

МОЛОДОЙ

СПЕЦВЫПУСК

Международная научно-практическая конференция
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПОДГОТОВКЕ
ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ»,
посвященная 50-летию
АРГУ им.К. Жубанова

Является приложением к научному
журналу «Молодой ученый» № 8 (112)

УЧЁНЫЙ

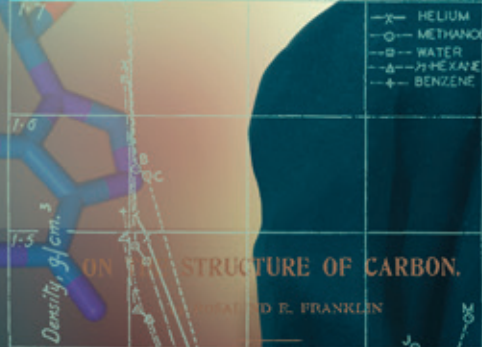
международный научный журнал

X COAL H CARBONISED AT 1000°C (2 B.S.S.)
COAL H CARBONISED AT 805°C (72 B.S.S.)
COAL H CARBONISED AT 1000°C (71 B.S.S.)
COAL H CARBONISED AT 1000°C (240 B.S.S.)

ISSN 2072-0297

Material	Temp.	700° C	950° C	800° C	950° C	1,000° C
Helium	Density, g./cm. ³	0.1786	0.1786	1.861	1.900	1.937
	Drift, %	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Water	Density after 2 hr., g./cm. ³	0.9998	0.9998	1.0000	1.0000	1.0000
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Methanol	Density after 2 hr., g./cm. ³	0.7914	0.7914	0.7914	0.7914	0.7914
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbon disulphide	Density after 2 hr., g./cm. ³	1.261	1.261	1.261	1.261	1.261
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Acetone	Density after 24 hr., g./cm. ³	0.784	0.784	0.784	0.784	0.784
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chloroform	Density after 24 hr., g./cm. ³	1.489	1.489	1.489	1.489	1.489
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbon tetrachloride	Density after 24 hr., g./cm. ³	1.594	1.594	1.594	1.594	1.594
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ether	Density after 24 hr., g./cm. ³	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
n-Hexane	Density after 24 hr., g./cm. ³	0.659	0.659	0.659	0.659	0.659
	Drift, % (2 hr. to 24 hr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SCIENTIFIC



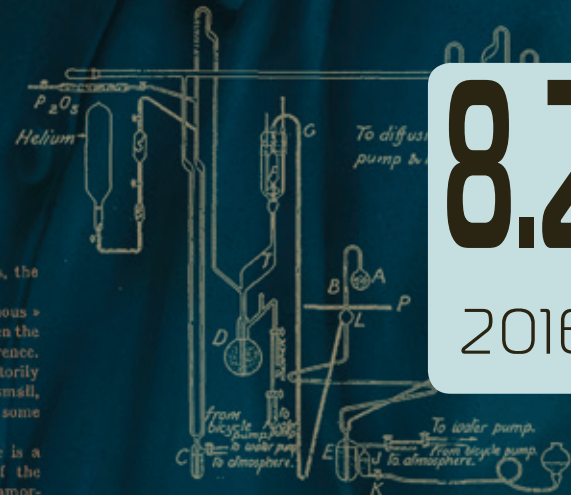
An X-ray investigation of some « amorphous » carbons and graphites has revealed certain structures which it is the purpose of this note to describe. As a preliminary to the wider problems of carbon structure, the dependence of structure on the origin and treatment of the material, a detailed quantitative study of a single carbon was made, in order to find out just how much information the diffuse X-ray diagram could be made to yield. The material was prepared by pyrolysis of polyvinylchloride at 1,000°, and is more than 99 % carbon. The following results were obtained.

65 % of the carbon is in the form of highly perfect graphite-like layers. The mean diameter of these

between pairs of small parallel graphite-like layers, the spacing in true graphite being 3.35 Å.

Investigation of a number of other « amorphous » carbons showed that the sharp separation between the ordered and disordered parts is of general occurrence. All the X-ray diagrams obtained can be satisfactorily interpreted by supposing the existence only of small, perfect, graphite-like layers together with some highly disordered material.

For carbons of widely different origin there is a general relationship between the diameter of the graphite-like layers and the proportion of amorphous material. This is shown in figure 1. For car-



8.2
2016

16+

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 8.2 (112.2) / 2016

Спецвыпуск

Международная научно-практическая конференция
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ»,
посвященная 50-летию АРГУ им.К. Жубанова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*
Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*
Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*
Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук*
Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*
Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*
Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, *кандидат географических наук*
Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*
Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*
Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*
Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*
Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*
Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*
Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*
Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, *кандидат педагогических наук*
Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*
Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*
Комогоорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*
Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*
Кузьмина Виолетта Михайловна, *кандидат исторических наук, кандидат психологических наук*
Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*
Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*
Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*
Матвиенко Евгений Владимирович, *кандидат биологических наук*
Матроскина Татьяна Викторовна, *кандидат экономических наук*
Матусевич Марина Степановна, *кандидат педагогических наук*
Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*
Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*
Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*
Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*
Сенцов Аркадий Эдуардович, *кандидат политических наук*
Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*
Титова Елена Ивановна, *кандидат педагогических наук*
Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, *кандидат химических наук*
Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*
Ячинова Светлана Николаевна, *кандидат педагогических наук*

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Основной тираж номера: 500 экз., фактический тираж спецвыпуска: 20 экз.

Дата выхода в свет: 1.05.2016. Цена свободная.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)

Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)

Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)

Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)

Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)

Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)

Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)

Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)

Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор спецвыпуска: Шульга Олеся Анатольевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович

На обложке изображена Розалинд Франклин (1920–1958) — английский биофизик и учёный-рентгенограф, занималась изучением структуры ДНК.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

Кантарбаев Н. А.

Обоснование параметров комбинированного рыхлителя для послонной обработки солонцов в условиях Западного Казахстана 4

ДИЗАЙН

Актлеуова А. Т., Корявченко Д. А., Алиева А. А., Саидмуратова Л. Б., Барболина К. В.

Управление «творчеством» работа 9

Кали Ш. А.

Форма и общие вопросы формообразования в дизайне.....12

Кенбай Ж. Қ.

Особенности развития современной скульптуры Казахстана14

МЕТАЛЛУРГИЯ

Абилберикова А. А., Самуратов Е. У., Байсанов А. С.

Преимущество использования Шубаркольского низкозольного угля при магнетизирующем обжиге железомарганцевых руд Центрального Казахстана17

Асқарова К. У., Тайжигитова М. М., Юсупова Ж. Н.

Получение чардж-хрома современным методом с использованием некондиционного сырья20

Аскарова К. У., Тайжигитова М. М., Юсупова Ж. Н.

Характеристика металлургического производства и его роль в национальной экономике24

Ахметов К. Т., Симбатов К. Ж.

Определение активности компонентов в биметаллическом расплаве27

Жумагалиев Е. У.

Термодинамически-диаграммный анализ системы Ti-Fe-Zr-C36

Каскин К. К., Симбатов К. Ж.

Способы утилизации хромовых и техногенных отходов38

Каскина Д. К., Рыскулов Б. К.

Целенаправленность подготовки студентов на безопасность профессиональной деятельности ...41

Келаманов Б. С.

Хромникельді кендерді күйдірудегі фазалық тепе — теңдіктердің толық термодинамикалық анализі43

Кузбаков Ж. И.

Энерго- и ресурсосберегающая технология дробления высокопрочных материалов.....44

Құлнияз С. С., Куантай А. С.

Аралық қойманың тиімділігін дәлелдеу47

Самуратов Е. К., Серикбаев Е. У.

Исследования возможности получения марганецсодержащего чугуна из некондиционной железистой марганцевой руды.....49

НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО

Жубандыкова Ж. У., Кайменова Т. С., Космбаева Г. Т., Султанова Д. Д., Жанабаев М. А.

Внедрение железистого катализатора в установку получения серы на ЖГПЗ с целью понижения выбросов в атмосферу53

Орынбасар Р. О., Котик Е. П., Калмыкова А. Г., Нурбаулин Б. Н.

Рекомендации по применению методов поддержания пластового давления на месторождении Тенгиз55

ХИМИЯ

Абилова Г. К., Жаумитова Г. Б.

Изучения влагопрочностных свойств древесно-наполненных полимерных композиционных материалов на основе вторичных полимерных отходов58

Байманова А. Е., Махамбетова Ж. К., Жубаниязова М. Ж.

Изучение форм соединений хрома и некоторых других тяжелых металлов в потоке воды р. Илек60

Бузова О. В., Айжарикова А. К. Извлечение энергии из пластмассовых отходов64	Бекетова Г. К. Проблемы и пути повышения эффективности развития нефтедобывающей и перерабатывающей отраслей Казахстана 73
Тастанова Л. К., Апендина А. К. Применение компьютерных и программных средств обучения в процессе подготовки кадров по химико-технологическим специальностям...66	Моменов Б. М. Графические клаузуры, как способ развития творческих способностей учащихся..... 75
Байбулов А. К., Тлеубергенов А., Казагачев В. Н., Ахметова М. Р. Кинематический анализ кривошипно-шатунного механизма 70	Нурлыбаев И. Н., Жаумитова Г. Б., Абилова Г. К. Гранулирование фосфорсодержащих удобрений из фосфоритной муки 78



Технический факультет

Технический факультет является одним из крупных подразделений университета и осуществляет подготовку инженерно-технических кадров для предприятий и организаций различных отраслей народно-хозяйственного комплекса республики Казахстан.

Факультет организован в 1991 году, как инженерно-педагогический, затем был переименован в инженерно-технический факультет. В течение последующих лет деканами факультета являлись: к.т.н. Байманов Е. Б., к.т.н. Избембетов Д. Д., к.п.н. Мусалимов Т. К., к.т.н. Алдияров К. Т., к.ф.-м.н. Шукиров Ж. Ж., д.т.н. Айталиев Е. С., к.х.н., доц. Джакупова Ж. Е., к.т.н. Мурзагаалиев А. Ж. Под их руководством факультет расширялся, укреплялся профессорско-преподавательский состав и при их непосредственном участии созданы специализированные лаборатории и кабинеты.

Выпускники факультета непосредственно востребованы такими крупными организациями, как АО ТНК «Казхром» АЗФ, АО «АЗХС», «СНПС Актөбеунайгаз» и вместе с тем активно развивающимися предприятиями энергетики, стройиндустрии, добычи и переработки углеводородного сырья, машиностроения, комплексного освоения минерального сырья, транспорта, агропромышленности.

На кафедрах факультета учебный процесс осуществляют 97 преподавателей, среди которых свыше 40 докторов, профессоров и кандидатов наук по направлениям подготовки.

Профессорско-преподавательский состав и инженерно-технический персонал сформирован из специалистов, закончивших ведущие вузы страны, работавших в НИИ, конструкторских бюро, специализированных лабораториях. Профессиональная подготовка является базовым уровнем в системе образовательного процесса и осуществляется в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов.

На специальностях факультета обучаются 1648 студентов на дневном отделении, в том числе по государственному образовательному гранту — 846.

На кафедре химии и химической технологии реализуется международная программа — проект «Темпус» по проблемам повышения качества подготовки инженерных кадров в высших учебных заведениях Средней Азии и Республики Казахстан. Преподаватели факультета выиграли 3 гранта на конкурсе областного департамента промышленности и предпринимательства инновационных проектов, на республиканский конкурс подано 7 инновационных проектов, получено более 15 инновационных патентов





Базами для учебно-производственных практик являются АО АЗФ ТНК «Казхром», ТОО «Актюбинская медная компания», Донской ГОК АО ТНК «Казхром», ТОО «Актюбинский завод немагнитных труб», АО «Актюбинский завод хромовых соединений», АО «СНПС Актюбемунгаз», АО «Автопарк» г. Актобе, ТОО «АктюбНИИГРИ», ТОО «Колавто», г. Актобе и др.

Основные направления научно-исследовательских работ на кафедрах факультета: «Совершенствование технологии переработки и производства продукции горнодобывающего комплекса и производства металлов», «Исследование технологии использования и технология

освоения нефтегазовых месторождений», «Совершенствование транспортных средств и изучение особенностей процесса перевозки транспортно-перевозочных комплексов», «Совершенствование эффективности объектов регионального дизайна».

Декан факультета: Мурзагалиев Ахмет Жакиевич

кандидат технических наук, доцент

Адрес: г. Актобе, ул. Бр. Жубановых,

263 (корпус 3), каб. 35

Телефон: 8 (7132) 56–70–13;

E-mail: akhmet-zhakiyevich@mail.ru



Модератор конференции — Казагачев В.Н.

Уважаемые коллеги!

Поздравляю Вас с 50-летним юбилеем нашего университета. Образование Актыюбинского регионального государственного университета явилось результатом развиваемого Министерством образования регионального подхода к подготовке кадров и позволяет объединить воедино высшую школу, науку и производство для решения специфических региональных проблем.

Пятьдесят лет... На первый взгляд срок для вуза не велик. Однако, за этими пятью десятилетиями стоят годы напряженного труда профессорско-преподавательского коллектива по укреплению материальной базы, подготовки научно-педагогических кадров, улучшению учебно-воспитательной работы, развитию научно-исследовательской и методической работы.

Необходимость создания в г. Актыюбинске университета диктовалась потребностями сферы образования и материального производства в высококвалифицированных кадрах, способных разрешать проблемы просвещения, культуры и многоотраслевого народного хозяйства области и региона.

История создания АРГУ начинается с 1935 году, когда был создан Актыюбинский женский учительский институт, который распоряжением Совета Министров СССР № 8879 от 13 августа 1954 года и приказом Министерства просвещения Казахской ССР № 102 от 20 августа

1954 г. был реорганизован в Актыюбинский педагогический институт им. Н. Байганина. Однако в 1958 г. он был расформирован.

Постановлением ЦК Компартии Казахстана и Совета Министров Казахской ССР № 261 от 15 апреля 1966 г. — был заново организован Актыюбинский педагогический институт

Институт начинался с двух факультетов — физико-математического и филологического с контингентом студентов в 250 человек, которые обучались по четырем специальностям: математика, физика, русский язык и литература в казахской школе, русский язык и литература.

В 1990 году институту было присвоено имя первого казахского профессора-лингвиста Кудайбергена Жубанова.

Постановлением Кабинета Министров РК № 573 от 7 мая 1996 г. институт был реорганизован в Актыюбинский университет им. К. Жубанова.

31 января 2001 года университет получил статус «государственный»

Актыюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова является правопреемником Актыюбинского педагогического института, основанного в 1966 году.

Пятьдесят лет АРГУ — большой праздник для всех, кто его создавал, кто в нем работал и учился, кто сейчас трудится и обучается в нем

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

Обоснование параметров комбинированного рыхлителя для послойной обработки солонцов в условиях Западного Казахстана

Кантарбаев Нурлан Акимжанович, магистр, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

В статье обоснованы основные параметры вертикальных ножей на плоскорежущей лапе комбинированного рыхлителя, обеспечивающие агротехнические требования технологического процесса послойной обработки солонцов при наименьших тяговых сопротивлениях.

Ключевые слова: разрушение столбцов, просыпание гумуса, вынос неплодородного слоя на поверхность поля, вспушенность, резание почвы, тяговое сопротивление, высота и углы заточки и установки ко дну борозды вертикального ножа.

Лемех плоскорежущей лапы, подрезая солонцовый горизонт, частично крошит его нижнюю часть, а верхняя часть этого горизонта остается без изменения [1, с. 36]. Слабое разрушение данной части объясняется тем, что влажность его всегда низкая и для разрушения требуется большее напряжение. Поэтому для разрушения монолитности горизонта необходимы дополнительные деформаторы в виде вертикальных ножей (рис. 1).

Необходимая степень разрушения данного горизонта зависит от высоты и расстояния между вертикальными ножами [2, с. 42]. Технологический процесс послойной обработки обеспечивается при высоте ножей-рыхлителей не больше глубины обработки и не меньше мощности солонцового и подсолонцового горизонтов (рис. 1).

$$a) h_H > h_B, \quad (1)$$

где a — глубина обработки, м;

h_H — высота вертикального ножа, м;
 h_B — мощность солонцового и подсолонцового горизонтов, м.

Высота вертикального ножа с учетом мощности верхнего слоя равна

$$h_H = a - h_A, \quad (2)$$

где h_A — мощность верхнего слоя, м;

При перемещении почвы по поверхности лемеха происходит частичное крошение нижнего слоя, в результате чего высота профиля пласта почвы увеличивается на величину, равную вспушенности $h_{ВП}$. Тогда высота вертикального ножа с учетом вспушенности определяется выражением

$$h_H = (a - h_A) + B_n = h_B + h_{ВП}, \quad (3)$$

Для солонцов Западного Казахстана мощность гумусового слоя колеблется в пределах 0,06...0,12 м, при глу-

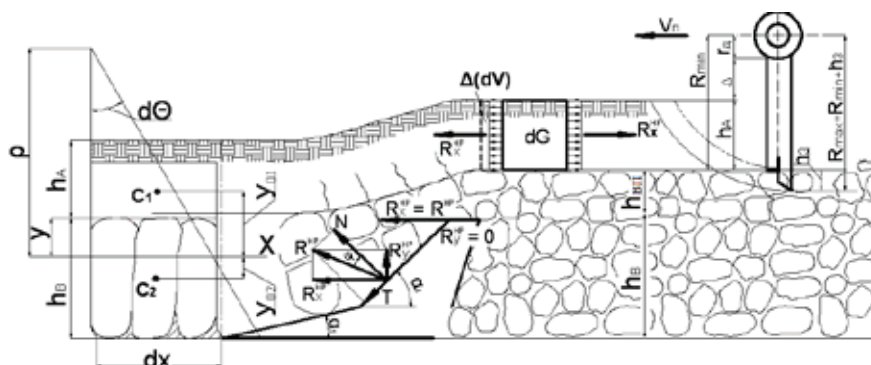


Рис. 1. Расчетная схема к обоснованию технологии послойной обработки комбинированного рыхлителя

бине их обработки 0,30м и принятой величине вспушенности 0,04м, высота вертикальных ножей должна быть 0,28...0,22м. Таким образом, высота ножей определяется из технологических параметров процесса послойной обработки почвы.

Для определения расстояния между ножами представим рабочий орган как двугранный клин, на котором установлены параллельно два вертикальных ножа толщиной S и углом заточки 2β (рис. 2). Относительная деформация почвы, находящиеся между двумя вертикальными ножами определяется уравнением

$$\varepsilon_y = \frac{\ell - \ell_1}{\ell} = \frac{S}{\ell}, \tag{4}$$

где ℓ — первоначальная ширина пласта, равная расстоянию между осевыми линиями соседних ножей, м;

ℓ_1 — ширина пласта после деформаций, равная расстоянию между внутренними боковыми поверхностями соседних ножей, м.

Для определения ε_y рассмотрим элементарный объем почвы, находящейся между ножами под действием главных напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$. В связи с тем $\sigma_x = \sigma_z$, то относительная деформация вдоль оси Y на основании обобщенного закона Гука равна

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - 2\mu \cdot \sigma_x), \tag{5}$$

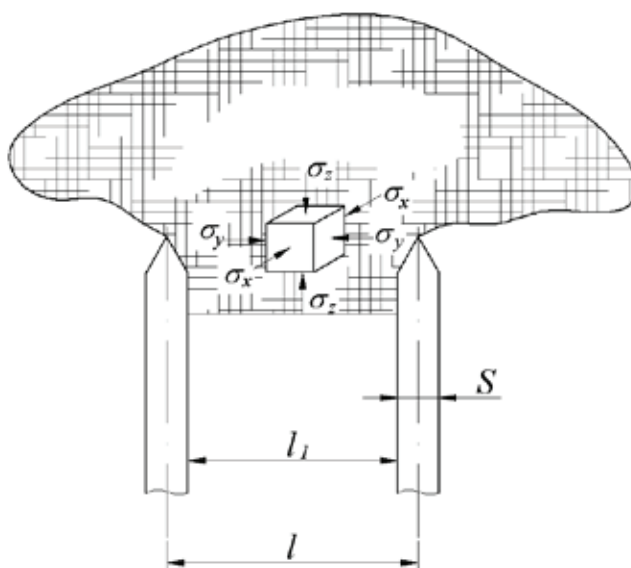


Рис. 2. Схема к обоснованию расстояния между вертикальными ножами

При достижении критической величины деформации ε_y^{kp} происходит разрушения пласта. Зависимость изменения расстояния между ножами от критической величины относительной деформации почвы приведена на рисунке 3. Из графика видно, что расстояния между ножами зависят от их толщины, физико-механических свойств

почвы (модули деформации E и сдвига G , коэффициент Пуассона μ).

В.А. Баладинский рекомендует для тяжелых глинистых почв. какими являются солонцы, принимать значение $\varepsilon_y^{kp} = 0,06$ [3, с. 84]. Тогда расстояние между ножами должны быть 0,17...0,25м при толщине ножей 0,01...0,015м.

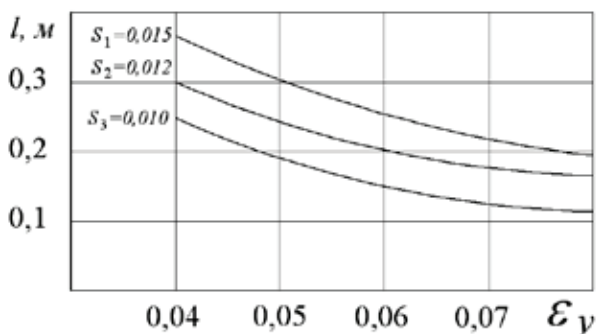


Рис. 3. Зависимость расстояния между вертикальными ножами от величины критической относительной деформации почвы

Окончательный выбор расстояния между ножами требует экспериментального определения физико-механических свойств почвы E, G, μ .

Углы заточки и установки ко дну борозды вертикального ножа влияют на его тяговое сопротивление. Для обоснования угла заточки рассмотрим процесс взаимодействия ножа с солонцовым горизонтом с позиции контактной задачи теории упругости. При этом допустим, что

почва линейно-деформируемая среда до пределов ее разрушения [4, с.11].

В реальных условиях работы лезвия ножа быстро приобретают форму закругленной поверхности [5, с.27]. Поэтому форму режущей части ножа примем в виде клина с закругленной вершиной радиусом $R = 1$ мм, почву в виде упругой полуплоскости (рис.4).

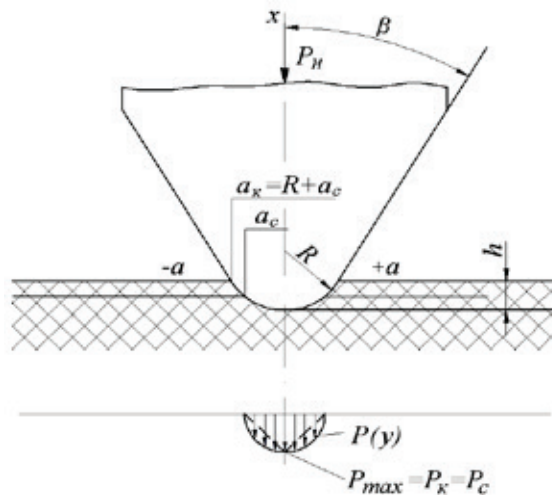


Рис. 4. Схема взаимодействия клина с почвой

Вершина клина является частью цилиндра — сегмента. Поэтому распределение давления в зоне контакта закругленного клина с почвой выражается уравнением [6, с.58]

$$P(y) = \frac{2P_H}{\pi \cdot a_c^2} \sqrt{a_c^2 - Y^2}, \tag{6}$$

где P_H — усилие воздействия ножа на почву, кН;
 a_c — полуширина участка контакта, м;
 Y — координата точки, в которой определяется давление, м.

Полуширина участка контакта закругленной части клина с почвой определяется выражением

$$a_c = \sqrt{\frac{4P_H \cdot R \cdot (1 - \mu^2)}{\pi \cdot E}} \tag{7}$$

Отсюда определяем усилие воздействия ножа на почву

$$P_H = \frac{\pi \cdot a_c^2 \cdot E}{4 \cdot R \cdot (1 - \mu^2)} \tag{8}$$

При внедрении ножа в почву на глубину, равную высоте сегмента h , т.е. до точки перехода закругленной части в клин, полуширина контакта сегмента с почвой a_c будет равна полуширине контакта клина с почвой a_k или радиусу R закругления, $a_c = a_k = R$

Давление в средней части ножа при $Y = 0$, $P_c = P_k = P_{max}$ (рис. 4). Максимальное давление равно

$$P_{max} = \frac{2P_H}{\pi \cdot a_k} \tag{9}$$

Тогда усилие внедрения ножа в почву

$$P_H = \frac{1}{2} \pi \cdot a_k \cdot P_{max} \tag{10}$$

Полуширина контакта клина с почвой, выраженная через параметры клина

$$a_k = \frac{P_H (1 - \mu^2)}{ctg \beta \cdot E}, \tag{11}$$

где β — половина угла заточки ножа, м.

Совместно решая формулы (9), (10) и (11), определяем половину угла заточки ножа без учета трения почвы

$$\beta = arcctg \left(\frac{\pi \cdot P_{max} (1 - \mu^2)}{2 \cdot E} \right) \tag{12}$$

С учетом физико-механических свойств почвы, формула примет вид

$$\beta = arcctg \left(\frac{\pi \cdot P_{max} (1 - \mu^2)}{2 \cdot E \cdot \cos \pi \left(\frac{1}{\pi} arcctg \frac{f}{1 - \mu} \right)} \right), \tag{13}$$

где f — коэффициент трения почвы о сталь.

Построим графические зависимости угла заточки ножа 2β от коэффициента Пуассона μ (рис. 5) и влажности ω солонцового слоя (рис.6), используя значения коэффициента внешнего трения солонцов по Ю.А. Тагину.

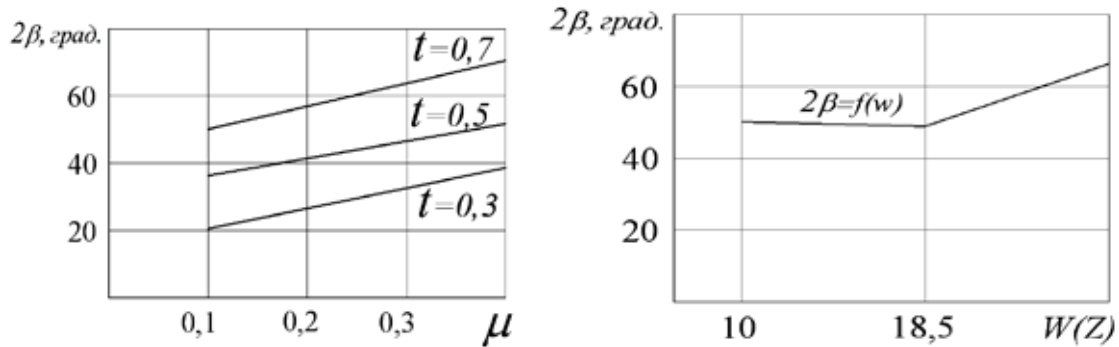


Рис. 5. Влияние коэффициента Пуассона μ и влажности w солонцового слоя на угол заточки вертикальных ножей

Величина угла заточки ножа с увеличением коэффициента Пуассона и коэффициента внешнего трения возрастает. С увеличением влажности почвы до 19% угол заточки остается постоянным, а затем возрастает. Оптимальная влажность для солонцов 18...25%, при которой почва хорошо крошится и расходуется на ее обработку минимальное количество энергии [7, с.16]. Этой влажности почвы соответствует теоретический оптимальный угол заточки $2\beta = 45...50^{\circ}$ (рис. 5), который близок к экспериментальному значению угла заточки ножа для глинистых почв [8, с. 49].

Таким образом, полученная зависимость позволяет определить оптимальный угол заточки ножа с учетом региональных особенностей почв.

Сила сопротивления резанию вертикальным ножом зависит не только от угла его заточки, но и от угла наклона его ко дну борозды [9, с.73]. Наименьшая энергоёмкость технологического процесса соответствует к резанию со скольжением. Для определения угла наклона ножа ко дну борозды рассмотрим его воздействие на почву и укажем все составляющие результирующей силы R (рис. 6).

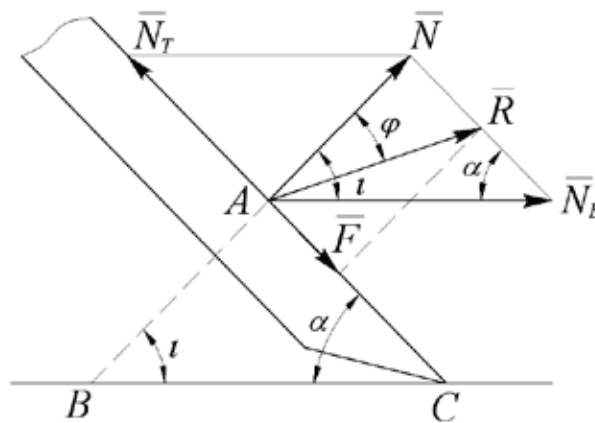


Рис. 6. Схема к определению угла — установки вертикальных ножей ко дну борозды

Почва будет перемещаться по ножу, если касательная составляющая нормальной силы N_T будет больше, чем максимальная сила трения F_{max} почвы о его поверхность $N_T > F_{max}$. Если учесть, что $N_T = N \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$, $F_{max} = N \cdot \operatorname{tg}\varphi$, то условие скольжения можно записать в следующем вид

$$N_T = N \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) > N \cdot \operatorname{tg}\varphi, \tag{14}$$

где N — нормальная сила, кН;
 α — угол наклона ножа ко дну борозды, град;

φ — угол трения, град.

Это условие выполняется при неравенстве $\frac{\pi}{2} - \alpha > \varphi$.

При оптимальной влажности солонцового горизонта $w = 18...25\%$ угол трения имеет значение $\varphi = 32...37^{\circ}$. Тогда угол наклона ножей должен быть $\alpha < 53...58^{\circ}$. Это обеспечивает резание со скольжением и приведет к снижению энергоёмкости рабочего органа. Однако в этом случае возникает возможность перемещения солонцового горизонта на поверхность поля, что нельзя по агротехническим требованиям. Поэтому устанавливать ножи ко дну борозды под углом меньше 53° нерационально.

Литература:

1. Нуралин, Б. Н., Обоснование схемы комбинированного рыхлителя для мелиоративной обработки солонцов/ Б. Н. Нуралин, И. Я. Штейнерт, Д. В. Сакара // Журнал «Уральские нивы». — Свердловск, 1985, № 10. — С.58.
2. Нуралин, Б. Н., Совершенствование конструкции плоскорежущей лапы для почвозащитной и влагосберегающей технологий обработки почвы/ Б. Н. Нуралин, Н. А. Кантарбаев // Научно-практический журнал ЗКАТУ им. Жангир хана «Наука и образование». — Уральск, 2013, № 4. — С.112–117.
3. Баладинский, В. А., Динамическое разрушение грунтов / В. А. Баладинский. — Киев, КГУ, 1973. — 243с.
4. Бабицкий Л. Ф., Исследование и обоснование геометрических параметров зубчатого рабочего органа культиваторов для противозерозионной обработки почвы/ Л. Ф. Бабицкий // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Челябинск, 1979. — 20 с.
5. Цитович, Н. А., Механика грунтов. — М.: Высшая школа 1983. — 288с.
6. Штайерман, И. Я., Контактная задача теории упругости / И. Я. Штайерман. — М.: Госиздат, 1949. — 270с.
7. Тагин, Ю. А., Исследование технологических свойств солонцовых почв Барабинской низменности в целях обоснований рациональной технологии их обработки/ Ю. А. Тагин // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Омск, 1970. — 28с.
8. Далин, А. Д., Ротационные землеройные и грунтообрабатывающие машины / А. Д. Далин, П. В. Павлов. — М.: Машгиз, 1950. — 250с.
9. Зеленин, А. Н., Основы разрушения грунтов механическими способами / А. Н. Зеленин. — М., 1968. — 372с.

ДИЗАЙН

Управление «творчеством» робота

Актлеуова Акерке Тауржановна, студент;
 Корявченко Дарья Александровна, студент;
 Алиева Айнура Алмабековна, студент;
 Саидмуратова Лола Бахытовна, студент;
 Барболина Кристина Валерьевна, студент;
 Научный руководитель Казагачев Виктор Николаевич, старший преподаватель
 Актыбинский региональный государственный университет им.К. Жубанова

В статье рассматриваются образовательный потенциал основ робототехники, и предлагаются необходимость изучению программированию на LEGO Mindstorms NXT.

Ключевые слова: робототехника, программирование роботов, Lego.

Роботы, сегодня, продуктивно используются для выполнения работ: в недоступных и опасных для жизни и здоровья человека условиях и средах; связанных с необходимостью внедрения техники, заменяющей тяжелый физический труд десятков и сотен человек; по повышению производительности труда [1].

В мире уже можно найти множество роботизированных устройств, которые *умеют рисовать, лепить*, заниматься «творчеством». Рассмотрим роботы, которые уже сейчас могут составить конкуренцию живым творцам [2].

Senseless — робот, который рисует граффити. Конечно, среди авторов граффити существуют настоящие художники, создающие истинные произведения искусства. А с этой задачей может справиться робот, которому совершенно не знакомо чувство прекрасного. Робот Senseless, который умеет распылять разноцветную краску на стены в соответствии со случайными алгоритмами, встроенными в его программное обеспечение. работы этого устройства, выставляются в художественных галереях.

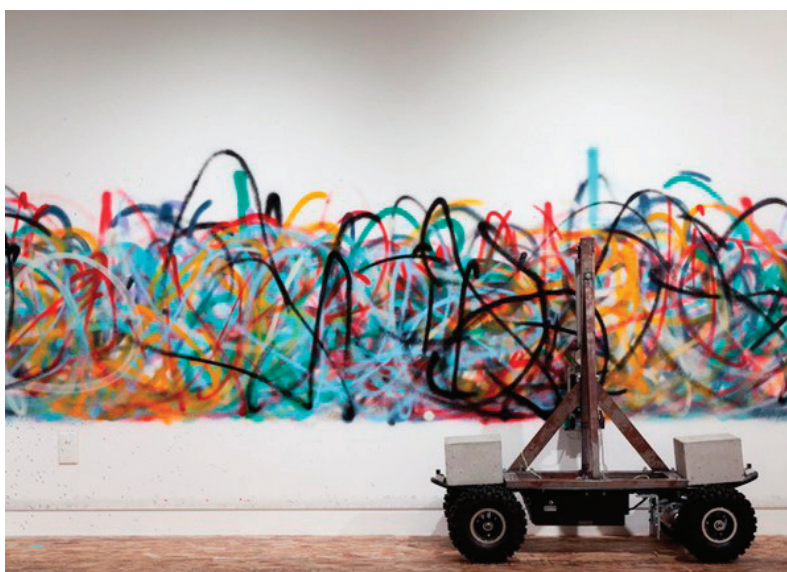


Рис.1. Senseless — робот, который рисует граффити.

Источник фото: designboom.com



Рис. 2. eDavid — робот-портретист

Источник фото: www.ph2dot1.com

eDavid — робот-портретист, может нарисовать копию увиденного снимка, картины или даже панорамы в окне.

Созданный командой разработчиков из Германии, этот робот лучше всего справляется с портретами людей, но также делает неплохие пейзажи. За художественный «талант» eDavid отвечает программа, позволяющая устройству преобразовывать зафиксированную картинку в рисунок акриловыми красками и кистью в 24-цветной палитре.

Робот eDavid до своего превращения в художника был обычным сварочным аппаратом.

Geometric Death Frequency-141 — гигантская работа от роботов-скульпторов

Примером тому можно привести гигантскую работу размерами 6 на 15 метров с названием Geometric Death Frequency-141. Она изображает морскую волну, разбива-

ющуюся о прибрежные скалы, и состоит из 420 тысяч маленьких черных шариков-пикселей, аккуратно склеенных между собой двумя роботами.

А роботы быстро и максимально точно под управлением программы математического моделирования CAD создали Geometric Death Frequency-141 всего за несколько дней.

Робот-абстракционист. Большинство «творящих» роботов занимается живописью, даже абстрактной! Пример тому — робот под названием Interactive Robotic Painting Machine, созданное Бенджамином Гроссером.

Этот робот может рисовать абстрактные разноцветные картины, основываясь на программе, заложенной в него создателем. Он умеет реагировать на звуки и изменение освещения, перенося эти внешние раздражители на холст в виде мазков. Более того, Interactive Robotic Painting

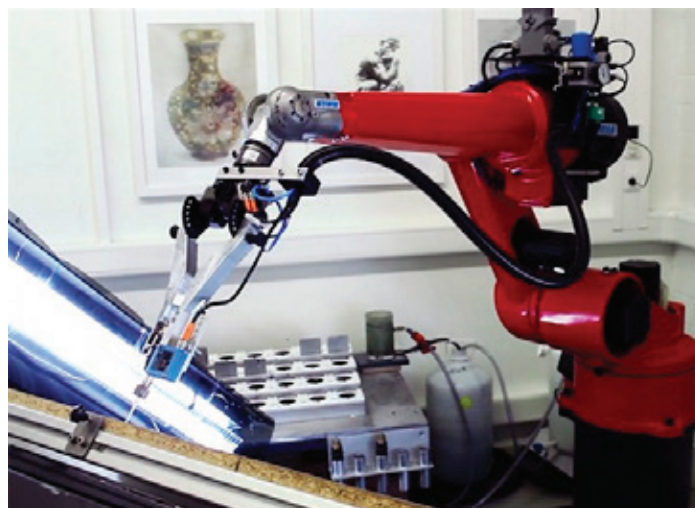


Рис. 3. eDavid — робот-портретист

Источник фото: weburbanist.com

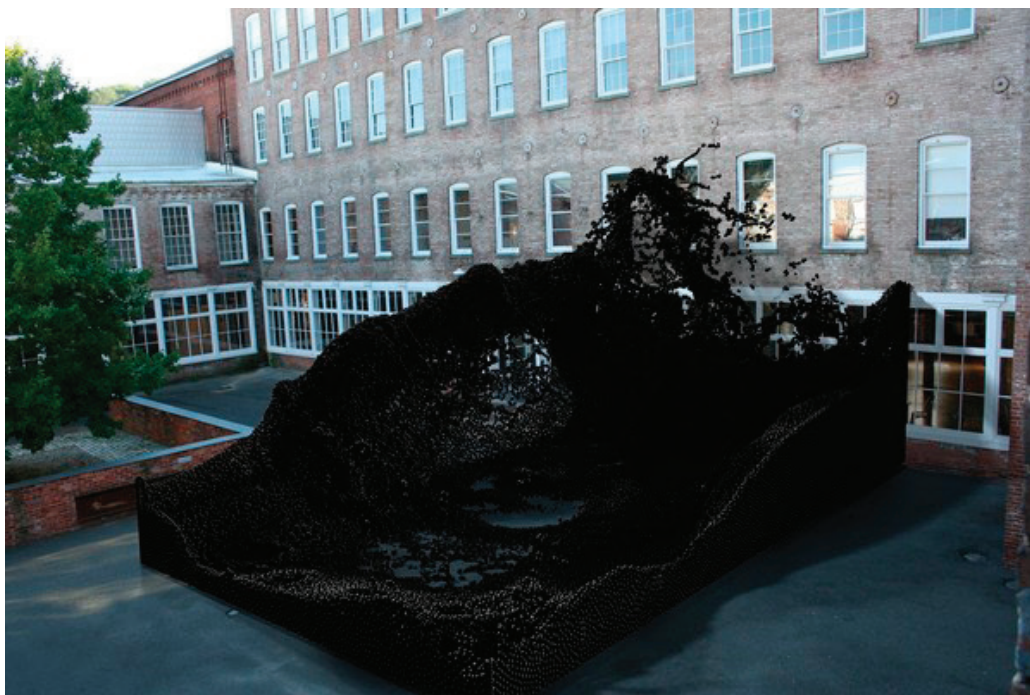


Рис. 4. **Geometric Death Frequency-141** — гигантская работа от роботов-скульпторов
 Источник фото: i.materialise.com



Рис. 5. **Робот-абстракционист**
 Источник фото: blog.stylesight.com

Machine имеет способность к самообучению — созданию собственных алгоритмов живописи. А так делают уже настоящие художники, а не просто запрограммированные человеком машины.

Развитие технических способностей необходимы всем учащимся, в том числе и тем, которые не собираются связывать свою профессиональную деятельность с техникой и технологиями, поскольку наличие данных способностей позволяет решать таким учащимся задачи, возникающие при использовании современной

техники в повседневной жизни. Для мотивирования школьников к развитию технического мышления отлично подойдет знакомство их с образовательной робототехникой [3].

Для успешного обучения робототехнике студентов инженерно-технического профиля можно использовать робототехнический конструктор Lego Mindstorms.

Большие возможности обеспечивают конструкторы Лего для проведения занятий по информатике, связанным с программированием. Среда программирования Ле-



Рис. 6. Робот-абстракционист

Источник фото: portable.tv

го-конструктор позволяет визуальными средствами конструировать программы для роботов [5].

Робототехнический конструктор LEGO Mindstorms NXT является мощнейшим средством развития навыков и способностей студента в различных областях технического творчества, а соответственно может служить ин-

струментом для развития в области инженерно-технического образования.

Таким образом, образовательная робототехника это одно из средств, которое обеспечит формирование познавательных и творческих способностей обучающихся, востребованных современным обществом.

Литература:

1. Абдулгалимов, Г.Л., Гулюта А.А., Казагачев В.Н. Робототехника — массовый вид детского и молодежного технического творчества. // Информационные технологии в образовании. XXV Международная конференция-выставка. Сборник трудов Ч.II. — М.: Издательский отдел факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, 2015. С.21–22.
2. Алгоритмы творчества: роботы, которые занимаются искусством. [Электронный ресурс]: Идеи для жизни: дизайн интерьера, промышленный дизайн, графический дизайн и другие оригинальные решения. URL: <http://www.novate.ru/blogs/060214/25335/> (дата обращения: 01.03.16).
3. Ахметова, М.Р., Казагачев В.Н. Обучение робототехнике студентов инженерно-технического профиля. // X INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE “International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education” USA, Boston, 07–08 February, 2016. с. 225–228.
4. Киргизова, Е.В., Бушуев Е.М. Изучение алгоритмизации и программирования на основе взаимодействия языка КУМИР и робота LEGO MINDSTORMS. // Перспективы науки, № 8 (59), 2014, С.128–130.
5. 10 самых необычных вещей, которые можно напечатать на 3D-принтере. [Электронный ресурс]: Идеи для жизни: дизайн интерьера, промышленный дизайн, графический дизайн и другие оригинальные решения. URL: <http://www.novate.ru/blogs/270614/26817/> (дата обращения: 01.03.16).
6. ZURI — робот из бумаги, который напомнит вам об оригами и аппликациях. [Электронный ресурс]: Идеи для жизни: дизайн интерьера, промышленный дизайн, графический дизайн и другие оригинальные решения. URL: <http://www.novate.ru/blogs/031114/28435/> (дата обращения: 01.03.16).

Форма и общие вопросы формообразования в дизайне

Кали Шокан Абдилдаулы, член Союза Дизайнеров Казахстана, старший преподаватель.
Актюбинский региональный государственный университет им. К Жубанова

Форма в технической эстетике может быть определена как средство выражения внутреннего содержания и предназначения изделия через его внешний вид.

Форма — понятие материальное, ряд свойств материи формирует ее внешнюю выразительность. К ним относятся геометрические характеристики: ориентация

в пространстве, цвет, фактура, членение и другие образование. Члененные формы, в свою очередь, обладают такими свойствами: как метр, ритм, пропорция, равновесие.

Геометрическая характеристика формы включает в себя следующие параметры: размеры, геометрическое строение, вес, плотность, прочность.

Визуальное сравнение количества одного и того же свойства в разных формах выражается тремя эмоциональными категориями: тождеством, нюансом и контрастом.

Тождество — это равенство, одинаковость или совпадение свойств различных форм.

Нюанс — незначительное различие свойств форм, преобладающий в сходстве. Нюанс самое изящное и тонкое средство в палитре дизайнера, только в совершенстве овладев им, можно создавать изделия высшего эстетического уровня. Нюансировка — основной процесс, в результате которого вещь при всех прочих достоинствах обретает изысканность.

Контраст — резкое качественное различие одинаковых свойств разных форм вплоть до их полного противопоставления. Объемные формы — шар и куб, одинаковые по габаритным размерам и вызывают близкое ощущение контраста, как понятие между черным и белым. Контрастное восприятие формы вызывает ощущение “тяжести”, часть формы расположенные рядом создает “легкость”, широкая форма смотрится узкой.

Форма композиции в целом могут оказывать огромное эмоциональное воздействие. Мягкие размытые пятна, четкие жесткие границы прямоугольников, острые углы, круги могут создавать ощущение покоя и агрессии, строгости и хаотичности. Например, форма рекламного плаката — это не только размер, это ориентация листа, форма графических блоков, контуры иллюстрации, расположение текстовых строк и размещение на листе всего материала. Следует стремиться к такой структуре произведения, чтобы его части выглядели гармонично, не казались слишком мелкими или крупными, чтобы количество деталей и частей было оптимальным. Одно из наиболее важных средств организации формы — симметрия. Симметрия с древних времен считалась условием красоты. Нарушение этого условия влечет за собой ощущение беспоконья, динамики, сложности. Поэтому для усиления выразительности формы зачастую используется такое сильное средство, как асимметрия.

Сильным средством эмоциональной выразительности формы является ее ориентация относительно горизонтальной плоскости, придающая ей устойчивость либо неустойчивость. Форма шара, например, малоустойчива, форма куба — устойчива.

Требование напряженности материала высотных объектов, которое обязательно следует принимать в расчет для придания объекту устойчивости, определяет необходимость уменьшения его массы по высоте. Этого эффекта можно достичь либо незначительным отклонением от вертикали внешних плоскостей объекта, либо конусностью

поверхностей, либо ступенчатостью объемов с их закономерным уменьшением по высоте.

Интересный прием используется в современных высотных зданиях, построенных в форме прямоугольного параллелепипеда. Постепенно, по мере увеличения высоты этажей, окна делаются шире и, соответственно, их количество уменьшается. За счет этого нижняя часть здания выглядит тяжелее, а вся конструкция устойчивей.

Метр — повторение через равный интервал одинаковых или сходных визуально воспринимаемых признаков объекта (повтор оконных проемов в высотных зданиях).

Ритмический ряд — закономерное изменение (нарастание или убывание) какого-либо определенного, визуально воспринимаемого признака или свойства объекта (ветки у ели).

Метрический ряд характеризуется тем, что отдельные равные части размещаются через одинаковые интервалы. С его помощью достигается строгость и уравновешенность.

При организации формы особое место занимает пропорция. Пропорция — равенство отношений количественной меры одних и тех же объективных свойств в сопоставляемых формах, или связь составляющих внутри сложного целого. Пропорция бывает арифметическая, в которой система пропорций подчинена метрическому ряду, геометрическая пропорция качества примера пропорции золотого сечения, гармоническая пропорция в композиций изобразительных средств. Пропорции — основное средство оформления композиции.

Плоскостная форма, которая является посредником между художником и зрителем, ощущается и воспринимается каждым человеком по-своему в силу индивидуальных особенностей, то есть субъективно. Но существует и объективное восприятие.

Прежде чем создавать плоскостные формы композиции, необходимо познакомиться с закономерностями их восприятия.

Так, например, плоскость формы в наиболее гармоничных пропорциях, то в большинстве случаев эта плоскость будет соответствовать пропорциям «золотого сечения» или близким к ним. Это, скорее всего, связано с тем, что в основе построения человека, природы, Земли, космоса лежат те же пропорции. Если необходимо точкой обозначить центр формы плоскости, то она окажется несколько выше геометрической середины. Все это объясняется объективным ощущением формы плоскости.

Восприятие формы плоскости у европейцев отличается от ее восприятия японцами и другими представителями восточной культуры, которые при письме располагают строчки вертикально. Мы же прочитываем формы плоскости слева направо и из верхнего угла в нижний угол. Поэтому точка, расположенная в верхнем левом углу, не вызывает никакого дополнительного вопроса, а воспринимается естественно. Однако перенесение ее

в любое другое место привлекает более активное внимание зрителя. При решении композиции на формы плоскости необходимо учитывать и использовать оптические иллюзии восприятия самой формы плоскости, а также точки, линии или пятна на ней.

Психологическое воздействие формы на человека разнообразны, например геометрическая форма психологически воздействует на человека и когда представляет собой единое целое, и когда образована путем сочетания, соединения двух и более элементов.

Сочетания элементов бывают пассивного характера — связь осуществляется посредством дополнительного элемента. Например, шары гантели соединяются с помощью третьего элемента — ручки.

Сочетания элементов бывают активного характера — где два сочетаемых элемента связаны друг с другом непосредственно, причем форма одного из них является продолжением другого (например, коробка и ее крышка).

Литература:

1. Композиция в современной архитектуре. М., «Стройиздат», 1973.
2. Каган, М. С., Косков М. А. Опыт системного анализа процессов формообразования. «ТЭ», 1973, № 8.
3. Основные термины дизайна. ВНИИТЭ. М., 1988,
4. Мелодинский, Д. А. Архитектурная пропедевтика. «Эдиторика». М., 2000
5. Устин, В. Б. Учебник дизайна. Композиция, методика, практика, М., ООО «Издательство Астрель», 2009.

Особенности развития современной скульптуры Казахстана

Кенбай Жадигер Қылышбайұлы, старший преподаватель, член Союза Художников РК
Актюбинский региональный государственный университет им. К Жубанова

По Овидию в античном мифе Прометей вылепил первого человека из глины. На древнеримских рельефах сохранились изображения Прометея со стекой в руке около созданной им фигуры человека, рядом — корзина с глиной.

Древний Египет и античный мир выработали почти все типы монументов, известные до сих пор: фигуративные и архитектурные, портретные и аллегорические, камерные и велико масштабные, одно — и многофигурные, памятники — надгробие и памятники — указатели. Скульптурные монументы ставились в городах, в пригородах и на природе. Материал использовался разнообразный — бронза, камень, слоновая кость, золото. Фигуры памятников были конные и пешие, стоящие и сидящие. Но все монументы имеют однозначное решение. Особенно сейчас эта проблема приобретает остроту в отношении местоположения монумента в городе, его архитектурные окружения в современном городе. Смена общественного строя, изменение ориентиров ценностей выдвигает на передний край определения тематики монумента.

Главная особенность здесь — это органичность соединения элементов формы, соподчиненность, без которой целостности формы не бывает.

Кроме сочетаний элементов, различают следующие виды форм:

- переносная форма, к примеру, шахматная фигура;
- тянущаяся форма, к примеру, канат для салазок;
- вращающаяся форма, например, цилиндр или винт самолета;
- обтекаемая форма, форма падающей капли или шара. Форма капли при этом является динамичной, а форма шара — статичной.

Каждая выше изложенная понятия являются основой формообразования в дизайне, для развития дизайнерского искусства. Дизайнер должен обладать особым чувством формы пропорции, точно улавливать и определять соотношение формы, ширины и высоты предмета, его характерных особенностей.

Египет, Ассирия, Греция ставят монументы богам, обожествленным животным, героям мифов, позднее — царям и правителям. Только в Греции, где правит демократия, ваяют статуи лучшим атлетам, победителям олимпиад. Но до сих пор мы не знаем подлинного значения курсов и кор. Начало христианства эту традицию нарушило, вскоре она забылась. Изваяния богов из храмов переместились в соборы и церкви, став их идеологическим архитектурным убранством. Даже выйдя на площади и улицы городов, они располагались в непосредственной близости от сооружений или в их пределах.

На городских площадях основными героями монументов оставались короли. В эпоху Возрождения к ним прибавились еще полководцы, завоеватели, кондотьеры.

Лишь в 1622 году скульптор Хендрик де Кейзер впервые увековечил гражданское лицо — ученого и писателя, интеллектуала Эразма Роттердамского. И эта традиция стала быстро развиваться. Постепенно памятники философам, писателям, поэтам вытеснили монументы королей и завоевателей и в Европе XIX — XX веков превратились в господствующие вид монументальной пластики.

Художники всегда стремятся к полной свободе творчества, хотя в истории искусства известны эпохи разной политической и общественной ангажированности. Преобладание социалистического реализма в недавнем нашем прошлом было навязано политический. Реализм, как классический метод, стал основой формирования казахстанской художественной школы. Выросли блестящие мастера ставшие в последствии классиками изобразительного искусства Казахстана.

Распад Советского Союза, помимо разрыва политических и экономических связей между республиками, привел к разрыву и культурных связей. Союз художников, как детище социализма, потерял монополию развития изобразительного искусства. Наступило время раскрепощения: ни социальных заказов, ни худ. советов, ни экспертных комиссий. Это был период обретения независимости.

Художники демонстрируют разнообразие индивидуальностей, манер, стилей. В работах художников преобладают формально — декоративные приемы. Авторы сознательно уходят от проблемных тем общественного характера. Может быть, эта продиктовано личностными позициями художника и условиями нарождающегося арт-рынка. На это повлиял и переход жестких несущих вопросов в поле актуального вопроса. В конечном счете это привело к некоторым снижениям академической школы. Жанры уже давно не проявляют себя в чистом виде. По-прежнему формально — пластические эксперименты преобладают как необходимость разных творческих лабораторий, а так же как путь выражения национальной ментальности, воспитанной собственной материальной культурой.

В изобразительном искусстве скульптура, отягощенная технологической сложностью исполнения, является самым консервативным видом. Это накладывает большой отпечаток на выбор темы. Если живописцы и графики в своих произведениях широко применяют последние достижения современной химической промышленности и электроники, то скульпторы довольно скептически относятся к современным пластическим материалам и за редким исключением обходят их стороной. Такое отношение к современным материалам можно лишь назвать редкостным постоянством в выборе скульптурного материала. С античных времен таковыми остаются бронза, камень, дерево. В последнее время скульпторы не обходят вниманием такой металл, как алюминий.

Обретение независимости послужило мощным толчком для самоидентификации народа. В обществе бурно шли обсуждения по истории и культуре Казахстана. Как отражение состояния общества, искусство не остается в стороне. Перед художником открылись широкие горизонты выражения внутреннего мира, своей позиции по отношению к быстро меняющемуся миру. Привыкший работать по указке партукратии, художник не сразу нашел свое «Я» в диапазоне больших возможностей. Богатый внутренний мир и высокая культура са-

моконтроля не позволили подавляющему большинству художественной братии дойти до вседозволенности и пошлости. Видимо, казахстанской ментальности присущи преемственность традиций и толерантность культур Запада и Востока. Обратный путь к своим истокам, к своим корням — характерный творческий портрет художников 90-х годов XX века. Здесь явно прочитывается символика образа птицы Феникс, восставшей из собственного пепла после самосожжения. Наблюдается большая склонность с мифотворчеству и этнографическому описанию, доходящему до документальности сцены бытия.

Становление Независимости Казахстана охватило два десятилетия на рубеже не только веков, но и тысячелетий. Время колоссальных изменений и преобразований в политическом, социальном и художественном укладе страны. В культурном пространстве молодого независимого государства этот период ознаменовался новым поиском национальной самоидентификации. Процессы глобализации открыли границы, стирая барьеры между различными культурами. Появилась возможность сравнивать и сопоставлять собственную национальную культуру с многообразным проявлением других этносов и народов в едином контексте международного сообщества. Искусство, как язык международного общения и универсальное средство само постижения приходит на помощь в попытках определения собственного национального самосознания. На территории Казахстана и Центральной Азии это процесс сегодня основной и определяющий.

Казахстан по своему геополитическому положению расположен на пересечении Европы и Азии. Евразийская цивилизация всегда являлась не столько результат противопоставления культур Запада и Востока, сколько результат их синтеза. При создании своих программных произведений художники тяготеют к философской интерпретации социальной проблематики через осмысление взаимовлияния архаики и современности, Востока и Запада, народные традиции и урбанической культуры. Казахское искусство очень скоро приобретает собственные черты, что позволяет рассматривать его как уникальное самобытное художественное явление. Выбатываются характерные стилеобразующие принципы, отличающие искусство Казахстана от других постсоветских республик.

Исконно существовавшим на территории Казахстана искусством было народное декоративно-прикладное, традиции и технологии которого формировались на протяжении многих столетий. Знания о них передавались из поколения в поколения. Потому неудивительно, что между изобразительным и декоративно-прикладным искусством возникает тесная связь.

Одна из ключевых тенденций искусства — обращение к историзму через осмысление прошлого, прежде всего через мифологическое мироощущение. Наблюдается процесс «оживания прошлого» — «архаизация». Различные символы далекого прошлого гармонично вписываются в пространство художественных произведений.

В каждом виде искусства выработаны особые средства выразительности, ставшие своеобразной визитной карточкой для каждого из них.

В скульптуре авторы стремятся достичь пространственной легкости и пластической выразительности. Для данного вида искусства характерно значительное разнообразие в стилевом решении — от реалистических тенденций до абстрактных и полуабстрактных форм, а так же в использовании различных материалов с достижением максимальных возможностей внутри них.

Монументальное искусство реализуется в разнообразных воплощениях — от масштабных скульптурных композиций, вписанных в городское пространство, до ярких декоративных мозаичных панно и скульптурных рельефов, размещенных в интерьере.

Еще ни один художник из Казахстана не организовал своей школы, не создал круга последователей, не обучил ни одного молодого художника — на любой — коммерческой или некоммерческой основе. Следствием данного процесса являются оголение казахстанской художе-

ственной сцены, отсутствие появления новых имен и постепенное затухание мощных творческих импульсов середины 90-х годов. Нашим художникам некогда и не интересно выставляться на родине. Корни проблемы кроются в сопровождающем почти каждое новое завоевание, каждый новый шаг — это полное равнодушие государства. Как быть целой стране, в которой — хочешь ты этого или нет — происходят художественные процессы? Некоторые государства их активно поддерживают. Другие страны их столь же активно душат. Равнодушие — тоже один из сильных инструментов небрежения культурой. Последствия последних способствуют появлению лакун, немедленно заполняемых волнами международного китча в виде псевдо-ампирных, греческих и египетских культурных излишеств, всегда и с успехом завоевавших страны со слабо выраженной культурой идентичностью (последний и самый свежий пример — ОАЭ). Что лишнее напоминает о том, что независимость — это не только политическая, но и в большей степени, культурная категория.

Литература:

1. Композиция в современной архитектуре. М., «Стройиздат», 1973.
2. Каган, М. С., Косков М. А. Опыт системного анализа процессов формообразования. «ТЭ», 1973, № 8.
3. Основные термины дизайна. ВНИИТЭ. М., 1988.
4. Мелодинский, Д. А. Архитектурная пропедевтика. «Эдиторика». М., 2000.
5. Устин, В. Б. Учебник дизайна. Композиция, методика, практика, М., ООО «Издательство Астрель», 2009.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Преимущество использования Шубаркольского низкозольного угля при магнетизирующем обжиге железомарганцевых руд Центрального Казахстана

Абилберикова Айгерим Аманкоскызы, магистр, преподаватель;
Самуратов Ерулан Уланович, кандидат технических наук, доцент
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Байсанов Алибек Сайлаубаевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией
Химико-металлургического института им. Ж. Абишева

Применение железомарганцевых руд Центрального Казахстана для выплавки стандартных марганцевых ферросплавов по действующим технологиям невозможно из-за низкого содержания марганца и высокого содержания железа. Поэтому сотрудниками Химико-металлургического института, разрабатывается новый метод обжигмагнитной переработки железомарганцевых руд, включающий стадию низкотемпературного восстановления железа газовыми углями месторождения Шубарколь и последующую магнитную сепарацию, позволяющую отделить восстановленное до ферромагнитной формы железа от марганцевой части рудного сырья [1–2].

В качестве топлива и восстановителя в обжиговых печах, зачастую при обжиге железомарганцевых руд используется бурый уголь с повышенным содержанием не только летучих, но и влаги. В случае использования в качестве обжигового агрегата шахтные печи, необходимо учитывать, что шахтные печи камерного типа внешнего нагрева имеют один серьезный дефект — они конденсируют, то есть выделяют из трубы черную жидкость со специфическим запахом.

Когда, температура отходящих газов низка или стенки дымовой трубы сильно охлаждены, то все водяные пары, охлаждаясь в трубе, оседают на ее стенках в виде капель воды, смешиваются с несгоревшими частицами топлива и начинают стекать по трубе, пропитывая при этом кирпич. Увлажненные стенки трубы сыреют, что ухудшает тягу в трубе и постепенно разрушает кирпич, образуя на поверхности пятна. Поэтому при магнетизирующем обжиге железомарганцевых руд не желательно применять бурые угли, содержащие повышенное количество гигроскопической и гидратной влаги.

В результате испытаний по обжигу железомарганцевых руд наилучшие результаты по магнетизирующему обжигу получены при использовании низкозольного шубаркольского угля [3].

Шубаркольский уголь, добываемый открытым способом, отличающийся низкой влажностью и невысокой зольностью (в среднем около 6%, а в отдельных пачках — и до 2–3%), наиболее подходит для обжиговых процессов. Весьма благоприятным показателем качества угля является и небольшое содержание фосфора (порядка 0,01%).

Классификация шубаркольского угля связана с определенными трудностями, так как этот уголь обладает признаками, одни из которых, по существующим представлениям, характерны для бурогоугольной стадии углефикации, а другие — для каменных длиннопламенных углей. К последним шубаркольский уголь может быть отнесен, исходя из высокой теплоты сгорания (более 30 МДж/кг), высокого содержания витринита (85%) и низкой зольности. В то же время, оценивая возможности хранения, транспортировки и переработки этого угля, следует учитывать, что он не вполне «дозрел» до типичного каменного угля, вследствие чего должен неизбежно характеризоваться невысокой прочностью. Действительно, как показали исследования, выполненные в Кузнецком центре ВУХИН, шубаркольский уголь характеризуется низкими показателями структурной прочности (55,9%) и термической стойкости (58,1%).

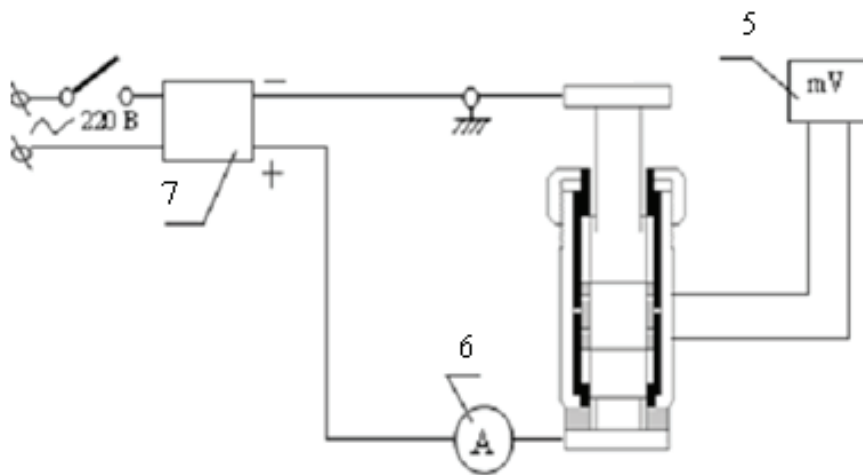
При обжиге железомарганцевых руд в шахтной печи камерного типа внешнего нагрева использование избыточного количества низкозольного шубаркольского угля не только делает возможным селективное разделение железа и марганца, но и позволяет получить в обожженной руде коксовый остаток — полукокк [1].

Физико-химические характеристики восстановителя влияют как на показатели обжига и работу обжиговой печи, так и на качество конечной продукции. Поэтому зольность применяемого в качестве восстановителя — шубаркольского угля, влияет на зольность полукокса получаемого в результате восстановительного обжига.

С целью изучения удельного электрического сопротивления ($УЭС$) полукокса, получаемого при обжиге, специалистами лаборатории пирометаллургических процессов была собрана и испытана установка для измерения $УЭС$ углеродистых материалов (рисунок 1). Основным условием было сохранение сущности метода измерения падения напряжения на участке столбика углеродистого материала с крупностью зерен 0,315-0,400 мм, заключенного в матрице между двумя пуансонами под давлением $(5,88 \pm 0,03)$ МПа [$(60,0 \pm$

$0,3)$ кгс/см²] при прохождении постоянного тока. ГОСТ 4668–75 [3–5].

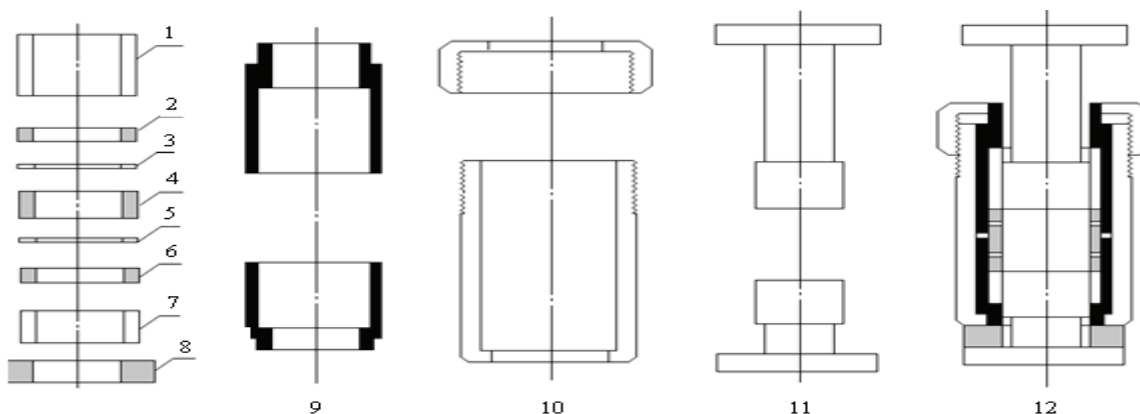
Конструктивно установка (рис. 1) представляет собой станину с прямоугольной распорной аркой, на которой установлены весы напольные, домкрат и матрица. Весы напольные диапазон 0–120 кг (для измерения давления). Домкрат позволяет плавно и без усилий создавать давление до 60 кг на 1 см². Матрица изготовлена по чертежам ГОСТ 4668–75 (рис. 2). Источник стабилизированного постоянного тока 0,5А.



1 — прямоугольная распорная арка; 2 — весы напольные; 3 — домкрат; 4 — матрица; 5 — милливольтметр; 6 — амперметр; 7 — источник тока

a — установка для измерения $УЭС$; *б* — схема измерительной цепи

Рис. 1. Принципиальная схема



1,7 — токовые зонды; 2,4,6 — изоляционные втулки; 3,5 — пот.зонды; 8 — изол. шайба; 9 — изоляционная втулка; 10 — гайка и корпус; 11 — пуансоны; 12 — в сборе

Рис. 2. Матрица для измерения $УЭС$ (ГОСТ 4668–75)

Для проведения испытаний используют блок питания, работающий в двух режимах: источник постоянного тока, поддерживающий ток 0,5А (рекомендованного ГОСТ 4668–75), используется для измерения с удельным со-

противлением материала до 1 МОм*м. Вторым режимом — это источник постоянного напряжения для измерения более высокого сопротивления. Используемый блок питания упрощает процедуру измерения и расчетов, за-

щищен от высоких токов. Для юстировки имеется «Точная настройка».

Собранная установка позволяет определять УЭС углеродистых материалов по ГОСТ 4668–75, но также определить зависимость изменения УЭС от прикладываемого

давления. В таблице 1 приведены значения УЭС полукокс, полученных при восстановительном обжиге [1], а также углеродистых восстановителей применяемых в настоящее время на ферросплавных заводах. Также для примера приведены значения УЭС у графита.

Таблица 1. Результаты определения УЭС у различных углеродистых материалов в зависимости от давления

Материал	Давление, кг	Напряжение, V	Сила тока, A	УЭС, Ом*м	УЭС, 10–6 Ом*м	120/60
Полукокс № 1	60	12,1	0,000098	3102	3101551020	127,1
	120	20,2	0,000208	2440	2439538462	100,0
Полукокс № 2	60	9,8	0,000022	11190	11189818182	132,0
	120	13,5	0,00004	8478	8478000000	100,0
Полукокс № 3	60	16,7	0,000088	4767	4767090909	131,2
	120	18,8	0,00013	3633	3632738462	100,0
Графит	60	0,0088	0,5	0	442	160,0
	120	0,0055	0,5	0	276	100,0
Кокс КНР	60	0,228	0,5	1	912000	271,4
	120	0,084	0,5	0	336000	100,0
Спецкокс ТОО «Сарыарка Спецкокс»	60	0,874	0,5	3	3496000	260,1
	120	0,336	0,5	1	1344000	100,0
Спецкокс ТОО «Сарыарка Спецкокс»	60	0,893	0,5	4	3572000	229,0
	120	0,39	0,5	2	1560000	100,0

Проведенные исследования показали, что УЭС полученного полукокса на 3–4 порядка (в 1000 и 10000 раз) выше, чем у углеродистых восстановителей, применяемых в настоящее время на ферросплавных заводах (кокс КНР и спецкокс ТОО «Сарыарка Спецкокс»).

Повышенное удельное электросопротивление углеродистых восстановителей при рудно-термической плавке

значительно улучшает технико-экономические параметры выплавки ферросплавов, за счет более глубокой посадки электродов, увеличения снимаемой мощности печи и температуры процесса. Как видно из таблицы 2, полученный полукокс соответствует основным требованиям стандартов производства полукокса.

Таблица 2. Характеристики полукокса

Показатель	Требования	Полученный полукокс	Комментарий
Теплота сгорания на рабочую массу, ккал/кг	Не менее 6000	6500–7200	Изменяя режимные параметры, можно увеличить выход полукокса, снизив его калорийность до 6000–6500 ккал/кг.
Зольность на рабочую массу, %	Не выше 15	7–8	Незначительно зависит от режимных параметров и существенно от зольности исходного сырья.
Выход летучих веществ, %	Не выше 12	5–15	Зависит от режимных параметров. Можно получать полукокс с выходом летучих веществ более 15%.
Влажность, %	2–12	0–6	Сухой метод сушения

Таким образом, применение в магнетизирующем обжиге железомарганцевых руд низкозольного Шубаркольского угля положительно влияет на работу печи, на показатели обжига и полученный после обжига совместный

продукт — полукокс соответствует основным требованиям стандартов производства полукокса, а также обладает лучшим специфическим свойством.

Литература:

1. Разработка технологии обжигмагнитного обогащения железомарганцевых руд Казахстана: отчет о НИР /ХМИ им. Ж. Абишева. — Караганда, 2012. — с. 8–40.

2. Абилберикова, А. А., Байсанов А. С., Торговец А.К., Самуратов Е. К. Экспериментальная установка для обжига железомарганцевых руд // *Материалы Республиканского научного журнала «Технология производства металлов и вторичных материалов»*. — Темиртау, 2013.
3. Абилберикова, А. А., Байсанов А. С., Самуратов Е. К., Оспанов Н. И., Абилбериков А. А. Обжиг железомарганцевых руд Казахстана в камерной печи внешнего нагрева // *Мат. Междун. научно-практ. конф., посв. 20-летию РГП «НЦ КПМС РК» и 55-летию Химико-металлургического института им.Ж.Абишева «Проблемы и перспективы развития горно-металлургической отрасли: теория и практика»*. — Караганда, 2013. — С.71–74.
4. Жучков, В. И., Микулинский А. С. Методика определения электрического сопротивления кусковых материалов и шихт // *Экспериментальная техника и методы высокотемпературных измерений*. — М.: Наука, 1966. — С.43–46.
5. Павлинский, Н. И., Ганцеровский О. Г. Электросопротивление шихт для выплавки углеродистого ферромарганца // *Металлургия и коксохимия*, 1974. — С.84–86.

Получение чардж-хрома современным методом с использованием некондиционного сырья

Асқарова Кунзира Умаровна, старший преподаватель;
Тайжигитова Меруерт Муратовна, преподаватель;
Юсупова Жаркынай Ниетбаевна, преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им.К.Жубанова

Современная научно-техническая революция, разработка и внедрение новых технических принципов, технологических процессов, материалов и оборудования обуславливают объективную необходимость решения производственно-технических задач в соответствии с требованиями непрерывного повышения экономической эффективности общественного производства, рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Особенно важно решение этих задач на стадии комплексного технико-экономического проектирования металлургических предприятий. Металлургия является одной из основных отраслей народного хозяйства. Важной отраслью в металлургии является получение ферросплавов для сталеплавильного производства.

Для развития черной металлургии в рыночных условиях большое значение имеет рациональное и полное использование всех резервов промышленных предприятий, включая улучшение качественных, количественных и экономических показателей производства металлургической продукции. Особо значимо решение этих проблем при получении ферросплавов, в частности чардж-хрома, который применяется в черной металлургии для производства высококачественных нержавеющей, коррозионно-стойких, инструментальных, конструкционных и жаропрочных сталей.

За последнее время в производстве феррохрома стали использоваться низкосортные хромовые руды и концентраты, которые требуют повышенного удельного тепловыделения проплавленной шихты. При этом увеличиваются затраты на получение феррохрома. В целом использование кремнистых восстановителей для металлотерми-

ческого процесса характеризуется высоким сквозным расходом энергии с учетом затрат на получение металлических восстановителей-энергоносителей из природного сырья. Оптимизация технологии получения феррохрома и улучшение его технико-экономических показателей, а также реализация силикотермического процесса получения феррохрома из разнообразного сырья возможны на основе оценки условий протекающих процессов при взаимодействии исходных компонентов.

Разработка и применение технологии получения феррохрома из сырья пониженного качества в дуговой электропечи позволяет сократить расход дорогостоящего кремнистого восстановителя. Эффективность силикотермической технологии в большой мере зависит от тепловых и температурных условий протекающих процессов.

В статье описывается технология получения ферросплавов в печах постоянного тока. Разрабатывается технико-экономическое обоснование внедрения подогрева шихтовых материалов при данной технологии, оценивается влияние внедрения системы подогрева на показатели эффективности производства на примере производства чардж-хрома.

В статье рассматривается выплавка чардж-хрома из некондиционного сырья в печах постоянного тока.

Преимущество данного процесса:

1. использование некондиционного сырья;
2. экономия электроэнергии 20–30%;
3. использование печей постоянного тока;
4. высокая производительность на 30%.

В статье предлагается внедрение системы подогрева шихтовых материалов отходящими газами, что позволит экономить электроэнергию на 20–30%.

В связи с большими потерями электроэнергии при выплавке чардж-хрома подогрев шихтовых материалов направлен на экономию электроэнергии, что позволит: повысить производительность оборудования, уменьшить физическую нагрузку рабочего персонала, повысить стабилизацию хода процесса.

В металлургическое производство пришел новый высокоэффективный вид плавильного оборудования, позволяющий совершенствовать действующие технологии и создавать новое, обеспечивать высокое качество металла при использовании рядовой дешевой шихты, в том числе трудно поддающейся переработке [3].

Печи предназначены для производства, стали, чугуна, сплавов. В ППТУ-НП освоено производство: различных марок стали, в том числе углеродистых, высоколегированных, инструментальных, штамповых, азотосодержащих, конструкционных и других сплавов ответственного назначения; любых марок чугунов (с десульфурацией), включая синтетические; сплавов на основе алюминия, меди, никеля, кобальта, свинца, титана и других металлов; ферросплавов, раскислителей и других материалов; любых, сложных по составу, видов лигатур и переплав отходов перечисленных металлов [3].

В ППТУ-НП наиболее полно реализованы преимущества электродугового нагрева, развиты и приумножены его возможности, ликвидированы основные недостатки. В литейном и металлургическом производстве длительный период, включая настоящее время, широко используются дуговые печи переменного тока. В них освоена выплавка широкого сортамента сталей, чугуна, сплавов на основе никеля, других металлов, ферросплавов. Несомненными преимуществами являются возможности проведения в них практически любых металлургических процессов, связанных с обработкой металлов горячими шлаками, с целью десульфурации, дефосфорации, рафинирования металла, удаления углерода и многих других нежелательных примесей, путем кислородной продувки или рудного кипа, проведение окислительно-восстановительных процессов с использованием независимого источника нагрева электрических дуг, легирование металла, нагрева металла до температур, определяемых жаростойкостью огнеупоров. ДСП просты по конструкции, взрывобезопасны; за длительное время применения их конструктивные элементы достигли определенного совершенства, освоены эффективные приемы их «горячих» и «холодных» ремонтов. В них отсутствуют высокие требования к качеству лома и футеровочным материалам. Главным, определяющим достоинством печи, например, при производстве стали является возможность, на основе перечисленных выше преимуществ, получать качественный металл из рядовой, дешевой шихты — продукта массовой сборки металлолома. Этой возможности из-за технологической пассивности лишен парк индукционных плавильных печей. При очевидных достоинствах печи в полной мере проявляются их недостатки, настолько существенные, что они послужили причиной отказа от их использования в массовом литейном

производстве из-за низкой рентабельности и высоких затрат на основные фонды. Этими недостатками являются: высокий уровень угара шихты и легирующих элементов, графитированные электроды, электроэнергия, пылегазо-выбросы, шум, воздействия на питающие энергосистемы; локальный перегрев расплава, отсутствие его эффективного перемешивания; ограничение производительности из-за разрушения футеровки при увеличении мощности печи. В печи технологические процессы протекают с невысокой скоростью; значителен перепад температур по глубине ванны, что приводит к повышению газонасыщенности металла. При работе ДСП генерируются резкопеременные нагрузки на систему электроснабжения, фликер-эффект. Повышенные требования к экологии и качеству электроснабжения привели к значительному возрастанию затрат на основные фонды, связанные со строительством дорогих систем пылегазоочистки и установкой сложных фильтрокомпенсирующих устройств в системах электропитания печей. В проекте предлагается универсальные печи постоянного тока нового поколения (ППТУ-НП), высокие технико-экономические показатели, которых подтверждены результатами длительной промышленной эксплуатации, и только этим можно подтвердить эффективность предлагаемого оборудования. Приемлемое время расплавления шихты и нагрева расплава 90 минут удалось получить за счет МГД перемешивания расплава. При его отсутствии наблюдался перегрев футеровки, при малой скорости нагрева расплава, значительное увеличение времени протекания технологических процессов, дополнительно снижающему производительность печи, формированию перепада температур по глубине ванны, насыщение металла газами. Несогласованность параметров трансформатора и требований нагрева металла дугой постоянного тока приводят к существенному недоиспользованию мощности трансформатора и значительному перерасходу электроэнергии, что, при строительстве новых печей заставляет завышать мощность и стоимость оборудования системы электроснабжения. В ППТУ-НП использованы современные достижения силовой и управляющей электроники, результаты исследований физики дугового разряда, магнитной гидродинамики, металлургической теплотехники, теории металлургических процессов и основное оборудование с необычно широкими технологическими возможностями, в котором новые конструктивные элементы, режимы работы и процессы образуют единый эффективно действующий комплекс. В ППТУ-НП удалось устранить практически все основные недостатки традиционных печей и расширить сферу эффективного применения дугового нагрева в литейном производстве. При разработке механической части ППТУ-НП использованы все основные элементы дуговых печей переменного тока, по которым накоплен большой опыт производства и эксплуатации. При плавке в ППТУ-НП могут быть использованы все известные технологические приемы, применяемые в ДСП, усиленные и ускоренные применением управляемого

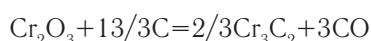
электромагнитодинамического (МГД) перемешивания. Управляемый состав печной атмосферы, высокая эффективная поверхность взаимодействия шлак-расплав, устранение локального перегрева металла под дугой и другие введенные возможности ППТУ-НП, позволили значительно расширить область эффективного применения печей. Разработанная система МГД перемешивания расплава в ППТУ-НП за счет взаимодействия тока, протекающего через расплав, с электромагнитным полем протекающего тока, обеспечила не только равномерное распределение температуры и химсостава расплава, быстрое растворение легирующих элементов и большую эффективную поверхность взаимодействия расплава и шлака, но и позволила впервые эффективно обеспечить передачу энергии из дуги в расплав, осуществить защиту подины и подовых электродов от воздействия скоростных вихревых потоков в расплаве. В результате ППТУ-НП имеют совершенную систему перемешивания расплава, которая с большой скоростью, непрерывно во все периоды нагрева и рафинирования расплава, выравнивает его температуру и химический состав, многократно увеличивает взаимодействие шлака и расплава, обеспечивает в полной мере передачу энергии электрической дуги в расплав, без его локального перегрева. Новая система перемешивания расплава не имеет мировых аналогов, она предельно проста конструктивно и принципиально эффективнее перемешивания за счет бегущего магнитного поля, продувки металла кислородом, подачи газа через подину, внешнего магнитного поля и других известных способов. Одним из важнейших следствий введения новой системы управляемого перемешивания, связанной со специальной организацией режимов плавления, явилось резкое снижение расхода электроэнергии при выплавке металла без использования дополнительных источников энергии. В случае применения ППТУ-НП ударный характер нагрузки на питающую электросеть практически устранен. Соотношение номинальных мощностей сетевых и печных трансформаторов могут быть приняты 1,15–1,25, что существенно снижает установленную мощность сетевого оборудования при новом строительстве и не создает проблем при модернизации действующих печей с увеличением их производительности. ППТУ-НП практически не создает резко-переменной нагрузки. Это достигается соответствующим специальным регулированием тиристорного преобразователя источника питания печи во все периоды плавки, стабилизацией тока дуги с заданной точностью, оптимизированной для каждого периода плавки. В ППТУ-НП режим ведется таким образом, чтобы мощность, потребляемая из сети, практически оставалась неизменной на всех этапах. Достигается это изменением схемы соединения тиристорных мостов (последовательное, последовательно-параллельное, параллельное). Таким образом, согласованное изменение напряжения и тока дуги в четыре раза не приводит к изменению мощности дуги, что позволяет полностью отказаться от регулирования мощности компенсирующих устройств. Кроме того,

существенно меняются требования к регулированию вторичного напряжения печного трансформатора. Печной трансформатор выполняется только с ПБВ 2,5%. При этом снижаются габаритная мощность и цена трансформатора, и значительно снижается стоимость оборудования системы электроснабжения. Несмотря на более высокую стоимость источника электропитания ППТУ-НП, стоимость оборудования электропитания новой печи может быть ниже стоимости электрооборудования широко распространенных дуговых печей переменного тока (ДСП), так как применительно к печному агрегату, его нельзя рассматривать изолированно от системы электроснабжения. При выборе оборудования сопоставления ДСП и ППТУ-НП должны выполняться комплексно, с учетом всех сопутствующих факторов. При этом дополнительные капитальные вложения в систему электроснабжения ДСП практически компенсируют (в ряде случаев существенно превышают) стоимость источника питания ППТУ-НП. Технологические возможности ППТУ-НП позволили впервые в мире освоить в них выплавку высококачественных алюминиевых сплавов, сплавов на основе меди, кобальта, никеля, других металлов, проводить эффективную переработку их отходов. Анализ качества металла, выплавляемого на всех ППТУ-НП, введенных в промышленное производство, указывает на очень высокий уровень показателей, даже при использовании шихты невысокого качества. Этому способствует возможность проведения на ППТУ-НП при расплавлении шихты, нагреве расплава и его рафинировании практически всех металлургических операций, известных из теории металлургических процессов. На ППТУ-НП также отработаны технологии и была доказана возможность переплава стружки, шлаковых съёмов, различных лигатур, крупногабаритного лома, выплавка которых ведется с очень высокими технико-экономическими показателями. Ключевые преимущества и достоинства ППТУ-НП: новый принцип магнитодинамического (МГД) перемешивания расплава; новые электрические режимы расплавления шихты, нагрева и рафинирования расплава; низкий расход электроэнергии; значительное повышение качества производимых металлов и сплавов без использования дополнительного оборудования, в том числе из рядовой дешевой шихты продукта массового сбора металлолома и трудно перерабатываемых отходов; широкий диапазон номенклатуры выплавляемых металлов и сплавов; возможность вести плавку из дешевого сырья за счет ведения активных технологических процессов; высокая производительность; низкий угар шихтовых материалов, графитированных электродов; благоприятное взаимодействие режимов работы печей и системы электроснабжения; подавление вредного воздействия на окружающую среду [3]; взрывобезопасность оборудования. Особенности технологии и оборудования ППТУ-НП позволяют производить на их основе высокоэффективные миксеры или печи с жидкой завалкой, в том числе для стали. Их использование позволяет создавать высокоэффективные литейные производ-

ства. В работе выбрана печь закрытого типа. Основные задачи плавильного обслуживания закрытой печи сводятся к поддержанию необходимого давления под сводом обеспечению равномерного схода шихты, предотвращению чрезмерного выбивания газа через загрузочные воронки и забивания пылью подсводного пространства и газоходов печи [4].

Нормальная работа печи характеризуется следующими признаками: 1) равномерное выделение в воронках вокруг электродов невысокого и неяркого пламени; 2) равномерный сход шихты вокруг каждого электрода; 3) рыхлая шихта в воронках свободно «прошивается» в любой точке; 4) устойчивая и глубокая (3,0–3,7 м нижнего обреза щек) посадка электродов в шихте при полной и одинаковой электрической нагрузке по фазам при одинаковых фазовых напряжениях; 5) регулярный выход жидкоподвижного шлака при каждом выпуске; 6) появление небольшого язычка пламени в конце выпуска из леточного отверстия. Вокруг электродов выходит 10–15% колошникового газа с температурой ~650°C. Давление под сводом печи должно составлять 0–30 Па, а разность давлений в трех точках под сводом должна быть не более 5 Па; разрежение под сводом не допускается. Для нормального хода технологического процесса в закрытой печи особое значение имеет устойчивая работа системы отбора и очистки газа, которая должна обеспечить удаление газа и пыли из подсводного пространства печи и устройств газоотвода и предупредить их забивание.

Получение чардж-хрома основано на восстановлении оксидов хрома и железа углеродом из хромовых руд в мощных рудовосстановительных закрытых электропечах непрерывным способом [1].



Для выплавки чардж-хрома используют хромовую руду, углеродистые восстановители — кокс, полукокс, газовый уголь. Целесообразно в шихту вводить отходы графитизации электродных заводов, которые содержат значительное количество карбида кремния. В качестве флюсов применяют отсеvy кварцита, а также шлак ферросиликохрома, ферросилиция и конвертерные или печные шлаки производства среднеуглеродистого феррохрома, содержащие кремнезем и некоторое количество Cr_2O_3 . В шихту вводят также собственные оборотные отходы сплава. Феррохром можно также выплавлять с использованием агломерата, полученного из хромовых руд. Существенно улучшается ход процесса, качество сплава по содержанию углерода при даче

в шихту Al_2O_3 — содержание добавки (агломерационного боксита), боя катодных блоков алюминиевых электролизеров, содержащих до 30% глинозема и криолита (Na_3AlF_6).

Примерный состав колоши шихты для плавки феррохрома на одном из заводов следующий: хромовая руда 850 кг, шлак производства среднеуглеродистого феррохрома 150 кг, кварцит 30 кг, коксик 215 кг, собственные металлоотходы 150 кг [1].

При плавке чардж-хрома в результате образования в печи на границе с металлом рудного слоя (смеси шлака и частично оплавившихся и восстановительных кусков руды) создаются благоприятные условия для ограничения восстановления кремния и насыщения металла углеродом. При значительном избытке кусковой хромовой руды на границе шлак — металл накапливается большое количество не расплавленной полностью хромовой руды. В результате электроды поднимаются, что снижает температуру в зонах, обогащенных оксидами хрома и железа, а это уменьшает способность рудного слоя к рафинированию металла.

Если из печи плохо выходит шлак, то это может быть вызвано слишком высоким содержанием оксида магния и глинозема в шлаке (при работе с избытком восстановителя), когда кремнезем в значительной степени восстанавливается из шлака. При недостатке восстановителя возможно повышение SiO_2 в шлаке. Шлак плохо выходит из печи и при ее работе с обвалами шихты во время выпуска ввиду отсутствия «коксовой подушки» вокруг электрода под слоем шлака.

Восстановить эти нарушения нормального выхода шлака из печи возможно восстановлением оптимального химического состава шлака и корректировкой количества восстановителя в шихте. Затруднение при выпуске металла могут возникнуть при его низкой температуре, что свидетельствует о легкоплавкости шлака, либо из-за перекрытия выпускного отверстия печи кусковой хромовой рудой. Целесообразно выплавлять чардж-хром с предварительным подогревом хромовой руды теплом сжигания отходящего газа закрытых ферросплавных печей. Подогрев можно вести в трубчатых или шахтных печах. Это обеспечивает повышение производительности печи, выплавляющей чардж-хром, на 10–20%. К положительным результатам приводит использование подогретой хромовой руды и при выплавке других сплавов хрома. Это подтверждает и промышленная практика получения чардж-хрома в печах мощностью 33 и 75 МВ*А компании Оутокумпу с использованием нагретой хромовой руды рудника Кеми (Финляндия).

Литература:

1. Рысс, М. А. «Производство ферросплавов» М.: Metallurgy, 1985.
2. Технологическая инструкция АЗФ, ТНК «Казхром».
3. Источник из интернета.
4. Данные Актюбинского завода ферросплавов «ТНК «Казхром».

Характеристика металлургического производства и его роль в национальной экономике

Аскарова Кунзира Умаровна, старший преподаватель;

Тайжигитова Меруерт Муратовна, преподаватель;

Юсупова Жаркынай Ниетбаевна, преподаватель

Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Республика Казахстан, не смотря на свою относительно короткую историю развития горно-металлургической промышленности (70–80 лет), сегодня занимает одно из лидирующих положений. Страна входит в число 15 ведущих горнодобывающих стран мира и в десятку стран с наибольшим количеством видов извлекаемого минерального сырья.

Из 110 элементов таблицы Менделеева в недрах Казахстана выявлено 99, разведано — 70, используются — более 60. По многим видам природных ресурсов республика занимает ведущие позиции в мире. Так, Казахстан занимает первое место в мире поразведанным запасам цинка, вольфрама и барита, второе место — по запасам серебра, свинца и хромитов, третье — меди, марганца и флюорита, четвертое — молибдена, по запасам золота входит в первую десятку. Наша страна располагает примерно 8% мировых запасов руды, около 25% мировых запасов урана.

Во многих странах мира промышленность выступает в роли индустриального ядра, стимулируя развитие сопряженных с ним секторов экономики, науки и инновационной деятельности. Однако на протяжении 90-х годов промышленность республики развивалась нестабильно. Так, для первой половины этого периода характерной тенденцией является постоянное снижение объемов производства, что обусловлено причинами, присущими для переходного периода (разрыв хозяйственных связей, финансовые трудности и т.д.). Во второй половине 90-х годов объемы промышленного производства наращивались, что позволило сократить спад по сравнению с 1990 годом. В настоящее время порядка 30% валового внутреннего продукта (ВВП) Казахстана производится в промышленном секторе.

Одной из базовых отраслей промышленности республики является горно-металлургический комплекс (ГМК), обладающий значительным экспортным потенциалом. Продукция отрасли — черные и цветные металлы — пользуется относительно устойчивым спросом на мировом рынках. Для развития ГМК характерны те же тенденции, что и для всей промышленности. Но в последние годы отмечается стабилизация ГМК, что связано со значительным улучшением конъюнктуры на мировых рынках. Так, в 1998–2001 годах объемы добычи металлических руд в республике выросли в 3,4 раза, в том числе железных руд — в 3 раза, руд цветных металлов — в 3,7 раза.

В результате экономических и правовых реформ приватизация в ГМК практически завершена. Крупные компании, такие, как ОАО «Казницк», АО «Корпорация Казахмыс», АО «Соколовско-Сарбайское горно-произ-

водственное объединение», АО «MittalSteelТемиртау», АО «Транснациональная компания «Казхром», объединили горно-обогатительные и металлургические предприятия сектора в единые технологические комплексы. Республика является заметным игроком на мировых рынках черных и цветных металлов.

Состояние производства черных металлов в Казахстане

1. Черная металлургия является отраслью промышленности, которая имеет большое районообразующее значение. Как правило, она характеризуется тем, что требует развития дополнительных, сопутствующих и обслуживающих производств, тем самым способствует укреплению тесных производственных связей со многими отраслями народного хозяйства.

2. Становление и развитие черной металлургии Казахстана шло по двум направлениям. С одной стороны по линии образования мощной железорудной базы общесоюзного значения при СССР. Этому способствовало открытие территории республики крупных месторождений хромитовых, марганцевых и железных руд. С другой — по линии строительства металлургических предприятий, организации собственного производства чугуна и резкого увеличения выработки стали и проката, что вызвано ростом потребности в металле КАЗАХСТАНА СРЕДНЕЙ АЗИИ.

3. Производство в черной металлургии отличается высоким уровнем концентрации. Так, производство проката в Республике полностью сосредоточено на Карметкомбинате, на долю Соколовско-Сарыбайского ГПО приходится 61% производимой в Республике железной руды и на долю Аксуского завода ферросплавов — около 81% от их общего производства.

4. В составе черной металлургии Казахстана имеется пять подотраслей:

- 1) Горнорудная
- 2) Сталеплавильная
- 3) ФЕРРОСПЛАВНАЯ
- 4) Огнеупорная
- 5) Ломоперерабатывающая

В них работают крупные железорудные предприятия (Соколовско-Сарыбайский, Лисановский, Кашарский ГОК и Атасуйское рудоуправление), хромитовое (Донской ГОК), марганцевое (рудоуправление «Казмарганец» и Жайремский ГОК), Карагандинский металлургический комбинат и два ферросплавных завода (Аксуский

и Актюбинский), завод «Казогнеупор» (г. Рудный) и ПО «Казвторчермет» (г. Алматы). Территориально предприятия черной металлургии размещены в четырех областях республики Казахстан (Костанайской, Карагадинской, Актюбинской и Павлодарской), где имеются месторождения железных руд и водноэнергетические ресурсы.

Характерной чертой черной металлургии Казахстана является то, что предприятия этой отрасли в основном тесно связаны с сырьевой базой. Черная металлургия, как и цветная, способствует укреплению и расширению экономических связей республики, как с ближним, так и с дальним зарубежьем. Железная руда и листовой прокат Казахстана экспортируется во многие республики СНГ и Прибалтику. Большим спросом на мировом рынке пользуются казахстанские хромитовые руды и ферросплавы.

В настоящее время Казахстан входит в тридцатку мировых производителей стали.

1. Железорудная промышленность

Основу черной металлургии в Казахстане составляет наличие крупнейших месторождений железных руд. Запасы руды в Казахстане оцениваются в 16,6 млрд. тонн, что составляет около 8% всех мировых запасов (восьмое место в мире), из них около 8800 млн. тонн разведано и подготовлено к эксплуатации. По добыче железной руды Казахстан занимает десятое место в мире после Китая, Бразилии, Австралии, России, США, Индии и Украины, на долю которых приходится более 80% общемировой добычи данного вида сырья. Среди стран СНГ республика занимает третье место, уступая России и Украине. Основная часть добываемой железной руды (65%) экспортируется из республики, в основном в Россию и Китай. Внутренним потребителем продукции железорудной промышленности республики является Карагандинский металлургический комбинат. Основными железорудными районами Казахстана являются Костанайская и Карагандинская области. Железорудная промышленность Казахстана представлена крупными предприятиями республики:

- Соколовско — Сарбайским горно-производственным объединением;
- Лисаковским горно-обогательным комбинатом;
- Атасуйским рудоуправлением.

На первых двух предприятиях сосредоточено около 90% добываемой в республике железной руды. Разработка железорудных месторождений ведется, главным образом, в Костанайской области: Соколовское, Сарбайское и Качарское месторождения, разрабатываемые Соколовско—Сарбайским горно-производственным объединением (г. Рудный, Костанайская область). Железная руда этих месторождений является довольно богатой (среднее содержание железа 35–44%). На Лисаковском горно-обогательном комбинате (г. Лисаковск, Костанайская область) ежегодно добывалось 10,5 млн. тонн руды и производилось 6,1 млн. тонн концентратов. В связи уменьшением содержания железа в руде Лиса-

ковского месторождения бурых железняков, спрос на концентраты падает.

Атасуйское рудоуправление (г. Атасу, Жезказганская область) добывает богатые магнетитовые и гематитовые руды из железомарганцевых месторождений Жезказганской области.

2. Марганцеворудная промышленность

На территории Республики по данным геологических служб известно более 100 месторождений и рудопроявлений марганцевого рудного сырья. Государственным балансом учтено 19 месторождений. Около 60% запасов имеют содержание Mn от 10 до 20%, 32% — от 20 до 30% и только в 11% его содержание составляет более 30%. Для всех типов руд характерна низкая концентрация фосфора (0,02–0,08%) и серы (0,1–0,3%). Все разведанные и учтенные Госбалансом месторождения расположены в Карагандинской области.

По запасам марганцевой руды Казахстан занимает третье место в мире после ЮАР и Украины, а по их добыче — 7 место в мире (из 27 стран). На долю Республики приходится порядком 2% общемирового производства марганцевой руды. В настоящий момент разрабатываются 7 месторождений: Ушкатын III, Восточный Камыс, Тур, Есымжал, Жомарт, Западный Каражал и Богач. Добычей марганцевых руд в Казахстане занимаются ОАО «Жайремский ГОК» (Ушкатын III, Жомарт), РУ «Казмарганец» — филиал ТНК «Казхром» (Восточный Камыс, Тур), ОАО «Атасуруда» (Западный Каражал), ТОО «Абайкен» (Богач, Есымжал).

3. Хроморудная промышленность

Казахстан располагает крупными запасами хромитов со средним содержанием триоксида хрома 50,2%, что выше, чем в рудах практически всех других стран. Казахстанским рудам свойственны также низкие содержания железа и вредных примесей — фосфора и серы, и они могут использоваться во всех сферах применения без каких-либо ограничений. Запасы хромовых руд Казахстана и их добыча сосредоточены в Хромтауском районе Актюбинской области, в пределах Кемпирсайского массива, месторождение которого отрабатывались до недавнего времени единственным предприятием в составе ТНК «Казхром» — Донским ГОКом. Всего в Казахстане насчитывается более 160 хромитовых месторождений, из которых около 20 имеют промышленное значение. Общий объем подтвержденных запасов $A+B+C1$ составляет 316 млн. т. Определенным недостатком является приуроченность большей части (92%) запасов хромитов к глубоким горизонтам массива и связанная с этим необходимость их отработки подземным способом.

Донской горно-обогательный комбинат (ДГОК) был создан в 1938 году как Донское хромитовое рудоуправление. Горные работы и добыча руды Донским ГОКом были начаты

в 1938 году на карьере Гигант. До 1982 года добыча руды Донским ГОКом осуществлялась только открытым способом, в этом же году была введена шахта «Молодежная». Корпорация «Казхром» переходит на подземную добычу руды. Шахта «Молодежная» работает с 1982 года. Ее первоначальные запасы составляли 62 млн. тонн. Добываемая здесь руда обладает высоким содержанием оксида хрома — 50–51%. При проектной мощности шахта «Молодежная» в 2 млн. тонн руды в год в настоящее время здесь добывается 2,7–2,75 млн. тонн, что как раз соответствует потребностям потребителей. На Донском ГОКе дробление и сортировка богатой руды (свыше 45% оксида хрома) обогащение бедной (менее 39%) осуществляется на двух дробильно-обогажительных фабриках (ДОФ) с общей мощностью по дроблению 5 млн. т в год, по выпуску концентрата — 1,7 млн. т. На обеих ДОФ применяется гравитационный способ обогащения. В октябре 2001 года на Донском ГОКе был запущен цех брикетирования производительностью 200 тыс тонн хроморудных брикетов в год, в 2005 году — самый крупный в мире комплекс по производству обожженных окатышей по финской технологии производительностью 700,0 тыс. тонн готовой продукции в год. Донской ГОК добывает 4,5 млн. тонн руды в год и является самым крупным в мире по добыче и переработке хромового сырья в годовом исчислении.

В настоящее время потребителями руды Донского ГОКа являются Аксуйский и Актюбинский заводы ферросплавов, а также Актюбинский химический завод. Кроме того незначительное количество руды отправляется на Украину. Британская компания Ogiel построила новый ГОК близ месторождения хромовых руд Восход. Проектная мощность ГОКа составляет 1,3 млн. тонн обогащенной руды в год. Компания планирует поставлять обогащенную руду для китайской компании Sinosteel, шведской компании Vargon Alloys и принадлежащей британской компании Тихвинскому ферросплавному заводу.

4. Сталеплавильное производство

Сталеплавильное производство черной металлургии Казахстана представлено в основном двумя предприятиями: Карагандинским металлургическим комбинатом и ТОО «Кастинг» (г. Павлодар)

Карагандинский металлургический комбинат АО «Mittal Steel Темиртау» является на сегодняшний день фактически полным монополистом в Казахстане в области производства стали. В 1995 году Карагандинский металлургический комбинат был приобретен индийской группой LNM, что позволило полностью модернизировать комбинат. Обновленная в организационном и технологическом отношении казахстанская черная металлургия является сильно экспортоориентированной отраслью. Основными партнерами Казахстана являются Китай, Россия, Иран и страны Евросоюза. Внутреннее потребление казахстанского металла очень мало и обеспечивается в основном за счет строительной индустрии — в крупных городах и в меньшей степени за счет машиностроения.

7 декабря 2002 года в Казахстане был запущен новый завод черной металлургии ТОО «Кастинг» общей стоимостью 40 млн. \$. Производство непрерывного литья и сортового проката создано на базе бывшего Павлодарского тракторного завода. Часть металлолома прежде уходившего за границу как сырье теперь перерабатывается на «Кастинге» и после импортируется. Первая партия проката была отправлена зарубежным поставщикам, в частности, в Иран.

5. Ферросплавное производство

Электроферросплавная промышленность Казахстана представлена Актюбинским и Аксуйскими заводами ферросплавов, входящих АО «Транснациональная компания «Казхром». Темиртауским химико-металлургическим заводом АО «Алаш», а также ТОО «Ферросиликоалюминий» (г. Экибастуз). Суммарная номинальная мощность трансформаторов составляет 1479 МВА, ТОО «Ферросиликоалюминий» 12,5 МВА. Ферросплавные заводы Казахстана ориентированы в основном на выпуск ферросилиция и руд хрома. В последние годы на Аксуйском и Темиртауском заводах освоена технология выплавки ферросиликомарганца с использованием марганцевых руд месторождений Казахстана, а также на Экибастузском заводе налажено производство ферросиликоалюминия из углистых пород.

ТНК «Казхром» — крупнейшее предприятие в Казахстане и одно из крупнейших в мире по производству ферросплавов. Номенклатура продукции компании включает ферросплавы, а также хромовые и марганцевые руды и металлический хром. В состав компании входят два предприятия, осуществляющих производство ферросплавов — Актюбинский и Аксуйский заводы ферросплавов, горнорудное предприятие Донской ГОК, осуществляющее добычу и обогащение хромовой руды, а также Рудоуправление Казмарганец, осуществляющее добычу марганцевой руды.

Аксуйский завод ферросплавов был введен в эксплуатацию в январе 1968 года как Ермаковский завод ферросплавов. Основными видами продукции, производимой на Аксуйском заводе, — одним из крупнейших в мире по производству кремниевых, хромовых и марганцевых сплавов, являются феррохром, ферросилиций ферросиликохром, ферросиликомарганец. В производственный комплекс Аксуйского завода входят 42 подразделения, в том числе 4 ферросплавных цеха, 26 электропечей 2 цеха по подготовке шихты, автотранспортный, железнодорожный и ремонтные цеха.

Современные приоритеты горно-металлургической отрасли Казахстана четко определены.

Они напрямую связаны с решением назревших проблем в использовании и сохранении недр, обеспечении экологической безопасности и повышении уровня безопасности горных работ. Особое место в решении злободневных задач отрасли может сыграть наука, теоретические и экспериментальные исследования. Наиболее эффективными методами повышения полноты использо-

вания богатств недр, вовлечение в эксплуатацию некондиционных или потерянных руд являются технологические методы, в частности, способы скважинного и кучного выщелачивания металлов из руд [1].

Литература:

1. Горный журнал Казахстана.

Определение активности компонентов в биметаллическом расплаве

Ахметов Кайрат Телектесович, преподаватель кафедры металлургии;

Симбатов Кайрат Жакиманович, младший научный сотрудник

Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Большинство металлургических процессов протекающих в области высоких температур сопровождаются химическими взаимодействиями между компонентами. При изучении термодинамических свойств растворов протекающих в области высоких температур важной характеристикой растворов является активность. В связи с очень малой информации применимости расчетов по определению активностей и коэффициентов активностей, данная статья может быть полезна в освоении методики расчета не только для преподавателей высших учебных заведений, но и для студентов, обучающихся по направлению «Металлургия».

Ключевые слова: активность, коэффициент активности, мольная доля, идеальный раствор, реальный раствор.

В реальных металлургических расплавах протекают химические взаимодействия двух или более компонентов, сопровождающиеся непосредственно изменением тепловых эффектов. Как правило, свойства таких растворов не подчиняются законам идеальных растворов (законы Рауля и Генри). Для того чтобы подчинить свойства идеальных растворов к свойствам реальных растворов следует взять вместо концентрации компонентов их активности. Активность характеризует способность данного компонента выйти на поверхность реального раствора, или иными словами активность можно охарактеризовать как эффективную концентрацию реальных растворов. Таким образом, рассмотрим несколько способов определения активности:

1. При определении **активности по Раулю** за стандартное состояние принимается чистый компонент и количественно определяется отношением реального (замеренного) давления насыщенного пара над раствором к давлению пара, установленного над раствором чистого компонента:

$$a_B^{(R)} = \frac{P_B}{P_B^0} \tag{1}$$

где, $a_B^{(R)}$ – активность по Раулю; P_B – реальное замеренное давление насыщенного пара; P_B^0 – давление насыщенного пара чистого компонента.

Для того, чтобы количественно отличить свойства реального раствора от идеального вводят понятие коэффициента активности. Коэффициент активности компонента в растворе показывает [1] на какую величину отклоняются свойства реального раствора от идеального раствора. Такое отклонение обусловлено наличием химического взаимодействия между компонентами, сопровождающиеся изменениями тепловых эффектов в отличие от идеальных растворов, которые в принципе не существуют в металлургических процессах.

$$\gamma_B^{(R)} = \frac{a_B^{(R)}}{x_B} \tag{2}$$

где, $\gamma_B^{(R)}$ – коэффициент активности по Раулю; x_B – мольная доля.

Приведем конкретный пример. Экспериментальным путем определены давления насыщенного пара магния над расплавом Mg – Pb (табл.1). Требуется определить активность и коэффициент активности магния по Раулю [2].

Таблица 1

x_{Mg}	1,0	0,960	0,807	0,675	0,441	0,274
$P_{Mg} \times 10^{-3}$, [атм.]	14,80	13,59	9,76	4,16	0,74	0,260

Как видно из таблицы, давление насыщенного пара магния чистого компонента (при мольной доле магния $x_{Mg} = 1$) равна $P_{Mg}^0 = 14,8 \cdot 10^{-3}$ [атм.]

Условно приняв двухкомпонентный раствор за идеальный раствор, определим по первому закону Раулю, как будет изменяться давление насыщенного пара магния в зависимости от изменения мольной доли магния в растворе:

$$P_{Mg}^{uo} = P_{Mg}^0 - P_{Mg}^0 \cdot x_{Pb} = P_{Mg}^0 - P_{Mg}^0 \cdot (1 - x_{Mg}) \tag{3}$$

Подставляя значения мольных долей, получим:

$$\begin{aligned} (P_{Mg}^{uo})_1 &= 14,8 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^{-3}(1-1) = 14,80 \cdot 10^{-3} \text{ [атм.]} \\ (P_{Mg}^{uo})_2 &= 14,8 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^{-3}(1-0,960) = 14,20 \cdot 10^{-3} \text{ [атм.]} \\ (P_{Mg}^{uo})_3 &= 14,8 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^{-3}(1-0,807) = 11,94 \cdot 10^{-3} \text{ [атм.]} \\ (P_{Mg}^{uo})_4 &= 14,8 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^{-3}(1-0,675) = 9,99 \cdot 10^{-3} \text{ [атм.]} \\ (P_{Mg}^{uo})_5 &= 14,8 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^{-3}(1-0,441) = 6,53 \cdot 10^{-3} \text{ [атм.]} \\ (P_{Mg}^{uo})_6 &= 14,8 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^{-3}(1-0,274) = 4,06 \cdot 10^{-3} \text{ [атм.]} \\ (P_{Mg}^{uo})_7 &= 14,8 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^{-3}(1-0) = 0 \end{aligned}$$

Строим график зависимости давления насыщенного пара магния над раствором $P_{Mg} = f(x_{Mg})$ и давления «несуществующего» пара над идеальным раствором по первому закону Рауля $P_{Pb}^{uo} = f(x_{Mg})$.

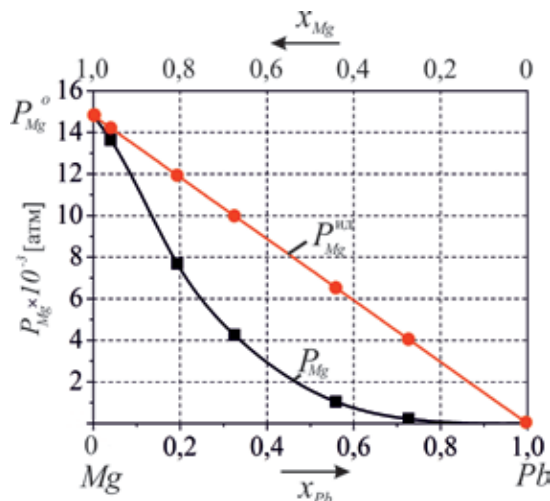


Рис.1. Давление насыщенных паров рассчитанных по условию идеального раствора и экспериментальных значений

Имеющиеся экспериментальные данные зависимости давления насыщенного пара магния от его мольной доли позволяют вычислить активность и коэффициент активности по Раулю. Активность определяем «относительно» чистого компонента давления насыщенного пара магния $P_{Mg}^0 = 14,8 \cdot 10^{-3}$ [атм.]

$$(a_B^{(R)})_1 = \frac{(P_{Mg})_1}{14,8 \cdot 10^{-3}} = \frac{14,8 \cdot 10^{-3}}{14,8 \cdot 10^{-3}} = 1$$

В термодинамических расчетах обычно при активностях равных единице принимают химически чистые компоненты, например, твердые вещества отдельных рафинированных металлов или индивидуальных оксидов.

В условиях чистого жидкого магния, коэффициент активности магния по Раулю равняется единице:

$$(\gamma_B^{(R)})_1 = \frac{a_B^{(R)}}{x_B} = \frac{1}{1} = 1$$

Пересчитываем активности и коэффициенты активности магния в зависимости от изменения мольной доли магния в растворе:

$$\begin{aligned} (a_B^{(R)})_2 &= \frac{13,59 \cdot 10^{-3}}{14,8 \cdot 10^{-3}} = 0,918 & (\gamma_B^{(R)})_2 &= \frac{0,918}{0,960} = 0,956 \\ (a_B^{(R)})_3 &= \frac{9,76 \cdot 10^{-3}}{14,8 \cdot 10^{-3}} = 0,659 & (\gamma_B^{(R)})_3 &= \frac{0,659}{0,807} = 0,816 \\ (a_B^{(R)})_4 &= \frac{4,16 \cdot 10^{-3}}{14,8 \cdot 10^{-3}} = 0,281 & (\gamma_B^{(R)})_4 &= \frac{0,281}{0,675} = 0,416 \\ (a_B^{(R)})_5 &= \frac{0,74 \cdot 10^{-3}}{14,8 \cdot 10^{-3}} = 0,05 & (\gamma_B^{(R)})_5 &= \frac{0,05}{0,441} = 0,113 \\ (a_B^{(R)})_6 &= \frac{0,26 \cdot 10^{-3}}{14,8 \cdot 10^{-3}} = 0,018 & (\gamma_B^{(R)})_6 &= \frac{0,018}{0,274} = 0,065 \end{aligned}$$

Расчитанные значения заносим в таблицу 2.

Таблица 2

$P_{Mg}^{uo} \times 10^{-3}, [\text{атм}]$	14,80	14,208	11,94	9,99	6,53	4,060
$a_B^{(R)}$	1	0,918	0,659	0,281	0,05	0,018
$\gamma_B^{(R)}$	1	0,956	0,816	0,416	0,113	0,065

Линия P_{Mg} на рис.1 представляет собой реальное парциальное давление пара над раствором Mg – Pb, а линия P_{Mg}^{uo} «условно принятый» (не существующий) идеальный раствор. Это сделано для того, чтобы понять насколько реальный раствор отклоняется от идеального раствора по величине $\gamma_B^{(R)}$.

При определении **активности по Генри** за стандартное состояние выбирают гипотетический (реально не существующий) чистый компонент. Упругость пара такого компонента характеризуется ординатой точки a ($x_B = 1$), положение которой определяется экстраполяцией касательной к кривой реальному давлению P_B . На рис.2. линия 1 представляет собой давление насыщенного пара P_B^{sum} (гипотетического давления) выраженного по закону Генри идеального раствора. Линия 2 - реальное замеренное давление насыщенного пара B компонента над раствором.

Активность $a_B^{(H)}$ и коэффициент активности $\gamma_B^{(H)}$ по Генри выражается формулами:

$$a_B^{(H)} = \frac{P_B}{k} \tag{4}$$

$$\gamma_B^{(H)} = \frac{a_B^{(H)}}{x_B} \tag{5}$$

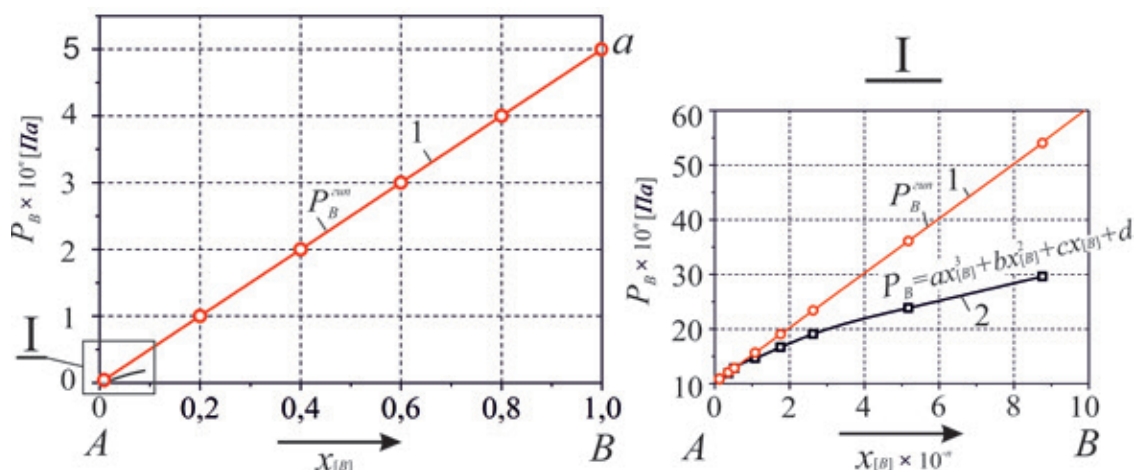


Рис. 2. Давление насыщенного пара магния P_B и отклонение ее от гипотетического давления насыщенного пара (закон Генри)

где, P_B – давление насыщенного пара компонента B над раствором;
 x_B – мольная доля B компонента; k – константа Генри.

Обычно, в металлургической практике для количественной характеристики шлаков или металлических расплавов пользуются массовой концентрацией. Исходя из этого, при определении коэффициентов активности по Генри следует пересчет массовой концентрации на мольную долю:

$$x_{[A]} = \frac{\frac{W_{[A]}}{Ar(A)}}{\frac{100 - W_{[A]}}{Ar(B)} + \frac{W_{[A]}}{Ar(A)}} = \frac{W_{[A]} \cdot Ar(B)}{100Ar \cdot (A)} \tag{6}$$

где, $W_{[A]}$ – массовая концентрация компонента A ; $Ar(A)$ и $Ar(B)$ – относительная атомная масса элемента A и B .

Приведем конкретный пример. Экспериментально определены пары серы над жидким железом при температуре 1700 °С (табл.3).

Таблица 3

$W_{[S]}, [\%, \text{масс.}]$	0,021	0,030	0,062	0,101	0,151	0,297	0,503
$P_{S_2} \times 10^6, [\text{Па}]$	1,870	2,800	4,670	6,660	9,060	13,86	19,60

Требуется определить активности и коэффициент активности серы по Генри.

Пересчитываем массовое содержание серы в мольную долю согласно формуле (3):

$$x_{[S]} = \frac{W_{[S]} \cdot Ar(Fe)}{100 \cdot Ar(S)} = \frac{55,847}{100 \cdot 32,06} \cdot W_{[S]} = 0,01742 \cdot W_{[S]}$$

Для первого значения:

$$\begin{aligned} (x_{[S]})_0 &= 0,01742 \cdot 0 = 0 & (x_{[S]})_4 &= 0,01742 \cdot 0,101 = 17,59 \cdot 10^{-4} \\ (x_{[S]})_1 &= 0,01742 \cdot 0,021 = 3,658 \cdot 10^{-4} & (x_{[S]})_5 &= 0,01742 \cdot 0,151 = 26,30 \cdot 10^{-4} \\ (x_{[S]})_2 &= 0,01742 \cdot 0,030 = 5,226 \cdot 10^{-4} & (x_{[S]})_6 &= 0,01742 \cdot 0,297 = 51,73 \cdot 10^{-4} \\ (x_{[S]})_3 &= 0,01742 \cdot 0,062 = 10,80 \cdot 10^{-4} & (x_{[S]})_7 &= 0,01742 \cdot 0,503 = 87,62 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

Строим график зависимости $P_{S_2} = f(x_{[S]})$ и выводим уравнение двумя способами. Первый вывод по методу наименьших квадратов, второй вывод при помощи линии тренда в программе Microsoft Excel.

Составляем систему уравнения с четырьмя неизвестными коэффициентами a, b, c и d по методу наименьших квадратов:

$$\begin{cases} a \sum x_{[S]}^6 + b \sum x_{[S]}^5 + c \sum x_{[S]}^4 + d \sum x_{[S]}^3 = \sum x_{[S]}^3 \cdot P_{S_2} \\ a \sum x_{[S]}^5 + b \sum x_{[S]}^4 + c \sum x_{[S]}^3 + d \sum x_{[S]}^2 = \sum x_{[S]}^2 \cdot P_{S_2} \\ a \sum x_{[S]}^4 + b \sum x_{[S]}^3 + c \sum x_{[S]}^2 + d \sum x_{[S]} = \sum x_{[S]} \cdot P_{S_2} \\ a \sum x_{[S]}^3 + b \sum x_{[S]}^2 + c \sum x_{[S]} + dn = \sum P_{S_2} \end{cases}$$

Рассчитываем суммы $x_{[S]}, x_{[S]}^2, x_{[S]}^3, x_{[S]}^4, x_{[S]}^5, x_{[S]}^6, P_{S_2}$, а также суммы произведений мольных долей на давления насыщенных паров $x_{[S]} \cdot P_{S_2}, x_{[S]}^2 \cdot P_{S_2}$, и $x_{[S]}^3 \cdot P_{S_2}$. (табл.4).

Таблица 4

$x_{[S]}$	$3,66 \cdot 10^{-4}$	$5,23 \cdot 10^{-4}$	$1,08 \cdot 10^{-3}$	$1,76 \cdot 10^{-3}$	$2,63 \cdot 10^{-3}$	$5,17 \cdot 10^{-3}$	$8,76 \cdot 10^{-3}$	$\sum x_{[S]} = 2,03 \cdot 10^{-2}$
P_{S_2}	$1,87 \cdot 10^6$	$2,80 \cdot 10^6$	$4,67 \cdot 10^6$	$6,66 \cdot 10^6$	$9,06 \cdot 10^6$	$1,39 \cdot 10^7$	$1,96 \cdot 10^7$	$\sum P_{S_2} = 5,85 \cdot 10^7$
$x_{[S]}^6$	$2,40 \cdot 10^{-21}$	$2,04 \cdot 10^{-20}$	$1,59 \cdot 10^{-18}$	$2,96 \cdot 10^{-17}$	$3,31 \cdot 10^{-16}$	$1,92 \cdot 10^{-14}$	$4,53 \cdot 10^{-13}$	$\sum x_{[S]}^6 = 4,72 \cdot 10^{-13}$
$x_{[S]}^5$	$6,55 \cdot 10^{-18}$	$3,90 \cdot 10^{-17}$	$1,47 \cdot 10^{-15}$	$1,68 \cdot 10^{-14}$	$1,26 \cdot 10^{-13}$	$3,70 \cdot 10^{-12}$	$5,16 \cdot 10^{-11}$	$\sum x_{[S]}^5 = 5,55 \cdot 10^{-11}$
$x_{[S]}^4$	$1,79 \cdot 10^{-14}$	$7,46 \cdot 10^{-14}$	$1,36 \cdot 10^{-12}$	$9,57 \cdot 10^{-12}$	$4,78 \cdot 10^{-11}$	$7,16 \cdot 10^{-10}$	$5,89 \cdot 10^{-9}$	$\sum x_{[S]}^4 = 6,67 \cdot 10^{-9}$
$x_{[S]}^3$	$4,89 \cdot 10^{-11}$	$1,43 \cdot 10^{-10}$	$1,26 \cdot 10^{-9}$	$5,44 \cdot 10^{-9}$	$1,82 \cdot 10^{-8}$	$1,38 \cdot 10^{-7}$	$6,73 \cdot 10^{-7}$	$\sum x_{[S]}^3 = 8,36 \cdot 10^{-7}$
$x_{[S]}^2$	$1,34 \cdot 10^{-7}$	$2,73 \cdot 10^{-7}$	$1,17 \cdot 10^{-6}$	$3,09 \cdot 10^{-6}$	$6,92 \cdot 10^{-6}$	$2,68 \cdot 10^{-5}$	$7,68 \cdot 10^{-5}$	$\sum x_{[S]}^2 = 1,15 \cdot 10^{-4}$
$x_{[S]}^3 \cdot P_{S_2}$	$9,15 \cdot 10^{-5}$	$4,00 \cdot 10^{-4}$	$5,88 \cdot 10^{-3}$	$3,62 \cdot 10^{-2}$	$1,65 \cdot 10^{-1}$	1,92	$1,32 \cdot 10^1$	$\sum x_{[S]}^3 \cdot P_{S_2} = 1,53 \cdot 10^1$
$x_{[S]}^2 \cdot P_{S_2}$	$2,50 \cdot 10^{-1}$	$7,65 \cdot 10^{-1}$	5,45	$2,06 \cdot 10^1$	$6,27 \cdot 10^1$	$3,71 \cdot 10^2$	$1,50 \cdot 10^3$	$\sum x_{[S]}^2 \cdot P_{S_2} = 1,97 \cdot 10^3$
$x_{[S]} \cdot P_{S_2}$	$6,84 \cdot 10^2$	$1,46 \cdot 10^3$	$5,04 \cdot 10^3$	$1,17 \cdot 10^4$	$2,38 \cdot 10^4$	$7,17 \cdot 10^4$	$1,72 \cdot 10^5$	$\sum x_{[S]} \cdot P_{S_2} = 2,86 \cdot 10^5$

Таким образом, получаем окончательную систему уравнение с четырьмя неизвестными коэффициентами:

$$\begin{cases} a \cdot 4,72 \cdot 10^{-13} + b \cdot 5,55 \cdot 10^{-11} + c \cdot 6,67 \cdot 10^{-9} + d \cdot 8,36 \cdot 10^{-7} = 15,3 \\ a \cdot 5,55 \cdot 10^{-11} + b \cdot 6,67 \cdot 10^{-9} + c \cdot 8,36 \cdot 10^{-7} + d \cdot 1,15 \cdot 10^{-4} = 1,97 \cdot 10^3 \\ a \cdot 6,67 \cdot 10^{-9} + b \cdot 8,36 \cdot 10^{-7} + c \cdot 1,15 \cdot 10^{-4} + d \cdot 2,03 \cdot 10^{-2} = 2,86 \cdot 10^5 \\ a \cdot 8,36 \cdot 10^{-7} + b \cdot 1,15 \cdot 10^{-4} + c \cdot 2,03 \cdot 10^{-2} + d \cdot 7 = 5,85 \cdot 10^7 \end{cases} \quad (a)$$

Решая уравнение (а) по методу наименьших квадратов, определим неизвестные коэффициенты:

$$a = 2,05646 \cdot 10^{13}, \quad b = -4,10703 \cdot 10^{11}, \quad c = 4,19583 \cdot 10^9 \quad \text{и} \quad d = 480025$$

Искомое криволинейное уравнение примет вид:

$$P_{[S]} = 2,05646 \cdot 10^{13} x_{[S]}^3 - 4,10703 \cdot 10^{11} x_{[S]}^2 + 4,19583 \cdot 10^9 x_{[S]} + 480025$$

Уравнение с неизвестными коэффициентами можно также получить на программе Excel, выводя линию тренда:

$$P_{[S]} = 2,409 x_{[S]}^3 - 4,4703 \cdot 10^{11} x_{[S]}^2 + 4,2438 \cdot 10^9 x_{[S]} + 531432,18$$

Относительная погрешность вычислений коэффициентов по методу наименьших квадратов и программы Excel составляет:

$$\begin{aligned} \delta_a &= \frac{2,4092 \cdot 10^{13} - 2,05646 \cdot 10^{13}}{2,4092 \cdot 10^{13}} \cdot 100 = 14,64\% & \delta_c &= \frac{4,2438 \cdot 10^9 - 4,19583 \cdot 10^9}{4,2438 \cdot 10^9} \cdot 100 = 1,13\% \\ \delta_b &= \frac{4,4703 \cdot 10^{11} - 4,10703 \cdot 10^{11}}{4,4703 \cdot 10^{11}} \cdot 100 = 8,12\% & \delta_d &= \frac{531432,18 - 480025}{531432,18} \cdot 100 = 9,67\% \end{aligned}$$

Для определения гипотетического (несуществующего) давления насыщенного пара магния по Генри, требуется определить уравнение касательной (7) к кривой реального давления (замеренного в ходе эксперимента) насыщенного пара магния в точке ноль (это точка, концентрация магния в растворе, которая равна нулю).

Общая формула уравнение касательной

$$y = f'(x_0)(x - x_0) + f(x_0) \quad (7)$$

Найдем касательную в точке $x_{[S]} = 0$ для уравнений, вычисленной по МНК:

$$\begin{aligned} P_{[S]} &= 2,05646 \cdot 10^{13} x_{[S]}^3 - 4,10703 \cdot 10^{11} x_{[S]}^2 + 4,19583 \cdot 10^9 x_{[S]} + 480025 \\ f(x_0) &= f(0) = 480025; \end{aligned}$$

Определяем производную:

$$\begin{aligned} f'(x) &= 3 \cdot 2,05646 \cdot 10^{13} x_{[S]}^2 - 2 \cdot 4,10703 \cdot 10^{11} x_{[S]} + 4,19583 \cdot 10^9 = \\ &= 6,16938 \cdot 10^{13} - 8,214 \cdot 10^{11} x_{[S]} + 4,19583 \cdot 10^9 \\ f'(x_0) &= f'(0) = 4,19583 \cdot 10^9 \end{aligned}$$

Подставим в уравнение (5), получим:

$$y = 4,19583 \cdot 10^9 \cdot (x - 0) + 480025 = 5 \cdot 10^9 \cdot x + 480025$$

Таким образом, в нашем случае искомое уравнение примет вид:

$$P_{[S]}^{uo} = 4,19583 \cdot 10^9 \cdot x_{[S]} + 480025$$

Строим график зависимости реально замеренной давления насыщенного пара $P_{[S]}$ и гипотетического давления насыщенного пара по Генри $P_{[S]}^{uo}$ в зависимости от мольной доли серы в растворе (рис. 3).

За стандартное состояние при определении активности по Генри принимается химический чистый компонент $x_{[S]} = 1$, давление такого гипотетического газа (рис. 4):

$$(P_{[S]}^{uo})_{x_{[S]}=1} = 4,19583 \cdot 10^9 \cdot 1 + 480025 = 4196310025 \text{ [Па]}$$

Используя уравнение Генри для идеальных растворов, определим константу Генри:

$$k = \frac{(P_{[S]}^{uo})_{x_{[S]}=1}}{x_{[S]}} = \frac{4196310025}{1} = 4196310025$$

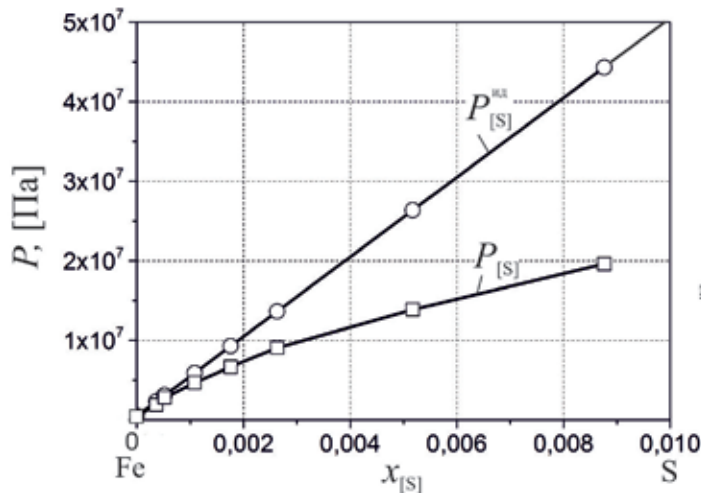


Рис. 3

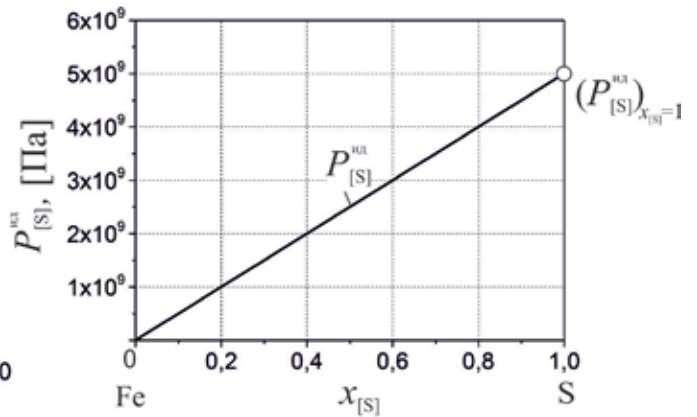


Рис. 4

Используя уравнения (4) и (5) определяем $a_{[S]}^{(H)}$ и $\gamma_{[S]}^{(H)}$ по Генри:

$(a_{[S]}^{(H)})_1 = \frac{(P_{S_2})_1}{k} = \frac{1,870 \cdot 10^6}{4196310025} = 0,445 \cdot 10^{-3}$	$(\gamma_{[S]}^{(H)})_1 = \frac{(a_B^{(H)})_1}{(x_B)_1} = \frac{0,445 \cdot 10^{-3}}{3,658 \cdot 10^{-4}} \approx 1$
$(a_{[S]}^{(H)})_2 = \frac{2,80 \cdot 10^6}{4196310025} = 0,667 \cdot 10^{-3}$	$(\gamma_{[S]}^{(H)})_2 = \frac{0,667 \cdot 10^{-3}}{5,226 \cdot 10^{-4}} \approx 1$
$(a_{[S]}^{(H)})_3 = \frac{4,670 \cdot 10^6}{4196310025} = 1,112 \cdot 10^{-3}$	$(\gamma_{[S]}^{(H)})_3 = \frac{1,112 \cdot 10^{-3}}{10,80 \cdot 10^{-4}} \approx 1$
$(a_{[S]}^{(H)})_4 = \frac{6,660 \cdot 10^6}{4196310025} = 1,587 \cdot 10^{-3}$	$(\gamma_{[S]}^{(H)})_4 = \frac{1,587 \cdot 10^{-3}}{17,59 \cdot 10^{-4}} = 0,902$
$(a_{[S]}^{(H)})_5 = \frac{9,06 \cdot 10^6}{4196310025} = 2,159 \cdot 10^{-3}$	$(\gamma_{[S]}^{(H)})_5 = \frac{2,159 \cdot 10^{-3}}{26,30 \cdot 10^{-4}} = 0,820$
$(a_{[S]}^{(H)})_6 = \frac{13,86 \cdot 10^6}{4196310025} = 3,302 \cdot 10^{-3}$	$(\gamma_{[S]}^{(H)})_6 = \frac{3,302 \cdot 10^{-3}}{51,73 \cdot 10^{-4}} = 0,638$
$(a_{[S]}^{(H)})_7 = \frac{19,60 \cdot 10^6}{4196310025} = 4,670 \cdot 10^{-3}$	$(\gamma_{[S]}^{(H)})_7 = \frac{4,670 \cdot 10^{-3}}{87,62 \cdot 10^{-4}} = 0,533$

Результаты расчетов активностей, коэффициентов активностей и мольных долей заносим в таблицу 5.

Таблица 5

$x_{[S]} \times 10^{-4}$	3,658	5,226	10,80	17,59	26,30	51,73	87,62
$a_{[S]}^{(H)} \times 10^{-3}$	0,445	0,667	1,112	1,587	2,159	3,302	4,670
$\gamma_{[S]}^{(H)}$	1	1	1	0,902	0,820	0,638	0,533

Как видно из табл.5 в области низких концентраций $0 \dots 10,8 \cdot 10^{-4}$ коэффициент активности $\gamma_{[S]}^{(H)}$ равен единице. Это говорит о том, что в данной области низких концентраций реальный раствор ведет себя как идеальный. При дальнейших повышениях концентраций в растворе наблюдается отклонения от свойств идеальных растворов, т.е. наблюдается тенденция взаимодействия компонента серы с железом в области высоких температур.

Определение активности и коэффициент активности компонента по отношению 1 %-ному раствору.

$$a_B^{[1\%]} = \frac{P_B}{P_B^{[1\%]}} \tag{8}$$

$$f_B = \frac{a_B^{[1\%]}}{W_B} \tag{9}$$

где, P_B – реальное замеренное давление насыщенного пара В компонента над раствором; $P_B^{[1\%]}$ – гипотетическое (несуществующее) давление насыщенного пара В компонента над идеальным раствором; f_B – коэффициент активности В компонента и W_B – массовая концентрация В компонента.

При низких концентрациях примесного элемента, например в жидком железе содержания кислорода, азота, серы, фосфора и т.д. чаще всего за стандартное состояние выбирается 1 %-ный идеальный раствор (рис.5). Давление такого стандартного состояния, как правило, является гипотетическим (несуществующим) и соответствует значению $P_{[S]}^{[1\%]}$ при концентрации $W_B = 1$.

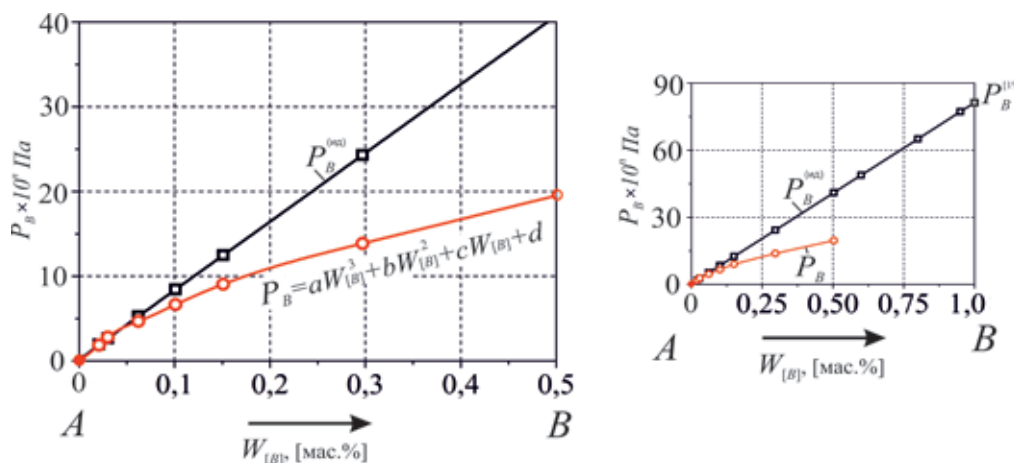


Рис.5. Давление насыщенного пара P_B и давление гипотетического насыщенного

Приведём, конкретный пример. Экспериментально определены давления насыщенных паров серы в зависимости от содержания серы в жидком железе (табл.6).

Таблица 6

$W_{[S]}, [\%, \text{масс.}]$	0,021	0,030	0,062	0,101	0,151	0,297	0,503
$P_{S_2} \times 10^6, [\text{Па}]$	1,870	2,800	4,670	6,660	9,060	13,86	19,60

Определим активность и коэффициент активности по отношению к 1% стандартному состоянию идеального раствора. Для этого нужно вывести линию тренда, воспользуемся вычислением уравнения с тремя неизвестными по МНК [3].

Составляем систему уравнения с четырьмя неизвестными коэффициентами a,b,c и d по методу наименьших квадратов:

$$\begin{cases} a \sum W_{[S]}^6 + b \sum W_{[S]}^5 + c \sum W_{[S]}^4 + d \sum W_{[S]}^3 = \sum W_{[S]}^3 \cdot P_{S_2} \\ a \sum W_{[S]}^5 + b \sum W_{[S]}^4 + c \sum W_{[S]}^3 + d \sum W_{[S]}^2 = \sum W_{[S]}^2 \cdot P_{S_2} \\ a \sum W_{[S]}^4 + b \sum W_{[S]}^3 + c \sum W_{[S]}^2 + d \sum W_{[S]} = \sum W_{[S]} \cdot P_{S_2} \\ a \sum W_{[S]}^3 + b \sum W_{[S]}^2 + c \sum W_{[S]} + dn = \sum P_{S_2} \end{cases}$$

Рассчитываем суммы $W_{[S]}, W_{[S]}^2, W_{[S]}^3, W_{[S]}^4, W_{[S]}^5, W_{[S]}^6$ давление насыщенного пара серы P_{S_2} , а также суммы произведений их $W_{[S]} \cdot P_{S_2}, W_{[S]}^2 \cdot P_{S_2}, W_{[S]}^3 \cdot P_{S_2}$ (табл. 7).

Таблица 7

$W_{[S]}$	0,021	0,03	0,062	0,101	0,151	0,297	0,503	$\sum W_{[S]} = 1,165$
P_{S_2}	$1,87 \cdot 10^6$	$2,80 \cdot 10^6$	$4,67 \cdot 10^6$	$6,66 \cdot 10^6$	$9,06 \cdot 10^6$	$1,39 \cdot 10^7$	$1,96 \cdot 10^7$	$\sum P_{S_2} = 5,852 \cdot 10^7$
$W_{[S]}^6$	$8,57 \cdot 10^{-11}$	$7,29 \cdot 10^{-10}$	$5,68 \cdot 10^{-8}$	$1,06 \cdot 10^{-6}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$6,86 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-2}$	$\sum W_{[S]}^6 = 1,69 \cdot 10^{-2}$
$W_{[S]}^5$	$4,08 \cdot 10^{-9}$	$2,43 \cdot 10^{-8}$	$9,16 \cdot 10^{-7}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$7,85 \cdot 10^{-5}$	$2,31 \cdot 10^{-3}$	$3,22 \cdot 10^{-2}$	$\sum W_{[S]}^5 = 3,46 \cdot 10^{-2}$
$W_{[S]}^4$	$1,945 \cdot 10^{-7}$	$8,10 \cdot 10^{-7}$	$1,478 \cdot 10^{-5}$	$1,041 \cdot 10^{-4}$	$5,199 \cdot 10^{-4}$	$7,781 \cdot 10^{-3}$	$6,401 \cdot 10^{-2}$	$\sum W_{[S]}^4 = 7,243 \cdot 10^{-2}$
$W_{[S]}^3$	$9,261 \cdot 10^{-6}$	$2,70 \cdot 10^{-5}$	$2,383 \cdot 10^{-4}$	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$3,443 \cdot 10^{-3}$	$2,620 \cdot 10^{-2}$	$1,273 \cdot 10^{-1}$	$\sum W_{[S]}^3 = 1,582 \cdot 10^{-1}$
$W_{[S]}^2$	$4,410 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$3,844 \cdot 10^{-3}$	$1,020 \cdot 10^{-2}$	$2,280 \cdot 10^{-2}$	$8,821 \cdot 10^{-2}$	$2,530 \cdot 10^{-1}$	$\sum W_{[S]}^2 = 3,794 \cdot 10^{-1}$
$W_{[S]}^3 \cdot P_{S_2}$	17,3	75,6	$1,11 \cdot 10^3$	$6,86 \cdot 10^3$	$3,12 \cdot 10^4$	$3,64 \cdot 10^5$	$2,49 \cdot 10^6$	$\sum W_{[S]}^3 \cdot P_{S_2} = 2896731,2$
$W_{[S]}^2 \cdot P_{S_2}$	$8,247 \cdot 10^2$	$2,520 \cdot 10^3$	$1,795 \cdot 10^4$	$6,794 \cdot 10^4$	$2,066 \cdot 10^5$	$1,223 \cdot 10^6$	$4,959 \cdot 10^6$	$\sum W_{[S]}^2 \cdot P_{S_2} = 6477365,01$
$W_{[S]} \cdot P_{S_2}$	$3,927 \cdot 10^4$	$8,40 \cdot 10^4$	$2,895 \cdot 10^5$	$6,727 \cdot 10^5$	$1,368 \cdot 10^6$	$4,116 \cdot 10^6$	$9,859 \cdot 10^6$	$\sum W_{[S]} \cdot P_{S_2} = 16428750$

Таким образом, получаем окончательную систему уравнение с четырьмя неизвестными:

$$\begin{cases} a 1,69 \cdot 10^{-2} + b 3,46 \cdot 10^{-2} + c 7,243 \cdot 10^{-2} + d 1,582 \cdot 10^{-1} = 2896731,2 \\ a 3,46 \cdot 10^{-2} + b 7,243 \cdot 10^{-2} + c 1,582 \cdot 10^{-1} + d 3,794 \cdot 10^{-1} = 6477365,01 \\ a 7,243 \cdot 10^{-2} + b 1,582 \cdot 10^{-1} + c 3,794 \cdot 10^{-1} + d 1,165 = 16428750 \\ a 1,582 \cdot 10^{-1} + b 3,794 \cdot 10^{-1} + c 1,165 + d 7 = 5,852 \cdot 10^7 \end{cases} \quad (б)$$

Таким образом, решая уравнения (б) с четырьмя неизвестными коэффициентами, получим:

$$a = 1,55831 \cdot 10^8, \quad b = -1,56574 \cdot 10^8, \quad c = 7,7429 \cdot 10^7 \quad \text{и} \quad d = 466903$$

Таким образом, искомое уравнение кривой примет вид:

$$P_{[S]} = 1,55831 \cdot 10^8 W_{[S]}^3 - 1,56574 \cdot 10^8 W_{[S]}^2 + 7,7429 \cdot 10^7 W_{[S]} + 466903$$

Вычисленное уравнение кривой по МНК немного отличается от уравнения, вычисленной на программе Excel:

$$P_{[S]} = 1,2729 \cdot 10^8 W_{[S]}^3 - 1,3560 \cdot 10^8 W_{[S]}^2 + 7,3909 \cdot 10^7 W_{[S]} + 531870$$

Относительные погрешности вычисления коэффициентов по МНК составили:

$$\begin{aligned} \delta_a &= \frac{1,55831 \cdot 10^8 - 1,2729 \cdot 10^8}{1,55831 \cdot 10^8} \cdot 100 = 18,31\% & \delta_c &= \frac{1,56574 \cdot 10^8 - 1,3560 \cdot 10^8}{1,56574 \cdot 10^8} \cdot 100 = 13,39\% \\ \delta_b &= \frac{7,7429 \cdot 10^7 - 7,3909 \cdot 10^7}{7,7429 \cdot 10^7} \cdot 100 = 5,58\% & \delta_d &= \frac{531870 - 466903}{531870} \cdot 100 = 12,21\% \end{aligned}$$

Используя уравнение (7), определяем касательную уравнение в точке $W_{[S]} = 0$:

$$P_{[S]}^{\text{ид}} = 7,3909 \cdot 10^7 W_{[S]} + 531870$$

Рассчитываем гипотетическое давление насыщенного пара серы над жидким раствором железа в интервале концентраций серы в растворе 0...0,503 [% , масс.]:

$$\begin{aligned}
 (P_{[S]}^{uo})_0 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0 + 531870 = 531870 \text{ [Па]} & (P_{[S]}^{uo})_4 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0,101 + 531870 = 7996679 \\
 (P_{[S]}^{uo})_1 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0,021 + 531870 = 2083959 & (P_{[S]}^{uo})_5 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0,151 + 531870 = 11692129 \\
 (P_{[S]}^{uo})_2 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0,03 + 531870 = 2749140 & (P_{[S]}^{uo})_6 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0,297 + 531870 = 22482843 \\
 (P_{[S]}^{uo})_3 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0,062 + 531870 = 5114228 & (P_{[S]}^{uo})_7 &= 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 0,503 + 531870 = 37708097
 \end{aligned}$$

Давление насыщенного пара серы, условно установленного над 1% идеальным раствором (стандартное состояние) равно:

$$P_{[S]}^{[1\%]} = 7,3909 \cdot 10^7 \cdot 1 + 531870 = 74440870 \text{ [Па]}$$

Пересчитываем активности и коэффициент активности:

$$\begin{aligned}
 (a_{[S]}^{[1\%]})_1 &= \frac{(P_{S_2})_1}{P_{[S]}^{[1\%]}} = \frac{1,870 \cdot 10^6}{74440870} = 0,025 & (f_{[S]})_1 &= \frac{(a_{[S]}^{[1\%]})_1}{(W_{[S]})_1} = \frac{0,025}{0,021} \approx 1 \\
 (a_{[S]}^{[1\%]})_2 &= \frac{2,80 \cdot 10^6}{74440870} = 0,037 & (f_{[S]})_2 &= \frac{0,037}{0,030} \approx 1 \\
 (a_{[S]}^{[1\%]})_3 &= \frac{4,670 \cdot 10^6}{74440870} = 0,062 & (f_{[S]})_3 &= \frac{0,062}{0,062} = 1 \\
 (a_{[S]}^{[1\%]})_4 &= \frac{6,660 \cdot 10^6}{74440870} = 0,089 & (f_{[S]})_4 &= \frac{0,089}{0,101} = 0,881 \\
 (a_{[S]}^{[1\%]})_5 &= \frac{9,06 \cdot 10^6}{74440870} = 0,121 & (f_{[S]})_5 &= \frac{0,121}{0,151} = 0,801 \\
 (a_{[S]}^{[1\%]})_6 &= \frac{13,86 \cdot 10^6}{74440870} = 0,186 & (f_{[S]})_6 &= \frac{0,186}{0,297} = 0,626 \\
 (a_{[S]}^{[1\%]})_7 &= \frac{19,60 \cdot 10^6}{74440870} = 0,263 & (f_{[S]})_7 &= \frac{0,263}{0,503} = 0,522
 \end{aligned}$$

Строим график зависимости $P_{[S]} = f(W_{[S]})$ (по уравнению, вычисленной МНК) и $P_{[S]} = f(P_{[S]}^{uo})$.

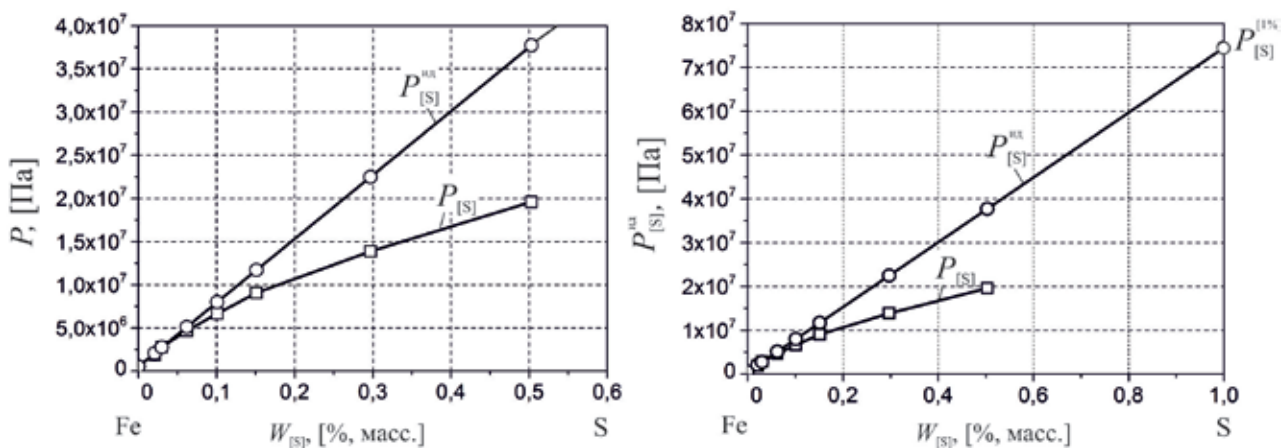


Рис.6. График зависимости давлений насыщенных паров в зависимости от концентрации серы

В области низких концентрации серы 0...0,062 [%, масс.] в жидком железе коэффициент активности $f_{[S]}=1$, что обусловлено идеальными свойствами в реальном растворе. Активность серы с ростом концентрации по отношению стандартному состоянию возрастает с отклонением коэффициентов активностей.

Закключение. Теоретически определены активности по Раулю, по Генри и по отношению 1% стандартному состоянию. Расчеты показали, что в области низких концентраций растворы ведут себя как идеальные растворы. С ростом концентрации наблюдаются заметное отклонение от свойств идеальных растворов. Это обусловлено тем, что наблюдается взаимодействия между компонентами растворенного компонента и растворителем, сопровождением тепловыми эффектами.

Литература:

1. Кузнецов, Ю. С. Физическая химия — Челябинск: ЮУрГУ, 1998. — 344 стр.
2. Казачков, Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов — М.: Metallurgia, 1988. — 288 с.
3. Д. П. Данко. Высшая математика в упражнениях и задачах — М.: Высшая школа, 1999. — В 2-х ч. ч. 1. — 304 с.

Термодинамически-диаграммный анализ системы Ti-Fe-Zr-C

Жумагалиев Ерлан Уланович, кандидат технических наук, доцент
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

В данной работе исследована системы Ti-Fe-Zr-C методом термодинамически-диаграммного анализа, в результате которого выяснилось, что системы состоит из 16 элементарных тетраэдров.

Ключевые слова: диаграмма состояния, фаза, термодинамика, железо, цирконий, углерод.

Диаграммы состояния служат основной базой для разработки высокоэффективных составов сплавов и сталей с заранее заданными свойствами и способов их технологических режимов получения. В зависимости от числа компонентов диаграммы состояний металлических сплавов делятся на двойные, тройные, четверные и более сложные диаграммы.

Наиболее перспективными в данное время, представляются разработки моделей диаграмм состояния, вытекающих из общих закономерностей формирования линий и полей кристаллизации в различных системах и, тем самым, создание фундамента для построения этих диаграмм эффективным путем с использованием современной вычислительной техники и ограниченного количества экспериментальных данных.

Наиболее перспективными на данном этапе развития науки, представляются разработки моделей диаграмм состояния, вытекающих из общих закономерностей формирования линий и полей кристаллизации в различных системах и, тем самым, создание фундамента для построения этих диаграмм эффективным путем с использова-

нием современной вычислительной техники и ограниченного количества экспериментальных данных.

К настоящему времени наиболее изучены двойные диаграммы состояний. В меньшей степени исследованы и применяются на практике диаграммы состояний тройных сплавов и совсем незначительно — четверных и более сложных сплавов.

Графически система Ti-Fe-Zr-C может быть представлена в виде тетраэдра, гранями которого являются тройные системы Ti-Fe-Zr, Ti-Zr-C, Ti-Fe-C и Fe-Zr-C.

При исследовании металлической системы Ti-Fe-Zr-C методом термодинамически-диаграммного анализа необходимо исходить от разбивки граничных подсистем на элементарные тетраэдры. Для этого требуется в первую очередь описать металлические соединения различной сложности, составляющих рассматриваемую систему.

Принятые координаты (на основе массовой доли *1000) конгруэнтных и инконгруэнтных соединений системы Ti-Fe-Zr-C, используемых в дальнейшем при изучении их полей кристаллизации, приведены в таблице 1. В системе образуются 15 простых и сложных соединений [1–3].

Таблица 1. Конгруэнтные и инконгруэнтные соединения в системе Ti-Fe-Zr-C и их координаты на четверном концентрационном симплексе (тетраэдре)

№ п/п	Соединения	Координаты на основе массового состава			
		Ti	Fe	Zr	C
1.	Ti	1000	0	0	0
2.	Fe	0	1000	0	0
3.	C	0	0	1000	0
4.	Zr	0	0	0	1000
5.	ZrFe ₂	0	552	0	448
6.	TiFe	461	539	0	0
7.	TiC	800	0	200	0
8.	ZrC	0	0	116	884

9.	Fe_3C	0	934	66	0
10.	Ti_2Fe	632	368	0	0
11.	Fe_7C_3	0	916	84	0
12.	Fe_2C	0	903	97	0
13.	$ZrFe_3$	0	649	0	351
14.	Zr_2Fe	0	235	0	765
15.	Zr_3Fe	0	170	0	830

Основываясь на результаты тетраэдрации, указанных выше четырех тройных систем, элементарные тетраэдры исходной системы Ti-Fe-Zr-C вывели путем выписывания подобных (отличающиеся одним компонентом из трех) из общего ряда треугольников составляющих подсистемы. Затем посредством суммирования этих треугольников выводится результирующий тетраэдр, исследуемой четверной системы.

При суммировании четырехкомпонентной системы указанные треугольники не учитываются вследствие того, что в суммарной четверной системе один из четырех компонентов будет равен нулю, т.е. они образуют тетраэдр в тройной системе. Результирование осуществляется согласно примеру, показанному в таблице 2.

Таблица 2. Вывод результирующих тетраэдров системы Ti-Fe-Zr-C по данным триангуляции ее граничных систем

Система	Исходные треугольники		
Граничные	12	10	9
Ti-Fe-Zr	TiFe-Zr-Ti	$ZrFe_2$ -Fe-TiFe ₂	-
Fe-Ti-C	TiFe-Ti-TiC	TiFe ₂ -Fe-Fe ₃ C	TiC-ZrFe ₂ -Zr
Ti-Zr-C	Zr-TiFe-TiC	-	-
Fe-Zr-C	-	Fe_3C -ZrFe ₂ -Fe	ZrC-ZrFe ₂ -Zr
Общая	Результирующие тетраэдры		
Ti-Fe-Zr-C	TiC-TiFe-Ti-Zr	$ZrFe_2$ -Fe ₃ C-TiFe ₂ -Fe	Zr-ZrFe ₂ -ZrC-TiC

В итоге, рассмотрев по аналогичному методу все треугольники четырех тройных подсистем, выводят диаграмму фазового состава системы Ti-Fe-Zr-C. Таким образом, изученные фазовые равновесия четверной системы Ti-Fe-

Zr-C моделирующей состава различных титан-циркониевых сплавов, привели к тому, что она состоит из 16 элементарных тетраэдров (рис. 1).

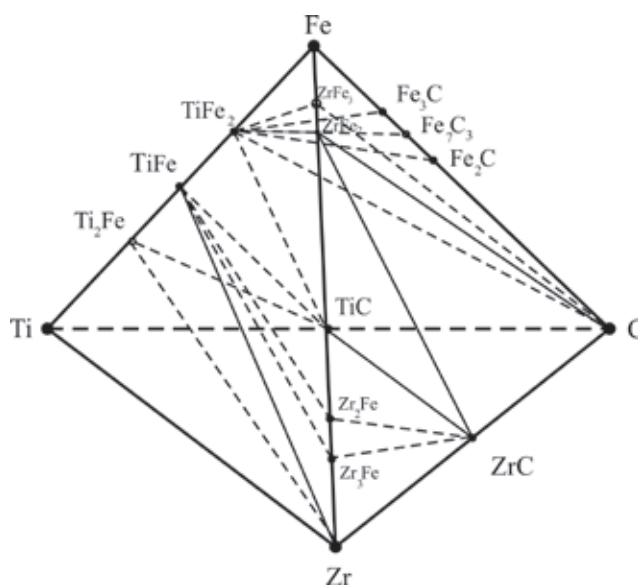


Рис. 1. Общий вид системы Ti-Fe-Zr-C

Результированные элементарные четверные системы и их объемы сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Перечень тетраэдров системы Ti-Fe-Zr-C

№ п/п	Тетраэдры	Элементарные объемы
1.	TiC-C-ZrC-ZrFe ₂	0,390374
2.	TiC-ZrFe ₂ -TiFe ₂ -TiFe	0,014426
3.	TiC-TiFe ₂ -C-ZrFe ₂	0,250880
4.	Fe ₃ C ₃ -Fe ₂ C-TiFe ₂ -ZrFe ₂	0,001747
5.	ZrFe ₂ -TiFe ₂ -ZrFe ₂ -Fe ₃ C	0,002419
6.	ZrFe ₂ -TiFe ₂ -C-Fe ₂ C	0,121363
7.	Zr ₃ Fe-ZrC-Zr ₂ Fe-TiC	0,006032
8.	Zr ₃ Fe-ZrC-Zr-TiC	0,015776
9.	ZrFe ₂ -ZrC-Zr ₂ Fe-TiC	0,029418
10.	Fe-ZrFe ₂ -TiFe ₂ -Fe ₃ C	0,006950
11.	ZrFe ₂ -ZrFe ₃ -TiFe ₂ -Fe ₃ C	0,001921
12.	Ti-TiC-Zr-TiFe	0,073600
13.	TiFe-TiC-Zr-Ti ₂ Fe	0,034200
14.	Zr ₂ Fe-Zr ₃ Fe-TiFe-TiC	0,005993
15.	Zr ₂ Fe-ZrFe ₂ -TiFe-TiC	0,029227
16.	Zr-Zr ₃ Fe-TiFe-TiC	0,015674
	Сумма	1,000000

Из приведенных теоретических данных следует подтверждение того факта, что ТДА, при котором пренебрегается сложный математический аппарат, позволяет с помощью диаграмм фазового строения многокомпонентных

систем установить оптимальные области составов сплавов. Далее, с учетом данных о температурах плавления вторичных компонентов элементарного объема можно определять относительные температуры плавления сплавов.

Литература:

1. М. Хансен, К. Андерко. Структура двойных сплавов // т. 2. 1962. — 1487с.
2. Диаграмма состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа. Под ред. О.А. Банных, М. Е. Дрица // М: Metallurgia, 1986. с. 146–148.
3. Молчанова Е. К. Атлас диаграмм состояния титановых сплавов. — М.: Машиностроение. — 1964. — 114 с.

Способы утилизации хромовых и техногенных отходов

Каскин Куат Камарович, кандидат технических наук, доцент
Симбатов Кайрат Жакиманович, младший научный сотрудник
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Республика Казахстан располагает крупнейшими запасами стратегического минерального сырья в виде хромовой руды (второе место в мире после ЮАР), со средним содержанием Cr₂O₃—50,2%, что гораздо выше, чем в рудах практически всех стран мира. Хромовые руды Казахстана характеризуются низким содержанием железа и вредных примесей — фосфора и серы [1].

В настоящее время запасы хромовых руд на месторождениях Кемпирсайского массива по содержанию оксида хрома распределяются следующим образом, %:

Cr₂O₃ > 50% — 29,0; Cr₂O₃ = 45–50% — 56,9; Cr₂O₃ = 30–45% — 14,1.

На Донском ГОКе балансовые запасы промышленных категорий хромовых руд с учетом открытых и подземных способов разработки составляет 317194 тыс. тонн.

Кроме балансовых запасов комбината учтены техногенные минеральные образования в виде отходов горного (бедные 1873 тыс.т Cr₂O₃—35,3% и некондиционные руды 200 млн. т Cr₂O₃—21,2%) и обогатительного производства (шламовые хвосты 5023 тыс.т Cr₂O₃—30,6%) [2].

В связи с этим особую актуальность приобретает утилизация хромовых некондиционных руд и шламовых отходов.

С целью повышения эффективности рационального использования сырьевых ресурсов по всему производственному циклу от добычи ресурсов до готовой продукции. При этом идет не только об изыскании ресурсов снижения потерь материальных и энергетических ресурсов на всех стадиях производственного процесса, ко-

торые еще велики, но и об уменьшении использования отходов и побочных продуктов металлургического производства.

Авторами [3, 4, 5] опробован непрерывный процесс выплавки хромистого чугуна в руднотермической печи с использованием в шихте железорудных окатышей ССГПО, некондиционной хромовой руды Донского ГОКа и коксовой мелочи (зольностью 15%) (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав шихтовых материалов, %

Материал	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe _{общ}	S	P
Железорудные окатыши ССГОК	2,5	4,6	5,1	1,3	1,5	-	61,5	0,08	0,012
Некондиционная хромовая руда	10,9	10,7	1,8	21,4	8,08	37	-	-	-

Всего было проведено три кампании по три выпуска металла в каждой. Установлено, что печь выходит на стабильный состав металла и шлака на третьем выпуске, первая кампания проведена на выплавке хромистого чугуна содержанием 10% хрома, вторая и третья с 18% хромом. На первой кампании получен металл следующего состава (%): С 5–5,5; Cr 7,1–10,50; Si 0,90–1,25; S 0,14–0,16; P 0,9–0,13; ост. Fe. При проведении второй и третьей кампании наблюдалось возрастание концентрации хрома до 18,8%. Кратность шлака на второй кампании составило 0,564, на третьей — 0,268. Содержание углерода на второй кампании колебалось от 4,6 до 5%, на третьей кампании от 5,1 до 5,7%, концентрация кремния достигло до 1,9%. Характерным для обеих кампаний наблюдалось снижение серы, на второй до 0,05%, на третьей до 0,03%, а в шлаке повышался от 0,24% до 0,50%. Концентрация Cr₂O₃ в шлаке на второй кампании достигает до 4,5%, на третьей 2,4%, а содержание FeO в шлаке составило соответственно 15,60 и 12,30%. Извлечение хрома достигнуто на второй кампании 88%, на третьей 95%. Содержание хрома, кремния постепенно увеличивалось от первого к третьему выпуску. Печь только к третьему выпуску выходит на стабильный режим, при этом извлечение хрома достигает 95%. С увеличением содержания углерода до 5,7% снижается концентрация кремния до 1%. Высокое содержание оксида хрома в шлаке до 7,4% оказывает влияние на степень извлечения хрома, который достигает 91%. При увеличении основности (CaO+MgO)/SiO₂ до 0,78 повышается содержание хрома до 17%, кремния до 1,9%. Работа печи с закрытым колошником обеспечивает непрерывность процесса, с использованием восстановительной способности углерода, так как СО, проходящий через слой окатышей, участвует в довосстановлении оксидов железа, хрома.

Таким образом, для нормального проведения процесса с закрытым колошником необходима работа в режиме сопротивления при этом нагрев металла происходит через нагретый металл до заданной температуры и достаточной жидкотекучестью для нормального выхода из печи.

Наличие столба шихтовых материалов значительно снижает потери тепла излучением от железшлаковой ванны. Это позволяет исключить предварительно подогрев шихты, так как поднимающиеся вверх нагретые до высокой температуры, газы проходят через столб холодной шихты, нагревая ее. Все это приводит к снижению удельного расхода электроэнергии.

Разрабатываемая технология предусматривает получение хромистого чугуна из некондиционного сырья в руднотермических печах с последующим переделом его на нержавеющую сталь в конвертере типа АКР, исключая применение таких ферросплавов, как низкоуглеродистый феррохром и ферромарганец, а также легированный нержавеющей лом.

Для получения хромистой стали марки Х17 необходимо, выплавленный в руднотермической печи хромистый чугун заливают в конвертер и обрабатывают по схеме:

1. Предварительное обезуглероживание ванны за счет продувки кислородом, подаваемый через верхнюю кислородную и донные фурмы.

2. Обезуглероживание металла за счет продувки смесью газов (O₂; N; Ar) подаваемый через донные фурмы. Окончательное обезуглероживание осуществляется продувкой кислородом в смеси с аргоном, подаваемые через донные фурмы.

3. Раскисление металла и шлака, десульфурация, доводка по химическому составу расплава.

4. Непрерывная разливка стали на МНЛЗ криволинейного типа, а также прокатка слябов на широкополосном стане 1500 (рис. 1).

В связи с этим предлагается на базе АО «ТНК Казхром» осуществить альтернативный вариант технологического производства нержавеющей марок сталей, который состоит из двух стадий:

1. Стадия — получение хромосодержащего полупродукта (чугуна) в рудно-термической печи с использованием в качестве шихты некондиционного сырья содержанием Cr₂O₃ до 38%;

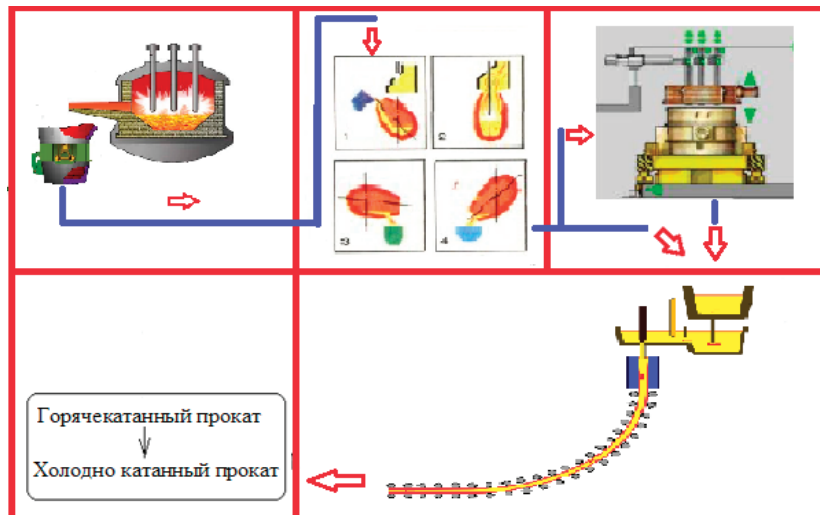


Рис. 1. Производство готового проката предлагаемой технологией

2. Стадия — получение нержавеющей стали путём обезуглероживания чугуна в основном конвертере типа аргоно-кислородного или азото-кислородного агрегата. Дальнейшая 3 стадия заключается в раскислении, десульфурации, доводки и разливки стали.

Установлена принципиальная возможность получения хромистого чугуна с содержанием от 10–18% хрома, который может быть использован не только в качестве шихты для электросталеплавильных цехов СНГ, а также для получения хромистых марок сталей в агрегате аргоно-кислородного рафинирования.

Разрабатываемая технология предусматривает получение не только хромистых, но и в перспективе хромомарганцевых, хромоникелевых сталей. Данная технология вполне реализуема на первой стадии производства чугуна на товарной продукции в качестве шихты электросталеплавильным цехам СНГ (в России: ОАО «Мечел» (г. Челябинск), Кузнецкий металлургический завод; (г. Новокузнецк) на Украине; — «Днепроспецсталь» (г. Запорожье) и др.

По сравнению с технико-экономическим докладом (ТЭД) о строительстве электрометаллургического завода в г. Актюбинске по производству листовой нержавеющей стали, дуплекс-процессом, он предусматривал следующее [6]:

— выплавку полупродукта (С-2%; Сг-18–20%; Ni-8–10%) в дуговой сталеплавильной печи с использованием в шихте привозного подготовленного лома типа Б 10; Б 26; Б 55 и углеродистого феррохрома никеля, ферроникеля и отходов стали.

Дальнейший этап аргоно-кислородного рафинирования полупродуктов в конвертере типа АОД (аргоно-кислородное обезуглероживание) и непрерывная разливка стали на МНЛЗ криволинейного типа, а также проката слябов на широкополостном стане 1500.

Предлагаемая разработанная технология предусматривает получение:

- хромистых сталей ферритного класса типа 08С13; 12С13 за счет использования бедной хромовой руды вместо дорогого и дефицитного феррохрома;
- хромомарганцевых сталей марок типа С20Г10 взамен использования (FeMn, FeCr);
- хромоникелевых сплавов (С10Н10) вместо использования дорогого электролитического никеля и феррохрома.

Таким образом, предлагается альтернативное направление в организации производства нержавеющей марки сталей из местного минерального сырья, который подразделяется на 2 стадии:

— первая стадия получение хромосодержащего полупродукта (чугуна) в руднотермической печи содержанием хрома от 10 до 20%, который может быть использован в качестве шихты для электросталеплавильных цехов СНГ;

— вторая стадия выплавка хромистых нержавеющей марок сталей в агрегате аргоно-кислородного рафинирования. На разработанную технологию получен патент [3].

В связи с этим это направление позволит впервые для Казахстана организовать производство высококачественных марок сталей которая является перспективным направлением в мировом производстве стали.

Литература:

1. Абдулабеков, Е. Э., Каскин К. К., Нурумгалиев А. Х. Теория и технология производства хромистых сплавов. — 2010. — 273 с.
2. Гриненко, В. И., Поляков О. И., Гасик М. И., Петлюх П. С., Шашкин В. Н., Выходцев В. М., Елпышев Г. А., Амиралин К. А. Хром Казахстана. — М.: 2001. 416 с.

3. Способ получения хромистого полупродукта // Патент № 970447.1.1997/2 МПК C22C27/06.
4. Каскин, К. К. Выплавка хромистого чугуна для электросталеплавильного производства. V конгресс сталеплавателей. Москва. 7–10.X.1999, с.297–250.
5. Каскин, К. К., Байсанов С. О. Разработка технологических основ производства нержавеющей марок сталей // Комплексное использование минеральных ресурсов Казахстана. Международная научно-практическая конференция Караганда. 7–9.X.1998, с.254–256.
6. Каскин, К. К.. Технологические основы выплавки хромосодержащих полупродуктов с использованием некондиционного сырья для получения нержавеющей сталей. XIII Международная конференция. Современные проблемы электрометаллургии стали. Челябинск 2007. с. 170–172.

Целенаправленность подготовки студентов на безопасность профессиональной деятельности

Каскина Дариха Кенжебулатовна, кандидат педагогических наук, старший преподаватель;
Рыскулов Бегим Канатбаевич, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

В статье рассматриваются тенденции развития личности безопасного типа. Данная проблема актуальна в процессе организации безопасной профессиональной деятельности в условиях современного производства.

Время перемен ставит перед образованием новые задачи. Учитывая геополитическое положение нашего государства, можно с уверенностью сказать, что основная нагрузка при их разрешении приходится на инженерное образование. Формирование личности безопасного типа — одна из основных составляющих в подготовке инженера любого профиля. Авторы научных трудов по данной проблеме доказывают, что такая личность способна гасить источники угрозы собственному и иному существованию в самом себе, своевременно предупреждать напряженность в повседневном общении и строить свое поведение на основе прогноза различного рода опасностей, возникающих вследствие предпринимаемых действий в семейно-бытовой, общественной, учебной, производственной, природной и иных сферах. Это человек, свободно ориентирующийся в конкретных жизненных условиях [1, 2].

Мы придерживаемся мнения представителей данной концепции, которые предлагают исходить из того, что безопасность каждого человека во многом зависит от него самого, от того, как этот человек позиционирует себя в жизни, как ведет себя по отношению к другим людям, в какой культуре он воспитывался и что в ней воспринял в качестве руководства к действию. При этом важен безопасный стиль общения и поведения, что является условием большего взаимопонимания, взаимопомощи, взаимодействия.

В этой связи Л. А. Михайлов выделяет следующие педагогические задачи в области формирования личности безопасного типа в вузе:

— вооружение студентов психологическими и педагогическими знаниями в объеме, обеспечивающем по-

нимание ими проблем личной, общественной и государственной безопасности в жизни и способов личной подготовки к их решению;

— развитие бдительности, осмотрительности, разумной осторожности и ориентированности (установки) на выявление и принятие во внимание различных негативных факторов при оценке угроз и опасностей и преодолении их трудностей;

— повышение уровня своих знаний и навыков в обеспечении безопасности жизнедеятельности, уверенности в успешном преодолении трудностей, веры в успех при столкновении с опасными и неадекватными ситуациями;

— формирование привычек, навыков, умений, обеспечивающих успешные действия при решении вопросов личной и общественной безопасности, умение систематизировать знания по вопросам безопасности жизнедеятельности и эффективно применять их в повседневной жизни;

— формирование установок на совместные, согласованные действия при попадании в опасные ситуации в составе группы, а также навыков и умений совместных действий и оказания само- и взаимопомощи;

— совершенствование правового, нравственного, эстетического, экономического и экологического понимания задач безопасности жизнедеятельности; формирование взглядов, убеждений, идеалов жизненной позиции [3].

Ученый и его последователи считают, что к особенностям личности безопасного типа следует относить:

— характерологические особенности человека по разделению его активности на опасные и безопасные способы самореализации в окружающем мире;

— необходимые мотивационные установки, интеллект, эмоции и волевые качества;

— компетентности в обеспечении политической, экономической, правовой, социальной, нравственной, физической и другой защищенности человека;

— комплекс гражданских качеств;

— уровень культуры общения, взаимодействия, эмоционального самовыражения.

Учитывая особенности личности безопасного типа, можно заметить, что специалист в своей профессиональной деятельности должен быть готов: компетентно решать входящие в должностные обязанности задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности — своей и окружающих; грамотно действовать в опасных ситуациях, условиях чрезвычайных ситуаций военного и мирного времени, зонах радиоактивного и химического заражения, определять способы защиты от них, позволяющие свести к минимуму ущерб личности, обществу и окружающей среде; оказывать само- и взаимопомощь; распознавать и оценивать возможные факторы риска и опасностей повседневной жизни; оказывать помощь терпящим бедствие; при необходимости оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим.

Особого внимания в данном контексте заслуживает исследование проблем безопасности труда в техносфере, предполагающие наличие у студентов необходимых представлений о структуре техносферы: машинах, механизмах, их действии и возможных опасностях, сопровождающих технологические циклы [4,5].

Для человека, взаимодействующего с механизмами, необходимо наличие умений представить и спрогнозировать возможные варианты развития технологических ситуаций и связанные с ними опасности для работающих.

Рассматривая понятие «развитие направленности студентов на безопасность профессиональной деятельности», считаем необходимым остановиться на соотношении понятий «формирование» и «развитие». Понятие «развитие» в педагогической науке тесно связано с понятием «формирование», но, будучи взаимосвязаны они, как отмечает В. А. Беликов, не тождественны друг другу [6].

Развитие в словаре С. И. Ожегова, Н. Ю. Шведовой толкуется как процесс закономерного изменения, переход из одного состояния в другое, более совершенное; переход от старого качественного состояния к новому, от простого к сложному, от низшего к высшему [7]. Развитие — необратимое, направленное, закономерное изменение материи и сознания, их универсальное свойство;

в результате развития возникает новое качество, состояние объекта — его состава и структуры [8]. Развитие в философии определяется как процесс тесно взаимосвязанных количественных и качественных преобразований индивидов с момента их зарождения до конца жизни. Формирование же представляет собой процесс придания определенной формы [9]. Понятие формирования как отмечает В. А. Беликов, обоснованно употребляется в отношении таких сторон личности, как формирование характера, формирование умений, навыков и т.п. Понятие развитие употребляется в отношении, в первую очередь, способностей и качеств личности.

А. В. Хуторской под развитием понимает процесс внутреннего изменения человека, обеспечивающий реализацию его жизненного потенциала и назначения [10].

С точки зрения уровневого подхода, развитие рассматривается как переход от одного уровня к другому, к более сложному и качественно отличному. Его определяют как процесс количественных и качественных изменений в организме, психике, интеллектуальной, духовной жизни человека, обусловленный влиянием внешних и внутренних, управляемых и не управляемых факторов.

В своем исследовании мы придерживаемся точки зрения В. В. Давыдова, который полагает, что в процессах развития автономных и суверенных систем присутствуют моменты формирования некоторых их составляющих, а в процессах формирования наблюдаются моменты развития отдельных его компонентов [11].

В соответствии с таким подходом развитие направленности на безопасную профессиональную деятельность подчиняется определенным закономерностям, что обуславливает в процессе личностного развития все большую роль его внутренних движущих сил. В качестве регулятора и механизма такого развития выступают ценностные ориентации личности, определяя форму реализации намеченных целей и при утрате ими побудительной силы в результате достижения стимулируют постановку новых значимых целей. Достигнутый уровень развития личности, отмечает М. С. Яницкий, последовательно создает все новые предпосылки для развития и совершенствования ее ценностных ориентаций [12].

Таким образом, понятие «развитие направленности студентов на безопасность профессиональной деятельности» в своем исследовании мы будем трактовать как процесс необратимого, направленного, закономерного, качественного изменения направленности личности на безопасность профессиональной деятельности, переход из одного состояния в другое, более совершенное.

Литература:

1. Михайлов, Л. А. Концепция организации подготовки учителя безопасности жизнедеятельности в современном педагогическом университете: Дис. ... д-ра пед. наук / — СПб, 2003. — 340 с.
2. Шершнева, Л. И. Безопасность человека. — М.: Фонд национальной и международной безопасности, 1994. — 478 с.
3. Михайлов, Л. А. Образовательная область «Безопасность жизнедеятельности»: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. — М.: ЗАО Издательство «Русский журнал», 2007. — 204 с.

4. Белов, П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. М.: ГНТП «Безопасность», 1996. — 424 с.
5. Горина, Л. Н. Проблемно-ролевая игра «Проведение экологической экспертизы объекта»: Метод. указания. — Тольятти: Тольяттинский политехнический институт, 1997. — 31 с.
6. Беликов, В. А. Философия образования личности: Деятельностный аспект: Монография / — М.: Владос, 2004. — 357 с.
7. Ожегов, С. И., Толковый словарь русского языка / Российская академия наук. Институт русского языка им. В. В. Виноградова. — 4-е изд., доп. — М.: Азбуковник, 1999. — 944 с.
8. Большой энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохорова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Большая Рос. энцикл., 1997. — 1456 с.
9. Дуранов, М. Е., Жернов, В. И., Лешер, О. В. Педагогика воспитания и развития личности учащихся / — Магнитогорск: МГПИ, 2000. — 362 с.
10. Хуторской, А. В. Современная дидактика. Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. / — М.: Высш. шк., 2007. — 639 с.
11. Давыдов, В. В. Теория развивающего обучения. М.: ИНТОР, 1996. — 544 с.
12. Яницкий, М. С. Психологические факторы и механизмы развития системы ценностных ориентаций личности. Автореф. дис. ... докт. психол. наук. / — Новосибирск, 2000 г. — 41 с.
13. Трайнёв, В. А. Информационные коммуникационные педагогические технологии (обобщения и рекомендации): Учебное пособие. — 2-е изд., / — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2006. — 280 с., С.84

Хромникельді кендерді күйдірудегі фазалық тепе — теңдіктердің толық термодинамикалық анализі

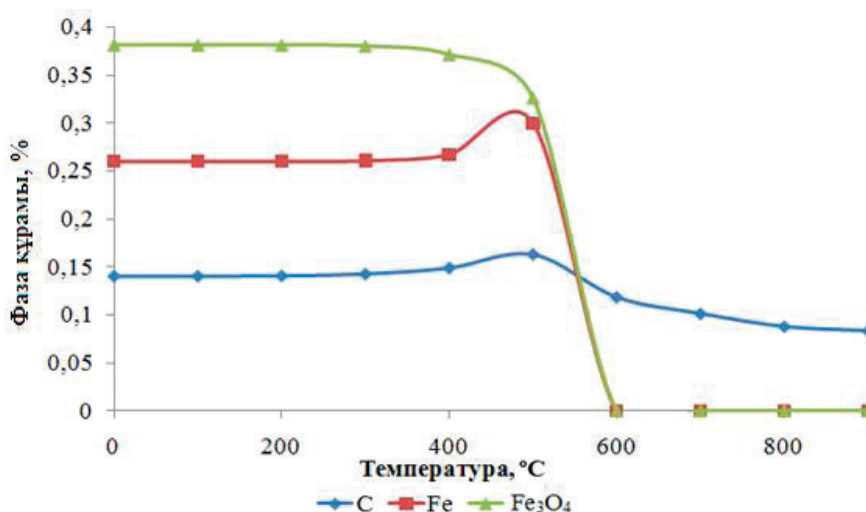
Келаманов Б. С.

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті

Толық термодинамикалық модельдеу 0–900°С температуралар аралығында және $P=0,1\text{МПа}$ қысымында хромникельді кеннің күйдіру үрдісі жүргізіледі. Нәтижесінде Fe-Ni-Cr-C-O-H жүйесіндегі конденсацияланған фазалардың өту ерекшеліктері анықталды. Хромникельді кенді 500°С — ке дейін күйдіргенде конденсацияланған фазалар (1 және 2 сурет), магнетит (Fe_3O_4), көміртегі (C), никель (Ni), хром тотығы (Cr_2O_3) және темір (Fe) бақыланады. 500°С — ке дейін температураның артуы пайыздық үлесі 0,36% болатын магнетиттің (Fe_3O_4) конденсация-

ланған фазасының түзілуіне әкеледі. 500°С — ден температураның жоғарлауы бұл фазаның жойылуына әкеледі. Берілген құбылыс бұл фазаның қатты көміртегімен тотықсыздануымен байланысты, бұл кезде 500–900°С аралығында C_k —ң 0,08% — ға дейін жылдам төмендеуі бақыланады.

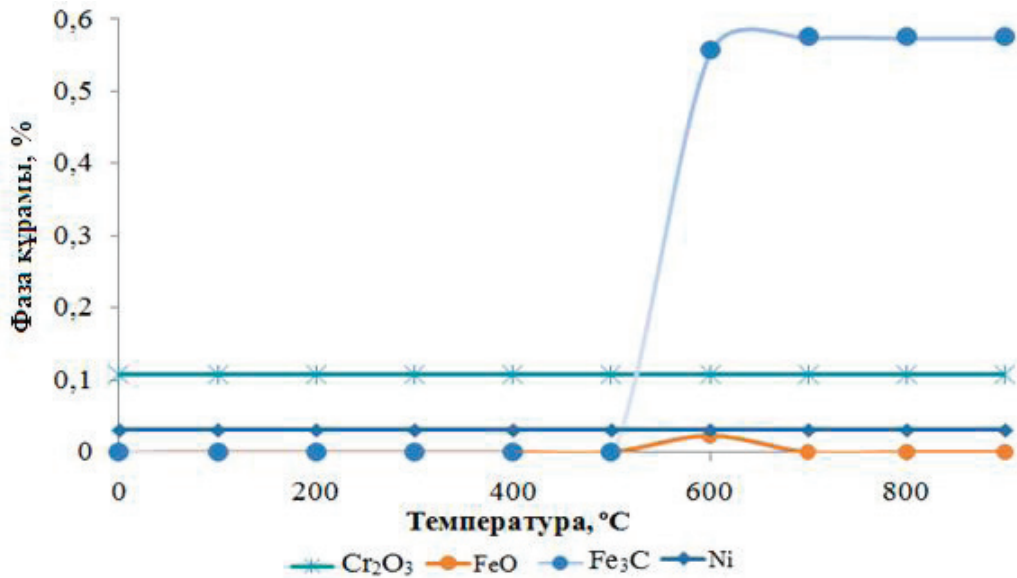
Бұл магнетиттің (Fe_3O_4) конденсацияланған фазасының тотықсыздануы 400–600°С температураларда жүретінін көрсетеді. Темірдің (Fe) басқа конденсацияланған фазасының құрамы тұрақсыз күйге ие болады.



Сурет 1. Температураның жоғарлауы кезіндегі конденсацияланған фазалар өтуінің пайда болуы мен динамикасы

Мысалы, 0–400°C температуралар интервалында берілген фазаның құрамы 0,26% — ды құрайды, 500°C — қа дейінгі температураның жоғарлауы темірдің (Fe) кон-

денсацияланған фазасының 0,32% — ға дейін артуына алып келеді, кейін берілген фаза жойылады.



Сурет 2. Температураның жоғарлауы кезіндегі конденсацияланған фазалар өтуінің пайда болуы мен динамикасы

0–900°C температуралар аралығында никель (Ni) мен хром тотығының (Cr₂O₃) конденсацияланған фазалардың түзілуі кезінде құрамы сәйкесінше тұрақты 0,03 және 0,10%. 600°C температурасында құрамы 0,02% болатын темір тотығының (FeO) жаңа конденсацияланған фазасы түзіліп, температураның жоғарлауымен берілген конденсацияланған фаза жойылады. Құрамы 0,55% болатын темір карбидінің (Fe₃C) конденсацияланған фазасының түзілуі 600°C температурасында

басталады және 900°C температураға дейін тұрақты құрамға ие.

Осындай жолмен «АСТРА-4» программалық жиынтығы көмегімен хромникельді кендерді күйдіруде мүмкін болатын барлық негізгі конденсацияланған фазалар анықталды және орнатылды. Берілген есептеулер хромникельді кендерді дайындауда және никельді балқымаларды балқытудағы барлық физико-химиялық үрдістерді толық көлемде түсіндіре алады.

Литература:

1. Кузнецов, Ю. С. Физическая химия — Челябинск: ЮУрГУ, 1998. — 344 стр.
2. Казачков, Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов — М.: Металлургия, 1988. — 288 с.

Энерго- и ресурсосберегающая технология дробления высокопрочных материалов

Кузбаков Жанабержен Иманкулович, кандидат технических наук, доцент
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

В статье для снижения энергоемкости дробления, направляемый в зев дробилки материала, предлагается предварительно обработать так, чтобы перевести его в напряженное состояние или снизить его прочность.

Предварительную термическую обработку материала, подвергаемый к дроблению, можно обработать по двум режимам. Равномерно, когда весь кусок материала обрабатывается до одинаковой температуры и неравномерно, когда обрабатывается только часть (поверхность) куска (резкое охлаждение поверхности хладагентом).

Для снижения энергоемкости дробления, направляемый в зев дробилки материала, можно предвари-

тельно обработать так, чтобы перевести его в напряженное состояние или снизить его прочность. Дробление

подготовленного материала требует меньше механической энергии, поэтому энергоёмкость измельчения уменьшается, уменьшается износ дробящих плит и снижаются нагрузки на узлы и элементы машины.

Наиболее просто осуществить предварительную термическую обработку. Материал, подвергаемый к дроблению можно обработать по двум режимам. Равномерно, когда весь кусок слитка обрабатывается до одинаковой температуры, и неравномерно, когда обрабатывается часть (поверхность) куска (резкое охлаждение поверхности слитка хладагентом).

При неравномерной термической обработке, часть куска слитка расширяется и растягивает не нагретую часть, т.е. поверхность слитка (тепло выводится из слитка с высокой температурой нагрева >500° С), где возникают и прорастают трещины и прочность слитка уменьшается, что и дает возможность снизить энергоёмкость дробления, снизить нагрузки на детали машины.

Нагретая часть слитка производит работу при тепловом расширении

$$A = \frac{1}{2} a^2 T^2 V_0 E_0, \quad (1)$$

где a — линейный коэффициент теплового расширения;
 T — температура нагретой части;
 V_0 — объем материала, где концентрируется тепло.

$$T = \frac{N t}{c m V_0}, \quad (2)$$

$N = g D^2$ — мощность, переданная охлажденной части слитка,

g — удельная плотность излучения,
 t — время нагревания охлажденной части,
 c — удельная теплоемкость материала,
 m — плотность материала,
 V_0 — объем нагретой части куска слитка.
 Примем, что

$$V_0 = D^2 \sqrt{\pi a t}, \quad (3)$$

где D — размер куска слитка.

С учетом V_0 (3)

$$T = \frac{g \sqrt{t}}{\sqrt{\pi \lambda c m}}, \quad (4)$$

где λ — удельная теплопроводность слитка металла.

Если нагретый слиток не охлаждать, то он работу не производит, поэтому необходимо охлаждать только части куска слитка, т.е. его поверхность, равная $D\epsilon$. Из уравнения $D\epsilon = \sqrt{\pi a t}$ определим время нагревания охлажденной части:

$$t = \frac{D^2 \epsilon^2}{\pi a} \quad (5)$$

Применив значения V_0 (3) и (4), получим, что нагретая часть куска слитка производит работу:

$$A_T = \frac{a^2 E g^2 D^5 b \epsilon^3}{6(1-2\mu)\pi^2 \lambda^2}. \quad (6)$$

Для дробления куска слитка требуется энергии

$$\mathcal{E} = \frac{\sigma^2 k S L}{E \eta_m}, \quad (7)$$

где σ — предел прочности материала на растяжение,
 L — параметр дробления,
 η_m — к.п.д. механического разрушения,
 S — вновь образованная поверхность.

Если $S = D^2 n$, где n — число вновь образованных поверхностей, поэтому

$$\mathcal{E} = \frac{\sigma^2 k L D^2 n}{E \eta_m}. \quad (8)$$

Доля энергии, полученной от нагретой части куска A_T/\mathcal{E} , применяя A (6) и \mathcal{E} (8), получим

$$\frac{A_T}{\mathcal{E}} = \frac{(A E g)^2 D^3 \epsilon P^3 \eta_m}{6(1-2\mu)(\pi \lambda \sigma)^2 K L n}. \quad (9)$$

Из (9) следует, что обрабатывать целесообразно крупные куски (целый слиток) высокой прочности (н/у и с/у FeCr) и применять излучение высокой плотности, каковым является выделяемое тепло самим нагретым слитком. При равномерной термической обработке куска материала обработка производится по всему объему до одинаковой температуры. Уменьшение прочности материала возможно по следующим причинам:

- из-за различия коэффициентов теплового расширения элементов;
- из-за различия объемов зерен элементов.

Работа, получаемая от расширяющихся зерен элементов

$$A = \frac{(a_1^2 - a_2^2) \Gamma^2 E (D_1^3 - D_2^3)}{6(1-2\mu)}, \quad (10)$$

где a_1 — коэффициент теплового расширения первого элемента, a_2 — коэффициент теплового расширения соседнего с первым, второго элемента;

D_1^3 и D_2^3 — объемы этих элементов,

E — среднее значение модуля Юнга материала.

Эта работа расходуется на разрыв связей соседних элементов по границе их соприкосновения:

$$W = \frac{\sigma^2 D^2 L}{E}, \quad (11)$$

где D — размер меньшего элемента.

Используя (1) и (2) получим уравнение закона сохранения энергии:

$$\frac{(a_1^2 - a_2^2) \Gamma^2 E (D_1^3 - D_2^3)}{6(1-2\mu)} = \frac{\sigma^2 D^2 L}{E}, \quad (12)$$

из которого определим температуру материала, при которой элементы разделяются по границе:

$$T = \left[\frac{6\sigma^2 D^2 L (1 - 2\mu)}{E^2 (a_1^2 - a_2^2) E (D_1^3 - D_2^3)} \right]^{1/2} \quad (13)$$

$$T = \left[\frac{6\sigma^2 L (1 - 2\mu)}{a^2 E^2 D} \right]^{1/2} \quad (17)$$

Из выражения (13) следует, что температура материала, при которой уменьшается ее прочность, будет меньше для более прочных материалов, при большой разности коэффициентов теплового расширения и объемов этих элементов. Для материалов с крупнозернистой структурой такой способ обработки может дать лучшие результаты, так как потребная температура уменьшается как $1/\sqrt{D}$. Температура обработки материала определяет энергоёмкость обработки материала:

$$q = c\rho T \quad (14)$$

Энергоёмкость такой обработки получается более высокой, поскольку ослабление прочности происходит при температуре достаточно высокой от 400° и выше.

При использовании обоих способов тепло рекуперировать разлитым материалом (металлом). Только это тепло необходимо использовать эффективно. При резком охлаждении разлитого слитка прочность высокоуглеродистого феррохрома повышается, что способствует при незначительном повышении энергоёмкости дробления, снижению мелочи.

Охлажденные элементы слитка могут разрывать связи на границах нагретых и охлажденных элементов, что приводит к уменьшению прочности кусков слитка, уменьшается энергоёмкость дробления и расход дробящих плит. Работа нагретых зерен элементов

$$A = \frac{a^2 T^2 D^3 E}{6(1 - 2\mu)}, \quad (15)$$

где D — размер нагретых зерен элементов.

Энергия, которая затрачивается на разрыв связей между зёрнами, можно определить по формуле (15). Уравнение закона сохранения энергии для этого способа термообработки

$$\frac{a^2 T^2 D^3}{6(1 - 2\mu)} = \frac{\sigma^2 D^2 L}{E} \quad (16)$$

Из уравнения (16) определяется температура T , после которой можно приступить к охлаждению слитка металла, т.е.

Температура нагрева слитка меньше для более прочных материалов, пропорционально отношению σ/E и пропорционально $1/\sqrt{D}$, т.е. способ термообработки целесообразно применять для более прочных крупнозернистых материалов.

Для интенсификации и совершенствования процесса дробления высокопрочных слитков металла (феррохрома) предложена технологическая линия для производства ферросплавов, на которую получен инновационный патент Республики Казахстан.

Рассмотрим кинетику поверхностной термической обработки слитка металла. Поверхностная термическая обработка осуществляется на одну свободную поверхность (охлажденная часть), через которую в массив слитка металла вводится тепло (рис. 1.). При этом обрабатываемая поверхность S не доходит до границ массива слитка.

Тепловой поток от нагретой части слитка с плотностью мощности q ($Вт/м^2$) распределен равномерно по поверхности S . За время t в слитке прогревается слой толщиной $h \approx \sqrt{\pi at}$, распределение температуры в этом слое экспоненциальное. Максимальная температура поверхности $T(0, t)$. Распределение температуры описывается формулой

$$T(z, t) = \frac{2g\sqrt{at}}{\lambda} \operatorname{ierfc}\left(\frac{z}{2\sqrt{at}}\right), \quad (18)$$

Средняя температура в этом слое равна T . Нагретый слой свободно расширяется перпендикулярно поверхности S , так как нагрузка в этом направлении P отсутствует, поэтому работу в этом направлении нагретый слой A_z не производит. Некоторому слою препятствует расширяться параллельно поверхности S охлажденный (не нагретый) массив слитка. В результате нагревания в этом слое возникает напряжение сжатия (или нагрузка P от массива слитка), равная

$$P = aTE. \quad (19)$$

Так как расширению параллельно поверхности S для нагретого слоя возможности нет (слиток находится внутри изложницы), то он деформируется перпендикулярно этой поверхности, такой деформации препятствует сила P_2 —

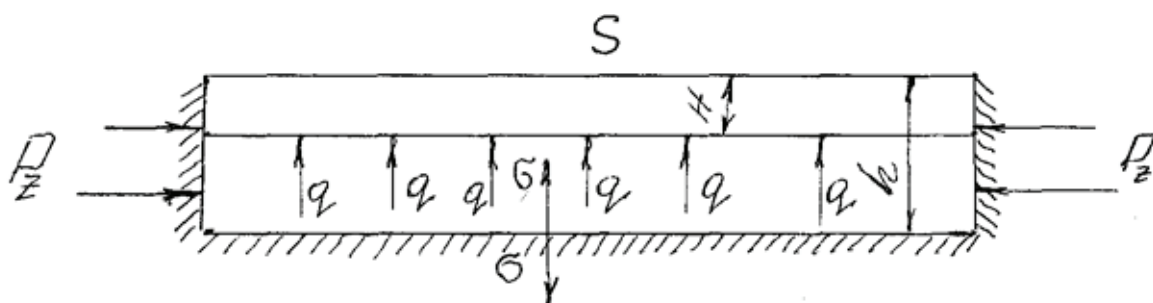


Рис. 1. Схема поверхностной термической обработки массива слитка

связь этого слоя с массивом слитка, т.е. $P_2 = \sigma$, где σ — предел прочности металлического слитка на растяжение. При достижении работы нагретым слоем, растут трещины параллельно поверхности S и возможен отрыв этого слоя от массива. Следовательно, нагретый слой массива слитка является источником трещины, преобразователем тепловой энергии в работу.

Работа, производимая источником трещины:

$$A = \left[\frac{2aT V_0 P_2}{3} \right] - \left[\frac{P^2 V_0}{3E_0} \right], \quad (20)$$

где $V_0 = S\sqrt{\pi a t}$, мощность тепла нагретого слоя $N = gS$, $T = Nt/cmV_0$.

С учетом значений P, P_2, V_0, N получаем

$$A = \left[\frac{2agS\sigma t}{3cm} \right] - \left[\frac{a^2 E g^2 S t^{3/2}}{3cm^2 \sqrt{\pi a}} \right] \quad (21)$$

Закон сохранения энергии для поверхностной термической обработки с учетом A по (21) принимает вид:

Литература:

1. Кузбаков, Ж. И. Снижение отходов при дроблении слитков углеродистого феррохрома щековыми дробилками. Проблемы комплексного освоения природных ресурсов Западного Казахстана и Южного Урала. Материалы республиканской научной конференции, Актобе, 2003 г. Стр. 50–52.
2. Кузбаков, Ж. И., Франчук В. П., Федоскин В. А. Патент РК № 2013/096.2. Решение № 1142 от 21.07.2014 г. Линия производства феррохрома.
3. Кузбаков, Ж. И. Снижение уровня динамических нагшрузок на станину при дроблении высокопрочных материалов. //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Scientific journal № 1–2 2015 Januar-February) Vienna 2015 С.55–58.
4. Протасов, Ю. И. Разрушение горных пород. Издательство Московского государственного горного университета, 2002. — 453 с.
5. Кузбаков, Ж. И. Интенсификация процесса дробления высокопрочных материалов и совершенствование технологии дробления. /Ізденіс Поиск. Научный журнал-приложение международного научно-педагогического журнала «Высшая школа Казахстана». 2015, № 4 (2), с. 204–210.

Аралық қойманың тиімділігін дәлелдеу

Құлнияз Серік Сағынұлы, техника ғылымдарының докторы, профессоры;

Қуантай Айдана Салимкереевна, студенті;

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің, Ақтөбе қаласы, Қазақстан Республикасы

Үзілмелі-толассыз технологиялық кешенге қолайлы жұмыс жағдайын жасау мақсаттарымен және әр түрлі себептерге байланысты тоқтаулардың кері әсерін жою үшін аралық қойма жасакталуы тиіс. Егер аралық қойманың параметрлері оңтайлы шамада болса, оған сәйкес технологиялық кешеннің экономикалық пәрменділігі де ең жоғары шамада болады. Аралық қойманы жасауға жұмсалатын қаражат шығынның шамасы оның оңтайлы сыйымдылық көлемімен анықталады. Аралық қойманың қолдану тиімділігін анықтау

$$\left[\frac{2agS\sigma t}{3cm} \right] - \left[\frac{a^2 E g^2 S t^{3/2}}{c^2 m^2 3\sqrt{\pi a}} \right] = \frac{\sigma^2 k S H}{E}, \quad (22)$$

где H — толщина слоя слитка, отделяющего от массива, слитка (граница трещины).

При выполнении уравнения (22) происходит отделение слоя слитка от массива или образуется трещина. Из уравнения (22) получаем

$$H = \frac{2agtE}{3\sigma kcm} - \frac{a^2 E g^2 t^{3/2}}{3\sigma^2 k c^2 m^2 \sqrt{\pi a}}. \quad (23)$$

Из условия $H = 0$, можно определить плотность потока теплового излучения, ниже которой разрушение материала не происходит — минимальная плотность

$$g_{\min} = \frac{2\sigma cm \sqrt{\pi a}}{aE\sqrt{t}}. \quad (24)$$

$g_{\min} \approx 1 \text{ Вт/см}^2$. Практически это означает при какой температуре слитка можно производить термическое воздействие на слиток.

үшін бірнеше пайдалану нұсқаларды салыстырамыз. Негізгі салыстыратын нұсқа бойынша, технологиялық кешеннің өнімділігінің жоғарылауы тау-кен жабдықтар санының өсуі арқылы жүзеге асырылады. Бәсекеге қабілетті нұсқа бойынша үзілмелі-толассыз технологиялық кешен жабдықтарының құрамында аралық қойма ескеріледі.

Аралық қойманың тиімділігін дәлелдеу үшін, автөкеліктің екі нұсқа бойынша қызметін жасау кезіндегі техника-экономикалық көрсеткіштерін салыстырамыз.

Бірінші нұсқа бойынша үзілмелі-толассыз технологияның конвейерлі бөлігі тоқтап қалған жағдайда, автоөзiтiсiргiштер жүктi аралық қоймаға тасымалдайды. Конвейерлі көлік іске қосылған жағдайда үзілмелі-толассыз технологиялық тәсім өзінің жұмысын жоспар бойынша атқара береді.

Екінші нұсқа бойынша үзілмелі-толассыз технологияның конвейерлі бөлігі тоқтап қалған жағдайда жүк уақытша сыртқы үйінділерге тасымалданады.

Бірінші жүкті тасымалдау нұсқасы бойынша келесі жұмыстар атқарылады:

— кен массаны ұңгубеттен аралық қоймаға тасымалдау;

— аралық қоймадағы экскаватормен жүкті автоөзiтiсiргiштерге тиеу;

— кен массаны аралық қоймадан ұсатқыш — қайта тиеу қондырғыға тасымалдау;

— кен массаны ұсатып, конвейерлік таспаға жеткізу;

— кен массаны конвейерлер мен сыртқы үйіндіге не кен қоймаға тасымалдау;

— кенсіз жыныстарды үйінділеуішпен үйінділеу.

Екінші жүкті тасымалдау нұсқасы бойынша келесі жұмыстар атқарылады:

-кен масса аршық маңындағы кен қоймаға, не сыртқы үйінділерге автоөзiтiсiргiштермен тасымалданады.

Аралық қойманың тиімділігін келесі өрнекпен сипаттауға болады:

$$\Theta_{a.k} = \Pi_n - \Pi_{a.k} \quad (1)$$

мұнда:

$\Theta_{a.k}$ — аралық қойманың тиімділігі, млн. тг;

Π_n — негізгі нұсқа бойынша орындалатын жұмыстардың келтірілген шығындары, млн. тг;

$\Pi_{a.k}$ — құрамында аралық қойма бар УТТ тәсімнің келтірілген шығындары млн. тг.

Негізгі нұсқаның технологиялық тәсімі бойынша кен масса ұңгубеттерден аршық жаңындағы жүкті, қабылдау алаңшаларға автокөлік құралдарымен тасымалданады:

$$\Pi_n = \Pi_a + \Pi_{\text{үйін}}$$

мұнда:

Π_a — жүк автокөлікпен аршық маңындағы жүкті қабылдау алаңшаларға тасымалдауға қажетті шығындар, млн. тг;

$\Pi_{\text{үйін}}$ — үйінділеу жұмыстарының шығындары, млн. тг.

$$\Pi_{a.k} = \Pi_{\text{ү.к}} + \Pi_{\text{ә}} + \Pi_{\text{к.ктк}} + \Pi_{\text{үкт}} + \Pi_{\text{к}} + \Pi_{\text{үйін}}$$

мұнда:

$\Pi_{\text{ү.к}}$ — жүкті ұңгубеттен аралық қоймаға дейін тасымалдау кезіндегі шығындар, млн. тг;

$\Pi_{\text{ә}}$ — жүкті ұңгубеттен экскаватормен автоөзiтiсiргiшке тиеу кезіндегі шығындары, млн. тг;

$\Pi_{\text{к.ктк}}$ — жүкті аралық қоймадан ұсатқыш қайта тиеу қондырғыға дейін тасымалдау кезіндегі шығындар, млн. тг;

$\Pi_{\text{үкт}}$ — кен массаны ұсатуға қажетті шығындар, млн. тг;

$\Pi_{\text{к}}$ — кен массаны конвейермен жер бетіне тасымалдау кезіндегі шығындар, млн. тг;

$\Pi_{\text{үйін}}$ — үйінділеу жұмыстарға қажетті шығындар, млн. тг.
Жүкті тасымалдаудың әр түріне жұмсалатын қаражат көлемі келесі теңдеу арқылы анықталады:

$$\Pi_i = 0.15 K_i + C_i \quad (2)$$

мұнда:

K_i — i -ші жұмыс түріне жұмсалатын күрделі шығындар, млн. тг;

C_i — i -ші жұмыс түрінің тұтынымдық шығындары, млн. тг;

0,15 — нормативтік коэффициент.

Аралық қойманы пайдалану нәтижесінде конвейерлі көліктің өнімділігі жоғарылайды және сондықтан 1м^3 кен масса тасымалының үлесті шығындары азаяды.

Тұтынымдық шығындар шартты-тұрақты және шартты-өзгергіш бөліктерден жасақталады.

Шартты — өзгергіш бөлік (жөндеушілердің еңбек ақысы, электрэнергия, жөндеуге, қосалқы бөлшектерге және материалдарға жұмсалатын қаражат) өндірілген көлемге сәйкес өзгеріп тұрады.

Шартты-тұрақты бөлік қатарындағы (жабдықтардың құнын өтеу, жұмыскерлердің еңбек ақысы) конвейерлі көліктің өнімділігіне қарай өзгермейді, сондықтан бұл шама тұрақты болады, ал 1м^3 кен массаны тасымалдау үлесті шығындары келесі шамаға төмендейді:

$$\Delta C_m = C_m \left(1 - \frac{Q_k}{Q_{a.k}} \right) \quad (3)$$

мұнда:

C_m — кеннің өзіндік құнының тұрақты бөлігі, млн. тг;

Q_k — аралық қоймасыз конвейерлі көліктің кен массаны тасымалдау өнімділігі, млн. м^3 ;

$Q_{a.k}$ — құрамында аралық қойма бар үзілмелі-толассыз технологиялық тәсімнің өнімділігі, млн. м^3 .

Алғашқы теңдеуден конвейерлі желісінің өзіндік құны оның өнімділігі өсуіне қарай, қайта-тиеу қондырғы бойынша келесі теңдеу арқылы анықталады:

$$C'_{\text{ктк}} = C_{\text{ктк}} - \Delta C'_{\text{ктк}} \quad (4)$$

мұнда:

$C_{\text{ктк}}$ — аралық қоймасыз кен массаны тасымалдаған жағдайдағы қайта-тиеу қондырғы бойынша 1м^3 кен массаның өзіндік құны, тг/ м^3 ;

$\Delta C_{\text{ктк}}$ — қайта тиеу қондырғы бойынша кен массаның өзіндік құнының бөлігіндегі үлесті шартты-тұрақты шығындардың өзгеру шамасы, тг/ м^3 .

Конвейерлер бойынша тасымалдың өзіндік құны:

$$C'_k = C_k - \Delta C_{\text{т.к}}$$

мұнда:

C_k — аралық қоймасыз кен массасын тасымалдаған жағдайдағы конвейерлер бойынша 1м^3 кен массаның өзіндік құны, тг/ м^3 ;

$\Delta C_{\text{т.к}}$ — конвейерлер бойынша кен массасының өзіндік құнының бөлігіндегі үлесті шартты-тұрақты шығындардың өзгеру шамасы, тг/ м^3 .

Үйінділеуіш бойынша тасымалдың өзіндік құны:

$$C'_{\text{үйін}} = C_{\text{үйін}} - \Delta C_{\text{т.үйін}}$$

мұнда:

$C_{\text{үйін}}$ — аралық қоймасыз кен массасын тасымалдаған жағдайдағы үйінділеуіш бойынша 1 м^3 кен массасының өзіндік құны, тг/ м^3 ;

$\Delta C_{\text{т.үйін}}$ — үйінділеуіш бойынша кен массасының өзіндік құнының бөлігіндегі үлесті шартты-тұрақты шығындардың өзгеру шамасы, тг/ м^3 .

Аралық қойманың жүкті қабылдау өнімділігі жобалық конвейерлі көліктің өнімділігінің және аршықта қолданытын технологиялық тәсімнің арасындағы айырым шамасына тең болуы тиіс.

Аралық қойманы қолдану нәтижесіндегі қосымша шығындар көлемі:

$$\Delta \text{Ш}_{\text{а.к}} = Q_{\text{а.к}} \cdot \Delta \text{Ш}_{\text{т.к}}$$

мұнда:

$Q_{\text{а.к}}$ — аралық қоймаға тасымалданатын жүк көлемі, млн.т;

$\Delta \text{Ш}_{\text{т.к}}$ — аралық қоймаға тасымалданатын жүктің келтірілген шығындары, тг.

Қойманы пайдалану нәтижесіндегі барлық шығындар көлемі келесі теңдеу арқылы есептеледі:

$$\text{Ш} = \text{Ш}_{\text{к}} + \Delta \text{Ш}_{\text{а.к}} \quad (5)$$

мұнда:

$\text{Ш}_{\text{к}}$ — конвейерлі кешеннің келтірілген шығындары, млн. тг.

Әдебиеттер:

1. Фаддеев Б. В., Антонов В. А. Аккумулирующие склады в схемах циклично-поточной технологии за рубежом. — Черная металлургия. Ин-та „Черметинформация“, 1982, вып. 21, — с. 20–23.

Негізгі технологиялық тәсімнің шығындарын келесі теңдеу арқылы анықтауға болады:

$$\text{Ш}_{\text{н}} = \text{Ш}'_{\text{к}} + Q_{\text{к}} \cdot \text{Ш}_{\text{үйін}} \quad (6)$$

мұнда:

$\text{Ш}'_{\text{к}}$ — толық жүктелмеген конвейерлі кешеннің үлесті шығындары, тг/т.

$$\text{Ш}'_{\text{к}} = Q_{\text{к}} \cdot \text{Ш}_{\text{к.ү}}$$

мұнда:

$\text{Ш}_{\text{к.ү}}$ — аралық қоймасыз конвейерлі кешеннің үлесті шығындары, тг/т;

$Q_{\text{к}}$ — аралық қоймада жинақталатын көлем, не үйіндіге автокөлікпен тасымалданатын жүк көлемі, млн.т;

$\text{Ш}_{\text{үйін}}$ — автокөлікпен үңгубеттен үйіндіге дейін тасымалданатын жүктің келтірілген шығындары, тг/т.

Сонымен, аралық қойманы пайдаланудың нәтижесіндегі тиімділік шамасы кен массаны аралық қоймасыз тасымалының келтірілген шығындар және аралық қоймасы бар технологиялық тәсімнің келтірілген шығындардың айырымы арқылы анықталады:

$$\Delta_{\text{а.к.т}} = \text{Ш}_{\text{н}} - \text{Ш} \quad (7)$$

мұнда:

$\text{Ш}_{\text{н}}$ — негізгі технологиялық тәсімнің шығындары;

Ш — құрамында аралық қойма бар технологиялық тәсімнің шығындары.

Исследования возможности получения марганецсодержащего чугуна из некондиционной железистой марганцевой руды

Самуратов Ерулан Каиржанович, кандидат технических наук, старший преподаватель;
Серикбаев Еркебулан Уразбайулы, студент

Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Добыча марганцевых руд и производство концентратов осуществляется в 30 странах мира. Основной объём товарных марганцевых руд используется в производстве марганцевых сплавов (ферромарганца, силикомарганца, ферросилиция и др.), а также марганца-металла. Главными мировыми производителями сплавов являются страны, ведущие основную добычу марганцевых руд (ЮАР, Украина, Китай), а также обладающие технологическим потенциалом и достаточно дешевой электроэнергией для её переработки (Япония, Франция, Норвегия). Они формируют лидирующую шестерку мира по производству марганцевых сплавов [1].

С годами доля экспорта руд по отношению к экспорту сплавов постепенно уменьшается. Основными потребителями импортной марганцевой продукции, богатой руды и концентратов, являются Япония, США, ФРГ, Франция, Китай, Норвегия, Южная Корея и другие страны с раз-

витой чёрной металлургией, не обладающие достаточным ресурсом собственного сырья.

Как известно республика Казахстан обладает запасами марганцевого сырья, отнесенными к группе полезных ископаемых, имеющих стратегическое значение. Наиболее крупные по запасам месторождения разведаны в Центральном Казахстане — Джездинское и Ушкатын-III. На месторождении Ушкатын-III выявлено 14 марганцевых и 8 железорудных тел. Запасы подсчитаны в четырех рудных телах. Среднее содержание Mn 26,5%. Основные рудные минералы в первичных рудах — гаусманит, браунит и гематит, во вторичных — псиломелан, пироморфит и манганит [1–3].

Если 20 лет назад стоял вопрос об организации производства марганцевых ферросплавов в РК, то в настоящее время стоит вопрос об эффективном методе ее переработки.

Огромные запасы марганцевого сырья в Казахстане в большинстве представлены железомарганцевыми рудами, доля которых 70% непригодными для производства сплавов марганца. Нехватка богатой марганцевой руды и применяемые малоэффективные методы обогащения (ситовый рассев), не позволяют полностью обеспечить качественным марганцевым сырьем ферросплавные заводы Казахстана [3].

В настоящее время одним из эффективных методов переработки железомарганцевых руд Казахстана является метод прямого получения сплава, на примере получения зеркального чугуна.

В связи с возникшей проблемой в представленной работе была поставлена цель работы: установление возможности получения марганецсодержащего сплава —

чугуна, из некондиционных железомарганцевых руд месторождения Жомарт в лабораторных условиях.

Работа направлена на разработку экономически эффективной технологии переработки железомарганцевых руд месторождения Жомарт. По результатам литературного обзора наиболее предпочтительной на данном этапе технологией для переработки некондиционных железомарганцевых руд представляется технология, предусматривающая получение марганцовистого чугуна как промежуточного или конечного продукта.

Лабораторные исследования проводили на высокотемпературной печи сопротивления Таммана. В качестве основного шихтового материала использовали железомарганцевую руду месторождения Жомарт, химический состав которой представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Химический состав исследуемых железомарганцевых руд**

Наименование	Содержание, %									
	Fe _{общ}	Mn _{общ}	SiO ₂	CaO	P	S	Al ₂ O ₃	MgO	ппп	Fe/Mn
Жомарт (фр. 0–10 мм)	25,56	13,14	33,83	3,9	0,045	0,055	1,74	0,5	5,34	1,94

Для оценки поведения представленных проб при нагреве и установления температуры начала плавления проведены предварительные лабораторные плавки.

Для расплавления железомарганцевой руды использовали графитовые тигли. Навеска одной плавки составляла 50 г. В камеру печи опускали графитовый тигель с материалом, который нагревали до расплавления. Поведение руды оценивали качественно, наблюдая за состоянием образцов при помощи молибденового прутка.

По результатам выполненных опытов следует отметить, что оплавление всех образцов началось при температуре на 100–200°C ниже температуры окончательного

расплавления рудного материала. Определенная в ходе экспериментов температура полного расплавления железомарганцевой руды оценена в 1125–1130°C.

Далее были проведены лабораторные опыты по получению марганецсодержащего чугуна. В качестве шихтовых материалов, кроме руды использованы кокс КНР и известь фракции 0–3 мм. Химический состав шихтовых материалов приведен в таблице 2 и 3.

Для проведения опытов произвели небольшой расчет шихты. Необходимое количество восстановителя рассчитывали по стехиометрии (при 100% восстановлении железа и марганца). Расчет состава шихты выполняли на 100 г железомарганцевой руды.

Таблица 2. **Состав кокса КНР**

Наименование материала	Технический анализ, %					Химический состав золы, %				
	W	V	A	S	P	Al ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	MgO	CaO
Кокс КНР	0,41	3,2	13,1	0,33	0,008	10,0	24,1	31,3	7,6	12,3

Таблица 3. **Химический состав извести**

Материал	Химический состав, %		
	CaO	SiO ₂	MgO
Известь	93,2	0,50	0,85

Подготовленную смесь, тщательно перемешивали и помещали в печь Таммана в графитовом тигле. Температуру полного расплавления шихтовых материалов контролировали визуально с помощью молибденового прутка. После извлечения тигля с расплавленным материалом из печи его

охлаждали на воздухе до комнатной температуры. После остывания часть шлака подверглась саморассыпанию.

По результатам проведенного опыта была установлена температура полного расплавления материала, которая находится в интервале 1120–1150°C. В результате

полученный металл в количестве 31,85 г (21,41%) и шлак 115,41 г (77,59% от общей массы продуктов). При этом кратность шлака составила 3,62.

По аналогичной методике проведено 2 опыта с избытком восстановителя 10 и 20% от расчетного количества. Состав шихтовых материалов представлен в таблице 4. Сводные данные по составу полученных металлов и шлаков всех проведенных экспериментов приведены в таблицах 5 и 6 соответственно. По результатам химиче-

ского состава металла всех плавов был произведен расчет степени восстановления ведущих элементов Fe, Mn и Si, результаты которых представлены в таблице 7.

По результатам выполненного расчета установлено, что максимальная степень восстановления железа и марганца зафиксировано при плавке № 1 и 2 со стехиометрически необходимым количеством восстановителя и с его 10% избытком, которая соответствует 77,3–79,73 и 55,13–60,2% соответственно.

Таблица 4. Состав шихтовых материалов

№ п/п	Материал	Масса, г		
		опыт № 1 (стехиометрия)	опыт № 2 (избыток 10%)	опыт № 3 (избыток 20%)
1	Железомарганцевая руда «Жомарт»	100,0	100,0	100,0
2	Кокс КНР	9,4	10,3	11,4
3	Известь	39,4	39,4	39,4
	Итого:	148,8	149,7	150,8

Таблица 5. Химический состав полученного металла

№ эксперимента	Избыток восст., %	Химический состав, масс. %			
		Fe	Mn	C	Si
1	0	62,0	25,8	7,0	2,9
2	10	60,3	21,5	6,2	1,99
		26,4*	13,8*	4,5*	4,5*
3	20	44,9	23,0	8,6	2,5

* — числитель — в графитовом тигле, знаменатель — в корундовом тигле

Таблица 6. Химический состав полученного шлака

№ эксп.	Избыток восст., %	Химический состав, масс. %						CaO SiO ₂
		Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SiO ₂	
1	0	2,52	48,9	0,34	0,31	9,72	38,0	1,29
2	10	2,46	50,7	0,70	0,27	8,48	34,8	1,46
		44,2*	18,8*	8,36*	0,33*	7,57*	17,3*	1,09*
3	20	2,04	47,1	0,29	0,13	10,14	38,6	1,22

* — в корундовом тигле

Таблица 7. Степень восстановления Fe, Mn и Si

№ экспер-та	Материал	Выход металла, г	Степень восстановления, %		
			Fe	Mn	Si
1	Металл	31,9	77,3	60,2	5,6
2	Металл	33,9	79,73	55,13	4,01
		12,5*	12,8*	12,92*	3,3*
3	Металл	28,9	50,33	51,41	4,5

* — в корундовом тигле

Наименьшая степень восстановления железа 12,8–47,08% и марганца 12,92–51,41% зафиксировано при

плавке № 2 в корундовом тигле и с избытком восстановителя 20% соответствующего плавке № 3.

По содержанию в шлаках Fe_2O_3 (0,29–0,7%) можно судить о максимальном восстановлении железа, в сравнении с содержанием MnO (8,48–10,14%), которая в результате плавки взаимодействует с кремнеземом с образованием жидких силикатов марганца $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ и $2\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$.

Таким образом, по результатам проведенных лабораторных исследований установлена возможность получения сплава, соответствующего марке зеркального чугуна (железа 60%, марганца до 30%, кремния до 3%), из исходной железомарганцевой руды «Жомарт».

Выводы по проведенной работе. В результате проведенных лабораторных опытов установлено, что иссле-

дуемые железомарганцевые руды имеют относительно невысокую температуру плавления.

При плавке исходной железомарганцевой руды «Жомарт» с добавлением стехиометрически необходимого количества восстановителя и флюса был получен металл соответствующий марке зеркального чугуна по содержанию ведущих элементов (железа 60%, марганца до 30%, кремния до 3%).

Необходимо также отметить, что при выплавке чугуна из необогащенной железомарганцевой руды «Жомарт» с добавлением извести на получение моносилката кальция (основность $V_{\text{расч}} = 1,2$, опытная $1,1 \div 1,46$) получили рассыпающийся шлак.

Литература:

1. Святлов, Б. А., Толымбеков М. Ж., Байсанов С. О. Становление и развитие марганцевой отрасли Казахстана — Алматы. Искандер, 2002—416 с.
2. Отчет. Определение требования к окисленным и первично-окисным концентратам месторождения Ушка-тын-Ш (Заключение). — Харьков, Украинский научно-исследовательский институт специальных сталей, сплавов и ферросплавов. 1989 г. — 47 с.
3. Самуратов, Е. К., Алмагамбетов М. С., Досекенов М. С., Шотанов А. Е. и др. Перспективы использования железомарганцевой руды месторождения «Тур» / *Материалы междунаучной конференции «Проблемы и перспективы развития горно-металлургической отрасли: теория и практика»*. Караганда, 2013. — с. 303–306.
4. Гасик, М. И., Лякишев Н. П. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов. — М.: Metallurgy, 1999. — 764с.

НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО

Внедрение железооксидного катализатора в установку получения серы на ЖГПЗ с целью понижения выбросов в атмосферу

Жубандыкова Женискуль Умиртаевна, кандидат технических наук, доцент;
 Кайменова Турсынгул Сансызбаевна, магистр, старший преподаватель;
 Космбаева Гулжан Тынышпаевна, старший преподаватель;
 Султанова Динара Дусенгалиевна, магистр, преподаватель;
 Жанабаев Медет Абдикаппарович, магистр технических наук, преподаватель
 Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Целью охраны окружающей среды является исключение или максимальное ограничение вредного воздействия эксплуатации технологического оборудования и трубопроводов на природную среду, рациональное использование ресурсов, их восстановление.

Установка получения серы (далее как УПС) является технологическим звеном первого пускового комплекса по подготовке и утилизации газа на Жанажольском нефтегазоперерабатывающем комплексе. Установка получения серы предназначена для получения элементарной серы из сероводородного газа методом Клауса.

Переработка кислого газа, содержащего сероводород, в серу производится по трехступенчатому окислительному ме-

тоду Клауса с применением одной термической и трех каталитических ступеней. Для повышения коэффициента конверсии серы в установке применяется контроль соотношения H_2S/SO_2 в отходящем газе. Отходящий газ сжигается, содержащаяся в нем сера и сероводород окисляются и превращаются в SO_2 . Отходящий газ секции Клаус направляется на дожег остаточного сероводорода до диоксида серы в печи дожига со сбросом хвостового газа в атмосферу через дымовую трубу высотой 100 м. Выбросы в атмосферу, твердые и жидкие отходы с данной установки приведены в таблице 1, 2 [1].

Основную часть в общем валовом выбросе вредных веществ на ГПЗ-3 Жанажольского НГК составляет газ, сжигаемый на факелах НД и ВД.

Таблица 1. Выбросы в атмосферу

Наименование выбросов	Количество сбросов, м ³ /с	Вредные вещества при выбросах			Метод ликвидации
		Наименование	Кол-во, т/г	Периодичность	
Дымовые газы с УПС	0,0711 (0,203мг/м ³) в радиусе выше 7,5км от ГПЗ-3	SO ₂	1683	Непрерывно при работе Клаус	Все дымовые газы направляются в трубу рассеивания Н=100м
		CO ₂	71872		
		CO	2020		
		NO ₂	12,6		
		H ₂ S	6,5		

Таблица 2. Твердые и жидкие отходы

№	Наименование отхода	Куда складироваться	Примечание
1	Катализатор отработанный (окись алюминия)	В места захоронения, отведенные Санэпидемнадзором области, или использование в качестве материала для строительства дорог	Класс опасности 4. В воде нерастворимо, агрегатное состояние — твердое.
2	Серный шлам	В места захоронения, отведенные Санэпидемнадзором области, или использование в качестве материала для строительства дорог	Сера 62–68%. Жидкий серный шлам сливается в ванну под слой воды, после застывания выводится в промвал

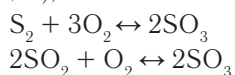
Производительность установки УПС с применением катализатора (окись алюминия) составляет [1]:

– Расход входящего кислого (сернистого) газа — 406,1 кмоль/час (8983 м³/час);

– Номинальная производительность по получению серы — 216,1 т/сутки.

Вспомогательными материалами, применяемыми на настоящей установке, является катализатор — активная окись алюминия и катализаторы марок DD 431.

Избыточный кислород образует с серой и двуокисью серы серный ангидрид SO₃, который взаимодействует с катализатором с образованием сульфатов (сульфатация), снижая активность катализатора [2]:



Для восстановления активности катализатора его необходимо периодически реактивировать, пропуская через него горячий газ с содержанием около 5% об. H₂S. Кроме того, в верхний слой загружают катализатор марки DD 431 (до 30%), способный поглощать кислород.

На каталитических ступенях процесса при температуре 200...300°C на катализаторе (активной окиси алюминия Al₂O₃ — марки DD 431) происходит конверсия молекул H₂S и SO₂ с выделением серы и составляет отбор серы из сырьевого кислого газа в секции Клаус составляет 93–95%.

Исследованиями последних лет показано, что окисление сероводорода при температурах 200–300°C стабильно и с высокой скоростью протекает на катализаторах, содержащих в своем составе оксид железа [7]. Окисление сероводорода на железистооксидных катализаторах при температуре 225–300°C и объемной скорости до 15000 ч. характеризуется конверсией сероводорода 95–100% при селективности образования элементной серы 95–99%. При этих температурах образующаяся сера не отлагается на поверхности катализатора, а выводится из реакционной зоны в газообразном виде. Процесс рекомендуется проводить при малом времени контакта с тем, чтобы предотвратить или снизить образование высокомолекулярной серы.

Характерной особенностью железистооксидных катализаторов является их способность проводить реакцию окисления сероводорода в присутствии больших количеств углеводородов природного газа, которые при этом не подвергаются окислительным превращениям. Это дает воз-

можность использовать железистооксидные катализаторы для очистки природного газа от сероводорода с одновременным получением элементной серы.

Железистооксидные катализаторы обладают высокой механической прочностью, технология их получения проста. Для их приготовления могут быть использованы широко доступные реактивы, при этом входящие в состав последних примеси, за исключением ионов хлора, не оказывают влияния на каталитическую активность полученного оксида железа в окислении сероводорода. Каталитические свойства оксида железа зависят от температуры прокаливания образцов. С ее повышением значительно уменьшается удельная поверхность катализаторов и удельный объем пор. При этом снижается активность, однако, возрастает селективность в образовании элементной серы. По известным в настоящее время сведениям, оптимальной температурой прокаливания для железистооксидных катализаторов является 600–700°C. Для предотвращения спекания оксида железа в процессе приготовления катализаторов может быть применен метод нанесения активной массы на пористый носитель. При этом в катализаторе сохраняются поры среднего диаметра, обеспечивающие высокую каталитическую активность. Нанесенные катализаторы имеют перед массовыми еще и то преимущество, что они проявляют более высокую селективность и обладают высокой механической прочностью.

При испытании железистооксидного катализатора на всех температурных режимах наблюдалось снижение концентрации сероводорода после реактора, причем не происходило увеличения концентрации диоксида серы в отходящих газах, что говорит о высокой селективности выбранного катализатора в «жестких» условиях влажной реакционной среды [7].

Таким образом, применение исследованных катализаторов в промышленных процессах получения элементной серы окислением сероводорода позволит решить актуальные экологические проблемы, связанные с необходимостью переработки высокосернистых нефтей в регионе и ужесточением экологических нормативов по выбросам сернистых соединений в атмосферу. Высокие эксплуатационные показатели железистооксидного катализатора позволяют рекомендовать их для внедрения с целью повышения эффективности процессов серополучения на нефтеперерабатывающих заводах.

Литература:

1. Технологический регламент установки получения серы УПС I-ой очереди ГПЗ-3 Жанажольского нефтегазоперерабатывающего комплекса. (Блок 1500); ТР 39–037–08.
2. Алхазов, Т. Г., Амиргулян Н. С. Сернистые соединения природных газов и нефтей. — М.: Недра. — 1989. — 152 с.
3. Грунвальд, В. Р. Технология газовой серы. М.: Химия. — 1992. — 272 с.
4. Цыбулевский, А. М., Моргун Л. В. Термодинамические исследования процесса Клауса. М.: ВНИИЭгазпром. — 1991. — 31 с.
5. Технология переработки сернистого природного газа: Справочник// Под ред. А.И. Афанасьева. М.: Недра. — 1993. — 152 с.

6. Щурин, Р. М., Плинер В. М., Немировский М. С. Анализ работы термической стадии процессов производства элементарной серы методом Клауса // Хим. пром. 1986. — № 5. — С.42–45.
7. Маршнева, В. И., Мокринский В. В. Каталитическая активность оксидов металлов в реакциях окисления сероводорода кислородом и диоксидом серы // Кинетика и катализ. 1988. — Т. 29, № 4. — С.989–993.
8. Модернизация установок производства серы: Критерии выбора котлов сжигания сероводорода. (ООО «Энергетические машины»).

Рекомендации по применению методов поддержания пластового давления на месторождении Тенгиз

Орынбасар Райгуль Орынбасаровна, кандидат химических наук;
Котик Елена Петровна, старший преподаватель;
Калмыкова Алла Григорьевна, старший преподаватель;
Нурбаулин Бахтыбай Нурбаулиевич, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

В статье приведена сравнительная характеристика вытеснения нефти газом или водой в геолого-физических условиях месторождения Тенгиз.

Ключевые слова: нефть, газ, коллектор, месторождение, давление, закачка, заводнение, скважина, сероводород, коррозия, попутная вода.

Каждый из двух методов воздействия на пласт в условиях месторождения Тенгиз имеет свои достоинства и недостатки.

В геолого-физических условиях месторождения Тенгиз преимущество отдано методу закачки так как, заканчиваемый газ проникается в относительно плотные разности коллектора, вытесняя из них нефть.

Другим очень важным достоинством закачки газа является возможность утилизации значительной доли добываемого сырого газа, что позволяет значительно сократить необходимые мощности газоперерабатывающего завода, на котором происходит очистка газа от сероводорода, производство серы и сжиженных углеводородных газов. Это позволяет значительно сократить капитальные затраты на расширение мощностей газоперерабатывающего завода.

При закачке газа отмечается более высокая приемистость нагнетательных скважин по сравнению с водой, поэтому требуется меньшее количество нагнетательных скважин.

Закачка газа требует меньших затрат, чем проведение заводнения, поскольку при заводнении необходима установка и сооружение оборудования как для обработки воды, так и для переработки газа. При применении закачки газа, в противоположность традиционным методам, происходит реальное снижение затрат на проведение работ с газом от его перевалки до переработки. Для заводнения требуется вложение средств для переброски воды из внешнего источника, однако для закачки газа используется Тенгизский газ. Кроме этого, в силу необходимости при заводнении иметь более плотную сетку скважин, их количество выше, чем при закачке газа.

Очень важным преимуществом закачки газа является отсутствие проблем с коррозией, которые неизбежно возникают при заводнении с добычей попутной воды из добываемых скважин. Перечисленные достоинства закачки газа привели к тому, что ТШО приняло решение организовать экспериментальные работы по закачке газа на отдельно выбранном участке.

В большинстве проектов большим недостатком закачки газа в пласт является низкий коэффициент охвата пласта вытеснением. Причина этого — малая вязкость газа в пластовых условиях.

Однако, в условиях Тенгиза, при рабочих давлениях закачки газа, вязкость закачиваемого газа относительно высока, в то время как вязкость пластового флюида относительно низка, что создает более благоприятное соотношение по вязкости, чем можно ожидать при вытеснении газом.

На Тенгизе ожидается лучший охват вытеснением по сравнению с большинством аналогичных проектов по закачке газа потому что: соотношение по вязкости, составляющее 3,2 (нефть к газу при 55 МПа), относительно низкое для проектов с закачкой газа; соотношение по плотности, составляющее 0,6, относительно высоко (газ к нефти при 50 МПа), и вариации проницаемости на платформе относительно малы, так как проницаемость на платформе изменяется в пределах от 1 до 10 мкм².

Заводнение в пределах платформы обеспечивает достижение коэффициента вытеснения для геолого-физических условий платформы, равного 0,54, что значительно меньше, чем при смешиваемом вытеснении нефти газом. Зато в связи с благоприятным соотношением вяз-

кости нефти и воды в пластовых условиях коэффициент охвата залежи процессом вытеснения превышает его величину при вытеснении нефти газом. Вязкость закачиваемой воды в пластовых условиях больше, чем вязкость нефти ($\mu_n/\mu_v = 0,4$). В процессе вытеснения более вязкой жидкостью менее вязкой происходит выравнивание фронта вытеснения и таким образом, как бы уменьшается степень неоднородности пласта. Это приводит к тому, что коэффициент охвата пласта заводнением оказывается более высоким. Если суммировать выше сказанное, то закачка воды имеет более низкую эффективность по вытеснению, но более высокую эффективность по охвату процессом вытеснения.

Поскольку коэффициент извлечения нефти при напорных режимах определяется произведением коэффициентов охвата пласта заводнением (загазованием) и коэффициента вытеснения, то обычно на практике наблюдается примерное равенство этих произведений. Как результат, компьютерные модели прогнозируют схожие коэффициенты извлечения для закачки газа и воды в Тенгизский коллектор.

В условиях месторождения Тенгиз существенное значение имеет величина пластового давления, при котором начинается закачка газа или воды. При закачке газа процесс вытеснения нефти будет более эффективным, если он осуществляется при давлении выше давления смеси нефти и углеводородного газа. Для месторождения Тенгиз эти давления составят: до 41,4 МПа закачиваемый газ смешивается при первом контакте; до 27,6 МПа закачиваемый газ смешивается при многократном контакте; между 27,6 и 25,26 МПа закачиваемый газ частично смешивается с пластовым флюидом; ниже 25,26 МПа закачиваемый газ не смешивается с пластовым флюидом.

Так как несмешивающаяся закачка газа может происходить ниже значения смеси и, или давления насыщения, следует рассмотреть три варианта. Стадия упругого режима может быть прекращена при снижении давления в залежи ниже 30 МПа с целью поддержания давления выше давления смеси. Закачка газа может быть остановлена, чтобы позволить извлечь запасы с помощью режима растворённого газа при давлении ниже давления насыщения. Позволить одновременно как режим закачки газа, так и режим растворённого газа в разных частях месторождения.

Как для закачки газа, так и для заводнения пласта, разработка нефтяной залежи при упругом режиме может продолжаться при давлении ниже давления насыщения.

При закачке газа с вытеснением нефти вдоль напластования, как уже указывалось выше, за счёт высокой неоднородности коллектора процесс извлечения нефти может сопровождаться довольно быстрым прорывом газа в добывающие скважины. Прорыв газа даже по прослою небольшой толщины увеличит газовый фактор по добывающей скважине, поэтому необходимо провести подготовительные работы, которые позволят увеличить добычу газа после его прорыва.

При закачке воды с вытеснением нефти вдоль напластования, в связи с более благоприятной величиной соотношения вязкостей нефти и воды в пластовых условиях, аналогичные процессы, вызванные неоднородностью пласта, могут происходить значительно медленнее.

Как для закачки газа, так и для закачки воды, существует множество вариантов для управления охватом процессом вытеснения с тем, чтобы предотвращать закачку и, или добычу из тонких высокопроницаемых прослоев.

В залежах с большим этажом нефтеносности в процессе извлечения нефти из пласта значительную роль начинают играть гравитационные силы. В некоторых случаях действие гравитационных сил обеспечивает так называемый режим гравитационной стабилизации — когда силы гравитации обеспечивают выравнивание перемещения ГНК или ВНК в процессе разработки, в результате этого не допускается преждевременный прорыв рабочего агента в скважины. Одним из факторов действия гравитационных сил является разность плотностей нефти и вытесняющего агента — воды или газа, $\Delta\rho$, чем больше значение этого фактора, тем более благоприятное выравнивающее действие гравитационных сил.

Таким образом, исходя из общих соображений, заводнение эксплуатационных объектов месторождения Тенгиз с вытеснением нефти поперёк напластования может быть одним из вариантов разработки. Однако окончательный вывод об его эффективности может быть сделан только на основании результатов компьютерного моделирования на трёх мерных гидродинамических моделях и подробного экономического анализа всех вариантов разработки.

Два момента могут полностью компенсировать очень низкую проницаемость коллектора поперёк напластования. В первую очередь это приближение фронта отбора к фронту закачки. Если при вытеснении нефти вдоль напластования расстояние между фронтом отбора и фронтом закачки составляет многие сотни метров, то при вытеснении нефти поперёк напластования расстояние по вертикали между интервалами закачки и интервалами отбора может быть всего десятки метров.

При вытеснении нефти водой с подошвы площадь, в пределах которой происходит процесс вытеснения, т.е. перемещение фронта нефть — вода, очень велика, во много раз большая, чем при вытеснении нефти в обычных пластах вдоль напластования. Столь огромный фронт вытеснения позволяет осуществлять достаточно высокий темп разработки даже при очень низкой проницаемости пласта, при очень малых скоростях перемещения фронта вытеснения.

В качестве недостатка метода заводнения помимо коррозии скважин и промыслового оборудования, обычно называется извлечение из пласта больших объемов пластовой воды, которая будет содержать в растворённом виде сероводород в значительных количествах, что резко ухудшит экологическую обстановку в районе месторождения. Это обстоятельство, конечно, осложнит техно-

логический процесс, хотя в принципе, в специальных сепараторах H₂S может быть извлечён из воды и направлен для обратной закачки в пласт.

Главное преимущество заводнения поперёк напластования — большие возможности по регулированию степени обводнённости добываемой продукции. На грозненских месторождениях при переносе фронта отбора путём постановки цементного моста и перехода на вышерасположенный, вполне реален вариант разработки, когда интервал отбора будет повышаться сразу после начала обводнения скважины.

Для успешного осуществления заводнения залежи поперёк напластования не обязательно наличие гидродинамической связи в пределах всего эксплуатационного объекта, достаточно её наличие между вскрытыми интервалами добывающих и нагнетательных скважин. По мере перемещения фронта вытеснения снизу — вверх может наступить момент, когда интервалы перфорации добывающих скважин будут перенесены выше изолирующего низкопроницаемого или непроницаемого прослоя и тогда практически исчезнет гидродинамическая связь с системой нагнетательных скважин. В настоящее время имеются данные о присутствии в разрезе 1-го эксплуатационного объекта подобных экранов-прослоев, в частности на границе башкирских и серпуховских отложений. По-видимому, они не имеют регионального распространения, а выклиниваются от скважины к скважине. В этом

случае следует осуществить следующее технологическое решение: интервалы перфорации в нагнетательных скважинах следует расширить таким образом, чтобы закачка воды осуществлялась также выше непроницаемого прослоя. При этом необходимо продолжать закачку и ниже экрана, чтобы возможно более полно вытеснить нефть из-под него. Интервалы отбора, в случае необходимости, нужно будет перенести на более высокие отметки пласта.

Наличие в разрезе объекта малопроницаемых и непроницаемых прослоев приводит к тому, что фактические фильтрационные потоки будут обладать высокой извилистостью в связи с необходимостью обходить зоны пониженной проницаемости.

Обобщая сказанное, можно констатировать, что, как ожидается, закачка газа и заводнение дадут сходные общие коэффициенты нефтеизвлечения по нетрещиноватым частям коллектора. Однако затраты на сооружение объектов при заводнении выше, чем при закачке газа, по той причине, что заводнение не решает вопросов по удовлетворению требований по обращению с газом. Закачка либо воды, либо газа трещиноватые зоны коллектора несёт в себе значительный технический риск, поскольку не определена природа системы трещиноватости и отсутствуют экспериментальные данные по данному виду вытеснения. Закачка воды несёт в себе дополнительный риск коррозии труб и оборудования и отложения мехпримесей за счёт сероводородного воздействия, добываемой воды.

Литература:

1. Проект опытно-промышленной эксплуатации месторождения Тенгиз. СП «ТШО», 1996 г.
2. Отчет о работе СП «ТШО» за 2001 год.
3. Котик, Е. П., Котик П. Т. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: Учебник. 1-том/. — Актобе: ТОО ИПЦ-Кокжиек, 2009.

ХИМИЯ

Изучения влагопрочностных свойств древесно-наполненных полимерных композиционных материалов на основе вторичных полимерных отходов

Абилова Гузель Кабилетовна, преподаватель, магистр
Жаумитова Гулсим Болатовна, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Рассмотрена возможность применения полимерных отходов для получения древесно-полимерного композита. В качестве исходных материалов для получения образцов ДПК использовались вторичный полиэтилен высокого давления (ПЭВД), вторичный полипропилен (ПП) и древесная мука марки 180. Соотношение наполнителя и связующего вещества — 1:1. Полученные образцы ДПК были исследованы на водопоглощение, характеризующее долговечность ДПК, поскольку позволяет оценить стойкость материала к агрессивным факторам атмосферных воздействий.

Ключевые слова: композиционные материалы, полимерные отходы, полиэтилен, полипропилен, древесная мука, экструдер, водопоглощение.

Повышение уровня конкурентоспособности казахстанских товаров и само инновационное развитие практически всех отраслей промышленности невозможно без использования термопластичных полимерных материалов.

Синтетические полимерные материалы используются в качестве конструкционных, электроизоляционных, строительных, упаковочных и прочих материалов.

Мировое производство термопластичных полимеров в 2015 г составило около 245 млн. т/год [1].

К числу наиболее востребованных полимеров относится полиэтилен (38% потребления) и полипропилен (14%).

Данные материалы применяют в различных отраслях. Так, на упаковку приходится до 40% всех термопластов, на стройматериалы — до 25%, около 10% — автомобилестроение и 8% — на электротехнику [1].

Самым крупнотоннажным полимером является полиэтилен, который используется преимущественно для упаковки. Цикл обращения полимерных упаковочных материалов невелик, и спустя короткое время после производства, все эти материалы оказываются на свалках и захоронениях. В силу своего химического строения синтетические полимеры практически не разлагаются в естественных условиях, что пагубно влияет на экологию.

Полимерные отходы занимают одно из первых мест в составе твердых бытовых отходов. Высокая стойкость полимерных отходов к внешней среде и постоянно уменьшающиеся ресурсы традиционного сырья, в частности,

снижение запасов нефти и газа вынуждают к повторному использованию полимерных отходов.

Таким образом, вторичная переработка является одним из приоритетных направлений утилизации отходов полимерных упаковочных материалов с экономической и экологической точек зрения. Используются различные способы утилизации полимерных отходов: рециклинг, сжигание, пиролиз, захоронение.

Получение композиционных материалов различного назначения на основе вторичного полимерного сырья является одним из видов рециклинга [2].

К таким композитам можно отнести древесно-наполненные полимерные композиционные материалы (ДПК), которые производятся на основе отходов полимерной и деревообрабатывающей промышленности.

Древесно-полимерный композитный материал (ДПКМ) или древесно-полимерный композит (ДПК) — относительно новая, но отлично зарекомендовавшая себя разработка в области строительных материалов. ДПК сочетает в себе лучшие стороны древесины и пластика и при этом практически не имеет их недостатков.

По внешнему виду древесно-полимерный композитный профиль с высоким содержанием древесины более всего напоминает твердую ДВП, а с малым ее количеством — пластмассу.

Изделия на основе ДПК завоевывают рынок довольно быстро.

Движущими силами в развитии композиционных материалов является:

1) Потребность мирового хозяйства в разнообразной гамме материалов и изделий, производимых с учетом их целесообразного применения;

2) Технический прогресс в химии полимеров;

3) Экологические факторы.

Достоинством ДПК является: экологичность (не имеет вредных примесей и добавок), внешний эстетичный вид, напоминающий натуральную древесину; низкое водопоглощение; высокая прочность при растяжении, сжатии и изгибе; огнестойкость; высокое сопротивление микробному воздействию; возможность вторичной переработки [2].

ДПК пригоден к повторному использованию в тех же процессах и материал не теряет своих свойств в течение 3–4 циклов переработки.

Изделия из ДПК служат заменой древесины в домостроении, садовой архитектуре, изготовлении профиля для оконных и дверных конструкций, отделки интерьеров, полотен дверей, столов, подоконников и даже мебели.

Основные составляющие ДПК — измельченная древесина и термопластичный полимер. Содержание древесины в ДПК может быть различным — чем ее больше, тем свойства такого материала ближе к натуральному дереву. Кроме того, в состав ДПК входят различного рода добавки для улучшения свойств композита.

В древесно-полимерных композитах применимы только такие термопласты, которые могут перерабатываться при температурах ниже 200°C. Это ограничение обусловлено невысокой термостойкостью древесины, что до некоторой степени сужает выбор полимеров, но и не является абсолютным.

Полиэтилен имеет относительно низкую температуру плавления (обычно между 106 и 130°C, в зависимости от плотности/разветвленности ПЭ) и может производиться с очень широким диапазоном вязкостей расплава. Расплавы хорошо смешиваются с наполнителями, а низкая температура плавления позволяет использовать целлюлозное волокно в качестве наполнителя без большого риска значительной термодеструкции.

Для получения и исследования свойств ДПК были получены образцы композитов в нанолaborатории на базе Актюбинского регионального государственного университета им. К. Жубанова (г. Актобе).

В качестве исходных материалов для получения образцов ДПК использовались следующие вторичные полимеры: полиэтилен высокого давления (ПЭВД), по-

липропилен (ПП). В качестве древесного наполнителя применялась древесная мука марки 180. Соотношение наполнителя и связующего вещества во всех образцах одинаково — 1:1.

Содержание древесного наполнителя в количестве 50% необходимо и достаточно для сохранения механических свойств композиционного материала.

На первом этапе проводилась подготовка древесного наполнителя, заключающаяся в его измельчении до размеров древесной муки и сушке в термошкафу в течение 2 ч до влажности менее 1%. Затем осуществлялось вальцевание с целью получения полуфабриката ДПК, который подавали в загрузочное устройство экструдера. Затем цилиндр нагревают до заданной температуры и приводят в движение шнек. Продвижение материала осуществляется вследствие разности значений силы трения ДПК о внутреннюю поверхность корпуса цилиндра и о поверхность шнека.

Продвигаясь дальше, происходит подплавление смеси, примыкающей к поверхности цилиндра. Расплав постепенно накапливается и воздействует на убывающую по ширине пробку. Поскольку глубина нарезки шнека уменьшается по мере продвижения материала, то возникающее давление заставляет пробку плотно прижиматься к горячей стенке цилиндра, где и происходит плавление полимера.

Композиционные материалы получили в смесительной камере экструдера.

Образцы ДПК были получены на лабораторной установке, состоящей из двухшнекового вертикального экструдера фирмы XPLORE.

В процессе получения пластин температура по зонам составляла около 170°C.

Водопоглощение является одним из основных показателей эксплуатационных свойств исследуемых композиций, который характеризуют долговечность ДПК, поскольку позволяет оценить стойкость материала к агрессивным факторам атмосферных воздействий.

Состав композиций представлен в таблице 1.

Испытание образцов ДПК проводилось по ГОСТ 4650–80 «Пластмассы. Методы определения водопоглощения».

Результаты эксперимента показали, что ДПК обладает достаточно низким водопоглощением, что является преимуществом по сравнению с древесиной.

Таблица 1. Состав древесно-полимерных композиций

Состав композиций	Состав образца	
	Полимер	Древесина
Композиция 1	Полиэтилен высокой плотности 50%	Сосновая мука 50%
Композиция 2	Полипропилен 50%	Сосновая мука 50%
Композиция 3		100%
Композиция 4	Полиэтилен высокой плотности 100%	
Композиция 5	Полипропилен 100%	

Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительная характеристика водопоглощения ДПК, полимера и древесины

Время под водой, сутки	Поглощение воды, %				
	ДПК		Полимер		Сосна
	ПЭВП 50% — сосновая мука 50%	ПП 50% — сосновая мука 50%	ПЭВП	ПП	
1 (24 ч)	8,6	2,8	0,01	0,03	33

Поглощение воды композиционными материалами зависит от пористости, количества целлюлозного волокна и доступности внешней воды.

Композитные материалы обычно пористые и степень их пористости определяется влажностью сырьевого материала и условиями переработки (в первую очередь, локальным перегревом), которые определяют плотность (удельный вес) конечного изделия.

Поры в композитных материалах обычно открытые и образуют цепи, пронизывающие всю матрицу. Древесные волокна обнажаются этими порами. Отсюда более высокая или более низкая степень поглощения воды. Вода проникает внутрь композитной матрицы очень медленно. В древесине проникновение происходит гораздо быстрее, и высокий уровень влаги может быть достаточно глубоко в матрице. Минеральные наполнители, как правило, не

поглощают воду (или поглощают очень незначительно), так что они снижают поглощение воды.

Поглощение воды в основном имеет место в наружных слоях композиционных материалов, и оно последовательно снижается при продвижении вглубь матрицы. Поэтому цифры относятся только к суммарному увеличению веса материала, но никак не характеризуют распределение воды в объеме материала [3,4].

Чем больше содержание влаги в исходном сырье, тем выше количество летучих продуктов, образующихся при переработке; чем выше пористость, тем ниже плотность материала и тем выше поглощение воды.

Что касается полимера, то чем ниже его содержание, тем выше поглощение воды при том же самом составе, поэтому увеличение содержания полимера в композите ведет к уменьшению поглощения воды.

Литература:

1. Пантюхов, П. В., Монахова Т. В., Попов А. А. Композиционные материалы на основе полиэтилена и лигноцеллюлозных наполнителей структура и свойства // Башкирский химический журнал, 2012 г. Том 19 № 2
2. Бодьян, Л. А., Варламова И. А., Гиревая Х. Я., Калугина Н. Л., Гиревой Т. А. «Исследование композиционных материалов на основе вторичного полимерного сырья» // Современные наукоемкие технологии № 2, 2015 г.
3. Ершова, О. В., Мельниченко М. А., Муллина Э. Р. Влияние компонентного состава наполнителя на свойства древесно-полимерного композита // Современные наукоемкие технологии. — 2015. — № 10. — с. 29–31;
4. Ершова, О. В., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р., Мишурина О. А. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2.

Изучение форм соединений хрома и некоторых других тяжелых металлов в потоке воды р. Илек

Байманова Айжангуль Еркешовна, доцент, старший преподаватель;
 Махамбетова Жанагуль Караевна, магистр, преподаватель;
 Жубаниязова Майра Жангильдаевна, старший преподаватель
 Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

В сумму состояний элементов тяжелых металлов, куда относится и хром, в природных поверхностных водах включены разные фазы и биосистемы, причем металл редко остается все время в одной фазе. При изменении физико-химических условий происходит миграция ме-

талла из одной фазы в другую, причем, как правило, изменяется форма его существования.

Для изучения распределения и миграции некоторых элементов тяжелых металлов (ТМ), в особенности хрома, как одного из основных элементов-загрязнителей многих

объектов биосферы бассейна реки Илек вблизи г. Актобе, нами были проведены исследования по изучению содержания этих элементов в растворенной и нерастворенной взвешенной формах в воде реки Илек. Пробы воды были взяты за 40 км вверх по течению, которые приняты были за фоновые условия, и 12 км вниз по течению, после поступлений техногенных потоков из городских накопительных прудов и территории завода «АЗХС», которые явились зоной смешения техногенного водотока с речным.

Отбор пробы воды и химический анализ металлов-загрязнителей в них проводили по известным методикам [1, 2,3].

Как известно, в фоновых условиях химические элементы мигрируют в виде двух основных потоков — растворенных и взвешенных формах [4].

Данные полученных результатов анализов в фоновых условиях приведены в таблице 1.

Таблица 1. Форма нахождения химических элементов в воде фонового водотока

Элемент	Форма нахождения	Среднее содержание, мкг/л	Коэффициент вариации, %	Содержание В+Р, мкг/л	Доля взвеш-х форм, %
Хром	В	9,80	115	12,8	76,6
	Р	3,00	0		
Никель	В	4,13	76	6,73	61,4
	Р	2,60	73		
Медь	В	4,69	84	12,31	38,1
	Р	7,62	30		
Цинк	В	14,59	42	43,15	33,8
	Р	28,56	40		
Кадмий	В	0,404	78	0,644	63,7
	Р	0,240	25		

Примечание. «В» и «Р» — соответственно взвешенные и растворенные формы, приведены средние данные за 10-дневный период опробования в межень.

В динамическом ряду наблюдения растворенные формы отличаются в целом слабо выраженным и незакономерно варьирующим распределением. Для взвешенных частиц выявлена высокая степень неоднородности распределения. Отмеченные особенности хорошо прослеживаются на графиках фактического распределения элементов в динамическом ряду наблюдения (рис. 1) и находят отражение в значениях коэффициентов вариации многих из них.

Корреляционный анализ не выявил каких-либо динамических связей между двумя основными миграционными потоками. Это свидетельствует о том, что закономерности поведения взвешенной и растворенной форм внутри водной массы достаточно различны. В частности, распределение растворенных форм химических элементов в фоновых условиях определяется сложным взаимодействием различных физико-химических, биогеохимических и гидродинамических факторов, по разному сказывающихся на их поступление и миграции в водной толще.

На основании полученных исследований можно предположить, что растворенные формы химических элементов отличаются незакономерным характером поведения в фоновых условиях. Во взвешенной форме же химические элементы в фоновых условиях мигрируют более согласным потоком.

Для полноты характеристики речной взвеси, которая представлена в виде тонкодисперсного материала, нами были сопоставлены результаты содержания ней химиче-

ских элементов, в том числе и хрома, с содержанием этих же элементов в фоновых условиях в донных отложениях и почвах, анализы которых были проведены известными методами [2,3,4]. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Из таблицы видно, что взвесь более обогащена химическими элементами, нежели почвы и донные отложения. Подобная закономерность отмечается многими авторами для ряда рек в России и Казахстане [5,6]. Особенно это отмечается для средних и малых рек.

В условиях загрязнения поведение химических элементов определяется сложным взаимодействием техногенных и природных факторов. Поэтому были отобраны пробы речной воды после участка сброса очищенных коммунальных вод с накопительной станции и территории завода «АЗХС» и проведены их анализ на нахождение приведенных элементов в растворенной и в нерастворенной взвешенной формах. Полученные результаты анализов приведены в таблице 3.

В пределах зоны смешения, характеризующего поставку химических элементов источниками загрязнения, техногенные аномалии в водах формируются в результате поступления двух потоков — потока взвешенных и потока растворенных форм. Для всех элементов, как видно из таблицы, содержание взвешенных форм имеет преобладающее значение, особенно для хрома, меди и цинка, что подтверждают литературные данные [5,6].

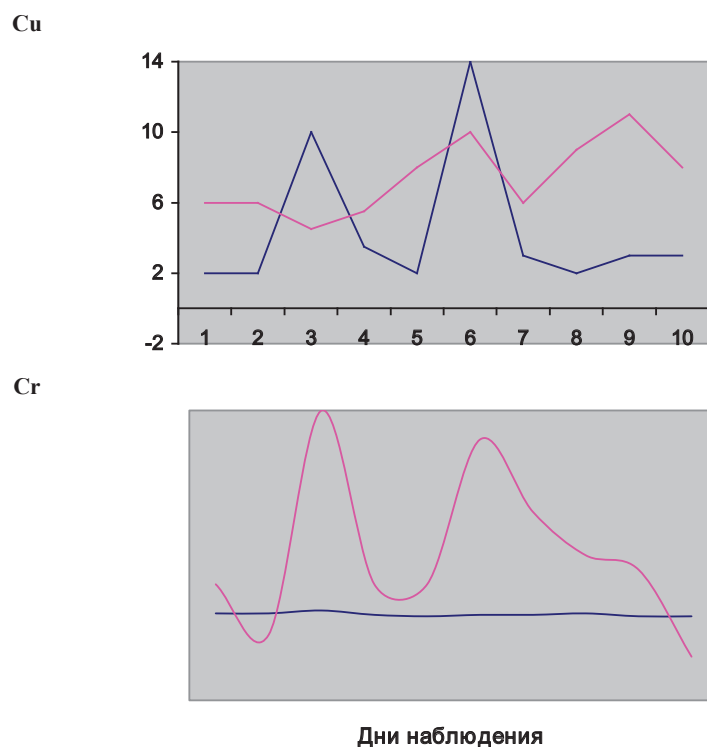


Рис.1. Динамика распределения взвешенных (синяя линия) и растворенных (красная линия) форм в воде фонового водотока

Таблица 2. Сравнительная характеристика содержаний химических элементов во взвеси, донных отложениях и почвы в фоновых условиях реки Илек, мг/кг

Элемент	Взвеси		Донные отложения	Почвы
	Среднее	Коэффициент вариации, %		
Хром	409	90	51	45
Никель	283	151	18	20
Медь	195	89	30	26
Цинк	170	49	123	52
Кадмий	28	152	0,3	0,3

Таблица 3. Форма нахождения химических элементов в пределах зоны техногенного смешения водного потока реки Илек, мг/кг

Элемент	Форма нахождения	Среднее содержание, мкг/л	Коэффициент вариации, %	K_c	Содержание В+Р, мкг/л	K_c	Доля взвеш-х форм, %
Хром	В	29,50	60	3,02	40,1	3,1	73,57
	Р	10,6	87	3,53			
Никель	В	26,1	86	6,32	74,1	11	35,22
	Р	48,0	49	19,5			
Медь	В	73,7	67	15,71	108	8,8	68,24
	Р	34,3	86	4,5			
Цинк	В	69,8	62	4,78	118	2,8	59,15
	Р	48,2	34	1,69			
Кадмий	В	3,22	68	7,97	9,36	14,5	34,40
	Р	6,14	238	25,6			

Примечание. «В» и «Р» — соответственно взвешенные и растворенные формы, приведены средние данные за 10-дневный период опробования в межень; K_c — коэффициент концентрации относительно фонового содержания.

Процессы разбавления и гидравлического осаждения грубой взвеси приводят к определенному изменению в соотношении различных форм миграции химических элементов, в том числе и хрома. Это выражается, прежде всего, в увеличении относительной доли растворенных форм. Характерно более стабильное соотношение двух основных форм в течении всего периода исследования, что также указывает на установление определенного динамического равновесия водной массе.

Особенности фактического распределения рассмотрены на графике распределения этих элементов в динамическом ряду наблюдения (рис.2).

Для всех изучаемых элементов корреляционный анализ не показал временной связи их распределения во взвешенной и растворенной формах. Поэтому можно четко констатировать тот факт, что техногенная поставка загрязняющих веществ осуществляется двумя потоками — с взвесью и в растворе. Вместе с тем устанавливаются различия между растворенными и взвешенными формами.

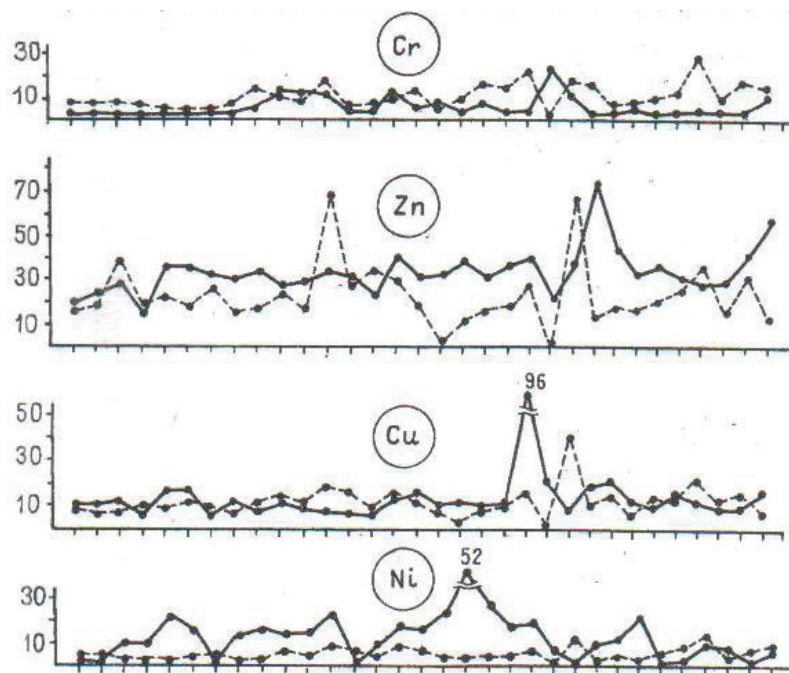


Рис.2. Динамика распределения взвешенных (пунктир) и растворенных (сплошная линия) форм в воде реки Илек после смешения с техногенными потоками.

Таким образом, на основе проведенных исследований и полученных данных можно сделать выводы, что поступление химических элементов в водотоки от техногенных источников загрязнения превышает природное, резко отличается от него динамическими параметрами, формами нахождения и характером ассоциаций, создаваемых, прежде

всего накоплением элементов с малым кларком и повышенной токсичностью [5,6,7]. Кроме этого можно отметить, что распределение химических элементов в водной массе реки Илек, в том числе и хрома, определяется скоростями осаждения взвеси, сорбции из раствора и процессами вторичного поступления их из донных отложений.

Литература:

1. Новиков, Ю. В., Ласточкина К. О., Болдина З. Н. В кн.: Методы определения вредных веществ в воде водоемов. М.: Медицина. — 1981. — 87 с.
2. Методические указания по колориметрическому определению подвижных форм микроэлементов в почвах. — М.: Колос. — 1987. — 56 с.
3. Гончарук, Е. И., Сидоренко Г. И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. — М.: Медицина. — 1986. — 320 с.
4. Венецианов, Е. В., Лепихин А. П. Физико-химические основы моделирования миграции и трансформации тяжелых металлов в природных водах. — Екатеринбург.: РосНИИВХ. 2002. — 236 с. Микроэлементы в биосфере Казахстана. — Алма-Ата.: Наука. — 1981. — 161 с.
5. Садыков, А. Р., Мухашева М. Ж., Кумискалиева Г. А., Сарсенов А. М., Мангибаева М. С. Содержание ионов хрома у некоторых представителей ихтиофауны р.Илек в районе техногенной биогеохимической провинции

в северной части г. Актобе. Материалы международной научно-практической конференции «Жаратылы-станудың өзекті проблемалары: оларды шешудің жолдары мен перспективалары». Актобе. 2009. с.97–102..

6. Қанбетов, А. Ш., Зайцев В. Ф., Крючков В. Н. Содержание тяжелых металлов в двухстворчатых моллюсках дельты р.Урал.//Вестник Атырауского института нефти и газа//, № 5,2004. — с.230–232.
7. Қаломийцев Н. В., Ильина Т. А., Зими́на-Шалдыбина Л. Б. Загрязнение донных отложений как характеристика техногенной нагрузки на водные экосистемы. // Современные проблемы мелиораций и их пути решения. М.: ВНИИГ и М, 1999. т. 2. с. 103–119.

Извлечение энергии из пластмассовых отходов

Бузова Ольга Васильевна, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Айжарикова Анар Кареновна, старший преподаватель

Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова

Вторичная переработка бывших в употреблении пластмасс является важной проблемой для полимерной промышленности. Хотя содержание пластмассовых изделий в отходах относительно невелико (около 7–8% по весу), низкий удельный вес делает эти отходы хорошо заметными (около 18–20% по объему). Благодаря высокой стойкости к воздействию окружающей среды данные материалы сохраняются в естественных условиях в течение длительного времени. Однако с точки зрения влияния на окружающую среду утилизация полимерных отходов может рассматриваться как важный экономический фактор, поскольку энергия и материалы поступают в повторное использование. Это позволяет сократить использование естественных ресурсов, снизить выбросы в окружающую среду, уменьшить потребление энергии и, кроме того, дает экономическую выгоду, при этом необходимо, чтобы техника вторичной переработки позволяла получать чистый и дешевый продукт (энергию или материалы).

Утилизация пластиковых отходов является общемировой проблемой из-за воздействия мусора на окружающую среду и экологию планеты. Под давлением национальных законодательств и общественного протеста захоронение полимерных отходов на свалках становится все более непопулярным. Эти факторы, а также возрастающая экологическая грамотность привели к разработке программ по утилизации изделий из полимерных материалов. В настоящее время предложено несколько путей утилизации пластмассового мусора, среди которых можно назвать переработку биоразлагаемых полимеров, термическую переработку, химическую переработку и вторичное использование полимерных материалов. Для вторичного использования утилизированных пластмасс достаточно стимулов: экологический аспект, спрос потребителей, требования законодательства и низкая стоимость.

Возрастающие объемы производства и использования синтетических материалов привели к росту доли этих материалов в потоке отходов человеческой деятельности [1]. В большинстве случаев отходы, содержащие сгораемую фракцию, не рассматривались как топливо, а просто под-

вергались термической переработке (сжигались) в целях сокращения их огромного объема.

С точки зрения рекуперации энергии муниципальные отходы можно разделить на фракции по принципу увеличения в них доли пластика и полимеров: муниципальные твердые отходы (МТО) ® топливо из бытовых отходов (ТБО) ® топливо из упаковочных материалов (ТУМ) ® отделенные пластмассы.

Отделенные пластмассы, однако, более подходят для вторичной переработки, чем для извлечения энергии. В тех случаях, когда главной целью термической переработки является извлечение из отходов энергии, необходима более значительная доля сгораемых веществ в отходах, чем при их простом сжигании. Фактически мусор должен доводиться до уровня ТБО. На рис. 1 показана возможная схема рекуперации энергии и материалов из МТО [1,2].

Повышенный уровень полимерных материалов в отходах, в особенности пластмассы и резины, ведет к ситуации, при которой высокая теплотворная способность и состав топлива создают проблемы при обычном сжигании мусора. В то же время возврат энергии из отходов через эффективное и оптимизированное сжигание во все большей степени заменяет традиционное сжигание, при котором главной целью остается уменьшение объема отходов. Кроме того, поскольку биоразлагаемые отходы генерируют на свалках газы, вызывающие тепличный эффект, их сжигание рассматривается как получение нейтрального диоксида углерода [2].

Приемлемость в отношении вторичной переработки означает рассмотрение соответствующих экологических, экономических и социальных аспектов. Экологические аспекты включают следующие моменты:

- сохранение ресурсов;
- уменьшение выбросов;
- ликвидация опасных веществ;
- уменьшение объема отходов.

Экологический, экономический и социальный аспекты должны быть сбалансированы. Сжигание для получения тепла с контролем выбросов относится к рекуперации

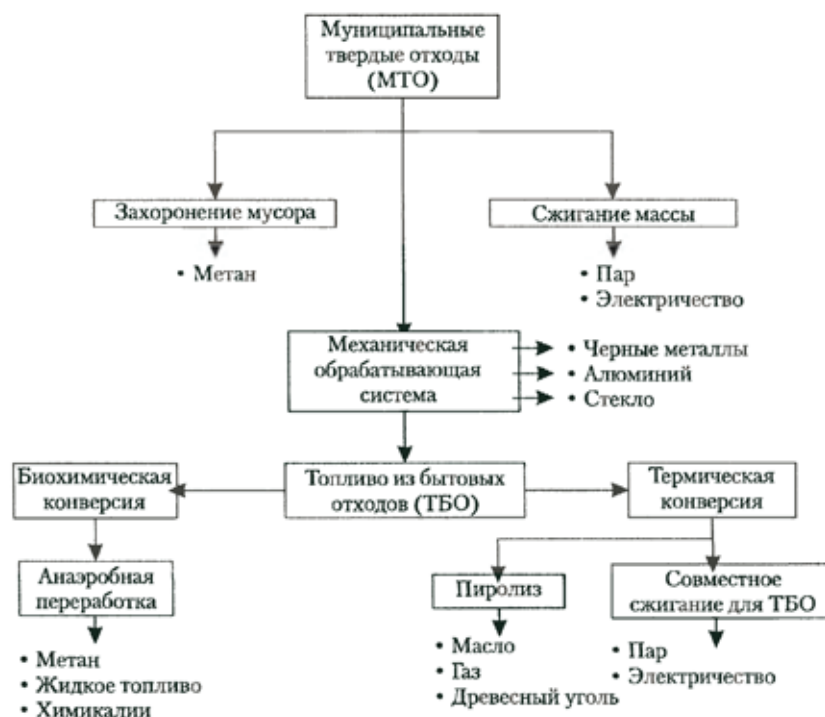


Рис. 1. Схема рекуперации энергии и материалов для МТО

энергии. Одним словом, при механической переработке термопласты переплавляются и вновь используются в виде пластиковых объектов. При переработке в сырье (или при химической переработке) термопласты измельчаются или деполимеризуются и возвращаются в нефтехимические продукты или мономеры, которые затем превращаются в пластик. При извлечении энергии, то есть при сжигании, пластмасса ведет себя как топливо: 1 т пластмассы выделяет столько же энергии, сколько тонна сырой нефти.

Следует помнить о следующих фактах [2]:

— совместное сжигание пластмассы с МТО является самым дешевым решением (после захоронения, но стоимость захоронения почти наверняка будет продолжать расти);

— для бутылок наилучший энергетический баланс дает механическая переработка;

— для грязных пленок и некоторых видов упаковки переработка при любой ее цене может приводить к экономическим и экологическим несуразицам;

— энергетический баланс при сжигании очень близок к таковому при механической переработке, если пар эффективно используется (городское теплоснабжение и генерация электроэнергии);

— переработка сырья (или химических реактивов) остается затратной при среднем энергетическом балансе;

— для бутылок из поливинилхлорида (ПВХ) (с низкой теплотворной способностью и стоимостью, близкой к сжиганию) механическая переработка является наилучшим выбором.

Процесс сгорания пластмасс высвобождает их скрытую теплотворную способность, часто равную таковой у печного топлива, что делает их важным источником энергии,

помогающим гореть ТМО. Стоимость удаления пластиковых мешков из ТМО намного выше стоимости извлечения термоусадочной пленки из потребительского или промышленного мусора, или труб со стройки, или бамперов от старых автомобилей [2]. Если энергия, получаемая в процессе сжигания, используется для генерации энергии для бытовых или промышленных нужд, то имеет место экономия природного топлива.

Около 86% ископаемого топлива сжигается для получения тепла (35% идет на обогрев), электроэнергии (22% потребляют электростанции) и для работы транспорта (29% перевозок), тогда как нефтехимические приложения потребляют 10%, включая 6%, приходящиеся на производство пластмасс. Вторичную переработку можно рассматривать с двух точек зрения — экономической или экологической [3]. Переработка с точки зрения экономической деятельности представляет собой восстановление ценности, присутствующей в продукте, который уже выполнил свое назначение.

Полимерные материалы из МТО выделяют существенную энергию по сравнению с другими видами топлива. Извлечение энергии через сжигание, возможно, является наиболее приемлемым в настоящее время способом утилизации пластиков, которые невозможно переработать повторно.

В то время как вторичная переработка (если она возможна) является предпочтительным путем, и также имеет место естественное разложение, большая часть полимерных материалов в настоящее время по-прежнему закапывается в землю. Необходимо определить путь решения проблемы. Один способ — сжигание с извлечением энергии. Рекуперация энергии через сжигание се-

годня, возможно, является наилучшим средством для утилизации тех пластмасс, которые слишком трудно перерабатывать повторно. В этом смысле это то же самое, что сжигать нефтяное сырье — предназначение для 80–90% нефти сегодня.

Сжигание имеет плохую репутацию в среде защитников окружающей среды, поскольку результатом является токсичный дым и пепел.

Компоненты чистых полимеров не образуют пепел в условиях надлежащего сгорания. Пепел состоит, в основном, из компаундов, часто оксидов или металлов, которые не являются нормальными компонентами полимеров. Они происходят из других материалов, перемешанных с полимерами, или из остатков катализатора, стабилизаторов или пигментов.

Некоторые примеси могут быть желательными. Например, одним из путей утилизации отработанных шин является их сжигание в качестве топлива в печах для обжига цемента. Было пока сказано, что это можно делать экологически приемлемым способом, а железо, остающееся от корда шин, оказывается благоприятной добавкой в цементе [4,5].

Следует подчеркнуть, что полимеры, в целом, являются чистым, хорошим топливом. Их теплотворная способность высока и они горят также чисто, как большинство сортов нефти, и намного чище, чем уголь. Их сжигание возвращает большую часть энергии, заключенной в нефти, из которой полимеры были изготовлены.

Избыточное тепло, получаемое при сжигании отходов, возвращается в виде горячей воды, пара и электроэнергии. Муниципалитеты и промышленные предприятия, утилизирующие отходы посредством сжигания, получают

выигрыш за счет сокращения объема мусора, нагревания воды и генерации электроэнергии. В современном мире, с его акцентом на экономические и экологические составляющие управленческой деятельности, извлечение энергии из отходов является более чем конкурентоспособным по сравнению с традиционной переработкой.

В некоторых очень плотно населенных странах, например, в Японии, большая часть МТО (75%) сжигается. По всей Западной Европе и во многих регионах США значительная часть МТО также не закапывается, а сжигается.

Кроме того, существуют и другие способы извлечения из отходов энергии, и каждый имеет различный энергетический выход, измеряемый в МДж/кг. Один МДж теоретически эквивалентен энергии, необходимой для энергообеспечения 40-ваттной лампочки в течение 7 час. После удаления элементов, допускающих вторичную переработку, например, пластиковых бутылок, стекла и алюминиевых банок, мусор можно утилизировать различными способами: как МТО, ТБО, ТУМ или полимерное топливо, которое может сжигаться само по себе.

Извлечение энергии из отходов является огромным источником возобновляемой энергии, но все же остается относительно молодой технологией и нуждается в значительном увеличении объема фундаментальных знаний для получения максимальной эффективности выхода тепловой энергии при минимальном воздействии на окружающую среду. Поэтому на лабораторном уровне, на уровне опытных производств и промышленных установок необходимо проведение новых исследований по сгоранию, газификации и пиролизу полимерных фракций из отходов, а также необходимо развитие измерительной техники для поддержки этих усилий.

Литература:

1. Садовникова, Л. К., Огрлов Д. С., Лозановская И. Н., Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. — М.: Высшая школа, 2006. — 334с.
2. Иванов, Н. И. Инженерная экология и экологический менеджмент. М.: Логос, 2004. — 518с.
3. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник в 3-х томах. — Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. — 968с.
4. Дворецкий, С. И., Кормилицын Г. С., Калинин В. Ф. Основы проектирования химических производств: Учебное пособие. М.: Издательство «Машиностроение-1», 2005. — 280с.

Применение компьютерных и программных средств обучения в процессе подготовки кадров по химико-технологическим специальностям

Тастанова Ляззат Кнашевна, кандидат химических наук, доцент;
Апендина Айнагуль Кенесовна, кандидат химических наук, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Развитие промышленного производства относится к приоритетным направлениям совершенствования экономики Республики Казахстан. Одним из важнейших

факторов, определяющих качество производства, является уровень подготовки инженерных кадров. Прогресс в области промышленного развития неразрывно связан

с необходимостью модернизации инженерных образовательных программ, применения инновационных подходов к процессу обучения. Перед техническими вузами страны сегодня стоит задача подготовки нового поколения инженеров с глубокими знаниями и практическими навыками в области техники и технологий на мировом уровне. Работа инженера связана с необходимостью эффективно решать проектно-конструкторские, научные и технические задачи [1]. Основные составляющие подготовки инженера к практической деятельности: 1) развитие способности решать проблемы, формирование навыков постановки задачи и поисков ее решения; 2) приобретение специализированных знаний, используемых для решения практических задач; 3) интеграция теоретических знаний и практических навыков [2].

Применение компьютерных технологий в комплексе с остальными интерактивными методами интенсификации процесса обучения повышает эффективность формирования организационно-управленческих и специальных компетенций студентов. Совершенствование информационных технологий идет колоссальными темпами; появляются разновидности компьютерного обучения с привлечением автоматизированных обучающих систем. Приоритетными направлениями развития компьютерных сетей являются: локальные и региональные компьютерные сети, электронная почта, видеоконференции, электронные журналы, электронные библиотеки, электронные учебники, обучающие системы на основе мультимедиа.

Одним из видов взаимодействия преподавателя и студента, используемых авторами в педагогической практике на протяжении семи лет, является дистанционная проверка заданий. Студенты отправляют выполненные работы (рефераты, эссе, типовые работы, завершенные части курсовых и дипломных проектов) преподавателю на электронную почту и получают рекомендации, замечания, необходимые корректировки, рецензии. Такой способ работы значительно упрощает процесс проверки заданий,

позволяет преподавателю контролировать своевременность предоставления материалов на проверку, исключает необходимость распечатывать текст до момента завершения работы. Особенно действенен указанный метод в процессе дипломного проектирования. Студент получает необходимые разъяснения и общие рекомендации во время консультаций в университете, затем самостоятельно выполняет разделы дипломного проекта, после чего представляет их на проверку в электронном виде посредством электронной почты. Таким образом, общение руководителя и студента не ограничивается рабочими часами преподавателя.

Широкое применение компьютерных технологий способствует активизации познавательной деятельности студентов на лекциях: теоретический материал представлен в виде презентаций, используются элементы компьютерных симуляций процессов высокотехнологичного производства, видеофрагменты экспериментальных исследований.

Интенсификация познавательной деятельности студентов на практических занятиях с помощью компьютерных технологий происходит за счет применения программ расчета процессов и аппаратов (рис. 1), проведения индивидуальных и групповых презентаций по самостоятельно изученному материалу, обзора Интернет-ресурсов по теме исследования, проверки знаний студентов в форме игр и конкурсов (рис.2), применения электронных учебников при подготовке к занятиям.

Одним из важнейших инструментов повышения качества инженерного образования является практическая подготовка студентов на лабораторных занятиях по естественным, общинженерным и специальным дисциплинам. На современном этапе развития высшей школы большое внимание уделяется мультимедиа системам, вопросам создания образовательной среды нового поколения, существенно отличающейся от предшествующих способом подачи знаний.

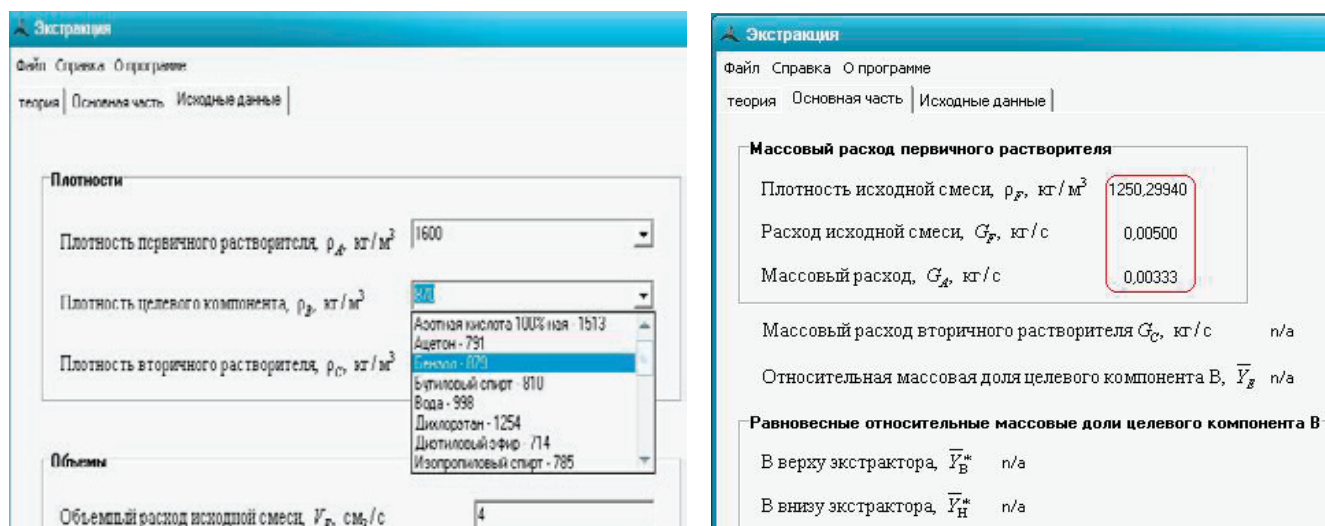


Рис. 1. Программа расчета установки жидкостной экстракции



Рис. 2. Применение интерактивной доски и компьютерных программ для контроля знаний студентов в форме игр и конкурсов

Это обусловлено тем, что при использовании интерактивных, мультимедиа насыщенных образовательных ресурсов, обеспечивающих активные методы обучения, эффективность образовательного процесса многократно возрастает [3]. Примером таких обучающих систем являются виртуальные лаборатории и управляемые с компьютера лабораторные установки.

Виртуальные лаборатории моделируют поведение объектов реального мира в компьютерной образовательной среде, помогают учащимся овладевать новыми знаниями и умениями в дисциплинах естественнонаучного и инженерного циклов (рис. 3). Виртуальные опыты применяются для ознакомления студентов с техникой выполнения экспериментов, химической посудой и оборудованием перед непосредственной работой в лаборатории. Это позволяет учащимся лучше подготовиться к проведению опытов в реальной лаборатории. Проведение виртуальных экспериментов помогает учащимся освоить навыки записи наблюдений, составления отчетов и интерпретации данных в лабораторном журнале [4].

Кроме того, студенты могут проводить такие опыты, выполнение которых в реальной лаборатории может быть опасно или дорого. В условиях, когда выполнение эксперимента предполагает значительные затраты энергии, использование в образовательном процессе программно-аппаратных комплексов, таких как виртуальные лаборатории, является весьма перспективным направлением обучения.

Важным элементом обучения на химико-технологических специальностях является выполнение лабораторных работ, позволяющих приобретать практические навыки, а также развивающих исследовательские способности студентов. Обеспечение доступа к новейшему лабораторному оборудованию, использование различного современного программного обеспечения для обработки экспериментальных данных способствуют формированию предметных и специальных компетенций.

На кафедре «Химическая технология» Актюбинского регионального государственного университета им. К. Жубанова лабораторные работы по дисциплинам «Химические реакторы» и «Основные процессы и аппараты

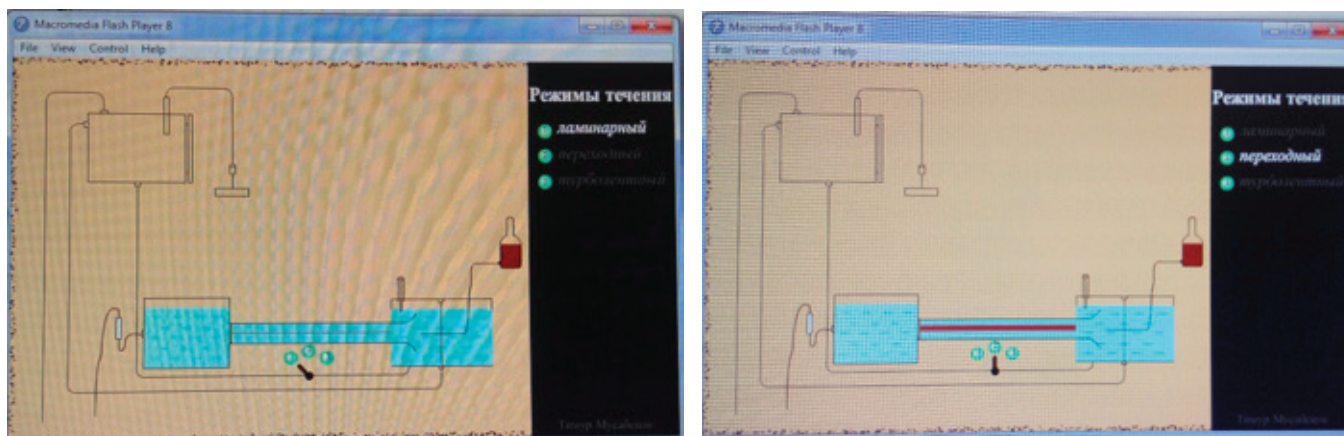


Рис. 3. Виртуальная лаборатория «Изучение режима течения жидкости»



Рис. 4. Лабораторное занятие по дисциплине «Основные процессы и аппараты химических производств»

химических производств» проводятся на современных специализированных лабораторных установках с программным управлением (рис. 4). Во время выполнения работ студенты имеют возможность непосредственно наблюдать за ходом процесса, так как основные элементы установок (колонны, реакторы, кристаллизаторы, смесители, сборники и др.) выполнены из стекла.

Преимуществом данных установок является компьютерный контроль и регулирование режимных параметров, наличие функции построения графиков их изменения во времени, запись и сохранение показаний датчиков температуры, давления, расхода, концентрации, уровнемеров. В ходе выполнения работы студент не только закрепляет материал данной темы, но также более детально изучает конструкцию аппаратов,

принципы их совместной работы в технологической схеме, приобретает навыки оператора соответствующей установки, знакомится с системой автоматизации и контрольно-измерительными приборами.

Таким образом, широкое применение компьютерных технологий способствует активизации познавательной деятельности студентов на занятиях, при выполнении самостоятельных работ, а также в процессе курсового и дипломного проектирования. Работа на новейшем лабораторном оборудовании с компьютерным контролем и регулированием процессов, использование современного программного обеспечения для обработки результатов эксперимента повышает эффективность формирования организационно-управленческих и специальных компетенций студентов.

Литература:

1. Sheppard S., et al. What is engineering practice // International Journal of Engineering Education. — 2006. — Vol.22, № 3. — P.429–438.
2. Chunfang Zh. Fostering creative engineers: a key to face the complexity of engineering practice // European Journal of Engineering Education. — 2012. — Vol.37, № 4. — P.341–353.
3. Горбачев, Ю. Е., Жмакин А. И., Затевахин М. А., Кржижановская В. В., Богданов М. В., Кулик А. В., Офенгейм Д. Х., Рамм М. С. От электронных учебников к виртуальным лабораториям // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2007. — № 1. — с. 14–17.
4. Dalgarno, B., Bishop A., Bishop B. The potential of virtual laboratories for distance science education teaching: reflections from the initial development and evaluation of a virtual chemistry laboratory // Materials of Symposium "Proceedings of the Improving Learning Outcomes through Flexible Science Teaching". — Sydney, Australia, 2003. — P. 90–95.

Кинематический анализ кривошипно-шатунного механизма

Байбулов Амиржан Конысбаевич, кандидат технических наук, доцент;
Тлеубергенов Алданышбай, кандидат технических наук, старший преподаватель;
Казагачев Виктор Николаевич, старший преподаватель;
Ахметова Мейрамкул Рахметуллаевна, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Рассмотрена задача кинематического анализа рычажного механизма. Определены возможности использования пакетов прикладных программ Mathcad и MSC ADAMS для кинематического исследования кривошипно-шатунного механизма.

Ключевые слова: рычажный механизм, кривошипно-шатунный механизм, кинематический анализ.

В настоящее время во многих машинах применяются рычажные механизмы, состоящие из жестких звеньев, соединенных между собой кинематическими парами V класса. Кинематическое исследование такого механизма предусматривает изучение движения звеньев и их особых точек без учета действующих на механизм сил. Задачи кинематики могут быть решены графическим, графоаналитическим и аналитическим методами [1]. Первые два из них используются, главным образом, в учебных целях. Аналитический метод исследования позволяет получить точное решение. Однако непосредственное решение для определения функций положения, скоростей и ускорений приводит к громоздким уравнениям, решение которых порой сопряжено с чрезмерными затратами времени и высокой вероятностью ошибки.

Рассматриваемое устройство представляет собой кривошипно-шатунный механизм, состоящий из шарнирно соединенных звеньев (кривошип OA длиной $l = 0.28$ м, шатун AB длиной $r = 0.09$ м и ползун C) (рис.1). Кривошип вращается с постоянной угловой скоростью $\omega_1 = 12$ рад/с. Неподвижная система координат имеет начало координат в неподвижном шарнире O. Ось координат x направлена параллельно траектории движения ползуна 3, которая смещена относительно начала координат вдоль оси координат y на расстояние $e = 0.05$ м. Угол поворота

кривошипа φ_1 отсчитывается от оси x против часовой стрелки. Начальным считается положение механизма, при котором ползун занимает крайнее правое положение и определяется углом φ_0

Угол поворота шатуна является функцией угла поворота кривошипа

$$\varphi_2 = 2\pi + \arcsin\left(\frac{e - y_A}{l}\right) \quad (1)$$

Координата шарнира B по оси x определяется выражением

$$x_B = r \cdot \cos\varphi_1 + l \cdot \cos\varphi_2 \quad (2)$$

Дифференцированием выражения (1) определяются скорости и ускорения ползуна.

Координаты центра тяжести шатуна S_2 , расположенного посередине звена, равны

$$x_{S_2} = x_A + l_{S_2} \cos\varphi_2 \quad (3)$$

$$y_{S_2} = y_A + l_{S_2} \sin\varphi_2 \quad (4)$$

Скорости и ускорения этой точки определяются дифференцированием выражений (3) и (4).

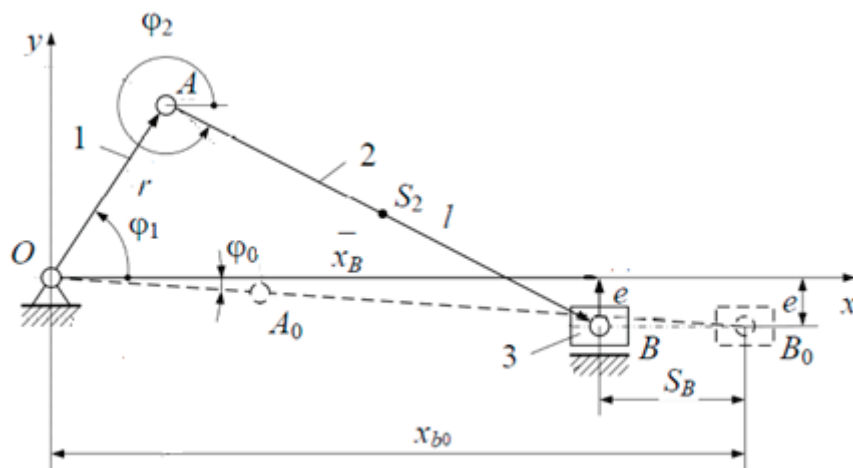


Рис. 1. Схема кривошипно-ползунного механизма

Величина перемещения ползуна составляет

$$S_B = x_{B0} - x_B \quad (5)$$

В настоящее время для исследования кинематики рычажных механизмов эффективно используют различные готовые программные продукты. Большое распространение получила система MathCAD, которая позволяет рассчитать координаты звеньев рычажных механизмов в зависимости от изменения угла ведущего звена с любым шагом. Система встроенных функций Mathcad позволяет вычислить скорости и ускорения особых точек рычажных

механизмов, что даёт возможность рассчитать траектории заданных точек механизмов [2,3].

Пакет прикладных программ MSC.ADAMS предназначен для создания, тестирования и оптимизации работы моделей механизмов и конструкций, состоящих из абсолютно твердых тел и их соединений [4]. Основной базовый пакет модулей MSC.ADAMS, дающий возможность собирать и анализировать модели, сложность которых ограничивается в основном возможностями компьютера, распространяется на льготных условиях для некоммерческого использования в университетах [4].

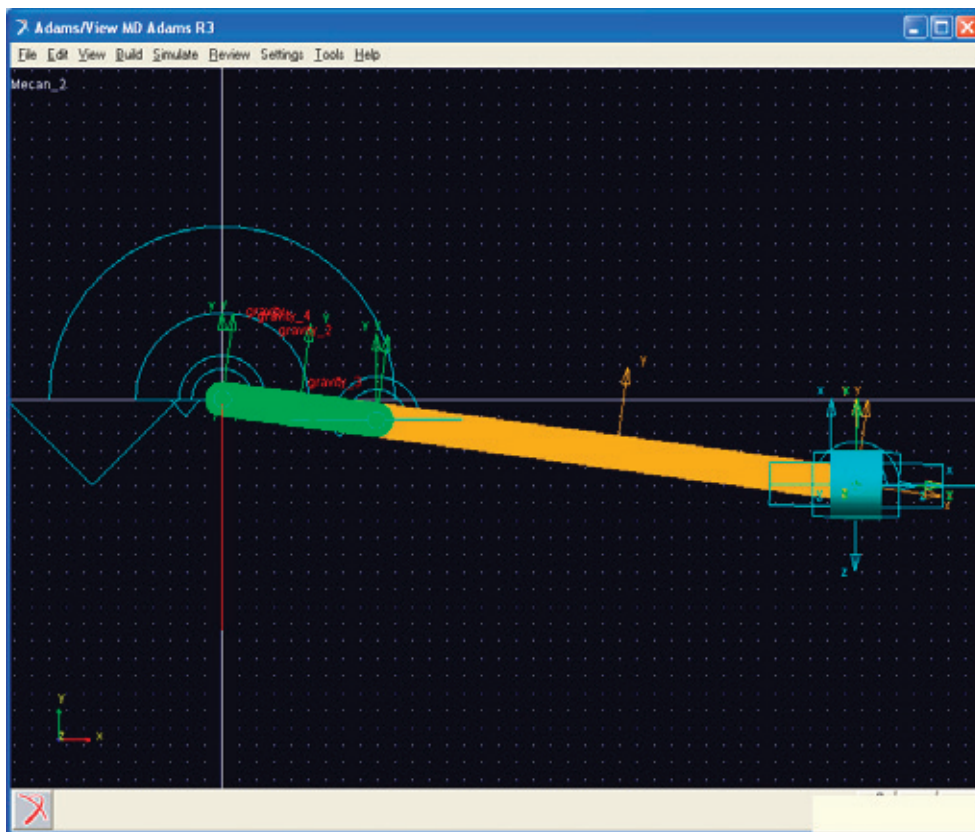


Рис. 2. Модель кривошипно-шатунного механизма в MSC.ADAMS

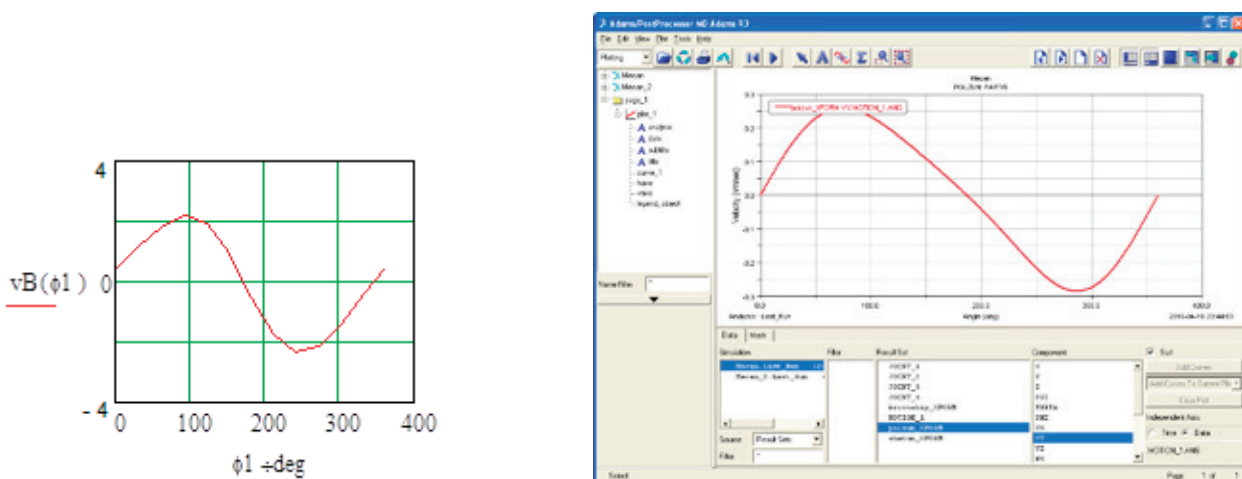


Рис.3. Скорости ползуна в зависимости от угла поворота кривошипа, вычисленные в программах MathCAD и MSC.ADAMS

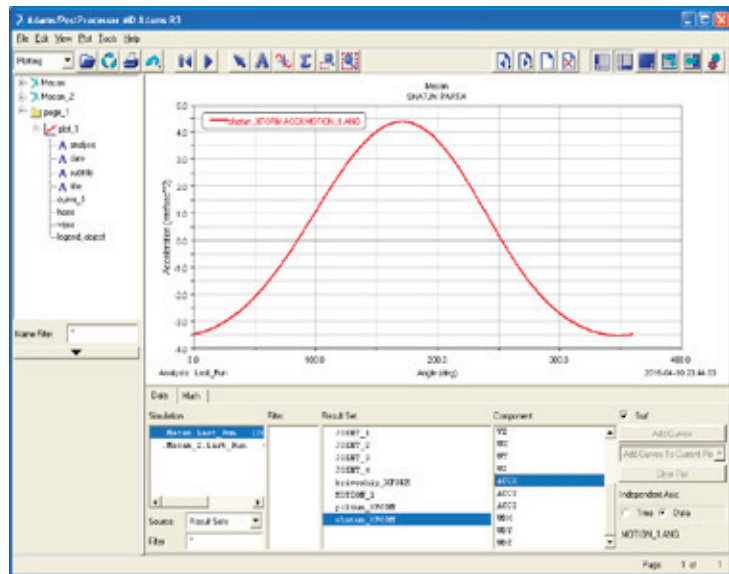
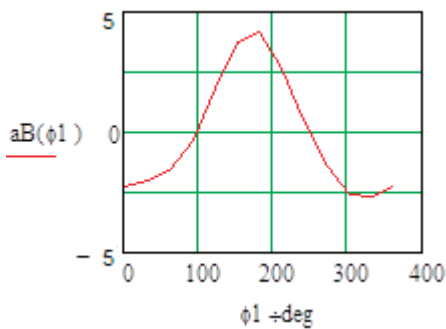


Рис. 4. Ускорения ползуна в зависимости от угла поворота кривошипа, вычисленные в программах MathCAD и MSC.ADAMS

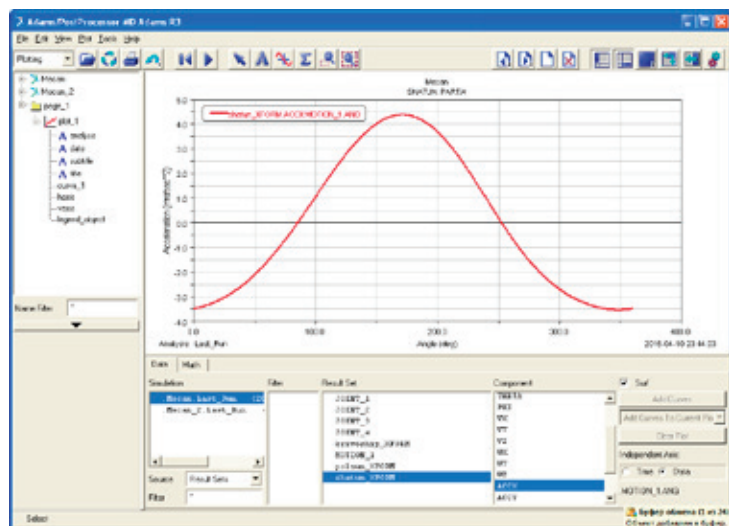
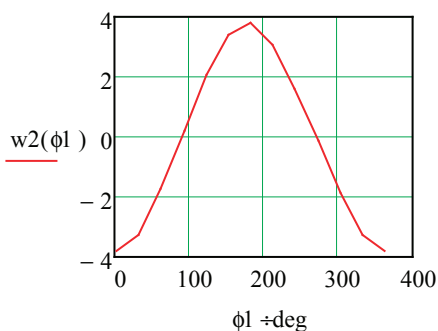


Рис. 5. Скорости центра масс шатуна в зависимости от угла поворота кривошипа, вычисленные в программах MathCAD и MSC.ADAMS

Моделирование кривошипно-шатунного механизма проведено с помощью модуля ADAMS/View (рис. 2). Он позволяет анализировать кинематику и динамику систем тел, находящихся под действием внешних задаваемых сил и реакций внешних и внутренних связей.

Проведено сравнение результатов расчёта программы MathCAD и модуля ADAMS/View, а также было выполнено графическое исследование. На рис. 3–5 показано сравнение кинематических характеристик кривошипно-шатунного механизма: скорости (рис. 3) и ускорения (рис. 4) ползуна; скорости (рис. 5) центра масс шатуна в зависимости от угла поворота кривошипа.

При сравнении кинематических характеристик видно хорошее совпадение результатов расчёта, выполненное в разных программах.

Модуль ADAMS/View обладает большими возможностями, но в то же время является и более сложным в изучении. Он позволяет проводить уточнённые расчёты с учётом трения и деформаций и исследовать реальные модели. Поэтому при проектировочных расчётах несложных моделей удобнее и проще пользоваться программой MathCAD, а для выполнения кинематического и динамического анализа сложных моделей целесообразно использовать MSC.ADAMS.

Литература:

1. Артоблевский, И. И. Теория механизмов и машин: — М.: «Наука», 1988—640с.

2. Котлярский, Л. Н. MathCad. Решение инженерных и экономических задач / Л. Н. Котлярский. — СПб.: Питер. — 2005. — 388 с.
3. Эйзеншпис, А. А. MathCad 2000. Руководство пользователя / А. А. Эйзеншпис. — М.: ДМК Пресс. — 2001. — 570 с.
4. Иванов, А. А. MSC.ADAMS: теория и элементы виртуального конструирования и моделирования: Учебное пособие / А. А. Иванов — М.: Московское представительство MSC.Software GmbH, 2003. 97 с.

Проблемы и пути повышения эффективности развития нефтедобывающей и перерабатывающей отраслей Казахстана

Бекетова Гульнара Куанышевна, старший преподаватель
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Наиболее значительный прирост геологических запасов и добычи углеводородного сырья в XXI веке следует ожидать за счет ресурсов казахстанского сектора Каспийского моря, которые могут быть оценены на уровне 13 млрд. тонн нефти и до 2 триллионов куб. метров газа. Для эффективного использования такого большого запаса нефти в экономике страны необходимо развитие перерабатывающих мощностей с обеспечением большей глубины переработки углеводородного сырья и получением большего ассортимента нефтехимической продукции [1].

Определение приоритетных направлений развития национальной и региональной экономики, влияния на финансовое положение и социально-экономическое развитие региона наличия и использования нефтегазовых ресурсов, оценок нефтегазового фактора в динамике экономического развития региона являются важнейшими проблемами современной региональной экономики. К наиболее актуальным из них относятся зависимость темпов экономического роста от объемов добычи нефтегазовых ресурсов; соотношение между добывающими и обрабатывающими отраслями экономики; рациональное использование нефтегазовых ресурсов, экология и устойчивое, сбалансированное региональное развитие. При этом наряду с активным развитием методологических и экспериментальных исследований в области теории «ресурсного проклятия» существует реальная практика позитивного развития стран, имеющих высокую долю добывающего сектора в экономике и ресурсных товаров в экспорте и являющихся одними из успешных в мировой хозяйственной системе (США, Канада, Австралия, Норвегия) [2].

Главным фактором в освоении нефтегазовых ресурсов является территория, а именно земля, ее недра, естественная среда которых подвергается постоянному нарушению в результате разработки и добычи углеводородных ресурсов. И если для национальной экономики приоритеты развития — это результат многокритериального выбора, то для регионов, богатых нефтегазовыми ресурсами, ресурсная направленность экономики — результат практически «естественного отбора». Нефтегазовый

комплекс несет особую, структуро- либо системообразующую роль в региональном развитии. Особую интенсивность системообразующая роль нефтегазовых ресурсов приобретает при освоении крупных запасов сырья новых или недавно приступивших к разработке месторождений национального значения.

В период становления Казахстана как независимого государства экономические условия развития нефтегазового комплекса претерпели существенные, трансформационные изменения. Результатами таких трансформации стали уменьшение потенциала, изменение запасов минерально-сырьевой базы в связи с ее переоценкой в рыночных условиях и наращиванием темпов добычи в условиях низких темпов воспроизводства запасов сырья; неоднозначная динамика объемов и структуры производства в добывающем комплексе; территориально-отраслевые, организационные, институциональные изменения.

Экономический эффект развития нефтедобычи полностью зависит от привлечения иностранного капитала в регион. Иностранцы не только внесли значительные финансовые средства, но и смогли осуществить трансферт технологии, стали гарантом осуществления многих проектов в социальной сфере региона.

Одной из основных проблем нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслей Казахстана является неполная загруженность действующих НПЗ. Даже учитывая ежегодное увеличение добычи нефти. Большинство компаний, разрабатывающих месторождения направляют объем добытого сырья на экспорт. Также внутренний рынок ГСМ каждый год испытывает дефицит топлива. Следовательно, появляется необходимость совершенствования законодательных норм как в рамках действующих контрактных обязательств, а также налоговой нагрузки поставщиков нефтепродуктов на внешний и внутренний рынки.

Другой важной проблемой является низкий коэффициент извлечения нефти. Существует необходимость корректировки неисправностей механизированной добычи нефти, что позволило бы обеспечить увеличение объемов добычи нефти [3].

Резервы увеличения времени работы оборудования во всех отраслях промышленности достаточно большие. Например, в бурении оборудование занято непосредственно в процессе разрушения горной породы, т.е. в основном производственном процессе лишь 14–15% всего календарного времени строительства скважины. Остальное время оборудование занято работами других видов, либо вообще не находится в производственном процессе. Около 50–60% времени оборудование в хозяйстве вообще не работает, поскольку находится в процессе монтажа, демонтажа, перебазирования, ремонта, консервации, резерва, ожидания ремонта и т.д. Поэтому удельный вес времени участия его в проходке скважин еще меньше.

Кроме того, только около 60–70% календарного времени работы бурового оборудования приходится на долю производительного времени, а остальное тратится непроизводительно: на ликвидацию аварий и осложнений, организационные простои из-за несогласованности в работе отдельных звеньев производства, проведение ремонтных работ. Улучшение использования баланса рабочего времени даст возможность при том же парке установок получить значительно больший объем проходки.

Один из резервов улучшения экстенсивного использования оборудования — увеличение межремонтного периода его работы.

В добыче нефти увеличение времени работы скважин может быть достигнуто, во-первых, ускоренным вводом в эксплуатацию бездействующих скважин; во-вторых, ликвидацией аварий и простоев по действующему фонду скважин; в-третьих, ускорение ремонтных работ, особенно текущего подземного ремонта. При этом большое значение имеет автоматизация добычи газа и механизация ремонтных работ.

Простои (в % от календарного времени) технологических установок в среднем составляют в первичной перегонке 8,5; термическом крекинге — 20; каталитическом крекинге — 17,3; гидроочистке — 21,8 и т.д. Большая часть простоев связана с ремонтом технологических установок и неизбежна, но случаются простои и по организационным причинам: отсутствие сырья, емкостей, электроэнергии и т.д. Анализ причин аварий показал, что чаще всего они происходят вследствие нарушений технологического режима, правил эксплуатации или из-за брака оборудования, поставляемого заводом-изготовителем.

Значительное увеличение времени работы установок может быть достигнуто в результате удлинения межремонтного периода. Наиболее часто технологические установки останавливают на ремонт вследствие коррозии аппаратуры и трубопроводов под влиянием содержащихся в сырье солей и сернистых соединений или из-за образования кокса в трубчатых печах и других аппаратах. Простои, вызванные этими причинами, связаны с недостаточно качественной подготовкой сырья, недоброкачественными ремонтами, низким качеством материала и покрытий, несоблюдением технологического режима, отсутствием некоторых средств автоматизации.

Следовательно, улучшая степень подготовки сырья, поставляя его строго в соответствии с межсменными нормами, улучшая качество ремонтов и материалов, можно добиться удлинения межремонтных периодов.

Увеличение продолжительности работы установок может быть достигнуто также за счет сокращения простоев их на планово предупредительных ремонтах. Несмотря на то, что большинство заводов выдерживают нормативные сроки ремонтов, последние могут быть сокращены путем применения сетевых графиков ремонта, дальнейшей централизации, повышения уровня механизации работ, улучшения кооперации труда (создание комплексных ремонтных бригад вместо специализированных), совершенствования системы оплаты труда, тщательного соблюдения правил эксплуатации, технологического режима, ревизий и ремонтов технологического оборудования.

Улучшение экстенсивного использования основных фондов предполагает, с одной стороны, увеличение времени работы действующего оборудования в календарный период (в течение смены, суток, месяца, квартала, года) и с другой стороны, увеличение количества и удельного веса действующего оборудования в составе всего оборудования, имеющегося на предприятии и в его производственном звене.

Увеличение времени работы оборудования достигается за счет:

1) постоянного поддержания пропорциональности между производственными мощностями отдельных групп оборудования на каждом производственном участке, между цехами предприятия в целом, между отдельными производствами внутри каждой отрасли промышленности, между темпами и пропорциями развития отраслей промышленности;

2) улучшения ухода за основными фондами, соблюдения предусмотренной технологии производства, совершенствования организации производства и труда, что способствует правильной эксплуатации оборудования, недопущению простоев и аварий, осуществлению своевременного и качественного ремонта, сокращающего простои оборудования в ремонте и увеличивающего межремонтный период;

3) проведения мероприятий, повышающих удельный вес основных производственных операций в затратах рабочего времени, сокращения сезонности в работе предприятий ряда отраслей промышленности, повышения сменности работы предприятий.

Предполагается применять интенсивный путь использования основных фондов. Он ведет к получению на том же оборудовании большего объема продукции в единицу времени за счет более полного использования его мощностей [4].

Примером интенсивного использования основных фондов может служить работа бурового оборудования на форсированных режимах, поскольку за тот же отрезок времени достигается больший объем проходки. Интенсивный путь улучшения использования основных фондов

более эффективен, чем экстенсивный, так как для максимального использования мощности оборудования необходимо его модернизировать, постоянно совершенствовать и разрабатывать новые, более производительные конструкции.

Более интенсивное использование бурового оборудования достигается применением прогрессивной буровой техники и технологии, комплексным использованием технических средств, соответствующих геологическим требованиям.

Литература:

1. Сериков, Т. П., Серикова З. Ф., Оразбаев Б. Б. Технологии процессов глубокой переработки нефти и методы их оптимизации. — Атырау, 2009. — 208с.
2. Stijns, J.P. Natural resource abundance and human capital accumulation. // World Development. — 2006. — Vol.34, № 6. — P.1060–1083.
3. Недропользование. Проблемы эффективности //Kazakhstan// 2014, № 5, стр 20.
4. Проблемы реструктуризации нефтегазового комплекса РК в целях повышения его конкурентоспособности // Нефть и газ // 2014, № 4, стр 105.

Графические клаузуры, как способ развития творческих способностей учащихся

Моменов Боранбай Мурзагалиевич, кандидат педагогических наук, доцент
Актюбинский региональный государственный университет им. К Жубанова

Специализация в обучении студентов-архитекторов заключается в том, что по мере приобретения навыков рисунка и черчения каждый учащийся получает персональные задания и, кроме того, участвует в работе над проектными заказами своего преподавателя. В таких проектных мастерских царит дух товарищества и взаимопомощи, студенты старших и младших курсов совместно работают над чертежами, эскизами, шаблонами архитектурных деталей, копиями чертежей мастеров архитектуры. В общей массе студентов трудно определить долю участия в общей работе над графическими композициями, ибо сильные помогали слабым, трудолюбивые восполняли своим рвением нерадивость лентяев. В конце семестра возникала настоятельная необходимость проверки истинных границ знаний и умения каждого студента. В этих условиях и родилась эффективная форма проверки художественных навыков студентов в процессе исполнения самостоятельных заданий по графике, композиции, черчению и т.д. Каждого студента запирали в отдельной аудитории на замок (замок по-итальянски «klouso») и предоставляли возможность в одиночку решить поставленную задачу. В американских архитектурных школах аналогичные упражнения носят название «шарабан». Состояние учащегося, исполняющего самостоятельное творческое задание, сравнивается с положением одинокого возницы, управляющего небольшим одноконным экипажем. От умения управлять лошадью и рассчитывать оптимальный темп движения зависит конечный успех путешествия.

После 4–6 часов самостоятельной работы студент представлял итог своих творческих исканий в виде «клаузуры» — графической или проектной композиции.

Позднее клаузуры проводились в больших аудиториях, где проверялись способности большой группы студентов. Работа исполнялась под неусыпным наблюдением, которые следили за тем, чтобы студенты работали самостоятельно без помощи товарищей.

Клаузуры стали общепризнанной формой проверки творческих способностей учащихся в академических школах Франции, Германии, Англии, Швеции. Широко применялись «клаузурные» упражнения и в Петербургской академии трех знатнейших художеств.

Часто ребенок начинает рисовать раньше, чем говорить. Рисует мелком на асфальте, «украшает» стены квартиры карандашными каракулями, на пляже строит из песка замки... В ребенке постоянно живет стремление к творчеству, он немного архитектор и чуть-чуть дизайнер. Маленькие дети очень смелы в своих работах, они не боятся неумения правдиво изобразить мир, ведь их видение соответствует их рисункам.

Но вот дети повзрослели. Они все реже берутся за кисти и краски, но не потому что исчезло желание творить, просто они стали более самокритичны, начали стыдиться своей беспомощности в передаче открывшегося им прекрасного мира. В этом случае на помощь детям должны прийти педагоги, которые не только бы вооружили их основой изобразительной грамотности, но и не дали бы угаснуть тому творческому потенциалу, который живет в душе каждого ребенка с рождения. Большую опасность в развитии творческого потенциала может сыграть неправильный подход педагога в преподавании творческих дисциплин. Жесткий диктат со стороны педагога не допустим! Педагог имеет право только направлять и корректировать принятые обучающимся творческие решения,

грамотно аргументируя и объясняя свои замечания, выполняя, скорее, роль опытного наставника, чем строгого учителя, так чтобы учащийся мог испытывать удовлетворение от самостоятельно принимаемых творческих решений, что необходимо любому дизайнеру.

Именно поэтому специфика обучения дизайну состоит в преобладании самостоятельной творческой поисковой деятельности учащихся, что обеспечивает развитие способности комплексного образного мышления и овладение творческим методом проектного моделирования.

Самостоятельная работа студентов — основа образования студентов-дизайнеров. Те знания, к которым человек пришел через собственный опыт, мысли и действия, становятся действительно прочным его достоянием. Современная творческая школа отходит от «передачи» студентам знаний в готовом виде к управлению их самостоятельной учебно-познавательной деятельностью, к формированию у них опыта творчества. Подобная система преподавания дизайна сложилась еще во времена существования знаменитой школы дизайна — немецкого Баухауза. Программа обучения включала в себя пропедевтический курс, автором которого был выдающийся педагог, теоретик дизайна и художник Йоханнес Иттен. Учитывая слабую выявленность художественной индивидуальности студентов свой курс Иттен ориентировал на решение трех основных задач: высвобождение творческих сил, раскрытие творческих способностей обучающихся; овладение основными принципами формообразования, законами формы и цвета; новым видением окружающего мира. Формировать данные умения у студентов необходимо с самого начала обучения. Методические разработки в области художественного восприятия, формообразования, цветоведения легли в основу многих теоретических трудов и не потеряли до сих пор своей научной ценности.

Традиционная модель подхода к самостоятельной деятельности учащихся предполагает работу, выполняемую учащимися под руководством преподавателя по его выданному заданию в специально отведенное для этого время, где преподаватель является субъектом, а ученик объектом самостоятельной деятельности — исполнителем. В этом случае самостоятельная деятельность учащихся носит воспроизводящий характер.

В основу обучения дизайнеров должен быть заложен принцип самообучения, реализация которого всецело зависит от организации самостоятельной познавательной деятельности, т.е. учения. Этап творческого поиска представляет собой важнейшее звено цепи единого творческого процесса при выполнении работ по дисциплине «Композиция и макетирование».

Инновационная модель самостоятельной работы — перераспределяет роли учителя и ученика. Она рассчитана на творческую деятельность преподавателя и на активную познавательную деятельность учащегося, где преподаватель выступает в роли координатора.

Задача преподавателя — формирование научного стиля мышления как необходимого компонента само-

образования, умения самостоятельно анализировать знания и использовать их при выполнении практических заданий. Все это предполагает, планирование самостоятельной работы на всех этапах урока: при актуализации знаний, объяснении и консультировании на стадии выполнения клаузуры и при дизайн-поиске, при разработке формы домашнего задания, включающего в себя элементы творческого поиска. Также необходим учет индивидуальных особенностей ребенка, его темперамента, характера восприятия им учебного материала, типа памяти и т.п.; поддержание благоприятного морально-психологического климата в коллективе.

Формой взаимодействия учителя и ученика должно являться развитое сотрудничество и дружба. Содержание координирующих действий преподавателя зависит от возраста студентов, их уровня подготовки. Компетентности и профессионального мастерства педагога, характера изучаемого материала и вида производственных заданий, особенностей учебного процесса учебного заведения, состояние материальной базы в нем и других факторов. При этом имеет место использование нестандартных технологий обучения, применение наиболее продуктивных методов: эвристический (когда учащиеся сами выбирают действия для решения поставленных преподавателем целей), творческий (при котором ученики сами ставят цель самостоятельной работы и ищут пути ее решения также самостоятельно).

Этап творческого поиска в решении композиционных задач содержит последовательно три фазы: исполнение клаузуры, эскиза-идеи и рабочего макета.

С исполнения клаузуры начинается творческий поиск студента, где он находит свое выражение исходных данных. Понятие клаузура имеет англоязычное происхождение от слова close — закрывать на ключ, то есть находится за закрытой дверью в помещении. Это значит, что клаузура выполняется на заданную тему, без использования литературных аналогов, без консультаций педагога, в течение определенного времени. В стадии творческого поиска проявляются не столько знания, опыт и профессиональные навыки, сколько творческая интуиция. Творческий процесс характеризуется взаимодействием мышления и эмоций. Вместе с тем, момент зарождения замысла, идеи включает теоретическое мышление, обеспечивающее логику построения проектной модели, композиционное моделирование должно основываться на принципах выявления и гармонизации объемно-пространственной формы.

Клаузура имеет целью стимулировать творческий процесс и развить у студента творческую фантазию и навыки при первом знакомстве с темой; также учит студента в короткий срок раскрывать основное содержание темы, в эскизной форме, с наибольшей искренностью и фантазией определять отношение к ней.

Клаузура играет важную образовательную и воспитательную роль, когда она превращается в метод систематических тренировочных упражнений, направленных на

развитие композиционных способностей, воображения и находчивости в разработке образных вариантов; приучает студентов к быстрой реакции, сосредоточенности, требует напряженного внимания, работы мысли и памяти. Поэтому, как отмечалось выше, клаузура должна исполняться без какого-либо вмешательства педагога, чтобы не нарушить начало творческого поиска.

Студенты обладают различной творческой мобильностью. Иные, даже не могут сконцентрировать творческую энергию в короткое время. В данном случае необходимость систематической тренировки очевидна.

В первые занятия семестра, когда по композиции не прочитаны вводные лекции, выдается клаузура на свободную тему, например, одна из первых тем по дисциплине «Композиция и макетирование»: «Рождение куба», которая направлена на раскрытие абстрактного, образного мышления у студентов. Тема клаузуры не известна студентам заранее и потому требует от него способности собраться и сосредоточить свои усилия.

Интересных результатов можно достичь, проводя клаузуры по одной теме на II–III курсах одновременно. Данный эксперимент был проведен в 2014–2015 уч.г. в группах ДЗК-3 и ДЗР-3. Студентам данных групп было предложено выполнить практическую работу на тему: «Тектоника в архитектурной композиции». Эксперимент показал, как изменилось восприятие и способность самовыражения студентов в зависимости от уровня образования и опыта. Клаузура помогла выявить способных студентов на втором курсе, которые представили работы более интересные в творческом плане (более фантазийные), в то время как работы студентов третьего курса имели больший уклон в сторону решения конструктивных задач, основанных на опыте изучения таких дисциплин как: «История искусств», «История дизайна», «Дизайн-проектирование», «Архитектурно-дизайнерское материаловедение».

Организуя учебный процесс, студентам предлагаются для разработки нетрадиционные темы, соответствующие ритму жизни, например, на тему «Цвет и фактура в архитектурной композиции» было предложено придумать «Дом будущего» и «Дом-ассоциацию» (дом-кошка, дом-черепаха, дом-дерево и т.д.). Дело в том, что типология, принятая в архитектурно-строительной практике 15–20 лет назад безнадежно устарела. Поэтому необходимо включиться в разработку нового типологического

ряда, более соответствующего сегодняшним потребностям общества, ориентировать студентов на углубленное изучение композиции, которая, являясь стержнем всего процесса обучения, обеспечит студенту навыки в решении любых проектных задач.

На композицию в процессе подготовки дизайнера «замыкаются» все дисциплины учебного плана специальности «Дизайн». Отсюда понятна необходимость ориентации студентов при выполнении проектов на вопросы композиции (особенно на младших курсах), понимаемой как средство объединения всех аспектов дизайн-проектирования. Такой подход, безусловно, стимулирует целостное восприятие объекта проектирования в сознании студента.

Проверочные зачетные клаузуры проводятся для определения степени композиционного развития студента и навыков самостоятельного выражения идеи. Проверочная клаузура выполняется в период экзаменационной сессии.

Заслуживает внимания эксперимент, проведенный на IV курсе специальности 5B042100 Дизайн (по отраслям) в гр. ДЗР-4, во время проведения экзаменационной клаузуры, в 6 семестре. В первый час требовалось разработать замысел в виде эскизных набросков, либо рабочего макета по индивидуальной теме экзаменационного билета. Из 10 человек две трети оказались способными устойчиво сформулировать свою идею. Черновые наброски учитывались при общей оценке за экзамен.

Завершающий этап при выполнении клаузуры — обсуждение клаузуры. Это важный учебно-воспитательный этап в обучении: педагог сообщает общую оценку работ и качественный результат каждого студента, затем указывает на ошибки и недочеты, анализирует клаузуры, представляющие общий интерес, указывает возможные направления развития предложенного решения. Обсуждение клаузуры должно привести студента к осознанию уровня композиционной подготовки.

Метод клаузур способствует приобретению студентами навыков самостоятельной творческой работы: студент получает удовлетворение в том, что он сам достигает при решении творческой задачи, что он для себя «открывает». Также клаузура помогает педагогу выявить уровень творческого развития студентов и скоординировать дальнейшие темы практических заданий по дисциплине, соответствующие уровню творческой подготовки студентов.

Литература:

1. Саркисова, И. С. Клаузурное проектирование., МГСУ, 2012 г.
2. Кудряшова С.К., Кудряшов К. В. Графика. М.: Архитектура-С, 2007 г.
3. Иванова, Г.И., Степанов А.В., Мальгин В. И. Объемно-пространственная композиция. М.: Архитектура-С, 2011 г.
4. Кудряшов, К. В. Архитектурная графика. М.: Архитектура-С, 2006 г.

Гранулирование фосфорсодержащих удобрений из фосфоритной муки

Нурлыбаев Исатай Нурманович, доктор технических наук, профессор;

Жаумитова Гулсим Болатовна, старший преподаватель;

Абилова Гузель Кабилетовна, магистр, преподаватель

Актюбинский региональный государственный университет им К. Жубанова

В статье рассматриваются вопросы возможности получения гранулированного фосфорсодержащего удобрения из фосфоритной муки с применением реактора смесительного типа.

Ключевые слова: фосфорное удобрение, фосфоритная мука, реактор.

Фосфоритная мука — допосевное минеральное фосфорное удобрение пролонгированного действия. Применяют фосфоритную муку на кислых, подзолистых почвах, на оподзоленных и выщелоченных черноземах и на красноземах для ослабления вредной для растений и микроорганизмов кислотности почвы.

Получают фосфоритную муку путем измельчения, предварительно обогащенных природных фосфоритов. По внешнему виду фосмука представляет собой тонко измельченный порошок темно-серого цвета. Удобрение обладает хорошей сыпучестью, не гигроскопично, при длительном хранении без доступа атмосферных осадков не слеживается и не теряет физико-химических свойств. Является химически инертным веществом, возможность опасных проявлений отсутствует [1].

По данным многолетних агрохимических исследований зернистые фосфориты высшего сорта (фосфоритная мука) в естественном виде есть минеральным удобрением разнопланового действия, способствует повышению урожайности почв, улучшению их качества и восстановлению плодородия, уменьшению загрязнения сельскохозяйственной продукции нитратами и радионуклидами, мелиорации радиоактивно загрязненных территорий. Их целесообразно использовать в качестве удобрения на кислых почвах с низким и средним содержанием фосфора.

По своему действию они сопоставим с суперфосфатом (70–105%), превосходя его комплексным составом, содержанием микроэлементов и тем, что при применении зернистых фосфоритов не происходит деградация почв.

Порошкообразные удобрения, особенно гигроскопичные, отличаются плохой сыпучестью и рассеиваются очень неравномерно, вследствие склеивания мелких кристаллов. Кроме того, они могут сильно слеживаться и затвердевают, требуя больших затрат труда на их измельчение. Гранулированные удобрения — наиболее действенный приём уменьшения слеживаемости и улучшения рассеиваемости удобрений.

Следовательно, при возделывании люпинов на известкованных почвах лучше применять в качестве фосфорного удобрения гранулированный суперфосфат, хотя бы в малых дозах, при посеве. В остальных случаях фосфоритная мука должна быть главным фосфорным удобрением для всех видов люпина [2].

Многие агротехнические и агрохимические мероприятия в земледелии основаны на учете скорости протекания гетерогенных реакций. Так, применение в качестве фосфорного удобрения гранулированного суперфосфата на почвах, богатых полутормными оксидами, оказывается более эффективным, чем применение порошковидного суперфосфата. Объясняется это тем, что гранулированный суперфосфат по сравнению с обычным имеет значительно меньшую поверхность соприкосновения с почвой и почвенным раствором, в результате чего скорость связывания фосфат-ионов в труднорастворимые и практически недоступные для растений формы в виде фосфатов железа и алюминия значительно меньше. Гранула в почве растворяется медленнее, постепенно, и поэтому корневая система растения оказывается более обеспеченной подвижными формами фосфора.

Получение фосфорсодержащих удобрений (суперфосфат, аммофос и др.) энергоемкое, высокотехнологичное производство. В результате цена на данные удобрения высокая и нестабильная. Установленная цена на минеральные удобрения, для среднестатистического агрария, в Казахстане является недоступной, даже при 50% субсидии со стороны государства, либо — нежелания агрария вкладываться не в «свою землю». Ежегодный дефицит в минеральных удобрениях в Казахстане составляет около 1 млн.т аммофоса.

В связи с недостатком и высокой стоимостью фосфорсодержащих удобрений во всех странах мира возрастает интерес к менее энергоемким, дешевым их видам, к которым относится недостаточно применяемая фосфоритовая мука.

Основными требованиями фермеров является выпуск гранулированного удобрения и снижение расходов. Снижения транспортных расходов можно достичь, применяя автомобильные перевозки и употребляя удобрения в близлежащих районах (Актюбинская, Уральская, и части Кызылординской и Кустанайской областей) [3,4].

На рисунке 1 предположен аппарат грануляции для промышленного использования который представляет собой смеситель.

Данный реактор представляет собой особым образом организованный смеситель для исходного сырья (фосфоритов), предназначенный для смешения с органическим сырьем, или с другими возможными добавками (биопре-

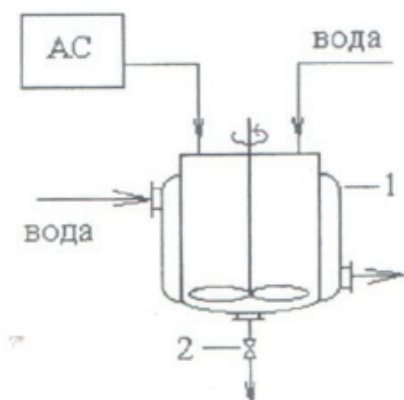


Рис. 1. Реактор смешительного типа

паратами, фосформобилизующими бактериями), а также для получения конечного продукта — гранулированного удобрения размером до 0,5 см в диаметре.

Этим решается основная проблема, возникающая при внесении в почву фосфоритной муки, — фосмука пылит. Грануляция позволяет регулировать размеры частиц удобрения для лучшего усвоения растениями, предотвратить слеживаемость, а также вносить необходимые изменения в состав разрабатываемого удобрения.

В качестве гранулирующего реагента предложено применять 30% раствор натрий-карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), который является наиболее универсальным химическим реагентом и относится к группе водорастворимых коллоидов.

Он служит для сохранения состава гранул, обогащенных требуемыми добавками. Данный реагент можно рассматривать как ненатуральный заменитель естественных водорастворимых коллоидов, он не токсичен, не обладает раздражающим действием и является экологически чистым.

Принцип работы аппарата грануляции следующий. В реакторе, снабженной мешалкой, готовят раствор аммиачной селитры либо другого водорастворимого удобрения для повышения комплексности конечного продукта в течение 25–30 минут при температуре 50–65°C. Для поддержания температуры реактор оснащен водяной рубашкой [5,6].

Литература:

1. Е. Я. Мельников, В. П. Салтанова, А. М. Наумова, Ж. С. Блинова. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. М: Химия, 1983. — 433с.
2. М. Е. Позин. Технология минеральных удобрений. Учебник для вузов. 5-ое изд., перераб.— Л.: Химия, 1983. — 336с.
3. Олейник, Ю. Самый доступный инструмент для сохранения плодородия и получения урожая // Казах-Зерно.— 2013.— № 16 (133).— С.35–41
4. Возрождение Чилисая// Актюбинский вестник № 154, 155.//23.12.2010
5. Химический журнал Казахстана. Усманов С., № 2, 2013.
6. Получения гранулированных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритной муки Чилисая и их агрохимические испытания//Интеграция образования и науки: вызовы современного мира. Том 1. Актобе, 2015 г.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 8.2 (112.2) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.
Фозилов С. Ф.
Яхина А. С.
Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.
Ответственный редактор спецвыпуска: Шульга О. А.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 27.04.2016. Тираж 500 экз., фактический тираж спецвыпуска: 20 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25