

ҚР ҰҒА-ның Хабарлары. Геологиялық сериясы. Известия НАН РК.
Серия геологическая. 2011. № 1. С. 56–67

Доктор технических наук, профессор КЕНЖАЛИЕВ Б. К.

МЕТАЛЛУРГИЯ И ОБОГАЩЕНИЕ

1. Анализ современного состояния и тенденции развития металлургии и металлургической науки

Политика индустриально-инновационного развития экономики Республики Казахстан, призванная обеспечить вхождение республики в число конкурентоспособных стран, должна быть обеспечена производством новых функциональных сплавов, материалов и металлоизделий с высокой добавленной стоимостью на основе металлов, производимых в Казахстане. Республика располагает большими возможностями в выполнении этой важнейшей задачи современного металлургического производства.

Однако остается ряд проблем, которые наука и производство должны решать в тесном взаимодействии. Основные проблемы, которые настоятельно необходимо решать на постоянной основе:

- переработка сложного полиметаллического сырья, не отвечающего требованиям существующих промышленных технологий, поскольку такие руды стали к концу XX века основой минерально-сырьевой промышленности Казахстана;

- необходимость развития научных исследований в области обогащения сложного, полиметаллического минерального сырья для повышения эффективности извлечения металлов из руд;

- повышение технико-экономических показателей металлургического производства, которые снижаются из-за несоответствия качества минерального сырья химико-технологическим возможностям существующих металлургических производств, которые соответствовали мономинеральному сырью и отрабатывались в течение многих лет;

- недостаточное развитие производства металлоизделий, сплавов и функциональных материалов различного назначения как в отношении валового производства, так и в отношении ассортимента производимой продукции.

Решение этих проблем означает уход от сырьевой направленности металлургического сектора промышленности.

Одной из основных проблем металлургического сектора становится охрана окружающей среды. Наличие таких документов как «Киотское соглашение», «Декларация ООН», принятая в Рио-де-Жанейро в 1992 году и др. закладывают основу возможного давления на конкурентов на рынке металлов. Проблема создания технологий, обеспечивающих высокие стандарты охраны окружающей среды, является актуальной для Казахстана в настоящее время. Не исключено, что в посткризисный период эта проблема может стать фактором конкурентоспособности.

Конъюнктура на рынке металлов и ее влияние на развитие научных исследований.

Несмотря на мировой финансовый кризис (а, может быть, благодаря ему) производство основных металлов продолжает оставаться на довольно высоком уровне. Отмечается стремление развивающихся и слаборазвитых стран организовывать собственное производство металлов, в том числе на основе межгосударственной кооперации. Такие страны, как Китайская Народная Республика, Республика Индия, Республика Египет вводят и планируют ввод в действие новых заводов по производству цветных металлов. Осваиваются ранее отработанные месторождения благородных металлов, маломасштабные месторождения с привлечением современных эффективных и экономически целесообразных технологий.

Проведенный ранее в Институте металлургии и обогащения математический анализ изменений цен на металлы на мировом рынке за период 1997–2005 годов показал, что тенденции изменения цен на металлы не в полной мере коррелируют с основными параметрами, которые должны были бы влиять на закономерности роста или падения цен на металлы: потребление металлов в промышленном производстве, количество производимого металла, возможности производственных мощностей, в том числе – создание новых предприятий, ввод в действие резервных мощностей, реконсервация остановленных предприятий и т.п. (во всяком случае,

рыночная конъюнктура не является единственным решающим фактором, определяющим цену на металлы), хотя примеры влияния перечисленных основных параметров на цены на металлы в 90-х годах прошлого столетия имелись. Так, например, остановка производства свинца на Шымкентском свинцовом заводе привела к тому, что цены на свинец повысились в два раза, и в Европе были введены в действие заводы по получению вторичного свинца, остановленные на основании принятых законов об охране окружающей среды. Более ранний пример: после победы на выборах в Чили президента С. Альенде в США были введены в действие резервные мощности производства меди на 200 тысяч тонн меди в год. Был сделан вывод, что такая базовая отрасль промышленности, как производство металлов, зависит не только и не столько от рыночной конъюнктуры, сколько от экономической политики стран с высокоразвитым (или развивающимся) промышленным производством. Были даны рекомендации о создании Правительственного резервного фонда металлов, резервных мощностей металлургического производства, о необходимости гибкого реагирования на ценовую политику потребителей металлов и создания политico-экономических предпосылок для получения максимальной выгоды от торговли металлами.

Последующее развитие событий на рынке металлов показало правильность анализа и выводов. Отмечено, что неоправданный рост стоимости металлов в докризисный период не был связан с ростом потребления. Последующий мировой экономический кризис практически сказался только на цене металлов масштабного производства – стали и алюминия. По данным компании «АселорМиттал» посткризисный рост спроса на сталь составит 3-5%, но с оговоркой, что внутренний спрос на рынке КНР может составить большую величину, что повлияет на мировую конъюнктуру. В то же время имеются данные о полученном австралийской компании Western Areas согласии Правительства Австралии начать добычу открытым способом никелевой руды на Spotted Quoll. Руды такого типа содержат много сопутствующих ценных компонентов. Первая руда будет выдана в марте-апреле 2010 года. Это решение Правительства Австралии симптоматично, особенно на фоне данных о планировании завершения анализа технической

осуществимости медно-молибденового проекта в Перу (Los Chancas) в 2010 году, проводимого компанией Southem Copper Corp; увеличении добычи золота в Чили и рекордной добыче золота австралийской компанией Lihir Gold.

Показательно, что с развитием негативных тенденций в мировом промышленном производстве, со снижением показателей производства основных потребляемых металлов (сталь, алюминий) цены на ценные базовые цветные, благородные и редкие металлы пока существенно не снижаются. Не исключено, что политика правительства ряда стран находится в русле выданных нами ранее рекомендаций.

Показателен график изменения цен на благородные металлы. Сохранение высоких цен на эти металлы вызвано следующими причинами. Первое, в мировой политике имеется явная тенденция отхода от Яванского соглашения 1967 года и стремление ряда стран к отказу от доллара, как от мировой валюты, т.е. золотовалютные резервы могут трансформироваться в «золотой запас». Второе, золото и другие благородные металлы давно стали рядовыми промышленными металлами вследствие бурного развития высоких технологий, особенно в космической сфере и в производстве научно-технических, высокотехнологичных приборов самого различного назначения от бытовых до военного применения. Поэтому существует вероятность в перспективе сохранения высоких цен (и может быть рост цен) на редкие металлы, золото и другие благородные металлы.

В мировом металлургическом производстве идет развитие, так называемой, «клUSTERНОЙ модели» производства, когда крупные компании осуществляют патронирование предприятий малого и среднего бизнеса. Предприятия, которые, в частности, заняты маломасштабным и сложным производством высокотехнологичной продукции (например, производством спецсплавов для изготовления ответственных деталей летательных аппаратов, порошков металлов, изготовление малых партий ответственных металлических изделий, нанотрубок на основе соединений металлов и др.). Подобные действия были начаты Институтом металлургии и обогащения НАН РК еще в 2000 году, когда на территории опытного металлургического производства была построена и введена в эксплуатацию установка по про-

изводству особо чистого селена и создавалась установка по демеркуризации лома различных приборов и оборудования. Планировалось создание других маломасштабных производств. К сожалению, в последующем эта работа была прекращена по обстоятельствам, далеким от интересов науки и экономики Казахстана.

Наибольшие негативные явления, вызванные мировым экономическим кризисом, наблюдаются в производстве и ценообразовании в производстве стали и алюминия. Однако падение производства этих основных металлов неоднозначно и зависит от себестоимости и качества выпускаемых металлов. Значительное снижение стоимости алюминия на рынке металлов, кроме других причин, вызвано вводом в действие цехов по электролитическому получению металлического алюминия на Павлодарском алюминиевом заводе.

На фоне изменений конъюнктуры на рынке металлов в металлургической науке стран Европы и США центр тяжести исследований смешается в область переноса нанотехнологий в производство металлов и металлоизделий. Наблюдается перепрофилирование химических и металлургических факультетов в факультеты технологии материалов. В развивающихся странах и странах с наличием месторождений руд цветных и черных металлов идет развитие науки в области экстрактивной металлургии. Центр тяжести в этой области металлургической науки смешается на восток (КНР, Индия и др.)

Обогащение. Состояние науки и технологии в области обогащения в Республике Казахстан значительно отличается от состояния науки и технологии в мире. Это вызвано следующими обстоятельствами. Труднообогатимые руды составляют до 75–80 % минерально-сырьевой базы цветной металлургии Казахстана. Формирование минералов в ходе процессов рудообразования происходило в различных термобарогеохимических условиях, что обусловило общие характеристики вещественного состава руд, энергетические характеристики рудных минералов, их геохимическую специализацию, форму нахождения металлов в структуре минералов. Поскольку руды претерпевали те или иные структурные изменения при наложении на них различного вида метаморфизма, факторы, влияющие на структуру рудных минералов, определили многообразие физико-химических свойств руд, особенно поли-

металлических. Наиболее важным препятствием для эффективного осуществления технологии обогащения является различие одноименных минералов в рудах по геохимическим нагрузкам, обусловленным наличием различных примесей, по характеристикам кристаллической решетки. Проявление в течение онтогенеза месторождения различных метаморфических процессов – гипогенных, гипергенных – значительно усложнило первичные вещественные характеристики руд.

Безусловно, особенности формирования руд и проявление пострудных процессов тесно связаны с аналогичными изменениями характеристик и физико-химических свойств, включающих рудные минералы (которые переводятся в хвосты обогащения) и в том числе тех, которые определяют поведение их в процессах флотации.

Обогащение таких руд по сложившимся в течение многих лет технологиям неэффективно и сопровождается значительными потерями металлов.

Обзор большого количества литературных источников, материалов конференций за 2006–2009 годы показал, что работ по обобщению научных взглядов на вещественные характеристики руд и энергетических параметров рудных минералов практически нет. Отсутствуют обобщенные критерии оценки степени метаморфизованности руд, оценки физико-химических особенностей различия одноименных минералов в рудах, влияния этих различий на взаимосвязь с минералами включающих пород. Отсутствие такого научного обобщения тормозит создание эффективных обогатительных технологий, призванных обеспечить комплексность использования невозновляемых источников минерального сырья.

Развиваются научно-исследовательские работы по синтезу высокоеффективных, в том числе комбинированных флотореагентов для совершенствования реагентного режима процессов флотации и уменьшения расходов на приобретение флотореагентов.

Отмечается тенденция к развитию технологий регенерации флотореагентов и созданию условий для их повторного использования.

Металлургия. В период 2006 – 2009 годов в Казахстане наблюдается стагнация в развитии научных школ в металлургической науке, и даже деградация в организации фундаментальных исследований в некоторых научных центрах. На-

блюдаются негативные тенденции в инженерной подготовке кадров высшей квалификации, торможение развития фундаментальных исследований, как в самой металлургической науке, так и в тех областях естественно-научных дисциплин, которые имеют непосредственное и прямое отношение к развитию инновационных, высокотехнологичных металлургических технологий (в частности, в теоретической неорганической химии, физической химии, химической физике, физике металлов и др.).

Стагнация и негативные тенденции в основном носят субъективный характер и вызваны неэффективным управлением наукой в Казахстане, неоправданными и непродуманными реорганизациями структуры управления наукой, неправильно истолкованной коммерциализации науки, которая по понятиям отдельных руководителей науки заключается в создании различных АО и ТОО, а не в практической реализации результатов фундаментальных и прикладных исследований.

Грантовая система финансирования научных исследований, принятая МОН РК в качестве основного механизма стимулирования инноваций в науке, которая хорошо себя зарекомендовала в различных странах мира для активизации поисковых исследований и подготовке кадров высшей квалификации (магистров и PhD), оказалась неэффективной для организации планомерных фундаментальных исследований в интересах приоритетных направлений, установленных в Программных документах руководства страны.

Эта система финансирования привела к мелкотемью, многолетним продолжениям фундаментальных исследований, в тупиковых научных направлениях (в частности, многолетние исследования по обеднению шлаков медного производства), к непродуманной смене объектов исследований при объявлении очередного конкурса и т.п. Республиканские органы управления наукой и многие руководители научно-исследовательских организаций, работающих в области металлургии практически не замечают тех тенденций, которые существуют в мировой металлургической науке.

Анализ публикаций за 2006–2009 годы показывает, что страны Европейского союза и США сокращают объем научных исследований, направленных на совершенствование технологий получения металлов из руд, так называемой «эк-

страктивной металлургии». Центр тяжести мировой металлургической науки смешается на восток, в первую очередь – Китай, Индию и Австралию.

Неизбежное ухудшение минерально – сырьевой базы металлургии и отсутствие эффективных технологий, адаптированных к сложному полиметаллическому сырью диктует направление современных фундаментальных и прикладных исследований.

Так, в пиromеталлургии наблюдается стремление переносить центр тяжести в достижении эффективности извлечения металла на процесс плавления. Отсюда возник и продолжает развиваться большой интерес к строению оксидных систем в расплавленном состоянии, который ранее привел к идеи замены ферриткремниевых шлаков на ферриткальциевые. Повышается интерес исследователей к изучению микроструктуры расплавов и ее влияния на реакций в расплаве. Стремление зарубежных металлургов к доскональному знанию поведения металлов в ходе плавки нацелено на полное извлечение всех компонентов сырья. Так, например, в декабре 2009 года Индийский Институт Наук (Бангалор, Республика Индия) организует конференцию «Передовые идеи в области получения железа и стали» (International Conference on the Advances in Theory of Ironmaking and Steelmaking” ATIS 2009). Организация которой находится в русле современных тенденций в экстрактивной металлургии. Наблюдается рост числа публикаций по исследованию термодинамики химических систем, в первую очередь, характерных для металлургии. Это обусловлено интересом к прямому получению металлов в плавильных агрегатах невысокой емкости и, так называемой «ковшевой металлургии». При осуществлении технических решений в пиromеталлургии практика начала сталкиваться с несоответствием теоретической концепции строения расплавов (как оксидных, так и металлических) с практическими особенностями пиromеталлургических процессов.

В своем вступительном слове при открытии 12 Всероссийской конференции по металлическим и шлаковым расплавам академик РАН, д.т.н., профессор Ватолин Н.А. отметил, что актуальными остаются вопросы структуры жидких и аморфных металлов, диффузия, термодинамика, поверхностные явления, затвердевание, приме-

нение жидких и аморфных металлов. В частности, он сказал, что «у нас в последние годы не особенно активно обсуждается проблема ближнего порядка в жидких металлах». Между тем эта проблема вышла на первый план в связи со стремительным ростом в мире количества исследований по переносу приемов нанотехнологий на получение металлоизделий. Передовые страны выделяют на решение этой проблемы большие средства. Например, в Оломуце (Республика Чехия) при поддержке Евросоюза создан Региональный центр передовых технологий и материалов.

Интерес к проблеме структуры жидких систем начал охватывать все больший круг научных и практических специализаций в черной и цветной металлургии. Наблюдается стремление детального изучения металлических, шлаковых, сульфидных и других расплавов. Отмечаются работы теоретического плана, где делаются попытки обобщения различных теоретических точек зрения на проблему жидких систем. Практически налицо отход от общепринятой классической модели строения микроструктуры неорганических жидкостей (неорганических водных растворов и расплавов – только эти типы жидкостей считаются электролитами). Все больше публикуется работ по теории расплавов, где выражается точка зрения, что жидкий шлак представляет собой ассоциированный раствор, структурными единицами которого служат полимерные образования, гетеромолекулярные комплексы (ассоциаты) и неассоциированные молекулы компонентов. Однако остается открытым вопрос о механизме токопередачи через жидкие системы. За последнее время под влиянием результатов работ по изучению принципов формирования микроструктуры электролитов расширился и круг исследований по микроструктуре металлических расплавов. Так, в 2007 году в Екатеринбурге (Россия) прошла 13 Международная конференция по жидким и аморфным металлам. Было показано, что крупные металлургические центры России и других стран уделяют особое внимание микроструктуре и субмикроструктуре расплавов металлов и сплавов, влиянию температуры на их физико-химические свойства и возможности использования этих свойств в технологии металлоизделий. Пионером в направлении использования технологического влияния на мик-

роструктуру жидкости для формирования свойств металлоизделий является Московский Государственный технический университет им. Баумана (ранее МВТУ им. Баумана) и особенно д.т.н., профессор Крапошин В.С., который в своем докладе на 12 Всероссийской конференции по металлическим и шлаковым расплавам проиллюстрировал возможности технологической обработки металлических расплавов с целью формирования свойств металлоизделий. Продолжаются интенсивные исследования по изучению конкретной микроструктуры жидких систем. Безусловно, ограничения в изучении этих систем, которые носят методический характер, сохраняются.

Начинают превалировать аналогичные тенденции и в развитии исследований микроструктуры неорганических водных растворов. Исследования по структуре неорганических водных растворов в значительной части сосредоточены на пути интенсификации электролитического производства с применением трехмерных (объемных) электродов, что на наш взгляд начинает составлять одну из основ будущей электрохимии. В этом процессе используются свойства электрохимических реакций на границе раздела фаз при свободно перемещающихся твердых частицах. Можно реализовать электрохимические реакции по всему объему (или части) трехмерного электрода. Рабочая поверхность электродов в данном случае в 100-200 раз превышает габаритную поверхность, что при относительно низких эффективных плотностях тока дает возможность увеличить общую силу тока в 10-20 раз. Это эквивалентно увеличению производительности аппаратуры во столько же раз без ухудшения технологических показателей. Уже много лет работают технологии электролиза с псевдоожженным электродом, в частности, (фирмы «Акзо») на заводе в Уппертале (ФРГ), где она используется для удаления меди из цинкового электролита (вместо цементации цинковой пылью). Прибыль составляет около 2,5 млн. долларов в год.

Теория трехмерных электродов далека от совершенства и продолжает развиваться. При этом становится все более актуальным вопрос о структуре растворов и способе передачи тока через раствор.

Значительно возросший интерес к теоретическим аспектам строения и принципам формирования жидких систем в естественно-научных

дисциплинах (прежде всего в физике открытых систем) определяет развитие фундаментальных исследования волновых химических реакций (аналогов маятниковой реакции Белоусова), которые со всей наглядностью демонстрируют недостаточность наших представлений о микро- и макроструктуре жидкостей. Эти исследования предопределяют качественный скачок в развитии инновационных технологий в металлургии, особенно при использовании приемов нанотехнологий для получения научноемких, высоконтелектуальных металлоизделий и материалов. Практическую ценность фундаментальных исследований жидких систем заключается в том, что реальные представления о структуре компонентов жидких систем дадут возможность целенаправленно создавать технологические приемы использования жидкости в качестве среды для проведения химических реакций, существенно расширить арсенал методов, используемых в металлургии и химической технологии, дадут возможность правильно оценить химическую устойчивость межмолекулярных химических соединений (например, металлургических шлаков) и найти рациональные пути их использования в качестве участников химических превращений и др.

Основная тенденция в мировой металлургической науке, которая наблюдается в последние два – три года – это исследование возможности переноса технологических приемов нанотехнологий в сферу металлургического производства и производства материалов с высокими физико – техническими свойствами, т.е. принципиально новых материалов и металлоизделий, обеспечивающих низкую металлоемкость, высокие эксплуатационные качества и возможность создания уникальных образцов техники различного назначения.

В частности, широким фронтом ведутся исследования структурь жидких металлических систем, в том числе с использованием компьютерного моделирования и анализа диаграмм состояния различного плана. Широко используется наиболее общий метод статистико-геометрического анализа данных компьютерного моделирования – метод Вороного – Делоне, в котором пространство системы (межатомные структурные связи) развивается на многогранники Вороного и симплексы Делоне. Такой метод помога-

ет с достаточной степенью приближения оценивать изменения микроструктуры жидких металлических систем с повышением температуры, что имеет важное значение для технологии, в частности нанотехнологии.

Наиболее наглядным примером тенденций в развитии металлургической науки за рубежом может служить Республика Индия. В последнее время Индия проводит масштабные исследования в коoperation с западными партнерами из США, Франции, Германии, Великобритании и др. стран в области нанотехнологий. Комплекс этих исследований охватывает широкий спектр проблем от материаловедения и металловедения до биологии. Ученые Индии имеют тесные научные контакты и научно-организационные связи с такими крупными корпорациями как Боинг. Сотрудничают с рядом крупных отечественных промышленных компаний и объединений, как, например, корпорация Тата Стилл, которая выпускает продукцию современного уровня, включая автомобили собственной конструкции (дешевые и экономичные в отношении металлоемкости и энергопотребления), электротехническое оборудование, приборы и т.д.

В то же время Индия испытывает потребность в металлах, особенно таких, как свинец и цинк, и некоторые редкие металлы, что определяет направление и масштаб научных исследований в экстрактивной металлургии и изучении сырьевых источников этих металлов. Политика правительства Индии в области промышленного и экономического развития дает возможность ученым гибко реагировать на изменение в тенденциях развития науки, обеспечивать применение современных технологий, в том числе и заимствованных за рубежом, адаптируя эти технологии к местным условиям и обстоятельствам, что формирует самобытный почерк промышленности Индии. По отзывам ученых России (высказанных на конференции в Екатеринбурге 22-26 октября 2008 года, сотрудниками МГТУ (МВТУ) имени Баумана, Института физики металлов Уральского отделения РАН, УГТУ (Уральский политехнический институт, г. Екатеринбург), наука и промышленность Индии имеет высокий уровень и авторитет в мире. Это обусловлено тем, что корни развития лежат в науке Великобритании и имеют устойчивые традиции развития. Особенно высокие отзывы были о науке в обла-

сти металловедения и материаловедения. Была высказана мысль, что центр современной металлургической науки, как в экстрактивной металлургии, так и в металлообработке, смещается с запада на восток в Индию и Китай и др.

Как и в наиболее развитых странах мира, часть индийских научно-образовательных центров перепрофилировало металлургические департаменты в департаменты технологии материалов в соответствии с современными требованиями. Например, Индийский Институт Наук (Бангалор, Республика Индия), несмотря на богатые традиции Департамента металлургии перепрофилировал его в Департамент технологии материалов. В задачу этого Департамента входят, в частности, исследования в области нанотехнологии и подготовка кадров высшей квалификации для работы в этой важной области науки и техники. Ведется большой объем исследований в создании наноматериалов (например, нанотрубок), сверхпластичной керамики, регенерации флото-реагентов и др.

К сожалению, приходится констатировать, что основная тенденция в развитии металлургической науки Казахстана не соответствует тенденциям в мировой науке и требованиям вхождения Казахстана в конкурентоспособные страны мира, несмотря на отдельные научно-технические достижения высшего порядка.

В то же время в Казахстане имеются и заметные достижения в области металлургической науки и сервисных отраслей, которые связаны с металлургической отраслью. Например, за достижения в области металлургической науки профессор Б.К. Кенжалиев (КБТУ) награжден наградой «Парасат», учрежденной АО «НЦНТИ» за наиболее публикуемые и цитируемые работы казахстанских ученых. Плодотворно работают в области создания новых материалов и наноматериалов профессор Нюсупов Х. (Физико-технический институт АО «ЦНЗМО»), профессор Шейх-Али А.Д. (КБТУ) и др.

Продолжают плодотворно работать ряд научных школ в Химико-металлургическом институте им. Д. Н. Абишева (Караганда), Южно-Казахстанском Университете им. М.О. Ауэзова (Шымкент), АО «ЦНЗМО» (Алматы, бывший Институт металлургии и обогащения), ВНИИЦ-ВЕТМЕТ (Усть-Каменогорск), Балхашский Гуманитарно-технический Университет (Балхаш),

Национальный Технический Университет им. К.И. Сатпаева (Алматы). Продолжают исследования в актуальных научных направлениях такие ученые этих и других организаций, как доктора технических наук Сулайменов Э.Н., Акбердин А.А., Толымбеков М.Ж., Байсанов С.О., Касенов Б.К. Ким В.А., Максимов Е.В., С.М. Исабаев, академик Пономарева Е.И., Загородняя А.Н., Агапова Л.Я., Айткулов Д.К., Шевко В.М., Тлеугабулов С. Н. и др.

2. Анализ достижений и тенденции развития ведущих научных школ Казахстана и развитых стран мира

Несмотря на неэффективную организацию управления наукой в Казахстане, отдельные группы ученых и отдельные ученые продолжают плодотворную научную и научно-техническую деятельность. Приходится констатировать, что многие руководителей науки не обращают серьезного внимания на такую сторону деятельности, как коммерциализация научных исследований, не ведут планомерную работу по патентованию за рубежом оригинальных разработок ученых Казахстана, не организуют работу по продвижению на внутренний и внешний рынки инновационных технических решений, не ведут планомерную работу по увеличению казахстанского содержания в металлургии Республики. Между тем даже в последнее время ученых Казахстана имеются достижения высшего порядка, которые самым позитивным образом влияют на развитие мировой науки, но экономический эффект которых далеко не отвечает возможностям этих разработок.

Вот некоторые примеры достижений металлургической науки Казахстана, опубликованные в период 2006–2009 годов.

В области обогащения установлены существенные отличия в физико-химических свойствах одноименных минералов, которые влияют на эффективность извлечения металлов из руд (руководители работы д.т.н., профессор Кенжалиев Б.К., академик РАН, д.т.н., профессор Чантuria V.A.). В частности, были обнаружены магнитные халькопириты, появление которых обусловлено термоконтактовым метаморфизмом и доказано серией опытов по нагреву халькопиритов. Изучение магнитных свойств руды Малеевского месторождения с проведением большого объема флотационных исследований позволи-

ло установить, что при увеличении магнитной восприимчивости руды снижается извлечение металлов в одноименные концентраты. Для руд Малеевского месторождения определен критерий метаморфизованности – граничная магнитная восприимчивость руды, увеличение которой приводит к резкому снижению технологических показателей. Созданы предпосылки для разработки системы прогноза обогатимости сложных, упорных полиметаллических руд. Впервые установлено присутствие в метаморфизованных рудах магнитных разновидностей халькопиритов по своим флотационным свойствам близких к сфalerитам, что обусловлено нагревом руд под влиянием термоконтактного метаморфизма, связанного с внедрением пострудных даек. Этот факт самым негативным образом влияет на селективность извлечения металлов в технологии обогащения. В то же время объем научных исследований в области обогащения далек от необходимого и качества исследований оставляют желать лучшего. Фактически обогатительная наука представлена д.т.н. Баймахановым. Недопустимо мало готовится специалистов высшей квалификации в области обогащения. Отсутствуют развернутые исследования в передовых научных направлениях, в том числе и тех, которые были начаты в Казахстане. Очень мало проводится исследований в области синтеза новых и регенерации использованных флотореагентов. Политика, проводимая руководством науки и некоторыми, так называемыми учеными, приводит к постепенному свертыванию передовых научных направлений.

В области металлургии:

- на основании концепции хаотизированных частиц дана количественная оценка образования кластеров (групп атомов) не только вблизи точки кристаллизации, но и при любой температуре, в том числе в газовой фазе. Показано, что для металлов в точке кипения абсолютная доля агрегированных кристаллоподвижных частиц понижается до 15,5% против 40% в точке плавления, а доля четырех- и более частичных кластеров понижается до 2,4% против 16,2% в точке плавления, с чем и связана экспериментальная трудность определения их при высоких температурах жидкости. На основании концепции хаотизированных частиц показана возможность согла-

сования температуры и теплоты плавления и кипения с температурной зависимостью давления пара простых веществ. Основные выводы этой работы подтверждают эффективность применения компьютерного моделирования для ускорения получения практических данных в технологиях с применением жидких металлических систем (научный руководитель д.т.н., профессор Малышев В.П.);

- установлено явление самопроизвольного ускорения реакции твердофазного хлорирования металлов. Это явление положено в основу одной из технологий твердофазного хлорирования с целью извлечения металла из многокомпонентного источника сырья. Это явление может служить базой для организации фундаментальных исследований при изучении механизма химических реакций в многокомпонентных системах (научные руководители д.т.н., профессор Шевко В.М., д.т.н., профессор Айткулов Д.К.);

- показано, что обнаруженное явление образования ванадиевых мезогелей из неорганических водных растворов может быть использовано в создании новых химических источников тока и при совершенствовании существующих перезаряжаемых батарей и аккумуляторов. Эта работа не имеет аналогов и перспективна, как в теоретическом плане, так и в практической реализации для создания химических источников тока с высокими характеристиками (научный руководитель д.х.н., к. ф.-м. н. Сулайменов И.Э.);

- определена возможность прямого воздействия аглодоменного передела на качество конечного металла, направляемого на получение проката. Введение в технологический процесс агломерации и доменной плавки материалов, содержащих легирующие элементы, позволяет легировать чугун без дополнительных технологических операций и без применения легирующих сплавов. Например, длительные промышленные испытания этого приема на доменных печах ванадиевого передела НТМК показали значительный рост содержания ванадия в чугуне при снижении его потерь со шлаками в 1,2–1,5 раз. Данная работа явилась результатом фундаментальных исследований в области взаимодействий и распределения металлов на границе металл – шлак (научные руководители д.т.н., проф. Акбердин А.А. и Ким А.С.);

- в результате теоретических и экспериментальных исследований показана возможность получения данных для определения оптимальной структуры и фазового состава оксидных систем (твердых и жидкого), применяемых в различных пиromеталлургических процессах (плавка, агломерирующий обжиг, селективный восстановительный обжиг, огневое рафинирование металлов и др.). Результаты фундаментальных исследований имеют непосредственное практическое приложение (научные руководители д.т.н., проф. Байсанов С.О. и Толымбеков М.Ж.);

- экспериментально установлен и квантово – химическими расчетами подтвержден ступенчатый механизм образования растворимых соединений золота в цианидно-бактериальных растворах с повышением эффективности и скорости доставки кислорода к поверхности золотовмещающих минералов и образованием гетерокомплексов [A-Au-CN], где A – аминокислоты, образующиеся в результате жизнедеятельности бактерий. Определены физико-химические факторы, влияющие на эффективность выщелачивания золота, в частности, показано, что структурные преобразования комплексных соединений в растворах выщелачивания приводят к интенсификации процесса растворения золота. Полученные фундаментальные данные легли в основу создания эффективных научноемких технологий извлечения золота из некондиционного и упорного минерального сырья (научный руководитель д.т.н., профессор Кенжалиев Б.К.);

- исследовано явление деструкции оксидных расплавов компонентами газовой фазы с помощью импульсного электрического тока. Внедрение атомов кислорода в структуру молекул оксидного расплава приводит к образованию новых оксидов, что значительно повышает температуру плавления системы. В этом случае исходный расплав (или часть его) теряет плавкость и переходит в твердое состояние. Деструкция (или разложение) оксидного расплава может происходить и окислительными, и восстановительными газами. Открытие этого явления служит заключительным фактом в системе экспериментального доказательства молекулярной природы оксидных расплавов – электролитов по современным представлениям. Открытие этого явления ставит вопрос о детальном исследовании микроструктуры жидких систем, поскольку существо-

ствующие представления о составе молекул в расплавах и, в частности, количества кислорода в этих молекулах не поясняют сути обнаруженного явления. Эти фундаментальные исследования имеют важное значение для естественно – научных дисциплин и служат научной основой для ряда технических решений в области металлургии и химической технологии (научный руководитель д.т.н., FEANS Сулейменов Э.Н.).

Основные тенденции в развитии металлургической науки в России это развитие металловедения и материаловедения, в частности, развитие исследований жидкого состояния металлов и соединений на основе металлов в интересах получения функциональных материалов нового поколения, в частности, с использованием нанотехнологий; в области экстрактивной металлургии – развитие фундаментальных исследований с целью создания научной базы для переработки сложного полиметаллического, трудновскрываемого сырья и переработки отходов металлургического и химического производств; развитие техники и увеличение количества экспериментов с целью повышения эффективности исследований в области экстрактивной металлургии; развитие исследований в области физики металлов с целью создания технических решений для получения высоконтеллектуальных сплавов и материалов (например, работы по получению высокопрочного алюминия, по получению «вспененного» алюминия с низким удельным весом и т.п.).

К сожалению, в Казахстане наблюдается постепенная деградация некоторых научных школ. Так, школа в области редких и рассеянных элементов, созданная академиком НАН РК Е.И. Пономаревой, после ее устранения от руководства школой, скатилась до повторения старых исследований, причем даже не развивая удачные достижения этой школы.

Следует отметить, что в Казахстане отсутствует действенная и практически эффективная интеграция металлургической науки в мировое научное сообщество. Руководство наукой боится этой интеграции и всячески препятствует взаимодействию ученых Казахстана с зарубежными партнерами.

За рубежом в том числе и России наблюдаются тенденции к более чем активному развитию исследований, в области переноса нанотех-

нологий в металлургию, как и в России. Различие только в масштабе усилий в этих направлениях (например, в странах дальнего зарубежья только суммарное финансирование исследований в области переноса нанотехнологий в производство широкого круга металлических и неметаллических изделий уже превысило два миллиарда долларов и продолжает увеличиваться.

Продолжает развиваться и активно действует на международной арене школа Центрального Пекинского института горного дела и металлургии, возглавляемая профессором Sun Chuanyao, у которой имеются большие достижения в области обогащения полиметаллических руд.

Постоянно показывает высокие научные и практические результаты в области металловедения и материаловедения школа, возглавляемая профессором K. Chattopadhyay из Индийского Института Наук (Бангалор, Индия). Ее достижения особенно важны для создания материалов для аэрокосмической промышленности.

3. Выводы и рекомендации. Конъюктура на рынке металлов и ее влияние на развитие научных исследований.

Идет стремительный рост научных исследований в области переноса нанотехнологий в технологию получения металлов и материалов. Высокоразвитые страны Европы и США вкладывают большие инвестиции в эту область металлургической науки (металловедение, материаловедение, физико-химические исследования и т.д.).

Центр тяжести металлургической науки в области получения металлов из руд смещается на восток (КНР, Индия, Австралия и др.).

Базовая отрасль промышленности, как производство металлов, особенно цветных и благородных металлов, зависит не только и не столько от рыночной конъюктуры, сколько от экономической политики стран с высокоразвитым (или развивающимся) промышленным производством.

Рекомендуется:

- уделять особое внимание развитию металлургической науки, особенно в области переработки полиметаллических и упорных руд с целью повышения извлечения металлов и сокращения энергетических расходов на технологические процессы, развивать металловедение и материаловедение с целью переноса нанотехнологий на получение металлов, металлоизделий и

материалов, создать крупные центры по материаловедению и металловедению, сосредоточив усилия на подготовке кадров и на развитие лабораторной техники;

- создать Правительственный резервный фонд металлов для защиты отечественного производителя металлов и металлической продукции, обеспечить гибкое использование имеющихся и вводимых в действие мощностей металлургического производства, при необходимости выводить часть мощностей в резерв металлургического производства с целью гибкого реагирования на ценовую политику потребителей металлов и создания политico-экономических предпосылок для получения максимальной выгоды от торговли металлами.

Анализируя состояние науки и ее развитие за период 2006 – 2009 годов в научно-организационном плане можно сделать следующий вывод.

Отдельные руководители научных объединений не в состоянии сформулировать Программу фундаментальных исследований, особенно на стыке естественно – научных дисциплин и металлургической науки. Между тем, эти исследования составляют основу современной фундаментальной науки в области кондиционирования минерального сырья, металлургии, металловедения и нанотехнологии.

Обогащение. Современные технологии флотационного обогащения, применяемые в промышленной практике, не удовлетворяют требованиям комплексного использования невозобновляемого минерального сырья.

Отсутствуют обобщенные научные взгляды на вещественные характеристики руд и энергетические параметры рудных минералов.

Отсутствуют обобщенные критерии оценки степени метаморфизованности руд, оценки физико-химических особенностей различия одноименных минералов в рудах, влияния этих различий на взаимосвязь с минералами включающих пород.

Отсутствие таких научных обобщений тормозит создание эффективных обогатительных технологий, призванных обеспечить комплексность использования невозобновляемых источников минерального сырья.

Отсутствуют развернутые исследования в области создания комбинированных флотореагентов и регенерации использованных флотореагентов.

Рекомендуется:

- организовать проведение масштабных комплексных фундаментальных исследований для обобщения научных взглядов на структуру и физико-химическое состояние минералов в рудах и создания критериев оценки степени метаморфизованности руд, оценки физико-химических особенностей различия одноименных минералов в рудах, влияния этих различий на взаимосвязь с минералами вмещающих пород;

- организовать проведение масштабных комплексных исследований с целью создания оптимальных технологических режимов, обеспечивающих рациональное использование минерально-сырьевой базы металлургии Казахстана;

- расширить прикладные исследования по синтезу комбинированных флотореагентов с целью удешевления технологии и обеспечения большей эффективности и селективности извлечения металлов из руд;

- организовать исследования по регенерации отработанных флотореагентов;

- для воссоздания и развития школы ученых – обогатителей организовать подготовку и стажировку специалистов в ближнем и дальнем зарубежье.

Металлургия.

- наличие стагнации в области фундаментальных исследований с целью совершенствования научной базы высокотехнологичных металлургических производств;

- сочетание отдельных научных достижений высокого порядка с отсутствием координации в фундаментальных исследованиях и отсутствие постоянного анализа достижений и неудач в этих исследованиях;

- наличие мелкотемья и тупиковых научных направлений исследований в области переработки руд и минерального сырья различного характера (например, фундаментальные исследования по обеднению шлаков);

- отсутствие развитых металловедческих школ и научной организации, в которой сосредоточена работа этих школ;

- отсутствие исследований в области жидкого состояния металлов и в области физики металлов для обеспечения технологического прорыва и увеличения Казахстанского содержания в металлургии;

- отсутствие координации усилий и четкого понимания задач исследований с целью перено-

са приемов нанотехнологий в производство материалов, металлов и металлоизделий.

Рекомендуется:

- расширить объем и увеличить интенсивность фундаментальных исследований с целью адаптации металлургических технологий к современной минерально-сырьевой базы металлургической промышленности Казахстана;

- организовать масштабные фундаментальные исследования в области жидких систем, особенно, жидких металлических систем с целью получения данных для новых технологических процессов производства металлов и металлоизделий;

- организовать развитие исследований в области металловедения с целью совершенствования технологических процессов пластической деформации металлов для повышения физико-технических свойств металлопроката и других металлоизделий;

- расширить фундаментальные исследования в области гидрометаллургических процессов на основе достижений ученых Казахстана для повышения эффективности извлечения металлов из руд и концентратов;

- для обеспечения концентрации научных кадров, исследовательских работ для развития металлургической науки в области фундаментальных исследований на стыке естественно-научных дисциплин и теории металлургических процессов, в области металловедения и материаловедения, в области переноса нанотехнологий в технологии получения металлов, материалов и металлоизделий рекомендуется организовать научно-исследовательский институт металлов и материалов.

Подготовка кадров. Настоятельно рекомендуется привлекать к научным исследованиям студентов металлургических, металловедческих и материаловедческих специальностей с первого года обучения, проводить стажировку студентов в передовых исследовательских центрах за рубежом, в том числе, используя хоздоговорные средства и средства правительственные грантов.

Список использованных источников:

1. Материалы и труды 10 Всероссийской конференции по металлическим и шлаковым расплавам. Т. 1-4. Екатеринбург, 2006 год.

2. Труды Международной конференции «Металлургия ХХI века – состояние и стратегия развития», Алматы, 3-5 октября 2006 г.
3. Труды Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы», т. 1-2, Алматы, 2006 г
4. Материалы Юбилейного симпозиума Департамента технологии материалов Индийского института наук, Республика Индия. Бангалор, 4-6 июля 2007 г.
5. Труды Республиканской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития Прибалхашья», Г. Балхаш, 28-29 сентября 2007г.
6. Материалы и труды Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья», Екатеринбург, 26-30 мая 2008 г.
7. Доклады Международной конференции «Коррозия 2008», раздел «Фундаментальные проблемы коррозии и коррозионно-механического разрушения», Львов, Украина, 2008 г.
8. Труды 7-й Международной конференции по свинцово-кислотным батареям. ЛАБАТ 2008, Варна, Болгария, 2008 г.
9. Материалы 1 Международной Казахстанско-Российско-Японской научной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов», Усть-Каменогорск, 24-25 июня 2008 г.
10. Труды 12 Всероссийской конференции по металлическим и шлаковым расплавам. Том 1-3, Екатеринбург, сентябрь 22-26, 2008 г.
11. Труды и материалы Международной конференции «Создание технологии от минералов к материалам – M2M», Египет, Каир, 15-18 декабря, 2008 г.
12. Материалы Международной научно-практической конференции «Металлургия цветных металлов. Проблемы и перспективы». Москва, 2009 г.
13. Материалы и труды Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья», Екатеринбург, 22-24 апреля 2009 г.
14. Материалы конференции «Сарсембиновские чтения – Современные проблемы физики конденсированного состояния, нанотехнологий и наноматериалов», КазНУ им. Аль-Фараби, Физический факультет, Алматы, 18-19 мая 2009 г.
15. *Куц Д.А., Воронцов А.Г.* Изменение структуры жидких металлов при высоких температурах. Известия РАН. Серия Физическая, 2008, том 72, № 10, С. 1461 – 1463.
16. *Сулейменов Э.Н.* Структура жидких систем и электролитическая диссоциация. Доклады НАН РК, № 5, 2008 г., С. 62-67.
17. *Сулейменов Э.Н.* Деструкция синтетических оксидных расплавов компонентами газовой фазы. Вестник Национальной Академии Наук Республики Казахстан, 2009 г, №1, С. 49-54.
18. *Кенжалиев Б.К., Сулейменов Э.Н.* Фундаментальные исследования – основа инноваций в технологии минерального сырья. Материалы 1 Международной Казахстанско-Российско-Японской научной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов», Усть-Каменогорск, 24-25 июня 2008, том 1, С. 677-685.
19. Материалы и труды Европейскогоnanoфорума по развитию нанотехнологий (Nanotech Europe 2009), Чешская Республика, Прага, 8 – 11 июня 2009 г.
20. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Под редакцией М.К. Роко, Р.С. Уильямса, П. Аливисатоса. М: Мир.2002 г., 292 с.
21. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Под редакцией М.К. Роко, Р.С. Уильямса, П. Аливисатоса. М: Мир.2002 г., 292 с.