

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов

**Материалы
X Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

(Иркутск, 22–24 апреля 2020 г.)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ И
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

Материалы
X Всероссийской научно-практической
конференции
с международным участием

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского
Технического университета
2020

УДК 658.52
ББК 65.291.8.4
П 27

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРНИТУ

Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов: мат-лы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Иркутск, 22–24 апреля 2020 г.). – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2020 – 294 с.

Редакционная коллегия:

Е.Ю. Семенов - председатель проректор по научной работе и инновационной деятельности

Е.А. Анциферов - зам. председателя директор института высоких технологий

А.Н. Чеснокова - зам. директора института высоких технологий по научной работе

С.Г. Дьячкова - зав. кафедрой химической технологии

Н.В. Немчинова - зав. кафедрой металлургии цветных металлов

В.В. Ёлшин - зав. кафедрой автоматизации и управления

П.А. Лонcich - профессор кафедры автоматизации и управления

В.Ю. Конюхов - профессор кафедры автоматизации и управления

С.И. Половнева - доцент кафедры автоматизации и управления

Ю.Э. Голодков - доцент кафедры автоматизации и управления

С.С. Бельский - доцент кафедры металлургии цветных металлов

Т.А. Подгорбунская - доцент кафедры химической технологии

Технический редактор:

С.А. Мельник - программист кафедры автоматизации и управления

Печатается с файлов, предоставленных авторами

© ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ №1. Прогрессивные технологии и физико-химические основы повышения эффективности металлургических производств

Св.С. Квон, В.Ю. Куликов, Д.Р. Аубакиров, Е.П. Щербакова, А.М. Достаева. Исследование структуры белого чугуна с повышенным содержанием никеля и ванадия.....	10
Н.В. Немчинова, В.В. Хоанг, А.А. Володькина. Изучение структуры и химического состава образцов кремния металлографическим методом исследования.....	13
А.Е. Патрушов, Н.В. Немчинова, В.С. Вологин. Разработка технологии пирометаллургической переработки пыли электросталеплавильного производства с целью извлечения железа и цинка.....	17
К. Болсулы, Е.К. Кызылбаев. Поведение серы в доменной печи и условия получения малосернистого чугуна.....	20
А.Е. Аникин, Г.В. Галевский, В.В. Руднева, Э.Р. Шагиев. Исследование физико-химических характеристик прокатной окалины и обезвоженного шлама газоочистки кислородно-конвертерного производства.....	23
Г.В. Галевский, В.В. Руднева. Металлургический кластер Кузбасса: анализ состояния и перспективы развития.....	26
Г.В. Галевский, В.В. Руднева, С.Г. Галевский, А.Е. Аникин, Э.Р. Шагиев. Современное состояние оборудования и технологии производства обожженных анодов для алюминиевых электролизеров.....	29
Г.В. Галевский, О.А. Полях, В.В. Руднева, А.Е. Аникин. Производство и применение молибдена и его сплавов.....	32
А. Абдусаломов, А.В. Никаноров. Использование компьютерных тренажеров для обучения студентов основам металлургических процессов.....	35
П.С. Гусев, А.В. Никаноров. Пирометаллургическая переработка материалов медного и никелевого производства содержащих драгоценные металлы	38
Е.В. Скворцов. Роль внепечной обработки в технологии производства литых износостойких сплавов.....	40
Н.П. Ермаченко. Исследование материала для очистки технологических сред.....	43
А.С. Вологин, В.С. Вологин, А.В. Никаноров. Снижение расхода электроэнергии на миксерах ЛО-1	45
Д.И. Тюменцев, Н.В. Немчинова, А.А. Володькина. Конструкция кронштейнов анододержателей алюминиевых электролизеров.....	48
Д.С. Сидоров, А.Н. Баранов. Интенсификация выщелачивания цветных металлов с применением электрохимической обработки щелочи.....	51

З.Х. Гайбуллаева, У.Мирсаидов. Кинетика реакции выщелачивания свинца и цинка из полиметаллических концентратов месторождения Кони Мансур (Таджикистан).....	53
И.Д. Матвеев, М.Ю. Кузьмина. Совершенствование огнеупорных материалов для футеровки литейных агрегатов алюминиевого производства.....	56
И.Д. Тетерин, М.Ю. Кузьмина. Химическое оксидирование алюминиевых изделий в электролитах, не содержащих хромовый ангидрид.....	60
А.Шарифов, З.Х.Гайбуллаева, Ф.Б.Хамроев, Г.Г.Шодиев, Д.Субхонов. Безотходная технология газификации угля.....	62
О.В. Лазарева, А.А. Пляскина. Оценка технологических факторов и сред, влияющих на коррозионные процессы при автоклавном выщелачивании.....	65
М.П. Кузьмин, В.С. Кабарбо. Получение силуминов методом индукционной плавки кремнийсодержащей шихты под слоем криолита.....	68
М.П. Кузьмин, В.С. Кабарбо. Оценка устойчивости интерметаллидов, образующихся в алюминии и сплавах на его основе.....	71
М.П. Кузьмин, И.Д. Тетерин. Особенности производства чушек первичных силуминов, модифицированных стронцием.....	74
Р.М. Собенников, Т.С. Минеева. Преимущества использования роллер-пресса при рудоподготовке применительно к технологии кучного выщелачивания золотосодержащих руд.....	77
А.А. Шипнигов, Т.С. Минеева. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд.....	80
А.А. Ашуров, Х.А. Мирпочаев, Р.С. Махкамбаев, А.Х. Сафиев, Дж.Р. Рузиев. Опытнo-промышленная очистка отработанной футеровки электролизёров.....	82
А.А. Ашуров, А.Х. Сафиев, И.С. Шоев, Дж.Р. Рузиев. Переработка отработанной футеровки электролизеров водно-щелочным способом.....	85
Ш. Кабир, Х. Сафиев, Н.Х. Раджабов, Х.А. Мирпочаев. О деятельности института металлургии компании «Талко Групп».....	87
Ш.Кабир, Х.Сафиев, С.М.Шокаримов, И.С.Шоев, Дж.Р.Рузиев, Р.С.Рафиев. Опытнo-промышленное производство и испытание синтетического криолита, полученного с использованием поваренной соли.....	90
Ш.Кабир, Х.Сафиев, С.М.Шокаримов, И.С.Шоев, Н.А.Наимов, Дж.Р.Рузиев. Комплексная переработка кремнефтористоводородной кислоты с использованием хлорида натрия.....	93

Ш. Кабир, Х. Сафиев, Г. Аминджони, Н.А. Наимов, Н.П. Мухамедиев, Ш.Б. Назаров. Переработка флотационного мусковитового концентрата способом сульфатизации.....	95
Х.А. Мирпочаев, Ш. Кабир, Х. Сафиев, Н.Х. Раджабов, Н.П. Мухамедиев. Однонипельный анодный токоподвод электролизёра для производства алюминия.....	98
И.Ш. Ахмадшоев, Н.П. Мухамедиев, А.Х. Сафиев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев. Технологии производства и опытно-промышленные испытания литейных флюсов	101
А.С. Шнырова, К.Е. Алексеенко, М.В. Константинова. Характеристики минерального сырья, используемого в качестве фильтрующих материалов.....	103
Н.В. Иринчинова, В.И. Дударев, Д.И. Дударев. Технологическая схема сорбционного извлечения никеля из производственных растворов...	106
Р.Р. Рахматулин, А.Н. Баранов. Определение достоверности измерения скорости коррозии металлов в снежном покрове с применением коррозиметра.....	108
А.С. Вологин, А.А. Тютрин. Проблема образования отходов при производстве металлургического кремния.....	111
Е.С. Лебедев, А.А. Тютрин. Основные технико-экономические показатели производства алюминия.....	113
М.Н. Рыбина, Н.В. Немчинова, Н.Н. Зобнин, А.А. Володькина. Подбор связующего вещества для окомкования шихты в производстве технического кремния.....	116
А.А. Козлов, Н.В. Немчинова. Угольно-сорбционная технология извлечения золота из сернокислых растворов, содержащих медь и железо.....	119
А.А. Васильев, А.В. Аксенов, Г.Т. Рахимов. Выбор рациональной технологии извлечения золота на основании изученного вещественного состава руды.....	122
А.Э. Савелов, А.А. Васильев, А.В. Аксенов. Выбор рациональной технологии извлечения серебра на основании изученного вещественного состава руды.....	125
Е.Ю. Леонов, Д. Е. Остапчук. Повышение эффективности модифицирования металлов и сплавов.....	128

СЕКЦИЯ № 2. Актуальные проблемы химии и химической технологии

А.П. Белькович, О.В. Лебедева. Мембраны на основе комплекса поливинилтриазол/ дифенилсульфокислота.....	132
--	------------

Ю. А. Верховина, Ю.Н. Пожидаев. Мембраны на основе функциональных полимеров триазола и винилсульфоновой кислоты.....	134
Ж.Н. Артемьева, В.Э. Соболева, С.Г. Дьячкова. Топлива маловязкие судовые, отвечающие требованиям тр тс 013/2011 в редакции 2020 года.....	137
Ю.А. Болотова, Е.Э. Урбасова, А.А. Чайка. Моделирование работы газофракционирующей установки.....	139
Д.С. Белоусов, Е.В. Янчуковская. Математическая модель и алгоритм расчета реактора идеального перемешивания.....	142
А.А. Ганина, Е.Б. Ковалева, Е.О. Рудомилова, С.Г. Дьячкова. Вовлечение в топливные композиции побочных продуктов производства бутиловых спиртов.....	146
Н.Е. Байбородин, С.В. Бахвалов, Е.А. Голиков, Е.А. Осипова, Е.В. Прудникова. Разработка настольного приложения на С# для дополнительных хроматографических расчетов.....	147
В.Г. Федосеева, Е.А. Верочкина, Н.В. Вчисло. Синтез 2-тиозамещённых ениналей методом альдольной конденсации.....	150
А.В. Мартынюк, Е.В. Янчуковская. Выбор варианта транспортировки газа в зависимости от расстояния транспортировки и удельных затрат Сарех.....	151
Н.А. Горяшин, И.О. Дошлов. Получение связующих материалов на основе нефтяных остатков и отходов кремниевого производства.....	154
Н.А. Горяшин, М.С. Ковалев. Возможность внедрения нефтесодержащих материалов в алюминиевую и электродную промышленность.....	157
А.А. Турусин, Н.А. Горяшин, И.О. Дошлов. Получение нанодобавок электродуговым методом для производства композиционных материалов.....	159
А.В. Скубиева, М.А.Оборина. Минеральное кальций-магниевое сырьё иркутской области в технологии керамических изделий.....	161
А.А. Турусин, О.В. Белозерова. Исследование бензина АИ-92 ООО «Крайснефть».....	165
Р.Т. Усманов, Д.С. Чепенко, А.С. Поздняков. Синтез фуллеренсодержащей сажи электродуговым методом.....	167
Т.В. Будько, Т.Ч. Нгуен, А.А. Яковлева. Применимость уравнения Ленгмюра для характеристики барьерных свойств песков.....	169
И.А. Ярощук.Изучение физико-химических характеристик монгольских нефтей.....	172
Б.А. Ульянов, И.А. Семёнов, Д.А. Дубровский. Опыт реконструкции установки ректификации метиламинов.....	175
Н.П. Гоненко, Т.В. Раскулова, Ю.Н. Пожидаев. Присадки к дизельным топливам на основе побочных продуктов нефтехимических производств.....	178

Е.А. Манаенкова, О.В. Белозерова. Эфиры кукурузного масла в химмотологии	182
М.А. Савина, А.Ю. Сотников, А.В. Скубиева, Е.В. Рудякова. Сравнение углеводородного состава бензинов отечественных и японских производителей	183
А.Н. Чеснокова, Т.Д. Жамсаранжапова, С.А. Закарчевский, А.М. Оносова. Исследование композитных протонпроводящих мембран для топливных элементов	186
Т.И. Черненко, Т.А. Подгорбунская, О.В. Белозерова. Получение сорбента из отходов лесозаготовительного комплекса	188
А.О. Монтошкинова, Т.А. Подгорбунская. Физико-химические свойства отходов лесопереработки	189
А.В. Скубиева, М.А. Оборина. Источники минерального высокоглиноземистого сырья в иркутской области	191
В.К. Левшаков, С.А. Мельник. Пути увеличения количества реагирующего вещества в микропробирке	194
С.В. Садловский, Е.А. Анциферов, А.А. Яковлева. Изучение механизмов защиты металлов от коррозии пленкообразующими агентами на основе стирол-акриловых латексов методом импедансной спектроскопии	197

СЕКЦИЯ № 3. Интенсификация, контроль и автоматизация технологических процессов

Т.Р. Мамин, С.А. Богидаев, С.И. Половнева. Исследование удельной поверхности утяжелителей буровых растворов	201
А.Р. Лазарева. Современные способы получения холода	204
Д.Е. Боровых, П.Р. Ершов. Разработка учебного стенда «система позиционного регулирования на базе приборов ОВЕН»	207
М. К. Гузин, Д. А. Бегунов. Опыт образования за рубежом	210
И.В. Клещенко, С.И. Половнева. Освоение профессиональных компетенций по метрологическому обеспечению производства АО «САЯНСКХИМПЛАСТ»	212
Ю.Э. Голодков, Е.В. Федяев. Опыт импортозамещения автоматизированных систем управления технологическим оборудованием в пищевой промышленности	216
Д.С. Россов, П.Р. Ершов. Разработка учебного стенда «Облачные технологии OWEN CLOUD»	218
А.А. Подкорытов, Е.А. Калашникова. Перспективы применения нейронных сетей в технологических процессах	221
Е.А. Калашникова, А.А. Подкорытов. Перспективы использования беспроводных технологий для автоматизации технологических процессов	224

А.А. Герасимова, В.В. Ёлшин. Процесс сорбционного выщелачивания золота как объект автоматизации.....	226
А.А. Герасимова, В.В. Ёлшин. Eplan electric P8 - среда разработки для создания технических проектов автоматизации	229
С.С. Макаров. Анализ автоматизированной системы управления технологическим процессом в солодовом производстве.....	231
А.А. Колодин, В.В. Ёлшин. Применение управления на основе прогнозирующей модели в учебном стенде.....	234
Д.Е. Тарасов, А.А. Колодин. Построение математической модели печи учебного стенда.....	238
А.Е. Овсяков, В.В. Елшин. Возможность применения нейронных сетей в задачах аналитического контроля и управления в процессах цианистого выщелачивания.....	242
С.И. Половнева, Д.А. Бегунов. Измерение и контроль параметров качества и количества нефти в условиях ООО «Юрх-нефтегазодобыча».....	245
Т.А. Джалилов, В.М. Салов. Перспективы использования многоагентной технологии в процессе измельчения золотосодержащей руды.....	248

СЕКЦИЯ № 4. Менеджмент систем качества

А.Э. Сапожникова, Л.И. Татарникова. Аутсорсинг в производственной компании.....	251
А.М. Колыванова, Н.П. Лончих. Внедрение технологий бережливого производства в организациях, оказывающих первичную медико-санитарную помощь.....	255
К.Н. Абрамович, П.А. Лончих. Анализ проблем производственно-бытового обеспечения на примере нефтяной компании.....	258
И.С. Власов, П.А. Лончих. Необходимость и внедрение системы менеджмента качества в лечебно-профилактическое учреждение....	261
А.С. Родина, В.Ю. Конюхов. Применение технологических карт процессов на примере структурного подразделения ОАО «РЖД».....	264
А.А. Гаврилова, С.А. Мельник. Роль маркетинговых исследований в инновационных проектах на примере реализации проекта «Программно-технический комплекс моделирования технологических процессов».....	267

СЕКЦИЯ № 5. Инноватика в технологиях и управлении

Д.О. Ткачук. Применение наноструктурных материалов в промышленности.....	271
--	-----

время реализуется первый этап с объемом выпуска 217,5 тыс. т в год. Ввод в промышленную эксплуатацию производственных мощностей первого этапа планируется в третьем квартале 2019 г.

Обжиг анодов проводится в многокамерных печах. При этом как в отечественной, так и зарубежной практике используются преимущественно открытые (бессводовые) обжиговые печи, хотя на ряде предприятий можно встретить закрытые (сводовые) печи. Оба типа печей подвергаются непрерывной модернизации. При строительстве каждого нового производства анодов проводится технико-экономическая оценка выбора первого или второго типа печей. Тем не менее последние 20 лет печам открытого типа отдается большее предпочтение.

Подтверждено, что ведущие алюминийпроизводящие компании - RIOTINTOALCAN, ALCOA, РУСАЛ, EMAL, ALBA предпринимают серьезные усилия по расширению собственного производства обожженных анодов с использованием в основном многокамерных печей открытого типа, обеспечивающих 4-х стадийный обжиг с получением высококачественных анодов при минимальных энергетических затратах. Расширение объемов производства обожженных анодов сопровождается совершенствованием конструкций печей, технологии обжига, заменой топлива (мазута на природный газ), с формированием защитных покрытий на анодах, изменением их геометрии (наличие газоотводных каналов) и др. Применение новых технологических схем обезвреживания отходящих газов значительно повышает экологическую безопасность анодных производств.

УДК669.018.45

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ МОЛИБДЕНА И ЕГО СПЛАВОВ

Г.В. Галевский¹, О.А. Полях², В.В. Руднева³, А.Е. Аникин⁴

¹д.т.н., профессор, заведующий кафедрой металлургии цветных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

²к.т.н., доцент, доцент кафедры металлургии цветных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

³д.т.н., профессор, профессор кафедры металлургии цветных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

⁴к.т.н., доцент кафедры металлургии цветных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

Молибден относится к группе редких металлов и обладает целым комплексом практически значимых свойств, что предопределяет эффективное его применение для легирования сталей и чугунов и в качестве конструкционного материала в чистом виде и в составе сплавов различного назначения. Благодаря этому сложился и востребован широкий сортамент молибденсодержащей промышленной продукции: молибден, его сплавы, в том числе ферромolibден, пруток, полосы, листы, фольга и др.

Кларк молибдена в земной коре составляет $1,7 \cdot 10^{-4} \%$. Концентрация молибдена в промышленных месторождениях в 500–1000 раз выше, чем его кларк в земной коре. Известно семнадцать молибденовых минералов. Важнейшие из них – молибденит MoS_2 , повеллит CaMoO_4 , молибдит $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и вульфенит PbMoO_4 . Исходным сырьем для производства молибдена, его сплавов и соединений служат молибденовые концентраты, содержащие 47–50% Mo, 28–32% S, 1–9% SiO_2 и примеси других элементов. Производство их осуществляется преимущественно из собственно молибденовых, медно-молибденовых и молибдено-вольфрамовых руд.

Целью настоящей работы является анализ современного состояния производства и применения молибдена, его соединений и сплавов, включающий такие вопросы как характеристика минерально-сырьевой базы, добыча молибденсодержащих руд, производство и переработка молибденовых концентратов, производство триоксида молибдена, молибдена и его сплавов, промышленный сортамент продукции из молибдена и его сплавов, структура потребления молибдена, выявление доминирующих тенденций и их прогнозирование на среднесрочную перспективу.

Мировые ресурсы молибдена составляют около 20 млн. т, из них подтвержденные – свыше 12 млн. т. Около 80% подтвержденных мировых запасов заключено в 30 крупных, около 50% – в 8 сверхкрупных месторождениях. Крупнейшие держатели запасов молибдена – США, Китай, Чили, Перу и Канада, на долю которых приходится 75% подтвержденных запасов. Запасы молибдена Российской Федерации определены на уровне 2 млн. т – шестое место в мире. При этом учитывается 32 месторождения, из них в распределенном фонде недр – 23. По качеству руд отечественная сырьевая база молибдена сопоставима с зарубежными. Основные разрабатываемые и планируемые к разработке месторождения распределяются между холдингами и управляющими компаниями следующим образом: Группа «Базовый элемент», АО «УК Союзметаллресурс» – Сорское, Агаскырское (Республика Хакасия), Жирекенское (Забайкальский край); АО ГМК «Норильский никель» – Бугдаинское (Забайкальский край); Группа «Онексим», ООО «Интергео» – Ореkitканское (Республика Бурятия); АО

«Транс Нафта», ООО «Нафта Металл» – Лобаш (Республика Карелия). Главными добывающими компаниями, стабильно обеспечивающими более 96% отечественной добычи молибденсодержащих руд, являются ООО «Сорский ГОК» (порядка 63%) и ООО «Жирекенский ГОК» (порядка 33%). Эти предприятия обеспечивают долю России в мировой добыче порядка 2%.

Производство молибденовых концентратов основано на обогащении различных по составу руд, главным образом, способом флотации, реализуемом в различных технологических вариантах в сочетании с другими обогатительными, химическими и металлургическими способами. В России молибденовые концентраты производятся на обогатительных фабриках предприятий АО «УК Союзметаллресурс» – ООО «Сорский ГОК» и ООО «Жирекенский ГОК». Их производственные мощности составляют порядка 12 тыс. т концентрата в год. Концентрат производят марок КМФ-5, КМФ-6, КМФ-7 с содержанием молибдена, не менее, % 48,0; 47,0; 45,0.

Молибденовые концентраты служат исходным сырьем для производства ферромолибдена и химических соединений молибдена различной степени чистоты: триоксида молибдена, парамолибдата аммония, молибдата кальция и натрия. Суммарная мощность предприятий по переработке молибденовых концентратов составляет около 300 тыс. т. Производственные мощности сосредоточены в США, Канаде, Чили, Китае, Японии, странах Западной Европы. В Российской Федерации молибденовые концентраты перерабатываются на 3-х предприятиях: ООО «Сорский ферромолибденовый завод», ООО «Жирекенский ферромолибденовый завод» и ООО «Нижеволжский ферросплавный завод». Ферромолибденовые заводы могут перерабатывать до 12 тыс. т в год собственных концентратов, ООО «Нижеволжский ферросплавный завод» работает на импортных концентратах и может перерабатывать до 2 тыс. т концентратов в год. Промышленная практика переработки молибденовых концентратов технологически разнообразна и может быть реализована в зависимости от дальнейшего использования получаемых продуктов с применением пиро- и гидрометаллургических способов.

Основной технологией производства молибдена является водородное восстановление его из триоксида высокой чистоты (до 99,9%) в виде порошка с последующим компактированием в виде штабиков или слитков. Главными производителями молибдена являются США, Чили, Китай, Перу, Канада и Мексика, на долю которых приходится более 90% мирового производства. Более 60% производства молибдена обеспечиваются пятью компаниями: «Codelco» (Чили), «Phelps Dodge» (США), «Grupo Mexico» (Мексика и Перу), «Jinduicheng Molybdenum Mining Corp.» (Китай) и «Thompson Creek» (США и Канада). В 2018 году общемировое потребление молибдена составило около 262 тыс. т., что

примерно на 20% ниже уровня потребления 2011-2012 годов. В России единственной компанией, позиционирующей себя в качестве производителя порошков молибдена и использующей импортное сырье, является АО «Полема». Ферромолибден производится в России и за рубежом различных марок с содержанием молибдена 50-70%. В настоящее время производителями ферромолибдена в России являются Сорский, Жирекенский ферромолибденовые и Нижневолжский ферросплавный заводы. Совокупная производственная мощность их оценивается на уровне 8,5 тыс. т ферромолибдена в год.

Ферромолибденовые заводы ориентированы на поставку продукции на экспорт, что предопределяет их зависимость от состояния внешнего рынка и эпизодически создает кризисные ситуации. Однако отмечаемый стабильный рост производства высоколегированных специальных сталей, требующий адекватного по объему производства ферросплавов «больших» и «малых» групп, позволяет оценивать прогноз по спросу на ферромолибден на ближайший период в целом как благоприятный.

Металлургическими предприятиями России декларируется производство 33 разнообразных по сортаменту видов полупродуктов и конечной продукции из молибдена и его сплавов: порошки, проволока, листы, прутки, полосы, трубы, фольга, заготовки, поковки, ленты, пластины. В то же время констатируется, что отечественный спрос на конечную молибденовую продукцию в течение последних 10 лет сохраняется стабильным и в целом не растет.

Современная структура мирового потребления молибдена включает такие сегменты, как металлургия, машино- и приборостроение: молибден и его сплавы – 80%, химические соединения – 10%, катализаторы – 10%. Молибден наиболее востребован для легирования сталей, чугунов и сплавов цветных металлов в составе антикоррозионных и жаропрочных сплавов, в качестве конструкционного материала для аэрокосмической и атомной техники, инструментальной оснастки при обработке металлов давлением, нагревателей электропечей и электровакуумных приборов.

УДК 666-5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ОСНОВАМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А.Абдусаломов¹, А.В. Никаноров²

¹ студент гр. МЦМ – 18, ИВТ, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск, e-mail: abdusalomov.95@inbox.ru

² к.т.н., доцент кафедры металлургии цветных металлов ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск, e-mail: nikanoroff@list.ru