УДК 001:622:061

ГОРНАЯ НАУКА В АКАДЕМИИ НАУК СССР, ЕЕ РАЗВИТИЕ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ИНСТИТУТОВ ГОРНОГО ДЕЛА И ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР им. АКАДЕМИКА Н. В. МЕЛЬНИКОВА РАН

К. Н. ТРУБЕЦКОЙ,
член Президиума РАН, академик РАН,
Президиум РАН, Москва, Россия

В. Н. ЗАХАРОВ,
директор, чл.-корр. РАН,
ipkon-dir@ipkonran.ru,
Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова РАН,
Москва, Россия

Прослежена история организационного оформления академической горной науки в СССР и современной России. Приведены результаты научных исследований в ИПКОН РАН.

Ключевые слова: *горная наука, Академия наук СССР, Институт горного дела, ИПКОН РАН, научные исследования, геотехнологии, обогащение полезных ископаемых.*

Введение

Со времени образования СССР академическая горная наука в процессе своего организационного оформления прошла долгий путь. Этот процесс завершился в 1977 г. созданием головной научной организации – Института проблем комплексного освоения недр в составе Академии наук СССР (ныне Российской академии наук). В ноябре с. г. Институту исполняется 40 лет, настало время подвести итоги его деятельности.

В данной статье рассказывается об организационных преобразованиях советской горной науки, показана тематика исследований в ИПКОН РАН и освещены основные их итоги.

Организация академической горной науки в советское время

История организационного представительства горной науки в Академии наук СССР началась в 30-е годы XX в. В 1934 г. была проведена реформа академии, ее перевели из Ленинграда в Москву. В академии был организован Технический совет с секциями по различным отраслям промышленности, создана Горнорудная секция (ее возглавил профессор А. М. Терпигорев, будущий академик), в сферу деятельности которой вошли актуальные для горнодобывающей промышленности проблемы, связанные с разработкой месторождений полезных ископаемых.

В 1935 г. вводится новый устав Академии наук СССР, которым предусматривается всемерное содействие подъему теоретических и прикладных наук, изучению и развитию достижений мировой науки, ставится задача изучения природных богатств и производительных сил, укрепления связи науки и техники. Новый устав меняет структуру академии, создается Отделение технических наук. В него вошли группы энергетики, технической механики, технической химии, технической физики, горного дела.

Группа горного дела сформировалась на базе Горнорудной секции Технического совета. Академик А. А. Скочинский был избран заместителем академика-секретаря Отделения технических наук и председателем Группы горного дела. Группа не имела лабораторной базы, бригады ученых проводили работу по накоплению и обобщению практического опыта горнодобывающей промышленности в стране и за рубежом, обоснованию направлений и методов исследований на предприятиях по сокращению потерь при добыче и переработке полезных ископаемых, управлению кровлей, предотвращению рудничных пожаров, исследованию причин внезапных выбросов угля и газа, изучению газообильности угольных шахт.

В дальнейшем в связи с ростом объемов научно-исследовательской работы вместо имеющихся трех в академии создаются 8 отделений: соответственно физико-математических, химических, геолого-географических, биологических, технических наук; экономики и права; истории и философии; литературы и языка.

15 октября 1938 г. Президиум Академии наук СССР принял решение об организации в составе Отделения технических наук (на базе Группы горного дела) Института горного дела со следующими направлениями исследований: методы извлечения полезных ископаемых, тепловые и пирогенные процессы в подземных выработках, рудничная аэрология и вентиляционные процессы, механика горных пород и горная механика. Директором института был избран академик А. А. Скочинский. На этот пост А. А. Скочинский многократно переизбирался до своей кончины в 1960 г.

© Трубецкой К. Н., Захаров В. Н., 2017

Институт горного дела АН СССР (ИГДАН) занял ведущее положение в стране в области горных наук, а сами горные науки были признаны одной из важнейших отраслей знаний и заняли достойное место в академической системе. Это явилось основанием для создания институтов горного профиля в филиалах АН СССР, а также в республиканских академиях наук. Создание горно-геологических институтов в Уральском и Западно-Сибирском филиалах АН СССР, а также в академиях наук Грузии, Казахстана, Киргизии, Украины способствовало повышению уровня и расширению научных исследований в области горных наук.

Однако этот позитивный процесс оказался под угрозой в период первой половины 1960-х годов в связи с неправомерным исключением ИГДАН из состава АН СССР. Институт оставался в академии до 1960 г., в 1961 г. был подчинен сначала Госплану СССР, а затем Министерству угольной промышленности СССР, которое перевело его в г. Люберцы и переименовало после кончины его многолетнего директора академика А. А. Скочинского в Институт горного дела им. А. А. Скочинского. В 1960 г. директором института был назначен тогда член-корр. АН СССР Н. В. Мельников, позднее (1962–1984 гг.) его возглавлял член-корр. АН СССР А. В. Докукин. Отдел обогащения полезных ископаемых ИГДАН, возглавляемый член-корр. АН СССР И. Н. Плаксиным, был передан в состав Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института обогащения твердых полезных ископаемых Министерства угольной промышленности СССР (ИОТТ).

ИГД им. А. А. Скочинского и ИОТТ в силу своей узковедомственной подчиненности утратили ведущее положение в горных науках. Эту роль, наряду с сохранившимся в Сибирском отделении АН СССР Институтом горного дела и рядом других институтов, продолжали осуществлять подведомственные АН СССР Научные советы: по физико-техническим проблемам разработки полезных ископаемых (председатель академик Н. В. Мельников); по физико-химическим проблемам обогащения полезных ископаемых (председатель член-корр. АН СССР И. Н. Плаксин); по проблемам Курской магнитной аномалии (председатель член-корр. АН СССР М. И. Агошков).

Длительное отсутствие в системе Академии наук СССР Института горного дела отразилось на состоянии фундаментальных исследований в области горных наук. Учитывая это, Государственный комитет по науке и технике СМ СССР постановлением № 56 от 28 февраля 1967 г. принял предложения АН СССР о проведении в 1967 г. дополнительных научно-исследовательских работ в области физико-технических горных проблем. Они были поручены Институту физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР, где 20 апреля 1967 г. был организован Сектор физико-технических горных проблем. Инициатором создания, основным организатором и руководителем Сектора был академик Н. В. Мельников. Большую роль в создании и работе сектора сыграли также академик М. А. Садовский и член-корр. АН СССР В. В. Ржевский.

С учетом того, что за 10-летний период (1967–1977 гг.) Сектор физико-технических горных проблем сложился в самостоятельную научную организацию, ЦК КПСС и СМ СССР совместным постановлением № 603 от 4 июля 1977 г. для усиления работ по рациональному использованию недр и комплексному извлечению из них полезных ископаемых разрешил Академии наук СССР создать в Москве на базе указанного сектора головной институт горного профиля. На основе этого решения Президиум Академии наук СССР постановлением от 15 сентября 1977 г. организовал при Отделении геологии, геофизики и геохимии академии Институт проблем комплексного освоения недр (ИПКОН РАН СССР) и утвердил основные направления научных исследований института.

Обладая высококвалифицированным составом научных руководителей, сотрудников и современной исследовательской базой, ИПКОН в короткие сроки поднялся до уровня высокоавторитетного научного центра по проблемам горных наук. В своем приветствии юбилейному заседанию Ученого совета ИПКОН РАН 15 октября 1997 г. вице-президент РАН академик Н. П. Лаверов подчеркнул, что «благодаря самоотверженному и вдохновенному труду организаторов института и тех, кто пришел в него позднее, вам удалось создать признанный в мире Центр горной науки».

Тематика и результаты исследований в ИПКОН РАН

Научная деятельность ИПКОН строится исходя из приоритетных направлений, в том числе программы базового финансирования «Недра Земли» РАН, по которым проводятся исследования следующей тематики:

- геомеханическое преобразование недр и предупреждение техногенных катастроф;
- нетрадиционные экологически безопасные методы разрушения массивов горных пород;
- аэрогазопылединамическое обеспечение комплексного и безопасного освоения месторождений твердых полезных ископаемых;
- методы проектирования, факторный анализ и прогноз освоения месторождений;
- методы равновесного (экологически сбалансированного) природопользования и разработка природоподобных геотехнологий освоения недр;
- определение экономических параметров и комплексная оценка геосистем;
- новые информационные технологии в изучении недр;
- оптимизация параметров геотехнологий при комплексном освоении и сохранении недр, в том числе с роботизированной высокоемкой доставкой горных пород;
- проблемы безопасности производства со взрывоопасной атмосферой;
- новые экологически безопасные процессы и технологии комплексной переработки труднообогатимых руд и минерального сырья;
- физические и химические процессы водоподготовки и извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод.

В последнее десятилетие получены следующие результаты фундаментальных исследований ИПКОН РАН в области отдельных горных наук.

В области геомеханики выявлены закономерности распределения напряжений и перемещений пород в зонах влияния отработанных участков массива в условиях неравнокомпонентного исходного горного давления. Созданы научные основы и разработаны способы техногенного воздействия на породный массив с целью направленного изменения его состояния для обеспечения безопасного и эффективного освоения недр, дана классификация способов управления геомеханическими процессами.

В результате исследований процесса разрушения массивов горных пород под действием взрывных нагрузок разработаны методы управления распределением энергии взрыва в отбиваемом массиве. На основе теоретических разработок создана эффективная технология взрывной отбойки руды пучковыми зарядами при подземной добыче.

Выявлен механизм и составлена модель процесса разрушения горных пород струями химически активных и магнитных жидкостей, что послужило базой для создания нетрадиционных высокоэффективных способов и технологий выемки твердых полезных ископаемых.

В области горной аэрогазопылединамики разработана методология прогнозирования газоносности угольных пластов, рудоносных формаций и вмещающих пород, геологической и технологической приуроченности аномальных по составу и интенсивности выделений взрывоопасных газов при освоении месторождений твердых полезных ископаемых.

Установлено новое физическое явление – свойство органического вещества каменного угля образовывать с метаном метастабильные однофазные системы по типу твердых растворов, что позволяет по-новому подойти к оценке выбросоопасности газоносных пластов и разработке эффективных средств и мероприятий дегазации. Обоснованы принципы и параметры целенаправленного управления искусственной дегазацией выбросоопасных угольных пластов.

Установлены закономерности пылесвязывающих свойств воды и гидрообеспыливающих процессов, выявлены возможности физических методов для измерения запыленности атмосферы и определения величины пылевой нагрузки на человека.

Учеными, специализирующимися в области горной систематологии, разработаны принципы системного подхода и теоретического моделирования при проектировании подземных рудников в условиях комплексного освоения недр; созданы научные основы рационального освоения и охраны недр, сформулированы показатели полноты и комплексности извлечения твердых полезных ископаемых из недр; предложена система оценок техногенной нагрузки на окружающую природную среду и экологической опасности такой нагрузки; построены программные макеты автоматизированных информационных систем для решения геолого-маркшейдерских задач и планирования горных работ.

В области геотехнологии созданы научные основы малоотходных, ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих технологий комплексного освоения природных и техногенных минеральных объектов, разработаны новые методы оценки экономической эффективности освоения месторождений с учетом жизнеспособности горных предприятий в условиях нехватки финансовых средств и нестабильности спроса на сырьевых рынках.

Определена область применения малоотходной технологии с внутренним отвалообразованием на глубоких карьерах. Развит метод оценки устойчивости открытых горных выработок и отвалов с учетом главного влияющего фактора – бокового распора.

Разработаны новые и усовершенствованы существующие методы определения геотехнологических параметров, характеризующих рациональное извлечение запасов из недр; установлены взаимосвязи между параметрами добычных работ, эксплуатационными кондициями на минеральное сырье и рациональным уровнем полноты и качества извлечения при отработке запасов, имеющих промышленное значение.

Созданы научные основы проектирования и применения на карьерах нового мобильного оборудования. Разработан сейсмический способ определения механической рыхлимости породных массивов и определена методика цифровой сейсмометрии. Предложена система автоматизированного проектирования параметров буровзрывных работ на карьерах, базирующаяся на оперативном картировании взрываемых блоков.

Научно обоснованы эффективные и безопасные технологии добычи руд на больших глубинах на основе принципа активного воздействия на разрабатываемый рудный массив, придания несущим конструкциям и подрабатываемой толще заданной искусственной податливости. Данный принцип использован при создании вариантов сплошной системы разработки с закладкой, успешно применяемых на рудниках Норильского ГМК.

Создана новая технология выемки разделительных массивов в условиях повышенной удароопасности руд и пород на глубоких рудниках. Дальнейшее развитие получила технология разработки жильных месторождений на базе комплексной механизации работ и вывода человека из опасных по условиям труда зон применительно к золоторудным и плавиковошпатовым месторождениям. Подведена научно-методическая база под определение рациональных параметров и схем вскрытия жильных месторождений.

Обоснованы приоритетные направления фундаментальных исследований и научно-технического прогресса в процессах добычи и переработки угля на перспективу. Разработаны основные положения методологии комплексного освоения угольных месторождений, предусматривающей технико-экономическую оптимизацию объемов и номенклатуры готовой продукции из извлекаемых георесурсов и использование вновь создаваемых ресурсов недр.

В области обогащения полезных ископаемых созданы теоретические основы направленного повышения контрастности физико-химических, сорбционных и флотационных свойств сульфидных минералов при электрохимическом воздействии постоянного электрического тока на минеральные суспензии. На базе предложенной теории впервые в мировой практике разработаны аппараты и оптимальные режимы экологически безопасной электрохимической технологии кондиционирования минеральных суспензий и промышленных вод в схемах обогащения полезных

ископаемых, благодаря чему достигается замкнутый водооборот, повышается на 3–7 % извлечение ценных металлов и алмазов и снижается расход реагентов.

Разработана теория разделения минералов в структурированных дисперсных системах и предложены новые способы интенсификации гравитационных и флотационных методов обогащения, основанные на использовании вибрационных воздействий. На базе этих исследований создана не имеющая аналога в мире пневматическая пульсационная система, обеспечивающая тонкое диспергирование воздуха при вертикальных колебаниях пульпы в камере флотационной машины.

Предложены методы интенсификации процессов сгущения и флотации техногенного сырья с применением недефицитного и нетоксичного полимера – активной кремнекислоты, а также синтетических флокулянтов и гидрофобных полимеров. Создан алгоритм синтеза технологических вариантов переработки техногенно-минеральных ресурсов.

Заключение

В целом можно констатировать, что к XXI веку сформировался особый стиль деятельности ИПКОН РАН – уникальность тематики решаемых проблем и методов исследований, сочетание научно-методологических подходов с широким выходом на практику, комплексность в изучении технологических, экологических, экономических и других проблем освоения недр Земли.

С результатами исследований в различных областях современных горных наук, выполненных в последнее десятилетие учеными ИПКОН им. академика Н. В. Мельникова РАН, рекомендуем ознакомиться в материалах, изложенных ниже в научных статьях настоящего номера «Горного журнала». ГЖ

УДК 622.7

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В. А. ЧАНТУРИЯ,
главный научный сотрудник, академик РАН,
vohan@mail.ru,
Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова РАН, Москва, Россия

В статье изложены новые методы и методики оценки вещественного, фазового состава, структурных свойств и дефектности тонкодисперсных минеральных частиц микро- и наноразмера применительно к новым видам труднообогатимого и нетрадиционного сырья, позволяющие дать научно обоснованный и достоверный прогноз обогащения и глубокой переработки руд сложного вещественного состава.

Ключевые слова: *обогащение полезных ископаемых, технологическая минералогия, дезинтеграция, флотация, выщелачивание, водоподготовка, охрана окружающей среды.*

DOI: *10.17580/gzh.2017.11.01*

Введение

Основной тенденцией развития современного горно-металлургического комплекса России является необходимость все более широкого вовлечения в переработку труднообогатимых руд, характеризующихся низким содержанием ценных компонентов, тонкой вкрапленностью минеральных комплексов и близкими технологическими свойствами слагающих их минералов.

В этих условиях повышение полноты и комплексности обогащения минерального сырья, создание высокоэффективных, экологически безопасных технологий приобретает первостепенное значение. Оно должно основываться на интенсификации действующих и создании новых способов извлечения компонентов из труднообогатимых руд и техногенных скоплений на базе новейших достижений фундаментальных наук, комбинировании обогатительных и химико-металлургических процессов с применением современных пиро- и гидрометаллургических технологий.

Вследствие вышеизложенного эффективная переработка тонковкрапленных руд со сложным минеральным составом невозможна без проведения их исследования с привлечением современного аналитического оборудования. При этом наряду с применением уже прочно вошедших в практику обогащения поликомпонентных руд методов минералогического анализа большое значение придается разработке новых методик изучения свойств поверхности геоматериалов, имеющих существенное значение при флотационном разделении минералов. Анализ возможностей современных микроскопических и спектроскопических методов исследования показывает, что в большинстве случаев при их традиционном использовании возникают серьезные проблемы, свя-

© Чантурия В. А., 2017