсические, шизофрения, маниакально-депрессивный) – 50.

27) Шизофреноподобный синдром – 7.

28) Склеродермия – 18.
29) Ампутация обеих ног – 16.
30) Вегетативно-сосудистая недостаточность – 67.
31) Психофизический инфантилизм – 30.
32) Реактивное состояние – 4.
33) Неврастения – 12.
34) Невроз навязчивых состояний – 11.
35) Невротическое развитие личности – 35.
36) Психастения, психастенические черты характера – 60.
37) Истерические черты характера – 22.
38) Вторично примитивная личность – 35.
39) Гебоидный тип личности – 9.
40) Астенический тип личности – 1.

Проанализировав полученный материал с позиций факторного анализа, оказалось возможным выделить следующие факторы, влияющие на результаты нейропсихологического исследования, а также на последующую нейропсихологическую реабилитацию.

Среди них первичные факторы – обусловлены первичным дефектом:

1) больной не понимает инструкцию (нарушения сенсорной функции);

2) не понимает сложных логико-грамматических конструкций (понимание не сформировалось или нарушилось);

3) не запоминает инструкцию (нарушена память);

4) не актуализирует представлений (нарушен акустико-мнестический гнозис);

5) не осознаёт пространственных взаимоотношений в речи (пространственная агнозия);

6) нарушена способность к мыслительным операциям (операционная, мнестическая, гностическая функции интеллекта);

7) не удерживает представления о конечном результате (в норме примерно знаем его заранее!).

Выявлены и другие факторы также влияющие на нейропсихологическое исследование и нейропсихологическую реабилитацию, которые следует учитывать при факторном анализе:

8) нарушения выявляются вследствие того, что инструкция предъявляется чрезмерно быстро (зависит от поведения нейропсихолога);

9) во время исследования имеют место отвлекающие моменты (посторонние разговоры, шум, хождение, присутствие посторонних и т.д.) – неправильная организация исследования;

10) больной осознаёт инструкцию медленно (торпиден, медлителен – тип высшей нервной деятельности);

11) больной аффектируется, нервничает, психует, раздражается (тип личности – психология);

12) ещё не научился (высшие корковые функции не сформировалось физиологически или имеет место задержка формирования высших корковых функций – задержка психического развития);

13) уровень функционирования высших корковых функций снизился в результате детренированности (разучился, отвык);

14) нарушено внимание (не сформировалось, особенности нейрофизиологии);

15) временно нарушено внимание в силу различных ситуативных обстоятельств (например, боль в животе во время нейропсихологического исследования);

16) больной не желает выполнять задания сознательно (установки: аггравация, симуляция, метасимуляция, диссимуляция – психология личности, психиатрия);

17) не выполняет задания устно вследствие наличия мутацизма (невроз – психиатрия);

18) не выполняет задания вследствие наличия мутизма (психоз – психиатрия);

19) не выполняет задания вследствие негативизма (подростковый или психическое заболевание – психиатрия, возрастная психология);

20) лабилен темп выполнения заданий (невротический тип, невроз, неврозоподобные синдромы и т.д. – неврология, психиатрия, психология);

21) не выполняет задания или отказывается периодически – считает, что не справится, не хочет показать свою несостоятельность (тип личности, заниженный уровень притязаний, присутствие близких родственников – психология);

22) не справляется или справляется очень плохо (психоз, тотальная дезинтеграция высших психических процессов, бред, субступор, интрапсихическая атаксия и т.д. – психиатрия);

23) очень устал – перенапряжение на работе, плохо спал, выраженная соматическая астения и т.д.;

24) находится в состоянии абстиненции (скажем, после запоя – психиатрия);

25) находится в состоянии алкогольного, наркотического опьянения (наркология);

26) находится под воздействием психотропных средств (получает их как лечение находясь в больнице);

27) отрицательно относится к исследованию (страх потерять работу, не хочет инвалидности, боится что "признают дураком, дебилом" и т.д. – психология);

28) отрицательно относится к нейропсихологу (не установлен контакт, только видимость – психология, врачебная деонтология);

29) демонстративность поведения (тип личности, истерический невроз – психология, психиатрия);

30) недоброжелательное поведение, неохотное выполнение заданий (тип личности, невротическое развитие – психология, психиатрия);

31) возможны и другие причины, влияющие на результаты нейропсихологического исследования, нейропсихологическую реабилитацию (нарушения зрения, слуха, осязания, дифференцировки невербальных стимулов).

Заключение

1. Все эти факторы (первичные и вторичные) необходимо выявлять при нейропсихологическом исследовании, т.к. они влияют на результат анализа полученных данных.

2. Вторичные факторы не только влияют на оценку результатов нейропсихологического исследования, но нередко выносятся в заключение как преморбидные особенности больного помогая учесть все имеющиеся у него нарушения. Следует отметить, что вторичные факторы чаще выявляются, а следовательно и учитываются при большом числе обследуемых больных.

3. Учёт всех вышеперечисленных факторов позволяет не только составить более объективное заключение о состоянии высших психических функций больного, но и разработать оптимальную индивидуально-дифференцированную схему нейропсихологической реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Схема нейропсихологического исследования (учебное пособие). Под ред. А.Р. Лурия. М.: изд-во МГУ, 1973. – 60 с.

2. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 504 с.

3. Цветкова Л.С. Нейропсихологическая реабилитация больных. Речь и интеллектуальная деятельность. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Психология". – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 328 с.

4. Цветкова Л.С. Нейропсихология счёта, письма и чтения. Нарушение и восстановление. – М.: "Юрист", 1997. – 255 с.

5. Наатанен Ристо. Внимание и функции мозга: Учебное пособие/ Пер. с англ. под ред. Е.Н. Соколова. – М.: изд-во МГУ, 1998. – 560 с.

6. Миненков В.А., Шмидт И.Р. Нейропсихологическое исследование. Методология и практика. Материалы к лекциям. Учебное пособие для невропатологов, нейрохирургов, нейропсихологов. - Новокузнецк, 2000. – 42 с.

7. Миненков В.А., Шмидт И.Р., Ван Вай Чен, Чеченин А.Г., Жестикова М.Г., Киселёв Н.Ю., Зорькин И.И. Реагирование личности в норме и патологии. Учебно-методическое пособие для врачей лечебного профиля, неврологов, нейрохирургов, психиатров, экспертов БМСЭ, психотерапевтов, психологов, нейропсихологов. – Новокузнецк, 2013. – 92 с.

8. Киселев Н.Ю., Шмидт И.Р., Жестикова М.Г., Миненков В.А. Нейропсихологические нарушения при диффузных поражениях полушарий головного мозга // Неврологический вестник. Журнал имени В.М. Бехтерева. – Том XXXIX. – Выпуск 1. Материалы научного конгресса (приложение к журналу). – Казань: Медицина, 2007. – С. 145 – 146.

9. Шмидт И.Р., Жестикова М.Г., Миненков В.А., Зорькин И.И., Брызгалина С.М., Шахворост Н.П., Кузина И.Р., Карпинская Т.В., Черкасова С.А., Казьмина Г.А. Нарушение внимания при аденомах гипофиза // Юбилейная научная сессия

Психоневрология в современном мире. Материалы XV-го Международного конгресса мировой ассоциации Динамической психиатрии. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 233 – 234.

10. Киселев Н.Ю., Шмидт И.Р., Жестикова М.Г., Миненков В.А. Нейропсихологические синдромы в клинике рассеянного склероза по результатам исследования с использованием метода А.Р. Лурия // Рассеянный склероз: современные тенденции. Материалы III-й Сибирской межрегиональной научно-практической конференции. Новосибирск. 12-14 января 2007 г. – Новосибирск, 2007. – С. 61 – 67.

11. Миненков В.А., Шмидт И.Р., Жестикова М.Г., Киселев Н.Ю., Зорькин И.И. Нейропсихологические аспекты реабилитации больных с патологией больших полушарий головного мозга // Нейропластичность. Актуальные вопросы неврологии и нейрореабилитации. Сборник научных трудов. – Красноярск, 2006. – С. 192 – 200.

УДК 027.021

Б.С. Елепов, А.Е. Гуськова, Л.В. Босина, Н.И. Подкорытова

Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН

ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКТОВАНИЯ НАУЧНЫХ БИБЛИОТЕК: НОЖНИЦЫ РЕФОРМЫ НАУКИ

Введение

«Publish or perish, публикуйся или погибнешь». Этот принцип, доминирующий во многих научных сообществах, особенно американских и западноевропейских, в последние году ощутили на себе и российские ученые. Продолжающееся уже почти 10 лет реформы российской науки привели к тому, что каждый ученый в своей работе должен быть ориентирован на результат – статьи, которые будут видимы в базах данных Web of Science или Scopus (для общественных и гуманитарных наук пока оставлен РИНЦ). Несмотря на обильную критику, это требование нельзя назвать совсем неразумным: оно стимулирует ученых вести исследования на мировом уровне, что в конечном итоге приводит к улучшению видимости российских исследователей в мировом научном ландшафте и повышению престижа государства. Так или иначе, уже несколько лет обсуждаются причины, которые мешают нашим ученым готовить успешные статьи для зарубежных журналов, а также меры, которые им в этом помогут. К таким проблемам чаще всего относят плохое владение английским языком, низкая культуру цитирования, подготовки обзоров и подготовки статей в целом.

Едва ли кто-то будет спорить с тем, что для того чтобы *писать* хорошие статьи необходимо (но недостаточно) *читать* хорошие статьи. Изучая качественные публикации по своей тематике, исследователь перенимает чужой опыт, стили и структуру изложения, погружается в соответствующий контекст, и уже находясь в нем может выражать свои мысли так, как это принято в данном сообществе. Существует даже мнение, что молодой исследователь погружается в этот контекст и может начинать писать свою статью после того, как прочитает 100 чужих статей. Это не отменяет того факта, что для хорошей статьи нужны качественный обзор, интересное содержание, достоверный научный результат и ряд других факторов. Но если еще Исаак Ньютон писал: «Я видел дальше других, то только потому, что стоял на плечах гигантов», то чтение – едва ли не единственный способ на них забраться.

Если государство требует, чтобы ученые писали больше и лучше, оно в первую очередь должно позаботиться о том, чтобы обеспечить их всей научно-технической информацией, необходимой для «погружения в контекст». Задача по обеспечению возможности *читать* в РАН всегда была возложена на сеть

академических библиотек всех уровней: отделений РАН, научных центров и библиотек НИИ. Они занимались отбором ресурсов на всех видах носителей, согласованным с информационными потребностями РАН, организацией доступа, обслуживанием и сохранностью ресурсов. Проблема информационного обеспечения всегда являлась и является одной из самых обсуждаемых в академической библиотечной среде [1-11]. Как показывает опыт Государственной публичной научно-технической библиотеки СО РАН (ГПНТБ СО РАН), сейчас ситуация меняется. Фактически, мы можем говорить о «ножницах», которые появились после начала реформы Российской академии наук: с одной стороны, требования «писать» качественные статьи постоянно растут, а с другой, возможности «читать» передовую научную литературу снижаются. В этой статье рассматриваются причины этого явления.

Обеспечение ученых информацией является традиционной функцией научных библиотек. Как показал опрос ФАНО России научных сотрудников РАН, проведенный во II квартале 2015 года, российское научное сообщество достаточно высоко оценивает роль центральных академических библиотек в процессе информационного обеспечения потребностей ученых и специалистов РАН: около 90 % библиотек указало на «хорошее» и «отличное» качество обслуживания. Кроме того, данные опроса свидетельствуют о том, что научное сообщество наряду с электронными ресурсами, продолжает активно использовать научные документы в традиционной печатной форме.

В настоящее время научная библиотека имеет следующие основные источники комплектования:

- приобретение литературы (как правило, в печатном виде);
- подписка на электронные ресурсы;
- международный книгообмен.

Кроме того, некоторые библиотеки получают обязательный экземпляр всех российских изданий. Для центральных библиотек, комплектующих свои библиотечные системы (БАН, ГПНТБ СО РАН, БЕН РАН) обязательный экземпляр обеспечивает информационную поддержку процесса централизованного комплектования и является основой формирования их фондов отечественными изданиями. Для ВИНИТИ и ИНИОН обязательный экземпляр – это база для создания информационных ресурсов (реферативные и библиографические базы данных, аналитическая информация) на основе анализа отечественного документопотока.

Рассмотрим состояние перечисленных выше источников комплектования на примере ГПНТБ СО РАН.

Приобретение литературы

До 2013 года включительно в Сибирском отделении РАН велось централизованное комплектование научных организаций (и их библиотек) научной литературой. Для этого Президиум СО РАН ежегодно выделял финансирование, на которое ГПНТБ СО РАН по заказам библиотек научных организаций централизованно приобретала научные издания и передавала их в институты. В результате реформы РАН, большая часть средств на централизованное комплектование была передана в институты. Это привело к

тому, что во многих институтах литература перестала закупаться совсем, или приобретается в мизерных количествах. Основные причины заключаются в том, что для библиотек очень сложно самостоятельно отслеживать информацию о новых научных изданиях, готовить закупки в соответствии с ФЗ-44 и ФЗ-223, а также договариваться с издательствами об их приобретении, которые нередко вообще отказываются иметь дело с единичными заказами. При этом система централизованного комплектования позволяла использовать финансовые преференции от поставщиков за счет оптовых закупок.

Таблица 2 - Уменьшение объемов комплектования литературой в научных организациях Сибирского отделения РАН при переходе с централизованного на индивидуальный режим.

	2013	**2014**	**2015**
Комплектование	**Централиз.**	**Индивид.**	**Индивид.**
Куплено отечественных книг, экз.	13 874	1 137	1 140
Куплено иностранных книг, экз.	1 264	2	5
Куплено иностранных журналов, названий	395	13	10

В таблице представлены суммарные результаты опроса 52 библиотек научных организаций, подведомственных Сибирскому ТУ ФАНО России, который провела ГПНТБ СО РАН в ноябре 2015 года. Из нее следует, что комплектование отечественной научной литературой в целом сократилось в 10 раз, а закупки зарубежной – фактически прекращены этими организациями. Наиболее взвешенным решением этой проблемы представляется возврат к процедуре централизованного комплектования на уровне ФАНО России, а также разработка механизмов включения в эту систему научных организаций из других ведомств, в частности, вузов.

Подписка на электронные ресурсы

Негативный эффект от прекращения поступлений печатных изданий можно было бы компенсировать наличием доступа к электронным ресурсам. Однако это также требует немалых финансовых затрат, поскольку крупные издательства публикуют в открытом доступе лишь малую часть своих статьей. Тот же опрос показал, что в 2015 году лишь 20% организаций получали доступ через гранты на подписку к каким-либо иностранным БД, а менее 10% организаций – к отечественным БД.

В августе 2015 года ГПНТБ СО РАН провела другой опрос, в котором уже приняли участие 68 библиотек научных организаций СО РАН. Им было предложено ответить на вопрос: на какие электронные ресурсы необходимо иметь подписку сотрудникам организаций.

Как видно из таблицы 2, наиболее важными ресурсами на рабочих местах ученые обеспечены на 33% (колонка «Необходимо») за счет грантов Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Министерства образования и

науки (МОН). При этом благодаря общедоступному доступу к ресурсам в ГПНТБ СО РАН оказывается удовлетворенной 62% потребностей.

Таблица 3 - Потребности научных организаций в электронных ресурсах. В колонке «Необходимо» указано количество организаций, сотрудникам которых необходим прямой доступ с рабочего места (т.е. подписка должна быть оформлена на организацию). В колонке «Желательно» указано количество организаций, сотрудникам которых желательно иметь доступ через подписку ГПНТБ СО РАН.

Ресурс	**Необходимо**	**Есть доступ по грантам РФФИ и МОН**	**Желательно**	**Есть доступ в ГПНТБ СО**	**Сумма**
База данных Scopus	66	16	2		68
База данных Web of Science	66	15	2	*	68
Журналы издательства Elsevier	60	48	6		66
Журналы издательства Springer	60	54	6	*	66
Журналы российских издательств	50		15	***	65
Базы данных ВИНИТИ	29		27	***	56
Журналы издательства Wiley-Blackwell	43	36	9	*	52
Журналы издательства Nature Publishing Group	35		13	***	48
Журналы издательства Taylor & Francis	30		15		45
Журнал Science	32		11	**	43
Журналы издательства Oxford University Press	21		17	**	38
Журналы American Chemical Society	20		12	**	32
Журналы издательства Royal Society of Chemistry	18	15	11	*	29
Базы данных Annual Reviews Science Collection	12		14		26
Журналы American Institute of Physics	19		6	**	25
Журналы American Physical Society	22	22	3	*	25
Журналы Institute of Physics Publishing	19		5		24
Патентная база компании QUESTEL	9		15		24
База данных INSPEC	9		12		21
База данных SciFinder	14	12	6	*	20
Журналы издательства SAGE Publication	7		12		19
Журналы Intern. Society for Optical Engineering	13		5	**	18
БД ProQuest Dissertations & Theses Global	5		13		18
БД Cambridge Crystallographic Data Center	5	3	10	*	15
Журналы American Mathematical Society	7	5	7	*	14
Журналы Optical Society of America	10		4	**	14
БД Computer and Applied Sciences Collection	4		10		14
ИТОГО	**685**	**226**	**268**	**164**	**953**

Очевидно, что приобрести подписку на эти ресурсы для каждой научной организации не представляется возможным. Многообразие источников научно-технической информации и ограниченность бюджета требуют применения комплексного и сбалансированного подхода к формированию системы подписки на информационно-аналитические базы данных, электронные книги и научные журналы. Проведенный ГПНТБ СО РАН опрос 68 научных организаций показал различные степени востребованности в информационных ресурсах. Выделяются две небольшие группы лидирующих источников, которые оказались нужны большинству (50-80%) или почти всем опрошенным (80-100%). Самой большой оказалась третья по востребованности группа (20-50%), в нее вошли половина из предложенных в опросе источников.

Исходя из результатов опроса и многолетнего опыта работы с информационными ресурсами, предлагаем сформировать трехуровневую систему централизованного приобретения ресурсов научного характера, которая позволит, на наш взгляд, наиболее эффективно распределить средства и удовлетворить имеющиеся потребности:

1. Национальная подписка осуществляется на информационные ресурсы I-ой группы и оформляется на все научные учреждения страны, включая научные организации и библиотеки, вузы.
2. Базовая подписка осуществляется на информационные ресурсы II-ой и III-ей группы и оформляется на Центры коллективного пользования – академические библиотеки, подведомственные ФАНО (БАН РАН, БЕН РАН, ЦНБ УрО РАН, ГПНТБ СО РАН, ЦНБ ДВО РАН, ФМБ, ЦНСХБ, ИНИОН, ВИНИТИ), а также на 15 вузов, участвующих в проекте «5-top-100». При этом для оперативного обслуживания запросов остальных научных организаций лицензия базовой подписки академических библиотек должна включать возможность передачи отдельных электронных копий третьим лицам без извлечения коммерческой выгоды.
3. Конкурсная подписка осуществляется на информационные ресурсы II-ой, III-ей группы и прочих на конкурсной основе, где одним из основных критериев должна быть используемость ресурса организаций (количество запросов в предыдущий период времени).

Таким образом, информационные ресурсы высокой востребованности будут доступны организации по национальной или конкурсной подписке. При отсутствии нужного ресурса из II-ой и III-ей группы, он может быть получен в ближайшем Центре коллективного пользования, где он доступен по базовой подписке. Предложенный подход обеспечивает следующие преимущества:

- Полнота покрытия. Сотрудник любой организации, не имеющей собственной подписки, может получить доступ к информационным ресурсам в Центре коллективного пользования.
- Оптимальная обеспеченность. Предложенный подход позволит обеспечить большую часть потребностей в информационных ресурсах за счет сбалансированной системы доступа.

- Эффективность затрат. Доступ к высоко востребованным ресурсам осуществляется на национальном уровне, позволяя избежать многочисленных закупок «на местах». Доступ к востребованным ресурсам организуется через сеть Центров коллективного пользования. Наиболее активным организациям-пользователям доступ предоставляется через конкурсную подписку.
- Стимуляция использования. Наличие конкурсной подписки стимулирует научные организации к более активному использованию информационных ресурсов.
- Обратная связь. Сбор сведений о востребованности и используемости информационных ресурсов является основанием для коррекции стратегии подписки на будущие годы.

Международный книгообмен

Для крупных научных библиотек международный книгообмен (МКО) по-прежнему остается экономически выгодным источником поступлений ценной научной литературы и эффективным каналом распространения российских научных изданий за рубежом. Так, в 2014 году объем поступлений по каналу МКО в библиотеки РАН составил около 30 тысяч экземпляров, отправлено за рубеж – более 37 тысяч. Доля иностранной литературы, полученной по МКО, в составе годового объема поступлений иностранных изданий составила 41%. Общее число партнеров по МКО в библиотеках РАН – более 2000 зарубежных организаций, в том числе и организаций СНГ.

Однако в настоящее время положения Налогового кодекса РФ ставят МКО «вне закона» по трем причинам: а) все безвозмездные поступления, в том числе, и по книгообмену, являются внереализационными доходами, с которых должен уплачиваться налог на прибыль; б) расходы на почтовые отправки по книгообмену должны оплачиваться за счет приносящей доход деятельности; в) приобретать литературу для целей книгообмена необходимо за счет приносящей доход деятельности. При этом в подавляющем большинстве научных библиотек объемы приносящей доход деятельности не позволяют вести МКО и, тем более, платить дополнительный налог.

Хотя возникновение этой ситуации не связано напрямую с реформой российской науки, последняя привела к ужесточению финансовой дисциплины в академических библиотеках, что серьезно усугубило проблему. Для ее преодоления необходимо принятие подзаконных актов, освобождающий книгообмен от указанных ограничений.

Заключение

Таким образом, разрушение системы централизованного комплектования, недостаточные объемы электронной подписки и юридические и экономические сложности процесса книгообмена фатально повлияли на информационную обеспеченность ученых, что в свою очередь не может не отразиться на качестве их исследований.

В настоящее время мы наблюдаем «ножницы»: с одной стороны, требования к российским ученым «писать» качественные статьи постоянно растут, а с другой, возможности для них «читать» передовую научную литературу снижаются. Чем дольше перечисленные вопросы не будут решены, тем дальше концы этих «ножниц» уйдут в разные стороны и тем сложнее их будет вернуть в точку баланса.

К сожалению, эта проблема является плохо диагностируемой – ее проявления трудно заметить и отследить. Сейчас сложно сказать, какое влияние на публикационную активность научного сообщества окажет надвигающаяся коммерциализация издания научных журналов, как будет развиваться далее затухающая линия научных монографий в России. Надо сказать, что феномен академической монографии отдельно изучается группой исследователей в Великобритании [12], и значимость этого вида научных коммуникаций ими высоко оценивается, планируется дальнейшее продолжение исследований, в которых будет получен ответ на вопрос: сохранится ли академическая книга в бумажном или электронном форматах, и как она будет использоваться в будущем? Отдельного осмысления требует судьба российского сегмента научных ресурсов открытого доступа.

Чтобы глубже разобраться в этом комплексе проблем, необходимо проводить исследования, в том числе наукометрические и социологические, среди сообществ ученых, издателей, библиотечных специалистов, изучать многообразные факторы, влияющие на систему научной коммуникации в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Традиционная библиотека в электронной среде: новые направления деятельности: коллективная монография / Федер. гос. бюджет. учреждение науки Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния РАН ; науч. ред.: Б. С. Елепов, О. Л. Лаврик. - Новосибирск : ГПНТБ СО РАН, 2014. - 324 с.
2. Босина Л.В., Н.И. Подкорытова. Электронные ресурсы как объект комплектования // Электронные ресурсы: от издателей к читателям : материалы всерос. науч.-практ. конф., РНБ, Санкт-Петербург, 28 марта - 1 апреля 2011 г. - СПб., 2012. - С. 77-85.
3. Подкорытова Н.И., Лакизо И.Г. Электронные ресурсы в формировании совокупного библиотечного фонда Новосибирского научного центра // Информационное обеспечение науки: новые технологии: сб. науч. тр. - Екатеринбург, 2012. - С. 164-168
4. Костарева В.Е. Применение информационных технологий в текущем комплектовании ЦНБ УрО РАН на основе системы экспертных оценок // Информационное обеспечение науки: новые технологии : сб. науч. тр. – Екатеринбург. 2012. С. 147-152.
5. Подкорытова Н.И., Босина Л.В., Лакизо И.Г. Система централизованного комплектования ЦБС СО РАН: итоги и перспективы // Библиосфера. 2012. Спецвып. С. 54-57.

6. Подкорытова Н.И., Босина Л.В. Комплектование научных библиотек электронными документами. Проблемы и перспективы // Формирование фонда библиотек в условиях развития электронных информационных технологий : регион. науч.-практ. конф. (г. Новосибирск, 22–24 ноября 2011 г.). Новосибирск. 2012. С. 12-17.

7. Бочарова Е.Н., Кочукова Е.В., Павлова О.В. Электронно-библиотечные системы в формировании фондов научных библиотек // Информационное обеспечение науки: новые технологии : сб. науч. тр. М.: 2013. С. 128-134.

8. Каленов Н.Е., Слащева Н.А. Комплектование фондов библиотек: печатные или электронные источники? // Науч. и техн. б-ки. 2013. № 7. С. 21-32.

9. Стратегия развития документально-информационной базы СО РАН / Н. И. Подкорытова [и др.] // Вклад ГПНТБ СО РАН в развитие отечественного библиотековедения, библиографоведения, книговедения и информатики. - Новосибирск, 2013. - С. 148-156. (Труды ГПНТБ СО РАН; Вып. 5).

10. Кочукова Е.В., Подкорытова Н.И., Босина Л.В. Электронная книга в информационном пространстве академических библиотек // Библиосфера. 2014. № 1. С. 26-30.

11. Трескова П. П. Оптимизация комплектования фонда научной библиотеки актуальной зарубежной периодикой с использованием бибиометрического анализа / П. П. Трескова, А. С. Павлова // Библиосфера. - 2014. - № 4. - С. 23-27.

12. Geofrey Crossick Monographs and Open Access. A report to HENCE. HENFCE, 2015. 77 p.

УДК 004.9.902.1.930.1.303.05

Ю.П Холюшкин

Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ПОИСКУ СТРАТЕГИЙ АНАЛИЗА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Структура археологических данных

Археология – единственная отрасль изучения человека, опирающаяся в большей мере на оставленные людьми материальные остатки, чем на непосредственные наблюдения над человеческим поведением или на письменные свидетельства. Такая ориентация на материальные свидетельства заставляет археологов совершенствовать те методы и приемы сбора и осмысления данных, которые обеспечивают извлечение максимума сведений из имеющихся источников.

Материальные остатки, представляющие интерес для археолога, распадаются на несколько обширных категорий:

Первая – это *артефакты*, т.е. объекты, созданные или подвергнутые обработке людьми.

Вторая категория – *сложные археологические объекты*, включающие обусловленные человеческой деятельностью нарушения грунтового слоя или созданные человеком сооружения (очаги, ямы-хранилища, скопления мусора, очертания и структуры различных построек по сохранившимся материалам и т.д.). На основании этих остатков можно выявить:

а) *кратковременные места остановок* бродячих групп с собирательско-охотничьей экономикой;

б) *временные места обитания*, встречаются в ограниченных районах и характерны для определенных вегетативных периодов, располагаются в ряде случаев в стратегических точках миграционных маршрутов животных;

в) *сезонные места обитания*, типичные для культур как с присваивающей, так и с производящей экономикой. Они типичны для полукочевых групп;

г) *Полупостоянные и долговременные места обитания* обычно находят в контексте с ранними формами производящей экономики или с полукочевыми группами, где производящая экономика играла вспомогательную роль.

Поскольку археология поселений – это изучение изменяющихся адаптивных взаимодействий между человеком и его природным окружением, то необходимо исследовать и факторы такого расселения. Для этого необходимо использовать модели гравитации, теорию центральных мест.

Третью категорию составляют *биологические остатки* – любые материалы, некогда принадлежавшие к живой природе. Сами биологические остатки можно разделить на три вида:

1. *Пищевые остатки*, съеденных животных или растений.
2. *Технические отходы* для производства орудий или украшений.
3. *Экофакты* (костные остатки, съеденных хищниками животных, пыльца растений и др.), которые позволяют обеспечить возможность реконструкции природной среды эпохи существования археологического памятника.

Четвертую категорию составляют *геологические отложения*, которые позволяют проследить воздействие различных процессов, следствием которых явилось изменение, разрушение или внутреннее смещение археологических остатков.

Анализ и выделение классов задач археологии

Как писал Л.С. Клейн, каждой конкретной науке нужна собственная теория, которая отвечает её материалу, её предмету и вырабатывает специальные методы исследования этого предмета [1].

Классификация и типология

Из методов Клейн уделял особенно много внимания приёмам упорядочения, группирования – классификации и типологии. Он мотивировал различение этих понятий в археологии, увязав первое (и связанное с ним понятие класса) – с жёстким логическим членением, а второе – с роением признаков вокруг идеальной нормы. В первом случае материал как бы раскладывается весь без остатка по «ящичкам» и их «отсекам», любой объект попадает в какой-то один «ящичек» и «отсек», по своим признакам. Во втором случае объект может по одним признакам тяготеть к одному идеальному образу, по другим – к другому [1].

Обычная процедура группирования предусматривает расчленение материала на элементарные ячейки, а затем эти ячейки объединяются по общности признаков во всё более крупные блоки: признаки артефактов, сгущаясь, дают разные виды деталей артефактов, те складываются в типы целых артефактов, типы в культуры и т.д. Клейн доказывает, что выяснить это без привлечения посторонней информации принципиально невозможно: «исследователь только внешне поступал по обычному правилу: выделял элементарные признаки вещей, затем складывал их в типы, а типы группировал в культуру. На самом деле, он как бы тайно подсматривал вперёд – он заведомо знал, какие признаки культурно значимы, потому что в уме шёл противоположным путём: не от признаков через тип к культуре, а от культуры через тип к признакам» [2].

В археологии соответствующий процесс абстрагирования является иногда очень непростым. [2; 3]. Так, в свое время Р.Даннел сказал, что палеоистория

имеет обыкновение специально изобретать для себя термин и потом спорить двадцать лет о том, что он значит, вместо того, чтобы определить этот термин заранее [4]. Такое заявление свидетельствует лишь о том, что археологи не всегда отчетливо осознают тот факт, что «всякое понятие, которым в данной предметной области выражают некоторый объект, свойство, явление или процесс, не является «элементарным кирпичиком мира». Нами была на основе метода Е.Д. Гражданникова создана системная классификация археологических понятий, в которой всякое понятие выражает некоторую структуру и системно организованный набор других понятий. Именно через этот системно организованный набор понятий мы осознаем семантику исходного понятия, интерпретируем его и используем это понятие в некоторых границах, которые также определяются через системно организованный набор понятий» [5. С.12]. Благодаря этому было реализовано положение Л.С. Клейна об эшелонированной археологии, с чёткой последовательностью этапов исследования. Клейну принадлежит и обобщение трёх основных типов исследовательской процедуры (планов исследования) — эмпирической (индуктивной), дедуктивной (теоретической) и проблемно-установочной. Эмпирическая начинает с фактов, дедуктивная — с гипотезы, проблемно-установочная ставит в начало постановку проблемы, которая равнозначна вееру гипотез.

В свое время М. Борилло были проведены испытания этих трех методов классификации на материалах древнегреческой архаической скульптуры [6]. Эксперимент показал, что более перспективным является группировка «снизу». Это обстоятельство не означает отказа от возможности построения классификаций «сверху». Но для её реализации требуется тонкое понимание исследуемых явлений, наличие теоретических знаний о характере структуры исследуемых естественных групп.

Однако, и при группировке «снизу» также возникают проблемы, требующие определенной организации данных и определения степени их релевантности. Эта проблема оценки «веса» признака пока далека от теоретического обобщения и тем более от формализованной теории.

Моделирование

Модели можно подразделить на 2 подтипа: *локальные модели памятника и пространственные географические модели*. Компьютерное моделирование в археологии позволяет восстановить процесс формирования памятников в целом, проводить функциональную интерпретацию археологических объектов и их комплексов, строить различные поведенческие модели, связанные с проявлениями диффузии, переселениями и др.

На *локальном уровне* основой для разработки методов реконструкции и интерпретации по археологическим данным является пространственная модель культурного слоя памятника. Модель включает пространственно-упорядоченный набор объектов, геометрические параметры и взаимное расположение которых отражает соответствующие параметры слоя археологического памятника. Кроме геометрических параметров, модель описывает свойства всех компонентов культурного слоя (структура, материал,

морфология, технология, датировка, культурно-историческая принадлежность, функциональная интерпретация объекта и пр.). Компьютерная модель культурного слоя включает в себя два основных уровня представления информации: модель состава и модель структуры. Модель состава памятника определяется набором археологических объектов, формирующих его структуру (сооружения, ямы, очаги, погребения, фортификационные сооружения и пр.). Описание каждого из объектов включает геометрические, структурные и морфологические характеристики. Модель структуры археологического памятника определяет взаимное расположение основных объектов на его территории. Она формируется на основе композиции в моделируемом культурном слое отдельных археологических объектов, расположение которых определяет геометрию пространственной модели памятника в целом, а также слоев, прослоек, напластований и находок [Груздев, Журбин, 2002].

Д.Кларком в его «Аналитической археологии» (1968) рассматривались возможности графического представления и математического анализа волн диффузии, распространения и густоты сети памятников, обеспеченности районов природными ресурсами, влиятельности и конкуренции центров (построение полигонов Тиссена) [8] Несмотря на наличие ряда серьёзных разработок в современной археологии, общее состояние дел в теории классификации требует уже иных подходов, основанных на одном из новых направлений искусственного интеллекта, получившем название «интеллектуальный анализ данных».

Описание последовательностей применения методов (стратегий) интеллектуального анализа данных для решения задач археологии.

Термин «интеллектуальный анализ данных» является кратким и весьма неточным переводом с английского языка терминов Data Mining и Knowledge Discovery in Databases (DM&KDD) [9]. *Data Mining* — это процесс обнаружения в сырых данных (row data) раннее неизвестных, нетривиальных, практически полезных, доступных интерпретации знаний (закономерностей), необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

Предлагаемое применение технологий DM&KDD обусловлено накоплением огромных объемов информации в археологических компьютерных базах данных (преимущественно на Западе), которыми стало трудно пользоваться традиционными способами. Одним из средств, для преодоления подобных трудностей является создание информационных хранилищ данных, доступ к которым не будет сильно зависеть от изменения данных во времени и от используемого программного обеспечения. Другой подход ориентирован на сжатие больших объемов данных путем нахождения некоторых общих закономерностей (знаний) в накопленной информации. Оба направления актуальны с практической точки зрения. Второй подход более интересен для специалистов в области ИИ, так как связан с решением проблемы приобретения новых знаний. Наличие хранилища данных — необходимое условие для успешного проведения всего процесса KDD. Хранилищем данных называют предметно-ориентированное, интегрированное, привязанное ко времени, неизменяемое собрание данных, используемых для поддержки процесса

принятия решений. Предметная ориентация означает, что данные объединены в категории и хранятся в соответствии с теми областями, которые они описывают, а не в соответствии с приложениями, которые их используют. Такой принцип хранения гарантирует, что полевые и научные отчеты археологов, сгенерированные различными участниками процесса их создания, будут опираться на одну и ту же совокупность данных. Привязанность ко времени означает, что хранилище можно рассматривать как собрание исторических данных, т.е. конкретные значения данных однозначно связаны с определенными моментами времени. Атрибут времени всегда явно присутствует в структурах хранилищ данных. Данные, занесенные в хранилище, уже не изменяются в отличие от оперативных систем, где присутствуют только последние, постоянно изменяемые версии данных. Для хранилищ данных характерны операции добавления, а не модификации данных. Современные средства администрирования хранилищ данных обеспечивают эффективное взаимодействие с программным инструментарием DM и KDD. В общем случае зависимости, выявляемые в базах данных, могут быть представлены правилами, гипотезами, моделями нейронных сетей и т.п.

3. Для решения упомянутых выше задач коллективом авторов создается Web-система для обработки археологической информации, которая будет содержать оригинальные методы интеллектуального анализа данных. Среди них имеются специально разработанные средства для упорядочения неоднородной археологической информации и выявления ее структуры. Эти средства дают возможность для анализа всевозможных статистик, соответствующих ячейкам приводимых в исследованиях таблиц. Применяются методы дисперсионного анализа – для выявления количественных связей между признаками объектов, а также методы факторного анализа и многомерного шкалирования – для выявления скрытых связей между объектами и признаками их описания. Одним из важных методов является уже разработанная система Discovery для обнаружения закономерностей в данных, реализующая реляционный подход Эта система позволяет извлекать информацию из данных и формировать гипотезы в терминах этой информации в режиме визуального конструктора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клейн Л.С. Археологические источники. – Л.: Изд.ЛГУ – 1978.

2. Клейн Л.С. Археологическая типология. – Л.: Изд.ЛГУ – 1991.

3. Холюшкин Ю.П. Системная археология.–Новосибирск–ИЗД.НГУ–2010.

4. Dunnell R.C. Systematics in prehistory. - N.Y. – 1971.

5. Деревянко А.П., Фелингер А.Ф., Холюшкин Ю.П. Методы информатики в археологии каменного века. – Новосибирск: Изд. «Наука» – 1989.

6. Borillo M. Construction of a deductive model by simulation of a traditional archaeological study // American antiquity – 1974. – V. 39. – № 2. – P. 243-252.

7. Груздев Д.В., Журбин И.В. Компьютерное моделирование археологических объектов: методика и технология создания пространственной модели // Информационный бюллетень Ассоциации "История и компьютер". – М. – N 29 – 2002.

8. Clarke D.L. Analytical archaeology. – L: Methuen. – 1968. – 684 p.

9. Брандт З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников. – М.: Изд. «Мир». – 2003. – 688с.

УДК 331.103.6

О.П. Черникова

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

МЕХАНИЗМ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА РАБОТНИКОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Анализ социально-экономического развития России за 6 месяцев 2015 г. показывает, что экономический спад, особенно в производственном секторе, продолжается, дно кризиса еще не достигнуто. Отрицательная динамика темпов экономического роста вынуждает правительство и менеджеров предприятий искать пути повышения эффективности и конкурентоспособности российской экономики. Одним из путей, обеспечивающих положительную динамику экономического роста, является повышение производительности труда.

Стоит отметить, что первые заявления о необходимости повышения производительности труда прозвучали в еще 2008 году. Тогда на расширенном заседании Государственного совета «О стратегии развития России до 2020 года» президент РФ В.В.Путин заявил: «Главная проблема сегодняшней российской экономики - это ее крайняя неэффективность. Производительность труда в России остается недопустимо низкой. Те же затраты труда, что и в наиболее развитых странах, приносят в России в несколько раз меньшую отдачу». [1] Спустя 3 года, в апреле 2011 года во время представления Государственной Думе отчета о деятельности правительства РФ за 2010 год, В.В. Путин снова обратил внимание на необходимость повышения производительности труда: «Сейчас по такому показателю, как производительность труда, мы значительно отстаем от ведущих стран. За предстоящее десятилетие надо увеличить производительность труда минимум в два раза, а в ключевых отраслях российской экономики - в 3-4 раза». [2]

Крупнейшие угледобывающие компании России в 2014 году зафиксировали сокращение прибыли, в ряде случаев деятельность компаний оказалась убыточной. Итоги работы горных предприятий позволяют говорить о недостаточной внутренней эффективности и необходимости поиска резервов для ее повышения. Среди них важнейшими можно считать резервы производительности труда. Производительность труда рабочего по добыче в целом по отрасли в 2014 году выросла всего на 2,8% и составила 231,5 т/мес., тогда как в мировой практике этот показатель находится на уровне более 1000 т/мес., то есть более чем в 4 раза. [3]

От уровня производительности труда работника зависят практически все показатели, характеризующие эффективность работы предприятия: фондоотдача, численность персонала, уровень оплаты труда, прибыль. Менеджеры угледобывающих компаний в своих отчетах отмечают важность

повышения производительности труда для бизнеса, считают это направление одним из приоритетных. Поэтому задача управления производительностью труда работников угольных предприятий является актуальной.

Автором разработан механизм оценки и управления производительностью труда работников угледобывающих предприятий, приведенный на рисунке 1 и включающий 4 этапа.

Этап 1. Планирование результатов производственно-хозяйственной деятельности горного предприятия на предстоящий период

На первом этапе менеджмент предприятия проводит анализ конъюнктуры рынка выпускаемой продукции; получает информацию от собственника о желаемом размере прибыли на предстоящий период; производит расчет производственной мощности по технологическим процессам, учитывающий безопасные условия труда, так как только в этом случае может осуществляться устойчиво высокопроизводительная работа. На основании собранной информации определяются плановые значения объема производства и себестоимости 1 т продукции.

Этап 2. Определение необходимого уровня производительности труда работника, обеспечивающего достижение плановых показателей объема производства и себестоимости продукции

Поскольку рост производительности труда является одним из наиболее действенных путей снижения себестоимости единицы продукции, то в начале второго этапа экономическая служба предприятия должна рассчитать показатель производительности труда, который обеспечит выполнение плана по объему производства и снизит себестоимость 1 т угля до конкурентоспособного значения.

Далее на втором этапе выявляются факторы, оказывающие влияние на уровень производительности труда на предприятии (таблица 1). По выявленным факторам формулируются проблемы, требующие решения.

Выявленные факторы, оказывающие влияние на уровень производительности труда работников, ранжируются по степени существенности. Проблемы, соответствующие наиболее существенным факторам, подвергаются тщательному анализу. [4]

В практике реального управления всегда остается актуальной необходимость количественного определения влияния отдельных факторов на уровень производительности труда, и следовательно, на финансовое состояние предприятий. Поэтому на этом этапе действие существенных факторов оценивается с точки зрения влияния на показатель производительности труда и финансовые результаты деятельности предприятия. Для этого необходимо определить, на какие составляющие прибыли оказывает влияние тот или иной фактор. Например, наличие горно-геологических нарушений угольного пласта

снижает показатель производительности труда работника и увеличивает постоянные затраты предприятия, связанные с нейтрализацией их влияния. Высокий уровень износа применяемой техники снижает производительность труда работника и увеличивает затраты на ремонт (постоянные) и т.п. Для осуществления расчетов по перечисленным и другим, учитываемым на предприятии факторам, рекомендуется использовать методики, разработанные автором и представленные в таблицах 2 и 3.

Методику, представленную в таблице 2, следует использовать, если численность работников за рассматриваемый период осталась неизменной. Методику, представленную в таблице 3, следует использовать, если в рассматриваемом периоде произошло изменение численности работников и если мероприятия по повышению производительности труда на предприятии предусматривают высвобождение кадров.

Этап 3. Разработка мероприятий по повышению производительности труда работников

На основе анализа, проведенного на 2-м этапе механизма управления производительностью труда, для каждого центра ответственности предприятия планируются мероприятия, направленные на повышение производительности труда работников. При этом следует учитывать, что их использование может потребовать финансовых вложений, поэтому каждое мероприятие должно оцениваться по критерию ресурсоемкости. Для принятия взвешенного решения относительно мероприятий, принятых к реализации, помимо затрат необходимо оценить их влияние на финансовый результат предприятия, для чего рекомендуется воспользоваться авторскими методиками, приведенными в таблицах 2,3.

В заключение данного этапа менеджмент предприятия осуществляет выбор мероприятий к реализации.

Этап 4. Реализация мероприятий по повышению производительности труда работников

На 4 этапе менеджеры центров ответственности должны организовать выполнение мероприятий по повышению производительности труда, мотивировать работников к достижению показателей, установленных планом, и контролировать полученные результаты.

В заключение данного этапа руководитель центра ответственности должен провести анализ итогов деятельности по управлению производительностью труда и оценить влияние полученных результатов на финансовый результат предприятия. При неудовлетворительном значении результатов процесса управления производительностью труда в центре ответственности, соответствующие проблемы и факторы должны быть учтены в следующем плановом периоде.

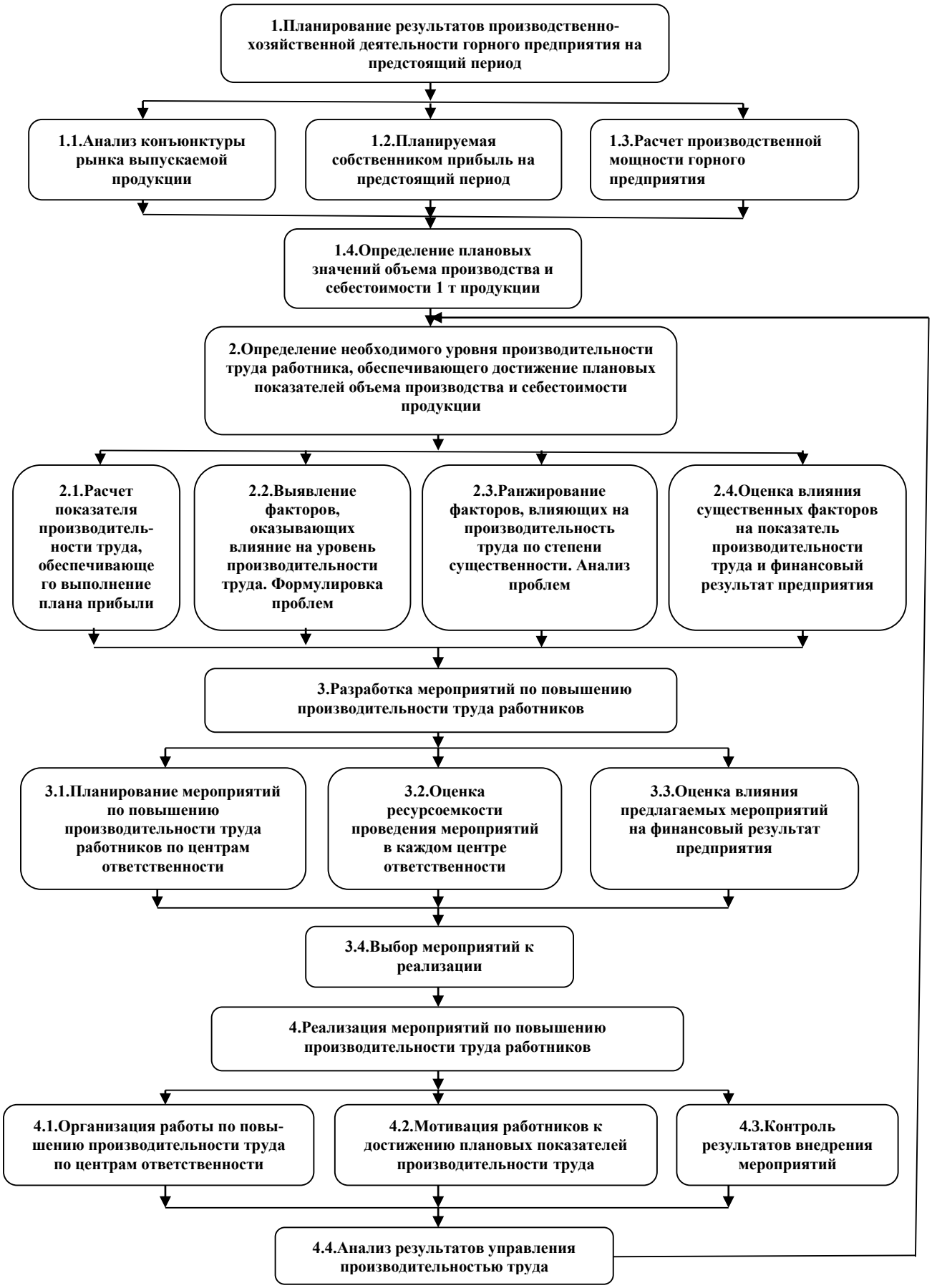


Рисунок 1 –Механизм оценки и управления производительностью труда работников угледобывающих предприятий

Таблица 1 – Факторы, оказывающие влияние на уровень производительности труда на угледобывающем предприятии

Наименование группы факторов	Факторы, входящие в группу
1.Природные	1.1. Наличие горно-геологических нарушений угольного пласта
	1.2. Состояние кровли
	1.3. Обводненность горных выработок
	1.4. Газообильность пластов
	1.5. Температура окружающей среды и др.
2.Технико-технологические	2.1. Наличие нарушений технологического процесса
	2.2. Соблюдение графика планово-предупредительных ремонтов
	2.3. Качество и полнота ремонта оборудования
	2.4. Уровень морального и физического износа применяемой техники
	2.5. Уровень механизации и автоматизации производства
	2.6. Прогрессивность применяемых технологий
	2.7. Сбалансированность технологической цепочки и др.
3.Организационные	3.1. Качество подготовки и выдачи наряда
	3.2. Наличие технологических карт, паспортов на производство работ
	3.3. Эффективность организации выполнения процессов и операций в течение смены
	3.4. Рациональность распределения функций управления
	3.5. Степень согласованности действий работников
	3.6. Качество планирования показателей
	3.7. Качество информирования работников, установления целей и задач
	3.8. Оптимальность количества звеньев в системе управления
	3.9. Оптимальность расстановки кадров
	3.10. Уровень организации труда на рабочих местах
	3.11. Единство целей у руководящих работников и др.
	3.12. Наличие надлежащего контроля со стороны руководящих работников
4.Социальные и поведенческие	4.1. Наличие знаний и навыков ведения работ
	4.2. Соблюдение режима труда и отдыха
	4.3. Уровень ответственности руководителей и рабочих
	4.4. Уровень самосознания персонала
	4.5. Уровень квалификации руководителей и исполнителей и др.
5.Экономические	5.1. Степень материальной заинтересованности работников в повышении производительности труда (уровень заработной платы, ее зависимость от результатов труда, мотивация персонала)
	5.2. Проводимая на предприятии кадровая политика
	5.3. Качество материально-технического снабжения материалами, оборудованием, средствами индивидуальной защиты и др.

Для оценки влияния факторов, планируемых мероприятий и полученных результатов на финансовый результат предприятия автором предлагаются методики расчета прибыли и изменений прибыли за счет изменения объема производства (вызванного ростом производительности труда работника), изменения цены на реализуемую продукцию (учитывается объем продаж, полученный вследствие увеличения производительности труда), изменения удельных переменных затрат (связанного с ростом производительности труда, например, экономия электроэнергии, заработной платы на единицу продукции), изменения постоянных затрат (вызванного ростом производительности труда работника и увеличением объемов производства).

Таблица 2 – Методика оценки влияния факторов и мероприятий по повышению производительности труда на финансовый результат горных предприятий при неизменной численности работников

Наименование показателя	Алгоритм расчета
1. Изменение финансового результата при изменении объемов производства (ΔGI^1_Q, тыс.руб.)	$\Delta GI^1_Q = Ч_{ППП} \cdot (ПТ_2 - ПТ_1) \cdot (p_1 - v_1)$, где $Ч_{ППП}$ - численность ППП, чел.; $ПТ_{1,2}$ - производительность труда 1 работника ППП до и после внедрения мероприятий, т/чел.; p_1 - цена 1 т продукции до внедрения мероприятий, руб./т; v_1 - удельные переменные затраты до внедрения мероприятий, руб./т
2. Изменение финансового результата при изменении цены на реализуемую продукцию (ΔGI^1_p, тыс.руб.)	$\Delta GI^1_p = Ч_{ППП} \cdot ПТ_2 \cdot (p_2 - p_1)$, где p_2 - цена 1 т продукции после внедрения мероприятий, руб./т
3. Изменение финансового результата при изменении удельных переменных затрат (ΔGI^1_v, тыс.руб.)	$\Delta GI^1_v = Ч_{ППП} \cdot ПТ_2 \cdot (v_1 - v_2)$, где v_2 - удельные переменные затраты после внедрения мероприятий, руб./т
4. Изменение финансового результата при изменении постоянных затрат (ΔGI^1_{FC}, тыс.руб.)	$\Delta GI^1_{FC} = FC_1 - FC_2$, где FC_1, FC_2 - постоянные затраты до и после внедрения мероприятий, тыс.руб.

Продолжение таблицы 2

5. Результирующее изменение финансового результата при изменении производительности труда работника ППП (при неизменной численности) ($\Delta GI^1_{ПТ}$, тыс.руб.)	$\Delta GI^1_{ПТ} = Ч_{ППП} \cdot (ПТ_2 \cdot (p_2 - v_2) - ПТ_1 \cdot (p_1 - v_1)) + FC_1 - FC_2$

Таблица 3 –Методика оценки влияния факторов и мероприятий по повышению производительности труда на финансовый результат горных предприятий при изменении численности работников

Наименование показателя	Алгоритм расчета
1. Изменение финансового результата при изменении объемов производства (ΔGI^2_Q, тыс.руб.)	$\Delta GI^2_Q = (Ч_{ППП2} \cdot ПТ_2 - Ч_{ППП1} \cdot ПТ_1) \cdot (p_1 - v_1)$, где $Ч_{ППП1,2}$ - численность ППП до и после внедрения мероприятий, чел.; $ПТ_{1,2}$ - производительность труда 1 работника ППП до и после внедрения мероприятий, т/чел.; p_1 - цена 1 т продукции до внедрения мероприятий, руб./т; v_1 - удельные переменные затраты до внедрения мероприятий, руб./т
2. Изменение финансового результата при изменении цены на реализуемую продукцию (ΔGI^2_p, тыс.руб.)	$\Delta GI^2_p = Ч_{ППП2} \cdot ПТ_2 \cdot (p_2 - p_1)$, где p_2 - цена 1 т продукции после внедрения мероприятий, руб./т
3. Изменение финансового результата при изменении удельных переменных затрат (ΔGI^2_v, тыс.руб.)	$\Delta GI^2_v = Ч_{ППП2} \cdot ПТ_2 \cdot (v_1 - v_2)$, где v_2 - удельные переменные затраты после внедрения мероприятий, руб./т

Продолжение таблицы 3

4. Изменение финансового результата при изменении постоянных затрат (ΔGI^2_{FC}, тыс.руб.)	$\Delta GI^2_{FC} = FC_1 - FC_2$, где FC_1, FC_2 - постоянные затраты до и после внедрения мероприятий, тыс.руб.
5. Результирующее изменение финансового результата при изменении производительности труда работника ППП (при изменении численности работников) ($\Delta GI^2_{ПТ}$, тыс.руб.)	$\Delta GI^2_{ПТ} = (Ч_{ППП2} \cdot ПТ_2 \cdot (p_2 - v_2) - Ч_{ППП1} \cdot ПТ_1 \cdot (p_1 - v_1)) + FC_1 - FC_2$

Использование разработанных методик экономистами-менеджерами позволит повысить качество управления производительностью труда работников, выявить резервы ее повышения, оценить влияние полученных результатов на финансовое состояние угледобывающих предприятий.

Разработанный механизм оценки и управления производительностью труда работников угледобывающих предприятий может быть адаптирован к использованию в других сферах деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выступление Председателя Правительства России Владимира Путина на расширенном заседании Государственного совета «О стратегии развития России до 2020 года», 8 февраля 2008 г.

2. Выступление Председателя Правительства России Владимира Путина в Государственной Думе с отчетом о деятельности Правительства Российской Федерации за 2010 год, 20 апреля 2011 г.

3. Таразанов И. Итоги работы угольной промышленности за 2014 год // Уголь. – 2015. -№3. – С.56-71.

4. Черникова О.П., Гостинцев З.А. Факторы роста производительности труда работников угольных предприятий // Эволюция научной мысли: сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2014. – С.107-111.

УДК 67.05

Г.Д. Антонов[1], О.П. Иванова[2]

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ СЕТЕВЫХ И ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР В МАШИНОСТРОЕНИИ

[1]ЧОУ ДПО «Институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки кадров»,
Юргинский технологический институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
[2]ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»,
ЧОУ ДПО «Институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки кадров»
Юргинский технологический институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Машиностроительные корпорации, как и другие организации, находятся в поиске решения проблемы нахождения компромисса между специализацией, координацией и сотрудничеством. Изменения технологии, стратегии и окружающей среды обусловливают то, что компании перестраивают прежнюю организационную структуру, меняют принципы структурирования корпораций. Причем степень координации является не единственным фактором, влияющим на эффективность определения организационных единиц. Для машиностроительных корпораций такими факторами являются не только экономия на масштабе производства, но и стремление к созданию комплекса специализированных знаний путем формирования многофункциональных рабочих групп, включающих специалистов в разных областях знания [1]. Именно такие группы эффективны для продуцирования идей, способных лечь в основу формирования конкурентных преимуществ.

В связи с тем, что различные функции корпорации стремятся в большей степени к взаимозависимости, чем к неструктурированному объединению, иногда основания для децентрализации уменьшаются. Исследования свидетельствуют, что корпорации, находящиеся на стадии зрелости, нуждаются в усилении централизованного контроля и функциональной координации. Так, например, Ceneral Motors на определенном этапе своего развития осуществила слияние отдельных подразделений в единую функционально-организованную структуру. Это обеспечило ей возможность получить эффект масштаба и ускорить передачу технологий [1].

Но рост затрат, связанных с иерархическим подходом к координации, стимулирует поиск альтернатив административной иерархии. Такой альтернативой для машиностроительных предприятий является сетизация – создание сетевых фирм. Мировое машиностроение ориентируется на изменение

организационной структуры, стремясь к стратегическим альянсам и сетевым структурам. Основные черты такой организационной формы: ориентация на координацию, а не на контроль; достижение координации посредством взаимной адаптации.

В научной литературе описаны как преимущества интеграции, так и положительные результаты создания сетевых структур. Процессы интеграции сменяются процессами дезинтеграции и переходом к стратегическим альянсам и сетевым структурам. Но, зачастую, созданные в процессе слияния или поглощения интегрированные образования распадаются. Эффективность интегрированных компаний во многом зависит от обоснованности состава и объединяемых сфер деятельности участников. Возникает проблема поиска методики управления интеграционными процессами в машиностроении, базирующегося на сочетании интеграции и самостоятельности участников объединения.

При построении интегрированных и сетевых структур в машиностроении, по нашему мнению, должны быть учтены следующие положения теоретических концепций и исследований: возможность получения синергетического эффекта от интеграции при централизации управленческих функций, финансовой и учетной деятельности, снабжения (О. Уильямсон, Р. Бюнер, Ю. Кордес); возможность более эффективного внутрифирменного контроля на основе внутренней информации, регулирования и координации хозяйственной деятельности участников компании в результате организации внутрикорпоративного финансового рынка (концепция на основе внутрифирменного рынка капитала); повышение общекорпорационной прибыли интегрированной компании за счет системы внутрифирменных трансфертов, комплектных поставок товаров (А. Гримм); эффективность организации сетей поставщиков, производителей, потребительских сетей и сетей технологической кооперации (Д. Эрнст); преимущества формирования индустриальных сетей (industrial networks), технологических цепей (commodity chain), цепочек поставок (supply chains) и создания стоимости (value chains) (Э.Йордона, М.Кристофера, Т.Дж.Галлина и М.Хэндона, М.Гаррета и П.Дюсюжа).

Предлагаем основные принципы методического подхода к формированию интегрированных и сетевых структур в машиностроении: использование стратегии интеграции в целях получения синергетических эффектов от централизации управления, финансов, учета, маркетинга, снабжения, сбыта; использование стратегии сетизации с целью получения преимуществ от способности к координации сетевых структур, адаптации к изменяющимся условиям, быстрой реакции на изменение конъюнктуры, специализации, сокращения издержек. Методика формирования эффективных структур в машиностроении с использованием стратегий сетизации и интеграции заключается в поэтапности организационных трансформаций.

Первый этап. В процессе организационного проектирования объединения машиностроительных предприятий необходимо учесть потребности предприятий – участников в определенных типах целевого взаимодействия,

определяющих мотивацию к объединению: централизацию снабжения, сбыта, маркетинга; использование общих экономически выгодных поставщиков; проведение единой научно-технической политики; обмен опытом работы; централизацию выполнения отдельных управленческих функций; согласованные действия по удержанию и расширению позиций на рынке. Выбор тех или иных сфер деятельности, объединяемых в корпорации, целесообразно обосновывать на основе анализа не только результатов маркетинговых исследований, но и состояния предприятий и проблем их функционирования. Очередность объединения различных видов деятельности, выбор субъектов для интеграции и сетизации осуществляется при сравнительном анализе эффектов от интеграции (в зависимости от целей и предпосылок объединения) и сетизации.

Второй этап предусматривает: выбор основных направлений деятельности компаний в стратегической перспективе; построение структур, активно работающих на рынок; совершенствование планирования и контроля; структурную перестройку подразделений компании для обеспечения максимального их соответствия корпоративным интересам, ведущую к образованию органичных интегрированных систем.

Третий этап создания интегрированной компании. При создании и функционировании машиностроительных компаний необходимо ответить на вопросы: использовать собственные ресурсы, включить в состав компании необходимые активы или сформировать сеть, объединить усилия нескольких взаимодействующих субъектов? В связи с этим актуальна разработка принципов управления сетью предприятий для отдельной компании. Подразумевается, что необходимо определить субъекты компании, которые должны объединяться путем слияний и поглощений, а также субъектов, с которыми взаимодействие строится на базе сетизации. Чтобы такая сеть была управляемой с точки зрения компании, ее создающей, необходимо определить оптимальный состав участников сети и выбрать стратегию управления взаимоотношениями с каждым из участников.

Организационная модель сетизации в машиностроении – сеть, формирующаяся вокруг управляющей компании. Управляющая компания собирает вокруг себя предприятия в производственную и деловые сети, поручая им выполнение определенных видов деятельности: производство, маркетинг или реализацию. Управляющая компания является головным заказчиком и занимает доминирующее положение в деловых операциях. Промышленные и деловые сети формируют "благоприятное" рыночное окружение через устойчивые межорганизационные связи. Формирование и развитие отраслевой интегрированной компании и сетей (производственной и деловой) основано на комбинации ключевых компетенций крупного (интегрированная компания, машиностроительные предприятия), среднего (машиностроительные предприятия), малого (вспомогательные, обслуживающие, сервисные предприятия) бизнеса. Автономия не вошедших в состав компании субъектов, в сочетании с четкими правилами межорганизационного взаимодействия инициирует возникновение в сетях устойчивого синергетического эффекта.

Особенности сетевых структур в машиностроении: устойчивый характер кооперации, необходимость которого определяется усложнением конечной продукции (особенно в машиностроении), её растущей наукоемкостью и длительным научно-производственным циклом. Межотраслевой принцип кооперации связан с участием в технологическом процессе не только производственных, но и маркетинговых (обоснование целесообразности создания новой продукции и рынков ее сбыта), научно-технических, сбытовых и сервисных (дилеры, лизинговые фирмы, центры технического обслуживания, утилизации и т.д.), финансовых организаций. Главной особенностью сети является то, что здесь происходит производство и реализация в основном специфических активов, т.е. комплектующих изделий, оборудования, инструмента, технологий, ноу-хау и других нематериальных активов, которые созданы по заказу управляющей компании данной цепи, предназначены для изготовления конкретной продукции и не могут быть реализованы на свободном рынке для широкого круга потребителей. Это требует применения не обычных конкурентных, а особых сетевых форм организации научно-производственного цикла. Сети отличает сотрудничество (совместное создание стоимости, а не просто рыночный обмен) и особая роль внутренней инфраструктуры, межличностных связей, передачи знаний.

Поэтапный механизм формирования компании предполагает постепенное увеличение границ жестко интегрированной компании за счет включения участников производственной и деловой сетей. Такой механизм имеет преимущества перед другими формами организационного и создания компаний: позволяет избежать просчетов при определении состава и видов объединяемой в рамках компании деятельности; функционирование в составе сети позволит выявить проблемы взаимодействия, точки соприкосновения, перспективные направления совместной деятельности, «выровнять» характеристики объединяемых субъектов, отработать правила взаимодействия.

Четвертый этап формирования интегрированной структуры. В целях формирования эффективного и обоснованного состава интегрированной компании необходимо объединение хозяйствующих субъектов проводить на основе стратегии интеграции, которая содержит ответы на следующие вопросы:

- Цели объединения (Для чего объединять?). Поиск и анализ рыночных возможностей.
- Объединяемые виды деятельности. Что объединять (сбыт, снабжение, маркетинг, производство, финансы)?
- Участники интеграции. С кем объединяться? Определение оптимального состава интегрированной компании.
- Механизм интеграции. Как объединяться? Выбор стратегии управления взаимоотношениями с участниками компании.

Таким образом, на основе анализа практики создания и деятельности интегрированных структур в машиностроении РФ и за рубежом разработаны основные положения методического подхода к формированию интегрированных машиностроительных компаний. Методический подход базируется на

положениях теоретических концепций интеграции (эффективность централизации управленческих функций, учета, финансов, снабжения и сбыта), поэтапном применении стратегий интеграции и сетизации предприятий отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грант Р.М. Современный стратегический анализ. 5-е изд. /Пер. с англ. Под ред. В.Н. Фунтова. – СПб.:Питер, 2008.
2. Drucher P. Management challenges for the 21century. – N.Y., Harper Business, 1999. – 400 p.
3. Ансофф Х., Бранденбург Р. Методика проектирования организационных структур (Внутрифирменное планирование в США). – М.: Экономика, 1972.
4. Коуз Р. Институциональная структура производства // Вестник СпбГУ. Серия “Экономика”. - 1992. - №4.
5. Коуз Р. Фирма, рынок и право. Пер. с англ. – М.: Дело ЛТД, 1993.
6. Уильямсон О. Поведенческие предпосылки современного экономического анализа // THESIS. – 1991 Т.1, вып3.
7. Уильямсон О.И. Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация. – СПб: Лениздат; CEV Press, 1996.
8. Шумпетер Й. Капитализм, социализм и демократия. – М., 1995.
9. Эрроу К. Неполное знание и экономический анализ // Истоки. - 2000. Вып. 4.
10. Buehner R. Strategie und Organisation; - Aufl., Wiesbaden 1995.
11. Buehner R. Management Holding. Unternehmensstruktur der Zukunft; Landsberg/Lech, 1992.
12. Chandler A.D. Strategy and Structure. - Cambridge. Massachusetts: M.I.T. Press, 1962.
13. Chatterjee S. Extending modern portfolio theory into the domain of corporate diversification: does It apply? // Academy of Management Journal, 1994, Vol.37(1).
14. Coase R. Comments.- Contract Economics: Blackwell Publishers, 1992. p. 73.
15. Coase R.H. The Problem of Social Cost // of Low and Economics. 1960, Vol. 3.
16. Hayek F. Law, Legislation and Liberty: A New Statement of the Liberal Principles of Justice and Political Economy. Vol.1: Rules and Order. – L.: Routledge, 1973.
17. Jensen M.C. Separation of Ownership and Control // Journal of Law and Economics. – 1983. – June, 26. – P.301-325.
18. Roll R. The Hubris Hypothesis of Corporate takeovers // Journal of Business. – 1986. – Vol.59, No.2. – p.197-216.
19. Williamson, O.E. The modern corporation: origins, evolution, attributes, Journal of Economic Literature, 19 (December), 1537-68.

САМАРОВУ ВИКТОРУ МОИСЕЕВИЧУ – 75

17 марта академику РАЕН **Самарову Виктору Моисеевичу** исполнилось 75 лет. Место рождения – с. Глубокое, Велижанский р-н, Омской области. В 1968 году окончил агрономический факультет Алтайского сельскохозяйственного института по специальности «Агрономия». С 1979 года и по настоящее время трудовая деятельность В.М. Самарова связана с Кемеровским государственным сельскохозяйственным институтом. В 1993 году успешно защитил докторскую диссертацию на тему: «Совершенствование теоретических основ практических приемов повышения урожайности кормовых культур в Кузнецкой котловине» по специальности 06.01.09 – растениеводство. В 1995 году Высшей аттестационной комиссией присвоено ученое звание профессора по кафедре «Земледелие и растениеводство». С 1995 года – академик Российской академии естественных наук Западно-Сибирского отделения.

В.М. Самаров является автором более 250 научных работ, в том числе 5 монографий, 4 учебников, более 30 методических разработок (5 из них с грифом УМО), в области технологии возделывания сельскохозяйственных культур по ресурсосберегающей обработке; режимам орошения с-х. культур; разработке новых технологий нетрадиционных с-х растений.

Свой богатый научный опыт В.М. Самаров передает молодым ученым, им подготовлено 13 кандидатов наук по специальностям: 06.01.09 – растениеводство 06.01.01 – общее земледелие, около 150 молодых специалистов, которые успешно трудятся в сельском хозяйстве области и других регионов страны.

За большой вклад в организацию учебного процесса в высшем учебном заведении, плодотворную научную деятельность Виктор Моисеевич Самаров неоднократно награждался ведомственными наградами и наградами Кемеровской области:

– медаль «Ветеран труда» (1985 г.);

– почетная грамота Главного управления высших учебных заведений РСФСР (1992 г.);

– почетный знак «За пользу Отечеству» им. Татищева (2002 г.);

– медаль «За особый вклад в развитие Кузбасса» III степени (2005 г.);

– звание «Почетный профессор Кузбасса» (2008 г.);

– почетное звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ» (2011 г.);

– медаль «За служение Кузбассу» (2012 г.)

Научно-педагогический стаж – 47 лет.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ ЗАПАДНО–СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК ЗА 2014 ГОД

Западно–Сибирское Отделение РАЕН создано в 1995 г. В 2015 г. Отделению исполняется 20 лет. В составе Западно–Сибирского отделения РАЕН 59 – действительных членов и 68 – член–корреспондентов. В структуру отделения входит 6 центров. На территории России функционируют Южно–Кузбасский, Кемеровский, Новосибирский, Томский, Омский, и Алтайский центры, расположенные соответственно в городах Новокузнецк, Кемерово, Новосибирск, Томск, Омск, Барнаул.

В настоящее время в рамках ЗСО РАЕН функционирует 13 секций, различной тематической направленности

1) горная,
2) металлургическая,
3) нефти и газа,
4) наук о Земле,
5) физики,
6) химии,
7) энциклопедических знаний и гуманитарных наук,
8) биологии и экологии,
9) биомедицины,
10) агротехники,
11) проблем высшей школы и поддержки молодых ученых,
12) экономики и социологии,
13) творчества.

В 2014 году работа научных центров, секций и комиссий Отделения велась в соответствии с планами этих подразделений. Основные результаты научной, производственный, образовательной, организационной и общественной деятельности членов Отделения в 2014 г. по данным представленных в Президиум Отделения отчетов следующие.

Членами Отделения по месту их основной работы выполнено более 30 научно–исследовательских работ различного объема и значимости с финансированием по конкурсам, грантам из госбюджета, по хозяйственным договорам с организациями и фирмами. Суммарный объем финансирования составил более 1, 253 млрд. руб. Наибольший объем финансирования обеспечили ученые Томского центра 1,215 млрд. руб.

Наибольший вклад в этот показатель внесли следующие работы.

Академик **Чубик Петр Савельевич**, ректор ТПУ, председатель секции нефти и газа, возглавлял реализацию «Программы повышения конкурентноспособности Национального исследовательского Томского политехнического университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров». В 2014 г. объем дополнительного финансирования ТПУ из федерального бюджета на реализацию этой программы составил 600 млн. руб.

Учеными горной секции выполнены работы по проектам:

1. Фундаментальная госбюджетная НИР: «Разработка и внедрение системы мониторинга и научного сопровождения геомеханических и газодинамических процессов при разработке угольных месторождений в сейсмически активных районах» руководитель – академик **Фрянов Виктор Николаевич.**

2. Под руководством академика **Пугачева Емельяна Васильевича** выполнена НИР в области внедрения в производство инновационного автоматизированного электрооборудования.

Учеными металлургической секции выполнены работы НИР:

1. Направленные на повышение стойкости футеровок сталеразливочных ковшей на основе применения защитных покрытий, руководитель – академик **Темлянцев Михаил Викторович.**

2. Плазмометаллургического производства наноматериалов – академик **Галевский Геннадий Владиславович.**

3. В области создания новых металлических материалов с требуемыми свойствами, руководитель – академик **Афанасьев Владимир Константинович**.

Учеными секции нефти и газа выполнены работы по:

1. Оценке перспектив нефтегазоносности земель, прилегающих к зоне магистрального нефтепровода Восточная Сибирь–Тихий океан, руководитель – академик **Ростовцев Валерий Николаевич.**

2. При участии академика Полищука Юрия Михайловича выполнены НИР по проекту «Биогеохимические циклы арктических болотно–озерных ландшафтов Западной Сибири как индикатор климатических изменений глобального масштаба и основа для рационального природопользования региона (bio–geo–clim)»**.**

Учеными секции физики выполнены работы по проекту:

«Обоснование и выбор оптимальных режимов легирования, модифицирования стали и сплавов с использованием нанотехнологий и термомеханического упрочнения проката с целью формирования наноструктурного состояния поверхности для повышения механических свойств», руководитель – академик **Громов Виктор Евгеньевич**.

В области биологии, экологии и биомедицины выполнены НИР:

1. Научное обоснование и разработка системы комплексной оценки профессионального и производственно обусловленного рисков для здоровья работников угольной и металлургической промышленности. – **Олещенко Анатолий Михайлович**

2. Медико-биологические исследования патогенеза, прогнозирования и профилактики сердечно-сосудистой патологии у работников угольной и алюминиевой промышленности. – **Олещенко Анатолий Михайлович**

3. Изучение влияния социально-гигиенических факторов на репродуктивное здоровье, рождаемость и воспроизводство населения в регионах Сибирского федерального округа с разным уровнем социально-экономического развития (утверждена решением Президиума СО РАМН). – **Григорьев Юрий Аркадьевич**

4. - Научное обоснование и разработка системы комплексной оценки профессионального и производственно обусловленного рисков для здоровья работников угольной и металлургической промышленности руководитель – академик **Захаренков Василий Васильевич**.

- Медико-биологические исследования патогенеза, прогнозирования и профилактики сердечно-сосудистой патологии у работников угольной и алюминиевой промышленности - руководители – академик **Захаренков Василий Васильевич**, **Панев Н.И.**

- На основе социально-гигиенического мониторинга разработать комплекс мероприятий по управлению качеством медицинской помощи сельскому населению на современном этапе социально-экономического развития территорий руководители – академик **Захаренков Василий Васильевич**, **Колядо В.Б.**

- Разработка системы социально-гигиенической оценки патологической пораженности населения как элемент стратегического планирования в здравоохранении руководитель – академик **Захаренков Василий Васильевич**, **Бабенко А.И.**

Разработаны проекты:

- Комплексная муниципальная программа «Улучшение демографической ситуации в городе Новокузнецке» на период до 2015 г.

- «Здоровье и сохранение трудового потенциала населения Сибирского федерального округа»

- «Улучшение демографической ситуации в Сибирском федеральном округе» на период до 2025 г

Учеными секции агротехники выполнены работы по проектам

1. «Изучение состояния зерноочистительных комплексов и их модернизация», руководитель – академик **Мяленко Виктор Иванович.**

2. «Разработка технологических приемов возделывания чечевицы в степной зоне Кузбасса», руководитель – академик **Самаров Виктор Моисеевич.**

3. «Тяжелые металлы и микроэлементы в системе почва – сельскохозяйственная продукция – человек по природно–сельскохозяйственным зонам Кемеровской области» – руководитель – член–корреспондент **Просянникова Ольга Ивановна**.

4. «Агроэкологическое обоснование повышения урожайности гречихи в лесостепной зоне Алтайского края» – руководитель – академик **Важов Виктор Маркович**.

По результатам научных исследований учеными Отделения опубликовано 21 монография, 25 учебников и учебных пособий, более 400 статей в журналах, и периодических изданиях, получено 16 патентов, сделано более 100 докладов на конференциях различного уровня, под руководством ученых Отделения защищены кандидатские и докторские диссертации.

Членом – корреспондентом Хижняковым Валентином Игнатьевичем в издательстве Томского политехнического университета издано учебное пособие «Коррозионное растрескивание магистральных газонефтепроводов в процессе длительной эксплуатации», допущенное к издательству Учебно-

методическим объединением вузов Российской Федерации по нефтегазовому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 131000 «Нефтегазовое дело»

Большинство ученых Отделения приняли активное участие в подготовке кадров высшей квалификации, работе форумов различного уровня, мероприятиях по организации взаимодействия с российскими и зарубежными организациями. Следует отметить особую активность в данном направлении членов Томского научного центра.

Члены Отделения постоянно принимают участие в промышленных выставках, научно–технических совещаниях и общественных мероприятиях различного уровня, в подготовке отраслевых и региональных документов, экспертных заключений по заданиям областных, городских администраций, промышленных и сельскохозяйственных предприятий по вопросам науки, образования, экономики и культуры.

Ряд членов Отделения отмечены в прошедшем году академическими, ведомственными и региональными наградами, вошли в число победителей выставок и конкурсов различных уровней и направлений.

Академику **Громову Виктору Евгеньевичу** присвоено почетное звание «Почетный профессор Кузбасса».

Подводя итог изложенному, можно констатировать, что плодотворная и результативная деятельность членов ЗСО РАЕН в 2014 году способствовала росту научного, экономического и культурного потенциала региона.

Председатель ЗСО РАЕН Е.В. Протопопов

Ученый секретарь, академик М.В. Темлянцев

РЕШЕНИЕ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ ЗАПАДНО–СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАЕН (03.06.2015.)

1. Общее собрание констатирует результативную работу членов ЗСО РАЕН, проводимую под руководством и во взаимодействии с Президиумом РАЕН. В 2014 г. увеличен объем научных исследований, возрос вклад ученых отделения в развитие интеллектуального потенциала региона.

2. Утвердить отчет о научной и организационной деятельности ЗСО РАЕН в 2014 г. с оценкой «удовлетворительно».

3. Утвердить отчет ревизионной комиссии.

4. Утвердить новый состав президиума ЗСО РАЕН.

5. Установить в 2016 г. ежегодный размер членских взносов 1000 руб.

6. Подготовить и издать 18 выпуск «Вестника ЗСО РАЕН».

Срок представления материалов в соответствии с установленными требованиями – 01.01.2016 г.

Ответственный за выпуск – акад. Темлянцев М.В.

7. Завершить разработку Интернет–страницы ЗСО РАЕН.

8. Председателям секций подготовить предложения по кандидатурам утративших связь с Отделением для рассмотрения на Общем собрании Отделения.

9. Следующее собрание ЗСО РАЕН провести в апреле 2016 г. на базе ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»

Председатель ЗСО РАЕН Е.В. Протопопов

Уч. секретарь, академик РАЕН М.В. Темлянцев

ЕМЕЛЬЯН ПУГАЧЕВ - ПРЕДВОДИТЕЛЬ НАУКИ

Новокузнецку скоро 400 лет. Такого рода юбилеи традиционно отмечаются «преданиями старины глубокой» - «откуда есть пошла земля» Кузнецкая, кто населял да чем занимались предки. Все это, верно, надо. Но как мне кажется, такой подход страдает отсутствием широкого взгляда на историю, а ведь ее делали и делают люди – наши отцы, деды, прадеды, современники. Давайте вспомним о них! Тем более, что есть печальный повод – ушел из жизни новокузнечанин, ученый, профессор Емельян Васильевич Пугачев – Почетный работник угольной промышленности, Заслуженный работник высшей школы, основатель научной школы, академик, ветеран СибГИУ. Такие люди, как он, во многом определяли экономическую и научную будущность региона, потому что в своей работе завязывали науку и производство в один мощный узел.

Емельян Васильевич родился в городе Осинники. Как многие способные юноши этого шахтерского городка поступил и окончил в 1953 году Осинниковский горный техникум. Видя его незаурядную тягу к образованию и науке, преподаватели настоятельно рекомендовали ему продолжить учебу. Но жизнь вела к цели другими путями. В 1954 году Пугачев работал буровым мастером Сучанской геолого – разведочной партии, а это тяжелый ломовой труд, который воспитал в юноше мужчину. С 1954 по 1958 Емельян Васильевич служил на военно – морском подводном флоте командиром отделения торпедных электриков. Здесь научился предельной дисциплине.

После службы в армии молодой Емельян Пугачев без особых усилий берет новую крепость: поступает в СМИ и в 1963 году оканчивает его (ныне Сибирский государственный индустриальный университет). В 1970 году защищает кандидатскую диссертацию (в Кузбасском политехническом институте), а в 1989 - докторскую диссертацию (в Ленинградском электротехническом институте), с 1990 года он становится профессором.

С 1963 по 2015 год Емельян Васильевич работал в Сибирском государственном индустриальном университете, последовательно занимая должности ассистента, старшего преподавателя, доцента, заведующего кафедрой (с 1978 года), проректора по научной работе, затем заведующего кафедрой горной электромеханики. Являлся основателем научной школы и ведущим специалистом не просто Кузбасса - страны в области теории и практики систем шахтного электромеханического оборудования с автономными источниками питания.

Отец был Личностью с большой буквы, ярким представителем научной элиты, наставником для многих и многих студентов и сотрудников, - вспоминает Элла Емельяновна Пугачева, дочь ученого. - Человек огромного масштаба

академической и исследовательской работы, колоссального жизненного опыта. Пример высокой преданности науке, учёный-практик, высочайший профессионал и прекрасный организатор, человек неиссякаемой энергии, яркий и талантливый педагог, уважаемый и любимый коллегами и многочисленными учениками.

Он любил жизнь, любил свою семью, был замечательным товарищем, человеком невероятной отзывчивости и доброты, всегда готовым помочь в трудную минуту, поддержать и словом, и делом. Как и положено мужчине, построил дом – и не один, посадил дерево – и не одно, вырастил сына – и не одного! Он был мудрым и ответственным главой многочисленного рода, а для своих детей и внуков - самым лучшим, любящим отцом и дедом.

На всех этапах своей большой жизни Емельян Васильевич был в самой гуще событий, действовал энергично и точно, многое сделал и многого все же не успел. Как зримое напоминание о научно-академическом наследии Емельяна Васильевича для нас будет созданная им научная школа, в которой работают его ученики по сей день.»

В 1970-е годы под руководством тогда кандидата технических наук, доцента Е.В. Пугачева получили дальнейшее развитие исследования способов, режимов и технических средств заряда аккумуляторных батарей шахтного назначения, велась разработка и внедрение тиристорных зарядных устройств. Эти разработки делали труд шахтеров более безопасным.

В 1980-е годы научная школа, основанная Пугачевым, выполняет работы по двум темам. Первая связана с исследованием и разработкой оптимальных методов и средств испытания и эксплуатации химических источников тока различного назначения проводилась под руководством молодого ученого, доцента Е.В. Пугачева, ответственными исполнителями были доценты Б.Я. Розеншток, Э.Б. Цинкер, старшие инженеры О.В. Громова, Л.В. Козелков). Работа выполнялась совместно с Всесоюзным научно-исследовательским аккумуляторным институтом города Ленинграда (в то время). Экономический эффект от внедрения результатов отдельных этапов работы составил 520 тысяч советских рублей (для сравнения – строительство средней школы под ключ в те годы стоило 1 миллион рублей). Было получено девять авторских свидетельств.

Вторая работа выполнялась по заказу Министерства угольной промышленности и была направлена на создание новых технических средств для заряда-разряда тяговых аккумуляторных батарей рудничных электровозов (руководителем также был кандидат технических наук, доцент Е.В. Пугачев, ответственным исполнителем – инженер Л.В. Козелков). Были изготовлены опытные промышленные образцы тиристорных преобразователей и проведены шахтные испытания.

Ряд конкретных разработок в виде зарядно-разрядных устройств нового поколения, а также автоматизированных систем испытания и эксплуатации химических источников тока, выполненных под руководством Е.В. Пугачева, нашли широкое использование в ведущих научно-производственных организациях: ИГД им. А.А. Скочинского, институт «Гипроуглеавтоматизация», НПО «Углемеханизация» (Украина), КузНИУИ, институт «Гидроуглемаш»,

Прокопьевский завод шахтной автоматики, заводы «Углеприбор», «Электропреобразователь», Всесоюзный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический аккумуляторный институт (г. Ленинград). Автоматизированные испытательные комплексы для аккумуляторов, если говорить о Ленинграде, помогали решать узко специальные задачи для обороны страны и космических исследований. Другие результаты способствовали развитию научно-технического потенциала угледобывающей отрасли Кузбасса и Советского Союза. И «под землей» и «в небе» кузнецкая наука говорила свое слово. И говорила она устами Емельяна Васильевича.

В 1990-е годы под руководством Е.В. Пугачева было сформировано научное направление «Теория и практика информационно-материальных технологий в электромеханических системах горно-металлургического комплекса», по программе которого и сейчас работает научная школа, объединяющая специалистов двух кафедр: электромеханики, а также электротехники и электрооборудования. По этому направлению кафедрой выполняются научные работы в области теории и практики систем автоматизированного электромеханического оборудования шахтного назначения – подъемных, вентиляторных и компрессорных установок. То есть того оборудования, без которого невозможно функционирование любой шахты региона.

С 1990 по 1994 гг. Емельян Васильевич был избран народным депутатом Кемеровского областного совета и членом Малого Совета Кузбасса. В это время он проводил экспертизы научных разработок, руководил постоянной комиссией по внешнеэкономическим связям, активно участвовал в работе инициативной группы ученых Кузбасса по созданию Южно-Кузбасского научного центра Западно-Сибирского отделения РАЕН.

В 1994 году Е.В. Пугачёв избирается членом-корреспондентом академии инженерных наук Российской Федерации имени А.М. Прохорова (АИН РФ), а в 1996 году становится действительным членом АИН РФ. В этом же году был избран председателем Южно-Кузбасского научного центра Западно-Сибирского отделения РАЕН.

Емельян Васильевич автор 2-х монографий, более трехсот научных статей, написанных им лично или в соавторстве, 32 авторских свидетельств и патентов на изобретение. За 60 лет его научной и педагогической деятельности им подготовлено более 4000 горных инженеров-электромехаников! Из них 110 выпускников получили диплом с отличием; 39 защитили кандидатские диссертации, 10 – докторские.

С 1999 года на кафедре под руководством доктора технических наук, профессора Е.В. Пугачева действовала авторская образовательная программа «Электромеханические системы и информатика» по подготовке в сокращенные сроки горных инженеров-электромехаников из числа специалистов, имеющих базовое среднетехническое образование. Подготовленные по этой программе высококвалифицированные специалисты имели широкую возможность для трудоустройства. В наше время – немалое преимущество!

Емельян Васильевич награжден медалью «Ветеран труда» (1989 г.); знаком «Трудовая слава» III степени (2000 г.); юбилейной медалью «75 лет СибГИУ» (2005 г.); медалью «За особый вклад в развитие Кузбасса» III степени; орденом «За пользу отечеству» им. В.Н. Татищева; медалью «Почетный профессор СибГИУ», премией Губернатора Кузбасса за большой вклад в социально-экономическое развитие Кузбасса и подготовку кадров высшей квалификации; Почетной грамотой Совета народных депутатов за многолетний добросовестный труд по обучению и воспитанию горных инженеров для горнорудной промышленности края и другими наградами. Емельян Васильевич всегда считал главной своей наградой – пользу Отечеству, которую он смог принести за годы своего служения науке и людям.

Было бы справедливым делом отдать дань памяти таким людям, как Емельян Васильевич Пугачев, предводитель горной науки, которые незаметным, далеко не ратным, а мирным трудом делали и делают современную историю осмысленной. И если потомки о них не забудут – им будет чем гордиться! Соболезнования по поводу кончины Е.В. Пугачева приходили из самых разных уголков нашей великой страны – высылали телеграммы и письма его ученики и соратники, помня об учителе с большой буквы.

Не забудем и мы.

УДК 622.3:658.567.1

Концептуальная модель процесса образования и накопления отходов угольных предприятий (на примере ЦОФ «Абашевская») / Шорохова А.В., Фрянов В.Н. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С. 4.

В работе представлена концептуальная модель процесса образования и накопления отходов угольных предприятий с последующей ее декомпозицией. Так же на контекстной диаграмме рассмотрены входы, выходы, ресурсы и управляющие воздействия. Рис. 2. Библ. 1.

In work the conceptual model of process of education and accumulation of waste of the coal enterprises with the subsequent its decomposition is presented. Also on the contextual chart entrances, exits, resources and the operating influences are considered. Fig. 2. Ref. 1.

УДК 622.831

Выявление закономерностей изменения геомеханического состояния углепородного массива при многоштрековой подготовке угольных пластов / Цветков А.Б., Павлова Л.Д., Фрянов В.Н. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.9.

На основе разработанного и реализованного авторского пакета компьютерных программ проведено моделирование распределения параметров напряжённо-деформированного состояния углепородного массива при сложной топологии влияющих очистной и подготовительных выработок. Выявлены закономерностей изменения геомеханического состояния углепородного массива при многоштрековой подготовке угольных пластов и обоснованы условия безопасного ведения горных работ, исключающие возникновение горных ударов в угольных целиках. Рис. 7. Библ. 5.

Based on the author to develop and implement a package of computer programs to simulate the parameters of the distribution of the stress-strain state of coal rock mass at the complicated topology affecting the cleaning and development workings. The regularities of changes of geomechanical state coal rock mass at mnogoshtrekovoy preparation of coal seams and grounded conditions of safe mining operations, excluding the occurrence of strikes in the mining of coal pillars. Fig . 7. Ref. 5.

УДК 622.33(571.17)

Перспективы развития технологии подземной угледобычи в Кузбассе / Фрянов В.Н., Павлова Л.Д., Приступа Ю.Д. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С. 15

Изучены тенденции сокращения добычи угля в Кузбассе в связи с конкурентностью альтернативных источников энергоресурсов и существенным отставанием эффективности традиционных технологий угледобычи в России от мирового уровня и требований конвергенции нано,- био, информационных и когнитивных технологий. Обоснована концепция, принципы и этапы создания

роботизированной шахты, реализация которых позволит минимизировать численность персонала с выполнением его функций роботами и манипуляторами, управляемыми людьми-операторами из диспетчерских пунктов и рабочих мест, расположенных в безопасных зонах. Рис. 3. Библ. 11.

Studied the decline of coal mining in the Kuzbass region in connection with the competitiveness of alternative energy sources and a significant lag in the effectiveness of traditional technologies for coal mining in Russia of the world level and requirements of convergence of nano, bio, information and cognitive technologies. The concept, principles and stages of creating a robotic mines, the implementation of which will minimize the number of personnel with the performance of its functions of robots and manipulators, controlled by humans operators from control rooms and workstations located in secure areas. Fig. 3. Ref. 11.

УДК 532: 681.3

Статистические модели второго порядка с транспортными уравнениями для локальных свойств турбулентности в прогнозе влияния атмосферных процессов на эффективность функционирования сооружений магистрального нефтепродуктопровода / Харламов С.Н., Ким В.Ю., Новоселов Д.Н., Кошелева Н.Н., Сурков А. В. // Вестник ЗСО РАЕН. №18. -2016. –С. 23.

На основе математических моделей, методов и алгоритмов их численной реализации, сформулированных в [1], в данной работе представлены результаты детального компьютерного моделирования динамики и теплообмена в сложных сдвиговых потоков при обтекании резервуаров, предназначенных для хранения природного сырья. Анализ закономерностей взаимодействия воздушных масс со сложной границей рельефа местности, геометрии резервуаров осуществляется в рамках моделей второго порядка для молярных потоков импульса и тепла с учетом низкорейнольдсовых эффектов в нижнем атмосферном слое. Расчетами определены границы зон интенсификации процессов, способных благоприятно влиять на функционирование парка хранения продуктов, минимизацию потерь за счет фазовых процессов и транспортировку сырья по трубопроводам. Рис. 10. Библ.3.

In the given paper results of detailed computer modelling of dynamics and heat transfer in complex shear streams are presented at flow of the reservoirs designed for storage of natural raw materials on the basis of mathematical models, methods and the algorithms of their numerical realization formulated in [1]. The analysis of regularities of air masses interaction with complex border of a lay of land, geometry of reservoirs is carried out within the limits of models of the second order for molar momentum and heat fluxes with the account of the low-Reynolds effects in the lower atmospheric layer. Calculations define borders of process intensification fields, capable congenially to influence functioning of products Storage Park, minimization of losses at the expense of phase processes and natural raw materials transportation in pipelines. Fig.10. Ref. 3

УДК 532: 681.3

Исследование вязкостно-инерционных режимов течения и теплообмена углеводородных сред на участках нефтепродуктопровода с переменными теплофизическими свойствами стенки / Харламов С.Н., Ким В.Ю., Зайковский В.В., Сурков А.В., Кошелева Н.Н. // Вестник ЗСО РАЕН. №18. -2016. – С. 29.

В данной работе численно исследуются вязкостно-инерционные режимы течения углеводородных сред с ньютоновской реологией в трубопроводах в условиях интенсивного охлаждения отдельных участков, подвергшихся разрыву изоляции. Уясняются особенности изменений локальной структуры потока вследствие нелинейных конвективно-диффузионных процессов, осложненных существенной переменностью теплофизических свойств транспортируемой среды. Отмечаются закономерности течения и теплообмена важные для построения критериальных связей прогноза потерь энергии на трение, напор, теплообмен и включения их в практику прикладных исследований. Рис. 9. Библ.9

In the given paper, the viscous and inertial flow regimes of hydrocarbonaceous media with Newtonian rheology are numerically investigated in pipelines at the conditions of intensive refrigerating of some fields with isolation tearing up. Features of changes of local flow structure owing to nonlinear convectional and diffusional transfer processes complicated by essential variability of thermal properties of the transported medium are understood. Hydro- and thermodynamic regularities which are important for development of criterial relationships at the forecast of power losses on a friction, head, heat transfer and their incorporations in practice of applied researches are marked. Fig. 9. Ref. 9.

УДК 532 : 681.3

Моделирование рециркуляционных турбулентных течений при обтекании объектов топливно-энергетического комплекса / Харламов С.Н., Альгинов Р.А., Кошелева Н.Н., Сурков А.В., Макеев К.С. // Вестник ЗСО РАЕН, №18. 2016. – С. 35.

Представлены результаты математического моделирования и численного расчета эволюции пространственных аэродинамических и тепловых процессов при обтекании воздушными неизотермическими потоками объектов резервуарного парка. Анализируются особенности течений в специфических областях. Критически оцениваются возможности используемых моделей в прогнозе многомасштабных механизмов изменения турбулентности. Даны рекомендации по совершенствованию метода в прогнозе течений взаимодействующих с хранилищами, повышающих риски качественного хранения нефтепродуктов. Рис. 2. Библ. 9.

Results of mathematical simulation and numerical calculation of evolution of spatial aerodynamic and thermal processes are presented at a flow by air not isothermal streams of reservoir park objects. Flow features in specific fields are analyzed. Possibilities of used models in the forecast of multiscale mechanisms of turbulence changing are critically evaluated. Recommendations about method perfecting in the forecast of flows which are interacted with the storehouses, raising risks of qualitative storage of oil products are made. Fig. 2. Ref. 9.

УДК 622.271.625:665.612.2 (571.16)

Использование попутного нефтяного газа при реализации газовой программы Томской области / Панычев С.И., Лукьянов В.Г. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 42.

В работе приведены сведения об истории создания нефтегазодобывающей отрасли Томской области, значении нефтегазового комплекса в экономике Томской области, использовании попутного нефтяного газа при реализации газовой программы Томской области. Приведены динамика добычи природного газа и конденсата, динамика добычи и использования попутного нефтяного газа, основные направления использования попутного нефтяного газа. Рис. 3.

The paper presents information about the history of the petroleum industry of the Tomsk region, the value of oil and gas complex in the economy of Tomsk region, the use of associated petroleum gas at the gas program of the Tomsk region. The dynamics of extraction of natural gas and condensate, the dynamics of production and use of associated petroleum gas, the main directions of utilization of associated petroleum gas. Fig. 3.

УДК 553. 98. 044

К вопросу о трудноизвлекаемых запасах нефти / Ростовцев В. Н. Лукьянов В.Г. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 48.

Добыча нефти и её ресурсы фундамент экономики России. Не смотря на это, государство более 20 лет прекратило поиски месторождений нефти и газа. В марте 2014 года, МПР и экологии РФ совместно с администрацией Томской области формируют программу по локализации и освоению ТРИЗ. В работе дана экспертная оценка этой программы. Рис. 1. Библ. 3.

Oil production and its resources are the Foundation of the Russian economy. Despite this, the state more than 20 years ceased to search for deposits of oil and gas. In March 2014, Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation jointly with the administration of the Tomsk region to form the program localization and development of TRIZ. In the work of the peer review of this program. Fig. 1. Ref.3.

УДК 669.184:001.891.53

Условия подобия при высокотемпературном моделировании конвертерных процессов / Протопопов Е.В., Хомичева В.Е. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 52.

Целый ряд процессов, происходящих в ваннах сталеплавильных агрегатов, связанных прежде всего с гидродинамическими и теплообменными явлениями в высокотемпературных средах, практически не поддаются непосредственному изучению современными научными методами, либо их исследования требуют неоправданно высоких затрат средств и времени. Вместе с тем в лабораторных условиях значительный объем информации может быть получен при использовании различных видов физического моделирования с соблюдением подобия процессов, происходящих в натурных условиях, которые могут привести к новым технологическим и конструктивным решениям. Библ. 20.

A number of processes occurring in the bath steelmaking units, primarily dealing with hydrodynamic and heat transfer phenomena in high-temperature environments, are almost impossible to direct the study of modern scientific methods or their research requires unnecessarily high costs time and money. However, in laboratory conditions, considerable information can be obtained from the use of different types of physical modelling with adherence to similarity of processes occurring in natural conditions, which can lead to new technological and constructive solutions. Ref. 20.

УДК 669.184.244.66:669.184.235.18

Исследование фазовых равновесий в шлаковом расплаве при выплавке стали с использованием высокомагнезиальных флюсов / Протопопов Е.В., Калиногорский А.Н., Якушевич Н.Ф. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С.64.

В современных условиях конвертерного производства стали для повышения эффективности нанесения огнеупорных покрытий широко используются высокомагнезиальные флюсы. В соответствии с развиваемыми положениями рассмотрены особенности шлакообразования, изменение фазового состава и степени насыщения конвертерных шлаков оксидом магния. Табл. 3. Библ. 4.

In modern conditions of converter steel production are widely used high magnesia fluxes to improve the efficiency of application of refractory coatings technology. In accordance with the provisions to develop the features of slag formation, change in the phase composition and the degree of saturation of magnesium oxide converter slags. Tab. 3. Ref. 4.

УДК 669.162

Практика и перспективы промышленного применения низкошахтных печей / Феоктистов А.В., Скуратов А.П., Селянин И.Ф., Темлянцев М.В. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 69.

В статье проведен критический анализ специальной технической литературы в области практики эксплуатации шахтных печей, который выявил, что низкошахтные печи получили широкое распространение в различных отраслях промышленности: металлургии, машиностроении и литейном производстве, химической промышленности, производстве строительных и огнеупорных материалов. Твердотопливные низкошахтные печи перспективны, их конструкции прогрессивны и имеют ряд конкурентных преимуществ перед печами других типов. Развитие конструкций низкошахтных печей реализуется в направлении увеличения производительности, интенсификации процесса плавки и повышения их эффективности. Рис. 1. Библ. 14.

The article conducts a critical analysis of special technical literature in the area of operation of shaft furnaces, which revealed that shaft furnace are widely spread in various industries: metallurgy, engineering and foundry, chemical industry, manufacture of building and refractory materials. Solid fuel furnaces, their design progressive and have a number of competitive advantages over other types of furnaces. The development of structures shaft furnaces sold in the direction of increasing

productivity, intensification of the melting process and increase their efficiency. Fig.1. Ref. 14.

УДК 539.382.2

Деформация проводников в условиях электроимпульсного воздействия / Гагарин А.Ю., Сарычев В.Д., Громов В.Е. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 77.

Рассмотрено анализ методологии и проблематики связанных с эффектом Портевена-Ле Шателье, условия проявления данного эффекта, его причины и свойства, на основе опытов проведенных на алюминий–магниевых сплавов ведущих исследователей в данной области на сегодняшний день. Описаны методы управления данным эффектом действием электрического тока, приведены снимки результатов моделирования при растяжении и обтекании током дефектов в образцах. Рис. 3. Табл. 1. Библ. 21.

It is examined the analysis of methodology and problems of connected with the effect Portevin- le Chateliers, condition of the manifestation of this effect, its reason and property, on the basis of the experiences of those carried out on the aluminum-magnesium alloys of the chief researchers in this region today. The methods of control of action of electric current this by effect are described, are given the photographs of the results of simulation with the tension and the flow of the current about the defects in the models. Fig. 3. Tab. 1. Ref. 21.

УДК 621.74

Повышение жидкотекучести латуни лц16к4 при получении художественных отливок / Герасимов С.П., Титов А.Ю., Палачев В.А., Деев В.Б., Пономарева К.В. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 85.

В работе проведено исследование возможности увеличения жидкотекучести латуни ЛЦ16К4 путем варьирования ее химического состава в рамках ГОСТ 17711-93. Результаты исследования могут быть применимы при получении художественного и промышленного литья из кремнистой латуни ЛЦ16К4, а также в других областях металлургии и литейного производства. Рис. 5. Табл. 3. Библ. 16.

In this investigation work the research of possibility of increasing the fluidity of silicon brass LC16K4 by varying chemical composition within GOST 17711-93 was conducted. The results of this work can be applied in the preparation of the artistic and industrial casting of silicon brass LC16K4, as well as in other fields of metallurgy. Fig. 5. Tab. 3. Ref. 16.

УДК 669.184:001.891.53

Теория и технология высокотемпературного моделирования конвертерных процессов/ Протопопов Е.В., Фейлер С.В. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 93.

Освещены результаты разработки и совершенствования установок и методик высокотемпературного моделирования гидрогазодинамических и

тепломассообменных закономерностей верхней и комбинированной продувки конвертерной ванны. Благодаря использованию конвертеров со смотровыми окнами, применению специальных приемов визуализации реакционной зоны и фотокиносъемки, удалось пронаблюдать и зафиксировать макрокартину физических явлений на поверхности продуваемой конвертерной ванны.

Разработанная методика использования прозрачной стенки конвертера позволила получить достоверную информацию о состоянии и перемещении границы раздела шлак – металл при различных способах продувки и механизме образования выбросов. Разработанные и обоснованные основные положения методики высокотемпературного моделирования различных вариантов продувки конвертерной ванны с предложением чисел динамического подобия позволяют с большой достоверностью переносить полученные данные с модели на промышленный образец. Предложены практические варианты подхода к изучению гидрогазодинамических и тепломассообменных процессов, протекающих в основных реакционных зонах рабочего пространства конвертера при верхней и комбинированной продувке. Рис. 6. Библ. 27.

The results of the development and improvement of installations and methods of high-temperature modeling of water and gas flows and heat and mass transfer regularities and top combined blowing of a Converter bath. Through the use of converters with inspection Windows, the use of special techniques of visualization of the reaction zone and votkinski, was able to observe and fix macrocortin physical phenomena on the surface blown Converter bath. The technique of using transparent wall of the Converter has allowed to obtain reliable information on the status and moving the boundary between the slag – metal at various methods of purging and the mechanism of formation of emissions. Developed and justified basic methods of high-temperature modeling of different variants of the blowing of a Converter bath with the proposal numbers, dynamic similarity allows with high reliability to transfer the obtained data with model for industrial design. Practical versions of the proposed approach to the study of hydro-gas-dynamic and heat and mass transfer processes occurring in the main reaction zones of the working space of the Converter at the upper and combined blowing. Fig. 6. Ref. 27.

УДК 669.13.131.622

Влияние контактной разности потенциалов на модифицирующий эффект барий-стронциевого карбоната бск-2 при изготовлении чугунного литья Модзелевская О.Г., Феоктистов А.В., Селянин И.Ф., Куценко А.И., Деев В.Б., Куценко А.А. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 106.

Отсутствие среди исследователей однозначной интерпретации экспериментального материала по модифицированию металлов и сплавов делает актуальным поиск и доказательство гипотез, выходящих за рамки классического физико-химического подхода. В работе предложена квантово-механическая теория модифицирующего влияния веществ, в частности оксидов BaO, SrO, CaO в составе природного модификатора БСК-2, на металлические свойства, дополняющая классическую теорию гетерогенного зародышевания твердой фазы. На основе теории свободных электронов объясняется модифицирующая

способность ультрадисперсных включений. С позиции физики контактной разности потенциалов показаны особенности процесса зародышеобразования при изготовлении чугунного литья. Табл. 1. Библ. 12.

Absence among researchers unambiguous interpretation of experimental data on the modification of metals and alloys makes it relevant to search and prove hypotheses beyond the classical physico-chemical approach. The paper presents a quantum-mechanical theory of modifying influence of substances, in particular the oxides BaO, SrO, CaO in the composition of natural modifier BSK-2 to metal properties to complement the classical theory of heterogeneous zarodyshevaniya solid. Based on the theory of free electrons is due to modifying the ability of ultrafine inclusions. From the standpoint of the physics of the contact potential difference shows characteristics of the nucleation process in the manufacture of cast iron. Tab. 1. Ref. 12.

УДК 669.184.244.66:669.184.242

Использование составных сопел в кислородных фурмах для продувки металлического расплава в большегрузных конвертерах Фейлер С.В., Протопопов Е.В., Неунывахина Д.Т. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 111.

В статье представлен анализ результатов проведенных опытно-промышленных плавок с использованием фурмы с соплами Лаваля, оснащенными цилиндрическим насадком. Рис. 4. Библ. 3.

The article presents the analysis of results of experimental-industrial meltings with use of tuyeres with nozzles of Laval, is equipped with a cylindrical muzzle. Fig.4. Ref. 3.

УДК 621.791:624

Карбиды в стали системы C-Si-Mn-Cr-W-V / Титов Д.А., Кибко Н.В., Козырев Н.А., Романов Д.А. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 118.

С помощью методов оптической и сканирующей электронной микроскопии исследованы характеристики карбидов в структуре стали 35В9Х3СФ, определен их атомарный состав. Установлено, что в структуре образцов с содержанием углеродфторсодержащей добавки раздельно и совместно с никелем обнаружены карбиды ванадия, вольфрама и хрома. Карбиды имеют дисперсное строение, глобулярную форму и равномерно распределены в объеме стали, что должно повышать ее способность к сопротивлению разрушению при абразивном изнашивании. Рис. 2. Табл. 2. Библ. 11.

Using the methods of optical and scanning electron microscopy investigated the characteristics of carbides in the steel structure 35В9Х3СФ, determined their atomic structure. It is established that in the structure of the samples with the content of carbon-fluorine containing additives separately and in conjunction with the nickel discovered carbides of vanadium, tungsten and chromium. Carbides are dispersed structure, globular shape and uniformly distributed in the volume of steel, which should increase its ability to resist deterioration by abrasive wear. Fig. 2. Tab. 2. Ref. 11.

УДК 635.656:632.9 (571.17)

Изучение биологической эффективности инсектицидов против колорадского жука, влияние их на фитосанитарное состояние посевов картофеля и урожайность в условиях Кузбасса / Рудакова С.И. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 126.

Экологическая обстановка в Кемеровской области остается напряженной, но не смотря на это применение инсектицидов позволяет получать стабильные урожаи картофеля и ограничивать распространение колорадского жука на территории области. Однако непродуманное использование инсектицидов в посевах картофеля имеет и негативные последствия, как для окружающей среды, так и для человека - вызывают различные поражения почек, нервной и кровеносной систем, аллергию [1, 2]. В Кемеровской области районированные сорта картофеля имеют недостаточный уровень урожайности и, чаще всего, он не превышает - 20 т/га. Это связано с массовым распространением колорадского жука – конкурентом картофеля, так как он лучше приспосабливается к внешним условиям окружающей среды, в связи с чем, потери урожая в отдельные годы достигают 30,0 % и более. Защита посевов картофеля от вредителя осуществляется с помощью инсектицидов, что обеспечивает повышение не только урожайности, но и рентабельности производства. В наших исследованиях использованы малотоксичные инсектициды – Браво, Танрек, Конфидор Экстра, Командор, Антижук, Актара, Жукомор. Объектами явились: среднеспелые сорта картофеля Невский, Тулеевский. Таб. 5. Библ. 6.

The environmental situation in Kemerovo Oblast remains tense, but despite this the use of insecticides allows you to receive stable harvests of potatoes and limit the spread of the Colorado potato beetle on the territory of the region. However, indiscriminate use of pesticides in crops of potatoes had negative consequences both for the environment Wednesday, and man-cause various damage kidneys, nervous and circulatory systems, allergies [1, 2].

(B) the Kemerovo region released varieties have insufficient crop yields and, more often than not, it is not more than-20 t/ha. This is due to the massive spread of Colorado potato beetle-competitor potatoes because it better adapts to external conditions surrounding Wednesday, therefore, yield losses in some years, reaching 30.0% and more. Protection of potato crops from pest is done using the insecticide that improves not only productivity, but also of production profitability.

In our studies used low insecticides-Bravo;, Konfidor extra, Commander, Antižuk, Aktara, Žukomor. The objects were: maturing varieties Nevsky, Tuleevskij. Tab. 5. Ref. 6.

УДК 636.4.233

Продуктивные качества свиней породы пьетрен в условиях Сибири / Гришкова А.П., Аришин А.А., Чалова Н.А. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 131.

В статье изложены основные научные результаты по оценке продуктивных качеств животных породы пьетрен в процессе адаптации в условиях Сибири. Табл. 5. Библ.7.

The article describes the main scientific results on the estimation of productive qualities of animals of the breeds pietrain in the process of adaptation in the conditions of Siberia.Tab. 5. Ref. 7.

УДК: 631.87

Анализ отходов животноводческих хозяйств и технологические аспекты их переработки / Курбанова М.Г. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 137.

В статье рассмотрены результаты исследований по составу отходов животноводческих ферм и птицефабрик. Представлены данные по химическому составу различных видов подстилки, применяемых в хозяйствах агропромышленного комплекса, а так же среднесуточный объем экскрементов сельскохозяйственных животных и их средний состав и санитарно-бактериологические показатели, в зависимости от различных условий. Рассмотрены аспекты для переработки отходов в биогазовых технологиях. Табл. 5. Библ. 4.

The article describes the results of studies on the composition of the waste of livestock farms and poultry farms. The data on the chemical composition of different types of litter used in farms agriculture, as well as the daily average volume of excreta of farm animals and their average composition sanitary and bacteriological indicators, depending on various conditions. Aspects of processing waste in biogas technology. Tab. 5. Ref. 4.

УДК 637.12

Сравнительная оценка качества молока и мяса при использовании преципитата и пегасина в рационах крупного рогатого скота / Макаренко Л.Я., Макаренко Г.В. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 142.

Проблема производства экологически чистых продуктов животноводства с каждым годом приобретает большую значимость в связи с интенсивным развитием промышленности, энергетики, транспорта, что приводит к повышенному уровню концентрации токсичных элементов в биосфере.

Наибольшую опасность представляют соли тяжелых металлов, радионуклеиды и другие ядовитые вещества. Авторы исследований Осикина Р.В., Теднев Т.К. установили прямую корреляцию между содержанием солей тяжелых металлов в почве и молоке коров и концентрацией их в сырах. Библ. 8.

The problem is the production of organic livestock products every year becoming of more importance in connection with intensive development of industry, energy, transport, which leads to increased concentrations of toxic elements in the biosphere. The most dangerous salts of heavy metals, radionuclides and other toxic substances. The authors of the research Osykina R. V., T. K. Tenev established a direct correlation between the content of heavy metals in the soil and the milk of cows and their concentration in the cheese. Ref. 8.

УДК 636.4.084

Влияние иммунонутриентов на продуктивность и морфологический состав крови ремонтных свинок / Рассолов С.Н., Климова А.В. // Вестник РАЕН (ЗСО) 2016. - № 18. – С. 147.

В опыте, проведенном на молодняке свиней, показано, что однократное введение препарата Е-селен и седимин на фоне пробиотика в условиях дефицитного рациона по селену и йоду, положительно сказалось на повышении их продуктивных качеств. Табл. 2. Библ. 3.

Summary. In the experience which has been lead on young growth of pigs, unitary introduction of a preparation E-selenium and sedimin on a background probiotic in conditions of a scarce diet on selenium and iodine is shown, that has positively affected increase of their productive qualities. Tab. 2. Ref. 3.

УДК 636.086.2 (571.1)

Расширять посевы нута в севооборотах / Самаров В.М., Рябцев А.С. // Вестник РАЕН (ЗСО), 2016. - № 18. С. 150.

Представлена новая зернобобовая культура нут в севообороте и его влияние на плодородие, и урожайность сельскохозяйственных культур. Табл. 1. Библ. 3.

Presents a new grain legume chickpea in crop rotation and its impact on fertility, and crop productivity. Table. 1. Ref. 3.

УДК 614.1:314.1

Тенденции рождаемости и воспроизводства населения сибирского федерального округа: ретроспектива и перспектива / Григорьев Ю.А., Баран О.И. // Вестник РАЕН (ЗСО), 2016. - № 18. С. 153.

Рост рождаемости в 2007-2014 годах и снижение смертности с 2003 года улучшили динамику естественного воспроизводства населения. В 2015 году режим воспроизводства населения стал ухудшаться. Небольшая пауза в депопуляции должна быть использована для наращивания усилий в реализации мер демографической и семейной политики. Библ. 23.

The increase in the birth rate in 2007-2014, and the decline in the mortality rate since 2003 have improved the dynamics of the natural reproduction of the population. In 2015, the mode of the population reproduction began to deteriorate. A brief pause in the depopulation should be used to increase the efforts to implement the measures of demographic and family policy. Ref. 23.

УДК 314.5:314.335

Этническая дифференциация брачности и рождаемости коренного населения юга Сибири / Григорьев Ю.А., Баран О.И.. // Вестник РАЕН (ЗСО), 2016. - № 18. С. 158.

Представлены данные об этнической дифференциации брачности и рождаемости наиболее многочисленных коренных народов Юга Сибири – алтайцев, бурят, тувинцев, хакасов. Показано, что структура брачных состояний, динамика и уровень расчетного среднего возраста вступления в первый брак,

значение индекса детности в наибольшей степени будут способствовать высокому уровню рождаемости у алтайцев и тувинцев. Табл. 3. Библ. 19.

The data on the ethnic differentiation of the marriage and the birth rates among the most numerous indigenous peoples of the South of Siberia such as the Altaians, Buryats, Tuvinians, Khakasses are presented. It is shown that the structure of marriage status, the dynamics and the level of the estimated average age at first marriage, the index value of parental status to the greatest extent will contribute to high birth rates among the Altaians and Tuvinians. Tabl. 3. Ref. 19.

УДК 574.3

Оценка экологического риска для здоровья населения от воздействия выбросов Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики / Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.164.

В работе приведены результаты оценки риска немедленного действия и риска хронического действия, связанных с загрязнением атмосферы г. Новокузнецка выбросами Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики. Определены приоритетные загрязняющие вещества. Табл. 5. Библ. 7.

In paper presents the results of the risk of immediate action and the risk of chronic action associated with air pollution emissions of Novokuznetsk Abagur enrichment and agglomeration plant. Identified priority pollutants. Tabl. 5. Ref. 7.

УДК 614:617.7

Адекватные подходы к профилактике миопии – залог сохранения трудового потенциала / Захаренков В.В., Савиных В.И., Виблая И.В. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.169.

Обозначена проблема заболеваний органов зрения в формировании качественного уровня трудового потенциала населения. Исходя из многофакторности развития близорукости и с учетом того, что усиленный рост заболеваний миопией наблюдается в периоды обучения, классифицированы 4 вида этой патологии и указан путь включения мероприятий по профилактике миопии в комплексные целевые программы, направленные на сохранение здоровья и трудового потенциала. Библ. 18.

The problem of ophthalmological diseases in the formation of the quality level of the labour potential of the population is denoted. Based on the multifactor development of myopia and considering the fact that the increased disease rate of myopia is observed in the study periods, 4 types of this disease are classified and the way of the inclusion of the measures for myopia prevention in complex target programs aimed at maintaining the health and labour potential is specified. Ref. 18.

УДК 616.379-008.64-036.86:519.24/27

Информационные технологии в профилактике инвалидности и медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие сахарного диабета / Чеченин Г.И., Каширина Е.Ж., Брызгалина С.М. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.173.

В статье представлены результаты исследования уровней заболеваемости и инвалидности по причине сахарного диабета (СД) взрослого населения на основе накопленной информации в компьютерных базах данных и материалах по проведенной оценки организации профилактики и медико - социальной реабилитации. Полученные материалы явились основанием для разработки организационно-функциональной модели организации профилактики заболеваний СД и медико - социальной реабилитации. Апробации модели на ряде объектов показала свою эффективность. Библ. 8.

The article presents the results of a study of morbidity and disability due to diabetes mellitus (DM) of the adult population on the basis of the accumulated information in computer databases and assessment, preventive care and medical and social rehabilitation. The obtained materials were the basis for the development of organizational-functional model of organization of prevention of diseases of diabetes and medical and social rehabilitation. Testing the model at a number of facilities have demonstrated their effectiveness. Ref. 8.

УДК.519.24./27:614.23

Системное решение информационного обеспечения последипломной дистанционной подготовки медицинских работников / Чеченин Г.И, Жилина Н.М., Якушева О.Н., Туркевич К.В. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.178.

Для оптимизации последипломного образовательного процесса медицинских работников, в Новокузнецком институте усовершенствования врачей были созданы и внедрены в 2009 году системы и программы дистанционного обучения на принципах системного подхода, единого информационного обеспечения института. За этот период около двух тысяч (1854) специалистов прошли обучение. Приведены результаты анализа и ряд положений, которые могут быть полезными для других вузов. Библ. 3.

For optimization of educational process of postgraduate healthcare workers, Novokuznetsk Institute of improvement of doctors have been created and introduced in 2009 the system and the distance learning program on the principles of a systematic approach, unified information support Institute. For the period increased the professional knowledge of specialist of 1854. The results of the analysis and a number of provisions that may be useful for other universities. Ref. 3.

УДК 378.17

Образовательный кластер с учетом индекса здоровья студентов вузов (На примере Кемеровского ГСХИ) / Куркина Л.В. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.184.

Комплексное изучение основных причин, влияющих на показатель здоровье студенческой молодежи, разработать и научно обосновать систему мероприятий, направленных на улучшение и сохранение их здоровья в течение всего времени обучения в вузе. Представлены результаты статистических исследований показателя заболеваемости и индекса здоровья у студенческой молодежи 2000 по 2015 гг. в

Кемеровском ГСХИ. Отмечается тенденция снижения индекса здоровья студенческой молодежи. Рис. 6. Библ. 11.

A Comprehensive study of the major reasons that affect the health of students, to develop and scientifically justify a system of measures aimed at improving and maintaining their health during the time of education. Presents the results of statistical studies of the incidence and health index in students 2000 to 2015 in Kemerovo the SAA. Decrease in the index of the health of students. Fig. 6. Ref. 11.

УДК 616.8

К вопросу о факторном анализе по а. Р. Лурия при нейропсихологическом исследовании и нейропсихологической реабилитации / Миненков В.А., Жестикова М.Г., Киселёв Н.Ю., Зорькин И.И. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.191.

Представлен анализ функциональных систем лежащих в основе высших психических функций, через изучение факторов влияющих на результаты нейропсихологического исследования, а также на последующую нейропсихологическую реабилитацию. Библ. 11.

Presents an analysis of the functional systems underlying higher mental functions, through the study of factors affecting the results of neuropsychological testing, and follow-up neuropsychological rehabilitation. Ref. 11.

УДК 027.021

Проблемы комплектования научных библиотек: ножницы реформы науки / Елепов Б.С., Гуськова А.Е., Босина Л.В., Подкорытова Н.И. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С. 198.

В статье рассматриваются проблемы информационного обеспечения научных исследований и возможные пути их решения. В настоящее время научная библиотека имеет следующие основные источники комплектования: приобретение литературы, подписка на электронные ресурсы, международный книгообмен. По всем этим источникам наблюдается снижение объемов комплектования, при том, что постоянно растут как объемы научно-технической информации, так и требования к информированности российских ученых о последних научных достижениях в мире. Этот эффект, напоминающий ножницы, по мнению авторов статьи, является одним из следствий продолжающейся реформы российской науки. Табл. 2. Библ. 12.

In the article the problems of information support of research and possible ways of their solution. Currently the research library has the following main sources of acquisition: acquisition of literature, subscription to electronic resources, international book exchange. All of these sources is a decrease in the acquisition, while constantly growing as the volume of scientific-technical information and requirements knowledge of russian scientists about the latest scientific achievements in the world. This effect, resembling a pair of scissors, according to the authors, is a consequence of the ongoing reform of russian science. Tab. 2. Ref. 12.

УДК 004.9.902.1.930.1.303.05

Некоторые подходы к поиску стратегий анализа археологических данных / Холюшкин Ю.П. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.206.

В статье рассмотрены некоторые подходы к созданию программ конкретно-целевого, выделения археологических групп с помощью стратегий анализа данных. Библ. 9.

In the article some approaches to creating programs specifically targeted, highlighting archaeological groups by using strategies of data analysis. Ref. 9.

УДК 331.103.6

Механизм оценки и управления производительностью труда работников угледобывающих предприятий / Черникова О.П. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.211.

Анализ социально-экономического развития России за 6 месяцев 2015 г. показывает, что экономический спад, особенно в производственном секторе, продолжается, дно кризиса еще не достигнуто. Отрицательная динамика темпов экономического роста вынуждает правительство и менеджеров предприятий искать пути повышения эффективности и конкурентоспособности российской экономики. Одним из путей, обеспечивающих положительную динамику экономического роста, является повышение производительности труда. Рис. 1. Табл. 3. Библ. 4.

Analysis of the socio-economic development of Russia for 6 months of 2015 shows that economic downturn, especially in the manufacturing sector continues, the bottom of the crisis has not yet been achieved. Negative dynamics of economic growth is forcing the government and managers of the enterprises to look for ways to improve the efficiency and competitiveness of the Russian economy. One way of ensuring positive dynamics of economic growth is to increase productivity. Fig. 1. Tab. 3. Ref.4.

УДК 67.05

Методика создания сетевых и интегрированных структур в машиностроении /Антонов Г.Д., Иванова О.П. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2016. – № 18. – С.219.

Предприятия машиностроения постоянно ведут поиск эффективной организационной формы: создают интегрированные компании, стратегические альянсы или сетевые структуры. Стратегический анализ свидетельствует о том, что зачастую, созданные в процессе слияния или поглощения интегрированные образования распадаются. Эффективность и конкурентоспособность интегрированных компаний во многом зависит от обоснованности состава и объединяемых сфер деятельности участников. В данной работе предложен подход к формированию машиностроительной компании на основе поэтапного использования стратегий сетизации и интеграции. Представлены основные принципы, концептуальные положения и алгоритм реализации методического подхода к управлению интеграционными процессами в машиностроении. Обоснованы целесообразность этапизации и состав этапов при формировании

эффективных промышленных интегрированных структур в машиностроении. Библ. 19.

Machine manufacturers are constantly searching for efficient organization structures by forming integrated companies, strategic alliances or network structures. The strategic analysis suggests that integrated companies formed in the result of the merging and acquisition processes often disintegrate. Efficiency and competitiveness of integrated companies largely depends on their reasonability regarding the list of members and integrated areas of their activity. In this paper we propose the approach to the formation of machine building companies based on phased implementation of strategies for networking and integration. The paper suggests the basic principles, conceptual provisions and algorithm for implementing the methodological approach to the management of integrating processes in the machine engineering industry. Expediency of staging and stage details of effective integrated structures in engineering is discussed. Ref. 19.

Научное издание

ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
ЗАПАДНО–СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Выпуск 18, 2016 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 21.04.2016 г. Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага писчая.
Печать офсетная. Усл.печ.л. 14,5. Уч.–изд.л. 16,9. Тираж 100 экз. Заказ № 384

Отпечатано в
Издательском центре
Сибирского государственного индустриального университета