

6П1
Р48

В.В.Ржевский

**Проблемы
горной
промышленности
и комплекса
горных
наук**

Государственный комитет СССР по народному образованию
Московский ордена Трудового Красного Знамени
горный институт

В.В.Ржевский

**Проблемы
горной
промышленности
и комплекса
горных
наук**

2 0 0 7



Малое предприятие "Ладья"
1991

Ржевский В.В.

Проблемы горной промышленности и комплекса горных наук. — Издательство Московского горного института. — ISBN 5-7068-0002-2

Систематизированы знания, необходимые для постановки и проведения исследовательских работ в области горных наук. Предложена полная структура классификации комплекса горных наук, даны основные определения и краткие сведения об истории, основных направлениях развития горных наук и современных проблемах, стоящих перед ними, и в связи с общими проблемами научно-технического прогресса. Изложены проблемы современной угольной промышленности и новые решения по использованию энергии углей и принципам вскрытия месторождений.

Обобщены методологические основы ведения научно-исследовательских работ в качестве рекомендаций преподавателям, научным сотрудникам, соискателям и аспирантам при выполнении научных исследований в области горных наук.

Табл. 11, ил. 13.

2501000000 — 002

Р ————— заказное издание
976 (01) — 91

ПРЕДИСЛОВИЕ

Огромное развитие и значение для народного хозяйства и могущества страны в последние десятилетия получила добыча разнообразного минерального сырья. Разработка месторождений полезных ископаемых и наряду с этим производство больших объемов земляных работ и строительство различных подземных сооружений находится в ведении многих министерств и ведомств. Научное обеспечение этих работ в народном хозяйстве нашей страны осуществляют более ста научных институтов, научные подразделения более 60 высших учебных заведений страны и многие институты системы Академии наук СССР, где в настоящее время трудятся около 900 докторов наук и 20 000 кандидатов наук, способствующих научно-техническому прогрессу горного производства.

Вместе с тем пока еще отсутствуют официальная классификация и структура горных наук. В официальных документах употребляются различные и иногда необоснованные их наименования; близкие по своему содержанию и направлению исследований научные дисциплины горного профиля относятся зачастую к разным наукам. Совокупность горных наук часто называют "горным делом" или "горной наукой", понимая их в узком, отраслевом смысле. Отсутствует также более или менее четкая постановка научных проблем, подлежащих разрешению в области горных наук и горного производства в свете решений XXVII съезда КПСС и мировых достижений научно-технического прогресса.

В этой работе предлагается структурная классификация комплекса горных наук и их научных дисциплин, обобщена направленность ранее выполненных исследований и сформулированы, в первом приближении, современные проблемы горных наук и горного производства на обозримую перспективу.

При написании данной работы перед автором стояла главная задача — показать огромное разнообразие задач комплекса горных наук в связи с решением разнообразных проблем горного производства. Автор отнюдь не претендует на полноту и точность изложения разнообразных научных проблем и достижений, полагая, что эту нелегкую работу лучше выполнят специалисты каждой горной науки или научного направления.

Поставлены во главу всех проблем горного производства современные экономические и экологические концепции и задачи информационного обеспечения прогресса горных наук и горного производства.

Автор выражает надежду, что работа будет полезной в решении однородных научных задач горного производства при учете необходимой взаимной связи горных наук и надеется на отзывы читателей, направленные на совершенствование постановки вопроса.

Отзывы и пожелания просьба направлять по адресу: 117935, Москва, В-49, Ленинский проспект, д. 6, Московский горный институт, академику Ржевскому В.В.

ЧАСТЬ 1

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА ГОРНЫХ НАУК

1. СТАНОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСА ГОРНЫХ НАУК

Истоки горной науки восходят к первым научным обобщениям практики добычи полезных ископаемых. В средние века ценные обобщения по горному делу и геологии дали в своих сочинениях среднеазиатские ученые Бируни и Авиценна. Ульрих Рюлейн фон Кальве (ок. 1465–1523), врач и бургомистр г. Фрайберга, издал (ок. 1500 г.) в Аугсбурге книгу “Полезная горная книжица”, явившуюся наставлением для горняков и металлургов. Первое фундаментальное обобщение накопленного опыта в области добычи и переработки полезных ископаемых выполнено Г. Агриколой, который издал в 1556 г. книгу “О горном деле и металлургии”.

Промышленное освоение расположенных на Рудном Алтае богатейших полиметаллических месторождений было начато в XVIII в. В 1723 г. начата разработка Кольванских рудников, в 1730 г. открыто Березовское, в 1736 г. — Змеиногорское, в 1786 г. — Риддерское, в 1791 г. — Зырянское месторождение. Первые обобщения по горному делу в России сделаны В.И. Генниним, который в 1735 г. окончил описание горно-металлургического производства на Урале.

Термин “Горные науки” принадлежит М.В. Ломоносову, сформировавшему их основы в труде “Первые основания горной науки” (1742 г.). На основе этого рукописного труда в 1763 г. Ломоносов издал книгу “Первые основания металлургии и рудных дел”.

Выдающуюся роль в развитии российской горной науки сыграло открытие в 1773 г. Петербургского горного училища — первого в России высшего технического учебного заведения, позже преобразованного в Горный кадетский корпус горных инженеров, затем в Горный институт.

В июле 1825 года вышел в свет первый номер здания под названием “Горный журнал или Собрание сведений о горном и соляном деле, с присовокуплением новых открытий по наукам, к сему предмету относящимся”. Этому событию предшествовала значительная подготовка, связанная прежде всего с организацией научных кадров, группирующихся вокруг журнала и оказывающих практическую помощь в подготовке материалов для него.

Первый его редактор Е.Н. Карнеев в предисловии к нему писал: “. . . Кто знает? Может быть, издание Горного журнала, нами начатое, составит эпоху в Российской Горной Истории; может быть он послужит к важным и благоуспешным по сей части переменам. Но если бы сего не получилось, то награда наша в том, что мы не тщетно станем трудиться, что цель будем иметь священную: пользу отечества, просвещение современников и благодарность потомства”. Служа этой цели, “Горный журнал” со дня его основания является центром

становления и развития отечественной горной науки и высшего горного образования.

Становлению и выделению отдельных дисциплин Горной науки в России способствовали капитальные работы: в области вскрытия и систем разработки твердых полезных ископаемых — А.И. Узатиса (1843), Г.Я. Дорошенко (1880), А.М. Терпигорева (1906, 1915), Б.И. Бокия (1914); бурения — Г.Д. Романовского (1866); горной механики — И.А. Тиме (1899) и П.А. Олышева; горного давления и сдвижения горных пород — М.М. Протоद्याконова (1907, 1912), П.М. Леонтовского (1912); научных основ безопасности работ в шахтах — А.А. Скочинского (1901), Н.П. Черницына (1917); обогащения полезных ископаемых — Г.Я. Дорошенко (1876), С.Г. Войслава (1876), Г.О. Чечотта (1914), В.А. Гуськова (1915); гидромеханализации — П.П. Мельникова (1836), М.А. Шостака (1891), И.А. Тиме (1891); добычи газа и подземной газификации углей — Д.И. Менделеева (1888); добычи нефти — В.Г. Аби́ха (1853), Н.И. Андрусова (1908), В.Н. Вебера (1911), И.М. Губкина (1916); маркшейдерского дела — В.И. Баумана (1905).

После Великой Октябрьской революции для развития индустрии и энергетики страны необходимо было восстановить и расширить минерально-сырьевую базу.

В.И. Ленин в "Наброске плана научно-технических работ" (1918) наметил пути развития науки в тесной связи с потребностями народного хозяйства.

Созданная в 1918 году Московская горная академия стала центром не только подготовки инженеров для горной промышленности, но и развития горной науки, подготовки профессорско-преподавательских и научных кадров, а также центром распространения горно-технических знаний среди рабочих.

Академия наук СССР приступила к осуществлению обширных исследований в соответствии с потребностями Советского государства. КЕПС АН СССР развернула изучение месторождений редких металлов, горючих ископаемых, калийных солей, бокситов, строительных материалов. С 1919 г. усилилась работа по исследованию Курской магнитной аномалии, в которой активно участвовали академики П.П. Лазарев, И.М. Губкин и др.

Двадцатые годы стали началом организаций нового типа: социалистических научно-исследовательских и учебных институтов, тесно связанных с государственной промышленностью. Открыт Механообр в Петрограде (1920), вновь организован Свердловский горный институт (1921), горные институты в Харькове, Кривом Роге (1922), горные факультеты в политехнических институтах Тбилиси, Баку, Новочеркаска, Владивостока и других городах.

Советское государство осуществляло индустриализацию, при этом существенно возросло значение горных наук.

По декрету В.И. Ленина в Ташкенте было учреждено высшее учебное заведение — Туркестанский государственный университет (1922). Университетом организовывались научные экспедиции во многие районы

Средней Азии. Началось интенсивное изучение природных богатств края, организовано Среднеазиатское отделение Геологического комитета. Под руководством А.Е. Ферсмана изучались полезные ископаемые Ферганской долины и Алмалыка, было открыто Кальмакырское медно-молибденовое месторождение, крупнейшее месторождение меди.

По личной инициативе Ленина с привлечением крупных ученых — специалистов были образованы: Особая комиссия по исследованию КМА (председатель И.М. Губкин), Комиссия по изучению химического сырья залива Кара-Богаз-Гол (Н.С. Курнаков), Коллегия по добыче и переработке Тюямуюнских радиоактивных руд и апатитов (В.И. Вернадский, А.Е. Ферсман, Н.С. Курнаков, В.Г. Хлопин и др.).

Первый этап, связанный с восстановлением промышленности в 20-е годы, характеризуется созданием и развитием научных основ проектирования горных предприятий, организацией исследований по проблемам безопасности в горном деле. Ликвидация частной собственности на землю и недра открыла возможность строительства горных предприятий с оптимальными параметрами при целесообразных горных наделах. Значительную роль в развитии методов проектирования и строительства шахт сыграли работы Б.И. Бокия, М.М. Протодьяконова, А.М. Терпигорева, Л.Д. Шевякова, Г.И. Маньковского и их учеников, в проектировании предприятий по первичной переработке полезных ископаемых — К.А. Разумова, В.А. Рундквина, В.Ю. Бранда. Нормирование и основы планирования горных работ были разработаны М.М. Протодьяконовым. Изучение проблем безопасности проводилось А.А. Скочинским и его школой.

Были изложены основы нефтепромысловой геологии и теории режимов нефтяных месторождений (И.М. Губкин, И.Н. Стрижов и др.), подземной гидродинамики (Л.С. Лейбензон), создана первая классификация систем разработки нефтяных месторождений (М.В. Абрамович), разработаны основы технологии бурения скважин на нефть и газ (В.С. Федоров), создается первый турбобур (М.А. Капелюшников и др.). Развивалась добыча торфа фрезерным и гидравлическим способами (Р.Э. Классон).

Большой вклад в развитие научных исследований на Украине внесли ученые Горного института, открытого в Екатеринославе в 1899 г. В 1921 г. институту было присвоено имя революционера-большевика Артема (В.А. Сергеева) — теперь Днепропетровский горный институт им. Артема. К их числу относились А.М. Терпигорев, М.М. Протодьяконов, В.А. Гуськов, П.М. Леонтовский, А.А. Динник, М.М. Федоров, Л.Д. Шевяков и др. В 1921 г. в Донецке на базе горного техникума основан технический вуз, преобразованный в 1926 г. в Донецкий горный и затем политехнический институт.

Успехи, достигнутые в борьбе за восстановление хозяйства бассейна, поставили задачу расширения шахтного строительства. Была организована первая в угольной промышленности проектная организация — проектное бюро УКС, позднее реорганизованное в Гипрошахт. Большую помощь в апробации проектов шахт и технических предложений создаваемого впервые горношахтного оборудования оказали профес-

сора-консультанты Б.И. Бокий, А.М. Терпигоров, А.А. Скочинский, А.П. Герман, М.М. Федоров, Л.Д. Шевяков, Ф.Н. Шклярский и др., входившие в состав технического совета. Образованное в 1928 г. Днепропетровское проектное бюро (с 1928 г. — филиал Харьковского проектного института Гипрошахт) быстро завоевало признание специалистов горного дела. К работе в новой организации были привлечены Л.Д. Шевяков, А.О. Спиваковский, Н.С. Поляков, Г.М. Еланчик, А.М. Цейтлин и др.

В 1927 г. учреждается Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности труда в угольной промышленности на базе Макеевской Центральной горноспасательной и научно-исследовательской станции (с 1913 г. — первый исследовательский центр России), — крупный научный центр по безопасности труда в горной промышленности (некоторые работы в первые годы организации института курировал А.А. Скочинский, руководящий совместными исследованиями Московского горного института и МакНИИ).

Для решения научно-технических задач в угольной промышленности в 1927 г. организуется Научно-исследовательский угольный институт Донбасса, впоследствии переименованный во Всесоюзный научно-исследовательский угольный институт (ВУГИ). Он принял участие в создании крупного промышленного центра — Донбасса, основного поставщика угля для электростанций, транспорта, металлургии.

К периоду восстановления народного хозяйства относится созыв нескольких съездов и совещаний научных и инженерно-технических работников: в 1921 и 1925 гг. — по вопросам маркшейдерии, в 1922 г. — по вопросам каменноугольной промышленности. В 1925 г. в Горловке состоялся первый Донецкий съезд по безопасности, созданный по инициативе Главного экономического управления ВСНХ СССР.

В 1926 г. в Москве был созван первый Всесоюзный научно-технический съезд, наметивший широкую программу не только создания нового Донбасса, но и реконструкции всей каменноугольной промышленности страны. В 1927 г. — Всесоюзный съезд по безопасности горных работ и горноспасательному делу.

В материалах этих съездов были освещены вопросы борьбы со взрывами газа, внезапными выбросами угля и метана, безопасности труда в условиях газовых шахт.

XVI съезд ВКП (б) призвал ускорить развитие тяжелой промышленности, создать на востоке страны вторую после Донбасса угольно-металлургическую базу — Урало-Кузбасский комбинат. В небывало короткие сроки осуществлялось строительство шахт, заводов, электростанций, создавались средства механизации. Были организованы крупные топливно-энергетические и металлургические регионы на Урале и в Кузбассе.

Были заложены основы нефтепромысловой геологии и теории режимов нефтяных месторождений, подземной гидродинамики, создана первая классификация систем разработки нефтяных месторождений, разработаны основы технологии бурения скважин на нефть и газ, создан первый турбобур.

Такой размах научных исследований стал возможным благодаря созданию коллективов творческих работников (кафедры учебных институтов, научно-исследовательские и проектные организации).

Во всех горных вузах были организованы, в соответствии с решением Пленума ВКП(б) в июле 1928 г., специальные научно-исследовательские секторы и научно-исследовательские лаборатории. Они сыграли значительную роль в развитии научных исследований и подготовке научных кадров.

К 1929 г. добыча угля, нефти и другого минерального сырья в СССР превысила довоенный (1913) уровень.

В 1929 г. началось строительство Магнитогорского и Кузнецкого металлургических комбинатов. Магнитогорский рудник мощностью 7,5 млн т руды в год вступил в строй в мае 1931 г. Одновременно велась реконструкция Высокогорских рудников мощностью 5,3 млн т и Бакальских — мощностью 3,4 млн т руды. По опыту Урала в это время были сделаны выводы о путях дальнейшего развития горной и металлургической промышленности. Большую роль в обосновании этого курса сыграли выдающиеся горные научные и промышленные деятели — И.П. Бардин, Г.К. Орджоникидзе, И.Ф. Тевосян, Н.А. Стариков, Б.П. Боголюбов и др. В 1930 г. был организован Московский нефтяной институт во главе с И.М. Губкиным.

Историческое решение Совета Труда и Оборона Союза ССР о всемерном подъеме экономики Казахстана, изданное 1 сентября 1930 г., по праву считается началом летописи социалистического развития Казахстана. Первые 4 разведочно-эксплуатационные шахты были заложены в 1930 г.

15 августа 1931 г. ЦК ВКП(б) вынес постановление, в котором указывалось, что географическое положение Карагандинского бассейна, наличие огромных запасов углей, коксуюмость их, благоприятный характер их залегаания требуют создания на базе угольных месторождений Караганды третьей угольной базы СССР. Было заложено 19 наклонных шахт. В течение двух пятилеток Карагандинский угольный бассейн вырос в мощную базу страны. В 1936 г. при тресте "Карагандауголь" было организовано проектное бюро (в декабре 1941 г. на его базе — Государственная проектная контора "Карагандагипрошахтпроект"). Проектирование крупных шахт в то время производилось в Москве, Ленинграде, Ташкенте и Новосибирске.

В 30-х годах при Донугле было организовано Особое бюро по управлению кровлей, в 1932 г. — специальная комиссия по проблеме управления горным давлением. Такие работы велись в ВУГИ, Днепропетровским горным институтом, группой АН СССР, Центральным научно-исследовательским бюро — ЦНИИМБ, МакНИИ, Институтом механики и математики ЛГУ, МГИ, ЛГИ, ВНИМИ и др.

При группе техники АН СССР был организован Технический совет, который возглавлял академик Г.М. Кржижановский. Члены совета осуществляли связь Академии с ведомственными научно-исследовательскими институтами и разрабатывали мероприятия по скорейшему внедрению результатов научных исследований в народное хозяйство. В состав Технического совета входило несколько секций по важнейшим отраслям

промышленности, в том числе горнорудная во главе с А.М. Терпигоревым.

В 1932 г. в Киргизии была организована комплексная экспедиция по изучению производительных сил (исследования проводились на сурьмяно-ртутных месторождениях).

В 1932 г. создана Казахская база АН СССР, развернувшая исследования в области геологии (в 1938 г. база реорганизована в Казахский филиал АН СССР). Особое внимание было уделено разведке и добыче полезных ископаемых, разработке технологии обогащения руд, производству огнеупоров и стройматериалов.

В 1932 г. были созданы Уральский и Дальневосточный филиалы АН СССР.

В 1935 г. Совнарком утвердил новый устав АН СССР, согласно которому к имевшимся двум отделениям прибавилось Отделение технических наук. Отделение состояло из нескольких групп, среди которых имела группа горного дела, возглавляемая А.А. Скочинским. В нее входили А.М. Терпигорев, А.П. Герман, И.М. Бахурин, М.М. Федоров, Л.Д. Шевяков и др. Одной из первоочередных задач, стоявших перед группой, было определение наиболее важных проблем горной промышленности в период роста народного хозяйства.

В годы первых пятилеток Академия наук СССР сыграла важную роль в промышленном освоении восточных районов, в создании там второй угольно-металлургической базы СССР.

Одним из мероприятий по упорядочению научно-исследовательских работ в стране было проведение Группой горного дела АН СССР координационного совещания (1937 г.) по управлению горным давлением, в котором приняло участие 47 научно-исследовательских учреждений.

В 1938 г. Группа горного дела была преобразована в Институт горного дела при Отделении технических наук АН СССР.

В 1938 г. было создано Киргизское геологическое управление.

В 1932 г. на Украине был изготовлен первый угольный комбайн А.И. Бухмутского, оснащенный двумя отбойными штангами. В 1935 г. изготовлен угольный комбайн конструкции В.Г. Яцких и Г.И. Роменского. С 1937 г. Горловский машзавод приступил к промышленному производству комбайнов А.И. Бухмутского. С 1939 г. Горловский машзавод приступил к промышленному изготовлению комбайнов А.К. Сердюка, опередив тем самым зарубежные фирмы в области комбайностроения. Это способствовало переходу шахт Донбасса на более прогрессивные столбовые и сплошные системы разработки, панельную подготовку, а также повышение нагрузки на очистной забой и выемочное поле. Созданы и внедрены различные виды металлической крепи в шахтах, предложены системы электроснабжения механизированных лав. Была запроектирована и построена первая опытная гидрощахта в тресте "Орджоникидзеуголь" под рук. В.С. Мучника; были созданы первые гидромониторы, а также проекты 10 гидрощахт и др. Создание и внедрение диспетчеризации на 70 шахтах Донбасса осуществлялось Донецкой опытной станцией ВУГИ и группой диспетчеризации ВУГИ.

Разрабатывались технические проекты и задания новых горных машин и механизмов, проводились шахтные испытания образцов; были сформулированы основные требования к параметрам врубовых машин отечественного производства, их производство осваивалось на Горловском машиностроительном заводе.

Начавшаяся Великая Отечественная война выдвинула перед советской наукой новые требования. На экстренном расширенном заседании Президиума АН СССР, состоявшемся 23 июля 1941 г., было принято решение о срочной перестройке планов научно-исследовательских работ в связи с требованиями обороны страны. Под председательством президента АН СССР В.Л. Комарова была организована комиссия по мобилизации ресурсов Урала на нужды обороны, которая в дальнейшем охватывала своей деятельностью Западную Сибирь и Среднюю Азию. В работе этой комиссии приняли активное участие академики В.А. Обручев, Л.Д. Шевяков и др.; зам. председателя комиссии был назначен А.А. Скочинский. С апреля 1942 г. деятельность комиссии распространилась на Западную Сибирь и Казахстан, вследствие чего она стала именоваться Комиссией по мобилизации ресурсов Урала, Западной Сибири и Казахстана на нужды обороны. В конце 1941 г. бригада ученых во главе с А.А. Скочинским и Л.Д. Шевяковым выясняет состояние рудной базы Западной Сибири для обеспечения Кузнецкого металлургического завода рудой и подводит итог по установлению производственных мощностей шахт Кузнецкого бассейна.

Резко возросло значение Урала в годы Великой Отечественной войны. На Урал было эвакуировано 667 заводов. На Урал и Восточные районы легла задача обеспечения народного хозяйства стратегическими металлами: железом, алюминием, медью, кобальтом, золотом, никелем и др. Были введены в строй новые рудники и шахты, вырос объем добычи на уже действовавших рудниках.

Был составлен план развития добычи угля открытым способом в Коркине и подземной добыче в Кизеловском районе, разработан план ускорения добычи алюминиевой руды — боксита на Соколовском и Пироговском рудниках. В начале 1943 г. были разработаны обоснования развитию разработки каменного угля, марганцевых и полиметаллических руд Западной Сибири.

Л.Д. Шевяков, В.И. Геронтьев, А.П. Судоплатов совместно с инженерами Наркомата угольной промышленности, находящимися в Перми, разработали положение "О государственной комиссии по воссозданию производственной мощности Донецкого и Подмосковного бассейнов". Бюро по восстановлению шахт Донбасса возглавили А.М. Терпигорев и Н.М. Покровский. Планы восстановления шахт разрабатывались с широким привлечением ученых ИГД АН СССР, ВУГИ и высших учебных заведений. В небывало короткие сроки (менее 9 месяцев) были восстановлены шахты Подмосковья и в течение 6 лет полностью восстановлены шахты Донецкого бассейна.

Кольская база АН СССР, эвакуированная в Коми АССР, сконцентрировала свои усилия на изучении производительных сил этой республики.

Работы в Кировске были возобновлены в 1943 г. Часть сотрудников базы осталась в Сыктывкаре и положила начало созданию в Коми АССР филиала АН СССР.

Резко возросли объемы исследований в годы Великой Отечественной войны в Киргизии в связи с эвакуацией в нее ряда научных учреждений АН СССР и вузов. В 1943 г. создан Киргизский филиал АН СССР (с 1954 г. — АН КиргССР).

В 1943 г. Комитет Обороны принял решение о восстановлении ВУГИ в Москве. Развернулись большие работы по промышленному освоению Ангренского бурогоугольного бассейна, был создан "Узбекский Донбасс" — Ангренский угольный бассейн.

Добыча угля открытым способом началась в комбинате "Карагандауголь" с 1941 г. Значительно выросла добыча угля в Казахстане; На основе работы бригады АН СССР в Карагандинском бассейне было признано необходимым для получения коксовых углей применять предварительное обогащение их механическим путем, ориентироваться на мокрое обогащение и строить углеобогатительные фабрики вблизи заводов-потребителей. В Джезказганском месторождении марганца были обнаружены большие запасы руды, которые были недостаточно разведаны.

Большую научно-техническую помощь предприятиям бассейна оказали ученые Московского горного института, эвакуированные в Караганду в ноябре 1941 г.

В 1943 г. А.А. Скочинским и Л.Д. Шевяковым были высказаны соображения о необходимости организации в Новосибирске Западно-Сибирского филиала АН СССР в целях развития научных исследований по изучению природных ресурсов Западной Сибири и разработки научных основ развития этого края. Организация филиала была поручена А.А. Скочинскому. В течение нескольких лет А.А. Скочинский руководил Западно-Сибирским филиалом АН СССР. Филиал объединял 4 института: горно-геологический, химико-металлургический, транспортно-энергетический и медико-биологический с центром в Новосибирске и базами в Томске, Омске, Кемерово, Прокопьевске, Кузнецке, Барнауле; филиал превратился в мощный очаг науки и со временем стал базой для организации СО АН СССР.

Необходимо было создать и наращивать производственные мощности в восточных районах страны; скоростными методами строились шахты, угольные разрезы, обогатительные фабрики для обеспечения предприятий черной металлургии коксующимися углями, электростанций и транспорта — топливом, химической промышленности — сырьем. Была проведена большая работа по мобилизации ресурсов Урала, Западной Сибири и Казахстана на нужды обороны. Кузнецкий научно-исследовательский угольный институт, пополнивший в те годы свои кадры сотрудниками эвакуированного ВУГИ, МакНИИ и учебных заведений (Донецкого индустриального, Московского и Ленинградского горных, Криворожского горнорудного), принимал активное участие в разработке вопросов, имевших в дни войны первостепенное значение, оказывая горнодобывающим предприятиям восточных районов СССР научно-техническую помощь.

2. О СТРУКТУРЕ КОМПЛЕКСА ГОРНЫХ НАУК

Под "горным искусством" ранее понималась система приемов и методов практической деятельности, связанной с разведкой, добычей и переработкой полезных ископаемых.

В настоящее время под "горным делом" понимают область производства, относящуюся к способам и средствам трудовой деятельности человека при разведке месторождений, разработке их и первичной переработке любых видов полезных ископаемых, а также при строительстве горных предприятий и подземных сооружений различного назначения.

Как известно, наука возникает под влиянием практической потребности и как способ познания включает три стадии: 1) наблюдения и эксперименты; 2) их обобщение, результаты которого выражаются в создаваемых территориях; 3) практическая проверка инстинктивности обобщений.

Современные горные науки — это комплекс наук об освоении недр и первичной переработке полезных ископаемых.

Горные науки создают технологию, технику, экономику и организацию горного производства на основе изучения процессов разработки разнообразных месторождений полезных ископаемых в тесной взаимосвязи с геологическими условиями их залегания, познают физические процессы и явления, происходящие в толще горных пород при сооружении в ней горных выработок, технологию комплексного извлечения полезных компонентов из разрабатываемых горных пород, их первичную переработку, условия строительства горных предприятий и создания горных транспортных машин и их комплексов.

На современном этапе развития науки и техники возникла необходимость на достаточно строгой методологической основе разработать целостную структуру горных наук и различных теорий горного производства, которые должны в единстве увязать геологические, технологические, технические, экономические, социальные и экологические аспекты горного производства.

Последовательность действий при ведении горных работ: найти то, что подлежит разработке, разведать найденное, обосновать целесообразность и масштабы ведения работ, вскрыть и добыть найденное, обогатить и переработать для пользы общества, обеспечить стабильность экологической системы. Следует находить границы, где заканчивается, например, геология, где начинаются собственно горные науки, а где начинается химическая технология или металлургия. Особую актуальность приобрели экологические аспекты разработки месторождений полезных ископаемых.

Объектами изучения горных наук являются:

месторождения твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых, запасы которых разведаны и состоят на государственном учете, и горные породы, вмещающие полезные ископаемые, находящиеся в пределах горных отводов, выделенных горным предприятиям;

способы и методы добыwania полезных ископаемых и разработки горных пород (скважинная, открытая, подземная, подводная технология), их переработки и обработки, а также строительства специальных подземных и наземных сооружений на основе характеристик массивов и месторождений;

технические средства разведки, добыwania, первичной переработки полезных ископаемых и строительства специальных сооружений в соответствии с технологией горного производства, а также способы их энергообеспечения, средства связи, контроля и автоматизации процессов добычи и переработки полезных ископаемых;

способы и технические средства обеспечения безопасности производства горных работ и строительства сооружений;

экологические последствия горных работ и мероприятия, направленные на охрану природных ресурсов – минеральных, водных, воздушных и экологического равновесия регионов;

способы и средства организации и управления горным производством и повышения его экономической эффективности; минеральные, материальные и трудовые ресурсы горного производства.

Основные задачи комплекса горных наук заключаются в обобщении и анализе производственного опыта; в установлении закономерностей процессов, происходящих в массивах пород и добытой горной массе; в научном обеспечении комплекса горных, горно-строительных и вспомогательных работ, осуществляемых в народном хозяйстве при добычании и первичной переработке разведанных запасов полезных ископаемых (в твердом, жидком и газообразном состоянии) и строительстве подземных сооружений.

Горные науки в своем развитии всегда опираются на достижения геологии, физики, химии, геофизики, геохимии, механики, прикладной математики, теории сопротивления материалов, теории упругости и пластичности, аэро- и гидромеханики, теории механизмов и машин, электродинамики, электротехники, геодезии, политэкономии и экономики народного хозяйства и информатики. Имеется и обратная связь: решение прикладных задач горных наук во многом способствовало развитию указанных естественных, технических и общественных наук.

Отрасли горного производства наряду с сельским хозяйством являются начальными и ведущими звеньями в хозяйственном организме страны: они обеспечивают минеральным сырьем производство трех четвертей продукции, потребляемой обществом. В силу этого их нельзя отрывать от экономики народного хозяйства, экономических и социальных законов общественного производства.

Для всех отраслей горного производства и горных наук характерен многоотраслевой технический и экономический подход к решению научных и производственных задач, комплексный подход к использованию полезных ископаемых в сочетании с требованиями минимального ущерба природе.

Вместе с тем горные науки включают в себя накопленные эмпирические знания и теоретические решения, специфические только для горного производства. Это прежде всего методы и теории:

физико-технической и химической оценки и характеристики пород и массивов вообще и полезных ископаемых, в частности, для целей их разработки и переработки;

экономической оценки, планирования и организации отраслей горного производства; оценки запасов недр, экономической эффективности разработки и переработки полезных ископаемых, организации горного производства и управления им;

создание экономико-математических моделей повышения эффективности горного производства;

маркшейдерско-геодезического обеспечения горных работ и геометризации недр, горного давления, устойчивости массивов и управления состоянием массива горных пород, безопасного поддержания горных выработок и скважин;

вскрытия рабочих горизонтов и систем разработки залежей применительно к подземным, открытым, скважинным и подводным работкам;

сооружения подземных и наземных горных выработок различного назначения;

первичной переработки (обогащения) и обработки добытого природного сырья;

проектирования природно-технических комплексов добывающих и перерабатывающих предприятий;

конструирования, изготовления и эксплуатации комплексов горных, транспортных машин, обрабатывающих и перерабатывающих установок для всех отраслей горного производства;

энергообеспечения, энергооборудования и автоматизации горных работ; аппаратуры контроля горного производства;

охраны труда и жизнеобеспечения миллионов горнорабочих, охраны окружающей среды от вредного влияния горных работ, учета социальных и экологических факторов при организации производства.

Интенсивное развитие горных отраслей и народного хозяйства в последние 50 лет предопределило (не всегда с должным опережением) развитие комплекса горных наук таким образом, что отдельные направления и дисциплины горных наук тесно переплелись с конкретными производственными задачами отраслей горного производства. В настоящее время появились многочисленные отраслевые (редко межотраслевые) научно-исследовательские институты, научные лаборатории и научные подразделения, проектные и конструкторские организации, а также институты и лаборатории в системе Академии наук СССР. Продолжается их организация и в горных вузах и факультетах станы, подготавливающих горных инженеров всех специальностей.

Современное состояние горного производства, соотношения объемов горных работ показаны на рис. 1.

Если к расходам по добыванию и первичной переработке полезных ископаемых добавить расходы государственных средств на доставку сырья к его потребителям, то соотношение расходов государственных средств в горнодобывающих отраслях производства примерно будет пропорциональным соотношению объемов производства.

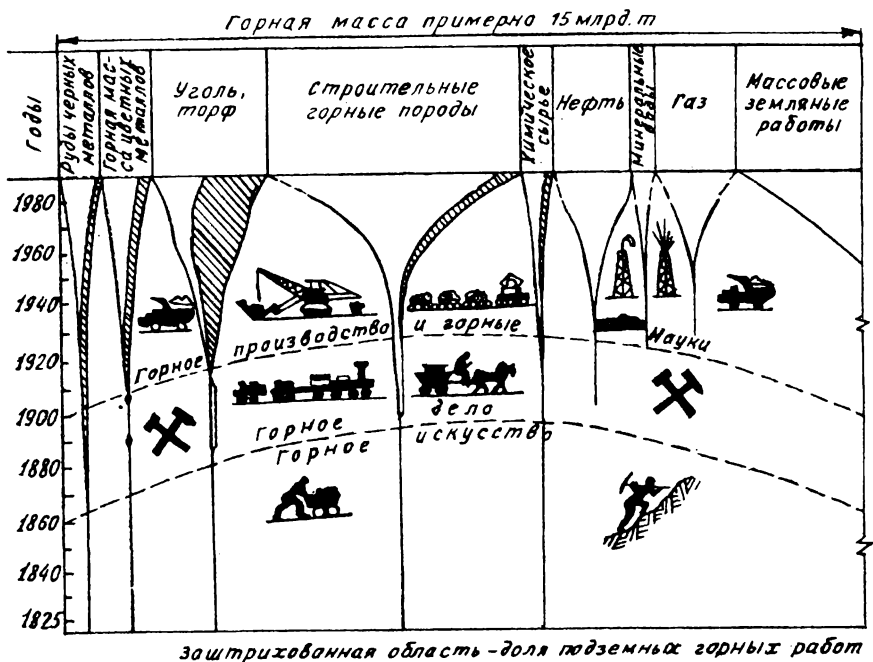


Рис. 1. Объемы горной массы и их распределение по годам и видам производства.

Отдельные горные науки и горные научные дисциплины имеют свое приложение и использование практически во всех отраслях горного производства, но в различной мере в силу своей значимости для конкретных видов производства и отраслевых решений.

Сферы хозяйственной (производственной) деятельности, к которым относятся научные разработки горного профиля, следующие:

- разработка месторождений нефти, битумов и подземных вод;
- разработка месторождений природного газа и газоконденсатов;
- строительство подземных и наземных сооружений различного назначения, в том числе рудников и шахт;
- разработка месторождений угля, сланцев;
- разработка месторождений руд черных металлов;
- разработка месторождений руд цветных, редких, радиоактивных и драгоценных металлов, драгоценных и поделочных камней, россыпей и горнотехнического сырья;
- разработка месторождений горно-химического сырья;
- разработка месторождений цементного сырья, месторождений строительных горных пород и декоративного камня;

разработка месторождений других видов полезных ископаемых (торф, пищевая соль, ископаемые, содержащиеся в морской воде, и т.п.);

массовые строительные (земляные) работы (сфера строительства).

Особенности горного предприятия, как объекта проектирования, планирования, управления и приложения горных наук:

низкая достоверность, высокая степень изменчивости и часто неопределенности и недостаточность исходной информации;

разнообразие видов информации, перерабатываемой при научных исследованиях (геологическая, климатическая, топографическая, технологическая, экологическая, экономическая и т.д.);

динамичность горных предприятий и необходимость длительного срока их существования и оценки;

трудность и зачастую практическая невозможность проведения промышленных и лабораторных экспериментов и необходимость замены их приближенными вычислительными экспериментами и экономическими экспертизами;

высокая степень взаимодействия с окружающей средой и необходимость оптимизации этого взаимодействия и охраны окружающей среды на длительный срок и др.

На формировании цикла горных наук в значительной мере сказывалась их отраслевая направленность. Например, значительно отделились науки, обеспечивающие разработку нефтяных и газовых месторождений, от наук, связанных с разработкой твердых полезных ископаемых.

Выделились науки, обеспечивающие строительство подземных сооружений, технологию подземных и открытых горных работ, а также технологию подводной добычи полезных ископаемых.

Издавна самостоятельно развивались науки по обогащению и первичной переработке добытых полезных ископаемых.

Вместе с тем бесспорно то, что фундаментальные научные положения каждой из горных наук и научных дисциплин имеют единую связь с естественными науками и являются в принципе общими, безотносительно к отраслям народного хозяйства.

Цикл горных наук включает в себя (см. табл. 1.1):

1. Прикладные науки, обеспечивающие связь экономики народного хозяйства с отраслевой и производственной экономикой и с проблемами организации и управления горным производством, которые в целом можно именовать "Экономика и управление горным производством".

2. Экология горного производства и комплексное освоение недр.

3. Прикладные геологические дисциплины, которые можно объединить наименованием "Горнопромышленная геология".

4. Прикладные науки общего значения для всех горных технологий, относящиеся к циклу горных наук "Маркшейдерия и геометрия недр".

5. Прикладные науки, использующие достижения естественных наук, прежде всего физики и химии, для всех отраслей горного производства. Их можно объединить под общим названием "Физические и химические

процессы горного производства" ("Физика, химия и биология при горных работах").

6. Цикл научных дисциплин, обеспечивающих технический прогресс в области скважинных методов разработки месторождений полезных ископаемых — нефти, природного газа, термальных, минеральных и бытовых вод, в том числе скважинных методов добычи твердых полезных ископаемых. Общее наименование этого цикла может быть "Скважинная горная технология".

7. Научные дисциплины, обеспечивающие специфическую связь горного производства со сферой строительства в целом, дающие обоснования и научные решения для горно-строительных работ различного назначения. Их можно именовать "Строительная горная технология".

8. Цикл научных дисциплин, обеспечивающих технический прогресс открытых горных разработок всех видов полезных ископаемых (в том числе торфа, нефти и ее производных), их технологии, комплексной механизации, электрификации, автоматизации и проектирования комплексов. Его общее наименование — "Открытая горная технология".

9. Цикл научных дисциплин, обеспечивающих технический прогресс подземной добычи всех видов полезных ископаемых (в том числе нефти и ее производных), — их технологии, комплексной механизации, электрификации, автоматизации и проектирования комплексов. Этот цикл научных дисциплин может быть объединен под общим названием "Подземная горная технология".

10 и 11. Научные дисциплины, обеспечивающие технический прогресс гидромеханизированной технологии, техники, а также производства горных работ по добыче полезных ископаемых со дна естественных и искусственных водоемов, а также со дна морей и океанов с названиями "Гидромеханизированная и горная технология" и "Подводная горная технология"; с ними тесно связана научная дисциплина о производстве земляных работ на суше гидравлическими методами.

12. Цикл научных дисциплин, обеспечивающих прогресс различных способов и технических средств обогащения и первичной переработки добываемых полезных ископаемых. Их наименование -- "Обогащение полезных ископаемых" или более широкое для всех видов полезных ископаемых — "Технология первичной переработки минерального сырья".

13. Цикл научных дисциплин, обеспечивающих прогресс в области создания, эксплуатации ремонта горных машин, комплексов, агрегатов и другого горного и электромеханического оборудования, используемого для скважинной, подземной и открытой добычи полезных ископаемых, их переработки, выполнения геолого-разведочных работ и строительства горных предприятий. Их можно именовать "Горная электромеханика (горные и обогатительные машины, электрификация и автоматизация горных работ)".

* * *



По аналогии с наименованиями "География", "Геодезия", "Геология", "Геофизика", "Геохимия" целесообразно всему циклу горных наук дать наименование "Геотехнология". Содержание, достижения, задачи и методы каждой из упомянутых горных наук и научных направлений являются предметом специального изучения.

Общий объем добычи полезных ископаемых к 2000 г., вероятно, должен возрасти примерно в 1,5 раза.

Увеличение объема добычи полезных ископаемых осложняется рядом негативных явлений, основными из которых следует считать:

вовлечение запасов более бедных и низкого качества полезных ископаемых;

увеличение объема добычи полезных ископаемых из месторождений, залегающих в неблагоприятных горно-геологических условиях, характеризующихся большой глубиной залегания, высоким горным давлением, значительной водообильностью, повышенной температурой и пр.;

вредное воздействие горных работ на окружающую среду;

необходимость проведения обязательных работ по сохранению природной среды (ландшафта, почв, атмосферы и т.д.).

Только путем воплощения научных идей и знаний в высокоэффективные технологические процессы и технические средства производства можно обеспечить компенсацию возрастания затрат труда и средств при горных работах, обеспечивающих извлечение из недр ценных и необходимых народному хозяйству полезных ископаемых. Ускорение развития горнодобывающих отраслей сдерживается не только необходимостью освоения новых, часто более бедных, месторождений в отдаленных и труднодоступных районах и сокращением трудовых ресурсов, но и усложнением горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождений и обогатимости руд на уже освоенных объектах, снижением уровня кондиций и действующих запасов.

Научно-технический прогресс в отраслях базировался на имеющейся в стране разнообразной сырьевой базе и производственных мощностях горного машиностроения. Вместе с тем реальное превращение горных наук в непосредственную производительную силу — сегодня главное, что может дать экономический и социальный эффект для народного хозяйства.

В Советском Союзе, как известно, добывается 26% мирового объема полезных ископаемых и по некоторым из них он занимает ведущее место. В последние годы выявлено и разведано более 20 тыс. новых месторождений полезных ископаемых. СССР занимает первое место в мире по разведанным запасам торфа, угля, железных руд, а также некоторых других важнейших минеральных ресурсов. Однако запасы их распределены весьма неравномерно и большей частью размещены за Уралом.

Изучение богатств недр значительно дороже, чем изучение других ресурсов, а достоверность знаний о балансовых запасах, признаваемых готовыми к промышленному освоению, все еще далеко недостаточна. В связи с этим в горнодобывающих отраслях промышленности

особенно важно использование долгосрочных и вместе с тем гибких технологических решений, позволяющих поэтапно достигать высоких экономических результатов.

Научно-технический прогресс немыслим без интенсификации научных исследований. За последние десятилетия изменились задачи и уровень научных кадров, занятых на основных направлениях развития горных наук. Использование вычислительной и другой современной техники дало возможность освоить и внедрить новые методы исследований. Этому способствовали также изменения в системе горного образования, где проводится более глубокая подготовка инженера к научным исследованиям, значительно улучшено и стало повсеместным изучение физико-математических и других фундаментальных наук.

Одним из основных направлений повышения научного потенциала является принцип первоочередности задач, т.е. концентрации научных сил и ресурсов на главных вопросах, решение которых определяет коренное преобразование технологии и техники горных работ.

Первоочередность решения задач требует дифференциации горных наук, специализации научных организаций и развития междисциплинарных связей. Это возможно только на основе четкой классификации системы дисциплин горной науки. Обобщение состояния каждой дисциплины горной науки необходимо для выделения идей и теорий, требующих ускоренного их внедрения с целью получения продукции с заданными качествами и свойствами. Для этого необходимо использовать средства и системы сбора, переработки, хранения и использования информации, всемерного развития геоинформатики.

Успешное развитие названных направлений позволит обеспечить научный и технический прогресс в области горных наук, способствовать наиболее полному вовлечению в сферу производства разнообразных минеральных богатств страны и, главное, комплексно использовать минеральные ресурсы при резком сокращении общих объемов горных работ при минимуме вредных экологических последствий.

Т а б л и ц а 1

**Структура комплекса горных наук
Геотехнология**

Науки	Научные дисциплины и направления
1. Экономика, планирование, организация и управление горным производством	Экономика геологоразведочных работ Экономика скважинной технологии Экономика открытой и подземной технологии Экономика переработки минерального сырья Планирование горного производства Организация и управление горным производством Нормирование горных работ Анализ хозяйственной деятельности Геоинформатика История горного производства

Науки	Научные дисциплины и направления
2. Экология горного производства и комплексное освоение недр	<p>Охрана минеральных ресурсов Охрана ресурсов подземных вод Охрана минеральных ресурсов акваторий Охрана земной поверхности; рекультивация земель Охрана атмосферы</p>
3. Горнопромышленная геология	<p>Экономика комплексного освоения недр Экономика природоохранных мероприятий Гидрогеология горного производства Инженерная геология горного производства Геология нефти и газа Геология гидроминерального сырья Геология углей, сланцев и торфа Геология рудоминерального сырья Геология строительных горных пород Геология морского и океанического дна Техника и технология разведки Охрана труда</p>
4. Геометрия недр, маркшейдерия	<p>Теория маркшейдерско-геодезических измерений и математической их обработки Маркшейдерские и геодезические работы при разведке и при строительстве предприятий Маркшейдерские работы при открытой горной технологии Маркшейдерские работы при подземной горной технологии Маркшейдерские работы при скважинной горной технологии Маркшейдерские работы при подводной разработке месторождений Геометризация форм и условий размещения свойств массива и залежей полезных ископаемых Геометризация процессов сдвижения, происходящих в недрах и на земной поверхности Управление движением запасов на горном предприятии</p>
5. Физические и химические процессы горного производства	<p>Геофизика горного производства (включая промышленную и горную геофизику) Физика и химия пластов и залежей (нефтяных, газовых, угольных, сланцевых, торфяных, рудных и др.) Физико-технические и химические свойства массива горных пород и горной массы Механика и устойчивость массивов Подземная гидро- и газодинамика Управление свойствами и состоянием массива и горной массы Физика взрыва — механическое перемещение и разрушение пород, сейсмическое и воздушное действие взрывом Физика невзрывных процессов разрушения и упрочнения пород Физико-технический контроль производства Физико-химические и биологические (специальные) методы горных работ Аэрология горных предприятий и охрана труда</p>

Науки	Научные дисциплины и направления
6. Скважинная горная технология	<p>Технология и техника сооружения скважин Технология и техника строительства трубопроводов Технология и техника разработки нефтяных и битумных месторождений Технология и техника морской разработки нефтяных и газовых месторождений Технология и техника разработки месторождений природного газа и газоконденсата Технология и техника добычи питьевых, промышленных, термальных и минеральных вод Скважинная разработка месторождений твердых полезных ископаемых Подземная гидродинамика Трубопроводная гидродинамика Нефтегазопромисловая механика Электрификация, автоматизация и управление Проектирование нефтегазохимических комплексов Охрана труда</p>
7. Строительная горная технология	<p>Процессы горностроительных работ Технология и техника сооружения подземных выработок Технология и техника строительства специальных подземных сооружений Технология и техника строительства горно-технических сооружений на поверхности Теория электрификации, автоматизации и управления строительной горной технологией. Теория проектирования комплексов Охрана труда</p>
8. Открытая горная технология	<p>Процессы открытых горных работ Вскрытие и системы открытых горных работ Технология и процессы разработки и переработки торфа</p>
9. Подземная горная технология:	<p>Теория технологии и технических средств при массовых земляных работах Теория машин и комплексов открытых горных работ и карьерного транспорта Электрификация, автоматизация и управление предприятиями Теория проектирования комплексов Охрана труда</p>
<p>а) разработка угольных и сланцевых месторождений; б) разработка рудных и неметаллорудных месторождений; в) подземная разработка нефти и битумов</p>	<p>Процессы подземной разработки углей и сланцев Процессы разработки руд Вскрытие и системы подземных разработок месторождений угля и сланцев Вскрытие и системы разработки рудных месторождений Эксплуатация машин и комплексов подземных разработок Эксплуатация стационарных машин и комплексов Электрификация, автоматизация</p>

Науки	Научные дисциплины и направления
10. Гидромеханизованная горная технология	Управление подземной горной технологией Теория проектирования подземных комплексов Охрана труда Процессы гидромеханизации горных работ Теория технических средств гидромеханизации Комплексная гидромеханизация при открытой горной технологии Комплексная гидромеханизация при подземной горной технологии
11. Подводная горная технология	Охрана труда Процессы подводной добычи твердых полезных ископаемых Теория технических средств подводной добычи и обогащения твердых полезных ископаемых Охрана труда
12. Технология первичной переработки (обогащения)	Технология первичной переработки углеводородов и углей Технология раскрытия минералов Теория процессов: усреднения, дробления, грохочения, классификации и измельчения твердых полезных ископаемых Гравитационные и вибрационные методы обогащения Флотационные методы обогащения Акустические, радиометрические, СВЧ и другие специальные методы обогащения Вспомогательные процессы обогащения Технология обезвоживания, окускования продуктов обогащения Технология и техника складирования отвальных продуктов Технология обработки декоративного и стенового камня Автоматизация и управление переработкой минерального сырья Проектирование комплексов переработки минерального сырья Охрана труда
13. Горная электромеханика: а) горные и обогатительные машины и их комплексы; б) элетрификация и автоматизация горных работ	Теория горных, транспортных и обогатительных машин и их эксплуатации Теория электропривода и электрификации горных работ и обогатительного оборудования Теория автоматизации горных работ и автоматизации горного производства Теория комплексной механизации и автоматизации горного производства Охрана труда

ЧАСТЬ II

СОДЕРЖАНИЕ КОМПЛЕКСА ГОРНЫХ НАУК

1. ЭКОНОМИКА, ПЛАНИРОВАНИЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Экономика горного производства является экономической и организационной базой строительной, скважинной, открытой и подземной горных технологий и технологии переработки полезных ископаемых. Она занимается также проблемами организации, управления, планирования и выполнения экономических функций при разведке и разработке месторождений и переработке полезных ископаемых, проектировании и строительстве горных предприятий.

Область и задачи исследований:

изучение балансов — минерально-рудного, топливного, строительных горных пород и других видов полезных ископаемых по стране в целом и по отдельным промышленным районам, в том числе морским месторождениям;

рациональное размещение и установление оптимальных мощностей предприятий горнодобывающей промышленности в целях экономии общественного труда, комплексного развития районов и специализации предприятий;

экономические основы территориальной организации системы природоохранных мероприятий в горнодобывающих районах;

совершенствование структуры горнодобывающих отраслей промышленности и программы их развития, обеспечивающих наибольший прогресс народного хозяйства и высокую экономическую эффективность по видам технологии;

организация, планирование, управление и выполнение экономических функций при разведке и доразведке месторождений полезных ископаемых;

планирование и выполнение экономических функций при проектировании, строительстве и эксплуатации горных и сопутствующих предприятий;

разработка методов, схем и средств организации и управления производством при проектировании, строительстве и эксплуатации горных и сопутствующих предприятий, социальное районирование горного производства.

Научные дисциплины и направления: экономика геологоразведочных работ, экономика скважинной, открытой и подземной горной технологии и технологии переработки, организация и управление производством, планирование объемов работ, нормирование труда, анализ хозяйственной деятельности, геоинформатика.

Исследованиями обеспечивается экономический и организационный прогресс отраслей промышленности: топливной (нефть, газ, уголь, сланцы, торф), черной металлургии, цветной металлургии, химической и нефтехимической, горно-химической, промышленности по произ-

водству удобрений, строительных горных пород — всех предприятий, связанных с добычей, переработкой и обработкой твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых.

Исследованиями обеспечиваются также специализированные организации, осуществляющие массовые земляные, буровые и взрывные работы, строительство карьеров, рудников, шахт и различных подземных сооружений, нефте- и газопроводов, а также проектные, проектно-изыскательские и изыскательские работы в этих направлениях.

Экономикой горного производства осуществляются:

исследования перспективных, текущих и оперативных планов производственно-хозяйственной деятельности геологоразведочных организаций, промыслов, горнодобывающих, горно-перерабатывающих, строительного-монтажных и сопутствующих предприятий;

экономическое обоснование выбора районов и месторождений полезных ископаемых для первоочередной разведки и разработки, обоснование структуры оптимального управления предприятиями геологической службы; выявление резервов снижения себестоимости и повышения производительности труда при проведении геологоразведочных работ; определение эффективности затрат на геологоразведочные работы;

определение кондиций на минеральное сырье, расчет экономии при добыче его и ведении геологоразведочных работ; геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых, в том числе подводных;

изучение и обоснование топливно-энергетического баланса страны и регионов;

обоснование экономической эффективности мероприятий по внедрению новой техники и технологии, научно-исследовательских работ, научной организации труда;

прогноз и тенденции развития технико-экономических показателей горных предприятий и производственных процессов на перспективу;

обоснование норм и организации заработной платы, анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятий и объединений с целью выявления резервов, обоснование системы управления производственными процессами и коллективами, организация труда;

разработка методов исследования и обработки результатов при решении инженерно-экономических задач, в экономических расчетах и при анализе результатов технических, организационных и других решений с применением современного математического аппарата;

исследования в области внедрения и совершенствования внутрихозяйственного расчета;

разработка методики совершенствования планирования, экономического стимулирования, учета и ценообразования на минеральное сырье, определение эффективности действующих систем оплаты труда работников предприятия (объединения), анализ финансового плана;

разработка теории и методов организации процессов горного производства, принципов и схем их взаимной увязки;

обоснование и формирование рациональной структуры управления производственными коллективами и их подразделениями; изучение роли социологии и психологии в организации управления; обоснование и разработка мероприятий по научной организации труда;

разработка теории и методов планирования и организации материально-технического снабжения, экономического управления, проектно-сметных расчетов;

анализ использования мощностей, основных фондов и ресурсов; совершенствование хозяйственного механизма;

разработка теории и практических методов управления горным производством, оптимальной организации систем и структур управления; разработка технических средств автоматизированных систем управления.

В области экономики горного производства созданы основы комплексного развития промышленности (Б.И. Бокий, Н.И. Трушков), методы научной организации производства и труда, системы экономического стимулирования и информации (Я.С. Зенкис, Н.З. Звягин, Б.Ф. Братченко, А.К. Харченко, И.Е. Атлас, А.С. Астахов, Д.М. Киржнер, М.Б. Кундин и др.). Разработаны и внедрены принципы оптимального проектирования горных предприятий с позиций народнохозяйственной эффективности (А.С. Астахов, М.И. Агошков, А.К. Харченко и др.), направления освоения минерально-сырьевой базы подземных рудников СССР с учетом их периодического технического перевооружения (М.Д. Фугзан и др.).

Внедрены первые очереди отраслевых АСУ; создана сеть вычислительных центров на горнодобывающих предприятиях; разработано необходимое математическое и информационное обеспечение систем управления горными предприятиями и отраслями.

Руководствуясь указаниями о повышении эффективности производства, экономические науки уделяют большое внимание публикациям, связанным с разработкой и внедрением на предприятиях новых средств механизации горных работ, и особое внимание уделяют вопросам совершенствования методов планирования производства, заработной платы, производительности труда, расхода материальных и топливно-энергетических ресурсов.

Экономическая эффективность производства продукции на базе вскрышных пород и отходов обогащения подтверждает, что такой подход к рациональному использованию недр оказывает огромное влияние на использование живого и овеществленного труда в горном производстве.

Систематизируется и обобщается также опыт бригадной организации труда, результаты бригадного подряда. В условиях бригадного метода работы соревнования тесно увязано с планированием.

Повышение эффективности горного производства немислимо без рационального и экономного расходования материальных и топливно-энергетических ресурсов, доля которых в затратах на 1 руб. товарной продукции по горнорудным предприятиям составляет более 50%, в том числе топливно-энергетических ресурсов — 15—18%.

Разработаны организационно-технические мероприятия, направленные на снижение расхода сырья, материалов, топлива; определены основные нормы их расхода. Снижение затрат на материальные и топливно-энергетические ресурсы только на 1% позволяет сэкономить на крупных предприятиях от 0,5 до 1,5 млн руб. в год.

Важным источником сырьевых ресурсов является снижение потерь и отходов производства. Предложены рациональные технологические схемы, повышающие степень извлечения руд при добыче, обогащении, окомковании, что привело к сокращению расходов сырой руды на производство товарной.

Разработаны основные положения методики экономической оценки месторождений полезных ископаемых, основанные на предельно допустимых, с народнохозяйственной точки зрения, затратах (замыкающих), способствующие более объективной оценке очередности освоения рудных месторождений.

Учитывая специфические особенности работы горнодобывающих предприятий, обусловленные постоянно изменяющимися горно-геологическими условиями разработки месторождений, предложен пофакторный метод планирования издержек производства.

Центральное место уделяется экономической оценке месторождений полезных ископаемых, которая представляет собой сложную комплексную проблему народнохозяйственного значения.

* * *

Горные дела невозможно оторвать от экономического мышления и экономики народного хозяйства. Когда-то академик А.М. Терпигорьев относил наши горные науки к циклу экономических наук, поскольку экономика лежала в основе горного искусства и лежит в основе горного дела и горных наук.

Но случилось так, что в период индустриализации народного хозяйства и первых пятилеток горные науки стали "техническими", а не экономическими; они развивались и понимались как технические достижения и стали постепенно отрываться от экономики народного хозяйства и экономики каждого предприятия.

Также строилось и наше горное образование; горняки стали считать технические решения главными и забывать, что в корне лежит экономика народного хозяйства и предприятия.

В первой четверти нашего века в трудах Б.И. Бокия, М.М. Протодьяконова, Н.И. Трушкова и других излагалась в учебном процессе и научных работах прежде всего экономическая сущность горного производства. В те времена каждый горный инженер, мастер (штейгер) записывал в личной записной книжке не только количество добытого угля или руды, но и все связанные с горным производством затраты материалов, труда и их стоимость. Профессор Б.И. Бокий построил свой классический "Аналитический курс горного искусства" именно на экономических принципах выгоды или невыгоды горного производства и отдельных решений по горным делам.

В настоящее время, в результате "технократизации" горных наук, не только студенты, но часто и кандидаты и доктора технических наук не знают истинных затрат и стоимости труда и техники, не знают и динамики их изменения в различных природных и социальных условиях, могут ошибаться в десятки раз, когда называют цену, затраты и возможные доходы, относя эти категории к "скучным обязанностям", которые почему-то "требуются по формальным причинам".

Так случилось потому, что мы жили под давлением деформированных экономических принципов социализма. Сейчас нужно, прежде всего, думать об этой стороне дела. Решающими факторами постановки любых задач являются затраты, себестоимость, прибыль. Они соответствуют основополагающим принципам горного дела и горных наук, и нам предстоит переучиваться и заново овладеть принципами и законами социалистической экономики.

Понятие "прибыль" долгие годы относилось к капитализму и не признавалось социалистической идеологией. Затем решили считать "проценты на капитал", поскольку их влияние было доказано самой жизнью.

Наши учителя глубоко понимали экономическую сущность решений по горному производству, но часто не могли воспользоваться такими понятиями, как доход, прибыль; затраты, цены, себестоимость, прибыль не публиковались. Главные научные решения по вскрытию, системам разработки были деформированы на основе деформированных постулатов, провозглашенных политэкономией начиная с 30-х годов.

Наши исходные экономические и технологические принципы и решения, касающиеся:

границ между открытыми и подземными работами и раскройкой шахтных и карьерных полей (с чего начинаются все наши рассуждения);

теоретических положений по вскрытию месторождений;

теоретических положений по системам разработки;

теоретических положений по выдаче из шахт попутных пород, так же, как по внутренним и внешним отвалам на карьерах и области их использования;

по выгодности или невыгодности тех или иных видов горного оборудования, а также их комплексов и др., на сегодня являются деформированными экономическими решениями и, по существу, их нужно разрабатывать заново, к чему мы пока еще только приступаем.

Горняки совсем забыли те принципы, которые изложены в трудах Бокия, Терпигорьева, Пртодяконова, Трушкова и др. наших старых учителей. Деформирована теория вскрытия, ее, по существу, нет; мы сводим ее к частным решениям, планируя, как правило, вскрытие на длительный период от 20 до 100 лет, не учитывая и не зная экономики будущих периодов.

При подземной разработке угля и руд мы стали "завязанными" на очень длинную сеть подземных выработок, дорогостоящие условия их строительства и поддержания, с широким распространением не в

годных уклонных полей и многоступенчатых транспортных коммуникаций, массовой перевалкой полезных ископаемых и соответственно потерь в недрах и на поверхности. Подземные разработки при их дороговизне и большой трудоемкости горных работ оказались в невыгодных условиях.

Аналогично положение и в теории систем разработки и экономической оценки полноты выемки полезных ископаемых. В результате — огромные и невосполнимые потери запасов в недрах, их “списывают” по разным причинам, резко уменьшая возможные доходы горного предприятия и нанося ущерб природе.

В этот длительно затянувшийся период нашей истории все отраслевые решения по техническому вооружению и перевооружению предприятий, их реконструкции вошли в противоречие со значением действительных народнохозяйственных затрат по экологии, доходов, прибыли, комплексности использования минеральных ресурсов.

Внедрение механизации, электрификации и автоматизации обернулось увеличением потерь минерального сырья, затрат металла, бетона, лесных материалов и энергии при сохранении огромного объема ручного труда. Резко увеличены себестоимость продукции и инвестиций.

Постоянно снижается производительность труда горняков и каждый год горняки вынужденно объясняют это ухудшением горно-геологических условий. Конечно, они действительно ухудшаются, но совсем не в такой мере, как ухудшается экономичность горных работ за счет деформации технологико-экономических основ горного производства. Так, например, в 1925 г. производительность труда на “упряжку”, выраженная в тоннах условного топлива на одного трудящегося, занятого подземной угледобычей, была выше в 1,3 раза, чем в настоящее время, несмотря на все усилия и достижения по механизации, электрификации и автоматизации производства.

Одной из больших научных и промышленных задач в области горного дела всегда была оптимизация наших решений и, прежде всего, мощности горного предприятия. Длительное время мы не связывали вопрос о мощности предприятия с прибылью, стоимостью земли и запасов в недрах, с экологическими и социальными последствиями горных работ и решали его по техническим факторам. Примерно 30 лет назад мы, наконец, начали учитывать эффективность капиталовложений через “приведенные затраты”, учитывая только капитальные и эксплуатационные затраты, например на периоды в 20—40 лет и более.

В новых условиях хозяйственной деятельности горных предприятий этот принцип становится непригодным прежде всего потому, что мы не можем точно прогнозировать в условиях рыночного хозяйствования и научно-технического прогресса стоимостные показатели на длительный период. Затраты “будущих периодов” следует оценивать с ежегодным вложением средств. Большое значение имеют амортизация основных фондов, стоимость недр, земельных угодий и экологических последствий горного производства. Принцип уравнительности амортизационных отчислений и валового подхода к ним на сегодня неприго-

ден. Следовательно, нужно продумать и, по существу, заново построить экономическую концепцию строительных, эксплуатационных и капитальных затрат для будущих лет, а также всех последствий горных работ по периодам не более пяти лет.

Именно на почве деформаций принципов в строительстве горных предприятий стала преобладать гигантомания. Появился не обоснованный принцип, что чем мощность предприятия больше, тем оно выгоднее. В действительности это совсем не так, когда дело касается горных предприятий. Можно, например, считать, что крупное предприятие (типа ВАЗ) выгодно по сравнению с мелкими хозяйствами и заводиками по производству автомобилей. Но тот же ВАЗ обеспечивается сотнями предприятий-поставщиков, разбросанных не только по всему Союзу, но и в других странах. Даже сборка автомобилей производится в нескольких пунктах, в том числе за рубежом. Конечно, такого рода предприятия считаются одной фирмой, но она рассредоточена по многим пунктам, преследуя цели использования местных ресурсов, местной рабочей силы и даже местных технических идей для увеличения производительности труда и обеспечения низкой себестоимости.

Такой же принцип создания предприятий-гигантов использовали и горняки, забыв при этом, что концентрация производства в одном месте, увеличение мощности предприятия в одной точке на одно полезное ископаемое не соответствует ни природным, ни социальным условиям, ведет к необоснованным дальним перевозкам и расходам, как внутри горного производства, так и по территории СССР, и необоснованной концентрации отходов и "выбросов". Каждое "природное условие" характеризуется несколькими качествами угля, руд и других пород. Создание "гигантов" неизбежно ведет к "долгострою", к социальной неустраиваемости трудящихся и их семей.

Для обеспечения выгоды горного предприятия требуется комплексное использование полезных ископаемых. Это очень важно и для сохранения экологического равновесия. При этом "ведомственная" ставка только на один вид полезного ископаемого и его экономичность на сегодня неправомерна. Нужно искать оптимум не применительно только к одному виду полезного ископаемого, как бы ценно оно ни было, а оптимум использования всех горных пород на данном месторождении для получения комплекса минерального сырья при низких затратах и высокой производительности труда. Это влияет на все принципиальные решения — раскройку карьерных и шахтных полей, вскрытие при подземных и открытых работах, системы разработки и особенно на средства комплексной механизации горных работ и обогащения.

Стремление обеспечить горные работы "типовым" или "серийным" наиболее мощным оборудованием с достижением якобы лучших экономических результатов в действительности ведет к длительным срокам конструирования, согласования и изготовления машин, их привязке к "типовым", но не конкретным природным условиям, к резкому ухудшению комплексного использования горных пород, повы-

шению затрат на оборудование и производство горных работ и снижает производительность труда. Нам предстоит, по существу, заново разрабатывать принцип определения мощности предприятия по комплексу полезных ископаемых, которые можно добыть из недр, заново сформулировать принципы комплексной механизации и устанавливать цепочку машин и оборудования, взаимосвязь процессов горного производства с учетом всех тех изменений, о которых шла речь.

К особым обязанностям корпуса горных инженеров относится требование комплексного использования недр, соблюдение экологического равновесия, удовлетворение потребности народного хозяйства при общем минимуме отводов земли для горных работ.

Мы разрабатываем и добываем разными способами твердых, жидких и газообразных горных пород приблизительно до 20 млрд т в год. Если исключить ведомственный подход к недрам и стремиться к их правильной эксплуатации, потребности нашей страны в минеральном сырье можно удовлетворить, разрабатывая только 8–10 млрд т в год.

Конечно, этим определяются судьбы горных предприятий, экологические и социальные последствия и понятие о мощности горного предприятия.

При сегодняшнем положении горной технологии и техники мы теряем только в недрах более половины поставленного на учет полезного сырья. Из разработанных и добытых горных пород остается очень мало полезного продукта: только 1–2% железа из железосодержащих руд и еще меньше — из руд цветных металлов; только 6–10% мы получаем полезной энергии из добытых углей. Из 2,5 млрд т горных пород для строительных целей идет в дело только 20–40%, а для некоторых видов еще меньше.

Все остальное превращается в отвалы, терриконы, шламы и хвосты обогащения и другие отходы, а они становятся страшным бичом для земли. По существу мы извлекаем из недр и выносим на поверхности ядовитые и бесполезные для живой природы вещества и на этом много уже потеряли и продолжаем терять в экологическом аспекте. Пока еще безответственно относимся к подземным водам и различного рода стокам на поверхности.

Сейчас об этом много говорят и пишут. Но реальных мер, кроме редких примеров сохранения экологического равновесия, кроме призывов горных наук к рекультивации, по существу не принимаем.

Как известно, 250 тысяч горных инженеров являются единственными профессионалами, которые ответственны за состояние дел в недрах. Нам нужно выработать концепции, которые должны четко решать этот вопрос и исключать безответственное отношение к недрам.

Есть еще много проблем, которые в свете новых экономических концепций необходимо решать горным инженерам и горной науке. Конечно, не все горняки способны решать такого рода задачи. Пока преобладают недопонимание и привычки к традиционному мышлению. Но молодые умы, прежде всего, должны восстановить деформированные научные принципы горного производства.

Наше горное производство испытывает огромный кризис, который более значим для народного хозяйства, чем кризис аграрный. Только 25% национального дохода начинает свой путь от продукции морей, рек, пашен, лесов и всего того, что находится на поверхности, а 75% рождается из того, что добывают горняки из недр. С этого начинается тяжелая промышленность, энергетика, транспорт, строительство, связь и все то, чем мы богаты. Поэтому решение наших горняцких проблем имеет первоначальное значение для состояния экономики и народного хозяйства.

Геоинформатика* — отрасль горных наук, формируемая в результате интенсивного развития работ по применению информатики и вычислительной техники в горном производстве и строительстве и по созданию автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) и проектирования и планирования (САПР) горных разработок.

Цель геоинформатики — создание методов автоматизированного решения большого комплекса практических задач для природно-технологических и сложных технических объектов, определяющими факторами в которых являются не только геометрические параметры (линейные размеры, площади, объемы), но и качественные характеристики слагающих элементов и показатели динамики объектов во времени и пространстве.

К объектам относятся прежде всего месторождения полезных ископаемых и горные предприятия, являющиеся сложными, многофакторными эколого-экономическими технологическими комплексами, в течение длительного времени (до 20–50 лет и более) развивающимися в пространстве и во времени, а также строительные сооружения (магистраль и различные транспортные коммуникации, гидротехнические сооружения), погрузочно-транспортные комплексы и др., характеризующиеся большими массивами информации различного вида — геометрической, экологической, технической и технологической, экономической и др. Определяющие факторы (геометрии, качества и динамики) находятся в сложной взаимосвязи и в комплексе составляют для каждого объекта весьма значительный информационный массив исходных данных, промежуточных и конечных результатов.

При традиционных, обычно графоаналитических и экономических методах добиться оптимального решения в большинстве задач этого класса практически невозможно даже при использовании самых мощных ЭВМ. Эти методы, сложившиеся на базе ручных вычислений и минимального количества перерабатываемой информации, основаны на чрезмерно упрощенных, хотя иногда и громоздких моделях месторождений и их экономики, не отражающих в необходимой степени реальных сложных условий.

Если ранее, при относительно небольших размерах предприятий и темпах развития, можно было при проектировании и планировании основываться на упрощенных моделях, то в современных условиях они, как правило, должны быть отвергнуты, так как приводят к недоверным и ошибочным решениям в проектах и планах.

* По В.С. Хохрякову.

Возникла необходимость в таких экономических и математических моделях и методах, которые были бы ориентированы на обработку больших массивов информации в практически допустимые сроки с применением ЭВМ.

Основные положения геоинформатики состоят в следующем:

1. Для оптимизируемого объекта создается комплекс массивов информации, сформированных в виде автоматизированных банков данных на единой методической основе и достаточно полно характеризующих объекты на всех его стадиях при решении различных задач.

2. Исследуемый объект имеет единую для всех элементов и всех решаемых задач точку отсчета координат трехмерного пространства и единое зафиксированное начало отсчета времени.

Оптимизация объектов осуществляется в течение оцениваемого периода (5–20 и более лет), реального календарного времени с дискретностью, как правило, один год. К принятому начальному моменту осуществляется отсчет сроков оцениваемых решений, дисконтирование затрат и эффектов, приведение в сопоставимость экономических показателей и их прогнозирование и т.д.

3. Геометрической основой информационной базы является массив точек, каждая из которых имеет координаты в трехмерном пространстве данного объекта и характеризуется признаками качества, вектором перемещения, скоростью перемещения и координатами времени. В иерархии элементов информации точка является наименьшим структурным элементом и поэтому ее информационные данные позволяют описывать форму, свойства и динамику всех более крупных тел и, следовательно, сложноструктурных элементов.

4. Модели объектов и процессы должны быть, как правило, инвариантными по отношению к информационному массиву данного объекта. Это обеспечивает определенную универсальность моделей и возможность их раздельной разработки и программирования. В процессе расчетов при необходимости они могут взаимодействовать между собой и объединяться через общий параметр, так как решение конкретных задач осуществляется в общей привязке к процессу проектирования объекта.

Точка, как первичный информационный элемент такой геоинформационной базы, может принадлежать тому или иному контуру на вертикальной, горизонтальной или наклонной плоскости, секущей систему трехмерных координат, и иметь следующие параметры:

координаты, определяющие местоположение точки в данной системе;

признаки качества, определяемые в зависимости от принадлежности точки к тому или иному множеству точек, например, в описании месторождений полезного ископаемого — сорт руды, содержание того или иного компонента; в описании транспортных коммуникаций — отрезки трассы дороги, ее вид, назначение и т.п.;

вектор, характеризующий направление и дальность перемещения точки;

скорость непрерывного или дискретного перемещения точки;

время, характеризующее срок и длительность перемещения точки. Параметры определяют местоположение точки в системе в данный момент времени и характеризуют ее свойства.

Точно-координатный принцип и сейчас используется в топографии, геодезии, горно-геометрическом анализе, маркшейдерии, геологии, начинает применяться в экологии горного производства, в технологии открытых горных работ. Однако в каждой из этих областей он проявляется самостоятельно, независимо от смежных задач и часто в неспособных формах, оценках и понятиях. Для автоматизированного проектирования необходимы теория моделирования и практические методы решения разнообразных задач горного производства, основанные на единой информационной базе.

Примеры из области горных разработок — геологических данных, транспортных коммуникаций, топографии, геодезии, инженерной экологии, погрузочно-транспортных процессов и др., в которых рассмотрены характерные информационные точки, показывают, что точечный принцип представления информации может быть использован для описания самых различных математических моделей и системного учета различных факторов не только в их статике, но и в динамике, а также при решении большого круга различных практических, особенно оптимизационных задач, требующих комплексного учета и системного анализа как природных, так и технологических факторов.

Геоинформатика позволит широко унифицировать применение ЭВМ к промышленной технологии автоматизированного решения различных практических задач проектирования, планирования и технологического управления в горном производстве, геологии, строительстве различных коммуникаций, сооружений и т.п., прежде всего, таких, как: подсчет запасов полезного ископаемого в границах горного отвода, учет и контроль запасов на действующем горном предприятии; оперативное построение топографических карт и планов горных работ; оптимальное проектирование различных транспортных коммуникаций; проектирование и оптимальное планирование горных работ в карьерах; проектирование и планирование формирования отвалов и других поверхностных сооружений на горных предприятиях; решение различных задач охраны окружающей среды — планирование развития площадей рекультивации, оптимизации зон допустимого загрязнения воды, атмосферы, изъятия земельных площадей и т.п.

Геоинформатика может быть в ряде случаев приложена к решению задач других классов.

Для разработки методик решения указанных и других практических задач необходима теория геоинформатики, включающая такие вопросы, как: подсчет длин, площадей и объемов с учетом качественных признаков; создание различных сечений и формирование их графических образов; вырезка объемов различной формы (подземные выработки, траншеи, каналы с учетом качественных признаков; учет динамики информационного массива и его компонентов; вопросы погрешности измерения и расчетов; интерполяция и экстраполяция качественных признаков между двумя отдельными точками или с учетом влияния

смежных; действие с векторами, компоненты которых имеют различную природу.

Методы решения многих перечисленных задач известны и в той или иной степени применяются в практике проектирования и планирования, однако для создания САПР необходимо их развитие на единой информационной основе с учетом требований специфики горных работ, их экономики и автоматизированной обработки информации.

2. ЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР

Экология горного производства — новая, пока еще формируемая отрасль горных наук, занимающаяся разработкой теоретических основ управления природопользованием, в частности, экологически и экономически оправданным использованием земельных и минеральных ресурсов при производстве горных работ, а также изучением процессов развития природной среды, ее целесообразных изменений и мер по ее сохранению при ведении горных работ с учетом закономерностей взаимодействия общества и природы.

Горнодобывающие отрасли промышленности являются одним из источников загрязнения окружающей среды твердыми, жидкими и пылегазовыми отходами, изменения ландшафта, потерь плодородных земель и пр.

Дальнейший рост объемов горной промышленности может привести к ощутимому ущербу в окружающей среде, поэтому необходимо внедрять комплексное освоение месторождений, обеспечивающее потребности народного хозяйства с максимальным эффектом при минимальных вредных воздействиях на окружающую среду.

Область обеспечения исследованиями:

теоретические основы охраны природы, специфика и закономерности использования ее ресурсов в разных природных зонах при различных способах производства горных работ;

природно-ресурсный потенциал горнодобывающего района, методы его измерения, принципы и способы использования невозобновимых и возобновимых природных ресурсов;

разработка методов исследования изменений природных комплексов и прогноза возможных последствий при массовых горных работах, принципов прогнозирования изменений природной среды и самоочищения природы в отдельных ландшафтах; снижение темпов техногенных загрязнений при горных работах;

обоснование географических предпосылок создания горнодобывающих и перерабатывающих комплексов, их региональной специфики, обоснование системы природоохранных мероприятий, в частности, комплексных территориальных схем охраны природы в горнодобывающих районах, мер по сохранению и улучшению природной среды в различных районах и ландшафтах;

обоснование территориального планирования, проектирования и ор-

ганизации рационального природопользования, размещение производительных сил в горнодобывающем районе на перспективу;

разработка теории и методов исследования экономики природопользования в условиях планового и рыночного хозяйства и ее анализ для горнодобывающих районов и предприятий; анализ экономических и социальных последствий нерационального использования природных ресурсов и ухудшения окружающей среды, включая моря и океаны;

обоснование баланса "затраты — выгоды" для экологически оправданного использования природных ресурсов и при планировании средств на охрану и улучшение среды для горнодобывающих районов и предприятий.

Перед экологией горного производства стоят еще нерешенные научные проблемы разработки методов охраны природы при освоении запасов твердого минерального сырья, нефти, газов и битумов, бытовых минеральных и термальных вод, а также охраны морских акваторий и поверхности земли при рациональном производстве горных работ, методов восстановления и использования земель и выработок; разработки принципов и методов обезвоживания пульпы и очистки промывленных вод в горном производстве с использованием продуктов очистки; разработки научных основ физико-технической и экономической оценки экологических мероприятий при добыче минерального сырья.

Полнота и комплексность добычи из недр полезного ископаемого и полных минеральных ресурсов и их использования является единственно правильным решением с позиций рационального хозяйствования, ибо минеральные ресурсы невозполнимы.

Сегодня на горных предприятиях всех отраслей при переработке в год 7—8 млрд м³ горной массы только 1—10% из них являются полезными ресурсами для народного хозяйства, а при добыче руд цветных металлов и того меньше — доли процента.

За последние 30 лет содержание железа в добываемой руде в среднем снизилось на 37% (относительных), а качество добываемых углей — на 35%. В эксплуатацию вовлекаются месторождения с существенно меньшим содержанием в рудах цветных металлов. В начале XX века норма содержания свинца и цинка упала с 20—30 до 6%, теперь горняки добывают из недр руду с содержанием этих металлов 1—2%, а медные руды — менее одного процента. Бережное их расходование и резкое снижение потерь в недрах при добыче позволят поддерживать необходимый уровень производства цветных металлов.

Полнота и комплексность использования полезных ископаемых по мере ухудшения качества добываемого сырья приобретают в наше время особое значение. При комплексном использовании можно получать на действующих предприятиях на 25—30% больше продукции с меньшими затратами.

Комплексное освоение месторождений определено законодательным актом 1975 г. "О мерах по дальнейшему усилению охраны недр и улучшению использования полезных ископаемых" (Постановление Верховного Совета СССР) и указаниями, включающими требования охраны окружающей среды.

При оценке полноты использования запасов, содержащих несколько полезных компонентов различной ценности, объективным показателем (по М.И. Агошкову и Е.И. Панфилову) является отношение получаемой в процессе добычи и переработки суммарной ценности конечной продукции (из извлеченной из недр части горного массива) ко всей содержащейся в погашенных запасах ценности полезных компонентов. Это отношение, выраженное в виде коэффициента использования запасов комплексного сырья, аналогично коэффициенту извлечения для мономинерального сырья. Особенность рекомендуемого показателя — коэффициента использования запасов комплексного сырья — заключается в том, что он позволяет оценить степень использования не добытых, а погашенных балансовых запасов минерального сырья, т.е. определить полноту и качество освоения месторождений полезных ископаемых. Ценность минерального сырья с течением времени возрастает, так как возрастает потребность в нем и увеличивается число извлекаемых из него элементов. Прибыль, как конечный показатель, может изменяться в ту или другую сторону, затраты периодически могут резко снижаться при коренном совершенствовании техники и технологии.

Прогресс в комплексном использовании перерабатываемых пород — это не только борьба с уменьшением вредного воздействия горного производства на окружающую среду и усиление мер по ее охране. Комплексное использование недр — это решающее направление увеличения производства полезного минерального сырья при сокращении экологически вредных последствий и объема выемки горной массы.

Горная наука, очевидно, должна в кратчайшие сроки разработать такие технологии и технические средства, которые позволили бы при росте полезной продукции в 1,5–2 раза перерабатывать не 8 млрд м³, а около 5–6 млрд м³ горной массы. Для этого необходим новый подход к понятию “полезное ископаемое”. Следует рассматривать отходы производства как минеральные ресурсы, которые временно не используются. Постепенно необходимо ликвидировать понятие “пустая порода”, освоить комплексное производство, позволяющее выпускать различные виды продукции и особенно новые виды строительных материалов вне зависимости от ведомственной подчиненности предприятий. Промышленность накопила определенный опыт в этом направлении. Опыт работы карьеров КМА показывает, что затраты на производство щебня из отходов железорудных предприятий составляют 27% затрат на специализированных предприятиях, затраты на производство силикатного кирпича снижаются на 12%, изделий из ячеистого бетона на 144%, красного кирпича на 7%, песка на 10%. Но эти успехи достигнуты пока при переработке долей процента извлекаемой горной массы.

Отходы (хвосты) дробильно-обогащительной фабрики применяются как балластировочный материал для железных и автомобильных дорог. Организовано производство из вскрышных скальных пород щебня, используемого для приготовления бетона и строительства автомобильных дорог. Глины используют для производства керамзита.

Один из путей повышения полноты выемки разведанных запасов —

промышленное освоение забалансовых запасов, использование которых в соответствии с утвержденными кондициями в настоящее время экономически нецелесообразно или технически и технологически невозможно, но которые могут быть в дальнейшем переведены в балансовые.

Однако на разрабатываемых месторождениях в процессе вскрытия и подготовки балансовых запасов часто попутно вскрываются и даже подготавливаются отдельные участки забалансовых запасов, благодаря чему последние, не имея самостоятельной промышленной ценности, могут быть попутно с балансовыми извлечены из недр со значительным экономическим эффектом. Экономична именно попутная добыча забалансовых руд совместно с балансовыми, что подтверждается практикой работы ряда рудников, например, Кривого Рога, Белогорского горно-обогатительного, Зырянского свинцово-цинкового комбинатов.

Забалансовые руды можно рассматривать как важный резерв расширения сырьевой базы, продления срока службы, получения дополнительного количества металлов, сокращения потерь ценных компонентов. Например, из общего количества некондиционных руд Джезказганского месторождения, учтенных на 1.1.1965 г., к 1985 г. подработано и надработано более 40%.

Своевременное вовлечение некондиционных руд в попутную добычу может стать экономически выгодным (исходя из хозрасчетных интересов) и для самого горного предприятия.

Необходимо совершенствование и изыскание новых экономических методов комплексной разработки, переработки и использования природных богатств.

Известные методики установления целесообразности вовлечения в добычу забалансовых запасов на действующих горных предприятиях разработаны с учетом:

обеспечения рационального использования разведанных запасов на разрабатываемых месторождениях;

вовлечения в разработку забалансовых запасов при условии сохранения плана производства конечной продукции предприятия, суммарной годовой прибыли и рентабельности на уровне не ниже нормативной;

обоснования экономической целесообразности с учетом получения конечной продукции (металла, металла в концентрате), а не продукции промежуточной стадии (добытое полезное ископаемое).

Затраты для добычи забалансовых запасов зависят в основном от пространственного их расположения относительно разрабатываемых балансовых запасов, степени подготовленности забалансовых запасов, их качества.

При комплексном использовании горной массы не только возрастут темпы роста промышленного производства, но и уменьшится острота негативных факторов взаимодействия горных работ с окружающей средой, сократится изъятие земель под новые производства, хвостохранилища и отвалы, уменьшатся потребление воды и запыленность атмосферы.

Для многих угольных, рудных и нерудных бассейнов должны быть

разработаны генеральные схемы их освоения на длительную перспективу, устанавливающие порядок и последовательность ввода мощностей с учетом сортности ископаемых, соотношения объемов работ открытым и подземным способами с более полным использованием месторождений. Ранее отработанные карьеры используются для размещения в них вскрышных пород и шламохранилищ.

Важное экологическое значение приобретает массовое применение систем подземной разработки с закладкой выработанного пространства отходами обогащения.

3. ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ

Горнопромышленная геология – цикл прикладных научных дисциплин, основной задачей исследований которых является геологическое обеспечение горного производства, включая проектирование.

К горнопромышленной геологии относятся следующие основные научные дисциплины и направления:

1. Геология нефти и газа.
2. Гидрогеология горного производства (горнопромышленная гидрогеология).
3. Инженерная геология горного производства (горнопромышленная инженерная геология).
4. Геология угля, сланцев и торфа.
5. Геология руд минерального сырья.
6. Геология строительных горных пород.
7. Геология морского и океанического дна.

К этому циклу наук следует отнести также техническую научную дисциплину “Техника и технология разведки”.

Цель горнопромышленной геологии – повышение эффективности горного производства, охрана, экономное и рациональное использование недр за счет своевременного получения полной и достоверной информации с горно-геологических объектах.

Природные объекты становятся горно-геологическими, когда они приобретают горнотехнологические свойства (например, при оконтуривании по промышленным кондициям или ведении горных работ), и исчезают, как только они теряют геологические свойства (например, при поступлении руд на металлургический передел или угля на химическую переработку). К горно-геологическим объектам относятся участки земной коры (объекты горного строительства или эксплуатируемые месторождения) и их производные (добытые полезные ископаемые и отвалы горные породы), находящиеся в сфере горного производства.

Первые шаги горнопромышленной геологии следует отнести к учреждению в 1584 г. Приказа каменных дел и связанных с ним первых экспедиций по поиску полезных ископаемых.

Научная постановка геологических проблем получила свое развитие после создания в 1724 г. Российской Академии наук. В это и последую-

щие десятилетия геологические исследования проводились в европейской и азиатской частях России (П.С. Паллас, В.Ф. Зуев, Н.П. Рычков, И.И. Пелехин, Э. Лаесман и др.).

Большое значение для развития геологических наук имели труды М.В. Ломоносова, давшего первое описание эволюционного процесса формирования залежей полезных ископаемых и приемов геологической разведки. Его последователями, развивавшими эволюционную теорию геологических явлений, были М.И. Пелехин и В.М. Севергин. Геологией месторождений золота занимался Д.И. Соколов, а геологией рудных и угольных месторождений — Г.Е. Шуровский.

В 1882 г. был создан Геологический комитет, осуществлявший государственное руководство выявлением минерально-сырьевых ресурсов России. При участии А.П. Карпинского и Ф.Н. Чернышева Геологический комитет приступил к планомерной съемке европейской части России и промышленных областей Сибири и Средней Азии.

После Великой Октябрьской революции 1917 года в связи с развитием геологической науки возникла необходимость в ее дифференциации, что привело, в частности, к делению горнопромышленной геологии на несколько наук: геологию угля, геологию рудообразования, гидрогеологию, геологию нефти и газа, инженерную геологию, а в последующие десятилетия — геологию моря, геокриологию (мерзлотоведение) и т.д.

Значительный вклад в геологию внес П.И. Степанов, создавший представление о генетических типах угольных бассейнов, зонах и узлах угленакопления. В развитии этой области геологии большую роль сыграли Ю.А. Жемчужников, Т.А. Иванов, П.П. Тимофеев и др. Важное методическое и промышленное значение имели геологические съемки Донецкого угольного бассейна, выполненные под руководством Л.И. Лутугина.

Развитие геологии рудообразования связано с трудами К.И. Богдановича, В.А. Обручева, М.А. Усова, А.Н. Заварицкого, А.Е. Ферсмана, Л.И. Бородина, А.И. Гинзбурга, А.А. Беуса, Д.С. Коржинского, В.А. Николаева, В.И. Смирнова, Г.С. Дзоценидзе и др. Роль гидротермальных процессов в образовании промышленных руд была изучена А.Н. Заварицким, А.Г. Бетехтиным и др. Основы теории генезиса россыпных месторождений были заложены трудами Ю.А. Билибина. В области минералогии большую роль сыграли труды В.И. Вернадского, а в петрографии — Ф.Ю. Левинсон-Лессинга. Д.В. Наливкин, П.А. Каржавин, А.В. Пейве и другие ученые провели широкомасштабные исследования по выявлению крупных месторождений бокситов.

Первое научное представление о подземных водах было дано М.В. Ломоносовым, а о минеральных водах — В.М. Севергиным. В становлении гидрогеологии значительную роль сыграли А.П. Карпинский, И.В. Мушкетов, А.Н. Соколов, Е.М. Сергеев и др. В области исследования движения подземных вод к водосборным сооружениям большой вклад внесли Н.Е. Жуковский, Н.Н. Павловский, Г.Н. Каменский. В разработке методик гидрогеологических разведочных работ существенное значение имели работы Г.Н. Каменского, М.Е. Альтовского, Н.А. Плотникова, С.В. Троянского и др. В учении о подземных водах мерзлой зоны лито-

сферы (криогидрогеологии) большую роль сыграли работы А.В. Львова, М.И. Сумгина, Н.И. Толстихина и др. Значительный вклад в вопросы борьбы с водопритоками в горные выработки и водообеспечения рудников внесли Д.И. Щеголев, С.В. Троянский, Н.И. Плотников, М.С. Газизов, П.П. Климентов и др.

В развитии геологии нефти и газа значительная роль принадлежит И.М. Губкину, обосновавшему теорию биохимического образования нефти и газа при низких температурах. Н.Б. Вассоевичем была разработана осадочно-миграционная теория образования нефти и газа. Гипотезы неорганического происхождения нефти получили развитие в трудах Н.А. Кудрявцева и В.Б. Порфирьева. Изучением геологических условий распространения нефтяных месторождений занимались А.Д. Архангельский, И.М. Губкин, С.И. Миронов, Г.А. Гамбургцев и др.

Физические и химические процессы осадконакопления в современных морских и озерных бассейнах исследовали Я.В. Самойлов, А.Д. Архангельский, Н.М. Страхов. Исследования морского грунта проводились Ю.М. Шокальским. Классификация элементов рельефа морского дна разработана Д.Г. Пановым.

В области геокриологии важное значение имеют труды М.И. Сумгина.

Существенную роль в развитии горнодобывающей промышленности играет зародившаяся в конце XIX столетия инженерная геология, в развитии которой большое значение имели труды А.П. Карпинского, И.В. Мушкетова, Ю.Ф. Левинсон-Лессинга, А.П. Павлова, В.А. Обручева, Ф.П. Саваренского, Е.М. Сергеева, И.М. Филатова, Г.Н. Каменского, И.В. Попова, Н.Н. Маслова, М.П. Семенова, Н.В. Коломенского, П.Н. Панюкова, В.В. Ершова и др.

Задачами исследований горнопромышленной геологии являются: анализ горно-геологических условий и типизация разрабатываемых и намеченных к разработке месторождений;

совершенствование средств, методов и организация геологического изучения эксплуатируемых месторождений, повышение эффективности доразведки (в пределах горного отвода), эксплуатационной разведки и геолого-экономической оценки месторождения в процессе его промышленного освоения;

разработка методов прогнозирования горно-геологических явлений (процессов) и основ управления ими при горных работах;

геологическое обоснование проектов горных работ и управление объемом добычи минерального сырья, обеспечение комплексности разработки месторождений;

геологическое обеспечение необходимого качества добываемого минерального сырья и комплексного его использования на всех этапах добычи и переработки;

геологическое обоснование сокращения нарушений территории горными работами и процессами восстановления экологического равновесия;

охрана и регулирование запасов подземных вод в районе действующих горных предприятий.

Горнопромышленная геология изучает геологические факторы и параметры (запасы и обогатимость сырья, пространственно-морфологические, качественные, гидрогеологические и инженерно-геологические), определяющие целесообразность и условия промышленного освоения объектов, состав и взаимосвязь показателей горно-геологических объектов на разных стадиях развития горного производства; закономерности их преобразования в ходе горного производства; методы, средства, структуру и организацию геологического обеспечения горного производства.

Имеется также ряд частных задач: проведение эксплуатационной разведки, прогнозирование качества сырья с целью планирования перспектив его добычи и обогащения, оперативный подсчет запасов, выявление в пространстве изменений условий проведения подготовительных и очистных выработок, борьба с потерями, разубоживанием и др.

Горнопромышленная геология обосновывает принципы построения и методы геологического обеспечения при ведении горно-строительных работ, добыче и переработке всех видов полезных ископаемых: нефти, горючих газов, ископаемых углей, торфа, сланцев, гидроминерального сырья, металлических и неметаллических руд, строительных горных пород и др.

Являясь базовой наукой для исследований в области физических и химических процессов горного производства, горного строительства, геотехнологии, обогащения и первичной переработки минерального сырья, горнопромышленная геология находится на стыке геологических и горных наук, широко использует их знания, а также знания фундаментальных наук — математики, физики, химии.

Постановлением Совета Министров СССР от 27 октября 1981 г. утверждено Типовое положение о ведомственной геологической службе, в котором предусмотрено следующее: "Геологическая служба организуется по отраслевому принципу в министерствах, ведомствах, на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, а также в необходимых случаях на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых и пользующихся недрами в иных целях.

Главными задачи геологической службы являются:

укрепление сырьевой базы предприятий по добыче полезных ископаемых, повышение достоверности разведанных запасов полезных ископаемых, наиболее полное и комплексное использование месторождений полезных ископаемых и охрана недр;

своевременное и высококачественное геологическое обеспечение работ при проектировании, строительстве и реконструкции предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведке и разработке месторождений полезных ископаемых, а также при проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и пользовании недрами в иных целях;

совершенствование организации и методов ведения работ по геологическому изучению недр на основе широкого внедрения новейших достижений науки и техники и передового опыта;

осуществление ведомственного контроля за соблюдением установленного порядка пользования недрами; правильностью ведения работ по геологическому изучению недр, за выполнением требований по охране недр и обеспечением наиболее полного извлечения из недр основных и других совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также содержащихся в них компонентов, в том числе при обогащении и переработке добытого минерального сырья; за соблюдением правил учета запасов и месторождений полезных ископаемых и других правил и норм, определяющих деятельность геологической службы”.

“Для проведения специальных геологических, геофизических, гидрогеологических и иных работ, связанных с геологическим обеспечением действующих и строящихся предприятий и других объектов, могут создаваться в установленном порядке специализированные подразделения (экспедиции, партии, лаборатории и т.п.)”.

“Проектирование, строительство, реконструкция предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведка и разработка месторождений полезных ископаемых, а также проектирование, строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, без соответствующего геологического обеспечения не разрешаются”.

“Геологическая служба министерства, ведомства обеспечивает:

техническое и методическое руководство геологической службой на предприятиях, в организациях и учреждениях, подведомственных министерству, ведомству, систематический анализ состояния и определение уровня работ по геологическому изучению недр в отрасли;

постоянный контроль за состоянием минерально-сырьевой базы отрасли и обеспеченностью предприятий разведанными запасами полезных ископаемых, подготовку предложений о дальнейшем развитии геологоразведочных работ;

разработку предложений о проведении научных исследований по совершенствованию методов и технических средств осуществления работ по геологическому изучению недр, внедрение в производство законченных научных разработок в этой области;

своевременную выдачу заключений по проектам кондиций на минеральное сырье для подсчета запасов полезных ископаемых;

планирование и координацию работ по геологическому изучению недр, осуществляемых в отрасли, разработку предложений по совершенствованию организации геологической службы, а также по подбору, расстановке геологических кадров и повышению их квалификации;

согласование с уполномоченными на то государственными органами направлений и объемов работ по геологическому изучению недр за пределами границ горных отводов, предоставляемых подведомственным предприятиям и организациям, и соблюдение установленного порядка обязательной регистрации этих работ;

контроль в системе министерства, ведомства за правильностью ведения работ по геологическому изучению недр и, в частности, за использованием при осуществлении этих работ методов и способов, исключающих неоправданные потери полезных ископаемых и снижение их качества; за выполнением требований по охране недр и обеспечением наиболее полного и комплексного использования месторождений полезных ископаемых; за недопущением выборочной отработки месторождений, необоснованного списания запасов полезных ископаемых, порчи разрабатываемых и соседних с ними месторождений полезных ископаемых в результате проводимых горных работ; за сохранностью запасов полезных ископаемых, консервируемых в недрах, соблюдением правил учета запасов и месторождений полезных ископаемых и иных правил и норм, определяющих деятельность геологической службы”.

НЕКОТОРЫЕ НАУЧНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ

Геология нефти и газа (нефтегазопромысловая геология) изучает принципы, методы и организацию геологического обеспечения разведки и разработки нефтяных и газовых, а также газоконденсатных, нефтяных и битумных месторождений, в том числе со дна морей и океанов. Основными задачами ее являются: распознавание и анализ структур локализации нефти и газа, поиски более глубоко залегающих продуктивных горизонтов, изучение характеристик коллекторов, свойств нефти, газа, воды, изучение природы пластовой энергии (режимы залежей, оценка запасов сырья и др.). Полученные данные используются для проектирования рациональных схем разведки и разработки залежей нефти и газа, контроля за правильностью ведения горных работ в целом, повышения эффективности извлечения нефти и газа из недр.

Геология гидроминерального сырья изучает вопросы, связанные с разведкой, получением и использованием в народном хозяйстве питьевой, минеральной и термальной вод. Исследования в этом направлении заключаются в прогнозировании запасов напорного или уровневого режима подземных вод, изменении их состава и дебита скважин, свойств воды и возможных последствий от дренирования подземных водоносных горизонтов, изучении гидравлической взаимосвязи водоносных горизонтов, контактирующих с эксплуатационными.

Геология углей, сланцев и торфа разрабатывает методы и принципы организации геологического обеспечения разведки и эксплуатации месторождений торфа, ископаемых углей и горючих сланцев. Исследования в этом направлении заключаются в следующем: изучение вещественного состава (качественных характеристик) каустобиолитов угольного ряда; количественная оценка запасов сырья; выявление локальных структур месторождения; анализ перспективности регионов на обнаружение промышленных месторождений и оценка значимости отдельных месторождений; изучение вопросов геологической документации и геологического контроля за полнотой извлечения полезного ископаемого и др. Результаты исследований применяются для выбора

наиболее эффективных методов добычи, а также разработки оптимальных схем разведки и отработки месторождений.

Геология рудоминерального сырья изучает вопросы геологического обеспечения разведки и разработки месторождений. Ее основными задачами являются: детальное изучение факторов локализации руд на разведываемых и эксплуатируемых месторождениях; разработка локальных критериев прогноза и поисков новых рудных тел на территории действующих горнорудных предприятий; всесторонняя оценка качества и количества руд минерального сырья вмещающих пород, контроль за правильной эксплуатацией месторождений и комплексным использованием сырья; помощь в выборе оптимальных схем разработки месторождений либо отдельных ее блоков; опережающее технологическое картирование типов руд, подаваемых на обогащение. Решение указанного комплекса задач позволяет резко улучшить результаты обогащения за счет планирования технологических режимов соответственно изменениям вещественного состава и свойств руд, продлить сроки действия предприятий, а также способствует снижению потерь и комплексному извлечению минерального сырья из недр при минимальных затратах.

Геология строительных горных пород изучает методы и организацию геологического обеспечения разведки и добычи природных строительных горных пород: глины, песков, гальки, известняков, доломитов, декоративного и строительного камня и др. К основным исследованиям в этом направлении горнопромышленной геологии относятся: выработка рационального комплекса поисковых критериев на то или иное полезное ископаемое; разработка высокоэффективных способов разведки; ведение детальной геологической документации при эксплуатации; всестороннее изучение качественных параметров (прочности, плотности, трещиноватости, твердости, декоративных качеств, для известняков – закарстованности и пр.) строительных горных пород и выявление их запасов; геологическое обоснование выбора наиболее рационального порядка отработки месторождений; разработка данных для перспективного планирования добычи, уровня производства и качества сырья.

Гидрогеология горного производства изучает: условия обводненности горных предприятий (ожидаемые водопритоки, состав и свойства воды, поступающей в выработку); мероприятия по борьбе с обводненностью; вопросы водопотребления, водообеспечения предприятий, использования и сброса откачиваемой воды с учетом действующих положений об охране окружающей среды; влияние горных работ на гидрографическую сеть и гидрогеологические условия региона.

Для решения этих вопросов проводятся специальные гидрогеологические исследования на всех этапах освоения недр -- от поиска месторождения или места сооружения подземного объекта вплоть до ликвидации горного предприятия. Информация об условиях обводненности месторождения наиболее достоверна на этапах строительства и эксплуатации горных предприятий. Регулярные наблюдения за фактическими водопритоками, уровнями подземных вод и минерализацией откачи-

ваемой воды при известном состоянии развития горных работ позволяют давать надежные прогнозы практически на любой момент времени. Результаты исследований используются для проектирования средств водоотлива, водообеспечения, водоочистных сооружений, выбора материалов крепи выработок, коммуникаций и механизмов. Наблюдается тенденция ставить на баланс в ГКЗ СССР запасы подземной воды, которая откачивается в процессе ведения горных работ.

При высоких давлениях в так называемых геосжатых зонах количество растворенного газа в воде приближается к количеству газа, растворяемого в нефти. В связи с этим газ может быть альтернативным источником энергии.

Инженерная геология горного производства изучает условия поверхностного и подземного строительства и эксплуатации горных предприятий для определения наиболее рационального размещения сооружений и конструкций и технологических процессов производства горных работ, а также мероприятия, исключающие вредные влияния геологических процессов, нарушающих нормальные условия строительства и эксплуатации горных предприятий.

Для решения этих вопросов исследуют водно-физические и физико-технические характеристики массивов пород, геологическую, оргидрографическую обстановку в предполагаемых местах строительства горного предприятия, а также климатические условия. Состав инженерно-геологических исследований определяется местом размещения горного предприятия, обслуживающих дорог, отвалов, поселков и др., а объем — с учетом необходимой достоверности информации. Производятся расчеты: величины времени деформации в зависимости от нагрузок; устойчивости бортов карьеров; охранных и предохранительных целиков; устойчивости сооружений и поверхности земли в сейсмичных, закарстованных, оползневых районах и в зоне вечной мерзлоты. В последние годы выполняется совместное решение инженерно-геологических и технологических задач, что позволяет оптимизировать общие показатели горного производства, повысить уровень безопасности ведения горно-строительных и эксплуатационных работ. Большое внимание уделяется инженерно-геологическому районированию, которое выполняется по отдельным регионам и участкам месторождений.

Морская геология (морского дна) изучает вопросы, связанные с поиском, оценкой и эксплуатацией морских россыпных месторождений и конкреций твердых полезных ископаемых, расположенных на дне океанов, морей и других крупных водоемов; разрабатывает методы организации геологической разведки и эксплуатации подводных месторождений для геолого-экономической оценки и проектирования морских горных предприятий, изучает вещественный состав и физические свойства рудных минералов, проводит технологическое исследование песков, изучает среду, в которой работают горные машины и комплексы, — динамику водной среды, рельеф и физическое состояние дна, вещественный состав и физико-механические свойства полезных

ископаемых, расположенных на различных глубинах, влияние толщи воды на формирование и изменение свойств горной массы под воздействием морской и климатической обстановки, изучает вопросы восстановления морских россыпей в процессе их разработки.

* * *

В зависимости от способов разработки различных видов полезных ископаемых традиционно выделяют также следующие геологические дисциплины: шахтную геологию, рудничную геологию, карьерную геологию, приисковую геологию и т.д.

В связи с огромным размахом горного производства практически во всех регионах СССР, возникновением острой необходимости комплексного и рационального использования богатств недр горнопромышленная геология разрабатывает методы разведки и доразведки месторождений полезных ископаемых, отвечающие принципам достоверного определения запасов и комплексного использования минеральных ресурсов месторождений. В тех же целях начата разработка кадастров минерально-сырьевых ресурсов страны и регионов, научных основ для создания разведочных агрегатов высокой единичной мощности, обеспечивающих комплексный анализ при высокой степени достоверности для разведки коренных месторождений и россыпей, а также физико-технических методов разведки, доразведки и контроля качества минеральных ресурсов, новых радиоактивных методов и средств контроля и изучения нефтегазовых пластов с использованием несорбирующихся индикаторов и т.д.

Необходимо также разработать:

единую классификацию разведанных запасов и прогнозных ресурсов всех видов полезных ископаемых в целях подготовки их для освоения и комплексного рационального использования минерального сырья;

более совершенные методы геолого-экономической оценки минерального сырья, учитывающие необходимость использования всех компонентов в комплексных месторождениях и тенденции ценообразования на минеральном сырье;

основные положения и методики геолого-экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых, предназначенных для добычи не традиционными способами;

инженерно-геологическое обоснование мероприятий по охране природы при возведении намывных горнотехнических сооружений, в том числе по защите от распространения загрязнений естественного подземного потока фильтрационными водами хвостохранилищ.

4. ГЕОМЕТРИЯ НЕДР И МАРКШЕЙДЕРИЯ

Геометрия недр и маркшейдерия — отрасль горной науки, которая в целях обеспечения безопасности, наиболее полного извлечения минерального сырья из недр и наиболее эффективного ведения горных работ развивает теории, методы и способы:

натурных пространственно-геометрических измерений (называемых маркшейдерскими съемками) на земной поверхности и в недрах Земли при их разведке, проведении горных выработок и разработке; изучения на основе измерений с последующими геометрическими построениями фактического состояния горных работ, формы, условий залегания, свойств залежи и вмещающих пород и процессов, происходящих в горном массиве и на земной поверхности в результате горных работ;

прогнозирования форм, свойств залежей и поведения массива горных пород и земной поверхности между и за пунктами измерений; нормирования и контроля процесса горного производства в пространственном отношении.

Геометрическая модель служит основой решения различных задач разведки и эксплуатации месторождений: установления оптимальной плотности разведочной сети, подсчета запасов полезных ископаемых по степени разведанности и подготовленности их к разработке, прогнозирования параметров залежей на неразведанных участках, проектирования схем вскрытия и подготовки порядка отработки и систем разработки месторождения с учетом безопасного ведения горных работ и полноты извлечения полезного ископаемого из недр, нормирования потерь и разубоживания и др.

Геометризация естественного напряженного состояния пород и деформаций в недрах, процесса сдвижения массива горных пород и земной поверхности, вызванного проведением горных выработок, служит познанию природы горного давления, горных ударов, внезапных выбросов угля и газа, основой для разработки мероприятий по охране естественных и искусственных сооружений, экономичному и безопасному ведению горных работ, полноте извлечения полезных ископаемых из недр.

Маркшейдерия на основе инструментальных съемок обеспечивает быстрое, точное и полное получение информации о положении, размерах и состоянии разведочных и горных выработок, выполненных объемах горных работ, особенностях массивов горных пород, процессах, возникающих в массиве горных пород и на земной поверхности при горных работах, осуществляет своевременную математическую обработку исходной информации, фиксируя полученные результаты на маркшейдерских чертежах, составляет прогнозы изменения горно-геологических показателей для рационального планирования и ведения горных работ, осуществляет перенесение геометрических элементов объектов строительства с проекта в натуру и ведет контроль за сооружениями объектов согласно проекту.

В отдельную службу маркшейдерия выделилась при Петре I. В 1734 г. в горнозаводском уставе, разработанном В.Н. Татищевым, были изложены задачи маркшейдерской службы. Обнаруженные в архивах Уральских рудников маркшейдерские планы ХУШ века свидетельствуют о хорошем состоянии маркшейдерского искусства в России.

В 1763 г. был издан упомянутый в части 1 книги труд М.В. Ломоносова "Первые основания металлургии или рудных дел", в котором отдельная глава посвящена маркшейдерской съемке и горной геометрии. Труды по горной геометрии были опубликованы А.И. Максимовичем (1805 г.), П.А. Олышевым (1847 г.). Дальнейшее развитие горной геометрии связано с именами А.Г. Тиме, П.М. Леонтовского, В.И. Баумана.

В 1829 году появилась "Инструкция горным партиям . . ." по маркшейдерским вопросам. Затем систематически — в 1853, 1872, 1877, 1880, 1888 годах эти официальные документы (по маркшейдерским работам) корректировались. В 1900—1913 гг. профессором В.И. Бауманом была предложена реформа всего маркшейдерского дела в России.

После Великой Октябрьской социалистической революции, уже в 1922 году, была создана и утверждена ВСНХ, как государственной нормативный документ, первая техническая инструкция по производству маркшейдерских работ для новой специальности — социалистической основы ведения народного хозяйства. В последующем этот государственный, нормативный документ пересоставлялся, корректировался в 1929, 1939, 1950—1953, 1959 годах и последний, ныне действующий, в 1971 году.

Первый съезд маркшейдеров юга России состоялся в г. Харькове в 1909 г. Съезды состоялись в 1910, 1911 и 1913 годах.

Второй Всероссийский маркшейдерский съезд был созван в 1921 г. в Петрограде по инициативе В.И. Баумана и П.М. Леонтовского. Рекомендации съезда нашли отражение в Постановлении ВЦИК и СНК РСФСР от 8 апреля 1922 г. и изданных в его развитие положении и инструкциях.

В декабре 1925 г. состоялись региональные съезды: в Харькове — маркшейдеров Украины, в Свердловске — маркшейдеров Урала и Башкирии, в Томске — общесибирских маркшейдеров. Эти съезды маркшейдеров были проведены в период подготовки к проведению Первого Всесоюзного Горного научно-технического съезда, который состоялся 14—27 апреля 1926 г. в Ленинграде. На этом съезде выступали ученые-маркшейдеры проф. В.И. Бауман — проф. П.К. Соболевский и др.

В 1932 г. 12—19 января, в Ленинграде состоялся Первый Всесоюзный маркшейдерский съезд, где присутствовало около 350 делегатов.

В 1988 году в Ленинграде состоялся VII Международный конгресс по маркшейдерскому делу.

В этот период проведены большие работы по созданию единой системы координат в ряде горнопромышленных районов (Н.Г. Келль, Ф.Ф. Павлов), разработаны новые приборы и методы производства маркшейдерских работ (П.К. Соболевский, А.И. Дисман, Ф.В. Галахов, А.Е. Гутт, О.Л. Кульбах, В.В. Померанцев и др.).

Создание во исполнение решения Первого Всесоюзного маркшейдерского съезда ЦНИМБа — ВНИМИ ускорило решение многих вопросов маркшейдерии и в первую очередь — по совершенствованию мето-

дики и техники маркшейдерских работ (Н.Г. Келль, И.Н. Ушаков, К.А. Звонарев, Б.И. Никифиров, Д.Н. Оглоблин и др.) и изучению процесса сдвигения горных пород и земной поверхности и проявления горного давления (И.М. Бахурин, С.Г. Авершин, М.В. Коротков, И.П. Бухинник, Е.В. Куняев).

В этот же период Н.К. Соболевским были разработаны теоретические основы геометрии недр и намечены пути ее практического использования. В 40 — 50-е годы большой вклад в развитие геометрии недр внесли П.А. Рыжов, И.Н. Ушаков, Г.И. Вилесов, Д.А. Казаковский, А.Ж. Машанов, М.И. Глейзер и др., выполнившие фундаментальные исследования по геометризации угольных и рудных месторождений, оценке точности результатов геометризации и подсчету запасов. Маркшейдерия получила свое дальнейшее развитие в трудах Д.Н. Оглоблина, С.С. Авершина, В.А. Романова, И.Г. Лисицы, С.А. Филатова, Д.А. Казаковского, Б.И. Никифорова, М.Л. Рудакова, М.П. Пятлина, Н.А. Гусева и др.

Последующие годы дальнейшее развитие геометрия недр получила в работах А.А. Трофимова, В.А. Букринского, В.М. Гудкова, Е.Ф. Фрлова, И.Н. Ушакова, А.И. Осецкого, И.В. Францкого, Л.И. Четверикова, В.Ф. Мягкова, Е.П. Тимофеевко, И.М. Батугиной, В.М. Калиниченко и др.

В области маркшейдерии исследования по созданию новых маркшейдерских приборов и методов производства маркшейдерских работ проводили В.Н. Лавров, В.З. Пашенко, М.И. Миронович, Д.М. Казикаев, В.Я. Анцибор, И.И. Финаревский, Н.И. Стенин, Г.А. Кротов и др.

Исследованиями механики и сдвигения массива горных пород занимались А.Н. Медянцева, И.М. Петухов, И.А. Петухов, И.А. Турчанинов, М.А. Иофис, В.И. Борщ-Компоницева, С.А. Батугин, В.Р. Рахимов и др.

Устойчивости бортов карьеров посвящены работы Г.Л. Фисенко, И.И. Попова, В.Н. Попова, Ю.И. Туринцева, А.И. Ильина, Б.Д. Полового. Развиваются исследования по рациональному использованию и охране недр, управлению запасами, планированию горных работ в режиме усреднения (В.М. Гудков, П.П. Бастан, А.Н. Омельченко, Я.М. Адигамов, С.Э. Мининг и др.).

Современная систематическая маркшейдерская съемка горных выработок с применением электронно-оптических, лазерных, фотограмметрических и других инструментов, ЭВМ, графопостроителей и других приборов для камеральной обработки превращает трехмерные пространственные измерения в четырехмерную систему, где четвертым измерением является время.

Определение геометрий объектов горного производства, многообразие форм, сложность осуществления наблюдений и их обработки требуют особой оперативности и четкости маркшейдерской службы.

Постановлением Совета Министров СССР от 27 октября 1981 г. утверждено Типовое положение о ведомственной маркшейдерской службе, согласно которому:

"Маркшейдерская служба организуется по отраслевому принципу в министерствах, ведомствах, на предприятиях, в организациях и учреж-

дениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, а также в необходимых случаях на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, или пользующихся недрами в иных целях”.

Главными задачами маркшейдерской службы являются:

“своевременное и высококачественное осуществление маркшейдерских работ для обеспечения наиболее полного и комплексного использования месторождений полезных ископаемых, эффективного и безопасного ведения горных работ и охраны недр;

совершенствование организации и методов ведения маркшейдерских работ на основе широкого внедрения новейших достижений науки и техники и передового опыта;

осуществление разработки месторождений полезных ископаемых и пользования недрами в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых;

контроль за выполнением требований по охране недр и наиболее полному извлечению из недр основных и других совместно с ними залегающих полезных ископаемых, за выполнением мероприятий, обеспечивающих при проведении горных работ безопасность для жизни и здоровья работников и населения, охрану окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния этих работ, и за соблюдением других требований, определяющих деятельность маркшейдерской службы”.

“Капитальные маркшейдерские и топографо-геодезические работы, требующие применения специальных методов и технических средств, выполняются в установленном законодательством порядке специализированными организациями”.

“Проектирование, строительство и реконструкция предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведка, эксплуатационная разведка и разработка месторождений полезных ископаемых, а также проектирование, строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, без соответствующего маркшейдерского обеспечения не разрешаются”.

“На предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче общераспространенных полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений этих полезных ископаемых, проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и использованием недр в иных целях может быть образована объединенная геолого-маркшейдерская служба”.

“Деятельность маркшейдерской службы должна быть направлена на обеспечение строгого соблюдения государственных интересов при пользовании недрами и предупреждение проявлений узковедомственного, местнического подхода к использованию и охране недр”.

5. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Данное направление является циклом прикладных научных дисциплин, обеспечивающих внедрение в разнообразные процессы и разделы горной технологии и горного производства достижений фундаментальной физики, химии и биологии с целью обеспечения прогресса горного производства.

Высокий уровень развития математики, физики, химии, биологии – необходимое условие подъема и эффективности технических, в частности, горных наук. Вместе с тем современные физика и химия, имея собственные пути исследования, не имеют направлений, связанных с потребностями горного производства, прежде всего с главными задачами этого производства – разрушением и упрочнением горных пород в целях их последующей эффективной выемки, транспортирования, переработки, с возможно полным и комплексным извлечением минерального сырья. В связи с этим в ряде отраслей горных наук развиваются направления физики, химии и биологии, которые условно, на данной стадии развития, можно именовать физикой и химией горных работ, или физическими и химическими процессами горного производства. Эти отрасли знания создаются только частично усилиями собственно физиков и химиков, поскольку направления их научных исследований обычно далеки от задач горного производства. Развитие таких научных направлений полностью возлагается на тех физиков и химиков, которые непосредственно связаны с горным производством, прежде всего, на горняков, специализирующихся по физическим процессам горного производства.

Широко употребляемое в горной литературе понятие “Физико-механические свойства горных пород” включает в себя определения и истины различного характера, зачастую имеющие прямое отношение только к одному из разделов физики, или не к физике, а к конкретной технологии. К таким свойствам относятся: гранулометрический состав разрушенных пород, их крепость, размягчаемость, морозостойкость, растворимость в воде; удельная и объемная масса; пористость и трещиноватость; влажность, влагоемкость и водопроницаемость; сопротивление сжатию, сдвигу и растяжению; углы внутреннего трения и сцепления в горных породах и т.п. На современном уровне развития горного производства и горных наук знаний, связанных только с использованием упомянутых характеристик горных пород, явно недостаточно.

К сложившимся научным направлениям и дисциплинам физических и химических процессов горного производства относятся:

геофизика горного производства, включая промысловую геофизику; физика и химия пластов и залежей (нефтяных, угольных, сланцевых, торфяных, рудных и др.);

физико-технические и химические свойства массива горных пород и горной массы;

механика и устойчивость массивов пород;

подземная гидрогазодинамика;

управление свойствами и состоянием массива горных пород и горной массы;

физика взрыва — механическое разрушение и перемещение пород взрывом, сейсмическое и воздушное действие;

физика и химия процессов разрушения и упрочнения пород;

физико-технический контроль горного производства;

физико-химические и биологические методы горных работ и формирования закладки выработанного пространства.

Развивается физико-биохимическая горная технология по переводу твердых полезных ископаемых (серы, мышьяка, сурьмы, ртути, меди, урана и др.) в недрах в подвижное состояние и извлечение их по скважинам, применение микроорганизмов для извлечения полезных компонентов из руд и др. (Б.Н. Ласкорин, В.Ж. Аренс, В.И. Мисинец, Д.П. Лобанов, Г.И. Каравайко и др.).

Ведутся разработки новых физических, химических и биологических методов повышения нефтеотдачи, газоконденсатотдачи и битумоотдачи пластов; методов и технических средств получения жидкого и газообразного топлива из угля, сланцев и битумов в природных условиях их залегания.

К этому же циклу научных дисциплин следует отнести также “Аэрологию горных предприятий”, поскольку она имеет общую физическую основу и характер для всех отраслей горного производства.

Приобретает силу для поисков, разведки состояния недр космическая геология.

Физические процессы горного производства могут быть охарактеризованы как область знаний и физико-технических, физико-химических исследований свойств и состояния объекта разработки — горных пород и массивов, их превращений технологических процессов, закономерностей проявления этих свойств, методов исследования, обнаружения и контроля их (см. табл. 2).

Данное направление наряду с горнопромышленной геологией является фундаментальной базой для всех разделов геотехнологии, основой решений по безопасности ведения горных работ, долговременного и оперативного планирования и эксплуатации подземных и наземных горных сооружений и объектов.

При этом изучаются и исследуются химические, механические, электрические, акустические, магнитные, радиоактивные, теплофизические, фильтрационные свойства и воздействия, комплекс физико-технических (технологических) свойств горных пород и массивов, а также закономерности физических и химических процессов при ведении горных работ в недрах и на поверхности с учетом их влияния на состояние массива.

Область обеспечения исследованиями:

эксплуатационная разведка недр физическими методами с использованием горных выработок и скважин с целью уточнения запасов, состава и состояния полезных ископаемых, покрывающих и вмещающих горных пород;

Примеры технологических и физических процессов горного производства

Технологический процесс	Сопутствующие физические процессы и явления
1. Осушение массива и разрушенных пород. Дренаживание	Фильтрация и миграция вод, изменение порового давления, смачивание, сорбция, десорбция, образование депрессионной воронки, электроосмос, электрофорез, растворение, диспергация, кристаллизация, фильтрационное разрушение, суффозия, коагуляция, сегрегация, теплообмен, массоперенос, растворение газов, выделение газов, капиллярное поднятие влаги, гидростатическое, парциальное и осмотическое давление; усадка и просадка, растрескивание, деформация горных выработок, прорывы вод, затопление выработок, осадка поверхности, вынос частиц породы, разупрочнение, уплотнение и др.
2. Дегазация пластов и месторождений	Фильтрация, диффузия, массоперенос, теплоперенос, сорбция, десорбция, хемосорбция, биологическое окисление, замещение поротрещинного объема, газовыделение, суффляры, внезапный выброс угля и газа, усадка и осадка, изменения порового давления, состав газов, термодинамического режима и др.
3. Предохранение от промерзания пород на поверхности, в массиве, в сосудах, бункерах и т.п.	Теплопередача от жидких, газовых и твердых теплоносителей к твердым телам, теплопроводность, фазовые превращения, теплоемкость, изменение поверхностного натяжения; выделение теплоты, парниковый эффект и др.
4. Замораживание пород	Теплоперенос, теплообмен, термодиффузия, фазовые переходы, изменение фильтрационных, прочностных, деформационных свойств массива, пучение при замораживании пород. Частичное замораживание фильтрующих пород и др.
5. Оттаивание пород: естественное на карьерах и отвалах, при горных и строительных работах на подземных разработках, в бункерах и транспортных сосудах, при термической очистке добычного и транспортного оборудования	Теплопередача от газовых и жидких теплоносителей к твердым телам — передача тепла теплопроводностью, лучеиспусканием, термодиффузия влаги, фазовые превращения, изменение консистенции пород; преобразование электромагнитной энергии в тепловую; возникновение сдвиговых напряжений, изменение сцепления горной массы с рабочей поверхностью, усадочные деформации, растягивающие и сдвиговые напряжения под напором потока газов; поглощение теплоты фазового перехода, оползни, оплывание, раздел продуктов очистки и др.
6. Разупрочнение массива	Фильтрация, набухание, размокание, нарушение связей. Оползни, сдвиги и др.
7. Упрочнение пород и массива; тампонирование пород	Движение и распределение раствора в трещинах, массоперенос, физико-химические процессы твердения раствора, изменение фильтрационных свойств массива. Неравномерное распространение раствора и неравномерное образование защитных завес вокруг выработок

Технологический процесс	Сопутствующие физические процессы и явления
Химическое упрочнение пород; силикатизация пород; цементация мас-сива; упрочнение отко-сов в массивах горных пород	Полимеризация и поликонденсация, фазовые переходы, изменение фильтрационных свойств массива; вытеснение воды из пор, коагуляционные, диффузионные процессы; приобретение связности, прочности и водонепроницаемости; изменение фильтрационных свойств массива, гидратация и твердение раствора в трещинах: фильтрация, адсорбция, моносорбция, коагуляция, химическое взаимодействие, теплопроводность, фазовые переходы, массоперенос, адгезия, электромассоперенос, диффузия и др.
8. Бурение: ударное скважин и шпуров; вращательное, алмазное бурение; ударно-поворотное, ударно-вращательное; вращательно-ударные буровые машины (ка-ретки; бурение шаро-шечными долотами	Разрушение, деформация и разрушение за счет вдавливания, скалывания, сжатия, смятия, уплотнения пород, перемещение в потоке "промывочного" агента, сохранение устойчивости выемки; укрепление, тампонаж, обсадка; внезапные выбросы газа и жидкости, заклинивание инструмента, их разрушение и вибрация, обрушение выработки, горные удары; перемещение по витым штангам или шнекам (трение, истирание, налипание, адсорбция); мелкодисперсное измельчение и истирание, пылеобразование, износ, сорбционные процессы, действие ПАВ, перемещение продуктов разрушения в воздушной, воздушно-водяной среде и др.
9. Огневое (термическое) бурение шпуров и скважин	Теплопередача, теплопроводность, термические напряжения, плавление, сублимация, испарение; окислительные процессы, образование парогазопылевых скоплений и др.
10. Взрывобурение	Распространение ударных волн напряжений, детонация зарядов ВВ и сопровождающие ее химические реакции; трещинообразование, образование ядовитых газов, сейсмический и звуковой эффект, ударная воздушная волна и др.
11. Электроимпульсная бурение	Электрический пробой, термодинамические процессы, накопление и пробой электростатического потенциала и др.
12. Бурение уплотнением (микробурение, способом раскатки и др.)	Уплотнение слабосвязанных пород, изменение фильтрационных свойств; отжим воды, обрушение, вывалы пород
13. Механическое рыхление	Хрупкое разрушение, рост трещин, упругие напряжения, деформации, трение, преобразование энергии; акустическая и электромагнитная эмиссия, образование тепла и др.
14. Взрывание зарядов химических ВВ; скважинных, шпуровых камерных, котловых, наклонных, траншейных удлиненных, пунктирных штольневых	Распространение по ВВ ударной (детонированной) волны, химические реакции взрывного разложения, распространение ударной и упругой волн напряжений в массиве, диссипация энергии; трещинообразование, упругие и пластические деформации, перемещение отдельных пород, уплотнение, разрыхление пород, фракционирование горной массы, адсорбция газов, газовыделение из массива; вторичные взрывы, проникновение ПВ в подземные выработки, сейсмическое действие, звуковой эффект; раздел, соударение взорванной горной массы; разубоживание

- полезных ископаемых, переизмельчение породы, разупрочнение, провоцирование внезапных выбросов, воспламенения метановоздушной и пылевоздушной среды, обрушение неустойчивых массивов, заколов, целиков и др.
15. Физические взрывы: бесплатное взрывание патронами гидрокс, кардокс, азрокс
Расширение газообразных продуктов, изменение порового давления, деформирование и трещинообразование в массиве газами при высоком давлении; провоцирование выбросов, выделение метана, других природных газов
16. Ядерные взрывы
Цепная реакция деления ядер, синтеза, термодинамические процессы, плавление, сублимация, испарение, дегидратация массива; радиоактивное излучение, радиоактивное заражение, сейсмический эффект и др.
17. Вторичное дробление негабарита взрывное механическое ударными нагрузками взрывание в водонаполненных полостях
Распространение упругих волн, ударных волн, поглощение их энергии, перенапряженные волны, перемещение пород. Разлет кусков, колебания почвы, ударная волна в воздухе, электрические и акустические эффекты; ударные нагрузки, возникновение ядер уплотнения; гидравлический удар и разрыв, кавитация
18. Дробление: нагревом
Теплопередача, тепломассоперенос, накопление тепла, повышение температуры, расширение, термические напряжения; плавление, окисление, горение, разложение породы, дегидратация, диссоциация и др.
- электротермическим способом
Процессы прохождения токов, поляризация пород, диэлектрические потери, нагрев, распространение тепла, термические напряжения; полиморфные и другие фазовые превращения и др.
- электрическим пробоем
Процессы накопления зарядов в породе, ударная ионизация кристаллической решетки минералов, разрыв ионных связей; разлет кусков породы, сейсмический эффект
- магнитным полем
Поглощение магнитной энергии в породах, перемагничивание, явления магнитного гистерезиса, вихревые токи, выделение тепла, повышение температуры, термонапряжения и др.
19. Выемочно-пгорузочные работы: мягких пород, скальных пород после взрывания, комбайнами и стругами
Развитие напряжений и деформаций, процессы резания, скалывания, трещинообразование и разрушение, сдвигение слоев, разуплотнение и разрыхление, уплотнение, трение, абразивный износ; перемещение горной массы, соударение пород, ударные нагрузки на транспортные емкости, адгезионные процессы; обрушение уступов и участков массива, тиксотропия, налипание и намерзание, переизмельчение пород, запыление, инициирование внезапного выброса, высыпания угля и др.
20. Выемка электромеханическим комбайном
Поглощение инфракрасного излучения, тепломассоперенос, нагрев пород, тепловое расширение, термические напряжения, развитие трещин, разрушение; окисление, дегидратация, диссоциация, плавление пород, полиморфные превращения, акустическая эмиссия и др.
21. Дrajная выемка
Совместное гидравлическое и механическое ослабление горных пород, размыв, разрыхление в водной среде и др.

Технологический процесс	Сопутствующие физические процессы и явления
22. Распиловка блоков горных пород	Разрушение и измельчение под нагрузкой распиливающего инструмента, движение твердых частиц в потоке жидкости. Нагрев горной породы, коррозионный износ и др.
23. Раскол блоков статистическими нагрузками (гидроклиньями, расширяющимися смесями и т.д.)	Процессы статистического нагружения, упругого и пластического деформирования пород. Реологические явления и др.
24. Транспортирование горной массы: ж.д. транспорт автотранспорт конвейерный транспорт	Перемещение горной массы, абразивный износ рабочих поверхностей транспортных средств и магистралей; уплотнение и сдвигание горной массы, сцепление горной массы с рабочей поверхностью, гидрофобизация рабочей поверхности, адгезионные процессы; смерзание, прилипание, примерзание горной массы; тиксотропия; термодиффузия влаги, образование двойного электрического слоя на контакте; износ лент, катионный обмен на контакте для скребковых и пластинчатых конвейеров, повторяющееся динамическое воздействие на горную массу и др.
25. Подъем на поверхность и перепуск горной массы	Гравитационные процессы, движение газов, слеживание, вторичное разрыхление, сцепление, зацепление, и трение в потоке выпускаемой руды, измельчение истиранием, разрыхление и уплотнение горной массы на вибропитателях, формирование эллипсоидов выпуска и разрыхления, Образование сводов, закупорка выпускных отверстий, ударное разрушение стенок, рудоспусков и рудоскатов; абразивный износ выработок и оборудования, запыление и др.
26. Гидротранспорт	Коррозия трубопроводов, измельчение истиранием, размокание горной массы, взвешивание частиц в потоке жидкости; закупорка трубопроводов и др.
27. Проветривание	Процессы движения газовой среды по выработкам, теплообмен, массообмен, окисление, диффузия газов, тепломассообмен; образование аэрозоль, возгорание сульфидных руд и углей, газовыделение, запыление, взрывы метана, оттаивание, замораживание, потеря устойчивости пород, тепловыделение пород, окисление руд, теплообмен людей и машин, перераспределение температур в массиве, тепловыделение в выработках, отслоение и выветривание пород и др.
28. Крепление выработки	Горное давление, деформирование массива горных пород и крепи, разрушение массива горных пород и крепи, волновые процессы, механо-электрические эффекты, газодинамические процессы и др.
29. Создание (оставление) целиков	Горное давление, деформирование, разрушение, пучение, электрзвукочная эмиссия, горные удары, выбросы, пожары, воздушные удары и др.
30. Закладка выработанного пространства	Горное давление, статистические, динамические процессы, движение твердых частиц в потоке, фильтрация, электрокинетические процессы, фазовые переходы, адгезия, консолидация, цементация, деформирование закладки и массива горных пород, волновые процессы,

электромагнитные процессы, газодинамические, термодинамические процессы; износ оборудования, твердение, выделение тепла, заиливание выработок, прорывы закладки, различные формы проявления горного давления и сдвигание вмещающих пород и земной поверхности и др.

31. Принудительное обрушение Движение, деформирование и разрушение пород, волновые процессы, газодинамические процессы, термодинамические процессы; воздушные ударные волны; смещение, разрыхление и сдвигание окружающих пород вплоть до земной поверхности, образование воронок, прорывы воды, пльвунов и др.
32. Складирование горной массы, отвалообразование при отсыпке сухих отвалов и при намыве гидроотвалов и хвостохранилищ Фракционирование, перемещение, трение и сцепление, уплотнение, консолидация горной массы, поровое давление, термодиффузия и диффузия влаги; оползни, эрозия откосов, отвалов, биохимические процессы, окисление и самовозгорание, осыпи отвалов, просадка поверхности отвалов. Инфильтрация естественных осадков, капиллярное поднятие при наличии горизонта подпитки, размокания горной массы, отжим воды; перемещение твердых частиц в потоке жидкости, сегрегация частиц при осаждении, водоотдача горной массы, фильтрация воды, оплывание откосов дамб, прорывы воды и неконсолидированной горной массы и др.
33. Рекультивация: терриконов, сухих отвалов, хвостохранилищ, гидроотвалов Перемещение, уплотнение, разрыхление, массоперенос; снижение плотности при разрыхлении и увеличении плотности при трамбовании пород, выветривание, обезвоживание, осаждение твердых фракций, фильтрация. Снижение и повышение плодородия земли; самовозгорание, эрозия почвы, засоление почвы и др.
34. Дробление горных пород в щековых, конусных, инерционных, молотковых, роторных, валковых дробилках с гладкой рабочей поверхностью и с зубчатой рабочей поверхностью Разрушения в результате: всестороннего сжатия и растяжения плоскими поверхностями, упругой и пластической деформации, удара, раздавливания, излома и истирания, раздавливания коническими поверхностями, удара по крупнокусковому материалу, раздавливания гладкими цилиндрическими поверхностями, излома и растяжения зубчатыми цилиндрическими поверхностями; пыление, шум, вибрация, металлоизнос и др.
35. Дробление взрывом Разрушение от всестороннего сжатия высоким давлением и взрывного растяжения при резком снижении давления; разупрочнение, интеркристаллитный разрыв связи, шум и др.
36. Электрогидравлическое дробление Электрический разряд, гидравлический удар, хрупкое разрушение, разряд через твердые минералы, межзерновое и межфазное разрушение; плавление (канала пробоя), ионизация, разрыв связей, электролиз, газовыделение и др.

Технологический процесс	Сопутствующие физические процессы и явления
<p>37. Грохочение: на неподвижном колосниковом грохоте на дуговом сите</p> <p>на валковых грохотах в барабанных грохотах</p> <p>на инерционных и гидрационных наклонных грохотах</p> <p>на самобалансных и резонансных грохотах на коническом циклонном грохоте</p>	<p>На неподвижной просеивающей поверхности под действием сил тяжести</p> <p>на неподвижной криволинейной просеивающей поверхности под действием центробежных сил и сил тяжести; сегрегация, трение рудных агрегатов</p> <p>на плоской просеивающей поверхности под действием рабочих элементов и сил тяжести на вращающейся цилиндрической просеивающей поверхности под действием центробежных сил и сил тяжести; репульсация, гидратация, дезинтеграция</p> <p>на плоской просеивающей поверхности с колебаниями под действием сил тяжести</p> <p>на плоской с возвратно-поступательным колебанием просеивающей поверхности под действием сил тяжести</p> <p>на конической просеивающей поверхности под действием центробежных сил</p>
<p>38. Классификация: в механических классификаторах (реечных, спиральных и чашевых) в гидравлических классификаторах в гидроциклонах</p>	<p>Разделительный массоперенос частиц различной крупности: в горизонтальных турбулентных потоках в результате действия сил тяжести; агрегация, седиментация, пеночная флотация и флотация твердой стенкой</p> <p>в восходящем потоке в результате действия сил тяжести;</p> <p>действие центробежных сил, Шламование, абразивный износ и др.</p>
<p>39. Бесшаровое измельчение :</p> <p>мокрое первичное самоизмельчение</p> <p>сухое первичное самоизмельчение</p> <p>рудно-галечное измельчение</p> <p>струйное измельчение</p> <p>центробежно-струйное измельчение</p>	<p>Раздавливание и истирание (скалывание) в жидкости в стесненных условиях ограниченного объема цилиндра; деформация, интеркристаллитный разрыв связей, упрочнение, образование критических классов крупности, сегрегация;</p> <p>удар, раздавливание и истирание (скалывание) в токе воздуха стесненных условий ограниченного объема цилиндра. Пыление и др.;</p> <p>истирание в стесненных условиях ограниченного объема цилиндра в жидкости; свободный и стесненный удар в ограниченном токе воздуха, пара или газа. Деформация, интергранулярный разрыв связей, аморфизация кристаллов, металлоизнос;</p> <p>свободный или стесненный удар о твердую стенку в жидкости</p>
<p>40. Шаровое и стержневое измельчение:</p>	

- в шаровых барабанных мельницах и стержневых
- в вибрационных мельницах
41. Обезвоживание добытых пород:
центрифугирование, сгущение в отстойниках, сгущение в гидроциклонах, фильтрование, сушка
42. Обесшламливание на гидроциклонах, в классификаторах
43. Промывка пород: в бутах, в скрубберах, в корытных мойках и др.
44. Гравитационное обогащение:
на песковых и шламовых концентрационных столах
на отсадочных машинах
- на винтовых сепараторах и шлюзах
на подвижных шлюзах
- на неподвижных шлюзах
- в крутонаклонных сепараторах
- Истирание, удар и раздавливание тел под действием сил тяжести в жидкости или токе воздуха; деформация, шламование, агрегатирование, окисление, эрозия, коррозия, шум, наклон (для сухого измельчения), металлоизнос;
механическая активация высокочастотных ударов сферических тел в токе воздуха. Образование новых химических соединений и др.
Разделительный массоперенос жидкой и твердой фаз; вязкостное трение фаз и истирание, агрегация, седиментация в поле центробежных сил, при осаждении удерживанием твердой фазы на пористой поверхности и др.
- Разделительный массоперенос частиц в поле гравитационных или центробежных сил, при осаждении минеральных частиц в водной среде; истирание, шламование, абразивный износ, вязкостное трение фаз, седиментация и др.
Дезинтеграция, разделительный массоперенос материала различной крупности, на вращающейся цилиндрической просеивающей поверхности, в восходящих потоках; гидратация, разрыхление, шламование, измельчение агрегатного состояния, металлоизнос и др.
Разделительный массоперенос частиц различной прочности и крепости в потоке воды на колеблющейся плоскости под действием инерционных, гидродинамических сил и сил тяжести; разрыхление смеси крупных минеральных зерен, вертикальные пульсации воды высокой и малой турбулентности, сегрегация, трение зерен о поверхность деки стола и др.;
- в вертикальном потоке воды переменного направления под действием инерционных, гидродинамических сил и сил тяжести; периодическое разрыхление и уплотнение смеси минеральных зерен искусственной постели, сегрегация, трение зерен друг о друга, образование грубодисперсной суспензии и др.;
- в криволинейном потоке воды под действием инерционных, центробежных, гидродинамических сил, сил тяжести;
разрыхление смеси, поперечная циркуляция водного потока, сегрегация, трение зерен о поверхность винтового желоба в турбулентном потоке воды на подвижной поверхности под действием инерционных, гидродинамических сил и сил тяжести; разрыхление смеси, сегрегация, образование грубодисперсной суспензии, трение зерен о поверхность аппарата и др.;
- в потоке воды на неподвижной поверхности под действием инерционных, гидродинамических сил и сил тяжести; разрыхление смеси, сегрегация, образование грубодисперсной суспензии и др.;
- в напорном потоке воды, направленном под углом вверх под действием инерционных, гидродинамических сил и сил тяжести; разрыхление смеси, образование грубодисперсной суспензии малой плотности, движение зерен в соответствии с величиной скорости стесненного падения;

Технологический процесс	Сопутствующие физические процессы и явления
в шнековых сепараторах	в турбулентном напорном криволинейном потоке воды, направленном вверх, под действием инерционных, центробежных, гидродинамических сил и сил тяжести. Разрыхление минеральных зерен, повышение плотности среды в центробежном поле, движение зерен в соответствии с величиной скорости их стесненного падения и др.
45. Выщелачивание полезных ископаемых: скважинное, подземное, комбинированное перколяция и кучное выщелачивание цановое, кислотное, щелочное, растворами солей, микробиологическое	Разделительный массоперенос при избирательном фазовом переходе полезных компонентов из твердого в жидкое в условиях естественного залегания в подготовительных блоках и в сочетании с очистной выемкой; диффузия, гетерогенные реакции, коагуляция, капиллярные явления, коррозия и др.; то же в условиях просачивания растворителя через неподвижный слой твердого материала и через слой специального подготовленного материала; то же в условиях перемешивания, под действием кислот, под действием щелочей, под действием растворов солей, в условиях биокаталитического ускорения окислительных процессов и др.
46. Растворение полезных ископаемых: прямоточное противоточное, гидроразрывное, ступенчатое	Разделительный массоперенос в условиях изменения агрегатного состояния полезных ископаемых под действием прямоточного потока растворителя; диффузия, межмолекулярное взаимодействие, коррозия, деформация земной поверхности и др.; то же под действием противоточного потока, под действием растворителя с предварительным гидроразрывом пласта, под действием растворителя при послойном растворении пласта
47. Выделение металлов из растворов: цементация, ионный обмен, экстракция, электролиз	Разделительный массоперенос в условиях межфазового перехода и изменения агрегатного состояния веществ при химическом восстановлении более электроотрицательными металлами, за счет реакций обмена ионами между твердыми веществами и раствором электролита, в результате межмолекулярного взаимодействия агрегатного при электрохимическом окислении — восстановлении на электродах; адсорбция, гетерогенная реакция, окислительно-восстановительный процесс, сорбция, обратимая гетерогенная реакция, межмолекулярное взаимодействие в конденсированных системах; разряд ионов на электродах, электроосаждение, перенос электричества между электродами и электролитом, образование электролизных газов и др.

48. Агрегация и диспергация частиц при переработке полезных ископаемых:
- коагуляция
Изменение агрегатного состояния коллоидных частиц при их столкновении в поле гравитационных сил; слипание частиц при столкновении;
 - электрокоагуляция
то же под действием электрического поля; слипание частиц за счет электростатического взаимодействия;
 - флокуляция
то же под действием химических реагентов; гетерогенные реакции, слипание частиц, загрязнение промстоков химическими веществами и др.;
 - пептизация
то же путем распада агрегатов под действием физических полей и химических реагентов, адсорбция, гетерогенные реакции, газовыделение, распад агрегатов в дисперсных системах, загрязнение промстоков химическими веществами и др.

осушение и увлажнение массива пород;

управление состоянием массива пород в целях его расчленения, разгрузки, повышения проницаемости и дегазации, борьбы с внезапными выбросами пород и газов и горными ударами, повышения отдачи из недр нефти, газа, термальных и минеральных вод и улучшения условий первичной их переработки; разупрочнение и упрочнение вмещающих горных пород и полезных ископаемых физическими, физико-химическими и другими способами;

изучение деформирования и разрушения горных образцов и массивов под действием различных нагрузок и горного давления; разработка способов обеспечения устойчивости несущих элементов крепи и породных массивов при производстве горных работ;

установление закономерностей охлаждения массивов горных пород в зонах тепловых аномалий и на больших глубинах для использования тепла недр;

механическое, сейсмическое и воздушное действие массовых, средних и микровзрывов, обоснование метода взрывных работ и прогноз результатов взрывов, установление связи взрыва со свойствами массива пород и взрывчатых веществ, технология, механизация, организация и проектирование взрывных работ, направленное изменение свойств кусков разрушенной горной массы и массива;

обоснование эффективных и безопасных методов ведения взрывных работ в условиях угольных шахт и рудников;

плавление, испарение, окисление и другие физико-химические явления в породах и полезных ископаемых при разработке новых способов их добычи (газификации, выплавки, возгонки, выщелачивания и т.п.). Исследование возможностей применения новых способов добычи полезных ископаемых и новых физико-технических процессов их добычи при традиционных способах разработки месторождений;

бурение, разрушение и ослабление массивов горных пород физико-техническими способами;

дробление и измельчение разрушенных горных пород физико-техническими способами;

предотвращение переизмельчения, слеживаемости, слипаемости и налипания, смерзаемости и примерзания горной массы;

обезвоживание, спекание и окомкование измельченных горных пород;

получение информации о состоянии массивов пород и их свойствах акустическими, электромагнитными и другими способами;

разработка методов и аппаратуры контроля физических и химических производственных процессов;

изучение физико-технических свойств и проявлений особых горно-геологических явлений в горных породах и массивах — объектах горных работ; разработка инженерных методов и технических средств для этих целей, обоснование методов борьбы с этими природными опасностями;

химическая и технологическая характеристики добываемых полезных ископаемых и сопутствующих пород по главным элементам и соединениям, их составляющим, и возможностям попутного извлечения дру-

гих (неосновных) элементов и соединений в целях комплексной разработки месторождений;

оценка устойчивости элементарного состава и соединений в наиболее распространенных горных породах и полезных ископаемых и их химической активности в условиях горного производства;

изучение соотношений и видов твердых, жидких и газообразных включений в горных породах в естественном их состоянии в условиях совершенствования технологии с использованием достижений химии и биологии для их комплексного использования;

исследование действия электрического тока в горных породах при различных условиях, возможности использования поляризации молекул в целях извлечения компонентов, возможности электролитической диссоциации и ионных реакций в массивах;

изучение природных и искусственных термомеханических и термохимических процессов в массивах горных пород;

растворение горных пород, изучение концентраций, возможности активизации процесса растворения и увеличения концентрации;

изучение свойств растворов горных пород и входящих в них соединений в массивах пород;

исследование возможности изменения состава горных пород непосредственно в массиве химическими воздействиями, вопросы превращения твердых веществ в жидкие и газообразные и вероятности обратного процесса; изыскание катализаторов процессов;

возможности активных вытеснительных процессов при химических воздействиях в массивах пород.

Очевидно, роль физики, химии и биологии горных работ должна проявляться прежде всего в коренном преобразовании методов добычи полезных ископаемых и их компонентов. Не меньшую роль они должны сыграть в решении вопросов комплексного использования ископаемого сырья, включая добычу рассеянных и редких элементов, и в применении химических методов при решении частных задач горного производства на современном уровне его развития (понижение твердости пород, упрочнение массива, кондиционирование воздуха и т.п.).

Физика, химия и биология взаимно связаны при решении большинства задач горных наук и производства. Возможные связи горных наук с физикой, химией и биологией не ограничиваются изложенным выше. Они будут систематически пополняться и изменяться. Однако только совместные усилия геологов, горняков, физиков, химиков и биологов, специализирующихся в указанных направлениях, позволят решить задачи такого рода.

Результаты научных исследований этого направления должны обеспечивать:

экономичное и безопасное ведение горных и взрывных работ, комплексное и рациональное использование недр и полезных ископаемых, анализ геологических и гидрогеологических условий горных работ, знание свойств горных пород и происходящих в них процессов для повышения эффективности технологии разработки месторождений и переработки минерального сырья;

разработку исходных требований для создания новых машин и технологии добычи и переработки полезных ископаемых и вмещающих их горных пород, а также приборов и аппаратов для контроля за состоянием массива и свойствами горных пород, для проектирования и контроля за работами по охране окружающей среды;

разработку новых высокоэффективных способов и средств резания, разрушения, дробления, измельчения горных пород и раскрытия минералов;

изучение и приборный контроль физических свойств и состояния горных пород и процессов в массиве на всех стадиях ведения горных работ;

обоснование системы регулирования теплового режима горных выработок, системы извлечения геотермической энергии, термических способов добычи полезных ископаемых;

управление физическими свойствами горных пород, их упрочнение, ослабление и разрушение; подготовку к сепарации минералов и составляющих компонентов;

разработку и использование методов и аппаратуры для контроля технического состояния горных машин, изучения качества полезных ископаемых и продуктов их обогащения, прогноза и управления состоянием массива горных пород до начала ведения горных работ и в процессе их управления процессами горного производства, получения заданных результатов взрыва по дроблению, сейсмике и воздушным волнам, состава и свойств ВВ, обоснованных проектов взрывных работ, прежде всего массовых, конструкции зарядов, схем инициирования и т.п.

НЕКОТОРЫЕ НАУЧНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ИХ НАПРАВЛЕНИЯ

Физика и химия угольного пласта развиваются в последние годы в основном как учение о процессах, происходящих в природной системе "угольный пласт – метан", определяющих накопление метана в угленосной толще, его распределение в зависимости от условий метаморфизма угля и выделение в выработки при ведении горных работ.

Исследуются ультратонкая структура угля, статика и динамика метана в угольном пласте, термодинамика системы "уголь–газ" и способы управления коллекторскими и газодинамическими свойствами угольных пластов. Устанавливаются закономерности и формы содержания и распределения метана в угольных пластах, структура ультратонкого строения угля на коллоидном уровне и его сорбционная емкость, влияние тепло- и динамометаморфизма, условий влагонасыщенности, механических напряжений на коллекторские и газодинамические свойства углей.

В широком диапазоне марок углей изучаются их сорбционная емкость, ее зависимость от степени метаморфизма и наличия минеральных включений и газов, теплота сорбции и энергии активации. Обосновываются фильтрационные и диффузионные виды переноса метана

в угольных пластах, закономерности выделения метана из пласта в горные выработки в зависимости от его газоносности или давления газа в пласте и технологических условий ведения горных работ — скорости подвигания выработок, применяемого оборудования и т.д.

Разрабатываются теория и способы управления коллекторскими и газодинамическими свойствами газонасыщенных угольных пластов путем гидравлического или физико-химического воздействия на них. Инженерные методы расчета процессов направленного воздействия на свойства и состояние угольных пластов для снижения газовыделений, пылеобразования в горных выработках, предотвращения выбросов угля и газа.

Предложен метод прогноза газообильности угольных шахт и ее изменения с глубиной залегания пластов (Г.Д. Лидин, А.И. Кравцов, А.Э. Петросян и др.). Созданы и внедрены способы дегазации угольных пластов и выработанных пространств. Разработаны аналитические методы расчета шахтных вентиляционных систем (А.А. Скочинский, А.И. Ксенофонтова, А.С. Бурчаков, В.Д. Комаров, Л.А. Пучков, К.З. Ушаков, И.И. Медведев и др.).

Физика и химия торфа. Советскими учеными созданы основы научных представлений о комплексном использовании торфа, классификации торфов по типам и видам, методы исследования физических и химических свойств торфа, его структуры и состава, гидротехнический режим торфяных залежей. Изучены термомеханические условия переработки торфа, физико-технические характеристики и свойства торфа и его залежей, а также процессы, протекающие на различных стадиях производства. Исследованы условия газификации кускового торфа на газогенераторных станциях и получения торфяного кокса, создана технология изготовления торфоизоляционных плит. Методы комплексной переработки позволили получить ряд новых материалов и продуктов на основе изучения органического и биохимического синтеза (И.И. Лиштван и др.).

Физика (механическое, воздушное и сейсмическое действие) взрыва. Исследованиями раскрыта природа различных форм работы взрыва (А.Ф. Беллев) в связи со свойствами взрывчатых веществ, разработан энергетический закон подобия при взрыве (Г.И. Покровский, М.А. Садовский и др.), объяснен механизм детонации ударными волнами (Ф.А. Баум), предложен инженерный расчет параметров взрывного импульса в горных породах (Э.И. Ефремов, М.Ф. Друкованый, В.Н. Мосинец и др.). Получено представление о механизме дробления монолитных и трещиноватых горных пород взрывом и действия взрыва в твердой среде (Г.И. Покровский, В.Н. Родионов, Е.И. Шемякин, А.Н. Ханұкаев). Внедрены крупномасштабные направленные взрывы (М.А. Лаврентьев, Г.И. Покровский, Н.В. Мельников и др.), созданы основы технологии микровзрывов. Разработаны методы оценки массивов горных пород по буримости и взрываемости (В.В. Ржевский, А.Ф. Суханов, В.Н. Мосинец).

Разработана теория и способы управления действием взрыва при разрушении трещиноватого массива горных пород (В.С. Хохряков, Б.Н. Кутузов, Э.И. Ефремов и др.), предложены и внедрены в произ-

водство гранулированные и водосодержащие взрывчатые вещества с регулируемой плотностью энергии (Н.В. Мельников, Г.П. Демидюк, Е.Г. Баранов, Л.В. Дубнов), создан комплекс средств и способов управления технологическими свойствами горных пород с помощью взрыва, развивается новое направление использования взрыва, обеспечивающее повышение эффективности процессов рудоподготовки и обогащения (А.И. Потапов, Ю.С. Мец и др.). Разработаны принципы создания взрывом в массивах горных пород протяженных ориентированных трещин (А.А. Вовк, А.В. Михалюк и др.).

Перспективы работы в направлениях:

- разработки путей интенсификации взрывного дробления пород и регулирования свойств раздробленной горной массы посредством управляемого воздействия на массив энергией взрыва;
- применения новых типов ВВ в том числе окислителей и сенсibilизаторов, получаемых из отходов горного производства, а также средств и схем инициирования зарядов;
- разработки нетоксичного ВВ для обеспечения механизированной проходки горных выработок в крепких горных породах путем получения сжиженных кислородно-водородных смесей;
- разработки высокоэффективных взрывных энергосберегающих технологий проведения подземных выработок различного сечения и направления.

Физика процессов разрушения горных пород. Исследованиями раскрыта природа разрушения горных пород исполнительными породоразрушающими элементами (инструментами) различных горных машин и устройств при механическом, тепловом, электрическом, электромагнитном, огневом и других видах нагружения пород. Определены рациональные режимы разрушения пород, области применения различных видов нагружений. Разрабатываются новые более эффективные моно- и комбинированные способы разрушения горных пород и отделения блоков и кусков от массива (О.Д. Алимов, А.П. Дмитриев, Ю.И. Протасов, А.С. Гончаров и др.).

Создание принципиально новых методов разрушения горных пород, оценка таких методов по энергоемкости и удобству использования, разработка прогрессивных решений в этой области позволяют не только интенсифицировать отделение полезного ископаемого (или породы) от массива, но и получать с наименьшими затратами нужную крупность и технологические свойства материала, облегчить раскрытие минеральных зерен для повышения извлечения полезных компонентов. В связи с этим следует изыскать способы и средства предварительного ослабления горных пород, такие, например, как интенсивное поверхностное охлаждение, создающее в массиве систему трещин растяжения; использование взрывной и термической усталости при повторных взрывных и тепловых ударах и т.д.

Целесообразно вести работы в направлениях:

- совершенствования и создания новых способов и средств поверхностного охлаждения массива крепких горных пород с целью их ра-зупрочнения;

- совершенствования создания новых способов и средств термического разрушения пород;
- совершенствования и создания новых энергосберегающих способов и средств разрушения мерзлого массива при производстве строительных и горных работ;
- исследование закономерностей изменения физико-технических свойств массивов пород различной крепости при циклическом воздействии различных физических полей и разработка методов управления механическими свойствами массива.

Механика и устойчивость массивов горных пород. Механика массивов горных пород — фундаментальная база строительной, скважинной, открытой и подземной горных технологий — изучает механические свойства массивов горных пород и механические процессы в массивах, возникающие при производстве горных работ.

Механика массивов горных пород обеспечивает проекты производства горных работ прогнозами проявлений механических процессов в виде деформаций, сдвижений, объемов разрушений, нагрузок на инженерные конструкции горных выработок. На основе прогнозов производится расчет безопасных по условиям эксплуатации размеров несущих элементов систем разработки (опорных целиков, пролетов камер, углов наклона и высоты откосов и т.д.), а также проектирование мероприятий по обеспечению устойчивости горных выработок и охране окружающей среды.

Исследуются:

процессы изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород вблизи горных выработок в зависимости от геологических, геометрических, силовых, временных, физических и технологических факторов (протяженность, форма поперечного сечения, средства, поддержания выработок, ориентация оси выработки и др.);

размеры и влияние начального напряженного состояния массива пород в месте заложения горных выработок, внешней нагрузки на контуре выработки (реакция крепи, давление воды и др.), влияние технологических процессов и времени на поле напряжений и деформаций;

условия появления опасных растягивающих напряжений на контуре выработок;

несущая способность и устойчивость массива при различных способах и параметрах поддержания выработанного пространства;

процесс разрушения горных пород и несущих элементов породных массивов (опорных целиков, потолочин камер, бортов карьеров, массивов вокруг выработок) под действием горного давления.

Общую теорию следует развивать не только с использованием представлений о горных породах как о сплошной среде и соответствующих принципов механики, но и как о массиве, сложенном из отдельных различия размера и формы. При этом очень важно изучать и учитывать фактические значения сил гравитационного и тектонического происхождения, установить величины и направления исходных главных напряжений и составить соответствующие карты перспективных горно-промышленных регионов страны, сформировать реальные представле-

ния о трансформировании напряжений в массиве при ведении горных работ.

Важно также проведение фундаментальных исследований по изучению особенностей поведения нарушенных горных пород в предельном состоянии; разработка способов активного влияния на процесс развития зон разрушения, направленных на создание оптимальных условий формирования вокруг выработки грузонесущей оболочки.

Управление свойствами и состоянием массива как научная дисциплина устанавливает закономерности их направленного изменения и создания новой прогрессивной технологии горных работ, уменьшающей их трудности и основные опасности.

Для обеспечения экономичности и безопасности ведения горных работ, охраны недр и водоземельных ресурсов осуществляется комплекс технологических и специальных инженерных мероприятий по целенаправленному воздействию на массив пород в пределах разрабатываемого участка и на отзалах.

К естественным свойствам пород относятся пористость (скважинность), проницаемость, сорбционная емкость, растворимость, смачиваемость, зольность (углей), вещественный состав, химическая активность, теплоемкость, теплопроводность и др., а также ряд механических характеристик: крепость (прочность), упругость, сжимаемость, слипаемость, способность к восприятию и передаче горного давления и др.

Состояние массива характеризуется степенью насыщенности газами, водой и другими жидкостями; наличием и уровнем фильтрации жидкости и газа, уровнем нагрева или охлаждения пород, интенсивностью передачи тепла, волновых процессов, давления измененностью первичного вещественного состава и метаморфизмом, степенью растворения минерального состава и свободы химических связей, степенью раздробленности, трещиноватости, нарушенности, напряженного состояния пород и т.п.

Благодаря применению новых методов подготовки массивов, созданию новых технологических материалов, программного и дистанционного управления состоянием массивов стал актуальным вопрос повторной отработки рудных и угольных месторождений.

Физико-технический контроль горного производства — научная дисциплина, обеспечивающая исследованиями разработку и внедрение в практику физических методов и средств контроля и прогноза свойств, состава и состояния горных пород, жидких и газообразных горнотехнологических сред, а также процессов, возникающих на всех стадиях освоения и эксплуатации горных предприятий*. К ее задачам также относится контроль качества выпускаемой продукции с целью оперативного и долговременного планирования горных работ, получения опережающих знаний об условиях ведения строительных, добычных и подготовительных работ и поддержания их безопасности, управления процессами извлечения и переработки полезных ископаемых в соот-

* По В.С. Ямшикову.

ветствии с требованиями экономики горного производства и рационального использования недр.

Методы и средства физико-технического контроля основаны на изучении и оценке электромагнитных, электрических, акустических, оптических, радиоактивных и тепловых свойств горных пород и использовании соответствующих излучений, механических изменений, широко применении ЭВМ для обработки получаемых результатов.

Методы и средства физико-технического контроля обеспечивают: изучение физических и физико-технических свойств горных пород в массиве и оценку напряжений в массиве горных пород;

изучение трещиноватости и выявление структурной неоднородности массива горных пород, оконтуривание залежи полезного ископаемого;

прогноз динамических процессов при ведении горных работ, внезапных выбросов и горных ударов, взрывных и ударных воздействий и процессов сдвижения массива в период эксплуатации месторождений;

контроль за:

качеством сырья при добыче, транспортировании и извлечении полезных ископаемых;

проявлением горного давления, взаимодействием массива и крепи горных выработок;

эффективностью процесса извлечения твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых при скважинной технологии;

физико-химическими процессами направленного изменения и состоянием горных пород и массивов;

техническим состоянием и эффективностью эксплуатации горных машин и комплексов.

* * *

Результаты научных исследований в области физических процессов горного производства определяют научно-технический прогресс во всех отраслях горного производства.

Крайне необходимы дальнейшие широкие исследования для разработки:

эффективных методов и технических средств комплексного извлечения редких и рассеянных элементов из подземных и морских вод и методов оценки рудничных и шахтных вод;

эффективных методов и технических средств сжигания углей в подземных условиях для получения газов и тепловой энергии, а также твердых и искусственных топлив из отходов бурых и каменных углей;

новых физических, химических и биологических методов повышения первичной нефтеотдачи, отдачи газоконденсата и битумоотдачи пластов с использованием различных ПАВ, микроорганизмов, с помощью которых получают биологический крекинг тяжелых высокомолекулярных углеводородов; создания в выработанных пластах периодических ударных импульсов, способствующих образованию вторичной нефтяной залежи;

методов использования источников концентрированной энергии, например, лазеров, с целью изучения физических характеристик и

состояния призабойной зоны скважин и инициирования горения, малогабаритных реакторов, тепловых методов воздействия на пласты, радиоактивных методов контроля и изучения пластов;

методов и технических средств получения жидкого топлива из угля, сланцев и битумов в условиях их залегания;

методов и средств использования новых химически активных реагентов для выщелачивания полиметаллических руд;

теории прочности горных пород и новых методов их разрушения, обеспечивающих четкое разделение компонентов и снижение энергозатрат;

методов и комплекса аппаратуры непрерывного контроля за напряженным состоянием пород в массивах;

техники для производства горных работ в условиях многолетней мерзлоты при скважинной, подземной, открытой и подводной технологиях;

способов и средств контроля выбросоопасного массива, основанных на изменениях механоэлектрических параметров горных пород в массиве.

Комплекс аппаратуры непрерывного и прогнозного контроля напряженного состояния массива горных пород при открытых горных работах позволит контролировать состояние и устойчивость бортов карьеров, а при подземной разработке — следить за развитием напряженного состояния массива в различных его частях, нарастанием опасности таких явлений, как горные удары, и своевременно принимать необходимые меры. Аппаратура должна обеспечивать автоматизированную обработку информации, выделение нужных сигналов на фоне "помех" разного происхождения, определять координаты очага, осуществлять распознавание процессов, протекающих в очаге. Использование методов и средств контроля позволит выявить очаги горнодинамических явлений в начальной стадии их формирования, исследовать механизм развития явлений и усовершенствовать способы их предотвращения и надежного прогноза.

Аэрология горных предприятий* — отрасль горных наук, изучающая свойства рудничной атмосферы, законы движения воздуха, перенос его газообразных примесей, пыли и тепла в горных выработках и в прилегающем к выработкам массиве горных пород. Является научной основой для разработки инженерных приемов, методов и средств вентиляции шахт и глубоких карьеров.

На открытой земной поверхности не возникает проблемы искусственного поддержания требуемого для жизнедеятельности человека газового состава воздуха. Однако в помещениях, особенно в горных выработках, изменения в составе их атмосферы вследствие выделения и поглощения газов вызывают необходимость вентиляции.

Первым научным исследованием в области рудничной аэрологии, положившим начало ее развитию как науки, явился трактат М.В. Ломо-

* Материалы представлены проф. К.З. Ушаковым, В.С. Ямщиковым.

носова "О вольном движении воздуха в рудниках примеченном" (1742 г.), в котором объяснялась природа естественной тяги воздуха в шахтах и вскрывались законы ее проявления.

Появление в шахтах выделений горючего и взрывчатого газа метана (случаи вспышек и взрывов метана в шахтах известны горнякам с ХУ1 в.; первый случай его обнаружения в России относится к 1878 г. у г. Юзовка — ныне Донецк) потребовало дальнейшей интенсификации шахтной вентиляции.

В настоящее время вследствие значительной глубины горных работ и повышения нагрузок на забои в угольных шахтах выделяются большие количества метана, бороться с которыми традиционным способом — разбавлением воздуха и выносом из шахты вентиляционной струей — во многих случаях оказывается уже невозможным из-за необходимости подачи в шахты чрезвычайно больших объемов воздуха и превышения при этом допустимых скоростей его движения по выработкам. Появился второй вентиляционный барьер — газовый, а вслед за ним, с повышением температуры воздуха в горных выработках, третий — тепловой вентиляционный барьер.

Начало ХХ в. открывается фундаментальной работой А.А. Скочинского "Рудничный воздух и основной закон движения его по выработкам" (1904 г.), в которой автор дал обобщение многочисленных исследований состава и свойств шахтной атмосферы и впервые применил к движению воздуха в шахтах известное уравнение Бернулли.

А.А. Скочинским (1874—1960) выполнены обширные исследования по рудничной аэро- и газодинамике, шахтной атмосфере и методам ее контроля, внезапным выбросам угля и газа, шахтным пожарам, рудничной пыли. Им, совместно с профессором ЛГИ В.Б. Комаровым, написан учебник "Рудничная вентиляция", за который была присуждена Государственная премия СССР. В 1930 г. в МГИ А.А. Скочинским создается кафедра рудничной вентиляции; в 1938 г. по инициативе и при участии А.А. Скочинского создается Институт горного дела АН СССР, носящий ныне его имя.

В СССР исследования по рудничной аэрологии ведут коллективы научно-исследовательских институтов ИГД им. А.А. Скочинского, МакНИИ, ВостНИИ, ВНИИБТГ, ДонУГИ, КНИУИ, учебных институтов — МГИ, ЛГИ, ДГИ, СГИ, многих политехнических и других институтов.

Важнейшие направления исследований:

изучение аэродинамического сопротивления горных выработок и их соединений, аэродинамика шахтных вентиляционных потоков;

изучение состава газов, содержащихся в земной коре, процессов газовой выделении в горные выработки, переноса газов вентиляционными потоками и управления газовой выделением;

исследование взрывчатых свойств шахтной пыли и разработка методов борьбы с нею;

исследование процессов теплообмена между шахтным воздухом и горными породами, теплового режима шахт;

разработка методов автоматического управления вентиляцией шахт;

исследование особенностей и разработка методов вентиляции шахт при авариях (подземные пожары, внезапные выбросы угля и газа и др.);

исследование надежности шахтных вентиляционных систем и разработка методов ее оценки;

разработка методов проектирования вентиляции шахт.

Большой вклад в развитие рудничной аэрологии в СССР внесли А.С. Попов, М.М. Протодьяконов, В.Б. Комаров, Д.Ф. Борисов, А.И. Ксенофонтова, В.Н. Воронин, Ф.А. Абрамов, Л.Н. Быков, К.З. Ушаков, И.М. Печук, П.И. Мустель, А.М. Карпов, А.Н. Щербань, Г.Д. Лидин, А.Ф. Воропаев, А.С. Бурчаков, Н.З. Битколов, С.С. Филатов и др..

Рудничная аэрология состоит из следующих основных разделов: шахтная атмосфера, шахтная аэромеханика, вентиляция шахт, аэрология карьеров.

Суммарная протяженность выработок, по которым движется воздух, в современных шахтах может достигать 100–120 км, их число – тысячи. В крупные газовые шахты для вентиляции подается 20–40 тыс. м³/мин воздуха – на одну тонну добываемого полезного ископаемого до 15 т воздуха. Только на шахтах МУП СССР и МЧМ СССР работают около 5000 главных вентиляторов, которые потребляют ежегодно около 7 млрд кВт·ч электроэнергии.

Следует интенсифицировать создание научных основ тепловых процессов и тепловыделений в горные выработки при ведении горных работ и добыче больших масс полезного ископаемого, прежде всего на больших глубинах; карьерной аэрологии нужно разработать аэродинамику газовых потоков глубоких карьеров и методов управления ими.

6. СКВАЖИННАЯ ГОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Скважинная горная технология – раздел горных наук, обеспечивающий исследованиями область добывания полезных ископаемых из недр посредством бурения и эксплуатации скважин различного диаметра.

Область приложения исследований: все отрасли народного хозяйства, осуществляющие добычу нефти, природного газа, газового конденсата, минеральных и термальных вод, твердых полезных ископаемых с применением скважин методами растворения, возгонки и газификации и т.п., а также трубопроводный транспорт для доставки различных полезных ископаемых.

К сложившимся научным дисциплинам и направлениям относятся: технология и техника разработки нефтяных и битумных месторождений;

технология и техника морской разработки нефтяных и газовых месторождений;

технология и техника разработки месторождений природного газа и газового конденсата;

технология и техника добычи питьевых, промышленных, термальных и минеральных вод;

скважинная разработка месторождений твердых полезных ископаемых;

трубопроводная гидрогазодинамика;

нефтегазопромысловая механика;

теория электрификации, автоматизации и управления скважинной технологией;

теория проектирования комплексов скважинной технологии;

охрана труда.

В 30-х годах начала развиваться как самостоятельная дисциплина нефтепромысловая механика, подъемная и трубопроводная гидродинамика, основы которой были заложены в 20-е годы Л.С. Лейбензоном, В.Г. Щуховым, в 30—40-х годах — В.Н. Шелкачевым, И.А. Чарным и др. Были сделаны первые крупные научные обобщения по технике и технологии добычи природного газа (И.Н. Стрижаков). В конце 30-х годов на основе наблюдений за водонапорными системами в Грозненском нефтяном научно-исследовательском институте разработана гидродинамическая теория интерференции скважин; введено понятие о радиусе контура питания пласта вместо понятия о радиусах дренирования скважин, которое исключало возможность изучения взаимодействия скважин в условиях жесткого водонапорного режима даже на сравнительно небольших расстояниях друг от друга.

В 1940 г. А.П. Крыловым и Б.В. Лапуком выдвинут принцип комплексного решения задач разработки нефтяных месторождений с использованием методов промысловой геологии, подземной гидродинамики и отраслевой экономики, заложены научные основы комплексного проектирования разработки нефтяных месторождений. С 1944 г. были развернуты работы по интенсификации нефтедобычи путем поддержания и повышения пластового давления с помощью закачки воды в пласты (В.А. Каламкар, В.А. Аиян, Г.К. Максимович, М.И. Максисов и др.).

На базе проектно-исследовательского бюро Московского нефтяного института им. И.М. Губкина в 1947 г. был создан Всесоюзный нефтегазовый научно-исследовательский институт (ВНИИНефть) имени академика А.П. Крылова, в котором сосредоточены исследования по проектированию разработок нефтяных месторождений и входящая сегодня ВМТК "Нефтеотдача".

В 1948 г. был организован Всесоюзный научно-исследовательский институт природных газов (ВНИИГАЗ), в котором проводятся исследования по разведке, добыче, транспорту и переработке природных газов, являющийся сегодня составной частью научно-производственного объединения "Союзгазотехнология".

Предложены эффективные системы разработки нефтяных месторождений с воздействием на пласты путем заводнения — внутриконтурного, площадного (А.П. Крылов, Ю.П. Борисов, Б.Ф. Сазонов, М.Л. Сургучев), избирательного, очагового (Г.Г. Вахитов, Р.Ш. Мингареев и др.).

Осуществлены теоретические, экспериментальные и промысловые исследования и внедрен гидроразрыв пласта (С.А. Христианович, Г.К. Максимович, Б.Г. Логинов, Ю.П. Желтов, В.А. Блажевич). Обоснованы принципы проектирования рациональных схем разработки нефтяных месторождений, созданы эффективные методы расчета многоскважинных систем разработки нефтяных месторождений при различных режимах работы пластов, предложены гидродинамические методы определения параметров нефтяных пластов (А.П. Крылов, М.Т. Абасов, Ю.П. Борисов, В.Н. Щелкачев, Г.Н. Баренблат и др.).

Интенсивно росла добыча нефти на востоке страны во "втором Баку", в том числе в Башкирии, Куйбышевской области и других районах. В трудные годы Великой Отечественной войны практически родилась, как самостоятельная отрасль, промышленность природного газа. В этот период на оборонные заводы и электростанции Саратова и Куйбышева стал подаваться природный газ с Еланского и Песчано-Улитского месторождений, а потом с группы месторождений района Бугуруслана. В послевоенный период нефтяная и газовая промышленность развивается невиданно быстрыми темпами.

Получают развитие новые методы повышения нефтеотдачи пластов путем закачки в пласт теплоносителя и внутрипластового горения (Н.К. Байбаков, Ю.П. Желтов, Э.Б. Чекалюк, А.Р. Гарушев, А.Р. Боксерман, К.А. Оганов, Н.Л. Раковский, Л.Д. Амелин, Г.Е. Малофеев и др.), полимерного и мицеллярного заводнения (Ю.П. Желтов, И.А. Шевцов, А.Х. Мирзаджанзаде), вытеснения нефти двуокисью углерода и растворами ПАВ (Г.А. Бабалян, И.И. Кравченко и др.), серной кислотой (И.Ф. Глумов и др.). Эти работы определили новый подход к разработке нефтяных месторождений на основе комплексных научно обоснованных проектов ввода их в эксплуатацию, предусматривающих использование прогрессивной технологии, оптимальной для конкретных геолого-физических условий каждого месторождения. Такой подход обеспечил высокие темпы развития этих отраслей, а открытие крупнейших месторождений нефти в районе между Волгой и Уралом стало основой для принятия решений о преимущественном развитии нефтяной и газовой промышленности и ориентации народного хозяйства СССР на увеличение доли эффективных видов топлива в топливном балансе страны.

Интенсивное развитие добычи нефти в Западной Сибири в 9–10-й (1971–1980 гг.) пятилетках было достигнуто благодаря созданию и внедрению высокоэффективных методов разведки и разработки нефтяных месторождений с применением искусственного воздействия на пласт в сочетании с относительно разреженными сетками скважин (В.И. Муравленко, С.А. Оруджев, А.П. Крылов, Н.В. Черский, В.Ю. Филановский, Б.Н. Крючков, Ю.Б. Фаин и др.).

На основе принципов концентрированного размещения скважин разрабатывается теория расчета давлений. Создан метод комплексного проектирования разработки группы газовых (газоконденсатных) месторождений с наибольшей народнохозяйственной эффективностью (Н.К. Байбаков, Б.Б. Лапук, Ф.А. Требин, С.Н. Закиров и др.). Созда-

ны научные основы проектирования крупных месторождений природных газов (А.И. Гриценко, Г.А. Зотов и др.). При освоении газовых месторождений в зонах многолетней мерзлоты разработаны и внедрены надежные конструкции высокодебитных скважин увеличенного диаметра, применено батарейное и кустовое расположение скважин (А.Г. Гудзь, О.Ф. Андреев, Ю.П. Коротаев и др.).

Развита теория оптимальных соотношений прироста запасов нефти, ее добычи, транспорта и переработки (А.П. Крылов, В.Л. Данилов, Л.П. Гужновский, Ю.П. Желтов и др.). Создание научных основ проектирования системы разработки нефтяных месторождений и новых процессов извлечения нефти из недр потребовало развития подземной гидродинамики, учитывающей пластичность, неоднородность и трещиноватость пластов, многофазный состав пластовых углеводородов, изменение реологических свойств нефтей и газов (А.С. Христианович, М.Т. Абасов, Г.И. Баренблат, А.Т. Горбунов, И.Д. Розенберг, М.А. Гейсензаде, Р.К. Курбанов и др.). Развиваются геолого-статистический и конечно-разностный методы описания и расчета пластовых процессов (Ю.П. Борисов, М.М. Сатыров, Г.Г. Вахитов, А.К. Курбанов и др.). Создаются методы активного воздействия на пласты, методы регулирования и оптимизации разработки газовых и газоконденсатных месторождений, методы проектирования разработки месторождений с аномально высокими пластовыми давлениями, газогидратных месторождений и месторождений с многокомпонентным составом газа (Ф.А. Требин, Ю.П. Коротаев, С.Н. Закиров, Ю.В. Желтов и др.).

Разработаны методы изучения свойств, состава и количества газовых конденсатов в процессе разработки (А.И. Гриценко, Т.Д. Островская, В.В. Юшкин).

Исследованиями доказано, что природные газы в земной коре при соответствующих давлениях и температуре, соединяясь с поровой водой, образуют газогидратные залежи (А.А. Трофимук, Н.В. Черский, Ф.А. Требин, Ю.Ф. Макагон и др.). Разработаны и внедрены методы борьбы с гидратами при добыче и транспортировке газа (Г.А. Саркисянц, В.А. Хорошилов и др.); способы эксплуатации сероводородсодержащих месторождений. Разработаны научные основы системного подхода к проектированию газохимических комплексов, где система "залежь – газоперерабатывающий завод" (включая подземное хранилище продуктов) рассматривается как единое целое в течение полного цикла (Ю.П. Коротаев, И.А. Надирадзе и др.). Для повышения надежности эксплуатации скважин и обеспечения одновременно раздельной эксплуатации разработано и внедрено специальное подземное и скважинное оборудование (Ш.Т. Джафарев, О.И. Эфендиев, Г.С. Полуконов и др.).

Созданы основы теории и практики эксплуатации скважин при их фонтанировании, а также газлифте и глубинных насосах (А.П. Крылов, И.М. Муравьев, А.С. Вирновский, А.Н. Афонин, М.П. Сургучев, А.Г. Бабук и др.), на нефтяных промыслах внедрены герметизированные системы сбора и подготовки нефти, газа и воды (С.А. Везиров, Ф.Г. Баронян).

Для скважинной технологии разработана теория и созданы конструкции многоступенчатых турбобуров, проведены исследования и разработаны реактивно-турбинные буры. Созданы конструкции многозаходных винтовых забойных двигателей, успешно применяемых при бурении и ремонте скважин. Проведены исследования гидромониторных долот, выявлен и изучен ударно-абразивный износ породоразрушающих инструментов и оборудования (В.Н. Виноградов и др.). Развиваются физико-химические способы бурения скважин. Разработана и внедрена методика бурения опорно-технологических скважин с применением ЭВМ для обработки результатов. Разработаны и внедряются технологические схемы бурения скважин с большими отклонениями забоев от проекции устья скважин на пласт (100–2500 м), что дало возможность широко применять кустовое размещение скважин. Разработаны методики долгосрочного прогноза развития газовой промышленности с учетом наличия газов в "плотных" низкопроницаемых коллекторах и на больших глубинах (В.Н. Виноградов, А.Н. Дмитриевский, Ю.П. Коротаяв, М.П. Сургучев).

Развита теория трубопроводного транспорта нефти и газа, последовательной перекачки минерального сырья. Создание трубопроводных систем большого диаметра и высокого давления потребовало новых методов расчета, конструкций, технологии и организации производства работ. Были разработаны методы расчета трубопроводов по предельным состояниям. Созданы технология и организация механизированного сооружения магистральных газо-, нефте- и углепроводов, обеспечивающих высокие темпы их прокладки, разработаны конструкции и способы поточного высокомеханизированного строительства в условиях Севера сверхмощных трубопроводов диаметром 1420 м и более (Ю.П. Баталин, В.Г. Чирсков, О.М. Иванцов и др.). Рост объемов трубопроводного строительства потребовал создания механизированных видов сварки, обеспечивающих высокие темпы и качество прокладки трубопроводов. Разрабатываются теория и инженерные решения автоматической сварки труб под флюсом, дуговой газозлектрической сварки, дуговой сварки неповоротных стыков порошковой проволокой, контактной сварки.

Разработаны принципы расчета и проектирования крупных стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, созданы новые промышленные способы их сооружения с применением принципа сворачивания их на заводах в габаритные рулоны, а также сборных предварительно напряженных резервуаров для нефти. Разработаны научные основы создания крупных подземных хранилищ нефтепродуктов, сжиженных и природных газов в отложениях каменной соли размытом ее через буровые скважины с обеспечением заданной формы хранилищ.

Созданы теория выщелачивания и устойчивости горных пород в условиях горного давления, способы эксплуатации подземных хранилищ. Создаются научные основы подземного хранения газа в водоносных пластах и истощенных залежах газа.

Обоснованы принципы проектирования рациональных систем разработки нефтяных месторождений, оптимальные схемы размещения скважин, созданы методы расчета многоскважинных систем разработки при различных режимах работы нефтеносных пластов, предложены гидродинамические методы определения параметров нефтяных пластов. Развивается полимерное и мицеллярное заводнение, вытеснение нефти растворителями, углекислотой и др.

Разрабатывается теория расчета давлений при концентрированном и комплексном проектировании разработки группы газовых (газоконденсатных) месторождений. При освоении газовых месторождений, расположенных в зонах многолетней мерзлоты (север Тюменской области), разработаны и внедрены надежные конструкции высокодебитных скважин увеличенного диаметра, применено батарейное и кустовое расположение скважин. Развивается теория оптимальных соотношений прироста запасов нефти, ее добычи, транспортирования и переработки.

При проектировании систем разработки нефтяных месторождений и создании новых способов извлечения нефти из недр необходимы знания подземной гидродинамики, учитывающей пластичность, неоднородность и трещиноватость пластов, изменение геологических свойств нефтей, газов и нефтегазоконденсатов. Развиваются методы описания, расчета, регулирования и оптимизации разработки месторождений с многокомпонентным составом газа.

В 1987 г. создан Институт проблем нефти и газа АН СССР и Минвуза СССР. Это новая форма проведения научных исследований, предусматривающая более активное участие в фундаментальных исследованиях работников высшей школы.

Наряду с этим развивается технология по переводу твердых полезных ископаемых в недрах в подвижное состояние и извлечению их по скважинам путем расплавления (В.Ж. Арнс, Д.П. Лобанов), доказана эффективность в определенных условиях скважинной подземной газификации и подземного сжигания (В.В. Ржевский) ископаемых углей.

Большие масштабы строительства и реконструкции в горнодобывающих отраслях народного хозяйства поставили перед скважинной горной технологией ряд важных научных проблем. К ним, в частности, можно отнести разработки;

методов проектирования и строительства крупных горных предприятий, обеспечивающих комплексное освоение и использование недр, малоотходную и безотходную технологию, способов охраны окружающей среды, сокращения сроков строительства, нормативов технологического проектирования и строительства предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых, а также условий изменения сметной стоимости и сроков строительства, реконструкции и технического перевооружения предприятий;

методов строительства и оперативного проектирования объектов горнодобывающих предприятий на основе широкого применения сборных металлических конструкций;

организационных критериев сооружения магистральных трубопроводов, компрессорных станций, более эффективных способов транспортировки газа;

нового высокоэффективного оборудования компрессорных станций, установок для испытания всех видов оборудования компрессорных и перекачных станций.

К проблемам скважинной технологии применительно к твердым полезным ископаемым следует также отнести:

развитие теории скважинной технологии при условии комплексного освоения месторождений;

разработку новых способов выщелачивания полезных ископаемых;

изыскание новых эффективных агентов и способов переработки продукционных растворов;

целесообразности освоения с учетом воздействия на окружающую среду.

7. СТРОИТЕЛЬНАЯ ГОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Строительная горная технология — горная наука, обеспечивающая исследованиями проектирование, строительство и реконструкцию горных предприятий по добыче полезных ископаемых (уголь, руда, горно-химическое сырье и др.), а также строительство подземных сооружений различного назначения (транспортные, ирригационные и гидротехнические тоннели, подземные гидроэлектростанции, камеры, емкости, гаражи, склады и др.) для всех отраслей народного хозяйства.

Основные научные дисциплины и направления:

технология и техника подземного строительства;

технология и техника строительства специальных подземных сооружений;

технология и техника сооружения скважин большого диаметра;

технология и техника строительства трубопроводов;

технология и техника строительства горнотехнических сооружений на земной поверхности;

строительство предприятий подводной добычи полезных ископаемых;

теория проектирования строительства;

охрана труда.

К научным задачам относится анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий строительства подземных и наземных сооружений различного назначения, состояния подземного массива в целях строительства.

Научную школу в области шахтного строительства в предвоенные годы создали Б.И. Бокий, М.И. Протодяконов (старший), Г.И. Маньковский, П.И. Цимбаревич, Н.М. Покровский, Н.Г. Трупак, Я.И. Балбачан и др.

В исследованиях послевоенного периода значительное место занимали проблемы восстановления разрушенных горных предприятий Донец-

кого и Подмосковского угольных бассейнов, Криворожского железорудного бассейна.

Сосредоточение добычи полезных ископаемых преимущественно на крупных горных предприятиях выдвинуло новые проблемы создания научных основ проектирования таких предприятий с сокращением длительности периода их строительства и освоения проектной мощности, технико-экономической оптимизации масштаба горных предприятий, поэтапного развития производственных мощностей на строящихся крупных предприятиях; изыскания новой высокопроизводительной технологии разработки твердых полезных ископаемых с применением механизированных и автоматизированных добычных комплексов, методов и технических средств разведки.

В процессе решения этих проблем проводились:

исследование физико-технических, гидрогеологических и химических свойств массивов горных пород, определяющих выбор наиболее эффективных, экономичных и безопасных способов строительства горных предприятий и подземных сооружений специального назначения;

установление рациональных сроков службы и назначения капитальных выработок и камер, формы их поперечного сечения и технологической схемы их строительства;

обоснование нагрузки от горного давления с учетом формы и размеров поперечного сечения выработок, физико-технических свойств, структурных особенностей массивов горных пород, технологии горно-строительных работ и других факторов;

обоснование способа упрочнения массивов горных пород;

обоснование выбора материала и конструкции крепи и ее расчет;

обоснование методов организации и управления работами по строительству и реконструкции шахт, рудников и отдельных капитальных выработок в обычных горно-геологических условиях, а также по строительству трубопроводов, горнотехнических зданий и сооружений на поверхности; обоснование генплана;

обоснование технологии, технических средств и их параметров для сооружения скважин большого диаметра;

обоснование трасс трубопроводов, технологии и техники их сооружения, станций различного назначения и обустройств при трубопроводах;

обоснование технологии и техники строительства специальных морских сооружений для подводной добычи полезных ископаемых.

Строительной горной технологией предложены и реализованы в промышленности:

эффективные технологические схемы строительства капитальных горных выработок, в частности, строительства стволов шахт значительной глубины и поперечного сечения, тоннелей и камер, станций метрополитена;

новые эффективные конструкции крепи капитальных выработок и средства механизации по их возведению;

исследования по установлению наиболее перспективных средств

механизации и автоматизации работ при погрузке взорванной породы — погрузочные машины непрерывного действия, погрузочно-доставочные машины, грейферные погрузочные машины, применяемые при сооружении стволов шахт, и т.д.;

проходческие комбайны при строительстве горизонтальных выработок и проходческие комплексы при сооружении стволов тоннелей; агрегаты по бурению восстающих выработок и стволов шахт;

конструкции подъемных установок, в частности, конструкции башенных копров, новых видов армировки, конструкции подъемных сосудов для глубоких стволов;

методы расчета технологических параметров при проведении горных выработок (параметры буровзрывных работ, продолжительность цикла работ, скорость проведения, максимальная производительность труда, оптимальная энерговооруженность и др.);

технологические схемы производства работ по сооружению подземных камер больших поперечных сечений и средства механизации работ (бурение шпуров, погрузка породы, ее транспортирование, возведение временной или постоянной крепи);

передвижное проходческое оборудование (лебедки, подъемные машины, компрессоры и др.);

конструкции временных зданий, сооружений и зданий в блочном исполнении.

Исследования и работы выполнены по методам сооружения капитальных выработок и тоннелей в условиях городской застройки и в сложных горно-геологических условиях с применением механизированных щитов, методов продавливания, "стена в грунте", способа замораживания горных, в частности, фильтрующих пород, их тампонажа, тиксотропных растворов, кессонов, химического упрочнения пород и др.

Ценный вклад в теорию и научное обоснование строительной горной технологии внесен С.Г. Авершиным, Б.В. Бокием, И.Д. Насоновым, И.В. Баклашовым, Н.С. Булычевым, Ю.З. Заславским, Б.А. Картозия, И.Г. Косковым, К.В. Кошелевым, А.П. Максимовым, В.М. Мостковым, А.Г. Гузевым, В.В. Смиряковым и др.

Для взрывной технологии созданы теория бурения взрывных скважин и серия буровых агрегатов ударного, пневмоударного, вращательного действия с различными рабочими органами для бурения скважин диаметром от 20 до 400 мм и для сооружения горизонтальных, наклонных и вертикальных выработок различного назначения с диаметром от 600 мм до нескольких метров. Обоснованы принципы создания и внедряются агрегаты для проходки вертикальных шахтных стволов.

Создана теория выщелачивания и устойчивости горных пород в условиях горного давления, способы эксплуатации подземных хранилищ.

Масштабы строительства и реконструкции поставили перед строительной горной технологией ряд важных научных проблем:

создание технологий и технических средств бурения скважин диаметром 1—4 м для разнообразных целей горных предприятий: подачи воздуха, материалов, энергии, охраны труда и т.п.;

автоматизированного сооружения (без присутствия рабочих) горизонтальных и наклонных выработок малого поперечного сечения в экстремальных условиях газовой и водной обстановки;

обоснование и создание новых технических и технологических решений по различным устройствам по земной поверхности.

8. ОТКРЫТАЯ ГОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Открытая горная технология — раздел горных наук, обеспечивающих исследованиями область добычания твердых разновидностей минерального сырья с предварительной и последовательной разработкой и перемещением в отвалы покрывающих и вмещающих пустых пород, а также выполнением массовых земляных работ; имеет, как правило, межотраслевой характер исследований.

При открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых и массовых земляных работ технологические факторы не ограничивают габариты и энерговооруженность используемых технических средств, что позволяет добиться высокого уровня производительности общественного труда. Мощности технических средств для горных работ ограничиваются возможностями тяжелого и транспортного машиностроения, экономическими и организационными факторами.

Машиностроительная база и одновременное развитие теории горной технологии позволили открытым разработкам месторождений полезных ископаемых, начиная с 50-х годов, стать главным направлением развития горнодобывающих отраслей промышленности и главным поставщиком народному хозяйству всех видов твердых полезных ископаемых: углей — 50%, руд черных и цветных металлов и горно-химического сырья — 70–80%, торфа, цементного сырья и строительных горных пород — почти 100%.

Общий объем добычи открытым способом всех видов минерального сырья в ближайшие годы значительно возрастет, а удельный вес добычи угля и руд открытым способом останется преобладающим. В большей мере, чем объем добычи, возрастет объем перерабатываемой горной массы за счет переработки отвалов прошлых лет и роста коэффициентов вскрыши.

Передовой опыт уральской промышленности первой пятилетки послужил основой для принципиальных выводов, технической политики развития горной промышленности СССР и позволил выдвинуть положения, предопределившие развитие горной техники, прежде всего в области открытого способа разработки месторождений. Масштаб открытых горных работ на Урале (Магнитогорск, Коркино, Асбест и др.) в конце восстановительного периода был самым крупным в СССР и явился базой технического опыта для горной промышленности страны. На рудниках Урала было механизировано бурение шпуров и скважин, стали применяться узкоколейный транспорт и подъем, массовые взрывные работы; на отдельных предприятиях

появляются паровые экскаваторы.

В области открытого способа разработки месторождений основополагающие работы принадлежат Е.Н. Барбот де Марни, Е.Ф. Шешко, Б.П. Боголюбову, Н.В. Мельникову, П.Э. Зуркову, П.И. Городецкому, С.М. Шорохову, Н.Г. Домбровскому, Б.И. Сатовскому и др.).

Научное обеспечение открытых горных работ осуществляется широко развитыми исследованиями:

процессов вскрышных и добычных горных работ при добыче угля, сланцев, торфа, руд черных и цветных металлов, при разработке россыпей, месторождений строительных горных пород и при массовых земляных работах;

вскрытия рабочих горизонтов карьеров и месторождений, режима горных работ и систем открытых горных разработок;

условий совместного производства открытых и подземных разработок;

технологии и процессов разработки торфяных месторождений и переработки торфа;

создания и эксплуатации машин и комплексов открытых горных работ и карьерного транспорта;

электрификации, автоматизации и управления открытыми горными работами;

проектирования комплексов машин и оборудования открытых горных работ;

охраны труда.

Были спроектированы и построены крупнейшие горные предприятия, созданы механизированные комплексы для горнодобывающих и транспортных работ (Е.Ф. Шешко, Н.В. Мельников, А.В. Топчиев, Б.П. Боголюбов, П.Э. Зурков, С.М. Шорохов, Б.И. Сатовский, Н.Г. Домбровский и др.).

Широкое развитие получили научные разработки по техническому оснащению современных карьеров с глубиной разработки до 400–700 м и объемом горной массы до 150–200 млн м³/год. Предложены новые экономические принципы определения параметров карьерных полей, обоснования производственных мощностей предприятий, исследования режима горных работ в соответствии с этапами развития карьеров (Н.В. Мельников, А.С. Фиделев, В.В. Ржевский, В.С. Хохряков, А.А. Арсентьев, Б.П. Юматов, М.Г. Новожилов). Получили дальнейшее развитие теория и классификация систем открытой разработки применительно к разнообразным типам месторождений, а также теория вскрытия карьерных полей (Е.Ф. Шешко, Н.В. Мельников, В.В. Ржевский и др.). Исследованы и внедрены в практику средства и способы повышения эффективности производственных процессов при открытой разработке, базирующиеся на трудности разработки пород, количественной оценки их технологических свойств в условиях каждого процесса (Б.Р. Ракишев, В.Р. Рахимов и др.). Развита научная основа поточной технологии (Б.А. Симкин, Б.Н. Тартаковский, К.Е. Веницкий, А.Н. Шилин и др.), теория проектирования, технологии

и техники разработки россыпей (С.М. Шорохов, Е.И. Богданов, С.В. Потемкин и др.).

Разработаны методика расчета потерь и разубоживания на карьерах, параметры отвалообразования и горнотехнологической рекультивации (Б.П. Юматов, И.И. Русский, П.И. Томаков и др.).

Доказано, что для обеспечения высокого процента извлечения полезных ископаемых и возможности селективной выемки их по типам и сортам следует применять высокопроизводительный открытый способ разработки месторождений. Потери при открытом способе разработки в 2–3 раза меньше, чем при подземном. Однако растущая глубина разработки, соображения экологического характера, требования сохранения почв, растительности и вод служат ограничениями для открытых горных работ.

При проектировании открытых горных работ устанавливают взаимосвязь между физико-техническими характеристиками разрабатываемых горных пород и условиями их залегания, с одной стороны, и видами и параметрами потребного оборудования, технологией и организацией производственных процессов — с другой.

Главные и вспомогательные процессы — подготовка горных пород к выемке, в том числе бурение взрывных скважин диаметром до 320–400 мм и взрывание экономичными ВВ, выемка (экскавация) пород из массива и их погрузка в транспортные средства любыми выемочными средствами, перемещение карьерных грузов (железнодорожным, автомобильным, конвейерным и гидротранспортом), складирование и усреднение полезных ископаемых, отвалообразование вскрышных пород и рекультивация земель, нарушенных горными работами — нуждаются в постоянном совершенствовании.

Теория вскрытия рабочих горизонтов карьера устанавливает взаимосвязь между главными параметрами залежей и карьерных полей (определяемых природными и экономическими факторами), рельефом поверхности и видами перемещаемых горных пород, с одной стороны, и показателями мощности карьеров, их грузопотоков и параметрами технических средств карьерного транспорта в целях наиболее производительного и экономичного использования комплекса выемочных и транспортных средств — с другой. Сюда относятся теории трассирования карьерных коммуникаций, компоновки траншей, полутраншей и подземных выработок, обеспечивающих экономичное перемещение карьерных грузов, осушения и водоотлива, обоснование единичной мощности автосамосвалов, локомотивов и поездов, конвейеров и вспомогательных средств (Е.Ф. Шешко, В.В. Ржевский, М.В. Васильев, Ю.И. Анистратов, С.А. Ильин, В.И. Ганицкий, В.В. Истомин).

При исследованиях режимов горных работ предусматривается специальный геометрический анализ карьерных полей и на этой основе обоснование размеров и форм каждого карьера, экономически эффективных объемов и порядка производства добычных и вскрышных работ в границах карьерного поля по этапам развития горных работ продолжительностью 8–15 лет каждый (В.В. Ржевский, А.И. Ар-

сентьев, В.С. Хохряков). Такие исследования дают основания для принятия решений по вскрытию, системам разработки и формированию комплексов основных горных и транспортных машин.

Дано научно-техническое обоснование типажных рядов карьерных буровых станков шнекового, шарошечного, пневмоударного и огневого бурения (Н.В. Мельников, Б.А. Симкин, Б.Н. Кутузов, В.Д. Буткин и др.). Дано обоснование технологических схем механизации работ по переработке и заряданию скважин на карьерах гранулированными ВВ (И.Е. Ерофеев, А.М. Бейсебаев, М.Ф. Другкованый, Э.И. Ефремов и др.).

Обоснованы принципы комплектования горнотранспортного и выемочного оборудования карьеров, основывающиеся на учете геологических особенностей месторождений, свойств разрабатываемых пород и производственной мощности предприятий, обеспечивающие достижение наилучших технико-экономических показателей (А.О. Спиваковский, М.В. Васильев, В.Н. Потураев, М.Г. Потапов, Н.Н. Мельников и др.). Обоснованы закономерности процессов гидромеханизации на карьерах (Н.Д. Холин, Г.П. Никонов, Г.А. Нурок).

Теория систем открытых горных разработок включает в себя исследования о развитии фронта горных работ (Е.Ф. Шешко, В.В. Ржевский), необходимой степени опережения вскрышных работ относительно добычных, поддержания уровня вскрытых запасов, комплектации горных и транспортных машин, порядке ведения основных и вспомогательных процессов, размерах элементов систем разработки (Б.В. Симкин, П.И. Томаков, К.Е. Виноцкий, Ю.П. Самородов, Р.Ю. Подэрни, Е.Е. Шешко).

Решения по системам разработки органически увязывают с решениями по вскрытию рабочих горизонтов и комплексам горных и транспортных машин. На основании этого выбирают параметры элементов систем разработки — высоту уступов и подступов, размеры рабочих и нерабочих площадок, заходов, блоков и т.п., число забоев с учетом реальных природных условий и принятой организации работ (Б.Н. Тартаковский, А.Г. Шапарь, Г.В. Секисов и др.).

Важным разделом открытой горной технологии являются исследования, посвященные обоснованию размеров и главных параметров техники для открытых горных работ (установок для бурения и зарядания взрывных скважин, экскаваторов циклического и непрерывного действия, скреперов, бульдозеров, погрузчиков, электровозов, вагонов, автосамосвалов и т.п.) на основании изучения мощности и природных условий действующих и перспективных открытых разработок. Такими исследованиями были обеспечены достижения отечественного машиностроения в создании типоразмерных рядов указанной техники (Н.В. Мельников, Б.А. Симкин, К.Е. Виноцкий, Н.Н. Мельников, Б.Н. Кутузов, Ю.П. Самородов, А.И. Шендеров, А.Н. Шухов и др.).

Теорией проектирования комплексов открытых горных работ обосновываются проектирование, строительство и эксплуатация, технология и техника комплексно-механизированных и автоматизированных открытых горных работ, создание в первую очередь, уникальных карье-

ров с годовой производственной мощностью по углю или руде до 80 млн т, с объемом вскрышных работ до 250 млн м³ в год, с глубиной карьеров до 700 м, например, угольных разрезов Кузнецкого, Экибастузского, Канско-Ачинского и Южно-Якутского бассейнов, железорудных карьеров Кривого Рога, Курской магнитной аномалии и др. Установлены типовые технологические схемы при комплексной механизации и автоматизации процессов для различных природных условий и оборудования (В.В. Ржевский, М.Г. Новожилов, П.И. Томаков, В.В. Истомина, И.Б. Табакман, Н.Я. Репин, К.Н. Трубецкой, А.С. Чирков).

Научно обоснованы экономические принципы определения параметров карьерных полей, расчеты производственной мощности предприятий, методы исследования режима горных работ в соответствии с этапами развития карьеров. Усовершенствованы теория и классификация систем открытой разработки применительно к разнообразным типам месторождений, а также теория вскрытия рабочих горизонтов карьерных полей. Осуществлены широкие исследования и внедрение в практику технических средств и способов повышения эффективности производственных процессов при открытой разработке, базирующиеся на четкой количественной оценке технологических свойств горных пород в условиях каждого процесса. На основе совершенствования средств выемки и транспорта разработаны новые технологические схемы горных работ для различных природных условий.

Обосновано применение на карьерах цикличной, поточной и комбинированной технологий как промежуточного этапа к созданию высокопроизводительной комплексно-механизированной и автоматизированной технологии горных работ. Обоснованы принципы комплектования горного, транспортного и выемочного оборудования карьеров с учетом геологических особенностей месторождений, свойств разрабатываемых пород и производственной мощности предприятий, обеспечивающие достижение наилучших технико-экономических показателей открытых работ.

Разработана методика расчета потерь и разубоживания на карьерах, параметры отвалообразования и горнотехнологической рекультивации (Г.В. Секисов, И.И. Русский, П.И. Томаков и др.).

Для карьеров строительных горных пород разработаны: методы подсчета трещиноватости массива (О.П. Якобавили, А.С. Чирков), позволяющие определять выход блоков облицовочного камня; сейсмоакустическая аппаратура, дающая возможность выявлять в пространстве положение зоны карстов на карбонатных месторождениях и месторождениях мрамора (В.С. Ямшиков); методики определения рациональных вариантов вскрытия месторождений при использовании железнодорожного, конвейерного и автомобильного транспорта.

Интенсивное развитие открытых горных разработок, увеличение мощности предприятий, размеров в плане и глубины карьеров во всех районах и отраслях промышленности предопределяют необходимость решения новых проблем и научных задач открытой горной технологии.

Особенно наглядно это видно на примере Криворожского железорудного бассейна*. За послевоенные годы в Кривбассе построено пять крупнейших горно-обогатительных комбинатов, которые сейчас добывают и перерабатывают за год более 100 млн т бедных руд с содержанием железа 32–35% при получении концентрата с содержанием железа 63–68%. Научный вклад внесен многими учеными (М.Г. Новожилов, Б.Н. Тартаковский, Ю.П. Астафьев, В.Ф. Бызов и др.).

Снижение технико-экономических показателей добычи железной руды открытым способом в определенной степени обусловлено необходимостью поддержания в устойчивом состоянии пород, что достигается в основном разносом бортов карьеров. На большинстве карьеров общая протяженность бортов составляет 6–8 км, а уменьшение углов откоса борта только на 3–5° приводит к увеличению объема вскрышных работ на 4–7 млн м³ на каждый километр длины борта.

С увеличением глубины карьеров растут объемы вскрышных пород, повышается обводненность, изменяется трещиноватость, что влияет на качество дробления пород взрывом. К отрицательным факторам при обработке глубоких карьеров следует отнести характерное для Кривбасса уменьшение ширины рабочих площадок уступов. При существующих глубинах карьеров объем выемки в земной коре уже составляет 200–300 млн м³, протяженность транспортных коммуникаций на одном карьере достигает 250 км. Для размещения одного карьера, его отвалов, хвостохранилищ и промплощадки комбината требуется 2000–3000 га земель. В настоящее время в отвалах заскладировано 4–6 млрд м³ вскрышных пород.

С ростом глубины карьеров при существующей технологии постоянно ухудшаются показатели работы предприятий из-за резкого увеличения затрат на транспортирование добытых пород на поверхность. Установлено, что при ежегодном углублении карьеров на 15 м эффективность открытой разработки снижается на 5–15%.

Задачу решают путем применения комбинации конвейерного и колесных видов карьерного транспорта, что стало основой технической политики. Внедрение технологии с конвейерным звеном транспорта, а далее — только с конвейерным транспортом, предопределяет новые требования к этому виду транспорта, дробилкам, перегрузочным устройствам, требует создания новых машин и агрегатов.

Возрастает значение взрывной подготовки горной массы.

Заслуживает внимания технология разработки наклонных и крутых залежей с внутренним отвалообразованием: руда вывозится из карьера, а пустая порода размещается внутри карьера и в последующем кратно перемещается и переукладывается на новое место по мере углубления горных работ.

Одной из важных проблем Кривбасса является определение конечной глубины действующих карьеров с учетом их влияния на окружающую среду.

* По В.Н. Потураеву.

В том, что глубина карьеров по экономическим, экологическим и социальным причинам не должна превышать 500–700 м, мнения многих специалистов сходны. Однако научное обоснование этой очень сложной, многоцелевой и трудоемкой проблемы отсутствует.

Интенсивная и ритмичная работа глубоких карьеров зависит от решения двух наиболее сложных технологических проблем:

разработки и внедрения транспортных схем, обеспечивающих применение железнодорожного электрифицированного транспорта для обслуживания глубоких горизонтов;

разработки и внедрения технологии оформления постоянного борта карьера на предельном контуре с созданием крутых и устойчивых откосов уступов.

Впервые в мировой практике открытых горных работ решен вопрос вскрытия глубоких горизонтов карьеров глубинного вида наклонными железнодорожными тоннелями (штольнями), что позволило применить мощные тяговые агрегаты для вывозки горной массы.

Важная задача — обеспечение цементной промышленности и строительной индустрии минеральным сырьем. Все возрастающая потребность в сырье для вяжущих материалов обуславливает необходимость совершенствования и разработки новых технологий добычи доломитов, известняков, гипса, а также известковой муки для сельскохозяйственных целей. При разработке гранитных карьеров необходимо создание нетрадиционных способов и средств буровзрывных работ, специальных видов колесного и непрерывного транспорта.

Для того чтобы компенсировать рост издержек производства без увеличения численности трудящихся, остро необходимо техническое перевооружение открытых горных работ и особенно многочисленных карьеров малой и средней мощности.

В настоящее время необходимо общее решение нормализации атмосферы рабочих зон карьера в сочетании с мероприятиями по охране окружающей среды. В свете этого имеется настоятельная необходимость по нормализации атмосферы карьеров, разработке эффективных способов снижения выбросов вредных примесей, кондиционирования и очистки воздуха в кабинах технологического оборудования и средств индивидуальной защиты рабочих.

В этих условиях необходима более углубленная дифференциация технологических решений при обосновании систем разработки, схем вскрытия рабочих горизонтов и комплексной механизации.

Для реализации указанных решений необходимо разработать:

перспективные способы комплексного освоения месторождений полезных ископаемых при открытой и комбинированной разработке, в том числе создание высокоэффективной технологии разработки совместно залегающих месторождений полезных ископаемых, различных по составу и технологии переработки;

эффективные методы разработки техногенных месторождений;

методы и технические средства выемки пород и перемещения их в отвалы и к потребителям, а также организации отвалов при особо мощных их грузопотоках на Экибастузских, Канско-Ачинских,

Нерюнгринских угольных разрезах, железорудных карьерах КМА, Кривого Рога и др. при сохранении экологического равновесия в районах разработок;

новую технологию открытой разработки и усовершенствования существующей на основе применения мобильного оборудования циклического и непрерывного действия, обеспечивающего комплексное освоение месторождений при одновременном снижении потерь;

научные принципы комплектования и доукомплектования открытых разработок рядом типоразмеров эффективного бурового, горного, транспортного, отвального и вспомогательного оборудования;

экономические критерии создания новой техники и технологии открытых разработок при комплексной разработке и одновременном использовании полезных ископаемых и вскрышных пород в народнохозяйственных целях;

конвейерную, автомобильную, железнодорожную и комбинированную технологии транспорта и отработки глубоких горизонтов карьеров с использованием для вскрытия, в том числе вентиляции и водоотлива, подземных выработок;

методы экономического обоснования технологических схем и систем вскрытия глубоких карьеров;

новую технологию ведения горных работ с применением карьерных одноковшовых экскаваторов и карьерного транспорта на угольных разрезах Кузбасса со скальными породами и крепкими углями;

комбинированный способ открытой и подземной отработки месторождений, включающий управление массивами и рациональные способы совместного вскрытия рабочих горизонтов;

способы повышения эффективности разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, в том числе разработка научных основ проектирования мобильных комплексов с конвейерной и гидравлической загрузкой;

эффективные методы направленного изменения технологических свойств руд за счет действия энергии взрыва заданной интенсивности для повышения эффективности процессов обогащения;

безотходную технологию производства карбонатного щебня, щебня и песка из изверженных пород;

способы создания ВВ из отходов горно-обогатительного производства;

эффективные технологические схемы добычи блоков облицовочного камня с применением новых машин, механизмов и оборудования;

технологические схемы эксплуатации глубоких карьеров с использованием гравитационного дробления пород и руд;

производство различных строительных изделий из вскрышных пород и отходов горного производства;

высокоэффективные технические средства для вспомогательных работ на карьерах (бутобой, дорожное оборудование и оборудование для рекультивации, погрузочно-доставочные машины, рыхлительно-бульдозерные агрегаты на мощных тракторах, самоходные дробильные агрегаты и др.);

способы и средства активизации воздухообмена в карьерах и улучшения санитарно-гигиенических условий труда;

методы рассеивания и подавления пылегазового облака в глубоких карьерах при производстве массовых взрывов;

системы автоматизированного проектирования технологий открытой добычи различного минерального сырья;

общую теорию устойчивости бортов карьеров и инженерных методов расчета устойчивости бортов;

надежные и экономичные средства и способы укрепления бортов карьеров;

технологические схемы подготовки к отработке повторно разрабатываемых полей.

* * *

Технология добычи и переработки торфа. Совершенствование техники торфяного производства неразрывно связано с развитием науки, у истоков которой стояли известные ученые И.И. Радченко, А.В. Винтер, Р.Э. Классон и др. С созданием в 1922 г. Института торфа (Инстторфа), родоначальника советской науки о торфе, торфяная промышленность стала на путь широкого исследования по созданию технологии и техники торфодобычания. В 1923 г. была создана установка гидроторфа, позволившая использовать торф в энергетике. Производительность труда рабочих возросла более чем в 5 раз. В 1922 г. открыт первый научный центр — Институт белорусской культуры, в котором развернулись работы по изучению природных богатств Белоруссии.

В 1929 г. на базе Института белорусской культуры была создана АН БССР с рядом институтов. Институтом геологии АН БССР были выявлены месторождения строительных материалов, начаты обследования торфяников. В 1928 г. в Белоруссии создается Центральная торфяная станция.

Московский торфяной институт (затем Калининский политехнический) сыграл большую роль в развитии науки и обеспечении торфяной промышленности кадрами. Торфяной институт являлся не только учебным учреждением и методологическим центром по образованию для республиканских торфяных учреждений (в настоящее время подготовку торфяников ведут в Белорусском, Каунасском политехнических, Свердловском горном институтах, Украинском институте водного хозяйства), но и научной организацией.

В 30-е годы разработаны и внедрены прогрессивные экскаваторный и фрезерный способы производства торфяного топлива. Совершенствование фрезерного способа с применением, в частности, пневматических и перевалочных машин, погрузочно-разгрузочной и транспортной техники превратило его в комплексно-механизированный высокопроизводительный способ. К концу 30-х годов в Белоруссии разработаны основы термической переработки торфа с использованием торфяного газа для газификации Минска и Могилева. Разработкой проблем добычи, сушки, сжигания торфа, изучением химического состава торфа и сапро-

пелей занимаются Институт торфа АН БССР, ученые Белорусского политехнического института, основанного в 1933 г. на базе нескольких институтов, в том числе Торфяного, БелНИИТоппроекта (с 1928 г. — Белтоппроект, с 1950 г. — Белгипроторф, с 1975 г. — БелНИИТоппроект).

Качественно новый период развития научных исследований по комплексному изучению и использованию торфа в народном хозяйстве начался с 1932 г. после открытия при АН БССР Института торфа.

С 1953 г. в Белоруссии получило широкое развитие торфобрикетное производство; внедрение прогрессивной технологии, постоянный творческий поиск позволили добывать ежегодно для нужд народного хозяйства 35 млн т торфа, производить 2,3 млн т брикетов. В 50–60-е годы завершается создание торфяного фонда Белоруссии.

Научно обоснованы и внедрены новые технические средства и технология разработки торфа для энергетических целей, в качестве химического сырья и удобрений (И.И. Лиштван, С.Г. Солопов, В.Я. Антонов, М.А. Веллер, Н.В. Кислов и др.).

В настоящее время торфяная промышленность располагает сетью научно-исследовательских и проектных организаций. Научно-исследовательские и проектно-конструкторские разработки осуществляются более чем в 20 научно-исследовательских организациях, расположенных в 7 союзных республиках. Одним из крупнейших является Всесоюзный институт торфяной промышленности — ВНИИТП, организованный в Ленинграде (1941 г.) с филиалами в Москве и Калинин.

9. ПОДЗЕМНАЯ ГОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Подземная горная технология — раздел горных наук, обеспечивающий исследованиями технологию добычи всех видов полезных ископаемых посредством сооружения комплекса выработок и производства подземных горных работ.

Область обеспечения научными исследованиями: все отрасли народного хозяйства, осуществляющие добычу подземным способом каменного и бурого угля, сланцев, руд черных, цветных, редких и радиоактивных металлов, химического сырья, удобрений, строительных горных пород, битумов, нефти и др.

Технологии подземных горных работ свойственна отраслевая направленность при выполнении научных исследований с полным учетом специфических условий залегания и физико-технических и технологических свойств горных пород при разработке месторождений. Обычные объекты исследований — ограниченные по размерам и запасам залежи и пласты различной мощности с высоким содержанием ценных полезных компонентов, большие глубины разработок (до 1500–3500 м), месторождения дефицитного минерального сырья, где открытые разработки неэкономичны. Ведутся эффективные исследования технологических решений на базе новой техники и организации горных работ с целью интенсификации процессов, их непрерывности и концентрации горных работ.

Основные научные дисциплины и направления подземной горной технологии:

- процессы подземной разработки угольных и сланцевых месторождений;
- процессы подземной разработки рудных месторождений;
- теория вскрытия и систем подземной разработки угольных месторождений;
- теория вскрытия и систем подземной разработки рудных месторождений;
- процессы подземной разработки нефти;
- создание и эксплуатация машин и комплексов угольных и рудных разработок;
- создание и эксплуатация стационарных машин и комплексов (подъем, проветривание, водоотлив, пневматическое хозяйство);
- теория электрификации, автоматизации и управления подземной технологии;
- теория проектирования комплексов подземной горной технологии; охрана труда.

Разработка рудных месторождений

Разработка рудных месторождений как самостоятельная дисциплина возникла лишь в 20-х годах нашего века. Впервые его начал читать Н.И. Трушков в Петербургском горном институте. В 20–30-х годах он опубликовал ряд работ, которые в 1946–1947 гг. были обобщены и опубликованы в виде двухтомного курса “Разработка рудных месторождений”.

Н.И. Трушков дал классификацию систем разработки, которой пользуются в основном до настоящего времени, изложил общие принципы вскрытия и систем разработки, иллюстрировал их примерами из практики рудников России и других стран. Учебники по горнорудному делу подготовили также Е.П. Прокофьев (1944 г.) и Н.А. Стариков. Идеи Н.И. Трушкова разработал П.И. Городецкий, основным трудом которого явилась книга “Проектирование горнорудных предприятий”, изданная в 1949 г.; научные интересы концентрируются на оптимизации параметров рудников и отдельных их элементов.

В 30-х годах на рудниках Кривого Рога стали развиваться приемы работы, которые оказали существенное влияние на развитие промышленности и горной науки – отбойка руды скважинами и системы разработки с обрушением руды и пород. В связи с этим были осуществлены первые исследования по выпуску руды из обрушенных блоков, развитые в последующие годы Г.М. Малаховым.

Создан первый в отечественной практике станок для бурения скважин в подземных условиях (А.А. Миняйло), предложена и реализована идея пневмоударника, входящего в скважину в процессе бурения (А.К. Сидоренко).

Созданы классификация и методология выбора оценки систем разработки рудных месторождений с учетом показателей извлечения, фун-

даментальные учебники и справочные труды по горнорудному делу (М.И. Агошков, П.И. Городецкий, Р.П. Каплунов, Г.Н. Попов). Внедрены технологические схемы массовой добычи руд: этажное принудительное обрушение, сплошная выемка с отбойкой в зажатой среде и торцевым выпуском руды, камерная и сплошная слоевая выемка с закладкой, камерная выемка наклонных залежей с доставкой руды силой взрыва, а также с применением самоходного оборудования. Существенно усовершенствована технология эксплуатации жильных месторождений (В.Р. Именитов, Д.М. Бронников, С.Г. Борисенко, Г.Н. Попов, А.Ф. Назарчик, М.Н. Цыгалов, З.А. Терпегосов, Г.Г. Ломоносов и др.).

Центральным вопросом является создание новых, более совершенных систем разработки в усложняющихся условиях по мере повышения глубины горных работ. Совершенствовались системы разработки с применением этажного принудительного обрушения, с обрушением руды и вмещающих пород, с закладкой выработанного пространства и другие; установлены условия, способствующие возникновению горных ударов, породных и газовых выбросов.

Широко используются системы разработки с вибровыпуском руды, созданные на рудниках Горной Шории, получившие дальнейшее развитие в Кривбассе. Разработана и прошла испытания технология очистной выемки с массовым обрушением, которая позволяет на добыче магнетитовых кварцитов увеличить производительность труда в 2–2,5 раза. В сложных горно-геологических условиях получает распространение вариант системы разработки с совмещением рабочих горизонтов.

С 1970 г. начался очередной этап технического перевооружения рудников на базе применения комплексов самоходного и вибрационного оборудования. В этот период были разработаны и внедрены новые варианты систем разработки на рудниках Зырянковского и Лениногорского комбинатов. При этом производительность труда забойного рабочего на очистных работах резко повысилась.

Внедрена новая технология с использованием самоходного оборудования (Джезказганский ГМК и др.), что позволило увеличить производительность труда на этих рудниках.

На Зырянском свинцовом комбинате разработана и испытана схема поточной технологии с использованием на выпуске и доставке руды вибропитателей и автосамосвалов.

Внедрение скреперных установок большой мощности, комплексов вибрационного и самоходного оборудования значительно повысило уровень механизации труда и его производительность.

Большой эффект достигнут при применении комбинированных комплексов машин: самоходных (на проходке выработок, буровзрывных и вспомогательных работах) и вибрационных на выдаче из блоков и рудоспусков.

На Ачисайском полиметаллическом комбинате проведены промышленные испытания и внедрены варианты камерно-столбовой системы разработки руды. Переход на новую технологию позволил в 1,4–1,6 ра-

за снизить потери руды в целиках и решить проблему погашения выработанного пространства.

Для вскрытия и подготовки рабочих горизонтов рудных месторождений обоснованы и применяются наклонные съезды для самоходного оборудования, групповое расположение стволов, проходка стволов сразу на полную глубину месторождения, групповые схемы подготовки с применением концентрационных горизонтов с целью использования новейшей техники подъема и транспортирования руды, в том числе — мощные электровозы, конвейеры, самоходное оборудование с автономным приводом на пневмошинном ходу. Созданы способы вскрытия с концентрационными горизонтами и глубокими участковыми рудоспусками, позволяющие наиболее эффективно использовать самоходное оборудование и вибропитатели на выпуске.

Разработаны и внедрены варианты системы этажного принудительного обрушения со сплошной выемкой и отбойкой руд в зажатой среде подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды.

Дано научное обоснование широкого внедрения механизированной доставки гранулированных ВВ в подземные рудники и пневмозаряжание с использованием высокопроизводительных пневмозарядчиков (И.Е. Ерофеев, А.М. Бейсебаев и др.).

Получили широкое распространение систем разработки с закладкой выработанного пространства. Исторически закладка имеет характерные этапы: применение сухого каменного материала, гидрозакладка и твердеющая закладка. Применение последней быстро распространяется, дополнительные расходы компенсируются успешным преодолением горного давления и резким повышением извлечения руды из недр. При этом необходимо строительство закладочных комплексов — механизированных и частично автоматизированных цехов для приготовления закладочной смеси. Использование в качестве закладки отходов обогатительных фабрик, широкая механизация и автоматизация приготовления закладочной смеси, транспортирования по трубам и возведения закладочного массива позволяют рассчитывать на существенное повышение эффективности метода и постепенное снижение на рудниках доли систем разработки с обрушением.

Внедрение новой технологии позволило снизить потери руды при добыче в 2—4 раза, вовлечь в отработку запасы охранных целиков, повысить эффективность работ.

Широкому распространению монолитной закладки способствовала (60-е годы) теория формирования искусственных массивов П.Э. Зуркова и М.Н. Цыгалова в части требований к прочностным и геологическим свойствам закладочных смесей для различных горнотехнических условий. Ее существенной составной частью явились выявленные закономерности гидродинамики закладочных смесей, резко расширившие возможности трубопроводного транспорта закладки на дальние (до 1,5—2 км по горизонтам) и сверхдальние (до 4 км) расстояния.

Теория устойчивости бортов карьера создала возможность новых способов подземной отработки законтурных запасов действующих карьеров при совместном ведении подземных и открытых работ.

Для добычи богатых руд цветных металлов разработаны и внедрены системы камерной и слоевой выемки со сплошной твердеющей закладкой выработанного пространства. Освоен подземный трубопроводный транспорт для доставки закладочных материалов в больших объемах и на большие расстояния. Созданы дешевые закладочные смеси на основе металлургических шлаков, хвостов обогащения, золы и других отходов производства. Дешевизна и доступность закладочных материалов при полноте выемки полезного ископаемого, возможности вести работы без обрушения налегающих пород и поверхности делают данную технологию эффективной для многих месторождений рядовых руд цветных и черных металлов.

Для проходческих, очистных и вспомогательных работ создано самоходное буровое, погрузочное и доставочное оборудование, нашли широкое применение вибрационные питатели для выпуска руды и самоходные машины вспомогательного назначения. Для комплексов очистных работ и транспортирования созданы новые технологические схемы: вибропитатель — виброконвейер; вибропитатель — автосамосвалы и вибропитатель — глубокий рудоспуск.

Значительно возросла интенсивность выпуска отбитой руды при применении виброустановок. На проходке восстающих используются бурильные агрегаты и проходческие комплексы (КПВ, КПН), а также агрегаты для бурения восстающих на полное сечение (вспомогательные работы также выполняются самоходным оборудованием).

Исследуется и все шире применяется подземное выщелачивание руд цветных металлов как вспомогательный способ и для повторной разработки месторождений при минимальной численности подземных рабочих.

Исследуются также проявления горного давления, гравитационное перемещение горной массы, в том числе выпуск руды под обрушенными налегающими породами; аэродинамика обрушенных пород в связи с воздушными ударами, проблемы разработки руд под плывунами и обводненными породами, устойчивость закладочных массивов; показатели извлечения руд, экономический ущерб от потерь и разубоживания руды, проблемы разработки пожароопасных месторождений.

Для больших глубин характерна соизмеримость напряжений, возникающих в конструктивных элементах системы разработки, с пределом прочности руд. На глубоких рудниках при значительном горном давлении и разработке с закладкой необходимо активно воздействовать на напряженное состояние зоны очистных работ, используя не только геометрическое и пространственное расположение конструктивных элементов системы разработки, но и меняя свойства этих конструкций так, чтобы часть энергии упругого сжатия тратилась на деформацию. Соответственно возникла идея научиться управлять релаксацией накопленной энергии упругосжатого массива горных пород (руд), передавая эту энергию на сжатие и частичное разрушение контактов закладочного массива с расположенным над ним рудным и исключая, тем самым, стихийное высвобождение энергии перенапряженного руд-

ного массива с возникновением горного удара. Н.Ф. Замесовым совместно с производственниками Норильского горно-металлургического комбината создана новая технология разработки руд с твердеющей закладкой и использованием принципа придания массиву искусственной податливости.

Если в мировой практике понижение горных работ на 10–15 м в год считается достаточно интенсивным, то шахты Кривбасса работают с годовым понижением 18–22 м. В полях действующих шахт залегают миллиарды тонн легкообогатимых магнетитовых кварцитов, отработка которых возможна и целесообразна подземным способом.

За пределами внимания горных наук остались крупные вопросы, в частности:

- проблемы вскрытия рабочих горизонтов, особенно глубоких рудных месторождений; необходим принципиально новый подход к вскрытию при комплексном использовании недр и разработка новой, современной теории вскрытия и подготовки рабочих горизонтов и выемочных блоков;

- совершенствование технологии и оптимизации параметров систем с массовым обрушением при высокой концентрации грузопотоков и утилизации рудной массы в подземных горных выработках;

- разработка процессов и комплексов для выемки руд с отбойкой скважинами при более высокой точности бурения и взрывания и этажного выпуска руды с целью исключения выхода негабаритов;

- поиски и использование новых технологических материалов, а также отходов производства для закладки выработанного пространства; создание эффективной технологии повторной разработки месторождений;

- разработка теории управления горным давлением, в частности, путем упрочнения горных пород полимерными материалами;

- использование в технологических процессах средств робототехники. Также необходимо разработать:

- методы проектирования малоотходной технологии разработки месторождений в условиях комплексного освоения недр;

- обоснование перспективных технологий комплексного освоения месторождений;

- нормы и требования к проектам по комплексному освоению месторождений и использованию минерального сырья;

- более совершенные методы проектирования подземных рудников и обоснование предложений по повышению эффективности разработки эксплуатируемых и новых месторождений руд цветных металлов; научные основы систем оптимизации параметров рудника при комплексном освоении недр;

- методики по автоматизированному проектированию рудников;

- методы управления перераспределением напряжений в зоне очистных работ;

- принципы конструирования систем разработки и технологии горных работ на больших глубинах;

теорию безлюдной технологии выемки маломощных рудных залежей;
методики определения количественных и качественных потерь руды, способы управления качеством добываемых руд;
технологии, учитывающую условия разработки многолетней мерзлоты;
методики установления зависимостей фронта горных работ для рудометаллических месторождений;
оптимальные способы и средства управления и контроля воздухо-распределением в вентиляционных системах рудников.

Разработка угольных месторождений

Основоположником современной науки о технологии подземной угледобычи является профессор Ленинградского горного института Борис Иванович Божий, написавший классические произведения — “Практический курс горного искусства”, затем “Аналитический курс горного искусства”.

Большой вклад в практику и теорию подземной угледобычи внесли А.М. Терпигоров, Л.Д. Шевяков, Н.А. Чинакал, Т.Ф. Горбачев, С.Д. Сонин, А.П. Судоплатов, Я.Э. Некрасовский и многие другие.

В области подземной горной технологии: разработаны методы оптимизации, базирующиеся на применении экономико-математического моделирования, математического программирования (Я.Э. Некрасовский, А.С. Бурчаков, А.М. Курносков, К.К. Кузнецов); установлен наиболее эффективный способ вскрытия крупных метанообильных шахт — блоковый с секционными схемами проветривания при больших размерах шахтных полей (А.П. Судоплатов, Ф.А. Абрамов, М.И. Устинов, Н.Ф. Гращенков и др.). Разработаны технологические процессы закладочных работ. Созданы научные основы подземной гидравлической добычи угля (В.С. Мучник и др.). На базе прогрессивных технических решений по подготовке шахтных полей, систем разработки, механизации горных работ, основного и вспомогательного транспорта созданы прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах (А.С. Кузьмич, А.С. Сагинов и др.). Предложены и обоснованы способы производительной и безопасной разработки пластов с внезапными выбросами угля и газа, трудноуправляемыми кровлями, высокогазоносными углями и породами путем применения опережающей разработки защитных пластов, способов и средств региональной обработки горного массива до начала горных работ с помощью активных воздействий гидрорасчленения, увлажнения, физико-химического, пневматического, теплового, акустического, ВВ, микробиологического (Б.Ф. Братченко, В.В. Ржевский, Н.В. Ножкин, А.С. Бурчаков, Э.М. Москаленко и др.), обеспечивающих дегазацию, снятие напряженного состояния и снижение опасности выбросов угля и газа и разупрочнение горных пород. Предложен метод прогноза газообильности угольных шахт и ее изменения с глубиной залегания пластов

(Г.Д. Лидин, А.И. Кравцов, А.Э. Петросян и др.). Созданы и внедрены способы дегазации угольных пластов и выработанных пространств (А.Т. Айруни и др.). Разработаны аналитические методы расчета шахтных вентиляционных систем (А.А. Скочинский, В.Б. Комаров, Л.А. Пучков, К.З. Ушаков, И.И. Медведев и др.). Теоретически обоснованы оптимальные уровни концентрации производства на угольных шахтах (П.З. Звягин, Б.Ф. Братченко, Н.К. Гринько, М.А. Сребный).

Большое развитие получили решения многих задач, относящихся к проблеме горного давления (Е.И. Шемякин, А.А. Борисов, Г.Н. Кузнецов и др.).

Научно обоснованы погоризонтные способы подготовки шахтных полей, систем разработки длинными столбами с прямоточными схемами проветривания и разбавления метана по источникам его выделения с повторным использованием подготовительных выработок (бесцеликовая технология).

Созданы и внедряются блоковые системы вскрытия угольных месторождений с секционными схемами проветривания горных выработок в блоке при больших размерах шахтных полей. Разработаны унифицированные системы автоматического управления грузовыми подземными установками, созданы высоконадежные системы автоматического управления и защиты подъемных машин и новое поколение подъемных машин для крупных глубоких шахт.

Осуществляется переход на комплексы и агрегаты нового технического уровня с дистанционным и автоматизированным управлением, исключающие тяжелые работы и обеспечивающие выемку угля без постоянного присутствия людей в забое.

Разработаны технологические схемы и проходческие комбайны для проведения подготовительных выработок по угольным пластам, исключающие применение взрывных работ. Обоснованы новый параметрический ряд конвейеров и поточная локомотивная откатка на горизонтах околоствольного двора.

Предложены и обоснованы способы производительной и безопасной разработки пластов с внезапными выбросами угля и газа, трудноуправляемыми кровлями, высокогазоносными углями и пластами-спутниками с применением опережающей разработки защитных пластов, средств региональной обработки горного массива до начала горных работ посредством активных воздействий (ВВ, гидрорасчленение, тепловое, акустическое, микробиологическое, пневматическое и др.), обеспечивающих дегазацию, снятие напряженного состояния в зонах тектонических нарушений и в нужных случаях разупрочнение горных пород.

В Центральном районе Донбасса развивается технология выемки тонких крутых пластов длинными столбами по простиранию с обособленным проветриванием очистных и подготовительных выработок в этаже, длинными столбами по падению и с применением щитовых агрегатов, не требующих постоянного присутствия людей в лаве, преимущественно на выбросоопасных пластах.

Разработаны системы отработки мощных пластов в Карагандинском, Кузнецком и Челябинском бассейнах с разделением на наклонные слои и самостоятельной подготовкой и последовательной выемкой каждого слоя в пределах выемочного поля, групповой подготовкой и одновременной выемкой слоев в пласте.

Разработаны и внедряются системы добычи угля с закладкой выработанного пространства и с размещением породы в нем. Обоснована концентрация процессов и обустройств на поверхности для обслуживания групп близлежащих шахт (ремонт оборудования, материально-техническое снабжение, складское хозяйство, складирование породы), организация сети крупных центральных комплексно-механизированных плоских породных отвалов с доставкой породы автомобильным и железнодорожным транспортом, с автоматизацией процессов погрузки, рекультивацией участков породных отвалов.

Закончена научная разработка и организовано производство средств пакетно-контейнерной доставки материалов, монорельсовых дорог, обеспечивающих перевозку людей и грузов, оборудования для трубопроводного транспорта для доставки угля на большие расстояния.

Разработана методика и алгоритм определения грузопотока на площади откаточного горизонта шахты, поиска на шахтном поле места заложения наклонного ствола минимальной длины, определения оптимальных трасс подъездных путей.

Разработаны технологические типовые схемы комплексной механизации и автоматизации процессов горного производства.

Исследовано взаимодействие передвижных крепей с обрушенными и вмещающими породами и проведены работы по поиску новых типов передвижных крепей. Изучена динамическая, контактная и кинематическая адаптивность механизированных крепей и повышена их несущая способность.

Созданы основы научного проектирования выемочных комплексов для мощных и особо мощных пластов крутого падения и аналитические методы проектирования крупных шахт, разработана теория комплексной оптимизации их качественных и количественных характеристик; проведены исследования по созданию предприятий нового социально-экономического уровня, обеспечивающих постепенный вывод людей из шахты.

В Донбассе, старейшем бассейне страны, в котором из пологих пластов добывают 61% угля, из наклонных — 16%, из крутонаклонных — 11% и из крутых пластов — 12%, залегание пластов часто осложняется разрывными и пликвативными нарушениями, размывами и замещением угольных пластов, внутрипластовыми подвижками и микроскладчатостью. В девяти геолого-промышленных районах Донбасса зарегистрированы выбросы угля, породы и газа, не только приносящие большой материальный ущерб, но и значительно ухудшающие безопасность труда шахтеров. Многие пласты угля залегают в неустойчивых боковых породах, склонны к самовозгоранию. Более 65% шахт относятся к высокогазообильным. Средняя газообильность шахт составляет 18 м³ на 1 т.

В исключительно сложных горнотехнических условиях ведется разработка крутых пластов Центрального района Донбасса. Здесь 85% разве-

данных запасов угля сосредоточены в тонких крутых пластах мощностью до 1,2 м, причем 62% запасов составляют пласты со сложными горно-геологическими условиями. Эксплуатационные работы ведутся на глубине 1000 м, а капитальные – на глубине 1100–1200 м. Ежегодное понижение работ составляет 15–17 м. При этом резко увеличиваются горное давление и подвижность породных слоев в плоскости пластов, что приводит к их разрушению впереди очистного забоя, возрастает динамичность вторичных осадок основной кровли, наблюдается значительное влияние стационарных зон опорного давления и т.п. Уже в настоящее время температура окружающего выработки массива горных пород достигает 40°C.

Вес более существенное значение приобретают вопросы крепления и охраны горных выработок, несмотря на то, что около 70% поддерживаемых подготовительных выработок закреплено арочной податливой крепью. Применяются разгрузки вмещающего выработку массива, охрана выработок двойными бутовыми полосами переменной плотности и полосами из быстротвердеющих материалов. С переходом на глубокие горизонты пространственно-планировочные решения с охраной выработок целиками угля становятся все более нерациональными.

В Западном Донбассе дальнейшее развитие добычи угля требует решения проблемы предотвращения водопритоков в горные выработки, управления горным давлением, разработки схем подготовки и отработки угольных пластов с геологическими нарушениями и тяжелыми кровлями.

Развитие подземной добычи углей и руд в сложных природных условиях определяет необходимость выполнения широкого комплекса научно-исследовательских работ и, прежде всего:

- новой теории вскрытия залежей полезных ископаемых при их различных размерах и глубине залегания;

- создания и внедрения рациональных схем подготовки выемочных участков, обеспечивающих применение наиболее прогрессивных систем разработки для соответствующих горно-геологических условий; совершенствования технологических параметров разработки, внедрения средств комплексной механизации очистных работ для всего диапазона мощностей пластов и устойчивости боковых пород;

- создания высокоэффективных методов прогноза, способов и средств борьбы с внезапными выбросами угля, породы и газа, основанных на нетрадиционных способах воздействия на горный массив и органично вписывающих в общую технологическую схему добычи угля;

- комплексов для скоростной проходки шахтных основных и вспомогательных стволов;

- новых бурильных машин и буровых агрегатов, дробильно-транспортных комплексов;

- технологии добычи угля без постоянного присутствия людей в забое посредством автоматических дистанционно управляемых манипуляторов; принципов построения машин и механизмов для работы на шахтах без постоянного присутствия людей в забоях;

средств автоматического управления движением и пространственной ориентацией машин и оборудования в подземных условиях;

методов и средств прогнозирования обстановки в очистных и подготовительных забоях;

технологии и технических средств для экономичной выемки запасов под застроенной поверхностью и из целиков;

новых способов разработки крутых и мощных угольных пластов; новых способов и технических средств извлечения угля из тонких и сложноструктурных пластов и залежей;

способов и технических средств разработки угольных и сланцевых месторождений с частичной выемкой угля и сжиганием (газификацией) оставшихся запасов;

комплексной системы гидродобычи угля и руд с магистральным гидротранспортом;

оптимальных требований к качеству и экологической чистоте топлива и руд;

обеспечения оперативного контроля качества углей и руды, а также состояния массива;

условий для эффективного применения полной закладки выработанного пространства и оптимальных параметров закладочных работ в сложных горно-геологических условиях; высокопроизводительных закладочных комплексов на основе использования отходов горного производства;

теории и рекомендаций по определению параметров технологии активного управления процессом разрушения призабойной зоны;

специализированных транспортных средств для доставки угля и руд к потребителям;

новой технологии и технических средств добычи твердых полезных ископаемых на глубине более 1000 м и методов управления состоянием массивов, обеспечивающих безопасное производство горных работ;

теории, методов и технических средств борьбы с газодинамическими явлениями и предупреждения горных ударов с учетом сил тектонического происхождения;

методов добычи полезных ископаемых в различных условиях путем выщелачивания, использования мощных взрывов, воздействия химических и бактериальных агентов;

шахтно-скважинного метода извлечения метана из углей, тяжелых нефтей и битумов в сочетании с активными воздействиями на пласт и др.;

научных основ комплексного использования попутных минеральных ресурсов.

Охрана труда*. Подземные горные работы всегда являлись одной из наиболее опасных сфер трудовой деятельности человека, требовавшей постоянного внимания к обеспечению безопасности горно-

* По К.З. Ушакову.

рабочих. Первым из факторов, определяющих безопасность ведения подземных работ, была рудничная атмосфера. Постоянное внимание горняков привлекали пожары, с ХУІ—ХУІІ вв. — вспышки и взрывы метана, а с начала ХІХ в. — также и взрывы угольной пыли, горные удары и др.

В деле предупреждения и ликвидации подземных пожаров и спасения застигнутых пожаром в шахте людей уже в 30-е годы ХІХ века в России обращалось внимание на роль вентиляции, изучались причины самовозгорания угля; для тушения пожаров применялась изоляция пожарных участков перемычки.

Долгие годы применялось выжигание скоплений метана свечами на шестах или факелами, при котором выполнявший эту крайне опасную операцию рабочий был защищен лишь куском мешковины или овчиной. Первые сведения о взрывах метана относятся к ХУП в., в 1724 г. в Ньюкасле (Великобритания) произошел взрыв метана, при котором погибли 31 человек и 19 лошадей.

В 1891 г. произошел первый большой взрыв метана в России на Рыковских колях; из 119 горняков, находившихся в шахте во время взрыва, погибли 54.

Взрыв угольной пыли произошел на одной из шахт Ньюкасла в 1803 г., что дало толчок к изучению ее взрывчатых свойств. В начале ХХ в. на шахтах Донбасса ежегодно получал травму каждый третий рабочий.

Первый горный закон в России был принят в 1722 г. “Регламент” Петра І); в нем и ряде последующих законодательных документов ХУІІІ—ХІХ вв. регулировалось использование труда в шахтах (продолжительность рабочего дня, применение труда женщин и малолетних), а также устанавливался список вредных производств. В 1872 г. впервые была утверждена “Инструкция по надзору над горнозаводским промыслом”, содержащая требования по технике безопасности; в 1880 г. были приняты правила о применении ВВ на горных работах. Первые правила безопасности были утверждены в России в 1882 г.

В СССР Правила безопасности были утверждены в 1924 г. Впоследствии они регулярно пересматривались с учетом развития науки и техники, а в 1939 г. единые до этого Правила безопасности были разделены по отраслям горной промышленности.

Правила безопасности дополняются рядом руководств и инструкций по вентиляции шахт, дегазации, борьбе с пылью, горноспасательному делу и другим вопросам охраны труда. Часть этих руководств и инструкций является приложением к Правилам безопасности, другие — самостоятельные документы.

В 1835 г. в “Горном журнале” была опубликована одна из первых работ, посвященных рудничным пожарам, в которой обсуждались причины пожаров от самовозгорания угля, их признаки, способы тушения и роль вентиляции.

В работе А.И. Узатиса “Курс горного искусства” (1843 г.) описаны

свойства таких примесей шахтного воздуха, как углекислый газ, окись углерода, сероводород, сернистый газ, пары ртути, мышьяковистые соединения, рассмотрено влияние недостатка кислорода на состояние человека, приведены пределы взрывоопасного содержания метана в воздухе.

В 1883 г. Д.И. Менделеев произвел химический анализ выделявшегося на одной из шахт Донбасса газа, о чем им было сделано сообщение в химическом обществе. Как известно, Д.И. Менделееву принадлежит идея подземного сжигания угля (1888 г.). Осуществление этой идеи в промышленных масштабах позволит вывести людей из шахты и тем самым коренным образом решить проблему безопасности.

В 80-х годах прошлого столетия появились работы Н.Д. Концовского, И.А. Тиме, Г.Д. Романовского о возможности взрывов газа и пыли; они посвящены проветриванию шахт, предупреждению взрыва метана, а также рудничным пожарам.

В начале XX в. появились работы Д.Г. Левицкого и Н.Н. Черницына, основателей горноспасательного дела в России. Оборудование для горноспасательных работ было импортное и его было недостаточно; в 1899 г. на всех шахтах Донбасса было 12 респираторов. Первая горноспасательная станция в России была создана в 1907 г. в Донбассе.

Погибший при спасении горнорабочих в 1917 г. Н.Н. Черницын — автор ряда глубоких исследований по метану, угольной пыли, горноспасательному делу.

Большой вклад в дело развития охраны труда в горной промышленности страны внес академик А.А. Скочинский; он опубликовал в 1908 г. "Краткий обзор взрывов гремучего газа в русских рудниках", а также многочисленные статьи о взрывах в шахтах России, технике безопасности в них, а также отчеты об исследованиях выделений метана. А.А. Скочинский постоянно и активно работал в области охраны труда, привлекал к ней многих ученых, создавал творческие коллективы — будущие кафедры и лаборатории охраны труда; в 1930 г. он основал первую кафедру рудничной вентиляции и техники безопасности. В течение всей своей жизни А.А. Скочинский был тесно связан с горной промышленностью страны, выполнял многочисленные задания партии и правительства по ее развитию.

Повышение уровня охраны труда в горной промышленности немыслимо без глубоких научных исследований. В настоящее время ими занимается ряд специализированных в области охраны труда отраслевых институтов (МакНИИ, ВостНИИ, ВНИИГД — в угольной промышленности, ВНИИБТГ — в системе Минчермета СССР, ЦНИИПП — в системе Минцветмета СССР), лаборатории многих отраслевых и академических институтов, кафедры и научно-исследовательские лаборатории вузов; свыше тридцати организаций отраслевых министерств, Академии наук СССР и Минвуза СССР ведут научные исследования по охране труда в горной промышленности.

10 и 11. ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННАЯ И ПОДВОДНАЯ ГОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гидромеханизированная и подводная горные технологии — разделы горных наук, обеспечивающие исследованиями все отрасли народного хозяйства, которые осуществляют гидромеханизированную разработку горных пород или выполняют массовые земляные работы в обычных или подводных условиях.

При гидромеханизированной технологии разработка осуществляется гидравлическим воздействием струй или потока воды на объект разработки с гидротранспортировкой горных пород в отвалы или потребителям.

При подводной (морской) технологии разрушение, выемка и транспортирование пород осуществляются не только гидромеханизированным способом, но и за счет применения механических средств разрушения и подъема горной массы на горнодобывающие и транспортирующие судовые или гидравлические технические средства.

Научные направления и дисциплины, область исследований:

процессы гидромеханизации;

теория технических средств гидромеханизации;

комплексная гидромеханизация при открытой горной технологии;

комплексная гидромеханизация при подземной горной технологии;

процессы подводной добычи твердых полезных ископаемых;

теория технологии и комплексной механизации морской подводной добычи твердых полезных ископаемых;

теория вскрытия подводных полигонов и систем разработки морских и океанических месторождений;

теория технических средств подводной добычи и обогащения твердых полезных ископаемых;

технология и техника дражных разработок;

охрана труда.

В 30-х годах XIX в. в России для переработки золотосодержащих песков применялись "фонтаны". Разработка производилась с использованием естественного напора воды. Теоретические основы гидромониторной разработки и гидротранспортировки горных пород были созданы трудами П.П. Мельникова в 40-х годах XIX века и продолжены И.А. Тиме в конце его. В 1867 году гидравлический способ добычи золота был успешно применен на приисках озера Байкал. В 1874 году было создано акционерное общество "Гидротехник", выполнявшее дноуглубительные работы.

В 1886 году на Кудшертайском прииске в Забайкалье впервые был применен гидроэлеватор для подъема пульпы.

Гидравлический способ разработки торфа в 1914 году был предложен Р.Э. Классоном. Он был внедрен в производство в 20-е годы и его развитие обеспечило создание торфяной промышленности, снабжавшей топливом районные торфяные электростанции, сооруженные в соответствии с планом ГОЭЛРО, и в годы первых пятилеток. В Маевке

на шахте "София" в 1915 году были проведены первые эксперименты по подземной гидравлической отбойке угля.

Большое значение для развития гидромеханизации имели работы Н.Д. Холина, который в 1928 году в Каспийском море на острове Челекен производил с применением землесоса разработку озокерита. В дальнейшем Н.Д. Холин возглавил институт "Проектгидромеханизация". Первые схемы комплексной гидромеханизации подземной добычи угля в 1935 году были предложены В.С. Мучником. Под его руководством начались опытно-промышленные работы с использованием гидромеханизации на шахтах Урала, в 1938 году — на шахте Кузнецкого бассейна и в 1939 году — в тресте "Орджоникидзеуголь" Донецкого бассейна.

На шахтах треста "Никополь—Марганец" в 1938 году была применена гидромеханизация для подземной добычи марганцевых руд.

Гидромеханизация горных работ в 1939 году была применена на строительстве Байдаковского и Люторического угольных карьеров. В 1943 году гидровскрышные работы производились на Батурином угольном карьере. Здесь был применен гидротранспорт горных пород от экскаваторных забоев. В 50-е годы гидромеханизация нашла широкое применение на угольных карьерах и шахтах. На рудных месторождениях гидровскрышные работы были применены на КМА.

В Советском Союзе разработаны научные основы технологии гидромеханизации открытых работ (Н.Д. Холин, Н.В. Мельников, Г.А. Нурок, Г.П. Никонов), создана теоретическая база подземной добычи угля (В.С. Мучник, Б.А. Теодорович, А.С. Кузьмич, И.А. Кузьмич, Г.П. Никонов и др.), разработана технология гидромеханизации на приисках (В.А. Фролов, С.М. Шорохов, Б.Э. Фридман, С.В. Потемкин и др.), на железорудных карьерах и гидротехническом строительстве (С.Б. Фогельсон, Н.А. Лопатин, Б.М. Шкундин, Б.А. Волнин, В.Д. Журин и др.).

В СССР в 1966 году была проведена опытно-промышленная добыча титано-циркониевых концентратов. В 1967 году в МГИ была создана Проблемная научно-исследовательская лаборатория по подводной добыче полезных ископаемых со дна морей и океанов. В 1968—1969 гг. по указанной проблеме работала комиссия АН СССР, рассмотревшая геологические аспекты ее развития. В 1970—1974 гг. было разработано проектное задание на разведочно-эксплуатационное предприятие по подводной добыче полезных ископаемых в Балтийском море ("Гиредмет" и МГИ). Проблемная лаборатория провела разведочно-поисковые и технологические работы на Ручарском и Рейдовском месторождениях титано-магнетитовых песков.

Значительная часть россыпных месторождений, залегающих в руслах рек, отвод которых затруднен или совершенно не возможен, обрабатывается драгами.

Первые драги в мире были построены в начале 80-х годов XIX века. В России первая драга голландского производства построена в 1893 г. на реке Кудачи. В 1902 году Невьянский завод и в 1903 году Путиловский завод начали выпускать драги собственной конструкции. В на-

стоящее время ряд заводов Советского Союза выпускает драги, способные разрабатывать грунты I–IV категорий с черпаками вместимостью от 150 до 600 л.

Основоположителем теории и руководства по дражным работам является профессор Ленинградского горного института Е.Н. Барбот де Марни; много и плодотворно в развитии и внедрении дражных разработок и конструкций драг трудились А.П. Свиридов и В.П. Серебренников. В настоящее время большую работу по совершенствованию конструкции драг, совершенствованию технологии дражных разработок ведут коллективы ряда научно-исследовательских и учебных институтов.

Гидромеханизированной горной технологией обосновывается гидравлическая добыча полезных ископаемых с применением обогажительных устройств гравитационного обогащения — гидроклассификаторов, обогажительных шлюзов, мочечных желобов, дуговых сит и др. Исследуется и внедряется гидравлический транспорт пород, углей и руд на расстояние в сотни километров. Обоснованы мощные износоустойчивые гидротранспортные средства и трубопроводы, средства автоматического контроля, предложены методы гидравлического разрушения труднорабатываемых пород и совершенствования гидроотвальных работ. Разработаны расчеты разрушения пластов угля гидромониторными струями в шахтах, гидравлического транспортирования и гидроподъема угля с больших глубин. Созданы методы гидрозакладки подземных выработанных пространств, заиловки очагов подземных пожаров, гидравлического разрыва пластов. Исследованы способы гидрорезной перфорации и гидравлического резания.

Исследованы условия эффективной добычи из россыпей континентального шельфа золота, платины, алмазов, касситерита, ильменита, рутила, циркона, монацита, а также строительных песков и гравия (Г.А. Нурок, Ю.В. Бубис). Обоснованы параметры и конструкции морских гидравлических и ковшевых плавучих снарядов и драг, подводных скреперов и бульдозеров, аппаратов переработки, которые могут работать на горнодобывающих судах. Предложены конструкции снарядов для работы на больших глубинах шельфа (Ю.В. Бубис, Л.Н. Молочников). Созданы основы технологий разработки россыпей шельфа.

Для твердых полезных ископаемых глубоководных участков дна океана (металлосодержащих конкреций, массивных сульфидных руд и других) предложены системы гидравлического (с использованием погружных грунтовых насосов, пневмогидравлического лифтирования), многоковшового подъема и подбъема самовосплавающими сосудами при выемке с проведением придонного отделения вмещающих пород. Ведутся работы по добыче твердых полезных ископаемых из морской воды и горячих рассолов, изливающихся из донных разломов и вулканов.

Основные научные задачи в этом разделе горных наук:
разработка теории синтеза технологических схем подземной и открытой гидродобычи угля и руд;

разработка методов оптимизации технологии гидродобычи угля и руды;

разработка теории выемки угля механогидравлическим способом; обоснование систем гидродобычи угля с короткими забоями без крепления выработанного пространства;

разработка оборудования для гидродобычи с программно-дистанционным управлением и контролем;

разработка технологических схем приготовления пульпы, оптимизации ее консистенции;

совершенствование технологических схем осветления воды на поверхности;

разработка машин для механической выемки и дробления труднорастворимых горных пород;

повышение износоустойчивости оборудования;

разработка методов отвалообразования, позволяющих уменьшить площади отвалов;

исследование различных грунтов для технологических, технических и гидротехнических сооружений;

разработка методов рекультивации гидроотвалов; исследование технологии намывных работ при отрицательных температурах;

исследование технологии выемки пород земснарядами и гидромониторными установками в профильных сооружениях; разработка общей теории грунтозабора с механическим рыхлением;

разработка общей теории гидротранспортирования горных пород и шлама и теории попутного обогащения полезных ископаемых при гидротранспортировании;

создание унифицированных современных земснарядов, драг, гидромониторов; создание специального оборудования;

разработка методов расчета многоступенчатого гидротранспорта с определением места расположения перекачивающих станций;

разработка методов проектирования систем разработки гидромеханизированным способом при различных горно-геологических условиях;

разработка научных основ геофизических методов подводной технологической разведки полезных ископаемых;

разработка теории формирования подводных месторождений и методов их прогнозирования, методов расчета "заносимости" подводных карьеров;

исследование изменения физических свойств горных пород при подводной разработке, разработка теории устойчивости подводных откосов и выемок, морских берегов во взаимосвязи с производством горных работ;

исследование зависимостей свойств пород от глубины покрывающей толщи воды и условий залегания, процессов подводного разрушения горных пород напорными струями, резанием, взрыванием, всасыванием и т.д.;

разработка методов подъема полезных ископаемых с больших глубин;

разработка принципов обогащения при подводной добыче полезных ископаемых;

разработка теоретических основ охраны окружающей среды при подводной добыче и методов рекультивации морского дна.

12. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ (ОБОГАЩЕНИЯ) МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Технология переработки (обогащения) полезных ископаемых — раздел горных наук, обеспечивающих исследованиями: проверку качества полезных ископаемых, условия, технологию и технику их переработки для достижения требуемых потребительских качеств минерального сырья.

Область научного обеспечения: отрасли народного хозяйства, занимающиеся переработкой всех видов добываемых полезных ископаемых до потребительских стандартов.

Использование добытого минерального сырья практически всегда связано с технологией первичной его переработки.

Научные дисциплины и направления технологии переработки:

ряд технологий первичной переработки углеводородов, торфа и углей;

технология раскрытия минералов;

теория процессов усреднения, дробления, грохочения, классификации и измельчения твердых полезных ископаемых;

гравитационные методы обогащения;

магнитные и электрические методы обогащения;

флотационные методы обогащения;

акустические, радиометрические и другие специальные методы обогащения;

вспомогательные процессы обогащения;

технология обезвоживания, окускования продуктов обогащения;

технология и техника складирования отвальных продуктов;

технология переработки декоративного и стенового камня;

теория создания и эксплуатации комплекса машин для переработки;

теория электрификации, автоматизации и управления переработкой минерального сырья;

теория проектирования комплексов переработки минерального сырья;

охрана труда.

Эти дисциплины обеспечивают исследованиями производственно-техническую деятельность предприятий по обогащению руд черных, цветных, редких металлов, горно-химического сырья и угля, проектирование предприятий по переработке всех видов полезных ископаемых, изучение вещественного состава полезных ископаемых, разработку аппаратов и технологических схем обогащения различных видов минерального сырья и организационно-управленческую деятельность предприятий.

В число задач научных исследований входят:

разработка общей теории разделения минералов;

обоснование решения технологических, технических и организационно-экономических задач текущего и перспективного характера, направленных на повышение эффективности производства; испытание различных полезных ископаемых на обогатимость;

создание основ для проектирования предприятий по обогащению полезных ископаемых, разработка машин и аппаратов для основных, подготовительных и вспомогательных процессов переработки, технико-экономическое обоснование возможных вариантов решений; разработка мероприятий по охране природы;

изучение условий развития науки, техники и технологии переработки полезных ископаемых; обоснование руководящих и нормативных материалов, определяющих развитие техники и технологии переработки полезных ископаемых; системный анализ обогащения полезных ископаемых; создание приборов, аппаратов и другого оборудования и условий их безопасной эксплуатации;

обоснование принципов создания безотходной технологии и комплексного использования сырья, эксплуатации и проектирования предприятий для обогащения и окускования полезных ископаемых; разработка способов контроля и опробования технологических процессов;

разработка способов снижения загрязнения атмосферы пылью, рассеиваемой при складировании хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов, и сдуваемой с существующих хвостохранилищ.

Развитие работ в области первичной переработки полезных ископаемых привело к созданию на базе Механообра и его филиалов самостоятельного направления горных наук — обогащение полезных ископаемых, большой вклад в развитие которого внесли И.Н. Плаксин, И.М. Верховский, В.И. Трушлевич и др. Это послужило основой массового строительства обогатительных и агломерационных фабрик. За короткий срок обогатительное производство стало неотъемлемой частью горнодобывающих предприятий.

Уже в 1927 г. было принято решение о создании на Урале испытательной станции по обогащению полезных ископаемых, которая в 1929 г. была преобразована в первый научно-исследовательский институт Урала ("Уралмеханообр"). Возглавил институт выдающийся деятель уральской горной науки профессор М.Ф. Ортин. Работы его и других исследователей легли в основу проектирования и строительства первых крупных обогатительных фабрик, появилась возможность добычи относительно бедных руд с их последующим обогащением.

В короткий срок были выполнены проекты обогатительного и агломерационного комбинатов горы Магнитной, первой очереди Бакальско-рудоподготовительного комбината, магнитообогатительных и агломерационных фабрик на Высокогорском и Гороблагодатском месторождениях, разработана технология подготовки руд к плавке. Уже в 1943 г. в Высокогорском рудоуправлении были введены в действие

первые на Урале агломерационные ленты площадью спекания 50 м² и построена фабрика магнитного обогащения руд. Уральские ученые разработали новые технологические процессы, обеспечивающие высокую эффективность рудоподготовки. Так, была разработана технология обогащения бедных железных руд с получением из них концентратов, содержащих до 67% железа.

В области первичной переработки и обогащения природного сырья предложены режимы избирательного раскрытия сростков минералов. Исследуются и внедряются методы измельчения, основанные на использовании электрогидравлического эффекта и центробежного, электрохимического, струйного удара и токами высокой частоты. Разработаны теоретические основы обогатительных процессов и аппаратов с использованием различных силовых полей и излучений — магнитного, электрического, центробежного, вибрационного, ультразвукового, радиационного и их комбинаций (И.Н. Плаксин, Б.Н. Ласкорин, В.И. Классен, В.И. Кармазин, С.И. Польшкин, В.А. Глембоцкий, Н.Ф. Олофинский, В.А. Мокроусов, Н.Н. Виноградов и др.). На основе комбинирования магнитного, электрического и гравитационных полей и вибрации созданы процессы и аппараты магнитогидродинамических, магнитогидростатических и магнитограмметрических сепараций. Разрабатывается технология обогащения тонких фракций с предварительной обработкой флокулянтами (В.Н. Небера). Совершенствуется теория и технология обогащения в тяжелых суспензиях для переработки угля (Г.Д. Краснов, Л.С. Зарубин), строительных горных пород, фосфоритов, руд черных металлов и технология обогащения бедных руд цветных металлов, редких и благородных металлов, алмазов и др.

Разработаны физико-химические основы процессов коллективной и селективной флотации (А.А. Абрамов, В.А. Конев), установлена роль форм сорбции собирателей и принципы их синтеза (В.И. Рябой). Развиваются комбинированные процессы на основе флотации: флотоотсадка, флотомагнитная сепарация, электрофлотация, пенная сепарация. Создание и внедрение новых процессов обогащения и комбинированных технологических схем, совмещение процессов обогащения и горного производства, начиная с ранних стадий разработки месторождений, позволили резко повысить комплексность использования и экономическую эффективность переработки всех типов минерального сырья (В.И. Ревницев), разработать малоотходную технологию некоторых руд цветных металлов, редких металлов, углей и др. полезных ископаемых (Б.Н. Ласкорин, В.А. Чантурия, Л.А. Барский), вовлечь в переработку новые виды сырья (сланцы, бокситы, кварциты), применить методы обогащения при разработке месторождений шельфовых зоны.

Велись работы по улучшению технологии извлечения кобальта из некоторых типов руд, марганца, никеля, молибдена, вольфрама и других металлов.

Освоена переработка бурожелезняковых руд Лисаковского месторождения, нового вида сырья, содержащего фосфор и глинозем. На

базе этого сырья на Карагандинском металлургическом комбинате организован выпуск широкой номенклатуры металлургической продукции.

Механобрчерметом освоен гидротранспорт концентрата по подземному трубопроводу. Впервые в СССР на обогатительной фабрике № 2 применено усреднение концентрата в жидкой фазе, что позволило обеспечить фабрику окомкования стабильным по содержанию металла, влаги и крупности концентратом. На фабриках окомкования освоена эксплуатация мощных обжиговых машин с площадью спекания 552 м².

Значительное содержание железа в хвостах обогащения на некоторых предприятиях, особенно повысившееся из-за аварийных выбросов, смыва просыпи и по другим причинам, превратило многие хвостохранилища в техногенные месторождения.

В Московском горном институте при исследованиях, связанных с разработкой морских железосодержащих россыпей, создан сепаратор, позволяющий перерабатывать пески с низким содержанием железа при высокой производительности. Создание технологии с использованием мощных гидромеханизированных комплексов производительностью по пульпе 4—10 тыс. м³/ч для таких техногенных месторождений позволит приступить к промышленному освоению хвостохранилищ. Такая технология открывает реальные перспективы экономически целесообразного заполнения карьерного пространства после погашения горных работ. Можно надеяться, что вопросы обогащения техногенных россыпей найдут в ближайшем время достойное решение.

Исследования в области переработки позволили на основе теории разрушения горных пород определить режим избирательного раскрытия сростков минералов, создать дробильно-измельчительное оборудование большой производительности, в том числе дробилки с высокой степенью сокращения крупности материала, регулируемой разгрузочной щелью. Исследованы и внедряются методы измельчения, основанные на использовании самоизмельчения, струйного измельчения, электрогидравлического эффекта и центробежного удара, электротермического измельчения, измельчения токами высокой частоты с использованием ультразвука, высокотемпературной и плазменной технологии. Предложенные методы дезинтеграции обеспечивают равномерность гранулометрического состава измельченного продукта, повышение КПД и производительности аппаратов.

Для интенсификации грохочения предложены волнообразная установка сит, непосредственное возбуждение сита грохота, применение сит из резины и полиуретана.

Разработаны теоретические основы обогатительных процессов и аппаратов путем использования различных силовых полей и излучений — магнитного, электрического, центробежного, ультразвукового, радиационного и их комбинаций для изменения свойств разделяющей среды и поверхности разделяемых частиц. На основе комбинирования магнитного, электрического и гравитационного полей и воздействий созданы процессы и аппараты магнитогидродинамической и магнито-

гидростатической сепарации. На основе применения вибраций создан ряд новых аппаратов: вибросепаратор, виброшлюз, виброконденсатор; применение высококачественных вибраций повышает также эффективность процессов отсадки, концентрации на столах, обогащения в аэросуспензиях при промывке и дезинтеграции. Исследуется применение ультразвука при центробежном обогащении.

Разработан и внедрен ряд новых гравитационных аппаратов: турбоциклон, шнековый сепаратор, классификаторы новой конструкции.

Разрабатывается технология обогащения тонких фракций гравитационными методами с предварительной обработкой их флокулянтами. Совершенствуются теория и технология обогащения в тяжелых суспензиях при переработке угля, строительных горных пород, фосфоритов, руд черных металлов, а также бедных руд цветных металлов, редких и благородных металлов, алмазов и др. Для предконцентрации полезных ископаемых доказана перспективность использования сортировочных автоматов, действие которых основано на различных излучениях (радиационном, фотонном и др.), а также на оптических свойствах минералов.

Разработаны физико-химические основы процессов коллективной и селективной флотации, установлены роль сорбции собирателей и принципы их синтеза. Предложен и внедрен ряд эффективных собирателей и принципы их синтеза, расширен диапазон крупности частиц, пригодных для флотационного обогащения с помощью специальных конструкций машин, а также схем с раздельной флотацией песков и шламов. Развиваются комбинированные процессы на основе флотации: флотоотсадка, флотомагнитная сепарация, электрофлотация.

Обоснованы и внедряются барабанные магнитные сепараторы с комбинированными магнитными системами, использующими ферриты бария и стронция, мощные роликовые сепараторы для обогащения бурожелезняковых, марганцевых, хромовых, вольфрамовых и титано-циркониевых руд.

Ведутся разработки сепараторов на сверхпроводниках, что позволит значительно расширить номенклатуру обогащенных руд, повысить точность и эффективность разделения минералов. Разработаны и внедряются различные конструкции поли- и высокоградиентных сепараторов, в частности, с шариковой магнитоосадительной поверхностью. Предложены новые конструкции магнитоадгезионного, термомагнитного, электродинамического сепараторов, безроторных и многороторных сепараторов с кипящим слоем и вращающимся двойным магнитным полем для сухого обогащения среднемагнитных руд и другие конструкции.

Для переработки труднообогатимых руд разработаны комбинированные технологические схемы с включением в них операций обогащения.

Оснащение предприятий новыми типами аппаратов высокой производительности, внедрение новых процессов обогащения и комбинированных технологических схем, совмещение процессов обогащения и горного производства, начиная с ранних стадий разработки месторож-

дений, позволят резко повысить комплексность использования и экономическую эффективность переработки всех видов минерального сырья, разработать безотходную технологию переработки некоторых руд цветных металлов, редких металлов, углей и других полезных ископаемых, применить методы обогащения при разработке месторождений шельфовой зоны.

Обработка декоративного и стенового камня. Развитие индустрии камня обусловило исследование и внедрение новых высокоэффективных автоматических и полуавтоматических станков, конвейерных и поточных линий и способов обработки декоративных строительных пород различных видов. Предложена технология переработки блоков на плиты-заготовки, которые затем шлифуются, полируются и раскрываются с окантовкой. Разработаны станки с прямолинейным движением пильной рамы типа СМР-032, режущие органы которых оснащены стальными полотнами, армированным алмазным инструментом; созданы и используются различные модификации алмазных многодисковых (до 20 дисков) камнераспиловочных станков с усовершенствованными инструментами, а для распиловки мягких пород (известняков, туфов и др.) — многодисковые станки, режущие органы которых армированы твердосплавными резцами. Для резки и окантовки плит разработаны и внедрены мостовые универсальные станки, оснащенные одним или несколькими алмазными кругами, работающие в автоматическом режиме. Наряду со шлифовально-полировочными широкое распространение получили станки, оснащенные высокопроизводительными алмазными инструментами.

Продолжают внедряться поточно-конвейерные методы обработки. Разработана и внедрена поточная линия с автоматизацией основных процессов с годовой производительностью до 200 тыс. м³. Разработана поточная линия, основанная на более прогрессивном методе финишной обработки камня — алмазно-ленточном шлифовании и полировании, позволяющая с более высокой производительностью обрабатывать граниты. Разработана и внедрена поточная линия по обработке гранитов на основе ультразвуковой технологии, заменяющей процессы шлифования и полирования.

На основе вибрационно-механического метода разработана и внедрена технология обработки сложнопрофильных архитектурных изделий из природного камня. Обрабатывающий инструмент при заданном рисунке совершает колебательные движения и наносит объемное изображение на поверхность камня. Метод позволяет получить линейные изображения и барельефы любого размера с большой точностью и чистотой. Созданы и получили распространение станки и поточные линии по производству облицовочных плит с колотой структурой бортовых камней, основанные на методе раскола и являющиеся менее энергоемкими, чем другие станки. В качестве заготовок служат отходы производства плит.

* * *

В современных условиях при необходимости комплексного извлечения из недр различных полезных ископаемых и полезных компонентов, введения в эксплуатацию месторождений с менее ценными по содержанию полезных компонентов углями, рудами и другими видами минерального сырья, а также использования в народном хозяйстве "отходов" переработки резко возрастает число актуальных научных проблем в этом направлении, к которым можно отнести разработки:

системы управления качеством добываемых углей и руд, обеспечивающей устойчивость процессов и экологическую безопасность их обогащения;

системы физико-технических и химических методов разделения минералов при комплексной и экологически чистой переработке твердых полезных ископаемых; крупнообъемных флотационных машин с объемами камер 8—30 м³;

новых методов и технических средств эффективного обогащения забалансовых, в том числе окисленных, руд черных и цветных металлов, высокозолых углей и др.;

способов и средств снижения себестоимости рудного концентрата путем использования экологически чистых отходов обогащения в строительном производстве;

научных основ каталитических методов воздействия на процессы комплексной переработки горючих сланцев;

теории процессов обогащения химическими, ядерно-физическими, нейтронно-активационными, люминесцентными, фотометрическими, магнитогидродинамическими и другими методами;

новых экологически безопасных реагентов и методов обработки пульп для оптимизации флотационных и гидрометаллургических процессов;

новых комбинированных обогатительно-металлургических методов обработки и переработки труднообогатимых руд (окисленных железистых кварцитов и других руд);

технологии и техники переработки мышьяк-содержащих соединений; платиносодержащих, медьсодержащих, свинцово-цинковых и других экологически опасных сложных руд и вторичного сырья;

методов и технических средств переработки отходов обогащения углей и руд с превращением их в товарный продукт для использования в народном хозяйстве;

физико-технических основ и технологических схем комплексного безотходного использования и переработки бокситов, нефелинов и другого отечественного алюминиевого сырья для производства глинозема;

методов и технических средств удаления серусодержащих и фосфорсодержащих минералов и использования нетоксичных добавок и вяжущих для упрочнения пород, применяемых в строительстве;

новых физико-технических и химических процессов измельчения руд и разделения минералов с целью создания оборудования большой производительности;

эффективной технологии и технических средств обогащения и подготовки к плавке руд Лисаковского месторождения;

эффективных методов переработки сульфидно-магнитных руд; методов и технических средств переработки ниобий-сульфидных руд;

методов извлечения ванадия из конверторных шлаков;

технологии и технических средств переработки труднообогатимых руд Удоканского, Озерного, Ярославского, Кальмакырского, Лениногорского и других месторождений;

технологии и технических средств комплексного использования апатито-нефелиновых и никелевых руд Кольского полуострова, сырья производственного объединения "Фосфорит", труднообогатимых фосфоритов Каратау, Астраханского газоконденсатного месторождения, извлечения серы из нефти, газа, руд черных и цветных металлов;

технологии и технических средств переработки природного газа, содержащего малые и большие количества сероводорода и кислот, включая использование методов стабилизации конденсата, физической абсорбции и низких температур; извлечения этан-пропановой фракции;

технологии и технических средств производства, хранения и использования сжиженного природного газа, транспортирования нестабильного конденсата с высокой упрогостью паров и другие.

13. ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА (ГОРНЫЕ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ИХ КОМПЛЕКСЫ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА)

Общей для всех главных научных дисциплин и направлений горной технологии является научная дисциплина механического профиля — создание и эксплуатация горных, транспортных и обогатительных машин и их комплексов и аппаратуры контроля за работой машин и механизмов.

Исследования осуществляются для проектирования, производственного контроля, эксплуатации и ремонта горных машин, комплексов, агрегатов и другого горного оборудования, используемого для скважинной, подземной и открытой добычи полезных ископаемых; их переработки, выполнения геологоразведочных работ и строительства горных предприятий.

Наращивание объемов горных работ в сложных горно-геологических условиях ведет к научно-техническому прогрессу и к необходимости технического перевооружения горнодобывающих предприятий и совершенствования технологических процессов разработки месторождений полезных ископаемых.

Горнодобывающие предприятия, действующие в настоящее время, в течение последних лет технически не перевооружались в достаточной мере и нуждаются в развитии средств механизации, электрификации и автоматизации. Разработка и внедрение новых и более совершен-

ных механизмов и машин и их комплексов являются основным фактором в обеспечении высокой производительности труда на горных предприятиях.

* * *

Известный механик П.К. Фролов в 1818—1828 гг. построил на Риддерском и Зырянском рудниках водяные колеса, приводящие в движение насосы водоотлива и рудоподъемные машины. Построенная на Зырянском руднике водоподъемная машина с двумя водоотливными колесами диаметром 10,7 м надежно проработала без конструктивных изменений 45 лет.

В 1832 г. инженер А.А. Саблуков изобрел центробежный вентилятор, а в 1838 г. построил центробежный насос.

Электроэнергия нашла применение в 1887 г. для стационарного освещения, сигнализации и связи на Брянцевской соляной копи. Силовая электрическая установка впервые была установлена на Щербиновском руднике в Донбассе. На Кизеловских каменноугольных копях в 1898 г. была введена в эксплуатацию электростанция трехфазного тока, питавшая двигатели насоса, лебедки и механизмы сортировочной обогатительной фабрики. В 1901 г. на Березовском руднике была введена в эксплуатацию подъемная машина с двумя электрическими двигателями.

В годы первых пятилеток (1929—1940) осуществлялась широкая механизация горных работ на базе электрификации горной промышленности и стандартизации. В этот период проводились исследования по определению параметров горных машин и механизмов. Развивалась горная механика — шахтный подъем, водоотлив, турбомашини, пневматическое хозяйство и др., а также создавались основы теории электрификации горной промышленности. Все это требовало изучения физико-механических свойств угля, руд, пород, процессов резания угля, разрушения пород и создания научной основы для конструирования и эксплуатации машин.

Большую роль в развитии теории механизации горных работ сыграли конструкторские институты (“Гипроуглемаш” и др.), а также коллективы, руководимые А.М. Терпигоревым, А.О. Спиваковским; для развития горной механики — труды А.Н. Динника, М.М. Федорова, А.П. Германа, А.С. Ильичева, Г.М. Еланчика, В.Б. Уманского, В.С. Пака, А.А. Дзидзигури и др. Созданы научные основы электровозного транспорта (С.А. Волотковский и др.), вибротранспорта (И.Ф. Гончаревич, В.Н. Потураев), пневмо- и гидротранспорта (В.И. Геронтьев и др.); разработаны динамическая теория шахтных подъемных канатов (А.П. Динник, Г.Н. Савин, Н.И. Неронов и др.), методы расчета и повышения эффективности пневматического и механического хозяйства шахт (А.В. Докукин, В.А. Мурзин и др.).

Разрабатывались технические проекты и задания новых горных машин и механизмов, проводились шахтные испытания образцов; были сформулированы основные требования к параметрам отечественных врубо-

вых машин, их производство осваивалось на Горловском машиностроительном заводе.

Созданы новые виды техники и принципы комплектования горно-транспортного и выемочного оборудования карьера, основывающиеся на учете геологических особенностей месторождений, свойств разрабатываемых пород и производственной мощности предприятий, обеспечивающих достижения лучших технико-экономических показателей (А.М. Терпигорев, А.О. Спиваковский, Н.В. Мельников, М.В. Васильев, В.Н. Потураев, В.Н. Хорин, А.В. Топчиев). Обоснованы закономерности процессов гидромеханизации на карьерах (Н.Д. Холин, Г.Н. Никонов, Г.А. Нурок).

В области разработки руд конструкторами в содружестве с учеными институтов созданы и внедрены в производство высокопроизводительные машины для механизации основных и вспомогательных процессов подземной добычи руд:

комбайны для безвзрывной проходки восстающих выработок типа КВ, применение которых дает возможность полностью механизировать наиболее трудоемкие работы по их проходке и обеспечить ее осуществление без присутствия людей в призабойном пространстве;

модернизированные буровые каретки с высокопроизводительными перфораторами.

Учеными и конструкторами ВостНИГРИ и ИГД СО АН СССР в последние годы создан комплекс принципиально новых механизмов для выпуска, доставки и откатки руды в очистных блоках с дистанционным управлением процессами; агрегат АМК-1,3 для механизации работ при креплении горных выработок металлической арочной крепью, машины для возведения упрочняющих крепей и другие механизмы.

В настоящее время разрабатываются новые горные машины, буровые станки с дожимными забойными компрессорами, буровые каретки с гидроперфораторами и электрическим приводом, комплекс работ по созданию новых видов буровых штанг.

Новая технология подземной разработки тесно связана с новыми комплексами механизации, в частности, комплексами высокопроизводительных самоходных машин как крупногабаритных, так и малогабаритных — ковшовых погрузочно-доставочных и погрузочно-транспортных машин, многозвеньевых автопозедов и других самоходных машин на рудниках ПО "Сибруда", Джезказганского ГМК, Хрустальненского ГОКа и многих других предприятий.

Большую работу по созданию современной горной техники ведет институт НИПИГормаш. На горнорудных предприятиях страны работают десятки тысяч машин и механизмов конструкции этого института.

Созданный институтом типоразмерный ряд комплексов для проходки восстающих выработок позволил механизировать труд горнорабочих, повысить нормативные скорости проходки. Бурильные установки в комплексе с другими машинами для проведения горизонтальных горных выработок более чем в 2 раза повышают производительность труда проходчиков. Проходческие комплексы КПВ-6 созданы

совместно с ИПКОН и ВНИПИгорцветметом.

Много работ посвящено созданию средств бурения и взрывания, использованию непрерывного транспорта и, в частности, виброленточных, ленточно-тележечных и безроликовых конвейеров.

НИПИгормаш ведет разработку станков и инструментов пневмударного и вращательного бурения; шахтных бурильных установок; комплексов для проходки восстающих выработок буровзрывным способом и для очистной выемки; погрузочно-транспортных машин; оборудования для механизации взрывных работ на открытых и подземных работах и др.

Не ослабевало внимание к совершенствованию техники и технологии вибровыпуска руды и эффективному использованию вибропитателей на рудниках Кривбасса. Самоходная техника нашла особенно широкое применение на горнодобывающих предприятиях цветной металлургии.

Основная черта в области горного машиностроения для подземных горных работ – это создание комплексов машин для механизации всех основных и вспомогательных операций технологического цикла подземной добычи. Особое внимание уделялось освоению серийного производства ряда унифицированных бурильных установок.

В горном машиностроении были приняты следующие основные направления повышения технического уровня горной техники: самоходность, автономность, совмещение нескольких функций, автоматизация и программное управление машинами, агрегатирование и унификация. В соответствии с этими направлениями предусмотрен также выпуск машин для выполнения различных вспомогательных операций. Рекомендован новый монорельсовый комплекс.

Созданы серийные зарядно-доставочные машины, позволяющие полностью механизировать переработку взрывчатых веществ на базисных складах, решена актуальная проблема зарядания обводненных скважин на карьерах.

Заводами горного машиностроения создан и добывающими предприятиями освоен ряд новых моделей экскаваторов, буровых станков, тяговых агрегатов, автосамосвалов. В результате внедрения на карьерах автосамосвалов отечественного и импортного производства грузоподъемностью 75, 110, 120, 180 т повысилась средняя грузоподъемность автосамосвала.

Успешному выполнению все возрастающих объемов добычи и переработки железных руд способствовало внедрение на горно-обогажительных комплексах оборудования большой единичной мощности – дробилок, стержневых мельниц, шаровых мельниц, мельниц самоизмельчения, сепараторов для сухой магнитной сепарации и для мокрой магнитной сепарации, что позволило повысить извлечение железа из перерабатываемых руд и содержание его в концентратах.

Техническое перевооружение предприятий обусловило значительный рост основных промышленно-производственных фондов, но, к сожалению, производительность труда горняков не возросла.

Важным перспективным направлением совершенствования технологии подземной разработки руд является дистанционное управление горными машинами в условиях сильно нарушенных массивов, в местах возможных обрушений и горных ударов. Проведены успешные опыты по испытанию дизельной ковшовой погрузочной машины, управляемой без кабеля. Применение дистанционно управляемых машин повышает безопасность работ. Это позволяет включить в число активных участки запасов руды, которые ранее, при традиционной технологии, были бы потеряны. Обоснованы и внедрены в производство способы пневмоконтейнерного транспортирования грузов.

Научная дисциплина "Горные машины и комплексы" занимается изучением процессов и закономерностей взаимодействия рабочих органов различных горных машин с горными породами, исследованием рабочих режимов, конструктивных и эксплуатационных параметров горных машин и их комплексов, разработкой теории создания и эксплуатации машин, позволяющих изменять технологию и уменьшить трудоемкость горных работ.

Некоторые ее научные задачи:

прогнозирование и установление параметров отдельных машин и их систем и оптимальных режимов и параметров рабочих процессов при высокой экономичности горных машин;

разработка методов исследования, моделирования и расчетов при проектировании машин, систем машин и роботов применительно к технологическим решениям и специфическим горным условиям, методов расчета энергетических, кинематических, динамических и силовых параметров машин; обеспечение их оптимальной долговечности и надежности;

синтез общих структур комплексов машин для отыскания оптимальных сочетаний исполнительных механизмов, приводов и несущих конструкций, управления машинами и комплексами машин в системах "человек — машина — горная среда" применительно к горным технологическим решениям;

изыскание новых видов транспорта углей, руд и вскрышных пород с глубоких горизонтов карьеров;

создание новых высокопроизводительных средств железнодорожного транспорта для угольных и рудных карьеров;

создание методов расчета режимов и параметров движения мобильных машин в условиях той или иной горной технологии, а также режимов и параметров гидропривода горных машин;

формирование основных параметров и оптимальных систем машин для каждого технологического решения задач комплексной механизации и автоматизации рабочих процессов;

разработка научных основ оборудования технологических скважин, стойких к активным растворам, и технологии бурения, обеспечивающей естественную проницаемость;

разработка методов и средств эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, соответствующих особенностям горной технологии и

конструкциям машин, оценки их надежности и качества, соответствия предъявляемым требованиям, нормам безопасности;

создание методов и средств контроля и прогнозирования технического состояния горных и транспортных машин.

Данная научная дисциплина находится в тесной связи со смежными отраслями технических наук, использует достижения в получении конструкционных материалов, закономерности в работе двигателей и трансмиссий, технологические процессы машиностроения с целью нахождения эффективных решений для механизации горного производства.

К родственным научным дисциплинам относятся: "Машины и агрегаты производства стройматериалов", "Автомобили тракторы", "Дорожные, путевые и строительные машины", "Сельскохозяйственные и гидромелиоративные машины".

Электрификация и автоматизация горных работ

За полстолетия затраты энергии на добычу угля и руды подземным способом возросли в 3–5 раз. Наиболее энергоемкими процессами в настоящее время являются: выработка сжатого воздуха, вентиляция, водостлив, обогрев подаваемого в шахту воздуха. На эти процессы расходуется до 80% энергии. Особенно возросло энергопотребление на вентиляцию и подогрев свежего воздуха, подаваемого в шахты. Это объясняется значительным понижением глубины разработки всех месторождений, многогоризонтностью работ и применением электрического и дизельного самоходного оборудования.

Рост потребления энергии объясняется также повышением уровня механизации процессов за счет внедрения: с 1950 г. — доставки руды и породы; с 1960 г. — набрызг-бетонирования горных выработок; с 1965 г. — вибрационного выпуска руды; с 1970 г. — крепления выработок штангами, пневматического зарядания шпуров и скважин, механического приготовления твердеющей закладки; с 1975 г. — самоходного оборудования.

"Теория электропривода" и "Теория электрификации и автоматизации горных работ" являются общими научными дисциплинами для всех разделов горной технологии; их цель — научное обоснование эксплуатации, монтажа, наладки, проектирования и исследования систем электрификации и автоматизации горных работ, электроснабжения, автоматизированного электропривода и автоматизации производственных процессов на горных предприятиях всех горнодобывающих отраслей народного хозяйства.

К основным научным задачам относятся:

обоснование нормального функционирования систем электрификации и автоматизации процессов горного производства; разработка основ автоматического и телемеханического управления комплексами горных и транспортных машин применительно к технологическим решениям;

обоснование разработок и проектно-конструкторской документации по электрификации и автоматизации;

теоретические и экспериментальные исследования и испытания, направленные на повышение уровня электрификации и автоматизации, эксплуатационной надежности и эффективности систем;

использование новых электротехнических материалов, промышленной электроники, электрических машин, аппаратов и средств автоматизации, автоматизированного электропривода, достижений в электропитании, телемеханике и связи;

разработка автоматического управления и регулирования технологических процессов (по отраслям горной технологии) ;

использование управляющих информационных машин;

создание систем автоматического управления и регулирования технологических установок, включая исследование, проектирование, производство и эксплуатацию указанных систем с учетом специфики технологии;

разработка математических и физических моделей объектов и систем управления и регулирования технологических процессов;

разработка принципов построения и создания оптимальных и адаптивных систем автоматического управления технологическими процессами;

обеспечение безопасных условий труда.

Цикл научных дисциплин, относящихся к горной электротехнике, конечно не замыкается упомянутыми направлениями. Предстоит дальнейшее развитие направлений и научных дисциплин.

ЧАСТЬ III

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ УГЛЕЙ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

1. ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ

Запасы твердого топлива в Европе, расположенные на глубине не более 1200 м, эквивалентны глобальному потреблению Европой энергетического топлива более чем на 500 лет. Преимущество угля — как основы энергетики — он залегает в земле в концентрированном виде (табл. 3).

Флюиды — нефть и газ — под влиянием горного давления добываются из недр без присутствия в недрах людей с гораздо меньшими затратами, как капитальными, так и эксплуатационными.

Если все количество мировых энергоресурсов приравнять к 100%, то на долю каменного угля приходится 70%, нефти — 18%, газа — 7%, гидроэнергии — 5%.

В последние годы экономика топливно-энергетических ресурсов, в частности углей, в европейской части СССР не улучшилась, а при подземной их разработке — ухудшилась.

При подземных разработках себестоимость угля зависит, в основном, от затрат на рабочую силу. Рост производительности не смог компенсировать повышение материальных затрат, заработной платы и социальных расходов, европейский уголь становится одним из самых дорогих источников энергии.

В СССР, кроме углей, известно около 80 месторождений горючего сланца с запасами около 200 млрд т, из которых около 30% пригодны для современных методов добычи и переработки. На Карпатах обнаружены запасы сланцев, исчисляемые триллионами тонн. Среди горючих сланцев мира советские сланцы являются самыми богатыми смолой (от 13 до 25%) и содержат больше всего серы (от 1,5 до 5,3%, а местами до 10% и выше). Запасы сланцевой серы можно оценить в десятки миллиардов тонн в целом по стране. Наиболее сернистыми являются сланцы Волжских месторождений и сланцы Прибалтики.

Таблица 3

Количество энергии, содержащейся в 1 м³ залежи

Топлива	Энергия/м ³ (на месте Гкал/м ³)
Уголь	10,0
Лигнит	От 4,0 до 6,0
Битумный сланец	От 1,2 до 5,4
Нефть	От 0,5 до 2,0
Природный газ (800 бар)	От 0,13 до 0,54

Целевая задача нашего общества — решить социальные проблемы и увеличить производительность труда в 2,3–2,5 раза за счет ускорения научно-технического прогресса, коренных преобразований в технике и технологии и мобилизации всех факторов, включая энерго- и ресурсосберегающие технологии, при увеличении численности населения на 10–15%, неизбежно означает:

а) рост энерговооруженности труда примерно в 1,8–2 раза;

б) решение жилищной проблемы и увеличение потребления людьми энергии примерно в 1,5 раза, имея в виду все сферы жизни и потребления, кроме производства продукции;

в) увеличение производства всех видов энергии примерно в 1,8–2 раза (с 2,5 млрд т у.т. до примерно 4,6 млрд т у.т., с учетом роста численности населения и неизбежных поставок энергии за рубеж).

Англия, США, ФРГ и Канада к 2000 году в сумме планируют получение энергии более 5 млрд т у.т. или в среднем 15 т у.т. на человека, из них угля — 30%, а далее снизить энергопотребление на 10–30%.

Любая страна хочет иметь экономический рост не менее 3% в год. Заложенный ранее в энергетической программе нашей страны прирост производства энергии до уровня порядка 3,5 млрд т у.т. в год может быть существенно недостаточным для решения поставленной целевой задачи.

При особых качествах флюидов (нефть и природные газы), позволяющих их эффективно использовать в мобильной технике и в производстве различной продукции, неизбежно:

а) по-прежнему будут возрастать расходы энергии флюидов на транспорте и для мобильных технических средств агрокомплекса, промышленности, авиации и обороны;

б) существенно уменьшится их сжигание для получения тепловой и электрической энергии, например, до уровня 35% от общей потребности этих видов энергии (1,4 млрд т у.т.). В США планируется уменьшить долю сжигания нефти и газа ниже 30%.

С учетом указанного, добыча нефти и природных газов в СССР должна будет возрасти примерно на 40% (порядка 2,3 млрд т у.т./год).

Добыча флюидов характеризуется ненадежностью разведанных запасов, малой степенью извлечения запасов из недр, трудностью открытия и освоения новых месторождений в СССР, в силу чего отсутствует гарантия повышения уровня их добычи.

Источниками получения тепловой и электрической энергии (порядка 2,5 млрд т у.т.) могут быть твердые топлива (угли, горючие сланцы, торф, отходы промышленности) и атомная энергетика.

Другие источники энергии с учетом их развития, капиталоемкости и трудоемкости вряд ли смогут погасить за два десятилетия более 8–10% общей потребности (0,4–0,6 млрд т у.т./год).

Главными и надежными источниками тепловой и электрической энергии к 2010 году в СССР на уровне 2,5 млрд т у.т. могут быть:

а) все виды твердых топлив — каменные и бурые угли, горючие сланцы, торф, промышленные и бытовые отходы. Их известные разведанные запасы на обозримый период практически неограничены,

они имеются во всех крупных экономических районах, в частности, в европейской части страны. Мировая добыча угля и других твердых топлив неуклонно возрастает — за 15 лет возросла в 1,5 раза (составила более 4 млрд т товарного угля). В США, Канада, Англии и ФРГ вместе доля электроэнергии, вырабатываемой из твердых топлив, к 2000 г. сохранится и составит не менее 1,7—1,8 млрд т у.т.;

б) атомная энергетика. Исторически новый вид энергетики с предусмотренным ранее ростом до уровня порядка 1,4 млрд т у.т. В указанных странах планируется производство только до 0,7 млрд т у.т. В СССР по сложившейся ситуации этот вид энергетики вероятно не превысит 1—1,1 млрд т у.т.

Всем источникам энергии свойственны многие нерешенные технические, экономические и экологические проблемы, особенно остро встающие при необходимости дальнего транспортирования топлив или полученной из них электроэнергии.

Важна также необходимость создания запасов энергии у потребителей в СССР для использования при различных экстремальных условиях (суровые зимы, крупные аварии и т.п.). Наиболее надежно, просто, экономично и безопасно это достигается при использовании в качестве источников энергии твердых топлив.

Транспортирование энергии от производителей по инвестициям и эксплуатационным расходам с учетом потерь энергии и ее расходов на транспорт можно оценить примерно одинаково при условии осуществления прогрессивных решений к каждому источнику энергии. Эффективные расстояния массовой переброски энергии твердых топлив и электроэнергии исчисляются порядком до 700—1000 км.

При соблюдении межсистемных линий электропередачи и единой энергетической системы необходимо четкое государственное районирование производства и потребления энергии с приоритетным использованием местных источников — в частности, твердых топлив; дальние переброски энергии и не экономичны, и не надежны в экстремальных условиях.

Атомная энергетика имеет преимущества для крупных потребителей и центров промышленности. Этой энергетикой к 1985 г. выработано около 10% энергии (примерно 0,25 млрд т у.т.); при большом напряжении и решении проблемы экологической безопасности можно полагать увеличение выработки атомной энергетикой в 4—5 раз (до уровня порядка 1,1 млрд т у.т.). Выработанная тепловая и электрическая энергия отличается высоким уровнем использования у потребителей, но не может быть создана "в запас" для экстремальных условий.

Энергетика на твердых топливах имеет и будет иметь преимущества в транспортировании энергии и в создании некоторых энергетических запасов для множества мелких и средних коммунальных потребителей и, в частности, для агропромышленных комплексов при огромной территории нашей страны и наших климатических условиях.

На долю энергетики на твердых топливах останется порядка 1,1 млрд т у.т.

Эта энергетика наиболее стара по основным фондам и она отличается на сегодня:

а) очень низким уровнем использования энергии, заключенной в твердых топливах (в лучшем случае 30–40%, в среднем на станциях Минэнерго – 22%; у массы средних потребителей – 10–20%; у мелких потребителей только 5–10%; в среднем по стране – порядка 11–12% от потенциала углей). Культура сжигания крайне низка;

б) примитивностью устройств для сжигания и выработки электроэнергии из твердых топлив, огромными потерями ценностей в зольных и других отходах (расход угля на 1 кВт·ч от 170 до 530 г) часто независимо от качества углей.

Этой энергетике на сегодня свойственны:

а) бессистемность учета энергии у ее производителей, поскольку все меряется в тоннах рядового угля (с калорийностью от 2500 до 8000 ккал/кг), а не в тоннах условного топлива;

б) большая неорганизованность и изменчивость в поставках разносортных углей на большие расстояния – до 2000–4000 км;

в) большие потери добытой энергии при оброщении углей (около 12 млн т у.т.) при их перевозках и хранении (около 8–12 млн т у.т.).

В этой сфере имеются наибольшие резервы решения энергетических проблем за счет научно-технического прогресса. Следует поставить под сомнение использование электроэнергии для получения тепла – слишком велики общие потери энергии.

Перечисленные обстоятельства не предусмотрены в ранее рассчитанных Основных направлениях развития энергетике; роль твердых топлив, в частности, угля и сланцев, резко занижена.

Встает задача получения твердых топлив в количестве 1,3 млрд т у.т. (в переводе на современные характеристики рядового угля и уровня использования его энергии это означает повышение уровня добычи до 1,9 млрд т угля в год).

Известные запасы твердых топлив надежно позволяют получить такой уровень, однако по капиталоемкости, трудоемкости и технологии освоения достичь такого уровня пока невозможно.

Два пути решения проблемы при минимуме инвестиции:

а) за счет резкого повышения внимания к твердым топливам, реализации уже известных достижений науки и техники, наведения порядка в поставках твердых топлив при относительно небольших затратах на реконструкцию, переустройство и замену устаревших печей и котельных агрегатов у всех потребителей – добиться увеличения в 1,6 раза уровня использования энергии, заключенной в твердых топливах, в среднем до 20%;

б) доля твердых топлив, в частности, угля, в энергетике страны упала до 20%; уровень добычи (товара) за 15 лет до 1985 г. вырос на 11% с увеличением зольности; в последние годы роста нет. В США выросла добыча до 720 млн т у.т. (на 14%), в мире – с 2890 млн т до 4034 млн т (товар) (более 14%). Рост мировой добычи и потребления углей продолжается.

За счет коренного пересмотра технической и экономической политики при добычании твердых топлив можно достичь экономически эффективного увеличения уровня добычи различных твердых топлив (в том числе низкокалорийных и высокозольных углей и сланцев) как открытым, так и подземным способом, примерно в 1,7 раза. Нужно организовать на базе добытого рядового угля, сланцев и других топлив массовое высокотехнологизированное (как у производителей, так и у потребителей) производство сортов и марок твердых топлив с заранее заданными свойствами (калорийность, температура горения, зольный остаток), удовлетворяющими различных потребителей.

Общее производство всех твердых топлив при этом можно увеличить до уровня 1,1 млрд т у.т., что означает добычу около 1,5 млрд т рядового сырья.

При широком вовлечении в добычу твердых, особенно низкокалорийных топлив, чрезвычайно важно по экономическим соображениям и по техническим возможностям резко сократить дальние перевозки твердых топлив (кроме кокса), в частности, широко развить добычу твердых топлив в европейской части СССР, включая Урал. Возможности для этого есть, если изменить техническую политику (см. табл. 4).

Государственным балансом только в Донецком бассейне на 01.01.82 г. учтено 75,9 млрд т балансовых запасов углей всех технологических марок ($A + B + C_1 + C_2$). Из них сырьевой базой угольной промышленности считается 22,3 млрд т запасов (19% общесоюзных подготовленных запасов) категорий $A + B + C_1$, подсчитанные до глубины, в основном, 1200–1500 м, а по некоторым районам Донецкой и Ворошиловградской областей до 1600–1800 м. По степени освоения указанные запасы, включающие объекты Минтопа РСФСР, распределяются примерно следующим образом:

- 1) запасы действующих шахт — 11 млрд т;
- 2) запасы строящихся шахт — 1,1 млрд т;
- 3) детально разведанные резервные участки — 10 млрд т, в том числе:
для закладки новых шахт — 8 млрд т;
для прирезки к полям действующих шахт (28 участков) — 1,7 млрд т.

По результатам поисковой и предварительной разведки установлены 352 прочих участка с небольшими запасами, со сложными условиями, вне технических границ, в целиках и т.п. с общими запасами 4,9 млрд т.

В Донецком бассейне имеются 609 свободных участков и площадей, на которых подсчитано около 45 млрд т балансовых запасов категорий $A + B + C_1$ (около 79% учтенных запасов этих категорий по стране), 18 млрд т категории C_2 и 17 млрд т забалансовых запасов.

Генеральной схемой развития угольной промышленности к освоению до 2005 г. было намечено только 22 участка для нового строительства и 74 участка для прирезки к действующим шахтам (для продления срока их службы и увеличения мощности путем реконструкции).

Вместе с тем на сравнительно небольшой глубине (до 500 м) в Донецком бассейне остались не отработанными балансовые и забалансовые запасы углей всех технологических марок более 4 млрд т, вовле-

Резервы увеличения добычи твердых топлив в европейском регионе

Виды и источники топлива	Возможный прирост добычи, млн т в год	
	всего (на ближайшую перспективу)	
	натуральное топливо	условное топливо
1. Уголь		
1. Донбасс (новые районы)	190 (60)	145 (45)
2. Печорский бассейн	140 (15)	100 (14)
3. Тургайский бассейн	260 (90)	115 (41)
4. Камская площадь	40	28
5. Днепропетровский бассейн	7	2
6. Южно-Уральский бассейн	12	4
7. Днепроовско-Донецкая площадь	12	4
8. Еловско-Таборский район	6	5
9. Северо-Сосьвинский бассейн	35	20
10. Другие бассейны и площади (Припятская, Орская, Жиланшикская и др.)	40 (5)	15 (2)
Итого:	742 (200)	438 (102)
П. Сланцы		
1. Прибалтийский бассейн	45 (15)	14 (6)
2. Волжский бассейн	45 (15)	12 (4)
3. Вычегодский бассейн	15 (6)	5 (2)
4. Болтышское месторождение	15 (15)	4 (4)
5. Другие источники (белорусские, ижемские и др.)	50 (5)	15 (1)
Итого:	170 (56)	50 (17)
Ш. Торф	70 (30)	26 (11)

чение которых в отработку при существующей технологии угледобычи, как правило, экономически не эффективно, либо технически невозможно.

Можно считать, что потенциальными ресурсами для новой технологии, в первую очередь, могут быть балансовые и забалансовые (некондиционные по мощности, по зольности или по горно-геологическим условиям разработки) запасы:

1. Свободных участков, не предназначенных для закладки новых шахт или для прирезки к действующим шахтам (включая непогашенные запасы выбывших или законсервированных шахт).

2. Отработанных горизонтов действующих шахт — около 4,5 млрд т.

Разведками предыдущих десятилетий установлено, что в различных районах центра (Подмосковный бассейн) имеется около 300 участков с большими или меньшими запасами угля, которые поставлены

на учет как возможные объекты разработки. Большинство таких участков, имея относительно небольшие запасы и сложные природные условия, не могут служить объектами для проектирования современных достаточно крупных механизированных шахт из-за нерентабельности. Вместе с тем они же не могут использоваться для организации открытых разработок по тем же причинам.

Выявление степени их пригодности для новой технологии, которая снимает жесткие требования к количеству запасов (из-за малых капиталовложений) — предмет специальных исследований и изучения месторождений (имеется в виду новая технология подземного сжигания углей и горючих сланцев).

Представляя значительный интерес для новой технологии многие шахты уже отработанные, но не ликвидированные (сохранились стволы и околотовольные двory). Так, в ПО "Новомосковскуголь" балансовые запасы превышают 340 млн т.

Таким образом, в европейской части СССР в двух "старых" бассейнах сохранились до глубины 500 м огромные запасы каменных и бурых углей и горючих сланцев, пригодные для новых технологий. Много месторождений энергетических углей имеется и в северных районах.

Европейская часть СССР практически не нуждается в поставках твердых топлив из азиатской части СССР.

2. ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГЛЕДОБЫЧИ И УГЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Необходимость бесперебойного обеспечения народного хозяйства энергией ставит перед угольной промышленностью сложную и ответственную задачу достижения и поддержания на все более высоком уровне валового объема добычи угля. Воспроизводство выбывающих мощностей требует все более значительных капитальных затрат и в настоящее время превышает 100 руб. на тонну годовой добычи угля.

В отраслевой экономике понятие эффективности угольных предприятий рассматривается как результативность добычи и обогащения угля. Но выполненная таким образом оценка не дает достоверного представления о реальной экономичности шахт и разрезов из-за несовпадения целей функционирования народного хозяйства и отрасли.

Конечной целью угольной промышленности является добыча угля, а конечной целью общества — получение энергии, содержащейся в углях этих месторождений. Отрасль могла принимать решения, направленные на опережающий рост добычи угля, там, где уголь имеет низкую себестоимость без учета других расходов. Эффективность отрасли при этом возрастала, но народное хозяйство получало, в основном, угли низкого качества и соответственно эффективность энергетики снизилась.

Энергетики имеют свою экономическую концепцию, в основе которой лежит достижение высокого уровня прибыли и рентабельности; они заинтересованы в потреблении нефти, газа либо углей возможно более высокого качества и низкой цены, на что ориентировано оборудование энергетических предприятий.

Несовпадение экономических концепций и наличие межотраслевых противоречий наносит народному хозяйству огромный ущерб, который выражается, с одной стороны, в недополучении энергии от сжигания углей, качественно не соответствующих техническим средствам их сжигания, а с другой стороны — в дополнительных поставках энергии, леса, металла, цемента в угольную промышленность и их расходования на добычу углей низкого качества.

В нашей стране около 80% всего добываемого угля потребляется на нужды энергетики и перерабатывается в электроэнергию, пар и тепло.

Для угольной промышленности, ориентированной на энергетику, конечным показателем является выход энергии и, очевидно, чем меньше энергии, металла и цемента будет затрачено для добычи энергетического угля, тем выше эффективность угольной промышленности.

К явным затратам электроэнергии относятся: энергия, затраченная непосредственно на угольном предприятии в процессах угледобычи и обогащения, энергия, затраченная на перевозку добытого угля от угольного предприятия к потребителю с учетом потерь, и энергия, затраченная у потребителя угля на его подготовку к сжиганию с учетом потерь.

К неявным затратам относится то количество энергии, которое затрачено обществом для создания машин, оборудования и материалов, предназначенных для работы в угольной промышленности, или энергия, овеществленная в материальных ценностях — в металле, цементе, лесе, кирпиче, смазочных и других материалах, которые потребляются непосредственно в угольной промышленности, в машиностроении и машинах, аппаратах, транспортных средствах и прочих фондах, работающих в угольной промышленности.

Косвенные затраты энергии включают в себя электроэнергию и энергию, содержащуюся в горячей воде и паре, которые потребляются в личных целях трудящимися, занятыми на добыче, транспорте, обогащении угля, а также затраты энергии на заводах и в мастерских по ремонту горной техники, в шахтостроительных, автотранспортных и других организациях, не связанных непосредственно с добычей и подготовкой угля к потреблению, но специализированно обслуживающих угольную промышленность, потребляющих энергию, металл, цемент и другие производственные ресурсы и переносящих эти затраты на уголь через услуги шахтам, разрезам, обогатительным фабрикам.

Издержки производства из года в год возрастают, а качество угля снижается. Сложившееся положение — уровень себестоимости в пределах 35—45 руб. — становится привычным, убыточность отрасли признается допустимой, она зачислена в разряд планово-убыточных. В качестве основного экономического рычага служит контроль за выполнением плана; действует принцип — "уголь — любой ценой" (повышение цен на уголь по существу не меняет дела).

В итоге действенность экономических рычагов практически сведена к нулю, а оценки результатов их применения не дают достоверного ответа об эффективности принимаемых решений. Пользуясь стоимостными показателями, нельзя указать объективный уровень их значений, при котором необходимо прекратить добычу угля или ограничить ее дальнейший рост на данном предприятии.

При теплоте сгорания 1 кг угля по данным шахт и разрезов (по отрасли средневзвешенное) 5050 ккал, потребители по данным электростанций получают 3833 ккал. Возникает вопрос: куда деваются 20% калорий, когда добытый уголь попадает к потребителю?

Гипотетически, если весь добытый уголь переработать на современных электростанциях, то из угля теоретически могло быть получено 1192 млрд кВт·ч электроэнергии.

Электростанциями системы Минэнерго в 1981 г.* было сожжено 265 млн т угля со средней теплотой сгорания 3833 ккал/г и получено 453 млрд кВт·ч электроэнергии, что составило лишь 22,5% от потенциального запаса энергии в добытом для этой цели угле. Различные отрасли, также потребляющие уголь для энергетики, сожгли в 1981 г. 255 млн т в котельных и топочных устройствах, производя тепловую энергию. Средний народнохозяйственный расход условного топлива составил 180 килограммов на 1 гигакалорию тепла. Всего за год было получено таким образом 770 млн гигакалорий теплоты, что соответствует 226 млрд кВт·ч энергии или только 11% ее запаса в добытом угле, направленном на эти цели.

Процесс добычи, транспортировки и потребления углей отвлекает из народного хозяйства значительную часть энергии и материалов. Так, в 1981 году только на добычу угля отрасль затратила 2201 млн кВт·ч электроэнергии. Одновременно было потреблено 3297 тыс. т металла, 2023 тыс. т цемента, 10704 тыс. м³ леса. Средняя дальность транспортировки углей составила около 800 км. На перевозки энергетических углей было затрачено 5546 млн кВт·ч.

Таким образом, общество в целом затратило на добычу и транспортировку углей для энергетических целей 35 773 млн кВт·ч.

В 1980 году 340 млн т добытого угля было подвергнуто обогащению, что потребовало от народного хозяйства 2174 млн кВт·ч, из них на обогащение энергетических углей было потреблено 995 млн кВт·ч.

Следовательно, полные совокупные затраты энергии на добычу, транспортировку и обогащение энергетического угля составили 36 778 млн кВт·ч. При этом коэффициент энергетической эффективности производства добытого угля составляет лишь 18,5 кВт·ч/кВт·ч.

Выход полезной энергии составил в анализируемом году 643 млрд кВт·ч, что едва превышает 12% от потенциального запаса энергии от фактически добытого угля. С учетом потерь угля в недрах можно считать, что коэффициент полезного извлечения энергии не превышает 6–8% потенциальных запасов энергии в балансовых запасах недр.

Наименее эффективными в отрасли являются, в основном, шахты Донбасса и Подмосковья.

Коэффициент энергетической эффективности Донбасса в целом не превышает 7 кВт·ч/кВт·ч. Ежегодно энергетическая эффективность шахт бассейна снижается на 5–7%.

* Для анализа взят 1981 год, имеющий средние показатели, характерные для четырех пятилеток.

Многие шахты Донецкого бассейна находятся в последние годы в сложном положении. С одной стороны, постоянная потребность в угле требует поддерживать объем хотя бы на стабильном уровне. С другой стороны, сложные условия работ сделали донецкие угли дорогими; многие шахты работают с чрезвычайно низкими экономическими показателями и снижающейся эффективностью.

Темпы роста затрат основных производственных ресурсов непрерывно возрастают. Это означает, что эффективность многих шахт Донбасса будет снижаться и впредь. Вероятно, некоторые шахты Донбасса будут потреблять энергии больше, чем может вырабатываться из добытого у них угля.

Казалось бы выход энергии из обогащенных углей должен быть выше, но это предположение является теоретическим. Расчет выхода электроэнергии из донецких углей произведен по величине фактической теплоты сгорания (3890 ккал), определенной на всех электростанциях с учетом продукции обогащения. Коэффициент энергетической эффективности производства и обогащения угля по Донбассу в целом составляет всего $6,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{кВт} \cdot \text{ч}$.

Сравнительно небольшая величина показателя не означает, что добыча угля в бассейне энергетически мало эффективна. Углубленный анализ данных показал, что имеются шахты, которые в настоящее время уже близки к границе абсолютной энергетической неэффективности. Численное значение коэффициента эффективности таких шахт находится в пределах $2-6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ даже при допущении, что весь добытый ими уголь потребляется на электростанциях со сравнительно низким удельным расходом условного топлива ($332,0 \text{ кг} / \text{кВт} \cdot \text{ч}$), а дальность транспортировки не превышает 100 км. Но из анализа бассейновых поставок угля следует, что только 42% угля потребляется с хорошей эффективностью. А остальная часть угля сжигается в котельных, в том числе Минуглепрома СССР, где энергия угля используется в 2-3 раза хуже, чем на крупных электростанциях. Фактическая дальность транспортировки донецкого угля достигает зачастую 400-500 км.

При более точном учете всех факторов, влияющих на эффективность использования углей, некоторые шахты, видимо, вплотную приблизились к границе абсолютной энергетической неэффективности.

Энергетическая оценка действующих и проектируемых предприятий не исключает их стоимостной оценки, а предназначена для дополнения системы применяющихся ТЭП показателями, ориентированными на конечный продукт, в целях наиболее полной (комплексной) характеристики народнохозяйственного значения шахт и разрезов.

В сочетании с применяющимися оценочными показателями (объем капитальных вложений, срок их окупаемости и др.) энергетические показатели послужат достоверным критерием для выбора эффективных вариантов строительства и реконструкции угольных предприятий.

Сравним, например, три технологии на одном месторождении ПО "Средазуголь".

Разрез "Ангренский" является основным поставщиком угля для ГРЭС. Относительно низкий уровень себестоимости угля на разрезе

и высокий удельный вес его поставки в топливном балансе ГРЭС делают себестоимость вырабатываемой электроэнергии по элементу "топливо" сравнительно невысокой.

Шахта № 9 — единственная, входящая в ПО, но ее производственные возможности ограничены малыми запасами угля в шахтном поле и сложными горно-геологическими условиями. Годовой объем угля на шахте не превышает в последние годы 500 тыс. т, а себестоимость угля в 3—3,5 раза выше, чем себестоимость на разрезе, что обусловлено большими затратами на ручной труд.

При сжигании на ГРЭС всего угля, добытого шахтой и разрезом, выход электроэнергии максимально составил 551 и 5667 млн кВт·ч, а совокупные затраты электроэнергии — 8469 и 76 136 тыс. кВт·ч. Коэффициент энергетической эффективности по шахте равен 62, а по разрезу 74.

Как видно, разница не так велика из-за высокой металлоемкости и энергоемкости разреза. Энергетическая эффективность Ангренского угольно-энергетического комплекса в целом находится на уровне народнохозяйственной, но имеет тенденцию к снижению, что вызвано систематическим ростом энергозатрат и металлоемкости, связанных с добычей угля на разрезе.

Считалось ранее, что одним из эффективных методов получения энергии из угля, не извлекая его на поверхность, является подземная газификация угля (ПГУ) с получением промежуточного энергоносителя — горючего газа. Созданная в СССР скважинная технология ПГУ наиболее проста, так как не требует участия людей в подземных работах, но ее главные недостатки — низкая управляемость процессом, большие потери угля, низкий уровень использования энергии угля и его химической ценности, низкий экономический эффект и ограниченность возможного использования — на сегодняшний день уже ясны.

Поскольку подземная газификация угля является альтернативой его добычи, то в случаях энергетического потребления можно сравнить энергетическую эффективность шахты, разреза и станции подземной газификации.

При сжигании полученного газа на Ангренской ГРЭС, имевшей в 1971 г. и 1982 г. удельный расход условного топлива соответственно 438 и 423,5 г/кВт·ч, было выработано 192,9 и 46,2 млн кВт·ч электроэнергии. Совокупные затраты электроэнергии на станции в 1971 г. составили 79 751,1, а в 1982 г. — 28 422,2 тыс. кВт·ч. Таким образом, коэффициент энергетической эффективности был в 1982 г. всего лишь 1,92 кВт·ч/кВт·ч, а в 1971 г. его величина была немногим больше — 2,42 кВт·ч/кВт·ч.

Полученный результат приводит к неожиданному выводу. В конечных показателях эффективность шахты и разреза почти одинакова, но в десятки раз выше эффективности станции газификации. Станция работает практически на границе абсолютной неэффективности, отдавая народному хозяйству энергии немногим больше, чем потребляет, и имеет убыточные показатели. Существует мнение энергетиков, что ис-

пользование на ГРЭС низкокалорийного газа, как "добавки" при сгорании угля, снижает КПД котлов, поскольку необходимо нагревать до температуры исходящих газов большое количество азота и углекислого газа, находящихся в газе ПГУ.

Сложившееся экономическое положение ПГУ привело к возникновению двух крайних точек зрения. С одной стороны, неудовлетворительные экономические результаты Ангренской станции ПГУ поставили под сомнение саму идею подземной газификации углей и привели к свертыванию в системе Мингазпрома научно-исследовательских и практических работ. В настоящее время оборудование станции морально устарело, физически изношено, а отдельные ранее действовавшие установки приходят в негодность или демонтируются за ненадобностью.

С другой стороны, отдельные специалисты считают, что период угасания станции является временным и обусловлен низкими ценами на газ и субъективными недостатками отраслевого планирования. По их мнению достаточно повысить цены и предусмотреть рост объемов производства, как Ангренская станция станет экономически эффективным предприятием.

Ошибочность этих точек зрения обусловлена недостатками оценочных экономических показателей, по величине которых выносится однозначное заключение об эффективности ПГУ.

3. ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УГЛЕДОБЫЧИ И УГЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Давно уже наступил кризис технической политики и решений в области добычи, переработки и использования твердых топлив. Доля твердых топлив (углей, горючих сланцев, торфа) в энергетике страны должна бы составить порядка 30–35% в общем потреблении энергии.

Для этого необходимо:

производить твердые топлива с заказанными (заданными) свойствами из получаемого разнородного сырья;

упорядочить поставки твердых топлив и произвести регулирование цен по качеству и сортам;

добиться сжигания твердых топлив (с заданными свойствами) с увеличением извлекаемой из них тепловой энергии в 1,7–2 раза.

Следует "учитывать" большую неравномерность потребления энергии по временам года и вместе с тем необходимость устойчивости работы добывающих предприятий. Запасы твердых топлив на зимний период у потребителей снижают средний уровень потребной мощности энергетики.

Общественная производительность труда при подземной добыче может и должна быть повышена примерно в два раза за счет новой технической политики, поскольку из общего числа подземных рабочих только 25–30% заняты собственно добычей; подземных рабочих обслуживает очень много трудящихся на поверхности.

Что следовало бы сделать?

В области запасов угля и сланцев:

1. Кондиции, по которым в прошлых десятилетиях утверждались запасы как при геологических разведках, так и при утверждении проектов шахт и разрезов, весьма разнообразны и основаны на устаревших представлениях о возможной технологии и технике добычи, переработки и экономики в использовании углей и сланцев. Огромные запасы, оставленные в целиках, "неудобьях" и не запроектированных по "экономическим и технологическим соображениям", расположены на сравнительно небольших глубинах и в экономически освоенных районах, вблизи действующих предприятий. Особенно важен вопрос в европейской части.

Для их учета и оценки следует в 2–3 года пересмотреть в свете современной экономики, возможностей новых технологий и потребности в угле по районам потребления кондиции на угли и горючие сланцы, переутвердить их запасы, включая брошенные и "забалансовые", в первую очередь, для действующих предприятий и районов и главных потребителей углей в европейской части в дефицитных районах. При этом учесть, что создание новых технологий позволит повысить уровень кондиций на зольность до 50–70%, а по мощности пластов снизить до 0,2–0,2 м, обязательно учесть потребительскую ценность зольных остатков и вмещающих пород, возможность извлечения редких металлов, газов (метана, углеислоты) и подземных вод в целях комплексного использования минерального сырья.

Вовлечение в проектирование и эксплуатацию с малыми расходами на доразведку запасов 30–80 млрд т в районах потребления твердых топлив способно повысить уровень добычи при меньших инвестициях сравнительно с расходами в новых районах, комплексно использовать сырье для энергетики, сельского хозяйства и строительства, особенно в европейской части. Резко уменьшаются дальние переброски твердых топлив.

2. Отнесение углей и сланцев к подземному или открытому способам их отработки геологами и проектировщиками основано на устаревших экономических и технологических концепциях, производится "валово" к месторождению, без учета выгоды отдельных участков.

Настала пора утвердить правила отнесения запасов месторождений и их отдельных участков к открытому или подземному способам разработки с учетом местных условий, возможных потребителей и экономических последствий добычи углей и сланцев при комплексном использовании минерального сырья.

Выявление множества небольших участков для открытых работ при действующих предприятиях позволяет быстро увеличить уровень добычи угля и сланцев (в США не стесняются иметь около 6000 мелких шахт и разрезов при высокой их экономичности).

3. Действующая система деления углей на марочный состав (длиннопламенные, жирные, тощие и т.п.) вносит путаницу среди поставщиков и потребителей, не соответствует требованиям экономики и

требует повседневных "пересчетов" из-за постоянно меняющихся связей "производитель — потребитель", качества добываемых углей и уровней добычи и потребления, постоянных взаимных претензий, больших потерь при сжигании, неустойчивости грузопотоков транспорта и приводит к неэффективному использованию углей по качеству.

Следует установить новую номенклатуру углей, исходя из нужд потребителей:

I — несколько технологических марок (для коксового производства и других технологических потребителей по их условиям), например: марки УК-1, 2, 3; УТ-1, 2, 3 с определенными технологическими качествами;

II — несколько энергетических марок для потребления энергетического направления (например, УЭ-1, 2, 3, 4) с главными критериями — калорийность, влажность, зольность и т.п.

Эффективность использования добытых углей может быть повышена на 8–10% только за счет упорядочения системы поставок.

4. Постоянное ухудшение качества добываемого угля (увеличение зольности, влажности, переизмельчение и ухудшение сортности), происходящее как по природным условиям, так и в результате ведомственных интересов, усложнения техники и технологии добывания и обогащения углей, а также все усложняющаяся путаница в "распределении" угля по качеству являются результатом привычки разведывать, устанавливать и планировать мощность и уровень добычи по рядовому углю, а не по возможной эффективности его использования потребителем.

В силу этого, экономическая эффективность и оценка затрат на добычу и перевозки угля и "запросы потребителей", отнесенные к понятию "тонна угля", создают много просчетов и потерь.

Остро необходимо ввести новый государственный стандарт и в статистическую отчетность при оценке мощностей в конечных результатах деятельности добывающих предприятий и для планирования и потребления не через тонны рядового (самого разного по результатам) угля, а через тонны условного топлива, или, по крайней мере двойной показатель — тонны рядового угля/тонны условного топлива.

При этом достигается более строгая экономическая оценка конечных результатов деятельности угледобывающих и перерабатывающих предприятий и транспорта угля, возникнет желание давать стране и перевозить больше тонн условного топлива, а не "угля" неизвестного качества. При разной цене потребителям угля станет яснее: что они получают и за что отвечают с позиции экономии энергетических ресурсов.

В области инвестиций и строительства:

1. Сложилась устаревшая и неэффективная экономическая и техническая политика утверждения проектов с большим сроком (30–100 лет) существования угледобывающих предприятий, основанная на "общих" геологических запасах.

Она привела к:

распыленности и большой протяженности горного хозяйства, особенно подземного, и снижению производительности труда;

неоправданному росту морального и физического износа основных фондов, к преждевременным или запоздалым реконструкциям;

огромным трудовым и денежным затратам на "поддержание выработок" и ремонт горного хозяйства;

неоправданной "гигантомании" — со сроками строительства и освоения мощностей в 10–20 и более лет;

созданию "видимости" наличия мощностей угледобычи в государственном учете.

Необходимо узаконить директивно: создание комплексных проектов длительного освоения месторождения (на 30–80 лет), создание поэтапных технических проектов и поэтапной открытой и подземной разработки месторождений с продолжительностью этапа (проекта, эксплуатации, амортизации основных средств) до 10–15 лет, с утверждением мощности предприятия и инвестиций на каждый этап.

Этим ускорятся сроки строительства и сроки освоения мощностей, уменьшатся "бросовые" затраты на непрерывные переделки созданного и создаваемого при неосвоенных мощностях, повысится эффективность создания новых мощностей и ускорения оборачиваемости затраченных средств; амортизация основных фондов станет главным источником воспроизводства действующих мощностей, появится возможность ускорять внедрение достижений науки и техники.

2. Угольная промышленность отличается от других отраслей в понятиях о мощности предприятия (сроки амортизации основных фондов, порядок восстановления мощностей и использования вложений) из-за постоянного во времени и в пространстве недр перемещения рабочих мест (забоев) и, вследствие этого, постоянного погашения и необходимости новых капитальных вложений; они нужны ежегодно на текущее восстановление действующих мощностей, с другой стороны — они нужны по истечении проектных сроков и отведенных запасов действующего предприятия (полное списание основных фондов предприятия, но могут быть остаточные фонды). Это новые крупные вложения для разработки дополнительно выделенных запасов, либо на создание в принципе нового предприятия.

В последние десятилетия вложения при подземных разработках шли, преимущественно, на воссоздание действующих мощностей, частично — на техническое перевооружение, на продление сроков жизни существующих (старых, иногда до сотни лет) шахт. С 1976 до 1984 год всего выбыло мощностей 97,7 млн т, введено новых мощностей 48,7 млн т, т.е. менее 50% выбывших (в основном — открытые разработки). За счет перевооружения и реконструкции (восстановления действующих) введено 52,7 млн т.

Это главная причина ухудшения экономической результативности действующих предприятий (многоступенчатый транспорт, создание многих вспомогательных сооружений, увеличение штатов рабочих и служащих и резкое отставание в создании мощностей).

Первичные проектные экономические показатели резко отличны от фактических. Например, основные фонды с 1975 по 1985 г. по угольной отрасли увеличились с 15,3 до 25 млрд руб., а уровень добы-

чи (в т.ч.) не вырос и нет задела на будущий период. Капитальные затраты, по существу, ушли на текущее воспроизводство мощностей.

Возникла необходимость узаконить для горных отраслей (для угольной промышленности) два вида капитальных затрат:

а) отраслевой ежегодный фонд на уровне 8–10% основных фондов на восстановление мощностей и техническое перевооружение действующих предприятий; источники — амортизация, прибыль, дотация;

б) бюджетный ежегодный фонд на увеличение и создание мощностей и для компенсации выбывших предприятий (при прирезке новых запасов) с неперенным ростом уровня добычи.

Нужно упорядочить создание новых мощностей взамен убывающих с учетом реальных потребностей в твердых топливах по районам потребления и установить, исходя из среднего, срок жизни действующих предприятий (20 лет):

плановое выбытие и воспроизводство мощностей угледобычи на уровне 35 млн т угля/год, или около 20 млн т у.т.;

ввод новых мощностей для некоторого годового прироста до 15–30 млн т у.т/год с вложениями порядка 120–150 руб/т у.т. мощности; для строительства новых мощностей в указанном объеме создать подотрасль с объемом работ 9–10 млрд руб/год.

Этим можно и нужно создать нормальные экономические условия для воспроизводства и развития новых мощностей по твердому топливу, ликвидировать застой в техническом прогрессе, улучшить экономический результат работы, а также получить устойчивые поставки твердых топлив на перспективу с ежегодным приростом добычи на уровне 15–30 млн т у.т/год с доведением уровня добычи твердых топлив до 1,0–1,2 млрд т у.т/год.

В области распределения и транспорта твердых топлив:

1. Действующая система распределения, транспорта и временного хранения угля связана с огромными его количественными и качественными потерями. Разница "отправлено — получено" составляет примерно 15 млн т у.т/год (5–6% добытого). Уголь при перегрузках, на складах у приемщиков, у потребителей (мелкие и средней мощности котельные, бытовые потребители), как правило, хранится на земле, без постоянных пунктов приема и хранения, теряет качество.

Потребительская ценность и значимость угля выше, чем, например, цемента, но его перевозят и хранят обычно по сортам в специальных вагонах, таре, упаковке, а к углям отношение пока бесхозяйственное.

Возникла нужда создать парк вагонов-углевозов для централизованных поставок углей. Обеспечить пакетированную в таре (подобно цементу) и в специализированных контейнерах отправку мелким потребителям и на оптовые базы угля строго по потребительским маркам и сортам, производить с покрытием их специальными пленками.

Снижение потерь при транспортировке составит около 15 млн т у.т/год, а снижение потерь при хранении и от ухудшения качества 5–6 млн т у.т/год.

2. Возникающие эпизодически экстремальные условия (суровые зимы, аварии при добыче и транспорте твердых топлив) имеют крайне отрицательные экономические последствия.

Необходимо создать при потребителях (особенно для коммунальных и бытовых) своего рода стратегические — годовые запасы углей (хотя бы низкосортных). При этом достигается нужная устойчивость в производстве и потреблении твердых топлив.

3. Относительно небольшая разница в ценах на разноразличные и разнокалорийные угли приводит к нерациональному завышению потребления углей высокого качества (например, в металлургии, в быту), отсюда и потребность в обогащении углей; возникают потери в энергетических результатах использования твердых топлив.

Следует резко повысить цены на высококачественные, технологические и сортовые угли, снизить на низкосортные, твердое топливо, особенно для коммунальных и бытовых нужд, но обязательно поставлять продукцию с заданными качествами и стандартными, известными потребителям. Это позволяет увеличить уровень добычи и поставок низкосортных видов твердых топлив с использованием на месте зольных остатков, прирастить добычу и потребление твердых топлив при малой капиталоемкости.

В области обогащения углей:

В СССР обогащаются на обогатительных и брикетных фабриках и установках механической породовыборки 99,6% добытых коксовых углей. В отходы обогащения попадает около 100 млн т углистых пород (15—17% добытого угля). Отходы, сгорая, могут давать от 800 до 3000 ккал/кг. Надеясь на работу фабрик, добывающие предприятия часто неоправданно (для выполнения плана) выдают много породы с углем.

Фабрики, борясь за качество и сортность своей продукции, без экономических обоснований на это выбрасывают в "отходы" до 20% добытых углеродистых веществ, снижая уровень энергетики твердых топлив.

Основываясь на ценах, многие потребители без достаточных оснований стремятся получить для сжигания лучшие, более калорийные сорта, а базы, распределяющие уголь мелким потребителям и для быта, не имея нужного количества сортовых углей, для "выполнения плана" и "борьбы с претензиями за разное качество", часто вновь смешивают обогащенные сорта с рядовым углем. Аналогично поступают и крупные ТЭЦ при недопоставках кондиционного угля — добавляют к нему при сжигании отходы обогащения или нефтепродукты.

Около 50% обогащение энергетических углей — бессмыслица с позиции энергетики. Известно, что горят отвалы угольных пород, фактически сжигаются на энергию угли с зольностью от 25 до 60%, а сланцы — до 75%, а вместе с тем угли с зольностью 30—50% обогащаются с потерей энергетического потенциала.

Необходимо установить "строгие" потребительские стандарты на твердые топлива в соответствии с их потребительскими качествами (при разной цене), обеспечить четкую поставку топлива потребителям с приоритетом низкокалорийного топлива для энергопотребления.

Нужно пересмотреть функции и технологию действующих обогатительных фабрик в целях: а) только обоснованного обогащения (до установленных стандартов) нужного количества технологических сортов углей; б) производства сортов энергетических углей с заданными стандартами и свойствами путем усреднения рядовых углей и отходов от обогащения технологических углей, полностью прекратив выдачу углеродсодержащих "отходов", реализуя идею о безотходной технологии.

Это позволит увеличить энергетический потенциал уже добытых углей на 5—7% при капитальных затратах и текущих расходах в 2—3 раза меньших, чем при новом строительстве шахт и разрезов, и ликвидировать бесхозяйственное и неуважительное отношение к углям, сланцам и другим видам твердого топлива.

В области открытых разработок:

Доказана экономическая и энергетическая целесообразность преимущественного развития открытой угледобычи в восточных районах СССР. Однако идет замедление темпов и ухудшение показателей (по фондоемкости и производительности труда) несмотря на некоторые успехи в техническом перевооружении углеразрезов. Отстает производство вскрышных работ почти на год, что уже сдерживает угледобчу и грозит срывом планов добычи углей и развития мощностей. Далеко отстает от проектной производительность мощного оборудования, в том числе нового.

Часто имеет место неоправданное стремление к высокой единичной мощности углеразрезов и используемой на них техники при длительных сроках строительства и освоения мощностей; необоснованное утверждение, что на "гигантах" снижаются удельные капитальные затраты и растет производительность труда.

По этой причине множество участков с относительно небольшими запасами, с возможностью быстрого освоения с малыми затратами (особенно при действующих шахтах и разрезах) не имеют проектов, исключаются из эксплуатации или разрабатываются "стихийно", без проектной документации.

Возникла нужда ликвидировать ставшее опасным отставание вскрышных работ и создать условия для их интенсификации, и ввести независимые друг от друга показатели (себестоимость, производительность труда, объемы производства и поощрения):

- а) на вскрышные работы;
- б) на добычные работы.

1. Оплачивать производство вскрышных работ следует по статье "капитальные затраты" из отраслевого фонда на восстановление действующих мощностей; относить на себестоимость добычи угля не текущие затраты на вскрышные работы, а долю плановых (на пятилетие) отраслевых капитальных затрат на восстановление действующих мощностей.

2. Коренным образом нужно улучшить организацию горных и транспортных работ и показатели использования мощного оборудования (на 30—50%) с учетом выполняемых научных и проектных работ.

3. Обеспечить замену физически и морально устаревшей выемочной, транспортной и вспомогательной техники; можно ее использовать на временных участках открытых работ.

4. Широко развить при действующих предприятиях и на выгодных участках в принципе "вахтовым методом" (при минимальных капитальных затратах с использованием наличного подходящего оборудования) открытую угледобычу энергетических углей, особенно в Кузбассе, Забайкалье, в Приморском крае, в северных районах, Карагандинском бассейне.

Всерьез форсировать развитие действующих углеразрезов в Кузбассе и других районах для увеличения доли коксующихся углей, добиться полезной выемки качественных углей с пластов мощностью 0,5—2 м без сброса их в отвалы с получением общего прироста их добычи на 20—30 млн т/год.

5. На основе комплексных проектов шире создавать углеразрезы с освоением проектной производственной мощности за срок до 3—4 лет и амортизацией основных фондов до 10—15 лет.

При открытой угледобыче и массовом сжигании углей (Кузбасс, Канско-Ачинский бассейн, Экибастуз и др.) земли превращаются в довольно короткий срок в районы экологического бедствия (из-за несущественной ведомственной экономии на отвальных работах и ведомственного подхода к использованию попутно разрабатываемых пород строительного назначения). Расходы на рекультивацию малы, не соизмеримы с экологическим ущербом и не оправдываются достигаемыми результатами рекультивационных работ. Открытые разработки (например, в Экибастузе) позволяют неудобные и малоценные уголья (при удельных затратах не выше, чем при мелиорации или освоении целины) превращать в ценные уголья. Это доказано мировой практикой.

Нужно:

1. Разработать меры по изменению технологии и техники открытых работ с целью производства материалов строительного назначения с их реализацией на собственные нужды и в народное хозяйство.

2. Создать специализированные хозрасчетные управления по использованию вскрышных пород, зольных остатков от сжигания углей и рекультивации земель со сдачей их потребителям земель.

3. Проводить поисковые научные и проектные изыскания по принципиально новым технологиям открытых разработок угольных месторождений без использования внешних отвалов и комбинаций открытых и подземных разработок.

4. В европейской части СССР имеются очень большие запасы горючих (углистых) сланцев. Необходимо развить изыскательские и проектные работы по созданию комплексных добывающих, перерабатывающих и энергетических предприятий на основе горючих сланцев.

В области подземных разработок:

Технология и техническая политика подземной разработки углей основывается на экономических и технологических принципах, вы-

рабочих опытом в дореволюционный период. Сроки эксплуатации предприятий и основного фонда неудовлетворительны с позиции экономики и прогресса. Это выражается: в устаревших принципах раскрытия шахтных полей, отсутствии экономически обоснованных теорий вскрытия запасов и теории систем разработки для различных природных условий, теории комплексной механизации горных работ применительно к природным условиям.

Несмотря на огромные усилия и затраты на создание ряда прогрессивных средств механизации, электрификации и автоматизации в забоях общественная производительность труда подземной разработки, выраженная в т. у.т., на сегодня в целом мало отличается от показателей, имевших место в дореволюционный период.

Произошло это из-за:

1. Развития на действующих шахтах систем многоступенчатого и трудоемкого транспортирования углей, воздуха, материалов и энергии.

2. Резкого роста удельного значения вспомогательных служб с применением (50%) ручного труда: число рабочих, занятых в очистных и проходческих забоях, снизилось с 70–75 до 25–30% от числа подземных. То же происходит на поверхности, что "съедает" все достижения по созданию и внедрению новых средств механизации угледобычи в забоях.

3. Резкого отставания техники, технологии и организации работ по проведению основных и вспомогательных шахтных стволов (наиболее запущенный участок деятельности).

4. Экономически не оправданного стремления к "подземным гигантам", привязанным к одному-трем шахтным стволам с длительными сроками существования, что приводит к длительности их проектирования (до 10 лет), строительства (до 15 лет) и освоения проектной мощности (10–20 и более лет), к несоответствию проектных и фактических показателей по затратам, производительности труда и себестоимости, низкой эффективности и окупаемости капитальных затрат, росту затрат на ремонты и содержание горных выработок и оборудования.

5. Выбрасывания в атмосферу при дегазации пластов и проветривания шахт порядка 8–10 млрд м³ чистого метана. Его использование для внутренних нужд (до 15%) крайне мало, а метан для потребителей не производится и не реализуется.

6. Прокачивания на каждую тонну добытого угля по системе подземных выработок от 5 до 25 т воздуха с большими затратами энергии. Это результат устаревших технологических концепций.

Резко возросло потребление энергии, металла и цемента, в силу чего производительность общественного труда из года в год не растет, а падает.

Имеются шахты, энергетическая продуктивность которых в конечном итоге очень низка, даже отрицательна.

Необходимо:

1. Предусмотреть плановое выбытие мощностей для шахт с низкой энергетической и экономической эффективностью с переводом их и ранее выбывших шахт на экспериментальное внедрение новых техно-

логий, в том числе на разработки в естественной газовой среде, путем подземного сжигания углей и др.

2. Разработать и утвердить современные принципы раскройки шахтных полей на основе новых экономических и технологических концепций, предусмотрев поэтапную разработку месторождений со сроком действия этапов в 6–15 лет, с сокращением сроков проектирования и строительства до 2–3 лет и полной амортизацией основных средств для каждого этапа.

3. Шире практиковать на основе базовых шахт принцип вахтового метода разработки выгодных для освоения эксплуатационных участков с ограниченными запасами углей.

4. Добиться экономической выгодной (эффективной) подземной выемки части запасов на эксплуатационных участках с последующей эксплуатацией оставшихся запасов по новым эффективным технологиям, например, путем подземного сжигания углей.

5. Решить проблемы полезного использования метана до уровня 70–80% с поставкой его для внутренних нужд (вместо угля) и другим потребителям.

4. ВОЗМОЖНОСТИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Реализация идей научно-технической революции в ряде стран и в ряде отраслей народного хозяйства СССР уже дала ощутимый народнохозяйственный эффект. Аналогичных по значимости результатов НТР в угольной промышленности пока нет. Нет и ясного прогноза в этом смысле. Развивается и совершенствуется традиционная технология угледобычи открытым и подземным способом с постоянным увеличением трудностей, материальных затрат, живого и овеществленного общественного труда на добычу 1 т у.т. с постоянным увеличением зольности и снижением калорийности угля. Это приводит к необходимости массового углеобогащения, а также к нерентабельности и неконкурентоспособности угледобычи сравнительно с другими источниками получения энергии и химических продуктов и вместе с тем к широкому использованию нефтепродуктов и природных газов в целях энергетики, которые необходимо использовать в целях химии и биохимии.

Традиционная технология подземной добычи угля кусками или мелочью с целью последующей его транспортировки к потребителю так же, как и технология его хранения и сжигания, у половины потребителей морально устарели в социальном и экологическом аспектах, они не дают надежды на будущее экономики.

Открытая угледобыча, развивающаяся в последние два десятилетия достаточно интенсивно сравнительно с подземной угледобычей, имеет явные преимущества только в отраслевом аспекте. Она в большинстве случаев ущербна в экологическом аспекте; народнохозяйственные результаты открытой добычи низкокалорийных и высокозольных углей с учетом не только живого, но и овеществленного труда, условий его

перевозки к далекому потребителю и затем сжигания, зачастую не отличаются от результатов подземных разработок с позиций народнохозяйственного эффекта. Перспектива дальнейшего развития открытой угледобычи ограничена: относительно небольшими глубинами, выходами пластов во вновь осваиваемых районах, сравнительно короткими расстояниями перевозок низкокалорийного угля и необходимостью малоэффективного сжигания высокозольных и обводненных углей. Обогащение этих углей трудоемко и оправдывается редко.

Непрерывно возрастающие трудности добычи углей и его транспортировки на значительные расстояния, снижение производительности труда означают, что для роста производства электроэнергии нужно привлечь все больше людей и материальных ресурсов.

Указанные трудности угледобычи в равной мере свойственны всем европейским угледобывающим странам. На повестке дня у всех — изыскание новой технологии разработки угольных месторождений.

В Советском Союзе защищен авторским правом способ разработки твердых горючих ископаемых, включающий извлечение целиков, оконтуренных подземными горными выработками и оставшихся после разработки промышленных запасов. Способ отличается тем, что на поверхности устанавливают комплекс — дымосос или вентилятор, теплообменник и фильтры — изолируют поочередно от выработанного пространства, оставшегося после разработки промышленных запасов полезного ископаемого, и соединяют с комплексом.

Извлечение целиков осуществляют последовательно управляемым подземным сжиганием с вытяжкой на поверхность горячих продуктов горения с их охлаждением и очисткой, при этом утилизируют тепло и компоненты продуктов горения.

Способ был изучен на моделях с натуральными углем и породами, имитирующих горно-геологические условия в масштабе 1:50, что позволило перейти к промышленным испытаниям в Подмосковном и Донецком бассейнах на шахтах с отработанными запасами.

Испытания показали, что высказанная идея о возможности подземного сжигания является результативной. Практически выявлены условия, обеспечивающие надежное и достаточно устойчивое сжигание углей. Подтверждены предположения о возможных потерях потенциальной энергии углей.

Способ предусматривает возможность получения метана и других газов с поверхности. Представляет значительный интерес разработка новой технологии углепользования для многих шахт с уже отработанными запасами, но не ликвидированных (сохранились стволы и околотельные дворы).

Создание единой технологии с одновременным решением всех нерешенных задач комплексного использования угольных залежей, вероятно, возможно, но такая технология будет сложна и малоэффективна. Напрашивается реальный и эффективный путь стадийной разработки угольных месторождений или их участков:

I. Стадия подготовки — означает осушение и дегазацию залежей с поверхности до начала горных работ. Московским горным институтом в научной части и практикой ряда шахт доказано, что предварительными дегазацией и осушением пластов с одновременным управлением свойствами угленосной толщи удастся создать безопасные и экономически эффективные условия для последующих подземных разработок. Речь идет о немногом — нужно создать передвижную технику для сборки метана из скважин, его компрессирования или сжижения с целью получения готовой продукции с последующей реализацией ее потребителям. Создаваемая сеть скважин с сеткой 100х150 или 150х200 м может быть использована и на последующих стадиях разработок. В частных случаях на отдельных месторождениях первая стадия может оказаться ненужной.

II. Стадия угледобычи. Традиционные взгляды на возможно более полную выемку запасов с минимумом потерь угля в недрах являются практически утопичными. Потери разведанных запасов при угледобыче огромны. В то же время как следствие этих взглядов возникали экономически неэффективные и сложные решения, направленные на управление кровлей, создание мощных крепей, дорогостоящей и тяжелой техники угледобычи.

Из мирового опыта известно, что подземная выемка только до 40–60% запасов с оставлением поддерживающих целиков (то есть потери заведомо планируются) во многом упрощает подземную угледобычу, особенно на пластах мощностью 1,5 м и выше, и делает ее в несколько раз экономичнее и безопаснее. Производительность труда растет в 2–4 раза. При этом необходимы принципиально новые решения по вскрытию пластов с целью резкого сокращения сети подземных выработок (предложен, в частности, способ разработки эксплуатационными блоками) и новая технология и техника для очистных работ в пределах ограниченных по размерам эксплуатационных блоков. Такая мера резко сокращает сроки окупаемости капитальных затрат и эксплуатационные затраты на добычу углей.

III. Стадия подземного сжигания оставшихся в недрах запасов углей эксплуатационного блока, включая не только целики, оставшиеся от стадии угледобычи, но и запасы близлежащих тонких и высокозольных пластов, то есть практически все угольные запасы недр.

Возможность горения углей в подземных условиях как в целике, так и в разрушенном состоянии, особенно при наличии каналов, по которым поступает воздух к очагам горения, в доказательствах не нуждается.

Температура газов при угольных пожарах в отдельных местах поднимается до пятисот градусов. Тепло угольного пожара можно использовать по прямому назначению.

Если пожар, начавшись на поверхности, постепенно “поджигает” угольный массив на глубине, явление приобретает весьма грозный и неуправляемый характер. Подземное пламя охватывает большие пространства, пожирая пласты угля до тех пор, пока не иссякнут запасы

топлива или очаг пожара не встретится с водой. Полвека не стихает пожар под индийском городом Джахария, с 1884 года горит угольный пласт в штате Огайо в США, более сотни лет не прекращается горение угля в австралийском штате Новый Южный Уэльс. Но самыми знаменитыми среди "долгожителей", конечно, являются угольные пожары на территории Фан-Ягнобского каменноугольного месторождения в Таджикистане. С незапамятных времен, вплоть до 40-х годов нашего столетия, здесь добывали самородную серу, нашатырь, селитру, купоросы и квасцы.

Объектами разработки для древних рудокопов служили места выхода горячих угольных газов на поверхность. При охлаждении газа содержащиеся в нем компоненты оседают на камнях и почве в виде цветистого ожерелья разнообразных минералов.

Первое литературное упоминание о пожаре относится к 1842 году, когда горный инженер Ф. Богословский первым правильно понял природу "дымов" и "газов" долины р. Ягноб. Мы вправе допустить, что возраст пожара более трех веков. Современный его очаг предположительно находится уже на глубине 500–700 м от поверхности. Процессы самовозгорания углей на месторождении отмечаются и в последние годы.

Возможность утилизации горения угля и обеспечение качества газообразных продуктов оставались почти полностью неясными из-за отсутствия специальных наблюдений этого процесса как в экспериментальных, так и в промышленных условиях.

Речь идет об управляемом и экономически эффективном подземном сжигании углей с получением тепловой и, следовательно, электрической энергии (в ряде случаев — химической) известными, в принципе, передвижными агрегатами. Такое решение осуществимо, возможно и реально.

Так, например, в Донбассе (ПО "Селидовуголь", закрытая шахта "Острый") и Подмосковном бассейне (закрытая шахта "Киреевская") уже созданы и успешно работают полупромышленные предприятия по подземному сжиганию брошенных запасов угольных шахт.

Конечно, в необходимых случаях может быть организована 1У стадия, так, например, выщелачивания редкоземельных элементов из продуктов сгорания, оставшихся в недрах.

Достаточно мощные угледобывающие предприятия по новой стадияльной технологии могут осуществлять все или часть упомянутых стадий последовательно на разных участках месторождения с целью обеспечения устойчивости многолетней деятельности предприятия с реализацией широкого ассортимента конечной продукции — природных газов, угля, тепловой и электрической энергии и, в том числе, возможны варианты реализации полупродуктов для химии, синтеза жидкого топлива и производства строительных материалов.

В новой стадияльной технологии разработки угольных месторождений нет фантастики, все ее элементы, методы и средства, в принципе, известны, нужны уточняющие научные и конструкторские проработки и, главное, очень большая организационная работа по ее реализации. Других

реальных решений по коренному изменению ситуации с экономикой подземных разработок угольных месторождений пока не видно.

Конечно, и при традиционной подземной угледобыче нужно решать многие проблемы, в частности:

рациональную сферу дегазации пластов с поверхности для различных природных условий и для различных газов при различном диаметре вскрывающих выработок;

рациональную область способов расчленения и дегазации пластов с поверхности для различных природных условий;

возможные варианты качества природных газов (содержание по видам), полученных при различных способах дегазации;

рациональные способы и технические средства компрессирования или сжижения природных газов для последующей их реализации в народное хозяйство; возможный вариант использования метана — сжигание на месте для улучшения КПД установки.

Одновременно нужно установить рациональность (в каких случаях) очистки и переработки подземных вод для получения "чистой" воды и элементов, содержащихся в ней. При этом следует для новых шахтных полей или их участков (для малых и средних по размерам эксплуатационных блоков) проработать технологию стадийной разработки угольных месторождений.

В проектных и научных работах при стадийной разработке угольных месторождений следует учитывать, что количество газов, прежде всего метана, углекислоты и водорода, выделяемое из угля и пород, окружающих выработки, часто очень велико. Их достаточно для полного заполнения выработанного пространства и, более того, они будут поступать через вскрывающую выработку на поверхность и вполне могут быть использованы и реализованы в народном хозяйстве с экономическим эффектом. Известно также, что все подземные газы взрываются только при определенном содержании в воздухе (метан — от 4,5 до 14%). При заполнении любого выработанного пространства естественной газовой средой взрывы и пожары исключаются из практики подземных разработок угля.

Проветривание шахт — экономически и технически бессмысленная и весьма дорогостоящая дань традициям прошлого века, когда люди не знали других технических решений.

Известно, что для нормального дыхания человека достаточно иметь свежего воздуха 2–3 м³, или 2–3 кг, или, в пересчете на 8 часов — 16–25 кг. Проблема жизнеобеспечения человека уже давно и экономично решена для подводных судов, аквалангистов, спускающихся до глубины 200–500 метров, для выходов в космос, для подводных домов на дне морей и океанов при сооружении подводных буровых и иных установок. Она гораздо проще и дешевле может быть решена для ограниченного количества подземных рабочих и, кстати, уже решена для работников ВГСЧ, способных работать несколько часов под землей даже в особо опасных — экстремальных условиях (пожары, взрывы и т.п.).

Известно также, что при добыче, в среднем 1—3 т угля на одного подземного трудящегося в шахту фактически подается до 5—20 т воздуха на каждую тонну добытого угля (табл. 5).

Таблица 5

**Расчет количества воздуха и электроэнергии на вентиляцию шахт
(по проектным данным)**

Показатели	Подмосковный бассейн			Донбасс		
	I кат.	II кат.	III кат.	I кат.	II кат.	III кат.
Объемный расход воздуха на 1 т суточной добычи, м ³ /т сут. доб.	2800	5600		1600	3200	4800
Весовой расход воздуха на 1 т суточной добычи, т/т сут. доб.	3,6	7,3		2,0	4,0	8,0
Расход электроэнергии на 1 т суточной добычи, кВт·ч	1,8	3,6		1,6	4,8	7,3

Продолжение табл. 5

Показатели	Кузбасс			Карагандинский бассейн		
	I кат.	II кат.	III кат.	I кат.	II кат.	III кат.
Объемный расход воздуха на 1 т суточной добычи, м ³ /т сут. доб.	1500	3000	4500	1400	2800	5800
Весовой расход воздуха на 1 т суточной добычи, т/т сут. доб.	1,95	3,9	5,8	1,82	3,6	7,5
Расход электроэнергии на 1 т суточной добычи, кВт·ч	1,2	3,0	6,2	1,3	3,6	7,1

Встают вопросы: кому нужен воздушный комфорт — людям или шахте? Затем тратятся огромные средства и энергия на перекачку воздуха и разжижение газов до безопасного содержания? Зачем именно по воздуху рассчитываются сеть и сечения всех подземных и, в том числе, вскрывающих выработок и мощность угледобывающих машин?

Возникает проблема: создать безопасные рабочие костюмы для подземных горнорабочих (среда шахты — не космос и не океан) со специальными скафандрами для гарантированного дыхания свежим воздухом на протяжении 4—6-часового рабочего дня с личным запасом воздуха, а на аварийный случай — с общими резервными аппаратами и запасом воздуха.

Если полагать, что в границах эксплуатационного блока достаточна бригада из 4—10 рабочих, можно считать, что условия труда, производительность труда и экономическая его эффективность получат решающий и революционный скачок. В такой постановке нет фантастики. Она определяется уровнем научно-технического прогресса и тре-

бованиям НТР. При такой постановке отпадают многие грозные опасности, возникающие для шахтеров под землей (пыль, пожары, взрывы и др.) и могут возникнуть новые — следует установить какие — и найти новые решения.

Сопоставление различных технологий получения электроэнергии из каменных и бурых углей приведено ниже в табл. 6—8. Полупромышленные эксперименты на шахтах “Острый” (Донбасс) и “Киреевская” (Подмосковный бассейн) показали, что при сравнительно примитивных и неполноценных устройствах для использования энергии, выносимой на поверхность, работы оказались рентабельными.

Т а б л и ц а 6

Показатели различных видов технологии добычи угля
(отнесенные к 1000 т у.т. запасов в недрах)

Показатели	Традиционная подземная добыча	Пожары в шахтах	Подземная газификация (получение газа)	Подземное сжигание (получение тепловой энергии)
1	2	3	4	5
Вид полезного топлива	Все сланцы и угли	Все угли и сланцы	Бурые и каменные угли	Бурые и каменные угли и сланцы
Характеристика угля:				
зольность, %	До 50	Не зависит	До 50	До 60÷70
сера, %	До 6	Любое	До 6	До 10÷12
теплотворная способность, ккал/кг	Более 2000	Более 1700	Более 3000	Более 1700
мощность пласта, м	0,5÷3,5 (послойная выемка)	Любая	Более 1,5	Любая
глубина залегания, м	До 1500	Любая	До 300	Любая
количество пластов в свите	1—4	1—4	1—2	Любое, включая прослойки
наличие тектонических нарушений	Ухудшает отработку	Служит барьером	Создают утечки	Определяют размеры блока
водоприток, м ³ /т тонну добычи	Согласно ПБ	Помогают сушению	Не более 0,5	Не более 0,5
категория запасов	Пром. кондиционные	Пром. кондиционные	Пром. кондицион.	Любые: некондиционные, списанные, запасаренные
Способ вскрытия и подготовки	Шахтный	Шахтный	Скважинный	Скважины и используют проведенные выработки

Показатели	Традиционная подземная добыча	Пожары в шахтах	Подземная газификация (получение газа)	Подземное сжигание (получение тепловой энергии)
1	2	3	4	5
Способ отработки	Существующий в угольных шахтах	Нет	Газификация с нагнетанием сжатого воздуха под давлением	Подземное сжигание с подачей воздуха при разряжении вентиляторами
Потери балансового угля в недрах, %	50–70	100 (ежегодно выбывает более 4 млн т шахтных мощностей)	40–60 (только из газифицированных пластов)	До 15–30 вовлекаемых и брошенных запасов
Потери добытого угля при, %:				
добыче	2–5	—	—	—
хранении	2–4	—	—	—
транспортировке	2–5	—	—	—
обогащении и сортировке	5–20	—	—	—
Все потери добытого	10–25	100	40–60	15–30
Кoeffициент полезного использования энергии угля, %: при пылевидном сжигании (200–220 млн т в год)	28–38	0	0	0
в колосниковых топках (около 350 млн т в год) при газах ПГУ, ПСУ	6–15	0	0	0
Затраты полученной энергии, %:				
для нужд шахт	10–20	0	40–80	8–15
на транспортировку угля	3–10	0	—	—
на обогащение	5–10	0	—	—
на потери энергии в электросетях	6–10	0	6–10	6–10
Энергия, выдаваемая в народное хозяйство из 1000 т у.т. разработанного угля, %	8–12	0	2–4	15–30

Показатели	Традиционная подземная добыча	Пожары в шахтах	Подземная газификация (получение газа)	Подземное сжигание (получение тепловой энергии)
1	2	3	4	5
Получение энергии из 1000 т у.т. балансовых запасов, %	4—8	0	1—3	15—20

Таблица 7

Технико-экономические показатели предприятия "Углегаз"

Наименование показателя	Тип электростанции			
	на угле	на газе, паросило-вая	на газе, паросиловая	на газе, комбинированная
Затраты по топливу, тыс. руб/год	5916,7	1907	1907	1907
Затраты по электростанциям тыс.руб/год	5067,2	4165,5	4428,1	5649,9
Общие затраты по производству электроэнергии, тыс. руб/год	10 984	6076	6335	7557
Количество вырабатываемой электроэнергии в год, млн кВт·ч	750	730	840	840
Количество вырабатываемой электроэнергии за вычетом электроэнергии на собственные нужды электростанции и топливной базы, млн кВт·ч	705,15	697,42	806,32	788,95
Себестоимость отпускаемой электроэнергии, коп/кВт·ч	1,56	0,87	0,87	0,96
Прибыль предприятия млн руб/год (при отпускной цене 3 коп/кВт·ч)	17,15	14,85	17,92	16,10
Экономический эффект, млн руб/год	—	4,7	7,8	5,9
Окупаемость производства, год	4,10	1,75	1,65	2,04
Стоимость комплекса предприятия без жилья, млн руб.	41,76	26,05	29,62	32,86
Стоимость комплекса с жильем, млн руб.	44,96	27,95	30,95	34,46

Горно-энергетическое предприятие тем эффективнее, чем больше коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр, эксергетический показатель и эксергетический КПД,

**Основные показатели эксергетической оценки эффективности
горно-энергетических комплексов**

Технология извлечения и использования угля	Располагаемая эксергия топлива, 10 ³ ГДж/год	Коэффициент полноты технологического извлечения угля	Эксергия извлеченного топлива, 10 ³ ГДж/год	Сумма эксергий, вырабатываемых электро- и теплоэнергий, 10 ³ Гдж/год	Эксергетический показатель, ГДж/ГДж	Эксергетический КПД, %
Общепринятый шахтный метод добычи угля и последующее его сжигание на ГРЭС	16426	0,5	8213	4417	54,8	36
Подземная газификация угля и последующее сжигание газа на ГРЭС	16426	0,5	8213	1958	3,6	15
Извлечение и комплексное использование угля, газа и энергии по технологии "Углегаз"	16426	0,9	13301	5743	33,2	42,5

Эксергетический показатель и эксергетический КПД тем выше, чем выше уровень разработанного угля (попутная или частичная выемка).

При шахтном методе добычи угля эксергетический показатель и эксергетический КПД достаточно высокие, что объясняется отсутствием учета расходов на транспорт, обогащение угля и расходов исходных материалов. Однако резервов в повышении коэффициента извлечения угля в существующей технологии нет.

Известный метод подземной газификации угля с выработкой низкокалорийного горючего газа и передачей его на ГРЭС является низкоэффективным, близким к нерентабельности.

Наиболее эффективным из рассматриваемых методов извлечения энергии угля является технология "Углегаз", которая предусматривает частичное, экономически выгодное извлечение угля и комплексное использование энергии оставшихся запасов угля путем сжигания и газификации его под землей, превращения в электрическую и тепловую энергию на месте предприятия. Данный метод особенно эффективен на тех месторождениях, где обычный шахтный метод извлечения полезного ископаемого ограничен или совсем неприменим из-за нерентабельности.

Эксергетические показатели технологии "Углегаз" будут еще выше, если она будет применяться на месторождениях, где можно осуществить попутную добычу и использование метана, а также извлечение из продуктов сгорания ценных химических продуктов и максимально возможную утилизацию тепла парового конденсата и дымовых газов.

Приведем еще одно сопоставление. В угольной промышленности производительность подземного труда такова, что в среднем на одного рабочего приходится 30 т добычи в месяц. На опытных станциях подземного сжигания на 1 рабочего приходится в месяц примерно 100 т сожженного угля.

Основная цель исследований по подземному сжиганию состоит в том, чтобы насколько это возможно сосредоточить усилия на разработке наилучшей техники, которая сможет оказаться экономически выгодной. Необходимо провести расширенные проверочные испытания, прежде чем решиться рекомендовать с известной степенью безопасности производить расходы на устройство промышленных станций.

Очень важно, чтобы вместо решения подсобных вспомогательных задач, разработки преждевременно выдвинутых тем или тем, не имеющих отношения к подземному сжиганию, все внимание в тематическом плане было обращено на разработку экономически выгодного управляемого процесса подземного сжигания. Для решения этой главной задачи необходимо исследовать формы выгорания угольного пласта, размеры зон, температуры; нужно изучить поведение кровли и способы управления ею, методы управления под землей газовыми потоками, возможность применения сухой и мокрой закладки для регулирования процесса и управления кровлей, способы борьбы с потерями угля и газа в недрах, методы бесшахтного осушения месторождений и т.д.

Нужно твердо усвоить, что без решения горных вопросов невозможно успешно разрешить технологический процесс подземного сжигания углей и горючих сланцев.

5. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОДЗЕМНОЕ СЖИГАНИЕ УГЛЕЙ

Угли с низкой степенью углефикации, как это доказано опытом, являются хорошим объектом для подземного сжигания. Удовлетворяют условиям также угли с большим содержанием летучих веществ, поскольку они легко воспламеняются и не коксуются с образованием твердого остатка (кокса).

Коксующиеся угли в процессе сжигания образуют кокс и закупоривают каналы воздуха при их недостаточном сечении. Антрациты, если они воспламенились, хорошо горят и обладают высокой калорийностью, однако они из-за слабой проницаемости плохо воспламеняются. Их предварительная обработка, например способом гидрорасщепления, и поддержание заданного уровня влажности улучшают ход процесса.

Таким образом, лучше подвергаются подземному сжиганию угли газовые, где много летучих, а также бурые угли и лигниты. Чем больше летучих, тем больше возможности для успешного горения.

Тепло, проникающее в толщу угольного массива, создает условия, при которых процессы сухой перегонки и сушки угольного пласта происходят на всем пути газов. Следовательно, зоны сухой перегонки и сушки угля располагаются не только вдоль огневого забоя, но и в толще угольного пласта и углистых пород. Из них выделяются пары воды и летучие продукты, причем наиболее интенсивно в районе высоких температур — более 600°C.

Летучие, проникая в огневой забой через раскаленную поверхность угля, подвергаются термическому разложению. В газах очень мало метана — не более 4% и почти отсутствуют непредельные и тяжелые углеводороды.

Газовый поток, двигаясь по каналу, прогревает угольную поверхность, происходит сушка и сухая перегонка угля с выделением летучих продуктов и влаги, которые присоединяются к газам.

Эксперименты доказывают возможность сжигания угольных пластов небольшой мощности начиная с 0,1 м. Вместе с тем, чем меньше мощность пласта, тем меньше запас энергии от его сгорания и тем относительно большая доля тепла от сгорания передается окружающим породам и теряется.

При малой мощности пластов резко увеличивается объем подготовки, относящийся к заданному объему массива, уменьшаются возможности циркуляции газов. Для каждого вида угля может быть установлена минимальная мощность пласта для сжигания. Во многих случаях эта мощность равна 0,5–1 м.

Породные прослойки оказывают отрицательное влияние чаще всего на темпы сжигания перекрытых ими пачек угля вследствие ограничения ими доступа кислорода.

При сжигании твердых горючих ископаемых их минеральные компоненты образуют золошлаковые отходы, в которых содержится некоторое количество недожога. Отходы разделяются на шлаки, золы и зольные уносы.

Толщина горящего слоя по данным вскрытия подземных газогенераторов обычно 3–5 см по реакционной поверхности; предварительное размягчение пласта опережает горящий слой на 5–8 см. На месте выгоревшего угля остается шлак, занимающий до 20–30% выгоревшего объема угля. Шлак пористый, местами стеклообразный, часть его имеет губчатое строение.

Как правило, органическая масса и минеральные компоненты твердых горючих ископаемых до 800–900°C не взаимодействуют, за исключением разложения сидерита и пирита, в результате которого становится возможным восстановление окислов железа углеродом при 600–800°C.

Естественная влажность колеблется в широких пределах: от 2–3% в антрацитах, до 65% в бурых углях. При прогреве пород почвы и кровли пласта из них выделяются пары воды в огневой забой.

Основным источником обводнения являются подземные воды, которые могут поступать в огневой забой и выгоревшее пространство как из угольного пласта, так и из пород кровли и почвы. Только небольшое количество угольных месторождений до глубины 500–800 м, с учетом возможного сдвижения горных пород и соединения водоносных горизонтов, может относиться к категории достаточно сухих.

Следствием повышения температуры в породах является удаление влаги; нагреваясь, она переходит в парообразное состояние, в таком состоянии движется по трещинам, выделяется в пустотах, местами выходит к огневому пространству и оттуда выносятся газами наружу.

Вслед за выделением свободной влаги из горных пород при температуре до 125–150°C начинается выделение химически связанной воды, и этот процесс заканчивается при температурах 500° и более.

Для испарения влаги требуется не менее 12% энергии, выделяемой при горении угля.

Присутствие воды до определенного предела способствует сжиганию, поскольку образующиеся при подземном горении пары способствуют разрыхлению угля, увеличивают поверхность контакта углерода и кислорода и позволяют за счет конверсии увеличивать содержание в продуктах горения водорода, присутствие которого там полезно.

Избыток воды в очаге приводит к снижению температуры и расстройству процесса; очаги горения нуждаются в высоких температурах, что неосуществимо в обводненных угольных пластах. Для сжигания требуется обычно более высокая степень осушения месторождений, чем для угольных шахт.

Роль влаги может быть определена только после составления топливно-энергетического баланса; чем больше приточной влаги

попадает в огневой забой, тем больше расходуется тепла на ее нагревание и разложение. Увеличение притока воды 1—2 м³ на тонну угля резко снижает сгорание углей и приостанавливает горение совсем. Но в принципе парообразование не вредит выносу тепла и всей энергии из недр.

Таким образом, для успешного протекания подземного сжигания углей следует для каждого месторождения и его участков произвести расчет водного режима, и при большом потоке вод следует непременно предусмотреть меры по их предварительному осушению, что резко усложняет и удорожает работы.

Совмещение осушительных скважин со скважинами для сжигания при их малом диаметре практически невозможно. Необходимы либо специальные осушительные скважины, что приводит к увеличению объема бурения, либо сооружение специальных скважин.

Учитывая, что большинство угольных месторождений требует осушения, предварительно необходимо решить очень трудный вопрос: каким способом осушить месторождение, чтобы приток воды не превышал допустимого.

Фильтрационные свойства при подземной газификации углей (ПГУ) проявляются в том, что при работе на сжатом воздухе на расстояниях нескольких десятков, а иногда до 500—800 м от места горения угля обнаруживались продукты газификации (окись углерода) даже при сравнительно низком давлении дутья, нагнетаемого в пласт (200—300 кПа). Газопроницаемость углей обычно выше водопроницаемости в 100—300 раз. В 1951 г. газ на Подмосковной станции проник в горные выработки, находящиеся на расстоянии около 2 км от нее, так что на действующей там шахте пришлось прекратить все подземные работы.

Нагрев бурых углей значительно изменяет их газопроницаемость, особенно при высушивании. Например, относительное увеличение газопроницаемости образцов угля при высушивании в температурном интервале до 100°С в 30—40 раз меньше, чем при их нагреве от 100 до 500°С. Газопроницаемость угля вдоль напластования в 1,5—2 раза больше его газопроницаемости перпендикулярно напластованию.

Газопроницаемость золы по мере ее уплотнения при прочих равных условиях быстро уменьшается, поэтому уплотнение золы влечет постоянное перераспределение потоков воздуха и газов. Газопроницаемость уплотненной золы примерно в 500 раз меньше газопроницаемости песка.

Угли как минимум на порядок более газоемки, чем породы почвы и кровли, вмещающие породы малопроницаемые, но обладающие значительной пористостью, могут быть газоемкими.

Фильтрация газов приводит при ПГУ к ущербу и опасностям, особенно в связи со сдвигами горных пород и их развивающейся трещиноватостью. Следует учитывать, что при новом методе подземного сжигания, когда продуктивные газы вытягивает дымосос или вентилятор, данная проблема не возникает.

Особую роль играют состав и физические свойства вмещающих пород, характер обрушения кровли и сдвига почвы, в выгорев-

шем пространстве неизбежно происходит обводнение каналов.

Большое влияние оказывает деформация пород кровли, образование пристеночного канала, вышлаковывание стенок канала; прогрев пород, вмещающих угольный пласт, формирование структуры выгоревшего пространства, интенсивность перемещения огневого забоя и др.

Линии равных температур могут перемещаться в горном массиве со скоростью, равной или большей скорости передвижения огневого забоя. Элемент кровли пласта над нетронутым угольным массивом вначале должен отдать влагу, затем, по мере приближения к нему огневого забоя, плавно нагреться, достигая температуры максимума в период горения угля под ним, и, наконец, постепенно охлаждаться.

Максимальный прогрев пород кровли происходит в зонах шлаков и обрушившихся пород. Это связано с образованием между отдельными кусками пород при их разрыхлении трещин шириной до 20—40 мм и возможностью движения по трещинам раскаленных газов, осуществляющих всесторонний прогрев отдельных кусков породы. В зоне упорядоченно опустившейся породы происходит резкое падение температуры; изменение интенсивности прогрева пород связано со значительным уменьшением степени их деформации; максимальная ширина трещин составляет 1—3 мм, трещины постепенно сужаются до волосных и вследствие этого значительно уменьшается возможность проникновения по ним раскаленных газов.

Специфика горного давления при подземном сжигании очень своеобразна. Это необычное горное давление. Меняются условия. Остается в выгоревшем пространстве не только вся зола от угля в разрыхленном состоянии, но в некоторых случаях — в сцементированном состоянии. Породы кровли также выгорают. Содержащийся в них углерод или газы вспучивают кровлю и поэтому кровля падает в обрушенное пространство. Неизбежно происходит самоподбучивание и горное давление проявляется не так, как обычно. Этот процесс еще слабо изучен, нужны натурные эксперименты, вероятно моделирование здесь не поможет. Если обрушается кровля, то через обрушенные породы проходит воздух, но это не является причиной, чтобы сказать, что подземное горение прекращается. Конечно, депрессия, температура и количество воздуха меняются. Но через выработанное пространство поступает воздух, а следовательно, — кислород для продолжения горения. Этот вопрос подлежит специальному изучению и наблюдению. На основании тех опытов, которые проведены в подземных условиях, можно констатировать, что, например, кровля, которая явилась основной причиной закрытия шахты "Острая" в Донбассе, при мощности пласта 0,7 м так легко обрушалась, что никакая крепь не держала. Очистные работы невозможно было вести, из-за чего стоимость угля достигла 140 руб. за тонну, а шахта оказалась нерентабельной и была закрыта. Но все опыты по подземному сжиганию пласта не вызывали никаких осложнений — пласт продолжает устойчиво гореть.

В Подмосковном бассейне, где больше зольность, процесс идет примерно похожий; за счет оседания кровли есть оседание поверхности,

но в меньшей степени, чем при подземных разработках; воздух проникал и из трещин, поэтому процесс горения продолжается. Однако на сегодня многое не ясно в этом процессе. Нужно выработать теорию расчета горного давления, многое зависит от кровли, от зольности, влажности и других причин.

В Подмосковном бассейне горение пласта продолжается около двух лет, в Донбассе первый опыт показал, что процесс может продолжаться несколько месяцев. Вторичный опыт показывает, что при более правильной подготовке имеются резервы для движения воздуха, например по одной выработке или другой — если одна перекрывается за счет горного давления, то воздух поступает по другой и процесс горения идет.

Если обрушение кровли будет значительно отставать от перемещения огневого забоя, то между сжигаемым пластом и обрушенными породами будет образовываться широкий канал, воздух не будет должным образом омывать пласт. Некоторое количество кислорода может вовсе не прореагировать с углем.

Если же обрушение кровли не будет отставать от движения огневого забоя, то газоходный канал вдоль забоя будет преждевременно засыпаться, гидравлическое сопротивление возрастает, процесс горения сходит на нет. Нужно вести дело так, чтобы между передвиганием огневого забоя и обрушением кровли установилось определенное равновесие. Для этого необходимо продолжить изучение поведения кровли пласта при различных геологических условиях и добиться управления ею во всех случаях. Очень важно отметить, что зольный остаток от сгоревшего пласта и, вместе с тем часть перегоревших пород кровли создают новый для горения давления "эффект самоподбучивания".

Характер изменения степени прогрева почвы отличается от прогрева кровли, что связано с меньшим проникновением в нее раскаленных газов.

Горные породы, подвергаясь термическим воздействиям, после достижения выгоревшим пространством некоторых размеров начинают деформироваться, заполняя в той или иной степени пространство.

Под действием высокотемпературного режима происходит их ошлакование — превращение плотной анизотропной породы в пористую квазиизотропную массу. При ошлаковании порода значительно увеличивается в объеме, благодаря чему происходит своеобразная самозакладка выжженного пространства.

Породы кровли изменяют физико-механические свойства, а иногда и агрегатное состояние; глинистые породы, например, вышлаковываются, увеличиваясь в объеме, и заполняют выработанное пространство.

Температурные метаморфозы горных пород осложнены рядом дополнительных процессов, происходящих в них одновременно с основными. Под действием высоких температур многие соединения начинают переходить из одной своей модификации в другую. Температура спекания горных пород изменяется и определяется составом слагающих породу минералов.

Повышение температуры в горных породах до 600–900⁰C вызывает разложение присутствующего в породах известняка. При этом углекислый газ, частично выделяясь из общей массы горных пород, удаляется из огневого пространства совместно с основными продуктами. Разложение известняка является типичным примером метаморфизации породы под действием высоких температур. Находящиеся в известняке глинистые примеси облегчают выделение углекислоты, вследствие чего понижается парциальное давление, а вместе с ним и конечная температура обжига. Присутствие в известняке магнезиальных примесей понижает температуру его полной диссоциации.

В результате термического воздействия известняк превращается в обожженную или комовую известь. Крепость кусков комовой извести и их размеры будут тем больше, чем больше будет содержать в себе известняк частиц спекающихся примесей (глины, кремнезема и пр.). Обожженные куски известняка имеют пористую структуру.

Образование зоны водопроводящих трещин может вызвать интенсивный приток воды из вышележащих водоносных горизонтов и нарушить процесс горения. В то же время равномерное заполнение пространства упорядоченно опустившимися породами и уплотнение рыхлого зольного остатка способствуют направленному движению потоков газа по контакту с реакционной поверхностью угольного пласта, стабильности состава газа и более полному сгоранию запасов угля.

При сжигании крутопадающих пластов зависание слоев горных пород при подвигании очага горения способствует разрушению призабойной части угольного пласта и увеличению его реакционной поверхности.

Управлять горным давлением, например, принудительно по заданной технологии обрушать кровлю или использовать закладку, практически невозможно. Только длительный опыт может подсказать возможность применения таких решений. Практически неизбежным, особенно в первые периоды эксплуатации, является нерегулируемое, самопроизвольное обрушение и сдвигание массива пород, при котором строго гарантировать сохранность и размеры зон горения невозможно. Исключением будет случай наличия в кровле сравнительно пластичных пород, способных в нагретом состоянии к плавным прогибам. Тогда можно надеяться на самозакладку массива.

Наиболее сложной проблема обрушения становится при разработке свиты относительно маломощных пластов, например, в условиях Донбасса. Если для шахтной разработки принят, в основном, принцип последовательной разработки пластов "сверху вниз" с последующим обрушением кровли, то такой принцип при подземном сжигании пока не изучен.

Разработка свиты пластов, начиная с нижних, будет способствовать нормальному сжиганию нижнего пласта и неизбежно приведет к нарушению вышележащих пластов в результате обрушения.

Поскольку найден способ подземного сжигания без нагнетания дутья под давлением за счет всасывания воздуха в зоны горения вентиляторами, то в корне меняется положение с утечками продуктов газификации. При разработке нижнего пласта проход воздуха через обрушенное

пространство тем более облегчится, чем больше оно нарушено. В горение при этом могут быть вовлечены все обрушенные пласты и пропластки угля, так же как и углистые сланцы при создании условий для их первичного розжига. Известные наблюдения за распределением подземных пожаров угля приводят к мысли, что это положение будет верным. Трудности разработки сближенных пластов подземным способом при подземном сжигании значительно упрощаются.

Глубина раздавливания угольного массива впереди огневого забоя под действием сил опорного давления зависит от угла падения пласта и времени действия этих сил. С увеличением угла падения действие этих сил будет убывать, однако, с учетом постоянного подвигания огневого забоя возрастают явления сдвига верхней части угольного массива.

Нарушению массива способствуют также газы с высокими температурами, которые, стремясь занять верхние части пространства, проникают в трещины раздавливания и скольжения и тем самым способствуют еще большему нарушению угольного массива у кровли пласта. Трещинообразование и частичное обрушение кусков угля в выгоревшее пространство способствуют более интенсивному протеканию процесса.

Моделированием установлено, что обрушение породы прежде всего вызывает самозакладку нижней части реакционной поверхности. Сдвигание пород непосредственной кровли угольного пласта (обрушение или плавный прогиб) и заполнение ими пространства предопределяют аэродинамику потоков воздуха и газов, состав получаемых газов, теплопотери в породах кровли, водопритоки и полноту сгорания запасов угля.

6. ДОСТУП ВОЗДУХА И ВЫДАЧА ПРОДУКЦИИ ПРИ ПОДЗЕМНОМ СЖИГАНИИ УГЛЕЙ

Ниже рассматривается только случай сжигания целиков или брошенных участков, к которым уже заведомо подведены какие-то подземные выработки. Могут быть случаи, что какую-то часть целика нужно будет рассечь дополнительной выработкой по углю, либо вскрыть какой-то участок специально для подвода воздуха не с поверхности, а из подземных выработок. Любой вариант возможен, но этот вариант должен кончатся тем, что либо старая, либо свежая выработка, пусть она полуразрушена, полузавалена, но оконтурена для возможности подземного сжигания этого целика. Если целик оконтурен и доступ воздуха обеспечен, можно считать, что этот целик вскрыт.

Конечно, не пригодны выработки, через которые не может проходить воздух, например, затопленные горизонты, заиленные, наглухо перекрытые завалами, не связанные с поверхностью. Для обеспечения подачи воздуха нужно непременно откачать воду и делать это регулярно, чтобы ликвидировать притоки воды, либо очистить и восстановить выработку для того, чтобы по ней двигался воздух.

Ремонтные работы, правда, сопряжены с некоторыми опасностями, что зависит от местных условий. Если есть возможность, необходимо продумать ситуацию вокруг целиков угля так, чтобы сначала сжечь те целики, которые обеспечены воздухом, а затем те, которые не обеспечены подачей воздуха. На все случаи жизни нельзя предсказать возможность сжигания выработанных запасов. Правил и рекомендаций, кроме правил безопасности, не существует в силу их разнообразия. Подлежит расчету количество воздуха и скорость движения в выработке; типичные скорости для шахт от 0,5–2 до 8–10 м/с.

Большое значение имеет депрессия. Она действует для выработки, которая подводит воздух, ее нужно просчитать. Это важно для оценки самого подземного горения с тем, чтобы можно было продуктивные газы вытянуть вентилятором. При этом надо обеспечить самые простые схемы, которые допускаются в шахтных условиях.

После сжигания углей нужно отвести газы, причем сохранить по возможности их температуру. В месте горения температура обычно не превышает 600–700°C. Угли горят при доступе кислорода начиная с температуры 200°C с нарастанием температуры до 600–700°C. Процесс горения не может достигать высоких температур в подземных выработках, так как здесь большое количество влаги, она превращается в пар, что резко снижает температуру. Происходит отдача тепла породам, окружающим целик, отдача тепла может происходить с проходящими водами.

Главное в этом процессе — достичь возможно более короткого пути для прохождения горячих газов. Чем короче путь, тем выше их температура. Поэтому идеально, конечно, продуктивную скважину, обычно диаметром 600–1000 мм, в крайнем случае 2 м, располагать ближе к точке возможного сжигания всего целика. Но это связано с возможностями бурения скважин на поверхности, так как продуктивная скважина не может располагаться где угодно. Если путь, который предстоит проделать горячим газам, будет длинным, то теплоотдача в породы будет большой, а энергия, которая выходит из-под земли, будет минимальной. Практика экспериментов показывает, что возможные расстояния от очага горения до выработки, выходящей на поверхность, могут быть 300–500 м, а иногда до 1000 м; на более далекие расстояния пока этот вопрос не прогнозируется.

Продуктивная скважина — это обычная скважина с диаметром до 1200 мм, но при этом возникают трудности с бурением. Что касается диаметра 600–700 мм, то можно считать это рядовым случаем. Можно проходить не одну выработку, а спаренные или строенные выработки, но с условием дешевой проходки; суммарные затраты можно разделить по-разному, но они должны стремиться к минимуму. Вскрывающая скважина должна сесть именно в ту точку, которая будет конечной точкой для сжигаемого блока или целика. При правильном проектировании можно добиться того, что одна скважина может обслуживать, например, группу целиков. Каждый раз нужно посмотреть на план горных работ и возможности шахтных условий.

Запас, который вскрывается, должен быть более или менее приличным для того, чтобы обеспечить условия горения на 1—3 года, однако продуктивная скважина может эксплуатироваться и 5—6 лет. Важно то, чтобы продуктивная скважина была вблизи водопонижающих установок, обсажена трубами и затампонирована, чтобы продукты горения попадали именно в трубу, а не в затрубное пространство. Конечно, это нужно сделать самыми простыми способами, чтобы добиться меньших затрат на тампонаж. Продуктивная скважина может быть и одна, но лучше для резерва две, в зависимости от ситуации в недрах и на поверхности.

С увеличением глубины залегания угольных пластов увеличивается и глубина эксплуатационных скважин, а следовательно, увеличиваются и затраты при постоянных запасах угля, приходящихся на одну скважину в условиях одно и того же целика угольного пласта. Поэтому на значительных глубинах залегания угольного пласта стоимость бурения скважин составляет большую часть стоимости сжигания одной тонны угля.

В процессе эксплуатации, когда по скважинам начинают выходить горячие газы, обсадные трубы деформируются, вследствие чего затрубное пространство нарушается и затвердевший цементный раствор растрескивается и разламывается. В результате в затрубном пространстве появляются пустоты, через которые: "накоротко" поступает воздух с поверхности и снижает температуру газов. Обсадные трубы часто имеют обрывы.

Там, где нет подземных выработок, нет возможности доставить кислород для горения. Можно, конечно, провести выработки — уклоны, вертикальные стволы или горизонтальные выработки для подачи воздуха. Условия их проходки рассчитаны на людей, сечение выработок планируется не меньше 6—8 м². По этой выработке будет осуществляться и подача воздуха для горения. Проводить уклон можно длиной примерно 500—600 м, чтобы обеспечить блок для горения. В нужных случаях для нарезки блока следует проводить спаренные выработки.

Более важно рассмотреть случай, когда вскрывается пласт не подземными выработками, а с помощью вертикальных скважин (или наклонных) диаметром 500—800 мм. Это наиболее экономичный и более быстрый путь, поскольку бурить с поверхности скважины проще и дешевле. Холодный воздух подается при более плотном, горячие газы — в менее плотном, поэтому скорость движения холодного воздуха и горячих продуктов через скважины будут различными. Из опыта подземной газификации углей расстояние между скважинами не может быть более 15—25 м. Поэтому расстояния между скважинами ограничивает блок и возможности подземного сжигания углей — отсюда все затруднения.

Проводили многочисленные опыты по сбойке скважин механическими способами, гидравлическим расчленением, электротехническими и другими средствами.

На сегодня оказалась самым дешевым и простым способом сбойка скважин гидроразрывом под большим давлением, пневмоспособом

и прожиганием. Вместе с тем для такой сбойки нужны три ступени сжатого воздуха (70–100 атм, 30–40 атм и 5–7 атм). За счет этого происходят и процессы горения в подземном газогенераторе и подача воздуха под избыточным давлением. Затем в полуочищенном и очищенном состоянии газ поступает в газопровод под давлением 1,1 атм и таким образом доставляется на расстояние в несколько километров до котельных. Это дорогостоящая сбойка, так как нужны капитальные затраты, компрессорные установки высокого давления. При этом способе сжатый воздух распространяется под землей на большое расстояние от места газификации, затрачивается много энергии, она едва окупается калориями, которые достигаются при сжигании газов. Конечно, может быть в отдельных случаях такая сбойка годится при достаточно большом объеме работ, работе нескольких скважин одновременно. Но если речь идет о трех-четырех скважинах (работы периодические), то это не эффективно по капиталовложениям и затратам энергии.

Эффективный способ — электросбойка. Но каналы электросбойки не получаются ровными, пробиваются не всегда в том направлении, которое нужно для того, чтобы попасть из одной скважины в другую. Электросопротивление пород очень разнообразно, характеристики углей так же разнообразны и поэтому не достигается нужной цели даже на расстоянии нескольких метров.

Механический способ горизонтального бурения, в связи с тем, что скважины для людей не доступны, пока невозможен. Как сделать механизм, который бы выбурировал на некоторое расстояние, хотя бы 20–25 м, в каменном угле первичные отверстия, которые можно было разжечь — пока не разрешенная задача.

Наиболее перспективным для сбойки будет гидравлический инструмент — под влиянием напора воды, под небольшим сравнительно давлением 5–10 атм, “крот” будет пробираться “в пульпе” за счет выноса буровой мелочи водой. Однако не решено, как достаточно точно попасть во вторую скважину на большем или меньшем расстоянии.

Большое значение имеет объем сжигаемого угля, приходящийся на каждую скважину, а следовательно, расстояние между скважинами, на котором можно осуществить сбойку.

Для мощных и глубоко залегающих пластов процесс сжигания может оказаться или жизнеспособным или нет, в зависимости от того, удастся ли расположить скважины одну от другой на расстоянии 20, 50 или 100 м, а также в зависимости от их диаметра.

* * *

В продуктах сгорания углей практически всегда будут находиться горючие газы, являющиеся продуктами либо неполного сгорания угля, либо процессов его газификации и термического разложения, которые могут возникать в пределах блока сжигания: оксид углерода (CO), водород (H_2), метан (CH_4), сероводород (H_2S), непредельные углеводороды (C_mH_n) и небольшое количество паров каменноугольных смол.

Наличие горючих газов в продуктах сгорания уменьшает в них запас физического тепла на 10—20%.

Пары каменноугольной смолы и горючие газы могут оказывать отрицательное воздействие на окружающую среду, так как являются токсичными продуктами.

Содержание в продуктах подземного сжигания углей 1% CO и H₂ уменьшает запас физического тепла в них на 2,5 . . . 4%, 1% H₂S — на 5 . . . 7%, 1% CH₄ — на 8 . . . 10%, а 1% C₂H₄ — на 14 . . . 16%.

Их дожигание, во-первых, ликвидирует отрицательное воздействие на окружающую среду горючих газов и каменноугольной смолы, во-вторых, улучшается тепловой баланс процесса подземного сжигания углей.

Смесь любого горючего газа с воздухом имеет концентрационные границы своей воспламеняемости: нижнюю, наиболее важную для нашего случая, и верхнюю. Наличие нижних концентрационных границ воспламеняемости не означает, что газовые смеси, лежащие вне этих границ, невозможно сжечь. В этих смесях просто невозможно самопроизвольное распространение пламени. Чтобы дожечь горючие газы в продуктах сгорания углей, необходимо нагреть как их, так и воздух, подаваемый для дожигания (если это необходимо), до температуры воспламенения того или иного горючего газа в воздухе.

Содержание горючих газов в продуктах подземного сжигания углей при нормальном ведении этого процесса всегда намного меньше нижних пределов воспламеняемости, характерных для газовых смесей аналогичного состава. Следовательно, дожигание газов в продуктах подземного сжигания угля возможно будет только при внешнем принудительном подогреве как их самих, так и необходимого воздуха до соответствующих температур.

При подземном сжигании углей в продуктах сгорания присутствует свободный кислород (O₂), его объем достаточен для полного дожигания находящихся в продуктах сгорания горючих газов. Необходимое содержание свободного кислорода (O₂)_{необ} определяется из выражения:

$$(O_2')_{необ} = 0,5 \cdot CO' + 0,5H' + 2CH_4 + 3 \cdot C_2H_4 + 1,5H_2S', \%$$

Количественную оценку процесса дожигания горючих газов в продуктах подземного сжигания угля производят на примерах дожигания в этих продуктах 1% того или иного горючего газа (табл. 9).

Анализ величин ΔT^I и ΔT^{II} показывает, что дожигание 1% горючего газа в продуктах сгорания позволяет повысить температуру последних на десятки и даже сотни кельвинов, что может существенно повысить запас физического тепла в них.

В связи с тем, что $\Delta T_{п.с}^I$ и $\Delta T_{п.с}^{II}$ значительно больше величин ΔT^I и ΔT^{II} , ошибка в определении первых, вызванная тем, что значения $C_{п.с}$ определены при $T = T_B$, возрастает. Рекомендуется методикой пользо-

ваться только в том случае, когда общее содержание горючих газов в продуктах сгорания не превышает 4 . . . 5%, что характерно для технологии "Углегаз". При большем содержании горючих газов величины $\Delta T_{п.с.}^I$ и $\Delta T_{п.с.}^{II}$ могут достигать величин порядка 1000 К и будут возникать процессы диссоциации CO_2 и H_2O , которые не учитывались при расчетах ΔT^I и ΔT^{II} .

Т а б л и ц а 9

**Результаты оценки процесса дожигания 1% горючих газов
в продуктах подземного сжигания угля**

Горючий газ	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	H ₂
A _j , %	1	1	1	1	1
T _в , К	931	863	1063	823	760
(O ₂) _{необ.} , %	0,5	0,5	2	3	1,5
$\Delta V_{воз} \cdot 10^2$,	2,38	2,38	9,52	14,28	7,14
$\frac{H_{воз}^3}{H_{пр. сгор}^3}$					
$\bar{C}_{в/T = T_в}$	1,398	1,390	1,414	1,385	1,377
$\frac{кДж}{H_{м}^3 \text{ К}}$					
$\bar{C}_{п.с./T = T_в}$	1,494	1,483	1,515	1,477	1,467
$\frac{кДж}{H_{м}^3 \text{ К}}$					
$q', \frac{кДж}{H_{м}^3 \text{ пр. сгор}}$	126,33	107,98	358,18	590,64	233,83
ΔT^I , К	76	66	213	360	143
ΔT^{II} , К	62	53	144	289	112
T _{п.с.} ^I , К	855	797	850	463	617
T _{п.с.} ^{II} , К	869	810	919	534	648

Таким образом, продукты подземного сжигания угля практически всегда содержат в своем составе горючие газы, являющиеся продуктами неполного сгорания угля в воздухе и процессов газификации и термического разложения угля в пределах блока сжигания. Их наличие уменьшает запас физического тепла в продуктах сгорания на 10 . . . 20%. Дожигание позволяет не только увеличить запас физического тепла в продуктах подземного сжигания угля, но и уменьшить отрицательное воздействие последних на окружающую среду.

7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ ВОПРОСЫ

Уже доказано, что извлекаемые на поверхность газообразные продукты подземного сжигания угля выдерживаются в пределах экологически допустимых норм за счет отсутствия окислов азота и оставления серы в недрах порядка 30–50%, а также дополнительной очистки дымовых газов от сернистых соединений.

При подземном сжигании полностью исключается загрязнение окружающей среды зольными остатками, которые остаются в недрах и служат своеобразной "забутовкой", охраняющей поверхность от проседаний.

Подземное сжигание оказывает ряд отрицательных воздействий на окружающую среду. К ним относится занятие земель под скважины, если речь идет о сжигании с помощью скважин.

В случае бурения наклонных скважин для небольшой залежи, используемой в коммерческих целях, потребуется 40 га/год.

В течение всех 24 часов в сутки будет омеяться шум от работы вентиляторов; от работы буровых станков.

Часть угля неизбежно будет подвергаться коксованию с образованием смол и фенолов. Однако их содержание, вероятно, будет незначительным, и от этих примесей, по-видимому, можно будет избавиться.

Буровой раствор и шлам при бурении скважины создают грязь, происходит загрязнение воды и нагрев почвы на поверхности (если пласт расположен близко к поверхности).

Выбросы углекислого газа и сернистых соединений — глобальная мировая проблема, когда речь идет о любых способах сжигания твердых, жидких и газообразных топлив.

Предстоит решение больших технических проблем, нужно будет ответить на многочисленные вопросы, относящиеся к области экологии.

Но надо отчетливо проникнуться мыслью, что подземное сжигание угля представляет небывалый шанс для энергетики.

О водородной энергетике специалисты мечтают давно — удельная теплота сгорания (количество калорий на килограмм) у водорода в три раза выше, чем у нефти или бензина, а кроме того, при его сжигании в кислороде выделяется чистейший водяной пар.

Возможность повсеместного использования водорода как топлива сегодня выглядит менее обнадеживающе, чем, скажем, 10–15 лет назад. Это направление энергетики предполагает получение водорода в круп-

ных масштабах путем разложения воды, транспортировку "горючего" к пунктам потребления и использование его практически во всех случаях, где сейчас сжигают органическое топливо.

В обозримом будущем природные топлива смогут успешно конкурировать как с еще только осваиваемым водородом, так и с другими новыми синтетическими видами топлива, получаемыми, например, из биомассы.

Несколько лет назад в Институте имени И.В. Курчатова занялись таким обнадеживающим источником водорода, как сероводород, сопутствующий, в частности, обычным, прежде всего глубинным, месторождениям природного газа. Сейчас в промышленности в лучшем случае сероводород окисляют кислородом воздуха по методу Клаусса, разработанному еще в прошлом веке, и получают при этом серу, а водород прочно связывается с кислородом. Недостаток этого, кстати, весьма дорогостоящего, процесса очевиден: из сероводорода извлекают только серу, а водород переходит в воду.

Поэтому в институте были начаты эксперименты по диссоциации сероводорода в плазме, чтобы на одной стадии получать два продукта: водород и конденсированную серу.

Такой водород оказывается дешевле электролизного примерно в 15 раз, и его уже можно широко использовать и в энергетике, и в промышленности.

Во многих промышленных и сельскохозяйственных районах СССР, как известно, имеются угольные месторождения, а часто и угольные бассейны, расположенные в недрах сравнительно неглубоко, до 500 м от поверхности земли, с большой степенью угленасыщенности — до 8–20% общего объема углесодержащих пород, — с так называемым "коэффициентом вскрыши" — 2–8 м³ на тонну угля. Иногда это мощные горизонтальные залежи, а чаще антиклинальные и синклинальные складки (мульды) содержащие свиту пластов каменного или бурого угля (рис. 2). Речь идет практически о месторождениях всех бурых и каменных углей, а заодно и горючих сланцев, которые горняки добывают открытым и подземным способами для целей энергетики — около 80% их добычи в СССР из добываемых 800 млн т в год.

Новый раздел горных наук "Физика горных пород" (физические процессы горного производства), как нам представляется, способен дать ответ на проблему — как создать новую, экологически безопасную и экономичную технологию получения тепловой и электрической энергии из каменных и бурых углей, исключив при этом и подземную и открытую угледобычу в будущем.

Возникает вопрос: зачем стремиться за теплом, добывая из недр угли и затем сжигая их в печах и котельных с большими экологически вредными последствиями, не лучше ли стремиться использовать низко-температурное тепло термальных вод, залегающих в СССР на больших глубинах?

Реально можно решить эту проблему путем создания малых и больших коллекторов тепловой энергии в недрах, используя огромную потенциальную энергию бурых и каменных углей и горючих сланцев и

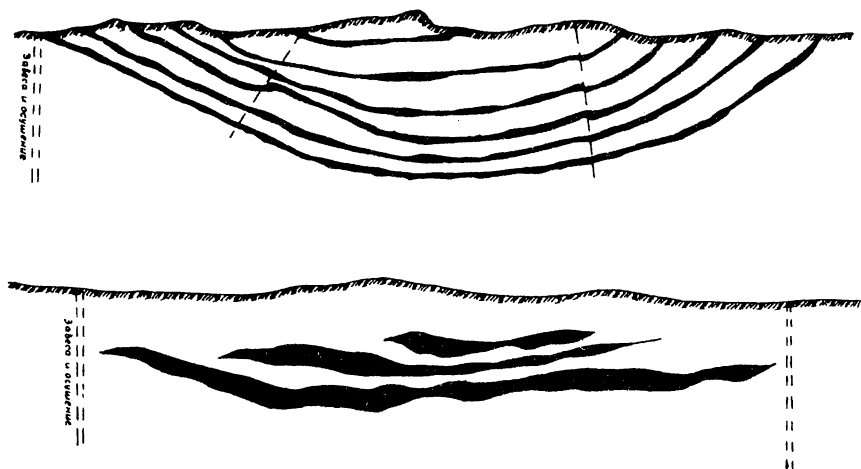


Рис. 2. Типы угольных залежей пригодных для подземного сжигания углей.

современные достижения горной науки по подземному (регулируемому) их сжиганию со значительным экономическим и экологическим эффектом.

Покажем возможность такого решения.

Практика обжига известняков в печах, происходящего при $850\text{--}900^{\circ}\text{C}$, такова, что на каждую тонну требуется затратить примерно 150 кг угля с калорийностью 6500–7000 ккал/кг. Процесс идет устойчиво, но в конечном итоге почти вся полученная энергия теряется. Для того чтобы повысить температуру углесодержащих пород – глинистых сланцев (аргиллиты, алевролиты) – на 1°C , нужно на каждый их кубометр затратить примерно 600 ккал, а чтобы повысить ее до $550\text{--}600^{\circ}\text{C}$, когда происходит полное сгорание при доступе воздуха, нужно 360000 ккал. Это означает, что на нагрев 1 м^3 породы при обычной калорийности бурых углей 3600 ккал/кг нужно теоретически затратить 100 кг угля. При этом угленасыщенность должна быть не менее 8–10%, а для высококалорийных углей – 5–8%.

Пример. В Экибастузской мульде, размером на поверхности около 90 км^2 , до глубины около 750 м содержится четыре мощных пласта энергетического высокозольного угля с калорийностью более 4000 ккал/кг с запасами около 18 млрд т. При среднем коэффициенте вскрыши менее $2,5\text{ м}^3/\text{т}$ мульда содержит около 40 млрд м^3 пород.

Теоретическое содержание потенциальной энергии (углей) в этой мульде около $7,5 \cdot 10^{16}$ ккал. Теплосемкость пород позволяет нагреть этот массив до $1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$. Запас тепла, отнесенный к 1 м^3 , составит около $2 \cdot 10^6$ ккал.

Единовременно сгореть уголь не может; процесс горения будет продолжаться не менее 150–200 лет. Запас энергии должен использоваться хотя бы на современном уровне (добыча — 80 млн т угля в год). Можно считать, что период создания коллектора тепла и период пользования им может длиться сотни лет путем создания коллекторов тепла по частям месторождения.

Конечно, тепловая энергия будет рассеиваться и теряться, но следует учитывать, что:

теплопроводность пород относительно невелика, особенно осушенных и без проточных вод;

распространение тепла в глубину незначительно и в последствии оно частично возвращается в коллектор;

распространение тепла коллектора в стороны может быть ограничено "тепловой завесой" за счет бурения скважин по контуру мульды или участка с одновременным полезным использованием выходящей из мульды тепловой энергии;

распространение тепла на уровне поверхности, конечно, можно решить за счет теплоизоляции. Однако следует учесть, что при сгорании угля неизбежно порода будет оседать, разовьются трещиноватость и по трещинам в очаги горения будет поступать атмосферный воздух, возникнет циркуляция атмосферных потоков и охлаждение поверхности пород до нормальных температур. Все эти факторы следует предусмотреть в инженерных расчетах.

Чтобы уголь сгорел, нужен кислород. Наиболее просто и экономично это достигается подачей воздуха через специально спланированную сеть подземных выработок. Следует помнить, что на каждую тонну угля, добываемую в шахтах для жизнеобеспечения шахтеров, подают вентиляторами в среднем около 15 т воздуха, а для полного сгорания угля достаточно 10–12 т (коэффициент избытка воздуха против теоретически необходимого для горения составит 1,4–1,6). Конечно, расходы на сооружение выработок и тем более на их содержание будут значительно меньше, чем на действующих и проектируемых угольных шахтах.

Для того же примера по Экибастузу: для сгорания в год 80 млн т угля необходимо подать воздуха около 50 т (40000 м^3) в секунду. Потребное суммарное сечение всех воздухоподающих выработок, при скорости подачи воздуха 10 м/с, составит 4000 м^2 .

Для всей мульды будет достаточно примерно 100–130 выработок, каждая сечением до 40 м^2 , пройденным по угляю (без крепления), по падению пласта при расстоянии между их осями в среднем 300 м.

Конечно, количество и объем выработок впечатляет и пугает, но ведь речь идет об уникальной мощности предприятия. Если, как обычно, принять мощность предприятия 1 млн. т угля в год, то достаточно иметь 2–3 выработки меньшего сечения. При любой мощности предприятия система подачи воздуха может работать на естественной тяге, а в начале — при розжиге с нагнетанием вентиляторами.

Система выдачи продуктов горения — только их всасыванием дымо-сосами или специальными вентиляторами, допускающими температуры газов 250–300°C и способными противостоять сернокислой эрозии

при наличии в углях серы. При каждой продуктивной выработке необходимо предусматривать очистку газов от сернистых соединений. Окислов азота при подземном сжигании углей практически не образуется и "выбросов" золы также не происходит.

Сеть магистральных выработок предусматривает их поочередное использование для подачи воздуха и для выдачи продуктов сгорания, а также необходимый резерв и некоторое количество "разрезных печей" для розжига углей. Поскольку практически все выработки будут проходить по углю, "попутная добыча" окупит значительную часть затрат на их проведение.

С продуктами сгорания угля из коллектора будет вынесено порядка 15–20% всего тепла. Конечно, оно должно быть утилизировано для местных нужд и для выработки электроэнергии. Для этого необходимо в СССР создать низкотемпературную энергетику, которая может работать при температурах газов 150–350°C. Объем продуктов горения, отнесенный к 1 млн т сгоревшего угля, 10–12 млн т.

Основная часть накопленного в коллекторе тепла (в Экибастузской мульде (5–6) 10^{14} ккал при температурах пород 600–900°C) может быть использована для выработки электроэнергии по известным принципам использования геотермальной энергии с энергоносителями – водой и паром.

Важный вопрос – возможная мощность энергопредприятия. На базе тепла Экибастузской мульды в течение 100 лет можно получить до 100 млн т кВт, а если установить срок соновой эксплуатации 250–300 лет, то 40 млн кВт. Если считать за уровень 1 млн сгоревшего угля за год, то можно получить практически мощность порядка 6 млн кВт.

В качестве сопоставления: две ГРЭС на экибастузских углях рассчитаны на мощность 9–10 млн кВт при годовом потреблении угля до 25–30 млн т. При этом станции и разрезы наносят огромный экологический вред своими выбросами газов и золы и отвалами вскрышных пород.

Предполагается строительство еще двух энергетических комплексов. Но может быть их нужно строить на новых принципах использования энергии углей?

Главные достоинства создания подземных коллекторов тепла и новой угольной энергетики при наличии почти неисчерпаемых запасов углей и сланцев:

1. Экологически безопасное использование потенциальной энергии каменных и бурых углей и горючих сланцев.
2. Резкое уменьшение количества земель, отчуждаемых под горные работы, под отвалы, терриконы, хранилища для золы и энергетических предприятий.
3. Создание запаса тепловой энергии вместо запасов и хранилищ угля, нефти, газохранилищ в большинстве районов СССР (везде, где есть угли, сланцы в недрах); резкое уменьшение перевозок угля и сланца.
4. Упрощение всего энергетического хозяйства.

5. Резкое повышение коэффициента полезного использования энергии углей и сланцев от современного уровня (в среднем 10–12%) в 2, а может быть и в 3 раза.

6. Возможность организации химических и других производств на базе продуктов подземного сжигания углей и сланцев.

7. Возможность четкого районирования производства тепловой и электрической энергии без дальних перебросок и значительных их потерь.

Как говорят, игра стоит свеч.

ЧАСТЬ 1У

К ТЕОРИИ ВСКРЫТИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. О ПРИНЦИПАХ ВСКРЫТИЯ ЗАЛЕЖЕЙ

Запасы полезных ископаемых, хранящиеся в недрах земли и желательные к использованию на ее поверхности, необходимо, прежде всего, разведать, затем вскрыть, т.е. создать транспортную связь для доставки полезного продукта от залежи на поверхность.

При разведках, а затем для целей вскрытия разведанного месторождения, для каждой вскрываемой выработки на поверхности отводится участок площадью $S = A \times B$ кв. м. Обычно минимальные величины A и B составляют 150–200 м и более. Более густое расположение разведочных выработок неизбежно приводит к негативным экологическим, технологическим и экономическим последствиям, хотя при разведочном вскрытии скважинами малого диаметра сложных месторождений эти размеры сокращаются.

Во вскрываемом (вертикальном) блоке на некоторых глубинах от поверхности H_1, H_2, \dots, H_n содержатся породы-энергоносители вертикальной мощностью h_1, h_2, \dots, h_n , содержащие $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_n$ т.у.т. энергии в каждом кубическом метре.

В случае разработки твердых ископаемых обычно необходимо дополнительно к основной вскрываемой данный блок выработке (глубиной H_B и сечением S_B) провести горизонтальные или наклонные выработки объемом V_d .

При выемке полезного ископаемого затем следуют эксплуатационные затраты; они минимальны при легко перемещающихся флюидах и весьма значительны при твердых ископаемых.

Совокупность расходов должна оправдаться совокупной ценностью полученных на поверхности энергии и попутно полученных других продуктов применительно к периодам: разработки и с учетом народнохозяйственной эффективности первоначальных (капитальных) и эксплуатационных затрат.

Элементы первоначальных затрат снижаются при увеличении размеров A и B и растут прямо (или более сложным образом) пропорционально:

H – глубине вскрытия, м;

S_B – сечению в свету выработки, м²;

C_B – затратам на 1 м³ вскрываемой выработки, руб/м³;

V_{CB} – объему и затратам на 1 м³ дополнительных выработок блока.

Элементы эксплуатационных затрат сокращаются при увеличении величин h_1, \dots, h_n , уменьшении единичных затрат на выемку и доставку полезных продуктов и растут, как правило, при увеличении размеров A и B , поскольку возрастают единичные затраты.

В общем случае, в зависимости от природных, технологических, технических и организационных условий все упомянутые величины переменны и имеют свои закономерности роста и снижения. Однако каждый раз, в конкретных условиях, независимо от реализуемой цен-

ности добытого сырья, необходимо найти минимальную сумму затрат, обеспечивающих выдачу на поверхность намеченного объема сырья.

В этом заключается экономический принцип вскрытия месторождений полезных ископаемых.

При неправильной форме участка под А и Б понимаются усредненные величины, соответствующие площади S .

С ростом величин А и Б:

а) растут запасы, отводимые на разведочную или вскрывающую выработку (+);

б) растет срок службы выработки и обустройств по поверхности (+);

в) уменьшаются (при заданном сечении S_B) затраты на их сооружение, приходящиеся на 1 т запасов (+);

г) растет возможный уровень (до определенных пределов) эксплуатационной мощности (производительности) выработки (+);

д) удлиняются сроки окупаемости первоначальных (капитальных) затрат (-);

е) увеличиваются расходы на дополнительные выработки (-);

ж) увеличиваются расходы на транспортировку по подземным выработкам воздуха, добытых пород, энергии, материалов, затраты на перемещение горнорабочих (-);

з) увеличиваются, в принципе, технологические потери полезных ископаемых (целики и т.п.) (-).

Таким образом, совокупный учет всех действующих факторов должен дать ответ на оптимальные размеры А и Б в конкретных условиях, что следует устанавливать специальным анализом для различных природных условий.

Многолетний опыт подтверждает, что обычно:

а) размер А (по простиранию) превышает размер Б (по падению) для наклонных и крутопадающих залежей в 2–5 раз;

б) желательно расположение вскрывающей выработки в нижней части площади S с тем, чтобы иметь более выгодные бремсберговые участки для эксплуатации и только в виде исключения – уклонные участки, наиболее тяжелые и дорогие в эксплуатации.

Такого рода задачи должны быть проанализированы для разнообразных условий по углам падения залежей и пластов, их мощности, числа, их энергетической и другой ценности.

Разведка и вскрытие осуществляются, как правило, вертикальными горными выработками, в частности, скважинами различного диаметра от 20 мм до нескольких метров. При большом диаметре, рассчитанном на доставку людей и оборудования (2,5–9,0 м), их называют шахтными стволами.

Конечный диаметр скважин (D), особенно при большой конечной их глубине, всегда стремятся осуществить минимально допустимым, но достаточным для решения поставленных технологических задач. Для целей разведочного бурения диаметр обычно достаточен 20–100 мм, для получения газов, воды, нефти D составляет обычно от 100 до 250 мм. Скважины специального назначения бурят диаметром от 300 мм

до 2000–2500 мм, вентиляционные шурфы – от 1000 до 3000, шахтные стволы проводятся диаметром от 4000 до 9000 мм. Взрывные шпурсы и скважины ограниченной глубины бурят диаметром от 30 до 400 мм.

Очевидно, что минимальные затраты и наибольшая скорость сооружения имеют место при вскрытии скважинами относительно малого диаметра, что типично для добычи флюидов – газов, нефти, термальных вод, рассолов, расплавов, газов от сжигания углей.

Эффективность растворения или “выщелачивания” энергии углей пока не доказана. Доказана техническая и организационная возможность и экономическая целесообразность вскрытия угольных пластов бурением скважин большого диаметра (1,6–3,0 м, возможно и больше), которые допускают возможность спуска и подъема ограниченного числа рабочих и малогабаритной техники с целью последующего проведения горизонтальных или наклонных выработок. Проверена возможность выдачи из них природных газов, подземных вод и породной пульпы средствами гидротранспорта.

Известно, что в любых условиях доставка угля, энергии, материалов и людей на поверхности решается проще и дешевле, чем путем создания подземных выработок и их эксплуатации.

Проблемы, которые необходимо решить:

а) как часто (как густо) на месторождении следует располагать вскрывающие выработки (бресбергового, но не уклонного характера) для достижения минимальных затрат времени и средств, отнесенных к 1 т у.т. (единицы энергии), извлекаемых через выработку;

б) каким способом и каким сечением следует сооружать вскрывающие выработки в различных природных условиях и при различной глубине с целью минимизации затрат, отнесенных к единице добываемой энергии.

Изучение этого вопроса как в теоретическом, так и в практическом аспекте далеко не завершено, что естественно приводит к неточным и неправильным инженерным решениям и случайным нормативным и экономическим показателям в различных отраслях народного хозяйства и в различных организациях.

Сечение вскрывающей выработки принимается обычно круглым, как наиболее экономичное, и характеризуется диаметром D в свету. Доказано, что:

а) полезное для целей эксплуатации сечение выработки растет пропорционально квадрату ее диаметра; введено понятие минимально допустимого диаметра, ниже которого технологические качества выработки неудовлетворительны;

б) объемы извлеченных (выбуренных) пород при сооружении вскрывающей выработки также пропорциональны квадрату ее диаметра.

Положения а) и б) отнюдь не означают, что первоначальные затраты пропорциональны квадрату диаметра выработки:

$$\Sigma K \neq \gamma D^2.$$

Решающее значение в этом вопросе имеют техника и технология сооружения выработки. Практикой установлено, что затраты на 1 м^3 (или на 1 дм^3) вынудой (выбуренной) породы наиболее высоки при малых диаметрах, меняются скачкообразно, по мере изменения техники, технологии и организации сооружения выработки. В каждой из областей диаметров малых (до 350 мм), средних (350–1000 мм), больших (1200–3500 мм) и особо больших (4000 мм и более) существуют свои оптимальные методы, техника и технология сооружения применительно к различным природным условиям и глубине.

Научно обоснованных нормативов, технологий, техники и организационных методов пока не существует, вследствие чего отраслевые и достаточно случайные производственные и "опытные" данные чрезвычайно разнообразны и не характерны, поскольку исходят из принципиально различных подходов, цен и организации работ. Например, сметная стоимость проведения 1 пог. м разведочных скважин в сопоставляемых условиях в 2–3 раза выше стоимости проведения эксплуатационных скважин. Для министерств геологии, угольной промышленности, черной и цветной металлургии, Минтяжстроя, Минводхоза и других они в сопоставимых условиях могут отличаться в несколько раз. Аналогичная практика имеет место при сооружении шахтных стволов.

Практический опыт различных ведомств и анализ нормативно-сметных документов показывают, что при некоторой скачкообразности затрат на сооружение выработок разного сечения, затраты, отнесенные в целом на проведение 1 пог. м выработки, растут не пропорционально ее сечению (т.е. D^2), а пропорционально диаметру D .

Из этого вытекает отношение к диаметру выработок в части первоначальных затрат: выработки выгоднее сооружать большего диаметра до размеров, минимально необходимых по условиям их эксплуатации.

Так, например, для фонтанирующих в результате природного давления нефтяных и газовых скважин необходимы минимальные диаметры (150–250 мм). Когда фонтанирования нефти нет или деля добычи подземных вод — нужны большие диаметры, исходя из дебита и условий подачи жидкости на поверхность. Аналогичная ситуация возникает при выщелачивании полезных ископаемых.

Для горения углей нужно подать необходимое количество кислорода. Например, обогащенных кислородом смесей — меньше, нормального воздуха — больше; при атмосферном давлении необходимы большие диаметры, при высоком давлении сжатого воздуха — соответственно меньше, при этом учитывают объем горения, аэродинамические сопротивления, температуры и добавки продуктов газификации. Такие инженерные расчеты, определяющие минимально необходимые диаметры по условиям эксплуатации, в принципе не сложны и используются в инженерных расчетах.

Однако установление экономически эффективного минимального диаметра — сложная экономическая задача, в которой необходимо решать практически "судьбу" вскрывающей выработки за весь период эксплуатации: сроки эксплуатации выработки, ее мощность по выдаваемой продукции, затраты на обустройство, необходимые на поверхности

и под землей, эксплуатационные затраты и эффект работы поверхностных сооружений и обустройств, принимающих от выработки подземную "продукцию". В конечном итоге — это многовариантная задача на оптимизацию самих разработок по их конечному результату.

Принимаемые "волевые" решения о выгодности вскрывающих выработок малого диаметра с позиций сокращения капитальных затрат чаще всего ошибочны. Любые попытки и предложения об уменьшении первоначальных затрат за счет диаметра вскрывающей выработки, за счет использования содержания окислителя (или растворителя), путем его специальной подготовки, или за счет использования высокого давления (например, сжатого воздуха), влекут за собой существенные, иногда решающие первоначальные затраты на обустройство самих выработок, сооружений на поверхности и, зачастую, под землей. Крайне возрастают при этом эксплуатационные затраты.

Целесообразность специальных мер, направленных к уменьшению минимально необходимого эксплуатационного диаметра вскрывающей выработки, каждый раз должна быть строго доказана экономически.

В этой связи целесообразно вспомнить и общеизвестные решения подземной угледобычи, при которой, для условий газовых шахт, зачастую на каждую тонну добытого угля подают 10–25 т воздуха вентиляторами при диаметре шахтных стволов (по условиям проветривания, прежде всего) порядка 6–9 м. Для полного сгорания 1 т добываемого угля под землей теоретически нужно до 6–8 т, а практически — не более 9–15 т воздуха. При конкретном изменении технологии и переходе на подземное сжигание углей нужно подать воздуха в шахту (при сохранении условий производительности по углю — 1 млн т/год) при атмосферном давлении порядка 12 млн т в год, для чего достаточно иметь одну вскрывающую выработку диаметром 4–5 м, или несколько выработок меньшего диаметра.

Поперечное сечение выработок при большой глубине по условиям их бурения сохраняется одинаковым только в пределах определенных интервалов глубины; с каждым интервалом оно уменьшается при условии достижения на конечной глубине нужного минимального диаметра.

При указанных технологических условиях констатируются следующие главные положения, определяющие затраты на вскрытие.

1. Площадь поперечного сечения (в свету), так же, как и объем выбуренных горных пород, пропорциональна квадрату диаметра скважины:

$$S_c = \pi D^2.$$

2. При прочих равных условиях (свойства пород, глубина бурения, хозяйственно-организационные и климатические) расходы на проведение 1 пог. м выработки увеличиваются пропорционально глубине бурения:

$P \cong a \left(1 + \frac{H}{10000} \right)$. Величина a принимается при глубине $H = 0-100$ м по практическим данным для конкретной технологии:

затраты на единицу вынудой породы (отнесенные к сечению в свету) и, следовательно, на единицу поперечного сечения выработки обратно пропорциональны диаметру проводимой выработки;

затраты на проведение 1 пог. м вскрывающей выработки растут пропорционально только первой степени диаметра.

3. Получение одинакового поперечного сечения на конечной глубине, например, совместно двумя выработками' стоит дороже, чем одной выработкой, в $\sqrt{1,41}$ раза.

Доказательством этих положений служат данные о расходах на проведение выработок, рассчитанные по нормативам для пород с $f = 5-6$. Естественно, что в конкретных условиях расходы зависят, прежде всего, от свойств пересекаемых выработкой пород, вида крепления, хозяйственно-организационных и климатических условий.

Таким образом, можно сформулировать общую закономерность.

Расходы на сооружение вскрывающей выработки, отнесенные к 1 пог. м ее глубины, пропорциональны первой степени ее диаметра и увеличиваются с глубиной при одинаковой технологии и технике на 0,0001%.

Из приведенных соображений вытекает естественное стремление:

1. Для увеличения пропускной способности вскрывающих скважин – увеличить их диаметр до уровня допустимой скорости движения продуктов (воды, нефти, газов, углей), с учетом радиуса устойчивости фильтрации продуктов.

2. При увеличении мощности шахты – использовать один ствол большого диаметра, обеспечивающий подачу нужного количества воздуха и грузов при допустимых скоростях их движения с учетом радиуса их целесообразного и экономичного действия.

Вскрытие скважинами малого диаметра при породах, хорошо фильтрующих газы и жидкости, обеспечивает получение газообразных и жидких полезных ископаемых без производства подземных работ и труда людей под землей. При породах, плохо фильтрующихся, и, особенно, при вязких, слабо фильтрующихся продуктах (например, вязкие нефти и т.п.) возникает необходимость в сооружении шахтных стволов и горизонтальных выработок.

Добыча твердых полезных ископаемых без сети подземных вскрывающих выработок и подземного труда практически невозможна. Исключением являются такие случаи, когда воздействием с поверхности через скважины удастся перевести твердые полезные ископаемые в новый жидкий или газообразный продукт. Например, методами подземного растворения, выщелачивания, возгонки или расплавления (сера), подземной газификации угля и т.п. Естественно, такая технология экономически оправдана, если затраты на новую технологию, отнесенные к конечному продукту, окажутся не выше затрат при традиционной подземной добыче твердых полезных ископаемых.

Затраты на вскрытие в целом при сопоставимости экономических результатов по конечному продукту целесообразно относить к 1 т вскрываемых в недрах запасов с учетом возможных потерь запасов

в недрах и технологических потерь конечных полезных продуктов от разработки месторождения.

Основная часть ископаемых углей добывается подземным способом в энергетических целях. В силу этого экономическая эффективность разработок неизбежно оценивается сопоставлением результатов подземной разработки углей с результатами добычи нефти и природного газа, а также с результатами открытой угледобычи.

Месторождение любого горючего полезного ископаемого, находящееся на значительной глубине (H) от поверхности, при мощности залежи M (рис. 3) может быть разработано следующими методами.

1. С поверхности бурится скважина малого диаметра (l), по которой газ, нефть, термальные воды и т.п. под воздействием прежде всего природного давления выдвигается на поверхность. В каждом случае, применительно к условиям, находится оптимальный по экономическим факторам радиус действия скважин l и соответственно устанавливается сетка скважин для месторождения в целом (скважины II, III и т.д.).

Для природных газов, наиболее легко перемещающихся в породах, величина l обычно составляет 700–1300 м. Каждая скважина способна, например, ежегодно выдавать в среднем порядка 60 млн м³ газа (75 тыс. т у.т.) при сроке ее службы 15–20 лет и степени извлечения запасов газа 70–80%.

При добыче нефти, в зависимости от ее вязкости, проницаемости пород и природного давления, величина l составляет 200–800 м, скважина, например, может выдавать порядка 50 тыс. т нефти в год (55 тыс. т у.т.) при сроке ее службы 15–20 лет и степени извлечения запасов нефти порядка 40%. В обоих случаях для повышения газо- и нефте-

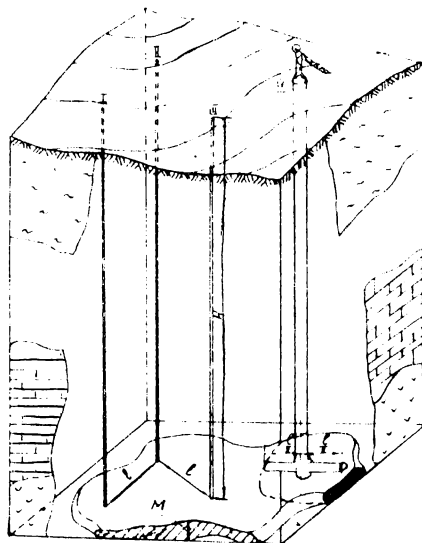


Рис. 3. Варианты вскрытия залежей содержащих горючие ископаемые.

отдачи используются дополнительные скважины и различные методы "подталкивания" продукта к выдающей скважине.

При скважинной добыче твердых полезных ископаемых (например, серы и др.) предварительно необходимо твердое вещество превратить в жидкое или газообразное состояние для выдачи полученного продукта через скважину. При этом, естественно, радиус действия невелик — несколько метров.

Ископаемые угли, как показывает опыт их подземной газификации, до глубины 50–250 м также могут разрабатываться скважинами малого диаметра без присутствия людей под землей. Однако условия горения углей под землей и условия подачи воздуха (кислорода) для обеспечения горения таковы, что оптимальные расстояния между скважинами составляют только 25 м (иногда до 40 м), а запас газифицируемого угля, отнесенный к одной скважине, невелик, при очень коротком — порядка 6 месяцев — сроке службы скважины, большом расходе энергии на сжатие и подачу под землей окислителя, с выгоранием порядка 50% запасов и с низкой калорийностью полученного газа. Из одной скважины за 6 месяцев получают в виде газа всего около 0,6–1,5 тыс. т у.т.

При равных глубинах (например, $H = 500$ м) затраты на бурение, отнесенные к 1 т у.т., в этом случае в десять раз превышают затраты на бурение при добыче газа и нефти, вследствие чего экономические показатели существующей технологии подземной газификации угля весьма низки (табл. 10).

II. С поверхности может проводиться скважина большого диаметра или шахтный ствол малого диаметра с целью проведения вскрывающих выработок и доступа людей и технических средств для подземных горных работ. Одиночными глухими забоями допускается проведение выработок, так что величина l может быть равна, например, 300 м. Такое вскрытие может быть произведено для разработки углей, битумов и вязкой нефти, его средние показатели приведены в табл. 10.

Запас угля, например, при мощности пласта $M = 2,5$ м, на площади с размером $l = 300 \times 200$ м в количестве более 200 тыс. т можно выработать на 40–60% по принципу камерно-столбовой выемки, не применяя закладки и долговременной крепи. Проходческий объем скважины большого диаметра (2–2,5 м) или шахтного ствола малого диаметра (4,5 м) возрастает против объема скважины малого диаметра в 100–600 раз. Однако затраты на проходку (без оборудования ствола) возрастают только в 10–25 раз.

III. При вскрытии месторождений шахтными стволами и иногда при разведочных работах от шахтного ствола необходимо сооружение горизонтальных и наклонных вскрывающих выработок. Практика сооружения таких выработок показывает, что при прочих равных условиях:

1. Сечение выработок S_v пропорционально квадрату среднего диаметра выработки.

2. Расходы на 1 м³ (с учетом крепления) наклонных выработок одинакового сечения, проводимых вниз по падению (уклон), соответствуют расходам на сооружение вертикальных выработок.

Количество т у.т., приходящееся на одну вскрывающую выработку

Средние показатели	1	2	3	4	5
	Скважина на газ, $D = 250$	Скважина на нефть, $D = 250$	Скважина под-земгаз, $D = 250$	Скважина на уголь, $D = 3000$	Шахты Донбасса в среднем на ствол, $D = 7000$
Расстояние между выработками, м	1000	600	25	300x200	2000–4000
Запасы: промышленные извлекаемые	1500	1800	2	140	5000–10000
Производительность, тыс. т у.т. в год	75	55	1	70	150–200
Срок эксплуатации, лет	15–20	15–20	0,5	1	25–35
Затраты на сооружение выработки без обустройства при $H = 500$ м, тыс. руб.	18	18	18	150–200	350–500
Затраты на выработку, отнесенные к 1 т у.т. в год, руб.	0,3	0,4	18	2–3	2–3

3. Расходы на 1 м³ выработок одинакового сечения, проводимых горизонтально и по восстанию, меньше в среднем на 15–20% расходов на сооружение вертикальных выработок.

4. Расходы на проведение 1 пог. м горизонтальных и наклонных вскрывающих выработок при одинаковых условиях пропорциональны первой степени их среднего диаметра (в свету).

5. Получение одинакового сечения (в свету) двумя выработками стоит в $\sqrt{2}$ раз дороже получения того же сечения.

2. ПРЕДЛОЖЕНИЯ К ВСКРЫТИЮ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

При традиционном вскрытии угольных пластов "оптимальная" протяженность поддерживаемых выработок, закладываемая в расчеты при научных исследованиях и проектировании, в действительности не является оптимальной из-за чрезмерной идеализации расчетных схем вскрытия и их несоответствия реальным условиям эксплуатационных работ.

К сожалению, теории режима подготовительных и очистных работ за период существования угольной шахты, пригодной для использования в реальных природных условиях, пока еще нет. В результате этого возникают "самодетельность" предприятий и проектантов в размерах выемочных участков и существенное отличие проектных показателей от реально достигаемых при эксплуатации.

Общепринятой технологией подземной добычи угля является сооружение не менее двух шахтных стволов диаметром от 4,5 до 8 м и сети капитальных подземных выработок — квершлагов, главных откаточных, вентиляционных и других штреков, бремсбергов, уклонов и ходков при них для доставки людей, добытого угля, материалов, энергии и, главное, от 5 до 15 т воздуха на каждую тонну добываемого угля, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность шахтеров.

По мере увеличения глубины шахт и их газоносности, требуется больше шахтных стволов и выработок с возрастанием их сечения, соответственно растут капитальные затраты и сроки их сооружения и, естественно, для оправдания этих затрат размеры шахтных полей по простиранию возросли с 4–6 км на старых шахтах до 8–10 км и более на новых и от 2 до 4 км по падению, возрастает уровень добычи угля на шахте в целом, увеличиваются и сроки существования шахт.

При такой постановке стала нерентабельной и не осуществляется разработка многих сложноструктурных и малых по запасам участков месторождений; оставлены в недрах или "списаны" по разным причинам большие запасы угля на уже освоенных глубинах до 500–600 м.

Все возрастающая себестоимость добычи угля и низкие показатели производительности труда на подземного рабочего (на порядок ниже, чем при добыче газа и нефти) определяют необходимость проанализировать принципы вскрытия и способы разработки угольных месторождений.

Ниже приводится анализ вскрытия при указанной постановке вопроса.

1. Практика вскрытия. Для обеспечения подземной угледобычи ежегодно проводится 10–11 км вертикальных стволов, 10–11 км наклонных стволов, 240 км квершлагов и околоствольных дворов, 408 км уклонов и 270 км бремсбергов, 1800 км транспортных штреков и 1060 км вентиляционных; всего вскрывающих и подготавливающих более 4000 км, прочих — около 2080 км, из них нарезных 1660 км.

Поскольку допустимые скорости движения воздуха по стволам больше, чем по другим выработкам, необходимое для движения воздуха общее сечение горизонтальных и наклонных выработок значительно превышает сечение стволов. По нормативно-расценочным данным затраты на проведение вертикальных шахтных стволов, отнесенные к 1 м^3 в свету, иногда равны, а чаще — больше на 10–25% затрат на 1 м^3 в свету капитальных горизонтальных и наклонных выработок. Таким образом, ежегодные суммарные затраты на проведение горизонтальных и наклонных капитальных выработок являются основным видом ежегодных капитальных затрат на воссоздание мощностей угольных шахт.

Средние скорости проведения в месяц вертикальных стволов 26 м, наклонных — 34 м, уклонов — 63 м, бремсбергов — 80 м, транспортных штреков — 76 м, в среднем всех вскрывающих — 66,5 м в месяц. Следовательно, основное время и силы на воссоздание мощностей также уходят на проведение горизонтальных и наклонных выработок.

Анализ распределения указанных выше объемов проходческих работ по объединениям, отнесенных к 1 млн т годовой добычи угля, свидетельствует о существенном разбросе относительных объемов проходки и протяженности эксплуатируемых выработок в различных объединениях и для различных шахт.

Они характеризуются, например, следующими данными:

а) Для угледобывающих объединений протяженность выработок, приходящаяся на 1 млн т годовой добычи, изменяется от 26 до 100 км/млн т. Протяженность вскрывающих и подготавливающих выработок для объединений Донбасса 145 тыс. км, отнесенная к 1 млн добычи — 38 км, для Караганды — 1,8 тыс. км и 46 км, для отрасли в целом — около 25,5 тыс. км, а на 1 млн т — 50 км, из них 10% не соответствуют требованиям ПБ. Из этого объема вертикальных и наклонных стволов всего 1,54 тыс. км, а бремсбергов и уклонов 5,5 тыс. км. К этому нужно добавить, что протяженность "поддерживаемых выработок" в год в среднем в 3 раза выше, чем приведенные цифры.

б) Проведение новых выработок, приходящееся на 1 млн т годовой добычи, составляет от 7 до 33–39 км/млн т, Типичный объем проходки на 1 млн добычи для объединений Донбасса составляет 10 км, Кузбасса — 9 км, Караганды — 7 км, для отрасли в среднем — около 10 км.

Естественно, что указанные объемы проходческих работ и затраты на проходку зависят, прежде всего, от мощности разрабатываемых пластов, степени их нарушенности и других факторов, определяющих выбор системы разработки и способа вскрытия. Важно, однако, отметить наличие прямой взаимосвязи относительных объемов содержания выработок с показателями производительности труда (на производственный персонал по добыче угля) и с показателем себестоимости угля, поскольку основная часть подземных рабочих (65–75%) не связана непосредственно с очистными работами.

Недостатки традиционной технологической схемы, показанной на рис. 4 (стволы, бремсберги, уклоны, штреки), выражаются, прежде всего, в следующем:

уголь, добытый в лаве, проходит очень длинный путь по трех-, пяти-ступенчатой сети подземных выработок, прежде чем попадает на поверхность;

воздух, необходимый для жизнеобеспечения людей, прежде чем достичь забоев, также проходит длинный и дорогостоящий путь, при больших утечках и при необходимости высокой депрессии;

при доставке оборудования, энергии и людей возникают аналогичные трудности;

затраты на поддержание длительно эксплуатируемых выработок весьма значительны, так как необходимо использование прочной и

дорогостоящей металлической и железобетонной крепи, рассчитанной на длительные сроки службы и строительства;

эффективность капитальных затрат на сооружение выработок низкая, сроки их окупаемости — длительны;

непосредственно в лавах на очистных работах занято обычно не более 25—35% от численности подземных рабочих; рабочие места остальных подземных рабочих распределяются по сложной сети выработок; показатели производительности труда, достигнутые в лавах, резко уменьшаются;

в капитальных выработках большой длины создаются многочисленные места возможного травматизма и дополнительных опасностей — возможности пожаров, взрывов и обрушений, не зависящие от состояния дел в очистных забоях.

Ниже рассматриваются новые варианты вскрытия и технологии выемки пластов, при которых упомянутые недостатки резко сокращаются. "Расчетная шахта" — приводится как "средний эталон" при сопоставлениях вариантов вскрытия применительно, например, к условиям Донбасса.

При трех разрабатываемых газоносных пластах суммарной мощностью 2,5 м, запасах порядка 50 млн т, сроке существования — 45—50 лет расчетный уровень годовой производительности составит 1 млн т при одновременной разработке двух пластов. Если длину комплексно-механизированной лавы, как это делается в проектах и исследованиях, принять 150 м, нагрузку на одну лаву до 330 тыс. т/год, то для обеспечения добычи, с учетом резерва, достаточно иметь четыре-пять лав.

На рис. 4 сплошными линиями при средней глубине $H = 500$ м показаны необходимое количество горизонтальных и наклонных капитальных выработок для шахт III категории по газу. Суммарная протяженность выработок на трех пластах за период существования шахты составит 850 км, протяженность одновременно эксплуатируемых выработок в нормальных условиях должна составить не более 40—45 км, а объем регулярной их проходки порядка 17—20 км/год.

Рассмотрим, применительно к схеме на рис. 4, первый предельный случай, когда разрабатываемые пласты разделены на отдельные малые выемочные блоки (показано серией пунктирных линий) размером $2/d$ и l/b , например, 300—1500 м. Величины $2/d$ и l/b в конкретных условиях принимаются исходя из безопасного проведения выработок глухими (одиночными) забоями. В зависимости от принятого размера выемочного блока на каждом пласте будет, например, 300 таких блоков, с запасами угля в каждом (на трех пластах) 160 тыс. т.

Предположим далее, что для обеспечения кратчайшего расстояния от запасов блока до поверхности каждый такой блок вскрывается одним (для трех пластов) вертикальным стволом минимально допустимого сечения; такие стволы обозначены, например, индексом УГ на рис. 4.

При сохранении принятой интенсивности выемки запасов поля и производительности 1 млн т в год необходимо ежегодно отработать 6 блоков и соответственно подготовить новые для воссоздания мощ-

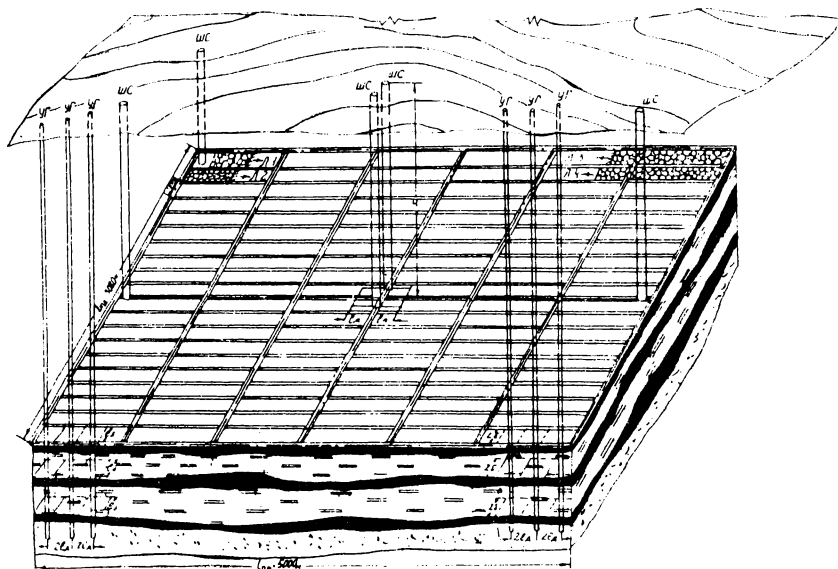


Рис. 4. Варианты вскрытия трех угольных пластов шахтными стволами (ШС) и блоковыми стволами (БС).

ности. При этом срок отработки каждого ствола-блока с запасами 160 тыс. т составит 12 месяцев.

При правильно выбранных $2/l_d$ и $1/l_b$ в каждом блоке кроме ствола достаточно пройти либо одиночный штрек протяженностью $2/l_d$, либо "бремсберг" протяженностью $1/l_b$ и, в зависимости от условий, нужное количество нарезных выработок по углю, относящихся по своим функциям к очистным работам (рис. 5, а, б).

Возможные варианты системы разработки и технические средства очистных работ определяются в каждом случае применительно к горно-геологическим условиям, исходя из известных технических средств, включая гидромеханизацию и гидротранспортировку угля до поверхности. Вместе с тем применение системы разработки длинными лавами с мощными фронтальными агрегатами явно не будет целесообразным из-за большой металлоемкости и коротких сроков эксплуатации каждого выемочного блока. Такую систему разработки можно рассматривать как вариант камерно-столбовой системы.

При предлагаемом для анализа варианте вскрытия и разработки пластов нет нужды в сооружении "окоlostвольных дворов". Возникает необходимость в пристольных камерах.

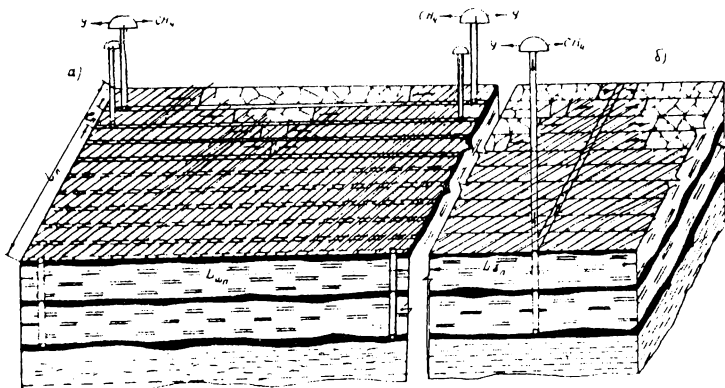


Рис. 5. Промежуточный вариант вскрытия угольных пластов: а) этапами, б) бремсберговыми полями.

Срок службы выработок короткий, их крепление может быть облегченным и временным; небольшая длина позволяет не сооружать параллельных выработок и ходков.

Приведенная схема позволяет оценить суммарную протяженность выработок. Для изображенного на рис. 4 случая при $2l_{д.} = 300$ м и трех пластах с целью выемки запасов всего поля — 50 млн т, необходимо при $H = 500$ м пройти 150 км вертикальных выработок и 315 км горизонтальных, а для запаса блока в 160 тыс. т угля необходимо проведение одного ствола 500 м и штрека длиной 300 м на каждом пласте, что означает проведение и затем кратковременное (до 12 мес) содержание на 1 млн т годовой добычи 3 км вертикальных выработок и около 6 км штреков. Если же, например, разрабатывается один пласт мощностью 2,5 м, то очевидно, что протяженность штреков на 1 млн т добычи уменьшится до 2 км.

Рассмотрим случай второй (промежуточный) — деление расчетного шахтного поля на относительно крупные блоки размером $L_{ш.п.х} \times L_{п.}$, например, 1600×1500 м, с запасами угля трех пластов около 8 млн т (рис. 5). При сохранении годовой производительности 1 млн т угля, таких блоков на шахтном поле будет 6. В этом случае необходимо провести для каждого этапа 4 ствола, а для работающего блока, как правило, 2 ствола минимального диаметра и на каждом этапе спаренные горизонтальные выработки. Срок отработки блока может быть установлен в 8 лет и соответственно увеличивается срок существования и поддержания вскрывающих выработок. На рис. 5 показан вариант фланговых стволов на каждом подэтаже размером по падению $l = 150$ м без проведения бремсбергов и уклонов и вариант (б) с бремсбергами, но без коренного штрека.

Общая протяженность вскрывающих выработок (без разрезных по углю) для отработки поля в целом по рис. 5, а составит 44 км верти-

кальных и 630 км горизонтальных. Для запасов одного блока по рис. 5, а необходимо 10 км вертикальных и 32 км горизонтальных вскрывающих выработок для трех пластов.

Сопоставление таких выкладок (табл. 11) для поля "расчетной шахты" и упомянутых вариантов показывает, что при технологии "блок-стволов" резко сокращается общий объем проходческих работ и, главное, в несколько раз сокращаются протяженность и срок эксплуатации вскрывающих выработок и, следовательно, резко сокращаются длины транспортировки угля, воздуха, энергии, людей и материалов, растет соответственно производительность труда и снижаются эксплуатационные затраты.

Сопоставление позволяет сделать следующие принципиальные выводы:

1. Стремление в последние десятилетия к созданию шахт с большими размерами шахтных полей, длительным сроком существования и строительства, большими и длительно окупаемыми капитальными затратами при огромной протяженности горизонтальных и наклонных выработок и с большими эксплуатационными затратами на их содержание с позиций экономического эффекта, полноты выемки запасов и безопасности может быть оправдано только в редких, благоприятных для этого условиях.

2. Практическое отсутствие теории вскрытия и режима подготовки запасов к выемке для угольных шахт, бездоказательное стремление в проектах к созданию во всех случаях крупных централизованных подземных предприятий наносит ущерб делу развития добычи угля, ведут к излишества в употреблении металла, бетона, электроэнергии, увеличению сроков строительства и снижению эффективности капитальных затрат.

3. Для каждого нового и эксплуатируемого шахтного поля необходимо отыскание действительно оптимальных размеров выемочных участков, обслуживаемых одним шахтным стволом. Необходимость использования больших бремсбергов и особенно уклонных полей должна экономически доказываться специально для каждой шахты.

4. Меньшие размеры "блок-стволов" наиболее выгодны при разработке мощных пластов или свиты пластов с суммарной вертикальной мощностью более 1,5–2 м, поскольку на каждый "ствол" увеличиваются запасы извлекаемого угля.

5. Капитальные затраты на сооружение стволов и вскрывающих выработок в новых вариантах вскрытия окупаются гораздо быстрее, что само по себе весьма важно для угольной промышленности, а эксплуатационные расходы на поддержание выработок, на проветривание, шахтный транспорт и численность подземных рабочих резко сокращаются, так же, как и расход материалов на содержание подземных выработок.

6. Становится экономически эффективной и целесообразной разработка многочисленных целиков, оставленных на верхних горизонтах до глубины 500–600 м, и участков с малыми запасами, не эффективных для традиционной шахтной разработки.

Объемы вскрытия, отнесенные к 1 млн т добычи угля

Показатели	Практика 1976–1981 гг.			Расчетные показатели					
	Донбасс	Кузбасс	Караганда	при трех пластах $M = 2,5$			при одном пласте $M = 2$		
				расчетная шахта (рис. 4)	большие блоки (рис. 5)	малые блоки (рис. 6, б)	расчетная шахта (рис. 4)	большие блоки (рис. 5)	малые блоки (рис. 6, б)
Промзапасы, на млн т добычи	36	37	34	50	50	50	50	50	50
Годовая добыча, млн т	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Необходимая протяженность выработок на промзапасы, км:									
вертикальные	—	—	—	2,4	44	170	2,1	41	162
наклонные	—	—	—	180	—	—	60	—	—
горизонтальные	—	—	—	660	630	315	220	210	105
Всего:	—	—	—	843	674	485	282	251	267
Протяженность выработок, км:									
вертикальные	3,5	1,4	0,8	2,4	8,0	3,4	2,1	6,4	3,2
наклонные	21,2	9,7	13	15	—	—	10	—	—
горизонтальные	48,3	27,9	32,2	40	21	6,3	25	10,5	2,1
Всего:	73	38	46	57,4	29	9,7	37,1	16,9	5,2

Показатели	Практика 1976–1981 гг.			Расчетные показатели					
				при трех пластах $M = 2,5$			при одном пласте $M = 2$		
	Донбасс	Кузбасс	Караганда	расчетная шахта (рис. 4)	большие блоки (рис. 5)	малые блоки (рис. 6, б)	расчетная шахта (рис. 4)	большие блоки (рис. 5)	малые блоки (рис. 6, б)
Протяженность проходки в год, км (без нарезных) :									
вертикальные	0,07	0,05	0,02	0,1	1,1	3,4	—	1	3,1
наклонные	2,2	0,8	1,7	3,6	—	—	1,2	—	—
горизонтальные	7,5	8,1	5,5	13,5	12,6	63	4,5	4,2	2,1
Всего:	9,8	9	7,2	17,1	13,7	9,7	5,7	5,2	5,2
Средний срок службы капитальных выработок, лет :									
вертикальные	50	30	40	50	8	1	50	8	1
наклонные	10	12	8	6	—	—	6	—	—
горизонтальные	5	3,5	6	3–50	2–3	1	3–50	2–3	1

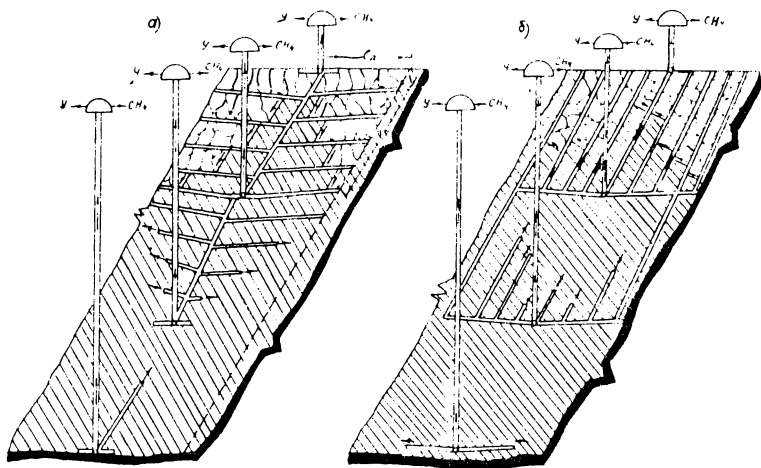


Рис. 6. Варианты систем разработок:
 а) с подразделением блоков на подэтажи;
 б) с подразделением блоков на бремсберговые участки.

7. Чем меньше размеры блоков, тем реальнее переход к "безлюдной" выемке как на очистных, так и на проходческих работах, особенно при проведении работ в естественной газовой среде.

8. Трудности новой технологии — необходимость коренной перестройки системы проходческих работ. Вместо тысяч километров горизонтальных и наклонных выработок необходима организация бурения вертикальных скважин большого диаметра (2–3,5 м) или проходки стволов малого сечения. Необходимо также уточнить порядок разработки свиты пластов, тщательно изучить проблему управления горным давлением и создать новые технические средства для очистных работ и транспорта.

Вопрос о системе разработки в пределах "блок-ствола" рассматривается только в принципе в соответствии с рис. 6, а и 6, б. Специальное рассмотрение системы разработки может быть осуществлено только в связи с техническими средствами проведения нарезных выработок (в принципе без крепления) и очистных работ (в принципе обратным ходом). Автор полагает, что в зависимости от условий могут быть использованы (за исключением наиболее тяжелых, дорогостоящих и громоздких фронтальных агрегатов) практически все средства, имеющиеся в настоящее время,

Наиболее привлекательна, а при новой технологии становится реализуемой идея о подземных работах в естественной газовой среде, тогда большой энергетический и химический потенциал углей — природный метан (до 8–15% от энергетического баланса углей) — может быть

реально использован (на рисунках показана схема выдачи CH_4) путем его отсоса из нарезанных пластов угля.

При новой технологии после выемки и выдачи угля из нарезанных пластов (например, в объеме 15–30% запасов) можно вместо очистной выемки угля осуществлять высокоэкономичное подземное сжигание углей.

Выгоды этой технологии очевидны. Они быстро оправдают возможные затраты на научные обоснования, проектные и конструкторские разработки, связанные с разработкой теории вскрытия и подготовки блоков, с проектированием и затем внедрением предложенного метода “блок-стволов” и новых методов очистной выемки угля из подготовленных блоков.

Вопрос о вскрытии и способе разработки угольных месторождений для каждого случая должен решаться технико-экономическим анализом применительно к конкретным горно-геологическим и экономическим условиям.

3. СПОСОБ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОЧИСТНЫМИ СТВОЛАМИ

Традиционные способы подземной разработки месторождений полезных ископаемых включают: вскрытие месторождения капитальными выработками, пройденными по массиву пород, вмещающему залежь полезного ископаемого, создание подготовительных и очистных выработок, выемку запасов полезного ископаемого, например камерной системой разработки или системой блокового обрушения, и, затем, доставку полезного ископаемого на поверхность по нескольким подготовительным и капитальным выработкам с многократной перегрузкой.

Известны также способы подземной разработки месторождений полезных ископаемых, включающие проходку вскрывающей выработки по полезному ископаемому, выемку полезного ископаемого с оставлением целиков и доставку его на дневную поверхность.

Недостатками указанных способов являются большие капитальные затраты, а также длительные сроки освоения месторождения и его отработки, что снижает эффективность разработки месторождения.

Целью данного предложения является повышение эффективности разработки месторождения за счет снижения капитальных затрат и сокращения сроков его освоения и отработки. Поставленная цель достигается тем, что выемку полезного ископаемого ведут путем расширения вскрывающей выработки “обратным ходом” — слоями с последующей закладкой выработанного пространства.

На рис. 7 и рис. 8 представлена схема подземной разработки вертикальной залежи с помощью вертикального очистного ствола;

Можно представить схему разбивки мощной горизонтальной залежи на отдельные очистные зоны, каждую из которых разрабатывают вертикальным очистным стволом;

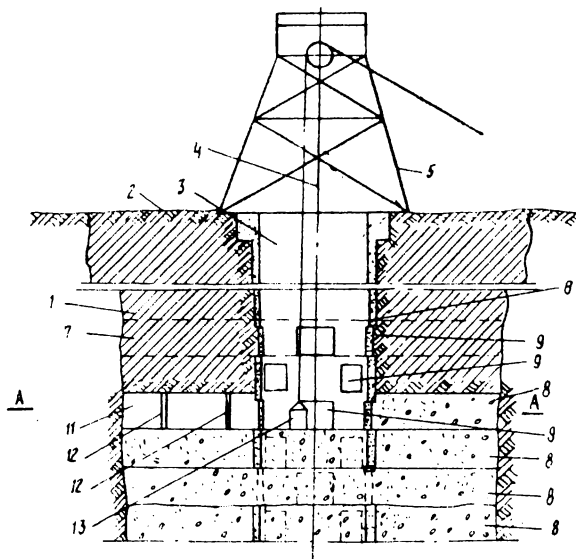


Рис. 7. Способ разработки вертикальных залежей "очистными стволами". Профиль.

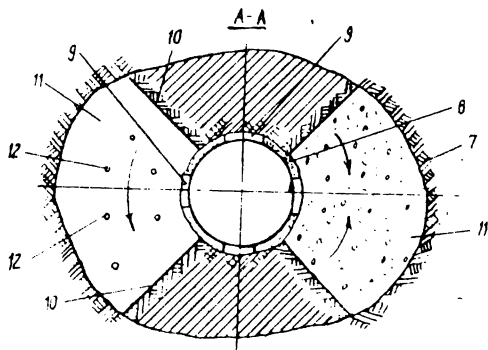


Рис. 8. Способ разработки вертикальных залежей "очистными стволами". Порядок выемки слоя.

на рис. 9 — схема подземной разработки мощной наклонной залежи с помощью наклонного очистного ствола.

Предложенный способ подземной разработки месторождений полезных ископаемых осуществляется следующим образом.

При разработке вертикальных ограниченных в плане залежей 1 (рис. 7) полезных ископаемых, например кимберлитовых трубок, непосредственно с поверхности 2 или с подошвы существующего карьера (на чертежах не показан) сверху вниз проходят вскрывающую выработку — вертикальный ствол 3. Ствол 3 проходят по центральной оси 4 залежи 1 возможно большим сечением, но удобным для использования типового проходческого оборудования 5, например диаметром в свету до 8—9 м, вчерне — 9—9,5 м. Ствол 3 крепят крепью 6, рассчитанной на короткий срок, например торкрет-бетоном (12—18 см) с металлической сеткой или бетоном (25—30 см). При благоприятных условиях в устойчивых покрывающих породах и полезном ископаемом возможна проходка ствола 3 без крепления. В процессе проходки ствола 3 производят выемку части запасов залежи 1 полезного ископаемого с доставкой ее на дневную поверхность, а также эксплуатационную разведку, что позволяет четко определить конечную глубину разработки (ствола 3). По мере углубления возможно уменьшение сечения ствола. Возможна также проходка искривленных и ступенчатых стволов.

По достижении конечной глубины производят полную выемку основных оставшихся запасов полезного ископаемого обратным ходом снизу вверх путем расширения вскрывающей выработки — ствола 3 до проектного контура (в данном случае до границ 7 залежи 1). Выемку запасов ведут горизонтальными слоями 8 с полной закладкой выработанного пространства, включая соответствующую часть ствола 3. Для облегчения выемки запасов при обратном ходе, в процессе прямого хода (проходки ствола 3) в крепи 6 ствола с шагом, равным высоте выемочного слоя 8, например 2—3 м, в шахматном порядке оставляют для каждого слоя несколько, например 2 или 4, окон 9. В зависимости от конкретных условий окна 9 оставляют открытыми или закрывают щитами (на чертежах не показаны). В последнем случае выемку каждого очередного слоя 8 начинают с удаления щитов. Одновременно в работе могут быть один или два слоя 8 с организацией в каждом из них 2—4 забоев 10.

Форма отдельно разрабатываемой секции (заходки) 11 слоя 8 может быть любая, но предпочтительно в одной заходке выемку вести двумя забоями 10 с расположением их по продолжению радиуса ствола 3. По мере выемки отдельных заходок 11 выработанное пространство в них заполняют закладкой. Порядок закладки на рис. 8 показан сходящимися стрелками. Забойное крепление осуществляют деревянными стойками 12 "под обпол".

Организация энергоснабжения, подъема, вентиляции, водоотлива, доставки материалов как при проходке ствола 3, так и при выемке полезного ископаемого обратным ходом, аналогична организации, имеющей место при проходке крупных стволов.

Доставку полезного ископаемого к стволу осуществляют по закладке ранее вынутого слоя 8 непосредственно из заходок 11 через окна 9, а его подъем — проходческими бадьями 13. Выемку полезного ископаемого можно осуществлять также и специализированными камнерезными машинами на основе электрических угольных или проходческих комбайнов с реконструированным рабочим органом, а подъем — пневматическим контейнерным транспортом.

Возможная зона выемки из одного ствола 3 находится в радиусе до 50–60 м. На трубках особо малых размеров диаметр ствола при прямом ходе может быть уменьшен. На трубках большого поперечного сечения возможна проходка нескольких независимых стволов 3, каждый из которых должен иметь отдельную вертикальную зону.

Способ может быть реализован также и при разработке мощных горизонтальных, пологих или наклонных залежей полезных ископаемых (рис. 9). В этом случае залежь 14 разбивают на отдельные очистные зоны 15, 16, 17 и 18 (границы между ними показаны пунктирными линиями), каждую из которых разрабатывают при прямом ходе отдельной вскрывающей выработкой — стволом 19, 20, 21 и 22. Порядок операций как при проходке вскрывающей выработки при прямом ходе, так и при выемке отведенных оставшихся запасов обратным ходом аналогичен описанному выше.

Возможен вариант осуществления способа, при котором наклонную залежь 23 (рис. 10) полезного ископаемого разрабатывают наклонным стволом 24. В этом случае целесообразно выемку обратным ходом осуществлять наклонными слоями 25 (пунктирные линии показывают границы между слоями).

При делении любой залежи месторождения полезного ископаемого на отдельные очистные зоны последние разрабатывают одновременно или разновремененно в любом порядке и количестве в зависимости от конкретных условий и необходимого уровня добычи полезного ископаемого.

В качестве вскрывающей выработки могут быть использованы не только вертикальные и наклонные стволы, имеющие выход на дневную поверхность, но и другие выработки, например, слепые стволы.

На одном месторождении или даже отдельной залежи месторождения полезных ископаемых описываемый способ может быть реализован совместно с другими способами подземной или открытой разработки месторождений.

Предложенный способ подземной разработки месторождений позволяет повысить безопасность ведения горных работ вследствие минимальных размеров обнаженного пространства и резкого снижения в нем горного давления, повысить также эффективность разработки месторождения за счет ускорения освоения месторождения, сокращения сроков его отработки, отсутствия затрат на проведение капитальных вскрывающих выработок, пройденных по вмещающим породам, и подготовительных выработок.

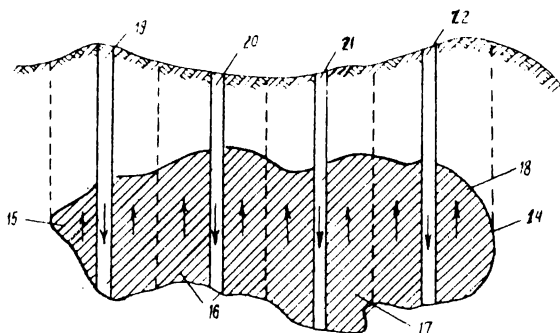


Рис. 9. Порядок разработки массивных залежей вертикальными "очистными стволами".

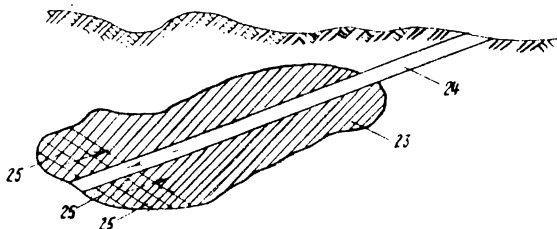


Рис. 10. Порядок разработки массивных залежей наклонными "очистными стволами".

4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ К СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ ВЫЕМОЧНЫМИ БЛОКАМИ

При открытой разработке горизонтальных и пологопадающих залежей с относительно малоценными полезными ископаемыми (бурый уголь, известняки и доломиты, печено-гравийные смеси, глины и т.п.) обычно сетка разведочных скважин планируется разреженной (400x400 или 800x800 м и т.п.).

При этом часть залежи достается эксплуатационникам недостаточно разведанной (в частности, очень мало категорий А и В и много категорий С), а качество полезного ископаемого оценивается приблизительно и "валово", что не дает возможности планировать и проектировать горные работы на реальной разведанной основе.

Особенно убыточен случай, когда указанные залежи на небольшом участке могут менять процентное содержание, крупность и другие качества полезных компонентов. Из-за плохой разведанности месторожде-

ний иногда планируются, проектируются и строятся достаточно крупные обогатительные и обрабатывающие предприятия на какое-то определенное качество полезного ископаемого, которое потом не подтверждается, и значительный ущерб приносит необходимость переоборудования и переналаживания фабрик. Естественно, в таких случаях предпочтительнее разрабатывать месторождения с наиболее достоверно разведанными запасами и на благоприятных участках.

Сущность предложений сводится к тому, что в зависимости от разведанности залежей применительно к группе скважин, где наиболее благоприятные условия, планируется раскройка всего поля месторождения на ряд "кварт" или "выемочных блоков". Пример такой раскройки применительно к случаю песчано-гравийной смеси, а также в случае разработки угольной залежи, показана на рис. 11. При этом вся залежь делится на блоки так, чтобы их разработку можно было осуществить за какой-то период времени, например, год, предельно — два.

Таким образом, все карьерное поле будет разделено на блоки и такие блоки могут разрабатываться независимо друг от друга или последовательно таким образом, чтобы соблюсти данные по эксплуатационной разведке.

Можно рассматривать выемочные блоки как малые карьерные поля с независимыми временными схемами вскрытия, системами разработки, комплексом механизмов и их элементами и с учетом строения залежи и качеств полезных ископаемых и вскрышных пород. Такая технология особенно ценна в тех случаях, когда необходимо по экологическим условиям не делать внешние отвалы. Каждый блок по мере разработки может заполняться как емкость для внутренних отвалов, затем рекультивироваться и сдаваться землепользователям.

Таким образом, предлагаемая технология разработки выемочными блоками или выемочными участками рассчитывается так, что каждый выемочный участок можно отработать в течение одного-двух лет, что позволяет добиться разработки только высокоразведанных участков, большей степени разделения горных пород и полезных ископаемых по сортам и видам, сведет к минимуму капиталовложения и приведет к быстрому их возврату. Конечно, при этой технологии необходима общая мощность предприятия по видам и сортам полезного ископаемого может быть достигнута за счет эксплуатации нескольких участков одновременно. Этим же самым регулируется возможная неравномерность работы потребителей.

5. ВОЗМОЖНОСТИ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТОК С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ОТКОСАМИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ

Горной наукой давно установлено, что углы откосов бортов карьеров имеют принципиальное значение для возможности открытых горных разработок. Как известно, от углов откосов бортов карьеров зависит прежде всего объем вскрышных пород. Она пропорционален первой и второй степени значения котангенса угла откоса.

При равнинном рельефе поверхности достаточно точно общий объем горной массы в карьере (m^3) можно определить по выражению

$$V = S_{\text{д}} H_{\text{к}} + \frac{1}{2} P_{\text{д}} H_{\text{к}}^2 \operatorname{ctg} \gamma_{\text{ср}} + \frac{\pi}{3} H_{\text{к}}^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma_{\text{ср}}$$

где $S_{\text{д}}$ — площадь дна карьера, m^2 , $H_{\text{к}}$ — глубина карьера, m , $P_{\text{д}}$ — периметр дна карьера, m ; $\gamma_{\text{ср}}$ — усредненный угол откоса бортов, градус.

Площадь, форма контура и периметр дна карьера в первую очередь зависят от размеров и конфигурации залежи. Дну карьера придается по возможности округленная форма с целью повышения устойчивости бортов и уменьшения объема извлекаемых вскрышных пород.

При малых периметрах и площади дна карьера прежде всего влияет разнос бортов карьера и, следовательно, наибольшее значение имеют углы откосов бортов для вычисления объемов. При больших площадях дна карьера и периметре горных работ решающее значение приобретает объем, слагающийся из произведения площади дна карьера и глубины карьера.

Углы откосов бортов карьера зависят прежде всего от свойств пород и их устойчивости. Иногда их можно принимать по условиям устойчивости до 40–60 град, при менее устойчивых породах их можно принимать от 30 до 45 град, а при малоустойчивых породах углы откосов бортов принимаются от 10 до 30 град.

Вместе с проблемой устойчивости большое значение для величины углов откоса бортов карьера имеет расположение транспортных коммуникаций, соединительных и предохранительных берм. Практика проектирования карьеров и их эксплуатации свидетельствует, что более важное значение для объема работ по разному бортов имеют транспортные коммуникации и поэтому обычно даже в скальных породах углы откосов бортов не превышают 25–30 град, за исключением тех уступов, которые вскрываются внешними траншеями. Из этих предпосылок очевидно, что проблема увеличения углов откоса бортов карьера (в принципе до вертикальных) имеет огромное значение для общего объема горной массы в карьере, для транспорта горной массы и соответственно для расположения отвального хозяйства на поверхности.

Если бы удалось достичь приблизительно вертикальных углов откоса, то это бы решающим образом сказалось на экономике горных работ и экологии горного производства; по существу этот фактор является решающим фактором для будущих технологий открытых горных работ.

Как известно, в прочных устойчивых породах при сооружении скважин и шахтных стволов без крепления можно углубляться на десятки и более метров. В отдельных случаях шахтные стволы без постоянного крепления могут быть сооружены на глубину в несколько сотен метров. Устойчивость бортов карьера, как известно, зависит также и от формы выемки в массиве. При правильных формах (круглых, овальных) достигается наибольшая степень устойчивости выработок без постоянного крепления. Теория о том, что горное давление растет интенсивно при увеличении глубины горных работ, не подтверждается

практикой проходки шахтных стволов. Практика показывает, что независимо от глубины крепь делают одинаковой толщины.

Конечно, так происходит до определенного диаметра. Расчетами и практикой сооружения "опускных колодцев" (пример Японии, СССР и других стран) доказано, что можно углублять такие сооружения даже в слабых породах до глубин порядка 60–100 м при диаметре опускных колодцев порядка 60–100 м. В устойчивых породах при диаметре круглого и овального сечений выработок до 100–150 м можно добиться устойчивости при относительно небольшой мощности крепления.

В результате такого рассуждения можно считать, что или с поверхности, или в глубине карьера можно создавать выемки диаметром до 150 м и глубиной до 60–150 м с небольшой мощностью крепления. Эта мысль показывается на примере асбестовых карьеров, глубина которых достигла 400–500 м. Для дальнейшей эксплуатации асбестовых залежей разнос бортов затруднен и связан с огромными затратами (рис. 12).

При разработке выемок с вертикальными откосами бортов встают две главные проблемы. Первая — как производить выемку породы и какими средствами и как выдавать породу и руду (полезные ископаемые) на поверхность; и вторая — как добиться устойчивости при вертикальных углах откосов бортов карьеров или близких к ним.

По первой проблеме готовые решения имеются. Прежде всего надо производить не массовые взрывы, а работать малыми уступами, высотой 1,5–3 м, и в качестве погрузочных средств использовать экскаваторы небольшой мощности или ковшовые погрузчики, которые могут эффективно работать при четкой организации производства. Предполагается обуривание забоев по всей площади дна карьера. Второе — массовое взрывание всего забоя с предварительным взрывом по контуру для того, чтобы сохранить устойчивость пород. Третье — выемка и доставка взорванной массы к месту отгрузки. Погрузку взорванной массы, как пустых пород, так и полезного ископаемого, следует производить в большегрузные сменные (съёмные) контейнеры грузоподъемностью до 25–50 т. Подъем контейнера может производиться подъемными кранами грузоподъемностью до 30–60 т. Такие мощные краны изготавливаются промышленностью. Доставка контейнеров производится либо на промежуточный уступ, либо на рабочую площадку на поверхности. Вокруг выемки должна быть создана рабочая площадка для крана, который может перемещаться по контуру выемки.

Таким образом, проблема подъема и транспорта может быть решена за счет использования сменных контейнеров большой грузоподъемности. Конечно, в этой выемке основная масса будет принадлежать полезному ископаемому, но с участием доли вскрышных пород. В дальнейшем и полезное ископаемое, и пустые породы могут транспортироваться авто-тракторным и железнодорожным транспортом в сменных контейнерах. Эти варианты должны быть специально проработаны.

Наиболее непривычным технологически является доставка грузов. Она должна быть продумана и проработана с таким расчетом, чтобы

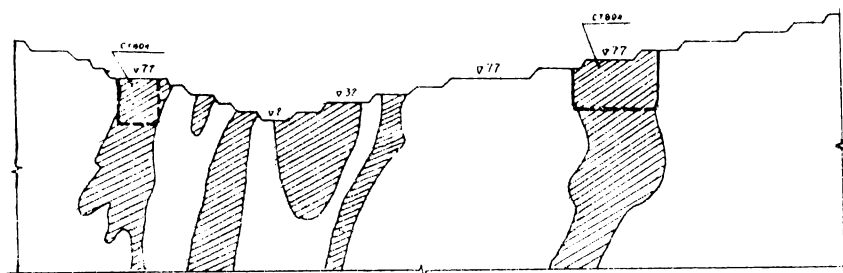


Рис. 12. Пример выемки руды с вертикальными углами откосов бортов в контуре карьера.

можно было делать выемки диаметром 10–50, 100 м и возможно более. Выемка горной массы из "колодца" может производиться на достаточную глубину, а затем, если месторождение (или залежь) не полностью вписывается в контур колодца, то тогда нужно сооружать второй колодец и работать с прежними углами откосов бортов.

Конечно, идеальный случай — это вертикальные откосы бортов, но вполне допустимым является ступенчатый профиль. Например, каждая ступень по глубине определяется в 20–30 м. Оставляется берма шириной 2–3 м, а дальше углубка продолжается при меньшем диаметре выемки. В этом случае можно значительно надежнее укрепить борт карьера временной или даже постоянной крепью, которая сделает безопасным производство горных работ на глубину 3–4 этапов.

6. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Как известно, существуют три способа добычи твердых полезных ископаемых: подземный способ, открытый способ и нетрадиционные скважинные технологии добычи полезных ископаемых из недр.

Так сложилось, что науки применительно к каждому способу разработки практически не связаны друг с другом. Для каждого способа имеются решения по вскрытию месторождений, по системам разработки, по комплексу сооружений на поверхности и другим факторам.

Любое месторождение может быть разработано любым из способов и их комбинациями. Конечный результат должен быть безопасным для производства горных работ, должен удовлетворять прежде всего экологическим требованиям и быть экономичным, т.е. прибыльным на каждом этапе горных работ.

На сегодня общее решение проблемы отсутствует, каждый из способов обычно является самостоятельным решением. Сравниваются эти способы по конечным экономическим результатам в виде нужных капитальных затрат (инвестиций) и эксплуатационных расходов. При этом часто оказывается, что любое индивидуальное решение по разработке не дает оптимального ответа даже при наличии нескольких вариантов.

Переход с одного способа разработки на другой является непривычным и всегда связан с дополнительными и бросовыми капитальными затратами. Конечно, было бы лучше, если бы разработка любого месторождения могла быть продумана заблаговременно и были бы найдены по совокупности безопасных, экологических и экономических условий оптимальные решения применительно к каждому участку месторождения или к каждому эксплуатационному блоку месторождения.

Имеет огромное значение то обстоятельство, что разведанность месторождений по категориям А, В, С обычно в начале разработок является недостаточной и планирование разработки одним из способов не гарантирует достоверности последующих экономических результатов.

Возникла необходимость создания общей теории разработки любого месторождения по его частям, участкам и блокам для оптимальности решений экологического, экономического и безопасного аспектов горного производства.

На современном этапе такой подход выработался методологией геоинформатики, что позволяет ставить вопросы о современных методах назначения способов разработки и этапности производства горных работ применительно к разнородным участкам, разнородным видам полезных ископаемых и горных пород и при различных и разнообразных условиях горных работ.

Например, на рис. 13 изображены залежи (в принципе рудные), которые могут быть отработаны от поверхности и до конечной глубины подземным (рис. 14) или открытым (рис. 15) способом или другими нетрадиционными способами.

Пространственно-временной метод планирования и проектирования горных работ, так же, как и их последующее производство, основывается на математической модели, в которой все месторождение и горный отвод разделяются на сумму вертикальных блоков применительно к разведочным скважинам. Каждый блок (ориентировочно размером 150x150 м) по вертикали делится на условные "этажи" высотой 75 м. При этом получается сумма блоков, которые могут быть описаны по известным геолого-разведочным материалам с содержанием полезных компонентов в виде извлекаемых ценностей C_1, C_2, \dots ; запасы каждой ценности Z_1, Z_2, \dots ; объемы, необходимые для извлечения пустых пород, P_1, P_2, \dots ; объемы выработки, которые необходимы для извлечения данного блока, O_1, O_2, \dots (это могут быть и подземные, и открытые выработки).

В результате все месторождение или конкретно каждый блок может быть описан какими-то ценностно-стоимостными показателями и затрачиваемыми средствами на их добычу C_1, C_2, \dots и т.д.

Модель месторождения является статичным материалом. Но, как известно, горное производство развивается во времени, начиная с начального этапа строительства и кончая завершающим этапом ликвидации предприятия. При этом, конечно, затраты и полученные ценности должны корреспондироваться во времени с доходами или прибылью, которые могут быть получены предприятием.

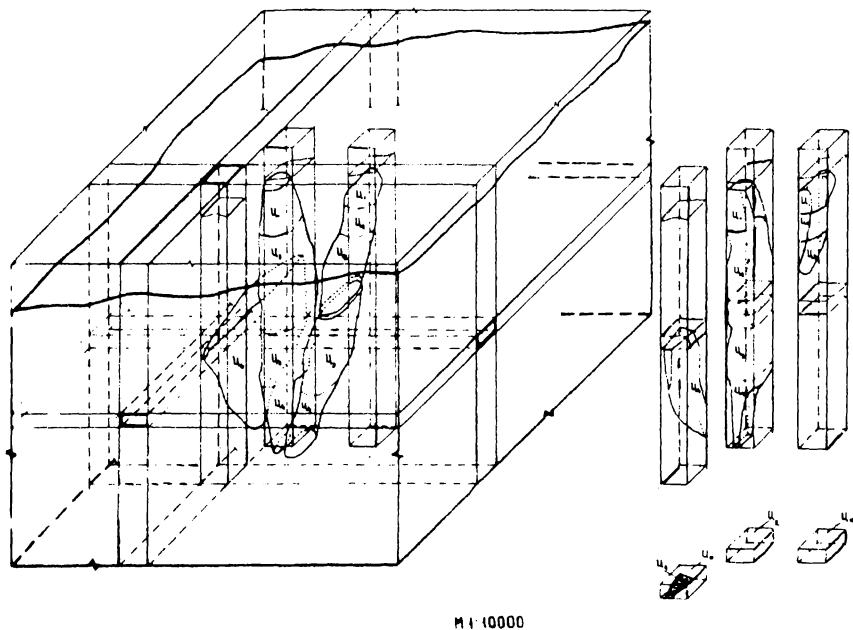


Рис. 13. Пример рудной залежи.

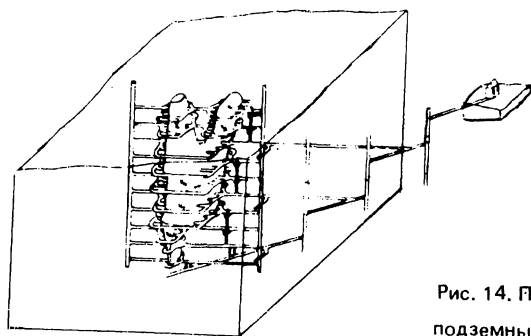


Рис. 14. Пример отработки рудной залежи подземным способом.

Дело осложняется тем, что месторождение не может разрабатываться по произвольному порядку. Этот порядок должен обеспечивать начало горных работ и последовательность выемки всех блоков, т.е. должна быть установлена "система" при любом способе разработки в виде закономерности (последовательности) выемки горной массы.

Для упрощения математического решения задачи можно допускать, что каждый блок, в пределах горного отвода, описывается одной точ-

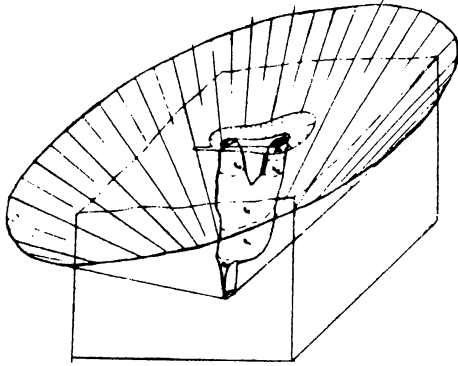


Рис. 15. Пример отработки рудной залежи открытым способом.

кой с рядом показателей ценностей, запасов и т.д., принадлежащих этой точке. Такая логика предписывается первыми представлениями о науке – геоинформатике.

Для идентичных чертежей с учетом “системы и последовательности разработки” создается полное описание в пространстве и времени выемки отдельных блоков с учетом, что в каждом блоке есть запасы полезного ископаемого определенного качества и объема пустых пород. При этом для каждого запаса и каждого объема пустых пород должна быть обязательно предусмотрена некоторая система выработок для транспортировки грузов, подачи воздуха, а в случае подземных работ – для прохода или доставки людей.

Для каждого из способов (открытый, подземный, новые технологии) должна быть полностью описана вся система выемки от начала до конечной глубины с учетом возможных потерь полезного ископаемого в недрах. Для каждой из этих систем (способа разработки) составляются графики режима горных работ на весь период производства горных работ.

Такие графики означают основу для дальнейших экономических расчетов и сопоставлений. При этом создается основа для многовариантных сравнений посредством ЭВМ выемки каждого из упомянутых блоков с учетом возможного времени поступления на поверхность запасов и объемов пустых пород и на этой основе возможного получения прибыли для действующего предприятия.

На этом основании решается применительно к каждому участку месторождения, каким способом его выгоднее разрабатывать и какие возможны сроки получения конечного продукта и прибыли.

ЧАСТЬ У В ПОМОЩЬ МОЛОДОМУ ИССЛЕДОВАТЕЛЮ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Около 900 докторов и более 18 тыс. кандидатов наук выполняют научные исследования по всем разделам и направлениям горных наук применительно ко всем отраслям и видам горного производства более чем в 100 научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтах и более чем в 60 вузах страны. Ежегодно в стране защищаются более 1000 кандидатских и докторских диссертаций в области горных наук, готовится несколько тысяч аспирантов очной и заочной подготовки, а вместе с ними — тысячи студентов горных вузов и факультетов страны приобщаются к научным исследованиям, выполняемым коллективами ученых (аспирантура, соискатели, УИРС, НИРС и другие формы).

Как и другие виды деятельности человека, научная деятельность является профессией и, следовательно, для этого необходима профессиональная подготовка, осуществляемая в основном в аспирантуре.

К сожалению, учебные программы аспирантской и, тем более, инженерной подготовки не предусматривают целеустремленно направленного изучения ряда общенаучных и специальных дисциплин, крайне необходимых для полноценного формирования молодого научного работника как исследователя. Наибольшие затруднения в этом плане испытывают аспиранты заочной формы подготовки, индивидуальные соискатели и студенты вузов.

В помощь им, а также их молодым руководителям на основе обобщения опубликованной научно-методологической литературы и личного опыта ниже излагаются сведения, поясняющие значение логики, научных законов и закономерностей, теории, опыта и экспериментов, процесса познания научных истин, формулировки научных проблем и научных задач, план научной работы применительно к проблемам горных наук.

Наука — это сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. Наука (понятие) включает в себя как деятельность по получению нового знания, так и результат этой деятельности — сумму полученных к данному моменту научных знаний, образующих в совокупности научную картину мира. В ходе исторического развития наука превратилась в производительную силу общества и важнейший социальный институт.

Непосредственные цели науки — описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности, составляющих предмет ее изучения на основе открываемых ею законов, т.е. в широком смысле слова — теоретическое отражение действительности.

Наука как производство знания представляет собой весьма специфическую форму деятельности, существенно отличную как от деятельности в сфере материального производства, так и от других видов собственно духовной деятельности. Если в материальном производстве знания

лишь используются в качестве идеальных средств, то в науке их получение образует главную и непосредственную цель, независимо от того, в каком виде воплощается эта цель — в виде ли теоретического описания, схемы технологического процесса, сводки экспериментальных данных или формулы какого-либо препарата. В отличие от видов деятельности, результат которых бывает заранее задан до начала деятельности, научная деятельность называется таковой лишь постольку, поскольку она дает приращение нового знания.

Развитию науки свойствен кумулятивный характер: на каждом историческом этапе она суммирует в концентрированном виде свои прошлые достижения, и каждый результат науки входит неотъемлемой частью в ее общий фонд, не перечеркиваясь последующими успехами познания, а лишь переосмысляясь и уточняясь.

Логика исследований.

Логика — наука о формах и законах правильного мышления, приводящего к достижению (познанию) истины.

Незнание логики делает исследователя беспомощным. Нередки случаи, когда выводы не следуют из посылок, понятия неточны, доказательства многословны и сумбурны. Работа исследователя будет плодотворной, если он путем сравнений, сопоставлений фактов, обобщений и т.п. делает выводы не только о том, что непосредственно воспринимается, но и о том, что непосредственно воспринять нельзя.

Известны четыре закона логики: тождества, противоречия, исключения третьего и достаточного основания. Познать процессы, явления — значит найти законы их развития и изменения, уметь их использовать в интересах исследователя. Использование законов логики обеспечивает получение исследователем верного вывода в результате рассуждений по теме исследования.

З а к о н т о ж д е с т в а требует, чтобы всякому понятию в течение определенного мыслительного акта придавалось и то же значение; нельзя произвольно и беспричинно менять содержание и объем понятий.

З а к о н п р о т и в о р е ч и я утверждает истинность одной из двух противоположных мыслей, взятых в одном и том же смысле, времени и отношении. Доказав истинность одной из них, мы тем самым отвергаем другую.

З а к о н и с к л ю ч е н и я т р е т ь е г о. Логичными о каком-либо предмете или явлении могут быть два суждения, одно из которых что-либо утверждает, а другое отрицает. Этот закон лежит в основе широко применяемых так называемых косвенных доказательств.

З а к о н д о с т а т о ч н о г о о с н о в а н и я заключается в обосновании всякой правильной мысли другими мыслями, истинность которых доказана; наши мысли в любом рассуждении должны быть внутренне связаны между собой, вытекать одна из другой, обосновывать одна другую.

Форма мысли, в которой отображается наличие или отсутствие какого-либо признака или связи у предмета или явления, называется суждением. Известны категорические, условные (если будет прибор —

ставим опыт), разделительные, утвердительные, отрицательные, проблематические и другие суждения. Целостная совокупность суждений (т.е. мыслей, в которых что-либо утверждается об отличительных признаках исследуемого объекта), ядром которой является суждение о наиболее общих и в то же время существенных признаках исследуемого объекта, называется понятием. Носители понятий — слова и термины. И хотя понятия — итог познания предмета, явления, они постоянно изменяются, уточняются, углубляются и совершенствуются по мере развития науки, техники, производства. Любая наука представляет собой стройную систему взаимосвязанных понятий — и все они должны быть на каждый период времени доступны пониманию специалистов, иметь, как правило, однозначное толкование и четкость определения.

Мышление начинается там, где имеется проблемная ситуация. Сочетание нескольких мыслей, позволяющее из имеющихся мыслей получить в результате логического действия новое знание, называется умозаключением. Умозаключение является элементом творческого процесса исследования, выраженного в переработке опыта, накоплении знаний, их обработке и выведении с доказательством необходимости этих новых понятий.

Умозаключения имеют разновидности. Основными среди них являются: и н д у к ц и я — умозаключение от частного (единичного) к общему (как правило, оно нуждается в практической проверке); д е д у к ц и я — умозаключение от общего к частному; а н а л о г и я — вывод о сходстве двух предметов, явлений.

Логический прием (метод исследования), состоящий в том, что изучаемый предмет расчленяется на составные части (признаки, свойства, отношения), каждая из которых изучается в отдельности, называется а н а л и з о м. Анализ должен завершаться изучением явления во всем многообразии его свойств и связей. Мысленное соединение частей предмета, расчлененного в процессе анализа, установление взаимодействия и связей частей и познание этого предмета как единого целого называется с и н т е з о м.

Анализ и синтез совершаются в связи с другими логическими приемами — обобщением, абстрагированием, сравнением. О б о б щ е н и е — логический прием, с помощью которого производится мысленное выделение каких-либо отличительных черт, присущих данному классу предметов или явлений, и формулирование вывода, который распространяется на каждый отдельный предмет. А б с т р а г и р о в а н и е — выделение существенных признаков и свойств конкретного предмета или явления. С р а в н е н и е — установление сходства и различия явлений и предметов.

К л а с с и ф и к а ц и я — распределение предметов, явлений, процессов на взаимосвязанные классы, согласно наиболее существенным признакам, по их сходству. Каждый класс — это соединение сходного и разъединение разнородного. Правильно составленная классификация, отобразив закономерности развития классифицируемых объектов, вскрывает связи между изучаемыми объектами и помогает исследователю

ориентироваться в работе, а также служит для обобщающих выводов и прогнозов.

Составление классификации подчиняется следующим правилам*: следует принять одно и то же основание, объем членов классификации должен равняться объему классифицируемого класса (соразмерность деления), члены классификации должны взаимно исключать друг друга (не вводить сразу в два класса), подразделение на подклассы должно быть непрерывным.

В научной классификации необходимо применять индукцию и дедукцию в их диалектическом единстве.

Классификации бывают естественными (в основе которых находится существенный признак, определяемый природой изучаемых предметов и явлений) и искусственными (в основе — произвольный признак, выбранный исследователем). В горных науках, как правило, классификация изучаемого явления или процесса производится на начальной стадии исследования по избранной теме.

В процессе работы исследователю постоянно требуется что-то доказывать, подтверждать. Доказательство — прием, к которому прибегают, чтобы убедить в правильности тезиса, достоверности познания. Всякое доказательство есть вывод истинности доказываемой мысли из других мыслей, признанных истинными. Оно состоит из тезиса — мысли, которая требует доказательства, довода — мысли обоснования и демонстрации — логического рассуждения, в процессе которого из доводов выводится истинность тезиса.

Доказательства бывают прямые (основание и доказательство являются истинными положениями) и косвенные (истинность тезиса обосновывается посредством опровержения истинности противоречащего ему положения).

Для того чтобы доказательство завершилось успехом, нужно пользоваться правилами доказательства, которые определяются законами логики. Основные ошибки доказательства обычно связываются с неясностью тезиса, а также с неправильностью или ненадежностью оснований доказательства.

О гипотезе, теории, законе, опыте, экспериментах.

Научное исследование можно охарактеризовать как процесс, начинающийся с некоторых посылок — гипотеза (гипотеза — догадка) о факте, в настоящее время недоступном для обнаружения (предложение в научном исследовании). Если устанавливается новый факт или делается новый вывод и они явно не согласуются с ранее принятым объяснением, то возникает необходимость выдвинуть новую гипотезу, которая учитывала бы как новые, так и ранее существовавшие условия и объясняла бы их вместе.

Важнейшее значение в решении задач горного дела имеет научное предвидение, выдвижение гипотез, предположений. Правильный прогноз — одна из высших форм научного предвидения. Наши возможности

* К о н д а к о в И. Н. Логический словарь-справочник. — М.: Наука, 1975.

научно обоснованного предвидения (не имеется в виду необоснованная фантазия) ограничены диалектическими законами эволюции производства и экономики. Следует помнить, что знания, на основе которых создаются прогнозы, происходят из сравнительно ограниченной области прошедшего опыта. По этой причине многие предсказания и гипотезы действуют краткое время и рушатся или видоизменяются под влиянием новых факторов.

Наукой и техническими усовершенствованиями, особенно в СССР, занимается очень большой круг людей, в принципе — все общество. Каждодневно появляются новые достижения в различных отраслях науки производства. Предположения и гипотезы горных наук, созданные в отрыве от достижений, например, в области энергетики, машино- и приборостроения, экономики и т.п., могут приводить к чрезвычайно быстрому старению гипотезы, а решения — к выдвиганию гипотез, не удовлетворяющих прогрессу.

Следует признать, что в горных науках число научно обоснованных гипотез и прогнозных предположений пока еще крайне мало, а жизненность и степень доказательности некоторых предложенных решений невелики. Отсутствие обоснованных предположений и гипотез довольно часто приводит к тому, что отдельные научные работы не имеют главного — руководящей технической идеи, которой были бы подчинены все частные наблюдения, обобщения, расчеты и эксперименты.

Конечно, в научной деятельности возможны изучение и систематизация явлений и фактов, наблюдаемых в природе и производстве без заранее заданной гипотезы. Могут иметь место и случайные открытия или установление закономерностей, предположения или гипотезы, существование которых заранее не предполагалось. Такого рода поисковые работы встречаются в науке, однако они не могут служить основной формой научной деятельности. Следует, конечно, принципиально различать идейную направленность научной работы, наличие гипотез, с одной стороны, и идеализацию, беспредметное упрощенчество природных и производственных явлений — с другой.

В горных науках имелось немало случаев, когда в качестве “научно доказанных” выдвигались положения, основанные на математически или экономически обработанных условиях предположениях, не связанных с объективно существующими производственными и природными явлениями и фактами (например, при неудачном пользовании аналитическим методом в решении горных задач). Их авторы, не будучи в состоянии охватить математическим аппаратом всю сложность и многогранность задачи, идеализировали условия настолько, что получаемые решения не отражали объективно существующих закономерностей и приводили к неправильным выводам. Подобные работы далеки от настоящей горной науки.

Гипотезы, ставшие теориями, выражают всеобщие и необходимые отношения, хотя и существуют только в условиях, проявившихся в процессе их проверки. Основу гипотезы составляют положения, установленные экспериментально, в силу чего она опирается на объективную реальность. Сама же гипотеза является рассудочным построением, нуждающимся в экспериментальной проверке.

Под теорией понимается: гипотеза, которая получила определенное подтверждение; систематизированный комплекс знаний, включающий факты, законы, выводы и т.п., которые могут быть истолкованы на основании каких-то представлений. Теория — это научное единство знаний, в котором факты и гипотезы связаны и подводятся под общий закон.

Открытие законов или закономерностей — основная цель научного исследования. Опираясь на законы и закономерности, наука получает возможность не только объяснить существующие факты и события, но и предсказывать новые. Закон в науке — это положение, выражающее всеобщий ход вещей в какой-либо области.

Чтобы сформулировать закон науки, необходимо абстрагироваться от всех несущественных связей и отношений изучаемой объективной действительности и выделить лишь связи существенные, повторяющиеся и необходимые.

Эмпирические законы, полученные из опыта, имеют лишь относительное значение, поскольку они действительны только при определенных условиях и определенных предпосылках.

Как известно, "практика — критерий науки", т.е., чтобы наука была достоверной, она должна сводиться к опыту, но познание не должно останавливаться только на опыте. В целях науки опыт должен быть упорядочен, проверен, объединен, исправлен и дополнен с помощью мышления.

Основой горной науки и источником существования являются факты горного производства, экспериментов и натуральных наблюдений. Недооценка роли непосредственных наблюдений и экспериментов, преувеличение роли абстрактного мышления в науке вообще, и в горных науках в особенности, приводят к неверным умозрительным выводам.

В горных науках распространены исследования, в которых экспериментаторы, опираясь на факты в развитии техники, технологии и экономики горного производства и передовой опыт, делают технико-экономические выводы о целесообразных направлениях дальнейшего прогресса. Однако среди работ данного направления имеются и такие, в которых при широком использовании действительных фактов и примеров не определено главное — тенденции и направления развития технических средств, технологии или организации работ.

Только факты без теоретического обобщения не составляют науки, сколько бы в них ни было собрано и приведено действительных примеров из производства; все это лишь груда сырого материала, не составляющая науки. Среди части работников горного производства и горной науки все еще имеет место непонимание этого положения, что наносит ущерб науке и производству.

Науки вообще, и горные в частности, решают свои задачи путем изучения фактов и опыта, теоретического их обобщения и затем практической проверки соответствующих положений и выводов. При этом действительность отражается в форме абстрагированных понятий и положений, обобщенных в виде теорий, гипотез, законов, закономерностей и т.п.

Только с помощью научной абстракции и теоретического мышления горняки могут отвлечься от случайных фактов, от случайных связей

в изучаемых явлениях, процессах или технологиях, могут проникнуть в их глубину и установить объективные закономерности, лежащие в основе изучаемых явлений и понятий.

Формы практической связи горных наук и горного производства весьма разнообразны. Существует как непосредственная взаимосвязь, учитывающая текущие нужды науки и производства, так и перспективная. Форма непосредственной связи, при которой наука решает неотложные и, можно сказать, частные задачи производства, крайне необходима для практики социалистического строительства. Однако законы развития науки таковы, что научная мысль должна намного опережать непосредственные запросы производства.

Проблемные вопросы решаются обычно горными науками посредством рекомендаций, осуществляемых через проекты новых и реконструируемых объектов горного производства. Здесь горной науке необходимо ставить и решать вопросы, практическое осуществление которых оказывается возможным только через десятилетия — по мере развития горных работ. Такие факты в развитии горной науки крайне полезны и необходимы. Эта форма связи науки и производства имеет важнейшее значение как фундамент технического прогресса горной промышленности и должна всемерно развиваться.

Обычно, характеризуя те или иные проекты, оперируют прежде всего такими понятиями, как стоимость и сроки реализации. Однако главным в содержании проекта является цель, ради которой он выполняется. Поэтому для заказчиков, а также для разработчиков и исполнителей каждого конкретного проекта главная цель — достижение поставленной перед ними цели.

Но и этого не всегда оказывается достаточно. Ведь крупные проекты затрагивают многие стороны нашей жизни, и их реализация может иметь серьезные и долгосрочные экономические и социальные последствия.

Все эти факторы и возможности должны тщательно анализироваться на этапах разработки и реализации проекта. Общество во все большей степени осознает объективную необходимость детальных и всесторонних оценок крупных проектов. При этом характерным является понимание того факта, что размер потерь от реализации проекта в некоторых (пусть даже очень редких) случаях может значительно превысить как затраты на сам проект, так и эффект от его удачной реализации.

Отсутствие социальной экспертизы крупномасштабных проектов может приносить большие экологические и человеческие издержки. Надо свести их к минимуму или полностью исключить.

Иначе говоря, впервые комплексно и на государственном уровне поставлена серьезнейшая социально-экономическая задача: создать объективный и надежный механизм исключения нежелательных последствий на базе всесторонней экспертизы крупномасштабных проектов. Такая постановка является, безусловно, своевременной и служит своего рода вызовом для ученых и специалистов, связанных с управлением НТП в стране.

Как же должна реализовываться эта задача? Что необходимо для ее решения? Прежде всего обратимся к проблеме отбора новшеств (аван-

гартных технологий, перспективных моделей и образцов новой техники, изобретений, передовых идей и т.д., часто объединяемых сегодня единым понятием — инновации), обеспечивающих прорывы, революционные изменения на всех направлениях науки и техники с целью их первоочередного включения в сферу практической реализации.

Экспертиза, оценка и отбор — действия взаимосвязанные. Оценку и отбор наиболее удачного решения среди множества альтернативных вариантов можно осуществлять только на базе глубокой и всесторонней экспертизы. При этом должна творчески использоваться вся доступная отечественная и зарубежная научно-техническая, технико-экономическая, социальная информация независимо от ее ведомственной принадлежности и места хранения.

Насколько эффективно и надежно? Как и кем формулируются альтернативы, определяющие многовариантный характер анализа задач? Нет ли "волюнтаризма" в формировании самих групп оценщиков?

В системе оценки и отбора проектов нужен целостный, единый и универсальный механизм, который бы скрупулезно и методично просеивал инновационные предложения и альтернативы.

Только прошедшие такую экспертизу проекты могут выноситься на рассмотрение высших органов управления (Госплан, Совет Министров). При этом оппонентами во время рассмотрения должны выступать представители государственной экспертизы.

Для горных наук обязательна строгая доказательность и проверка опытом и экспериментом всех главных решений и выводов. Ни одно научное положение не может быть принято, если оно не доказано или не основано на конкретной практике. Вместе с тем не всякое положение науки может быть подвергнуто непосредственному испытанию в данный момент практикой, опытом или лабораторным путем (например, научные решения по вскрытию залежей и по системе их разработки проверяются на первом этапе через проектные решения). Проверка практикой рано или поздно происходит при реализации проектов и конструкций, в результате чего уточняются или меняются научные представления, послужившие базой для первоначальных решений.

Первоначальные знания о происходящих в мире изменениях мы получаем через наблюдение (систематическое и планомерное восприятие, проводимое с определенной целью при изучении какого-либо объекта). Хорошему наблюдателю необходимо понимать задачи наблюдения, обладать предварительными знаниями (литературные источники, отчеты) о предмете, вести наблюдения по предварительному плану с достаточной полнотой и глубиной.

К эксперименту приступают после того, как наблюдение процессов в их естественном виде уже закончено и можно создать условия возникновения процессов и вмешаться в ход их развития. Эксперимент имеет две фазы. В первой фазе вызывается появление предполагаемых объективных условий, во второй — констатируются результаты развития процессов в созданных условиях. В отличие от наблюдения в эксперименте объект исследования ставится в искусственные условия для изучения его с разных сторон под влиянием разных факторов, т.е. экспериментатор задает вопросы и заставляет природу отвечать на них. Для этого

следует: изолировать объект от несущественных и побочных явлений; многократно воспроизводить ход процессов в определенных условиях по заданной программе; планомерно изменять условия эксперимента. Эксперимент можно делать на модели (форма и средство научного познания), представляющей собой систему, находящуюся в определенных отношениях с натурой. Модели могут быть мысленные и материальные, но в обоих случаях должно быть теоретическое обоснование моделирования. К сожалению, моделирование как таковое, особенно разработки принципов моделирования, в горных науках развиты недостаточно.

Исследователь, выступая в качестве экспериментатора, размышляет уже над имеющимися фактами с целью создания своих гипотез, находит необходимые условия, в которых нужно подвергнуть знания проверке, тогда как в качестве наблюдателя он сосредоточивает свое внимание на регистрации и собирании фактов.

Исследование и раскрытие противоречий горного производства – важное условие прогресса горной науки, задача которой состоит в том, чтобы выявить тенденции развития противоречий и на этой основе определить общее направление процессов развития горного дела.

Процесс познания при исследовании.

Представление о том, что такое данный предмет или явление, дают философские категории содержания и формы. **С о д е р ж а н и е** – это совокупность элементов и процессов, образующих данный предмет или явление. **Ф о р м а** – это структура, организация содержания, внутренне ему присущая. Содержание и форма неотделимы друг от друга, они едины. Содержание определяет форму, так как первое отличается большей активностью и в силу присущих ему противоречий постоянно развивается; при изменении содержания изменяется и форма. В то же время форма активно воздействует на содержание, способствует развитию последнего или тормозит его. Например, форма организации научно-исследовательских работ может способствовать или тормозить исследовательскую работу коллектива, что в силу бюрократической постановки встречается очень часто.

Исследователь при изучении явлений должен быть связан с выявлением категорий причины и следствия. Как известно, всякое явление имеет свои естественные причины и вызывает определенные следствия, т.е. служит источником других явлений. Именно поэтому всякое исследование необходимо начинать с установления причинно-следственных отношений. **П р и ч и н о й** называется явление или группа взаимодействующих явлений, вызывающая новое явление. Явление, возникшее в результате действия причины, называется **с л е д с т в и е м**. Причину нельзя смешивать с поводом. **П о в о д** – событие, предшествующее следствию и давшее толчок к его действию. Причину следует отличать от условий, в которых она действует. Причинность имеет всеобщий, универсальный характер.

Необходимость и случайность могут превращаться друг в друга. Необходимость – главное направление, тенденция развития, но пробиравает себе дорогу через массу случайностей, которые дополняют необходимость, представляют собой форму ее проявления.

Исследователь должен ориентироваться на познание необходимости. Всякая необходимость сначала существует в форме возможности, которая превращается в действительность только при наличии благоприятных условий. Предпосылки для возникновения нового, имеющиеся в существующем, получили название возможности. Действительность — это реализованная возможность. Абстрактная возможность — возможность, которая в данных условиях не может быть реализована. Реальная возможность — осуществима.

Научный метод — точный способ, выработанный логикой для достижения знания. Он включает несколько неразрывных фаз: фазу подготовки, когда обосновывается и всесторонне обдумывается предмет исследования; фазу исследования, в которой открываются новые объективные процессы или новые стороны в уже познанных процессах; фазу доказательства — установление рациональных связей и экспериментальное их подтверждение, и фазу объяснительную — в ней результаты шлифуются, чтобы стать материалом для рекомендаций, проектов и новых исследований.

Методы и средства научного исследования имеют первостепенное значение в развитии науки. Отсутствие метода исследования, даже при наличии гипотезы, ставит работу на грань произведения искусства, а не науки.

Подготовка молодого научного работника, как известно, предусматривает прежде всего приобретение им определенного минимума знаний и, главное, освоение основных методов и средств научных исследований в избранной области науки. Овладение методами исследований означает подготовленность к самостоятельной научной работе.

Наука не может развиваться без одновременного развития методов и средств научных исследований.

Универсального метода не существует; более того, каждая проблема и научная задача для решения требуют своего метода. Сюда входят самые различные теоретические и эмпирические приемы, применение которых ведет к решению поставленной задачи.

Исторически установлено, что метод есть разработанная самим исследователем схема упорядоченных последовательных операций, которые зависят от характеристик объекта исследования и определяют правила процесса познания.

Процесс научного познания состоит из непрерывной и последовательной постановки ряда научных вопросов на основании данных предыдущих исследований путем теоретического развития и экспериментирования.

В горных науках решение конкретной познавательной задачи требует применения различных методов. Совокупность этих методов образует схему последовательных операций в познавательном цикле исследования. Каждая операция осуществляется при условии совершенствования всех предшествующих ей операций.

Принципиально методика любого исследования может быть представлена следующим циклом операций: 1. Анализ проблемной ситуации, определение цели и задач исследования. 2. Рассмотрение задач исследо-

вания как системы. 3. Исследование истории и современного состояния проблемы и ее различных аспектов. 4. Исследование свойств элементов системы и выявление их противоречий. 5. Установление характера противоречий. 6. Исследование структуры системы как функции ее элементов. 7. Исследование системы в целом. 8. Исходя из сущности системы, установление типов и признаков ее предельных состояний. 9. Определение условий существования системы и возможностей ее развития.

Общие методы исследований можно подразделить на эмпирические (наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент), эмпирического и теоретического исследования (абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование), теоретического исследования (восхождение от абстрактного к конкретному, идеализация, формализация, аксиоматический метод). В горных науках, как правило, используется комплексный метод исследования.

Разработка методологии научных исследований, совершенствование известных и привлечение новых методов и средств исследований, естественно, не являются самоцелью и, например, не могут быть темой диссертации в области горных наук. Процесс совершенствования непрерывен и безостановочен. Если задачи решаются какими-либо известными методами с достаточной для практических нужд точностью и достаточно просто, нет нужды изыскивать новые методы их решения пусть даже с использованием новейших технических средств, не нужно "обнаучивать" то, что достаточно хорошо известно и проверено. Новые методы и новые технические средства эффективны, как правило, только для решения горных задач, новых по своей сущности, или тех, точность или трудоемкость решения которых старыми методами не удовлетворяли запросам горного производства и науки.

Горные науки включают в себя множество разнообразных задач, которые, как правило, находятся в сложной взаимной связи, требующей совокупного и комплексного их решения. По существу нет горных научных задач и проблем, к которым можно было бы подойти с обычной для математических задач меркой: "дано" и "найти". Горные науки пользуются большим разнообразием известных методов исследований. Однако наибольшее распространение получил метод технико-экономического анализа, который сопровождается, как правило, на графических, графоаналитических и аналитических, статистическом методах, методах вариантов, экстраполяции и интерполяции опытных и расчетных материалов. Такие отрасли горной науки, как горная электротехника, горное машиностроение, обогащение и др., весьма широко используют в решении своих задач лабораторные и натурные эксперименты.

В решениях горных задач часто выявляются эмпирические закономерности и используются приемы аналитического метода, при которых устанавливаются функциональные зависимости между исследуемыми величинами на основе обобщения и анализа статистических отчетных данных.

Однако специфические условия, выражающиеся в сложном характере залегания полезных ископаемых и форм месторождений, геометрии

чески неправильном распределении в залежах полезных компонентов, разнообразии свойств полезного ископаемого и пустых пород, сложной взаимосвязи производственных процессов, затрудняют и ограничивают возможности использования средств математического анализа в решении задач горной науки. Часто трудно или невозможно установить достаточно точные математические зависимости между условиями залегания и элементами изучаемой системы, с одной стороны, и технико-экономическими результатами разработки — с другой.

Именно в силу этого горные науки в решении многих собственно горных вопросов до настоящего времени не относятся к наукам точным. В них часто все еще преобладают качественные и неточные количественные сопоставления с широким использованием так называемого метода вариантов. Одна из причин этого — многообразие и громоздкость технико-экономических вычислений для выявления точных и оптимальных ответов. Имеет значение также известная конъюнктурность экономических показателей, используемых при решении горных задач.

Одно из наиболее важных изобретений нашего века — быстродействующие электронные вычислительные машины. Это изобретение позволяет все большему числу наук, в частности, горным наукам, перейти в разряд точных. Современный мир научных исканий означает прежде всего работу и творчество исследователя в гораздо более математизированном мире (см. "Геоинформатика").

Вычисление с помощью машин дает лучшие и более быстрые результаты только при условии хорошего знания математики широким кругом горняков, которым надлежит использовать новые возможности, предоставляемые наукой. Поэтому математическое образование и научное вооружение научных работников горного профиля должны непрерывно совершенствоваться.

Горные науки для решения непосредственно горных задач, к сожалению, пока еще имеют на вооружении очень мало собственных современных приборов. Решение части задач горного производства возможно путем использования устройств общего приборостроения. Вместе с тем специфичность задач и проблем остро ставит вопрос о создании самостоятельной, достаточно мощной, идущей быстро вперед отрасли горного приборостроения. Эту задачу необходимо решать самим ученым-горнякам. Однако пока еще не сформулированы специфические требования, технологические и технические условия на создание нужных для горных наук и производства специализированных приборов и вычислительных машин.

Так, например, в подавляющем большинстве случаев решение собственно горных задач неизбежно связано с весьма трудоемкими и громоздкими расчетами объемов (запасов) полезного ископаемого различных сортов и пустых пород. Трудности вычислений многократно увеличиваются из-за обилия возможных вариантов. Эта кропотливая и тяжелая работа, которая является базой для экономических обоснований и технических решений на современном этапе, только в редких случаях выполняется универсальными средствами вычислительной техники.

Для этого необходимы, прежде всего, специализированные машины, а без участия горняков-ученых, без предварительного обоснования методики действия такого рода машин нельзя рассчитывать на их серийное изготовление.

При всей мощности и важности современных средств математического анализа и вычислительной техники чрезвычайно важны правильные методические основы, закладываемые в расчеты, учитывающие все стороны и с необходимой степенью точности будущую горную технологию.

Известна популярность в настоящее время кибернетики, новизна и необычность многих ее выводов, относящихся к самым различным сферам человеческой деятельности. Безусловно, большое будущее и в горнопроизводстве принадлежит технической кибернетики, особенно управляющим машинам, осуществляющим поиски наилучшего решения поставленных перед ними задач. Они позволяют полностью автоматизировать самые сложные процессы производства. Перед горной наукой стоит проблема создания специализированных кибернетических машин и роботов, которые, подобно человеку, сами могли бы ориентироваться в обстановке и в зависимости от обстоятельств перестраивать программу своей работы.

Исследование – это процесс изучения явления или предмета с целью установления закономерностей его возникновения, развития, изменения. Этот процесс включает обобщение накопленного опыта и применение соответствующих инструментов, орудий и методов познания. Итоги исследования – получение новых знаний и на их базе – практических результатов.

Цель – организующее начало, представляемое и желаемое будущее событие или состояние, определяющее необходимость сделать выбор между несколькими возможностями. Все поведение исследователя есть движение от одной цели к другой.

Процесс научного исследования сложен и трудоемок. Первым этапом любой работы является постановка проблемы и научной задачи. Именно от ее правильной постановки в значительной степени зависит успех всей работы. Поэтому при формулировании задачи исследований необходимо иметь полный перечень исходных условий и возможных методов ее решения. Здесь же должны быть установлены ориентировочные сроки выполнения работы и необходимые для этого условия.

Вначале исследователь должен убедиться в невозможности с помощью имеющихся знаний объяснить и прогнозировать изучаемые явления и процессы.

Самое серьезное внимание необходимо обратить на выявление связей рассматриваемой целевой задачи с другими вопросами. Следует также расчленить главную проблему по возможности на более простые и элементарные вопросы.

Научное исследование невозможно без предварительной научной информации. Необходимо знать, что сделано и как сделано до тебя, учесть положительный опыт других и на этой основе дать свое, новое. Однако количество сведений, публикуемых в горной научной и технической литературе, непрерывно возрастает. Вместе с тем несвоевременное

поступление информации и недостаток времени на ознакомление со всей литературой наносят большой ущерб координации исследований и приводят к дублированию научных работ. Очевидно, будущий путь научной информации в области горного дела — это специальные запоминающие и узнающие машины в этой отрасли человеческого знания.

Сбор информации должен производиться на всех стадиях исследования.

Один из основных процессов научного творчества — изучение литературных источников. В ходе чтения технической литературы исследователь не только формально узнает написанное, но и критически воспринимает точку зрения автора, преломляя написанное под своим углом зрения. То есть в процессе чтения происходит не только познание фактического материала, но и стимуляция своих мыслей, идей.

Работая над источниками, следует вести записи главных авторских и, что особенно важно, собственных мыслей, возникающих у исследователя. Записи собирают и хранят в определенном порядке, а лучше на карточках, что позволяет систематизировать материал и время от времени размышлять над ним, используя его при написании статей, отчетов. В работе над записями необходимо добиваться простоты, ясности, краткости изложения материала.

Научный сотрудник, стремящийся познать закономерности явлений и процессов, должен накапливать определенный багаж знаний, усвоить научный язык и формулировки, постоянно повышать свою квалификацию путем чтения, бесед с коллегами, знакомства с исследованиями ученых, работающих в той же и смежных областях науки; четко формулировать цель и задачи своей работы, разрабатывать метод исследования для каждой научной задачи, обсуждать полученные новые знания и только после этого публиковать статью.

Самый большой недостаток исследователя — равнодушие; важными факторами успешной работы исследователя должны быть желание (сознательное стремление, цель и мотивы которого ясны) и стимулы, а не просто влечение, которое при первых же трудностях нередко пропадает.

Для успешного решения проблемы (научной задачи) необходимо, чтобы исследователь, зная ее, освободился от устоявшихся взглядов на ее решение и был способен вести поиски различных подходов к нему, убирая с пути ложные предположения и уменьшая граничные условия. Каждая часть решаемой проблемы по очереди должна становиться центром внимания и рассматриваться с разных точек зрения.

Необходимо отличать цель от мотива деятельности (движущая сила, причина деятельности). Цель не всегда совпадает с мотивом, но важно, чтобы она стала мотивом деятельности.

Необходимо также помнить, что ученым считают не того, кто знает много фактов, а того, кто постоянно и с результатом работает умом. Для того чтобы создавать, конечно, желательно иметь хорошую память, добиваясь свободного владения знаниями и материалами.

Формулировка проблемы и темы исследований.

Горные науки, техника и технологии горных работ не могут быть сводом неизменных средств, положений и истин. История горной науки

показывает, что в каждый конкретный период времени в ней содержатся как справедливые, проверенные практикой и экспериментом, так и неточные, временные и даже ошибочные положения, теории и гипотезы. По мере развития горных наук и производства не только отвергаются последние, но и меняются в корне справедливые положения и теории, поскольку меняются объективные условия, породившие их, — природные условия, техника и технология извлечения полезных ископаемых из недр, потребности общества и производственные отношения. Соответственно этому проблемы и задачи горных наук так же, как и их решения, должны рассматриваться как живая отрасль знаний, находящаяся в непрерывном развитии, и периодически пересматриваться и уточняться.

Возможность решения проблемной ситуации основывается на правильной ее постановке. Правила, выведенные непосредственно из логического исследования, заключаются в следующем: 1. Каждая проблема должна ставиться ясно и формулироваться кратко. 2. Пути разрешения проблемы должны логически вытекать из ее постановки. 3. Постановка проблемы сама по себе должна быть последовательной, т.е. исключать возможности того, чтобы теоретические выводы, основанные на ней, находились бы в противоречии с результатами, уже достигнутыми в экспериментальном исследовании. 4. Всякое установленное условие должно быть практически выполненным; весь ход решения и доказательства должны включать только осуществимые эксперименты. 5. Все определения, включенные в постановку проблемы или связанные с ней, должны быть ясными, обеспечивать возможность узнавания определенных процессов, когда они появляются в опыте или при теоретическом развитии. 6. Постановка задач должна давать возможность проверки выводов и при необходимости видоизменять решение их согласно экспериментальным данным. 7. Постановка вопросов не должна отвергать ни одно из эмпирических положений, а наоборот, должна допускать включение любого, точно установленного эмпирического положения, но всегда с учетом возможных изменений.

Исследования предпринимаются для того, чтобы познать новые явления, процессы, объяснить ранее неясные факты, когда существующих знаний недостаточно для разрешения так называемой проблемной ситуации. Анализ ее приводит к постановке исследований. Правильная постановка и ясная формулировка целей и задач новых исследований, как известно, имеют не меньшее значение, чем их решение.

В конечном плане выбор темы исследования должен определяться потребностями общества, общей и конкретной целью. Причем общая цель определяется необходимостью развития данной науки, повышения производительности труда и экономичности горного производства, а конкретная цель определяет содержание работы.

Выбор темы исследования определяется профилем работы и проблемой, решением которой занимается научно-исследовательское подразделение, вместе с тем желательно связать ее с личным опытом и интересом. Ценность исследования определяется его актуальностью и перспективной значимостью для прогресса горнодобывающих отраслей промышленности.

ленности. Методика исследования и эксперимент должны ясно и убедительно доказывать правомерность и экономическую полезность выводов. При выборе темы исследователю очень важно правильно оценить свои возможности.

Научно-исследовательские темы могут быть широкие (рассматривать целый комплекс вопросов) и узкие (один-два вопроса). Определение размера выполняемой работы лучше делать индивидуально.

Начинающим исследователям целесообразно принимать к исполнению темы узкого плана с ограниченным кругом исследуемых вопросов, входящих в большую общую тему, выполняемую в широком плане развития определенных областей горных наук.

Название темы должно быть кратким (не в ущерб ясности), раскрывать научную задачу, цель и содержание работы, уместным, конкретным и, конечно, интересным. Очень часто встречаются неудачные названия тем, или приведенные в формулировке слова не несут смысловой нагрузки (излишни).

В горных науках, как ни в каких других областях науки, объект исследования с точки зрения количественного анализа поддается определению с большими трудностями и допущениями. Каждый объект разработки – месторождение полезных ископаемых – представляет собой бесконечную сложность явлений, причем отдельные экспериментальные исследования не поддаются точному воспроизведению. Различные условия залегания, состав полезного ископаемого, степень разведанности и изученности не позволяют в процессе исследования сделать универсальные количественные выводы.

В силу неоднородности условий месторождений количественные зависимости имеют приближенный характер и могут изменяться в широком диапазоне.

Решать задачу по разработке месторождений полезных ископаемых точно можно только при допустимой идеализации ряда условий (равномерность проницаемости, распределение полезного компонента и т.п.). Все эксперименты по разработке в естественных условиях термодинамически необратимы и по существу разрушают объект исследования.

Для практической значимости результатов физические допущения, лежащие в основе анализа, должны согласовываться с усредненными величинами, характерными для естественных условий.

Конечной целью исследования в горной науке является получение результата, обеспечивающего максимальную эффективность при эксплуатации месторождений полезных ископаемых, т.е. максимальное извлечение полезных ископаемых или компонентов требуемого качества при минимальных затратах с соблюдением экологических законов.

Исследование экономических результатов является неотъемлемой частью любой горной науки, поскольку любые решения будут в очень малой степени использоваться промышленностью, если их применение экономически нецелесообразно.

Опыт разработки одного конкретного месторождения при адекватном перенесении результатов на другое месторождение, несмотря на кажущуюся однородность месторождений, может привести к большим

просчетам. Каждое месторождение полезных ископаемых и каждый процесс являются объектом индивидуального изучения и анализа в зависимости от индивидуальных геологических и физико-технических условий.

Исследовательская работа может считаться завершенной только в том случае, если ее результаты закреплены в письменной форме и ими могут пользоваться специалисты.

В прежние времена научные работы издавались в виде трактатов, диалогов, рассуждений и т.п. Такие формы изложения научных разработок с течением времени сменились новыми формами. В настоящее время публикуются монографии, статьи в научных журналах, доклады, тезисы докладов, рефераты, авторефераты, сообщения. Приобрели широкое распространение системы депонирования и препринтов.

При депонировании подготовленная к печати научная работа предлагается на хранение в информационный центр, публикующий о поступившей работе краткое сообщение. При поступлении запроса на эту работу центр выдает ее копию.

Система препринтов состоит в небольшом количестве копий научной работы, рассылаемых для ознакомления с нею узкого круга специалистов.

К непубликуемым формам научной литературы относятся диссертационные работы и отчеты научно-исследовательских работах.

Стиль современной научной работы должен характеризоваться строгой логикой изложения, объективностью, точностью и ясностью языка. Символика и терминология в ней должны соответствовать соответствующим стандартам.

Горные науки обязаны решать проблемы и давать свои рекомендации по главным вопросам разработки месторождений на несколько десятилетий вперед. При этом надо помнить о том, что интенсивная разработка выдвинутых проблем и практическое использование рекомендаций могут осуществляться не так быстро, как в ряде отраслей народного хозяйства. Отсюда вытекает насущная необходимость "этапного" рассмотрения и решения проблем при продолжительности этапов в 8—15 лет.

В помощь начинающему изобретателю.

Горное дело и горные науки с учетом их "возраста" не избалованы открытиями и изобретениями, помогающими реализовать научно-технический прогресс, за исключением, пожалуй, сферы некоторых видов горного оборудования. Во всяком случае, их число и сущность не соответствуют народно-хозяйственной значимости горного производства и горных наук. Бытует привычка думать — все уже известно, открыто, изобретено, да и к чему известные всем хлопоты "изобретательства".

Каждое новое поколение наследует от предыдущего определенную сумму значений, различных технических устройств, веществ, способов, технологических приемов и т.п. Диалектика прогресса определяет дальнейшее развитие техники, основанием которого служит развитие науки и создание новых технологий и технических устройств, существенно отличающихся от известных.

В горных науках ускорение научно-технического прогресса также тесно связано с изобретением новых способов и устройств. В то же время результаты изобретательства зависят и от достижений наук. Эта зависимость между развитием горных наук и изобретательством привела к увеличению числа изобретений, значительная часть которых является продуктом связи современных горных наук с горным производством.

Следует особо отметить, что темпы роста производства и его экономическая эффективность могут быть велики только в том случае, когда применяются современные технологии, основанные на применении изобретений.

Особенности изобретателя — братья за необычное, наитруднейшее, обходиться своими силами, решать лично и с полной личной ответственностью — делают его активным борцом в научно-техническом прогрессе. Его идеи могут расшатать "окаменелость" научных и производственных "догм" и, следовательно, помочь прогрессу. Кто ищет — тот найдет!

Изобретение является продуктом творческой активности и его природа лежит в способности человеческого мозга не только отражать объективную реальность окружающего мира, но и творить эту реальность. Творческая мысль изобретателя должна быть направлена на коренное усовершенствование горных технологий, производственных процессов и оборудования, а это возможно только в процессе поиска новых решений.

Есть немало приемов в изобретательском творчестве. Вот некоторые из них.

1. Превратить "бесполезное" в полезное, вред — в пользу ("пустая" порода, хвосты и т.п.).

2. Использовать:

дешевую недолговечность взамен дорогой долговечности;

непрерывность полезного действия взамен его периодичности;

прием "сделай наоборот";

прием дробления "на части";

прием выделения местного (частного) качества;

прием предварительного действия (или антидействия);

прием изменения агрегатного состояния объекта;

прием применения композитов;

прием фазовых переходов, теплового расширения, сильных окислителей, инертной среды и др.

Изобретением признается новое, обладающее существенными отличиями, техническое решение задачи, дающее положительный эффект.

Техническим признается решение, удовлетворяющее следующим условиям:

решение содержит указание на технические средства или способы;

решение осуществимо, т.е. пригодно для использования.

Последнее условие означает, что с помощью известных приемов и средств техники оно может быть осуществлено, внедрено в производство и является работоспособным. Следует отметить, что под осуществлением понимается возможность неоднократного воспроизведения.

Имеющим существенные отличия признается техническое решение, если по сравнению с решениями, известными науке и технике, оно характеризуется новой совокупностью признаков.

При этом возможны различные варианты:

совокупность состоит полностью из новых признаков;

совокупность образует часть новых и часть известных признаков;

вся совокупность состоит из известных признаков, но в таком сочетании они раньше не встречались.

Известные в данной совокупности признаки характеризуют современное состояние науки и техники, а новые признаки обеспечивают научно-технический прогресс.

Под положительным эффектом понимают конкретную пользу, которую принесет изобретение, использованное на практике. Эта польза может заключаться в росте производительности труда, снижении затрат на материалы и энергию, улучшении безопасности и т.п. Этот положительный эффект должен быть постоянным, а не эпизодическим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Потребности народного хозяйства в полезных ископаемых в Советском Союзе обеспечены разведанными месторождениями на достаточно длительный срок. Однако распределение запасов полезных ископаемых на территории страны таково, что большая их доля находится в районах с трудными экономико-географическими условиями.

Для обеспечения потребностей народного хозяйства минеральным сырьем перед горными науками поставлены задачи перспективного, стратегического характера, частично они изложены выше. Горные науки должны определить наиболее перспективные направления развития производства, выявить наличие "точек роста", указать, где и как искать новое и к чему стремиться в будущем.

Развитие добывающей промышленности, в основном, по-прежнему будет происходить за счет скважинного, открытого и подземного способов разработки с широким использованием новейших технологий.

Главное значение в повышении эффективности горного производства будет иметь комплексное освоение недр, при котором обеспечивается полнота использования разработанных горных пород и осуществляются мероприятия по охране окружающей среды.

В целях полноты извлечения полезных ископаемых должна найти широкое распространение повторная разработка месторождений. При этом остро необходимо находить решения по полезному использованию десятков миллиардов тонн горных пород уже разработанных и находящихся в десятках тысяч отвалов, терриконов, хвостохранилищ и т.п. Должны найти широкое применение сочетания горных способов добычи с подземным выщелачиванием и подземным сжиганием и другими новыми технологиями.

Необходимы также поиск и разработка новых методов, сочетающих операции по добыче и первичной переработке полезных ископаемых непосредственно в недрах. При этом особое внимание будет обращено на исследование физических, химических и микробиологических воздействий, позволяющих осуществить изменение агрегатного состояния полезного ископаемого, приведение его в подвижное состояние и извлечение на поверхность. Эти исследования должны решить вопрос об избирательном растворении полезных компонентов, обеспечивающих устойчивость технологического процесса в недрах.

В целом горные науки будущих десятилетий будут комплексными науками, включающими экономику, экологию, социологию, физику массива, технологию горного производства, средства комплексной механизации, автоматизации и роботехники.

НЕКОТОРЫЕ ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

<p>Абасов Митат Теймур Оглы Абрамов Александр Алексеевич, профессор Абрамов Федор Алексеевич, профессор</p>	<p>Руководство по исследованию скважин и пластов нефтяных месторождений Флотационные методы обогащения</p> <p>Технология обогащения окисленных и смешанных руд цветных металлов Автоматизация проветривания шахт, теоретические основы и технические средства (соавт. В.А. Бойко) Рудничная аэрогазодинамика Физико-химический способ предотвращения газодинамических явлений в угольных шахтах (соавт. Олейник и др.) Сдвигение горных пород при подземных разработках Сдвигение горных пород и земной поверхности в главнейших бассейнах СССР (соавт. М.В. Коротков)</p> <p>Эффективные системы разработки крутопадающих жил (соавт. А.Ф. Назарчик) Конструирование и расчеты систем и технологии разработки рудных месторождений Научные основы-оценки экономических последствий потерь полезных ископаемых при разработке месторождений Экономика горнорудной промышленности (соавт. Е.Л. Гольдман, Н.А. Кривенков) Технико-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр (соавт. В.И. Никаноров, Е.И. Панфилов) Внутрипластовое горение</p> <p>Технология и комплексная механизация торфяного производства (соавт. В.Д. Копенкин) 2-е изд. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых Скважинная гидродобыча твердых полезных ископаемых (соавт. Б.В. Исмаилов, Д.Н. Шпак)</p> <p>Планирование развития горных работ в карьерах (соавт. Н.Д. Бевз и др.) Определение главных параметров карьеров (соавт. Шпанский и др.) Вскрытие и системы разработки карьерных полей Избранные труды, Тт. 1–2.</p> <p>Автоматизированные системы управления горнорудными предприятиями (соавт. Г.К. Полищук) Планирование и организация погрузочно-транспортных работ на карьерах</p>	<p>Баку, 1981 г.</p> <p>М., "Недра", 1984 г.</p> <p>М., "Недра", 1986 г.</p> <p>Киев, "Наукова Думка", 1967 г.</p> <p>М., "Недра", 1972 г.</p> <p>Киев, "Наукова Думка", 1982 г.</p> <p>М., "Углетехиздат", 1947 г.</p> <p>М., "Углетехиздат", 1958 г.</p> <p>М., "Наука", 1958 г.</p> <p>М., "Наука", 1965 г.</p> <p>М., 1972 г. ИФЗ</p> <p>М., "Недра", 1986 г.</p> <p>М., "Недра", 1974 г.</p> <p>М., "Недра", 1980 г.</p> <p>М., "Недра", 1972 г.</p> <p>М., "Недра", 1975 г.</p> <p>М., "Недра", 1980 г.</p> <p>М., "Недра", 1972 г.</p> <p>М., "Недра", 1976 г.</p> <p>М., "Недра", 1981 г.</p> <p>М., Изд-во АН СССР, 1952–1954</p> <p>Киев, "Вища Школа", 1984 г.</p> <p>М., "Недра", 1986 г.</p>
<p>Авершин Степан Гаврилович, акад. АН КиргССР (1901–1972)</p>	<p>Сдвигение горных пород при подземных разработках Сдвигение горных пород и земной поверхности в главнейших бассейнах СССР (соавт. М.В. Коротков)</p>	<p>М., "Углетехиздат", 1947 г.</p> <p>М., "Углетехиздат", 1958 г.</p>
<p>Агошков Михаил Иванович, акад. АН СССР</p>	<p>Эффективные системы разработки крутопадающих жил (соавт. А.Ф. Назарчик) Конструирование и расчеты систем и технологии разработки рудных месторождений Научные основы-оценки экономических последствий потерь полезных ископаемых при разработке месторождений Экономика горнорудной промышленности (соавт. Е.Л. Гольдман, Н.А. Кривенков) Технико-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр (соавт. В.И. Никаноров, Е.И. Панфилов) Внутрипластовое горение</p>	<p>М., "Наука", 1958 г.</p> <p>М., "Наука", 1965 г.</p> <p>М., 1972 г. ИФЗ</p> <p>М., "Недра", 1986 г.</p> <p>М., "Недра", 1974 г.</p>
<p>Амелин Иван Дмитриевич Антонов Василий Яковлевич</p>	<p>Технология и комплексная механизация торфяного производства (соавт. В.Д. Копенкин) 2-е изд.</p>	<p>М., "Недра", 1980 г.</p> <p>М., "Недра", 1972 г.</p>
<p>Аренс Виктор Жанович, профессор</p>	<p>Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых Скважинная гидродобыча твердых полезных ископаемых (соавт. Б.В. Исмаилов, Д.Н. Шпак)</p>	<p>М., "Недра", 1975 г.</p> <p>М., "Недра", 1980 г.</p>
<p>Арсентьев Александр Иванович, профессор</p>	<p>Планирование развития горных работ в карьерах (соавт. Н.Д. Бевз и др.) Определение главных параметров карьеров (соавт. Шпанский и др.) Вскрытие и системы разработки карьерных полей Избранные труды, Тт. 1–2.</p>	<p>М., "Недра", 1972 г.</p> <p>М., "Недра", 1976 г.</p> <p>М., "Недра", 1981 г.</p> <p>М., Изд-во АН СССР, 1952–1954</p>
<p>Архангельский Андрей Дмитриевич, акад. АН СССР (1879–1940) Астафьев Юлий Павлович</p>	<p>Автоматизированные системы управления горнорудными предприятиями (соавт. Г.К. Полищук) Планирование и организация погрузочно-транспортных работ на карьерах</p>	<p>Киев, "Вища Школа", 1984 г.</p> <p>М., "Недра", 1986 г.</p>

Астахов Александр Самойлович , профессор	Режимы работы шахт (экономические вопросы концентрации производства) Экономическая эффективность вложений в угольную промышленность Динамические методы оценки эффективности горного производства Проблемы взаимодействия промышленного производства и природной среды (экономические аспекты) Методология технико-экономического анализа работы угольных шахт. Ч. 1-я Организация работ в лавах пологопадающих пластов (соавт. А.С. Астахов) Природоохранные мероприятия в угледобывающих районах (соавт. Е.М. Гитин и др.)	М., "Госгортехиздат", 1962 г. М., "Наука", 1964 г. М., "Недра", 1973 г. М., 1978 г., Акад. народного х-ва СССР М., "Углетехиздат", 1959 г. М., "Госгортехиздат", 1960 г. М., 1985 г. Б.и. Научно-техн. горного об-ва М., "Недра", 1981 г.
Атлас Исаак Ефимович		
Айруни Арсен Тигранович		
Байбаков Николай Константинович , профессор Баклашов Игорь Владимирович , профессор Балбачан Яков Иванович , профессор	Тепловые методы разработки нефтяных месторождений (соавт. А.Р. Гарушев)	
	Механика подземных сооружений и конструкций крепления	М., "Недра", 1984 г.
	Малая механизация в угольной промышленности Пролодка шахт в пльвунах при помощи вибратки Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом	М., "Гостоптехиздат", 1944 г. М., "Углетехиздат", 1947 г. М.—Л.—Новосиб. "Горгеонефтиздат", 1934 г. Л.—М., ОНТИ, 1935 г. М., "Недра", 1984 г.
Барбот де Марни Евгений Николаевич , профессор	Драгирование россыпных месторождений золота и платины Движение жидкостей и газов в природных пластах (соавт. В.М. Ентов, В.М. Рыжик)	
Баренблат Григорий Исаакович , профессор Барский Лев Абрамович , д.т.н.	Основы минералургии. Теория и технология разделения минералов	М., "Недра", 1984 г.
Бауман Владимир Иванович (1867—1923)	Курс маркшейдерского искусства Ч. 1-я, 2-я, 3-я	СПб., 1905—1908 гг.
Бахурин Иван Михайлович , ч.-к. АН СССР (1880—1940)	Сдвигение горных пород под влиянием горных разработок	Л.—М. "Гостоптехиздат", 1946 г.
Батехтин Анатолий Георгиевич , акад. АН СССР (1897—1962)	Курс месторождений полезных ископаемых (3-е изд.)	М., "Недра", 1964 г.
Битколов Нур Закирзянович , доктор наук Богданов Евгений Иванович , ч.-к. АН СССР	Проветривание карьеров (2-е изд.) (соавт. В.С. Никитин)	М., "Недра", 1975 г.
	Оборудование для транспорта и промывки песков россыпей	М., "Недра", 1978 г.

Богданович Карл Иванович, акад. Польской АН и профессор СПб университета (1864—1947)	Рудные месторождения. 2-й том. Рудные месторождения или рудные жилы	СПб., 1913 г.
Боголюбов Борис Петрович, профессор	Раздельная разработка месторождений сложного состава (соавт. Ф.Г. Грачев)	М., "Недра", 1964 г.
Бокий Борис Иванович (1873—1927)	Практический курс горного искусства. Т. 1-й, 2-й и 3-й Аналитический курс горного искусства (проектирование рудников). Разработка тонких пластов каменноугольных месторождений	Пг., 1922—1924 Гос. изд-во М.—Л., 1929 г. Гос. изд-во
Боксерман Аркадий Анатольевич	Внутрипластовое горение с заводнением при разработке нефтяных месторождений	М., "Недра", 1974 г.
Боксерман Юлий Израилевич	Пути развития новой техники в газовой промышленности СССР	М., "Недра", 1964 г.
Борисенко Сергей Григорьевич, профессор	Вскрытие и системы разработки рудных месторождений Экономика горнорудной промышленности (соавт. Е.Л. Гольдман, Н.А. Кривенко)	Киев, "Вища школа", 1977 г. М., "Недра", 1986 г.
Борисов Алексей Алексеевич, профессор	Механика горных пород Управление состоянием массива горных пород. Ч. 1-я, 2-я и 3-я (соавт. Э.Ф. Мельников)	Л., ЛГИ, 1968 г. Кемерово, Кузбасский политех. ин-т, 1978—1983 гг.
	Управление горным давлением (соавт. В.И. Матанцев и др.)	М., "Недра", 1983 г.
Борисов Дмитрий Федорович	Основы проектирования угольных шахт (конспект)	Л., ЛГИ, 1972 г.
Борисов Юрий Павлович, профессор	Влияние неоднородности пластов на разработку нефтяных месторождений	М., "Недра", 1970 г.
Борщ-Компонец Виталий Иванович, профессор	Сдвигание горных пород и земной поверхности при подземных разработках (соавт. И.М. Батугина и др.)	М., "Недра", 1984 г.
Братченко Борис Федорович	Угольная промышленность СССР	М., "Недра", 1969 г.
	Основные научно-технические направления роста производительности труда в угольной промышленности СССР	М., ЦНИИЗИ 1972 г.
	Уголь Сибири и Дальнего Востока	М., "Недра", 1980 г.
	По ступеням прогресса. Угольная промышленность СССР в 1971—1975 гг.	М., "Недра", 1976 г.
	Управление свойствами и состоянием угольных пластов с целью борьбы с основными опасностями в шахтах (соавт. В.В. Ржевский, А.С. Бурчаков, Н.В. Ножкин)	М., "Недра", 1984 г.
	Способы вскрытия, подготовки и системы разработки шахтных полей (соавт. М.И. Устинов и др.)	М., "Недра", 1985 г.

Бричкин Александр Васильевич (1900—1971)	Методы добычи железной руды на рудниках "Монтреаль" и "Эврека" в САСШ	М.—Л., Гостехгориздат, 1932 г.
Бронников Дмитрий Михайлович , ч.-к. АН СССР	Основы технологии подземной разработки руд (соавт. Н.Ф. Замесов и др.)	М., "Наука", 1973 г.
Букринский Виктор Александрович , профессор	Разработка руд на больших глубинах (соавт. Н.Ф. Замесов, Г.И. Богданов)	М., "Недра", 1982 г.
Бурчаков Анатолий Семенович , профессор	Геометрия недр (2-е изд.)	М., "Недра", 1985 г.
Бурчаков А.С.	Рудничная азрология (соавт. П.И. Мустель, К.З. Ушаков)	М., "Недра", 1971 г.
Гринько Н.К.	Выбор технологических схем угольных шахт (соавт. В.А. Харченко, Л.А. Кафорин)	М., "Недра", 1975 г.
Ковальчук А.Б.	Проектирование шахт (3-е изд.) (соавт. А.С. Малкин, М.И. Устинов)	М., "Недра", 1985 г.
Бызов Владимир Федорович	Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых. Под общ. ред. проф. А.С. Бурчакова	М., "Недра", 1978 г.
Быков Леонид Николаевич , профессор	Имитационное моделирование горных процессов	Днепропетровск. ДГИ, 1979 г.
Васильев Михаил Владимирович , профессор	Рудничные пожары (2-е изд.)	М., "Госторгтехиздат", 1953 г.
Вассоевич Николай Брониславович , ч.-к. АН СССР (1902—1981)	Современный карьерный транспорт (2-е изд.)	М., "Недра", 1969 г.
Вахитов Гадель Галляудинович , профессор	Транспорт глубоких карьеров	М., "Недра", 1983 г.
Веллер Михаил Абрамович , профессор	Транспортные процессы и оборудование на карьерах	М., "Недра", 1986 г.
Вернадский Владимир Иванович , акад. АН СССР (1863—1945)	Условия образования флиша	Л.—М., "Гостоптехиздат", 1951 г.
Верховский Илья Моисеевич , профессор	Геохимия органического вещества и происхождение нефти: избранные труды	М., "Наука", 1986 г.
Вилесов Григорий Иванович , профессор	Разработка месторождений при забойном давлении ниже насыщения (соавт. Р.Т. Булатов)	М., "Недра", 1982 г.
Виницкий Константин Ефимович	Использование физических полей для извлечения нефти из пластов	М., "Недра", 1985 г.
	Технология гидроторфа (соавт. В.И. Абхази и др.)	М.—Л., "Госэнергоиздат", 1956 г.
	Избранные сочинения в 6-ти томах	М., Изд-во АН СССР 1954—1960 гг.
	Основы проектирования и оценки процессов обогащения полезных ископаемых	М., "Углетехиздат", 1949 г.
	Методика геометризации месторождений (соавт. А.Н. Ивченко, И.М. Диденко)	М., "Недра", 1973 г.
	Оптимизация технологических процессов на открытых разработках	М., "Недра", 1976 г.
	Управление параметрами технологических процессов на открытых разработках	М., "Недра", 1984 г.

Винтер Александр Васильевич , акад. АН СССР (1878—1958)	Электрификация нашей страны (соавт. А.Б. Маркин)	М., "Воениздат", 1955 г.
Волотковский Сергей Андроникович , профессор	Автоматизация на обогатительных фабриках (соавт. В.А. Бунько, Н.Г. Янкилевич) Рудничная электровозная тяга (4-е изд.)	М., "Госгортехиздат", 1961 г. М., "Недра", 1981 г.
Воронин Виктор Николаевич	Основы рудничной аэрогазодинамики	М.—Л., "Углетехиздат", 1951 г.
Воропаев Александр Фролович	Тепловое кондиционирование рудничного воздуха в глубоких шахтах	М., "Недра", 1979 г.
Ворошилин Иван Романович	Механизация горных работ. (Подземные и открытые работы). Изд. 2-е Разработка месторождений полезных ископаемых открытыми работами Карст и его влияние на горные работы (в условиях Прибалтийского сланцевого бассейна) Защита карьеров от воды (соавт. С.К. Абрамов, В.И. Костенко) Избранные труды	Свердловск, Металлургиздат, 1959 г. М.—Л., ГОНТИ, 1939 г. М., "Наука", 1971 г. М., "Недра", 1976 г. М., Изд. АН СССР, 1960 г.
Газизов Максум Суфиянович		
Гамбурцев Григорий Александрович , акад. АН СССР (1903—1955)	Термическое воздействие на пласт при разработке месторождений высоковязких нефтей Применение сжатого воздуха в горном деле	М., ВНИИ ОЭНТ, 1973 г.
Гарушев Александр Рубенович Герман Александр Петрович , акад. АН СССР (1874—1953)	Горная механика, ч. 1-я и 2-я	Л. — М., "Горно-геонефтиздат", 1933 г. Л. — М., ОНТИ, 1934—1935 гг.
Геронтьев Владимир Иванович , профессор	Рудничные и подъемные установки. (соавт. Ф.Н. Шклярский) 2-е изд. Рудничный транспорт (соавт. Н.Т. Карелин)	М. — Л., "Углетехиздат", 1947 г. М., "Углетехиздат", 1957 г.
Глембоцкий Владимир Александрович , профессор	Флотация железных руд (соавт. Г.А. Бехтеле)	М., "Недра", 1964 г.
Гончаревич Игорь Фомич , профессор	Виброреология в горном деле	М., "Недра", 1977 г.
Горбачев Тимофей Федорович , ч.-к. АН СССР (1900—1973)	Угледобывающие агрегаты и комплексы	Новосибирск, Изд. АН СССР, 1964 г.
Городецкий Павел Иванович , профессор	Применение анкерной крепи в подготовительных выработках (соавт. Г.Г. Штумпф, Б.И. Стрыгин) Основы проектирования горнорудных предприятий	Новосибирск, "Наука", 1972 г. М., "Металлургиздат", 1955 г.

Горячкин Виктор Георгиевич , профессор	Основы технологии торфяного производства	М. — Л., "Госэнергиздат", 1953 г.
Гращенко Николай Федорович	Борьба с пылью в породных забоях	М. ЦНИИЭИ-Уголь, 1977 г.
Гринько Николай Константинович , профессор	Рудничная аэрология (соавт. А.С. Бурчаков, И.И. Медведев)	М., "Недра", 1978 г.
Гриценко Александр Иванович , профессор	Эффективность концентрации горного хозяйства на шахтах комбината "Луганскуголь" (соавт. А.Ф. Остапенко)	М., 1967 г., М-во угольной промышленности СССР
	Научные основы промышленной обработки углеводородного сырья	М., "Недра", 1977 г.
	Углеводородные конденсаты месторождений природного газа (соавт. Т.Д. Островская, В.В. Юшкин)	М., "Недра", 1983 г.
Губкин Иван Михайлович , акад. АН СССР (1871—1939)	Избранные сочинения. Т. 1—2	М. — Л., АН СССР, 1950—1953 гг.
Гудков Валентин Михайлович , профессор	Прогноз и планирование качества полезного ископаемого (соавт. А.А. Васильев, К.П. Николаев)	М., "Недра", 1976 г.
Гусейнзаде Меджид Азизович , профессор	Неустановившееся движение нефти и газа в магистральных трубопроводах	М., "Недра", 1981 г.
Данилов Виктор Лазаревич	Гидродинамические расчеты взаимного вытеснения жидкостей в пористой среде (соавт. Р.М. Кац)	М., "Недра", 1980 г.
Динник Александр Николаевич , акад. АН СССР и АН УССР (1876—1950)	Статьи по горному делу	М., "Углетехиздат", 1957 г.
Дмитриев Алексей Павлович , профессор	Термическое и комбинированное разрушение горных пород (соавт. С.А. Гончаров)	М., "Недра", 1978 г.
	Термодинамические процессы в горных породах (соавт. С.А. Гончаров)	М., "Недра", 1983 г.
Докукин Александр Викторович , ч.-к. АН СССР (1909—1984)	Создание и развитие угледобывающих комбайнов (соавт. А.Г. Фролов)	М., "Недра", 1984 г.
Домбровский Николай Григорьевич , профессор	Механические крепи и их развитие (соавт. Ю.А. Коровкин, Н.И. Яковлев)	М., "Недра", 1984 г.
	Экскаваторы. Общие вопросы теории, проектирования, исследования и применения	М., "Машиностроение", 1969 г.
	Многоковшовые экскаваторы. Конструкции, теория и расчет	М., "Машиностроение", 1972 г.
Дзидзигури Арчил Амвросиевич , акад. АН ГрузССР	Совместная работа шахтных вентиляторов	М., "Госгортехиздат", 1961 г.

Егурнов Григорий Павлович	Открытые горные работы	М., "Углетехиздат", 1954 г.
Еланчик Григорий Маркович , профессор	Рудничные осевые вентиляторы	М. — Л., ОНТИ, 1936 г.
Ершов Вадим Викторович , профессор	Рудничные подъемные установки	Л., "Гостоптехиздат", 1941 г.
Желтов Юрий Петрович , профессор	Основы геологии (соавт. А.А. Новиков, Г.Е. Попова)	М., "Недра", 1986 г.
Жемчужников Юрий Аполлонович , ч.-к. АН СССР (1885—1957)	Разработка нефтяных месторождений	М., "Недра", 1986 г.
Жуковский Николай Евграфович , ч.-к. Петерб. Ак. наук (1847—1921)	Общая геология ископаемых углей (2-е изд.)	М., "Углетехиздат", 1948 г.
Заварницкий Александр Николаевич , акад. АН СССР (1884—1952)	Теоретические исследования о движении подпочвенных вод	СПб., 1889 г.
Закиров Сумбат Наибевич	Избранные труды в 4-х томах	М., Изд-во АН СССР, 1956—1964 гг.
	Проектирование и разработка газовых месторождений (соавт. Б.Б. Лапук)	М., "Недра", 1974 г.
	Теория водонапорного режима газовых месторождений (соавт. Ю.П. Коротаев и др.)	М., "Недра", 1976 г.
	Теория и проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений (соавт. Ю.П. Коротаев)	М., "Недра", 1981 г.
	Прогнозирование и регулирование разработки (соавт. В.И. Васильев и др.)	М., "Недра", 1984 г.
Замесов Николай Федорович	Горные удары и стратегия разработки рудных месторождений на больших глубинах (соавт. Айнбиндер)	М., 1984 г., Препринт
Зарубин Лев Семенович , д.т.н.	Современная техника и технология тяжелосреднего обогащения (соавт. З.С. Благова, М.Б. Иофа)	М., Люберцы, 1982 г.
Зворыкин Анатолий Алексеевич , профессор	Экономика горной промышленности (соавт. Д.М. Крижнер, М.Б. Кундин)	М., "Госгортехиздат", 1961 г.
Звягин Павел Захарович	Проектирование и расчет элементов разработки пластовых месторождений	Л. — М., ОНТИ, 1935 г.
	Экономика подземной гидравлической добычи угля	М., "Недра", 1966 г.
	Современные методы проектирования угольных шахт (соавт. К.К. Кузнецов и др.)	М., "Недра", 1968 г.

Зенкис Ян Самойлович	Методика составления топливного баланса страны	М., "Плановое хозяйство", 1937 г. ОНТИ, 1932 г.
Зотов А.П.	Разработка полезных ископаемых открытиями работами. Т. 1—2. Под ред. Е.Н. Барбот де Марни	
Зурков Павел Эдуардович , профессор	Разработка рудных месторождений открытым способом	Свердловск — М., "Металлургиздат", 1953 г.
Ильин Сергей Александрович , профессор	Открытые горные работы в сложных условиях (соавт. В.В. Ржевский, Ю.И. Анистратов)	М., "Недра", 1964 г.
Ильичев Александр Семенович , ч.-к. АН СССР (1898—1952)	Рудничные пневматические установки (2-е изд.)	М. — Л., "Гостоптехиздат", 1939 г.
Именитов Владимир Рафаилович , профессор	Избранные труды, тт. 1-й и 2-й	М., "Углетехиздат", 1954 г. М., "Недра", 1961 г.
	Высокопроизводительные системы разработки мощных месторождений крепких руд	М., МГИ, 1971 г.
	Системы подземной разработки рудных месторождений	
	Вскрытие рудных месторождений	МГИ, 1976 г.
	Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений (3-е изд.)	М., "Недра", 1984 г.
Кармазин Виталий Иванович , профессор	Современные методы магнитного обогащения руд черных металлов	М., "Госгортехиздат", 1962 г.
Картозия Борис Арнольдович , профессор	Магнитные методы обогащения (соавт. В.В. Кармазин)	М., "Недра", 1978 г.
	Механика горных пород (соавт. И.В. Баклашов)	М., "Недра", 1975 г.
	Механические процессы в породных массивах (соавт. И.В. Баклашов)	М., "Недра", 1986 г.
	Строительство подземных сооружений в условиях городской застройки	МГИ, Сб. научн. тр., 1987 г., № 175
Казаковский Дмитрий Антонович , профессор	Маркшейдерское дело и геометризация недр	М. — Л., "Углетехиздат", 1948 г.
	Некоторые горнотехнические задачи, связанные с проблемой сдвижения горных пород	Л., ЛГИ, 1964 г.
Каламкар Лев Вартанович	Использование преобразования гравитационного поля изучения нефтегазоносных регионов (соавт. М.А. Демидова)	М., "Недра", 1978 г.
Каменский Григорий Николаевич , ч.-к. АН СССР (1892—1959)	Основы дианмики подземных вод	М., "Госгеолоиздат", 1943 г.
Каплунов Родион Павлович , профессор	Гидродинамические основы изучения режима грунтовых вод и его изменения под влиянием искусственных факторов	М., Изд. АН СССР, 1960 г.
Кияльчиков Анатолий Петрович	Подземная разработка рудных россыпных месторождений (соавт. Черемушенцев И.А.)	М., "Высшая школа", 1966 г.
Классен Вилли Иванович , профессор	Вскрытие и системы разработки угольных месторождений	М., "Недра", 1976 г.
	Флотация (соавт. В.А. Глембоцкий)	М., "Недра", 1973 г.
	Флотационные методы обогащения (2-е изд.) (соавт. В.А. Глембоцкий)	М., "Недра", 1981 г.

Классон Роберт Эдуардович (1868—1926)	Гидроторф (соавт. В.Д. Кирпичников и др.)	1923—1927 гг. Научно-техн. упр. ВСНХ СССР
Климентов Петр Платонович , профессор	Методика гидрогеологических исследований (соавт. В.М. Кононов) Общая гидрогеология (4-е изд.)	М., "Высшая школа", 1978 г. М., "Высшая школа", 1980 г.
Коломенский Николай Васильевич , профессор	Общая методика инженерно-геологических исследований Специальная инженерная геология (изд. 2-е)	М., "Недра", 1968 г. М., "Недра", 1969 г.
Комаров Владимир Борисович , профессор	Рудничная вентиляция. 2-е изд. (соавт. Ш.Х. Кильнеев)	М., "Недра", 1969 г.
Коротаев Юрий Павлович , профессор	Добыча, транспорт и подземное хранение газа	М., "Недра", 1984 г.
Коцовский Николай Дмитриевич , профессор	Правила для ведения горных работ в видах их безопасности и описание служащих для этой цели устройств, приборов и приспособлений	СПб., 1908 г.
Кравцов Алексей Иванович , профессор	Геологические условия газоносности угольных, рудных и нерудных месторождений Основы геологии горючих ископаемых (2-е изд.)	М., "Недра", 1968 г. М., "Высшая школа", 1982 г.
Крижнер Давид Миронович , профессор	Материалы для технико-экономических расчетов при составлении проекта восстановления шахты, разрушенной в результате военных действий (соавт. Н.Г. Дорохин)	М., МГИ, 1944 г.
Крылов Александр Петрович , акад. АН СССР (1904—1981)	Вопросы разработки и добычи нефти и газа (соавт. Е.И. Семин и др.) Моделирование и размещение нефтяной промышленности (соавт. А.М. Алексеев и др.)	М., 1977 г., ВНИИОЭНГ М., "Недра", 1981 г.
Ксенофонтова Анна Ивановна , профессор	Теория и практика борьбы с пылью в угольных шахтах	М., "Недра", 1965 г.
Кудрявцев Николай Александрович	Нефть, газ и твердые битумы в изверженных и метаморфических породах Глубинные разломы и нефтяные месторождения	Л., "Гостоптехиздат", 1959 г. Л., "Гостоптехиздат", 1963 г.
Кузнецов Григорий Николаевич	Механические свойства горных пород	М., "Углетехиздат", 1947 г. Л., "Недра", 1968 г.
Кузнецов И.А.	Моделирование проявлений горного давления (соавт. М.Н. Будько и др.) Введение в системы рудных разработок	М.—Л., ОНТИ, 1935 г. М.—Л., 1932 г.
	Основные расчеты при разработке рудных месторождений Основные расчеты при разработке рудных месторождений. Ч. 3. Вскрытие. Разработка рудных месторождений. Ч. 1. Вскрытие месторождений.	М.—Л., Госгориздат, 1933 г. М.—Л., Госгориздат, 1932 г.
Кузнецов Константин Константинович , профессор	Эффективность освоения проектных показателей угольных шахт (соавт. В.М. Еремеев)	М., "Недра", 1985 г.

Кузьмич Антон Саввич , профессор Кузьмич Игорь Антонович , д.т.н.	Создание шахт нового технико-экономического уровня (соавт. И.П. Бето)	М., "Недра", 1976 г.
	Проведение горных выработок способом гидромеханизации (соавт. А.Я. Коденцов, И.Г. Ищук)	М., "Недра", 1971 г.
	Разрушение горных пород струями воды высокого давления (соавт. Г.П. Никонов, Ю.А. Гольдин)	М., "Недра", 1986 г.
Куклин Борис Константинович , Липкович С.М. , Таратута Н.К. Куликов Владимир Васильевич , профессор Кундин Михаил Борисович , профессор Курносов Анатолий Михайлович , профессор Лапук Бернард Борисович	О классификации систем разработки	М., "Недра", "Уголь", № 4
	Совместная и повторная разработка рудных месторождений (2-е изд.)	М., "Недра", 1972 г.
	Технико-экономические расчеты в угольной промышленности СССР	М., "Углетехиздат", 1956 г.
	Рентабельная работа угольной промышленности	М., "Недра", 1968 г.
	Методы оптимального проектирования угольных шахт (соавт. М.И. Устинов и др.)	М., "Недра", 1974 г.
	Совершенствование методов программирования в горном деле (соавт. И.Б. Кудин)	М., "Наука", 1984 г.
	Комплексное решение проблемы разработки группы газовых и газоконденсатных месторождений (соавт. Н.К. Байбаков и др.)	М., "Недра", 1970 г.
	Проектирование и разработка газовых месторождений (соавт. С.Н. Закиров)	М., "Недра", 1974 г.
	Безотходная технология переработки минерального сырья (соавт. Л.А. Барский, В.З. Перац)	М., "Недра", 1984 г.
Ласкорин Борис Николаевич , акад. АН СССР	Безотходная технология в промышленности (соавт. Б.В. Громов и др.)	М., "Недра", 1986 г.
Левинсон-Лессинг Франц Юльевич , акад. АН СССР (1861—1939)	Избранные труды в 4-х томах	М.—Л., Изд. АН СССР, 1949—1955
Лезгинцев Георгий Михайлович Лейбензон Леонид Самуилович , акад. АН СССР (1879—1951) Леонтовский Петр Михайлович , профессор (1871—1923)	Структуры комплексной механизации разработки россыпей открытым способом	М., "Недра", "Горный журнал", 1978, № 4
	Руководство по нефтепромысловой механике. Ч. 1-я и 2-я	М.—Л., 1931—1934 гг.
	Собрание трудов. Т. 1-й, 2-й, 3-й и 4-й	М., Изд. АН СССР, 1951—1955 гг.
	Практический курс горной геометрии	Гостехиздат, 1924 г.
Лидин Георгий Дмитриевич , профессор Лиштван Иван Иванович , акад. АН БССР	Газовыделения в угольных шахтах и меры борьбы с ними	М.—Л., "Углетехиздат", 1952 г.
	Физико-химические основы торфяного производства (соавт. А.А. Терентьев и др.)	Минск, "Наука и механика", 1983 г.

Лобанов Дмитрий Петрович , профессор Логинов Борис Георгиевич	Физические свойства торфа и торфяных залежей (соавт. Е.Т. Базин, В.И. Косов) Микробиологическое выщелачивание (соавт. Л.П. Ведерникова)	Минск, "Наука и техника" М., МГРИ, 1985 г.
Лопатин Николай Алексеевич Лутугин Леонид Иванович , профессор (1864—1915)	Гидравлический разрыв пласта (соавт. В.А. Блажевич) Строительство намывных сооружений в СССР (соавт. С.Т. Розиноер)	М., "Недра", 1962 г. М., "Информэнерго", 1971 г.
Ляхов Георгий Миронович	Донецкий бассейн (соавт. Ф.И. Чернышев) О Ткварчельском каменноугольном месторождении Обзорная геологическая карта Донбасса в масштабе 1:126000 (Большая золотая медаль на международной выставке в Турине) Разработка глиняных карьеров Разработка гравийных и песчаных месторождений	СПб., 1901 г. СПб., 1911 г. М., Промстройиздат, 1949 г. М., Изд-во АН СССР, 1954 г.
Максимов Александр Павлович , профессор Малахов Георгий Михайлович , акад. АН УССР Маньковский Григорий Ильич , ч.-к. АН СССР	Горное давление и крепь выработок Горнотехнические задания и сооружения Подземная разработка рудных месторождений (соавт. М.И. Агошков) Теория и практика выпуска, обрушенной руды (соавт. В.Р. Безух, П.Д. Петренко) Проходка шахт бурением Специальные способы сооружения стволов шахт Инженерная геология (соавт. М.Ф. Котов)	М., "Недра", 1973 г. М., "Недра", 1984 г. М., "Недра", 1966 г. М., "Недра", 1968 г. М., "Углетехиздат", 1947 г. М., "Наука", 1965 г. М., "Стройиздат", 1971 г.
Маслов Николай Николаевич , профессор Максимович Алексей Иванович	Практическая подземная геометрия с присовокуплением Дюгамелевых таблиц, изобретенных для избежания тригонометрических вычислений прямоугольных треугольников Газовыделение на калийных рудниках	СПб., 1805 г. Имп. АН
Медведев Иннокентий Иннокентьевич , профессор Мельников Николай Васильевич , акад. АН СССР (1909—1980)	Проветривание выработок большого объема Системы открытой разработки угольных месторождений Проблемы использования природных ресурсов Теория и практика открытых разработок. Под ред. акад. Н.В. Мельникова. Изд. 2-е Совершенствование методов проектирования и планирования горных работ в карьере (соавт. И.А. Турчанинов и др.)	М., "Недра", 1974 г. Л., ЛГИ, 1985 г. М., "Углетехиздат", 1952 г. М., 1967 г., изд. АН СССР М., "Недра", 1979 г. Л., "Наука", 1981 г.

	Минерально-сырьевые ресурсы и комплексное их освоение. Избранные труды. Открытая разработка месторождений (избранные труды) Классификация бестранспортных схем экскавации вскрыши	М., "Наука", 1987 г. М., "Наука", 1985—1990 гг. "Горный журнал", 1948 г., № 12
Мещеряков А.И.		
Мигнарев Равкат Шигимардинович Мирзаджанзаде Азат Халимович акад. АН АЗССР	Эксплуатация месторождений битумов и горючих сланцев (соавт. И.И. Гучков)	М., "Недра", 1980 г.
	Прикладная геохимия нефти и газа (соавт. Багирадзе и др.) Повышение эффективности и качества бурения глубоких скважин (соавт. С.А. Ширинадзе)	Баку, "Азербейн", 1985 г. М., "Недра", 1986 г.
Мионов Степан Ильич , акад. АН СССР (1883—1959)	Месторождения нефти, газов и асфальта	Л.—М., ОНТИ, 1937 г.
Мокроусов Владимир Алексеевич , профессор	Нефти и битумы Сибири (соавт. В.Г. Пуцил)	М., Изд. АН СССР, 1958 г.
Москаленко Эдуард Михайлович , профессор	Радиометрическое обогащение нерадиоактивных руд (соавт. В.А. Лилеев)	М., "Недра", 1979 г.
	Борьба с внезапными выбросами, ч.2	М., МГИ, 1981 г.
Муравьев Иван Михайлович , профессор	Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (соавт. Р.С. Андриасов и др.)	М., "Недра", 1970 г.
Мустель Павел Иванович , профессор	Рудничная аэрология	М., "Недра", 1970 г.
Мучник Владимир Семенович , профессор	Опыт подземной добычи угля гидравлическим способом и пути его совершенствования	М., "Углетехиздат", 1956 г.
Мушкетов Иван Васильевич , профессор (1850—1902)	Собрание сочинений Ивана Васильевича Мушкетова. Вып. 1-й и 2-й	СПб., Имп. АН, 1910—1912 гг.
Назарчик Александр Федорович , профессор	Новая технология разработки жильных месторождений и методические указания по применению	М., ИПКОН, 1981 г.
Наливкин Дмитрий Васильевич , акад. АН СССР, (1889—1982)	Учение о фациях. Географические условия образования осадков. Т. 1-й и 2-й	Изд. АН СССР, 1955—1956 гг.
Небора Владимир Петрович , профессор	Химические процессы обогащения урановых руд	М., МГРИ, 1978 г.
Некрасовский Яков Эдуардович , профессор	Безопасная и эффективная разработка крутых пластов Донбасса (соавт. В.Н. Кухарев, В.И. Салли)	М., "Недра", 1977 г.

Никонов Герман Павлович , профессор	Технология гидромониторной разработки месторождений угля открытым способом Научные основы гидравлического разрушения	М., "Углетехиздат", 1959 г. М., "Недра", 1973 г.
Новожилов Михаил Галактионович , профессор	Открытые горные работы Технологические параметры глубоких карьеров (соавт. А.М. Маевский и др.) Высокопроизводительные глубокие карьеры (соавт. Л.Ю. Дриженко и др.)	Свердловск—М., "Металлургиздат", 1950 г. М., "Недра", 1982 г. М., "Недра", 1984 г.
Нурок Григорий Аркадьевич , профессор	Добыча полезных ископаемых со дна морей и океанов (соавт. В.Н. Костин, Ю.В. Бруякин и др.) Гидротранспорт горных пород	М., "Недра", 1970 г. М., "Недра", 1974 г.
	Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ (изд. 3-е) Подземная гидравлическая разработка мощных пластов Кузбасса (соавт. Б.А. Теодорович, В.М. Хазов) Избранные труды в 6-ти томах	М., "Недра", 1985 г. М., 1961 г. М., Изд-во АН СССР, 1961—1963 гг.
Обручев Владимир Афанасьевич , акад. АН СССР (1863—1956)		
Олофинский Николай Филиппович , профессор	Электрические методы обогащения	М., "Недра", 1977 г.
Олышев Петр Алексеевич , профессор (1817—1896)	Маркшейдерское искусство	СПб., 1847 г.
Ортин Михаил Федорович , профессор	Механическое обогащение руд (2-е изд.)	Свердловск — М., ОНТИ, 1937 г.
Оруджев Сабит Атаевич , ч.-к. АН АзербССР (1912—1981)	Газовая промышленность на пути прогресса	М., "Недра", 1976 г.
Павлов Алексей Петрович , акад. АН СССР (1854—1929)	Избранные сочинения, тт. 1—2	М., изд. АН СССР, 1948—1951 гг.
Павловский Николай Николаевич , акад. АН СССР (1884—1937)	Собрание сочинений. Т. 1-й и 2-й	Л.—М., ОНТИ, 1955—1956 гг.
Пак Витольд Степанович , акад. АН УССР	Осевые вентиляторы для проветривания шахт	М., "Углетехиздат", 1948 г.
Панфилов Евгений Иванович	Экономическое стимулирование рационального извлечения твердых полезных ископаемых из недр	М., 1979 г.

Панюков Пантелеймон Николаевич, профессор	Общая геология с элементами кристаллографии, минералогии и петрографии (соавт. З.Г. Перфильева) Инженерная геология (2-е изд.)	М., "Недра", 1968 г.
Петросян Артур Иммануилович, профессор	Исследование процессов внезапных выбросов угля и газа (соавт. М.Ф. Яновская и др.) Выделение метана в угольных шахтах: закономерности и их инженерное использование О природных газодинамических явлениях в угольных шахтах	М., "Недра", 1978 г. М., "Наука", 1978 г. М., "Наука", 1975 г. Люберцы, 1985 г.
Плаксин Игорь Николаевич, ч.-к. АН СССР (1900—1967)	Обогащение полезных ископаемых (избранные труды)	М., "Наука", 1970 г.
Плотников Николай Иванович	Защита окружающей среды при горных разработках рудных месторождений Гидрогеология рудных месторождений (соавт. И.И. Рогинец и др.)	М., "Наука", 1985 г. М., "Недра", 1987 г.
Подьяконов С.А.	Производство массовых земляных работ вообще и разработка золотых россыпей в особенности помощью экскаваторов Горные машины и комплексы для открытых работ	"Горный журнал", 1910 г., т. 11, № 4, 5, 6 М., "Недра", 1985 г.
Подзрни Роман Юрьевич, профессор	Проектирование комплексных выработок подземных сооружений	М., "Недра", 1970 г.
Покровский Николай Михайлович, профессор	Технология строительства подземных сооружений и шахт. Ч. 1-я и 2-я	М., "Недра", 1977 г.
Полькин Степан Иванович, профессор	Обогащение руд цветных и редких металлов Обогащение руд и россыпей редких и благородных металлов	М., "Недра", 1975 г. М., "Недра", 1987 г.
Пономарев Иван Полуектович	Комплексная механизация открытой добычи угля Механизация открытых горных работ	М., "Углетехиздат", 1949 г. М., "Госгортехиздат", 1960 г. М., МГИ, 1936 г.
Попов Александр Сергеевич, профессор	Вскрытие каменноугольных месторождений	М., "Недра", 1970 г.
Попов Георгий Николаевич, профессор	Технология и комплексная механизация разработки рудных месторождений Разработка месторождений радиоактивных руд (соавт. Д.М. Лобанов)	М., "Атомиздат", 1970 г.
Попов Иван Васильевич, профессор	Инженерная геология СССР. Ч. 1—5	М., МГУ, 1961—1974 гг.
Порфириев Владимир Борисович, акад. АН УССР (1899—1982)	Проблемы нефтеобразования в свете современных данных	Л.—М., "Гостоптехиздат", 1941 г. Харьков, ХГУ, 1952 г.
Потураев Валентин Никитович, акад. АН УССР	Вопросы миграции нефти (соавт. В.Ф. Линецкий) Элементы конструкции вибрационных транспортно-технологических машин (соавт. Ю.Н. Хашинский и др.) Вибрационные машины для выпуска и доставки руды (соавт. В.И. Дырда и др.)	Киев, "Наукова Думка", 1984 г. Киев, "Наукова Думка", 1981 г.

Прокопьев Евгений Петрович, профессор Протодяконов Михаил Михайлович, профессор (1874–1930)	Разработка рудных и россыпных месторождений подземным способом	М., "Металлургияиздат", 1944 г.
Пустовалов Леонид Васильевич, ч.-к. АН СССР (1902–1970)	Материалы для урочного положения горных работ. Ч. 1-я, 2-я и 3-я Составление горных норм и пользование ими Проветривание рудников, 5-е изд. Давление горных пород и рудничное крепление. Ч. 1-я и 2-я Петрография осадочных пород. Ч. 1–2	М., ЦК горнорабочих, 1926 г. М., Гос.техн.изд. 1930 г. М., НТУ, 1931 г. М., Гос.техн.изд. 1930–1933 гг. М.—Л., "Гостоптехиздат", 1940 г.
Пучков Лев Александрович, профессор	Аэродинамика зон обрушения и расчет блоковых утечек воздуха (соавт. С.П. Аলেখичев) Автоматизированные системы управления в горнодобывающей промышленности (соавт. Н.И. Федунец, Д.И. Потресов)	Л., "Наука", 1968 г.
Радченко Иван Иванович Ревазов Максим Александрович, профессор	О научно-исследовательских работах по торфу (популярный очерк) Экономика природопользования при разработке месторождений полезных ископаемых	М., "Недра" М., НТУ ВСНХ СССР, 1929 г. М., МГИ, 1978 г.
Ревнивцев Владимир Иванович, ч.-к. АН СССР Репин Николай Яковлевич, профессор	Гравитационная классификация зернистых материалов (соавт. М.Д. Барский, Ю.В. Соловьев) Подготовка и экскавация вскрышных пород угольных разрезов Буровзрывные работы на угольных карьерах (соавт. В.П. Богатырев и др.) Скользкие съезды на карьерах	М., "Недра", 1974 г.
Ржевский Владимир Васильевич, акад. АН СССР	Режим горных работ при открытой добыче угля и руды Проектирование контуров карьеров	М., "Недра", 1978 г. М., "Недра", 1987 г. М., "Углетехиздат", 1952 г. М., "Углетехиздат", 1957 г. М., "Металлургияиздат", 1956 г. М., "Недра", 1985 г.
	Открытые горные работы (4-е изд.) Ч. 1-я и 2-я Электрическое разрушение горных пород (соавт. Ю.И. Протасов) Акустические методы исследования и контроля горных пород в массиве (соавт. В.С. Ямщиков) Физико-технические параметры горных пород Рудничная радиоинтроскопия и радиосвязь (соавт. Е.Б. Коренберг) Основы физики горных пород (4-е изд.) (соавт. Г.Я. Новик) Строительство карьеров	М., "Недра", 1972 г. М., "Наука", 1973 г.
	Горные науки	М., "Наука", 1975 г. М., "Недра", 1978 г. М., "Недра", 1984 г. М., "Углетехиздат", 1958 г. М., "Недра", 1985 г.

Романовский Геннадий Данилович , профессор (1831—1906)	Экология горного производства. Ч. 1-я О теоретических и практических выводах относительно обрушений почвы над подземными выработками пластовых месторождений Горное искусство. Механическое обогащение	МГИ, 1988 г. СПб., 1900 г.
Русский Изот Исакович , профессор Рыжов Петр Александрович , профессор Саблуков Александр Александрович , ген.-лейтенант (1783—1857)	Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах Геометрия недр (изд. 3-е) Математическая статистика в горном деле Татаринов М.П. Александр Александрович Саблуков (1783—1857)	СПб., 1884 г. М., "Недра", 1979 г. М., "Недра", 1964 г. М., 1952 г., "Углетехиздат"
Сагинов Абылкас Сагинович , акад. АН КазССР Самородов Юрий Петрович , профессор Самойлов Яков Владимирович , профессор (1870—1925)	Проблемы разработки угольных пластов Карагандинского бассейна Исследование элементов систем открытой разработки свит сложозалегающих пластов К минералогии Бакальского рудного месторождения в Южном Урале Введение в кристаллографию Месторождения серного колчедана в России	Алма-Ата, "Наука", 1976 г. М., МГИ, 1966 г. СПб., 1901 г. М., 1906 г. Пг., 1916 г.
Сатовский Борис Иванович Сваренский Федор Петрович , акад. АН СССР, (1881—1946) Севергин Василий Михайлович , академик (1765—1826)	Современные карьерные экскаваторы (2-е изд.) (соавт. Г.М. Ярцев и др.) Инженерная геология (2-е изд.) Избранные сочинения Пробирное искусство или руководство к химическому испытанию металлических руд и других ископаемых тел Первые основания минералогии или естественные истории ископаемых тел (книги 1-я и 2-я) Начертание технологии минерального царства, изложенное трудами Василия Севергина. Т. 1-й и 2-й Опыт минералогического землеописания Российского государства. Ч. 1-я и 2-я	М., "Недра", 1971 г. М.—Л., ГОНТИ, 1939 г. М.—Л., изд. АН СССР, 1950 г. СПб., Импер. АН, 1801 г. СПб., Импер. АН, 1798 г.
Секисов Геннадий Валентинович , профессор	Повышение полноты и качества извлечения полезных ископаемых на карьерах Средней Азии (соавт. А.А. Ашимбаев) Раздельная выемка руд на карьерах (соавт. А.А. Таскаев) Нормирование и планирование полноты и качества выемки руды на карьерах (соавт. Б.П. Юматов, Н.И. Буянов) Способы и системы открытой разработки месторождений О классификации систем разработки	СПб., Импер. АН, 1801 г. СПб., Импер. АН, 1821—1822 гг. СПб., Импер. АН, 1809 г. Фрунзе, "Илим", 1983 г. Фрунзе, "Илим", 1986 г. М., "Недра", 1987 г. Фрунзе, "Илим", 1966 г.
Семёвский Владимир Николаевич	О классификации систем разработки	"Горный журнал", 1948 г., № 4

Семенов Михаил Павлович , профессор	Методика инженерно-геологических исследований для гидротехнического строительства (плотины и водохранилища) Водозабор подземных вод (изд. 2-е) (соавт. С.К. Абрамов, А.М. Чалищев) Грунтоведение (соавт. Г.А. Голодковская и др.) Инженерная геология (2-е изд.) Человек и геологическая среда (соавт. В.А. Друянов)	М.—Л., ОНТИ, 1937 г. М., Госстройиздат, 1956 г. М., МГУ, 1971 г.
Сергеев Евгений Михайлович , акад. АН СССР	Инженерная геология (2-е изд.) Человек и геологическая среда (соавт. В.А. Друянов)	М., МГУ, 1982 г. М., 1986 г.
Симкин Борис Александрович	Комплексная механизация процессов циклично-поточной технологии на карьерах (соавт. А.А. Дихтяр и др.)	М., "Недра", 1985 г.
Смирнов Владимир Иванович , акад. АН СССР	Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений (2-е изд.)	М., МГУ, 1957 г.
Скочинский Александр Александрович , акад. АН СССР (1874—1960)	Рудничный воздух и основной закон движения его по выработкам Рудничные пожары (соавт. В.М. Огиевский), 2-е изд.	СПб., 1904 г. М., "Углетехиздат", 1954 г.
Соболевский Петр Константинович , профессор (1868—1949)	Геометризация месторождений минерального сырья как основа рационального освоения недр (сб. статей)	МГИ, 1969 г.
Соколов Дмитрий Иванович , профессор (1788—1852)	Курс геогнозии, составленный корпусом горных инженеров полковником Санкт-Петербургского университета профессором Д. Соколовым Руководство к геогнозии. Ч. 1-я и 2-я Руководство к минералогии с присовокуплением статистических сведений о важнейших солях и металлах. Ч. 1-я и 2-я	СПб., 1839 г. СПб., 1842 г.
Солопов Сергей Григорьевич , профессор	Торфяные машины и комплексы (соавт. Л.Н. Самсонов и др.)	М., "Недра", 1973 г.
Сонин Семен Данилович , профессор	Технологические схемы размещения породы в шахте (соавт. Б.М. Воробьев) Подземная разработка пластовых месторождений (соавт. Р.А. Селецкий и др.)	М., "Госгортехиздат", 1961 г. М., "Госгортехиздат", 1961 г.
Спиваковский Александр Онисимович , ч.-к. АН СССР (1888—1986)	Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок (соавт. М.Г. Потапов) Специальные транспортные устройства в горнодобывающей промышленности (соавт. И.Ф. Гончаревич) Транспорт в горном деле	М., "Недра", 1983 г. М., "Недра", 1985 г.
	Поточная технология открытой разработки скальных горных пород (соавт. В.В. Ржевский, М.В. Васильев)	М., "Наука", 1985 г. М., "Недра", / 1970 г.

Сребный Михаил Александрович , профессор	Выбор рациональных параметров технологических схем выемки угля на пологих пластах (комбинат "Торезантрацит") Управление производством в угольном объединении (соавт. И.И. Ткаченко) Эффективные режимы работы угольных шахт (соавт. В.А. Харченко и др.) Системы разработки месторождений	М., 1973 г., М-во уг. п-ти СССР М., "Недра", 1977 г. М., "Недра", 1986 г. Свердловск—М., "Металлургиздат", 1947 г. Киев, изд. АН УССР, 1961 г. Л.—М., ОНТИ, 1937 г.
Стариков Николай Антонович , профессор	Основы разработки рудных месторождений на больших глубинах Геология месторождений ископаемых углей и горючих сланцев (соавт. С.И. Миронов)	Киев, изд. АН УССР, 1961 г. Л.—М., ОНТИ, 1937 г.
Степанов Павел Иванович , акад. АН СССР (1880—1947)		
Стещенко А.И.	Курс систем разработки рудных месторождений Тепловые методы увеличения нефтеотдачи	Гостехиздат, 1930 г. М., МИНХГП, 1984 г.
Стрижов Иван Николаевич , профессор		
Судоплатов Алексей Павлович , профессор	Рациональная система разработки в Подмосковном угольном бассейне Разработка угольных месторождений короткими очистными забоями Основания механики мерзлых грунтов (соавт. Н.А. Цытович) Область вечной мерзлоты	М., 1948 г., М-во Западного СССР М., "Госгортехиздат", 1962 г. М.—Л., 1937 г. изд. АН СССР Л.—М., изд. Главсевморпути, 1940 г. М., "Недра", 1984 г.
Сумгин Михаил Иванович , профессор (1873—1942)		
Сургучев Михаил Леонтьевич Табакман Иосиф Борисович , профессор	Физико-химические микропроцессы в нефтегазоносных пластах (соавт. Ю.В. Желтов, Э.М. Симкин) Управление грузопотоками на карьере (соавт. Г.М. Абидов)	М., "Недра", 1984 г. Ташкент, "Фан", 1985 г.
Тартаковский Борис Нусимович , профессор	Циклично-поточная технология горных работ для глубоких карьеров Кривбасса (соавт. М.Ф. Друкованный)	Киев, "Наукова Думка", 1972 г.
Терпигорев Александр Митрофанович , акад. АН СССР (1873—1959)	Горные машины для выемки пластовых полезных ископаемых Горное дело. Энциклопедический справочник в 11 томах. Главн. ред. А.М. Терпигорев О состоянии и ближайших направлениях развития науки по подземной газификации углей. Материалы и дискуссии. Ред. А.М. Терпигорев Маркшейдерское искусство (лекции). Ч. 1-я Руководство к рудничному нивелированию и к съемке рудников градусником и компасом Несчастные случаи с рабочими на горных заводах и рудниках Горнозаводская механика (изд. 2-е)	М., "Углетехиздат", 1950 г. М., "Углетехиздат", 1957 г. М., 1957 г., изд. АН СССР СПб., 1887 г. СПб., 1890 г. Харьков, 1898 г. СПб., 1899 г.
Тиме Георгий Августович , профессор (1844—1910)		
Тиме Иван Августович , профессор (1838—1920)		

Тимофеев Петр Петрович, ч.-к. АН СССР	Юрская угленосная информация Южной Сибири и условия ее образования	М., "Наука", 1970 г.
Толстихин Нестор Иванович, профессор	Гидрогеология СССР (соавт. Г.Н. Каменский, М.М. Толстихина) Общее мерзлотоведение (соавт. С.П. Качурин и др.)	М., "Госгеолтехиздат", 1959 г. Новосибирск, "Наука", 1974 г. М., "Недра", 1975 г.
Томаков Петр Иванович, профессор	Разработка маломощных и сложных угольных пластов открытым способом (соавт. Н.А. Малышева, С.А. Дранников) Технология, механизация и организация открытых горных работ. 2-е изд. (соавт. И.К. Наумов) Рациональное землепользование при открытых работах (соавт. В.С. Коваленко)	М., "Недра", 1978 г. М., "Недра", 1984 г.
Требин Фома Андреевич, профессор	Добыча природного газа (соавт. Ю.Ф. Макогон, К.С. Басниев)	М., "Недра", 1976 г.
Трофимов Александр Алексеевич, профессор	Основы маркшейдерского дела и геометрия недр (2-е изд.)	М., "Недра", 1985 г.
Трофимук Андрей Алексеевич, акад. АН СССР	Методологические вопросы геологии нефти и газа (соавт. Ю.Н. Карокодин, Э.Б. Мовшович)	Новосибирск, ИГИГ, 1983 г.
Трубецкой Климент Николаевич	Технология применения и параметры карьерных погрузчиков	М., "Недра", 1985 г.
Трулак Николай Григорьевич, профессор	Замораживание пород при сооружении вертикальных шахтных стволов	М., "Недра", 1983 г.
Трушков Николай Ильич, профессор	Разработка рудных месторождений. Подземные работы. Т. 1-й и 2-й	М., "Металлургиздат", 1946 г.
Троянский Сергей Васильевич, профессор	Гидрогеология и осушение месторождений (соавт. А.С. Белицкий, А.И. Чекин)	М., "Углетехиздат", 1956 г.
Трушлевич Виктор Иванович, профессор	Флотация	М.—Л., ОНТИ, 1935 г.
Узатис Алексей Иванович	Курс горного искусства	СПб., 1843 г.
Уманский Виктор Борисович, профессор	Электрические подъемные установки	М., "Госгортехиздат", 1960 г.
Устинов Михаил Иванович	Выбор технологических решений при подготовке новых горизонтов и реконструкции шахт Горная геометрия, (4-е изд.)	М., "Недра", 1977 г. М., "Недра", 1979 г.
Ушаков Иван Николаевич, профессор	Аэромеханика вентиляционных потоков в горных выработках	М., "Недра", 1975 г.
Ушаков Ким Захарович, профессор	Рудничная промышленная аэрология (соавт. Б.Ф. Кириин)	М., "Недра", 1983 г.
Федоров Михаил Михайлович, акад. АН СССР (1867—1945)	Избранные труды. Т. 1-й и 2-й	Изд. АН СССР, 1957 г.

Ферман Александр Евгеньевич , акад. АН СССР (1883—1945)	Избранные труды в 7-ми томах	М., Изд-во АН СССР, 1952 г.
Фиделев Александр Савельевич , профессор	Основные расчеты при открытой разработке угольных месторождений	М., "Госгортехиздат", 1960 г.
Филатов Михаил Михайлович , профессор	Основы дорожного грунтоведения	М.—Л., 1936 г., "Гострансиздат"
Филатов Сергей Сергеевич , профессор	Вентиляция карьеров	М., "Недра", 1981 г.
Фисенко Георгий Лаврентьевич , профессор	Устойчивость бортов карьеров и отвалов (2-е изд.)	М., "Недра", 1965 г.
Фролов Петр Кузьмич (1775—1839)	Савельев Н.Я. Петр Кузьмич Фролов Жизнь и деятельность новатора русской техники XIX века	Новосибирск, 1951 г., Новосиб. обл. изд-во
Фузган Марк Давидович , профессор	Интенсивность подземной эксплуатации рудных месторождений (соавт. Д.Р. Палунов, В.И. Пазынич)	М., "Наука", 1980 г.
Харченко Алексей Кондратьевич , профессор	Производительность труда в угольной промышленности и пути ее повышения	М., "Недра", 1964 г.
Холин Николай Дмитриевич , профессор	Гидромеханизация вскрышных работ на угольных карьерах (соавт. Г.Н. Иванов, С.О. Славутский)	М., "Углетехиздат", 1948 г.
Хохряков Владимир Степанович , профессор	Открытые горные работы (3-е изд.)	М., "Недра", 1974 г.
	Экономико-математическое моделирование в проектировании карьеров Проектирование карьеров	М., "Недра", 1977 г.
	Автоматизированное проектирование карьеров (соавт. Г.А. Неволин и др.)	М., "Недра", 1980 г.
Христианович Сергей Александрович , акад. АН СССР	Внезапные выбросы угля (породы) и газа (соавт. Р.Л. Салганик)	М., "Недра", 1985 г.
Цимбаревич Петр Михайлович , профессор	Механика сплошной среды	М., 1980 г., преприн М., "Наука", 1981 г.
	Механика горных пород	М., "Углетехиздат", 1948 г.
	Рудничное крепление	М.—Харьков, "Углетехиздат", 1951 г.
Цилукидзе Григорий Антонович	Методы подземной разработки месторождений полезных ископаемых	М., "Металлургиздат", 1948 г.
Цыгалов Михаил Николаевич	Эффективность систем разработки с твердеющей закладкой	М., 1968 г., Мин-во цв. металлургии
	Подземная разработка с высокой полнотой извлечения руд	М., "Недра", 1985 г.
Чарный Исаак Абрамович , профессор	Подземная гидрогазодинамика	М., "Гостоптехиздат", 1963 г.

Черницын Н.Н.	Рудничный газ, условия его выделения, его свойства и меры борьбы	Пг., 1917 г.
Чернышев Феодосий Николаевич, академик (1856—1914)	Историческая геология (каменноугольные и пермские системы)	Пг., 1915 г.
Черняк Илья Лозикович, профессор	Управление горным давлением в подготавливаемых выработках глубоких шахт (соавт. Ю.И. Бурчаков)	М., "Недра", 1984 г.
Черский Николай Васильевич, акад. АН СССР	Исследование и прогнозирование условий накопления ресурсов газа в газогидратных залежах (соавт. В.П. Царев, С.П. Никитин)	Якутск, 1983 г., ЯФСО АН СССР
Чесноков Митрофан Митрофанович Чинакал Николай Андреевич, ч.-к. АН СССР (1888—1979)	Моделирование программы освоения природных ресурсов Южной Якутии Системы открытых разработок месторождений штучного камня. В сб.: "Техника и технология открытых горных работ" Щитовая система разработки (соавт. В.Т. Дзюбенко и др.)	Новосибирск, "Наука", 1986 г. М., "Углетехиздат", 1959 г. Новосибирск, "Наука", 1972 г.
Шапарь Аркадий Григорьевич, профессор Шахлевиц Г.Д.	Управляемое обрушение уступов на карьерах (соавт. Б.Л. Тартаковский)	Киев, "Техника", 1976 г.
Шевяков Лев Дмитриевич, акад. АН СССР (1889—1963)	Техника безопасности в горнорудной промышленности (открытые работы) Основы теории проектирования угольных шахт (изд. 2-е) Разработка месторождений полезных ископаемых (4-е изд.) Избранные труды (в 2-х томах)	Свердловск, ГОНТИ, 1939 г. М., "Углетехиздат", 1958 г. М., "Госгортехиздат", 1963 г. М., "Наука", 1968 г. М., "Гостоптехиздат", 1959 г.
Шалкачев Владимир Николаевич, профессор Шемякин Евгений Иванович, акад. АН СССР	Разработка нефтеводоносных пластов при упругом режиме Динамические задачи теории упругости и пластичности Динамическое разрушение твердых тел (соавт. В.С. Никифоровский) Открытые горные работы	Новосибирск, 1968 г., НГУ Новосибирск, "Наука", 1979 г. М.—Л., "Гостоптехиздат", 1940 г.
Шешко Евгений Фомич, профессор	Основы теории вскрытия карьерных полей	М.—Л., "Углетехиздат", 1953 г.
Шкундин Борис Маркович Шлаин Израиль Борисович Шорохов Сергей Михайлович, профессор	Основы проектирования угольных карьеров (соавт. В.В. Ржевский) Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. Изд. 3-е Землесосные работы в гидротехническом строительстве Разработка месторождений карбонатных пород Разработка россыпных месторождений и основы проектирования Технология и комплексная механизация разработки россыпных месторождений (2-е изд.)	М.—Л., "Углетехиздат", 1958 г. М., "Углетехиздат", 1957 г. М., "Высшая школа", 1977 г. М., "Недра", 1968 г. М., "Госгортехиздат", 1963 г. М., "Недра", 1973 г.

Шухов Владимир Григорьевич , поч. ч. АН СССР (1853–1932)	Предохранение рек от загрязнений при разработке россыпных месторождений (соавт. А.А. Зуйков и др.) Избранные труды: строительная механика	М., "Недра", 1980 г. М., "Наука", 1977 г.
Щеголев Дмитрий Иванович , профессор	Рудничные воды	М. – Харьков, "Углетехиздат Западугля", 1948 г. М., "Металлург- издат", 1957 г. Киев, изд. УССР, 1959–1960 гг.
Щербань Александр Назарьевич , акад. АН УССР	Подземные воды рудных месторождений (соавт. Н.И. Плотников, М.Н. Сыроватко) Научные основы расчета и регулирования теплового режима глубоких шахт. Т. 1-й и 2-й (соавт. О.А. Кремнев)	Киев, "Наукова Думка", 1965 г. Киев, "Наукова Думка", 1981 г.
Юшкин Владимир Викторович Ямщиков Валерий Сергеевич , профессор	Методы и средства контроля рудничного газа (метана) Методы расчета температуры вентиляционного воздуха подземных сооружений (соавт. Н.А. Брайчева, В.П. Черняк) Газоконденсатные месторождения (соавт. А.С. Великовский) Контроль качества на предприятиях нерудных строительных материалов Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов	М., "ГосИНТИ", 1959 г. М., "Недра", 1981 г. М., "Недра",

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Ч А С Т Ь I. СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА ГОРНЫХ НАУК	4
1. Становление комплекса горных наук	4
2. О структуре комплекса горных наук	12
Ч А С Т Ь II. СОДЕРЖАНИЕ КОМПЛЕКСА ГОРНЫХ НАУК	23
1. Экономика, планирование, организация и управление горным производством	23
2. Экология горного производства и комплексное освоение недр	34
3. Горнопромышленная геология	38
4. Геометрия недр и маркшейдерия	46
5. Физические и химические процессы горного производства	51
6. Скважинная горная технология	72
7. Строительная горная технология	78
8. Открытая горная технология	81
9. Подземная горная технология	90
10 и 11. Гидромеханизованная и подводная горные технологии	103
12. Технология первичной переработки (обогащения) минерального сырья	107
13. Горная электромеханика (горные и обогатительные машины и их комплексы, электрификация и автоматизация горного производства)	114
Ч А С Т Ь III. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ УГЛЕЙ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ	121
1. Исходные положения из энергетической проблемы	121
2. Об эффективности угледобычи и углепользования	127
3. Возможности совершенствования угледобычи и углепользования	132
4. Возможности новых технологий	141
5. Влияние природных условий на подземное сжигание угля	152
6. Доступ воздуха и выдача продукции при подземном сжигании угля	158
7. Экологические и другие вопросы	164
Ч А С Т Ь IV. К ТЕОРИИ ВСКРЫТИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	170
1. О принципах вскрытия залежей	170
2. Предложения к вскрытию угольных пластов	178
3. Способ подземной разработки месторождений полезных ископаемых очистными стволами	188
4. Предложения к системе разработки выемочными блоками	192
5. Возможности открытых разработок с вертикальными откосами бортов карьеров	194
6. Пространственно-временной метод планирования и проектирования горных работ	197
Ч А С Т Ь V. В ПОМОЩЬ МОЛОДОМУ ИССЛЕДОВАТЕЛЮ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	201
Логика исследований	202
О гипотезе, теории, законе, опыте, экспериментах	204
Процесс познания при исследовании	209
Формулировка проблем и темы исследований	214
В помощь начинающему изобретателю	217
Заключение	220
Некоторые основополагающие научные труды	221

Научное издание

**Проблемы горной
промышленности и
комплекса горных наук**

Технический редактор **И.В. Б е р и н а**
Корректор **Л.А. Е г о р о в а**
Оператор **С.А. С а в ч е н к о**

Подписано в печать 27.12.90. Формат 60х90 1/16 Бумага офсетная
Печать офсетная Печ. л. 15,5 Усл. кр.-отт. 15,5 Уч.-изд. л. 18,81
Тираж 5000 экз. Зак. № 147. Цена 5 р.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Тульская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по печати
300600, ГСП г. Тула пр. Ленина, 109