

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Ш.А. Мамбетов,
А.Р. Абдиев, Р.Ш. Мамбетова**

**КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

Учебное пособие

Допущено Министерством образования и науки
Кыргызской Республики в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений

Бишкек 2019

УДК 622.7
ББК 33.346
М 22

Рецензенты:

К.Т. Таджибаев, д-р техн. наук, профессор,
лауреат государственной премии Кыргызской Республики,
М.М. Шамсутдинов, д-р техн. наук, профессор

Рекомендовано к изданию Ученым советом ГОУВПО КРСУ

Мамбетов Ш.А. и др.

М 22 КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬ-
НЫХ РЕСУРСОВ: учебное пособие / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев,
Р.Ш. Мамбетова. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2019. – 288 с.
ISBN 978-9967-19-624-7

Рассмотрены вопросы комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов Кыргызстана. Проанализировано состояние изученности территории, минерально-сырьевой базы и недропользования в республике.

Изложена концепция комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов и возможные пути ее реализации в условиях Кыргызстана.

Рассмотрены физико-географические, горно-геологические и экономические особенности региона, которые определяют эффективность освоения минеральных ресурсов; развития существующей технологии добычи и переработки минеральных ресурсов.

Предложены методы геомеханического обеспечения горных работ. Приведены некоторые примеры инновационных технологий в вопросе развития комплексного освоения минеральных ресурсов.

Для горных инженеров, инженеров водоснабжения и студентов, обучающихся по специальностям, связанным с разведкой, открытой и подземной разработкой твердых, жидких и газообразных месторождений полезных ископаемых, физическими процессами горного или нефтегазового производства.

М 1804060000-19

УДК 622.7
ББК 33.346

ISBN 978-9967-19-624-7

© ГОУВПО КРСУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ И СОСТОЯНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КЫРГЫЗСТАНА	9
1.1 Геологическая изученность территории республики	9
1.2 Состояние минерально-сырьевой базы республики.....	13
1.2.1 Месторождения твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых	13
1.2.2 Отвалы добытых полезных ископаемых	21
1.2.3 Отходы переработки полезных ископаемых	22
1.2.4 Подземные пресные, минеральные и термальные воды.....	23
1.3 Выводы по главе.....	27
Глава 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В КЫРГЫЗСТАНЕ	29
2.1 Немного о прошлом недропользования на территории Кыргызстана	29
2.2 Минерально-сырьевая база республики и ее промышленная разработка	30
2.4 Экологические проблемы на территории республики	58
2.5 Выводы по главе.....	60
Глава 3. КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КЫРГЫЗСТАНА	61
3.1 Основные понятия, термины и определения.....	61
3.2 Обоснование необходимости разработки концепции комплексного освоения минеральных ресурсов	66
3.3 Концепция комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов Кыргызстана.....	76
3.4 Основные направления повышения эффективности комплексного использования минерального сырья	82
3.5 Эколого-экономические аспекты освоения минерального сырья.....	84
3.6 Взаимодействие горных работ с уникальными объектами горной системы Тянь-Шань	86

3.7 Юридическое, информационное и организационно-управленческое обеспечение концепции	89
3.7.1 Государственное управление и регулирование недропользованием в Кыргызстане.....	89
3.7.2 Юридические и информационные документы в освоении месторождений минеральных ресурсов.....	94
3.8 Выводы по главе.....	121
Глава 4. ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	123
4.1 Физико-географические, горно-геологические и экономические особенности территории	123
4.2 Основные особенности геологического строения территории	134
4.3 Пространственное расположение горных выработок в условиях высокогорья	144
4.4 Выводы по главе.....	147
Глава 5. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	148
5.1 Открытый способ разработки полезного ископаемого	148
5.2 Подземный способ разработки полезных ископаемых	163
5.3 Способы обогащения полезных ископаемых	170
5.4 Развитие способов освоения подземных вод	177
5.6 Выводы по главе.....	183
Глава 6. ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ В КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	185
6.1 Геологоразведочные работы при комплексном освоении месторождений минеральных ресурсов	185
6.2 Технологические схемы и возможные пути учета факторов высокогорья при ведении горных работ	186
6.3 Геомеханическая оценка породного массива разрабатываемого месторождения	212
6.4 Геомеханическое обеспечение горных и горно-строительных работ	229
6.5 Выводы по главе.....	246

Глава 7. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В РАЗВИТИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	248
7.1 Совершенствование комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов на основе инноваций.....	248
7.2 Инновационные технологии и геомеханические проработки при открытой разработке месторождений	249
7.3 Комбинирование технологий при комплексном освоении месторождений.....	267
7.4 Инновационные технологии переработки руд	277
7.5 Выводы по главе.....	280
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	281
ЛИТЕРАТУРА	284

ВВЕДЕНИЕ

Кыргызстан – горная страна, с территорией 199,9 тыс. км², занимает основную часть горной системы Тянь-Шань. Абсолютные отметки высот территории находятся в диапазоне от 401 до 7469 м. При этом до 1000 м расположено 5,9 % территории, от 1000 до 2000 м – 22,4 %, от 2000 до 3000 м – 30,9 % и свыше 3000 м – 40,8 %. Это означает, что основная часть республики – это высокогорье, под которым подразумевается территория земной поверхности, приподнятая более 1000 м над уровнем моря, со сложным рельефом и с разреженной атмосферой.

В недрах земли Кыргызстана залегают многочисленные минеральные ресурсы, под которыми в данной работе понимается совокупность полезных ископаемых, доступных и пригодных для промышленного использования и, как правило, количественно оцененные геологическими исследованиями и геологической разведкой.

Для экономики Кыргызстана минеральные ресурсы имеют жизненно-важное значение. Они обеспечивают развитие и функционирование ряда отраслей горнодобывающего комплекса и позволяют решать многие проблемы экономического и социального характера.

Минеральные ресурсы Кыргызстана по своему вещественному составу, месту нахождения и возможности использования весьма многообразны. Открыты многие тысячи проявлений и разведаны сотни месторождений полезных ископаемых. Вместе с тем объемы, темпы развития и показатели эффективности добывающей отрасли, утилизации отходов горного производства, которые находятся в прямой зависимости от физико-географических, горно-геологических и экономических особенностей региона, а также не комплексного освоения месторождений, не удовлетворяют потребностей экономики республики.

Производство необходимых продуктов добычи и переработки минеральных ресурсов требует огромных денежных, трудовых, энергетических и других затрат. К сожалению, из-за отсутствия комплексных подходов в освоении и извлечении, они используются в значительной части неэффективно.

Планомерное изучение и освоение минеральных ресурсов республики довольно успешно проводилось в советский период. Сегодняшняя минерально-сырьевая база формировалась на протяжении многих десятков лет. Разведанные запасы минеральных ресурсов обеспечивали строительство и работу добывающих и перерабатывающих предприятий цветной металлургии, редкоземельного производства, золотодобычи, угольной промышленности, стройиндустрии, бальнеологических лечебниц и курортов, водоканального хозяйства.

В республике действовали специализированные комбинаты по производству ртути, сурьмы, редкоземельных элементов, золота.

Хайдарканский ртутный комбинат работал с 1941 года. Кадамжайский сурьмяной комбинат работал с 1936 года. Кыргызский горно-металлургический комбинат работал с 1942 года. Макмальский золоторудный комбинат начал работу с 1986 года. Все они обеспечивали потребности всего Союза.

Работали десятки шахт и предприятий по добыче угля и нерудных полезных ископаемых.

Подземные воды обеспечивали чистой питьевой водой городское население, сельское хозяйство, действовали десятки тепличных хозяйств на базе термальных вод.

Анализ минерально-сырьевой базы, работы действующих предприятий, перспективы развития мощностей по добыче и переработке минеральных ресурсов в республике показывают, что вопрос изучения, освоения и использования минерального сырья республики находится в прямой зависимости от проблем, связанных с условиями высокогорья, которые отражаются на технико-экономических показателях добывающих отраслей.

Минерально-сырьевым комплексом Кыргызстана в советский период в основном занимались централизованно, на отраслевой основе. Этот подход наряду с положительными, имел и отрицательные стороны. Ведомственный интерес не способствовал комплексному освоению месторождений полезных ископаемых.

Настало время вернуться к вопросам освоения богатств недр республики, взяв курс на эколого-экономическое направление. Это может быть осуществлено, если вовлечение минеральных ресурсов

республики в народно-хозяйственный оборот будет подчинено концепции рационального и комплексного освоения месторождений с максимальной утилизацией всех компонентов полезного ископаемого, минимизации загрязнения окружающей среды.

Глава 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ И СОСТОЯНИЕ МИНЕРАЛЬНО- СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КЫРГЫЗСТАНА

1.1 Геологическая изученность территории республики

История геологического изучения территории современного Кыргызстана относится к концу XIX – началу XX веков. Системное геологическое изучение его территории было начато с 30-х годов прошлого века с созданием (в 1938 г.) самостоятельной геологической структуры в Киргизской ССР [1–10].

Физико-географические (рельеф, абсолютная высота, сейсмичность, сели, лавины), горно-геологические (геодинамика, тектоника, гидрогеология и др.) и экономические (транспорт, энергетика, населенность и др.) особенности территории в условиях высокогорья определили и специфику проведения горно-геологических исследований.

Склоны горных хребтов изучаются и опознаются методами региональных и крупномасштабных площадных геологических и геолого-географических исследований, отложения межгорных впадин обследуются и опознаются методами гидрогеологических и геолого-геофизических исследований.

Плановая система хозяйствования в Советском Союзе способствовала довольно тщательному и системному изучению особенностей геологического строения Кыргызстана. Территория республики была полностью, кроме некоторых особенно труднодоступных высокогорных районов, изучена в масштабе 1:50000. Часть территории в районах с выявленными месторождениями была детально изучена в масштабе 1:25000 и 1:10000. Приведенная масштабность отражает сеть на поверхности земли, где геологами составлялись карты с соответствующим шагом. Так, для масштаба 1:10000 обозначены точки непосредственного описания с отбором различных проб, при условии непрерывного наблюдения за особенностями геологического строения, интервал между точками составлял не более 100 метров. В состав работ входило описание пород, особенности их залегания, тектонического и структурного строения пластов и мас-

сивов, процессов изменений минерализации, отбор проб и образцов для более тщательного лабораторного анализа, включая химический состав пород и количественный состав рудной минерализации. Для участков с повышенной минерализацией проводили поверхностные горные выработки в виде канав, траншей, шурфов для определения возможности повышенной полезной минерализации и выявления рудопоявлений. С соответствующей детальностью проводились работы и для других масштабов.

В результате работ составляли геологические карты различного назначения, чтобы описать строение, историю и полезные ископаемые на изучаемой территории. Подобное описание делалось для относительно небольших территорий с высокой степенью обнаженности пород с помощью визуального наблюдения.

Была создана соответствующая инфраструктура в виде производственных структур: двух территориальных геологических экспедиций: северо-кыргызской и южно-кыргызской. Были созданы также специализированные – гидрогеологическая, геофизическая и методическая экспедиции, а также переменное количество специфических экспедиций, сосредоточенных на изучении месторождений и прилегающих перспективных территорий: Учкошконская, Сарыджазская, Чаткальская. Конечно, изучение месторождений и прилегающих перспективных площадей могли длиться десятилетиями (так Кумтор – 15 лет, Джеруй, Сарыджаз, Учкошкон, Талдыбулак Левобережный – 20 лет).

Геологическое изучение по методике СССР имеет достаточно четко выделяемые стадии: геологическая съемка территорий с общими поисками полезных ископаемых (масштабы от 1:200000 до 1:25000 с детализацией более крупного масштаба при поиске рудопоявлений), геологические поиски (общие, детальные, поисково-оценочные работы) при изучении перспективных локальных территорий и рудопоявлений и геологоразведка (предварительные и детальные стадии) – изучение проявлений и месторождений.

Производственное геологическое изучение недр Кыргызской ССР сопровождалось созданием собственной научной и кадровой базы: ряда профильных научно-исследовательских институтов, лабораторий и кафедры полезных ископаемых при Фрунзенском

политехническом институте. Тем не менее, более 50 % научных исследований и кадрового потока осуществлялся за счет союзных исследовательских и образовательных институтов.

Численность Управления геологии Кыргызской ССР до 1991 г. доходила до 11 тысяч человек. На 1991 г. Кыргызстан имел высокую степень геологической изученности практически всей территории. Был создан и функционировал в рамках союзной кооперации горный сектор страны, о котором подробнее остановимся позже.

Длительность и многоэтапность изучения в геологии связана с необходимостью четко представить годность объекта для добычи полезного ископаемого. Для этого необходимо учитывать все факторы: горно-геологические, гидрологические, горные, технологии переработки руд для извлечения металла, возможности создания инженерной инфраструктуры (энергоснабжения, дорог, строений фабрик и хвостохранилищ, отвалов), влияние на экологию и т. д.

В конечном итоге составлялась подробная экономическая модель, показывающая, каковы возможности эксплуатации месторождения и какова его рентабельность. Например, месторождение Кумтор, по результатам детальной разведки 1989 г. имело трехпроцентную рентабельность (при запасах и прогнозных ресурсах в 716,6 т золота) и в 1990 г. Госпланом СССР его разработка была отложена на период после 2000 года.

В 1992 г. из-за некомпетентности и коррумпированности руководства суверенного Кыргызстана, месторождение Кумтор было отдано инвестору на разработку на невыгодных для государства условиях.

Месторождение олова Учкошкон изучали более 20 лет. В итоге было рекомендовано рассматривать его как резервную базу Сарыджазского оловорудного комбината без самостоятельной значимости. На месторождениях Талдыбулак Левобережный и Тереккан было рекомендовано продолжить геологические изучения. Более 90 % изучаемых объектов либо по изученности, либо по расчетным экономическим показателям разработки месторождений не переходили в разряд экономически рентабельных для промышленного освоения.

Следует отметить, что 100 % финансирования геологических исследований осуществлялось за счет союзного централизованного

бюджета. За счет местного бюджета изучались и разрабатывались лишь некоторые месторождения нерудных полезных ископаемых. Финансирование геологической отрасли достигало в пересчете с рублей на доллары США до 100 млн в год. По современным показателям на разведку каждого из известных месторождений Кыргызстана – Кумтор, Джеруй, Талдыбулак Левобережный, Сарыджаз, Учкошкон и др., были затрачены сотни миллионов долларов.

В целом, в советский период были открыты многие тысячи проявлений полезных ископаемых различного масштаба. Среди них известные месторождения с запасами мирового уровня: Кумтор (золото), Хайдаркан (ртуть), Кадамжай (сурьма), Кара-Корум (волластонит), крупные угольные бассейны и др. На государственном балансе числятся 199 разведанных месторождений по 37 видам минерального сырья.

Всего за период с 1938 по 1992 г. на поиски и разведку месторождений полезных ископаемых на территории Кыргызстана было затрачено финансовых средств на сумму, эквивалентную 1 млрд 476 млн долларов. К моменту распада СССР 80 % территории Кыргызстана было покрыто детальными поисками, были обнаружены многие десятки тысяч проявлений различных полезных ископаемых.

После обретения суверенитета ситуация кардинально изменилась. Финансирование геологического изучения из бюджета резко сократилось, возникли частные компании, обслуживающие иностранных и отечественных инвесторов, обладающих лицензиями на поисковые площади и разведочные объекты. Всего на поиск и разведку полезных ископаемых было выдано 443 лицензии (таблица 1.1).

Представленная таблица подчеркивает характерную особенность нашей экономики. Доминирующее количество лицензий на недропользование приходится на разработку месторождений нерудных полезных ископаемых, подземных вод и угля. В свою очередь, большая часть лицензий на металлы и нефть, газ и благородные металлы приходится на геолого-исследовательские работы. В области разработки неметаллов, в основном, работают отечественные компании с преобладанием местных инвестиций. В области нефти и металлов работают иностранные инвесторы, причем преобладают

Таблица 1.1 – Лицензии на поиск и разведку полезных ископаемых

Вид полезного ископаемого	Поиск	Разведка	Всего
Нефть и газ	33	4	37
Уголь		37	37
Металлы	20	16	36
Золото коренное	58	38	96
Золото россыпное	20	3	23
Неметаллы	-	105	105
Подземные воды	-	-	109
Всего	131	203	443

исследовательские работы, прямо скажем, с неясными перспективами. В этой области преобладают самые высокие риски и требуются самые высокие инвестиции. Добавим, что иностранные инвестиции составляют более 90 % таковых.

1.2 Состояние минерально-сырьевой базы республики

1.2.1 Месторождения твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых

Минеральные ресурсы недр Кыргызстана [1–12] по своему вещественному составу, месту нахождения и возможностям использования довольно многообразны:

- месторождения твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых;
- отвалы добытых забалансовых полезных ископаемых, горных пород вскрыши и от проходки подземных горных выработок, содержащие полезные компоненты;
- отходы переработки и сточные воды обогатительного и металлургического производств, содержащие полезные компоненты;
- подземные источники простых, минеральных и термальных вод.

Топливо-энергетические ресурсы

Нефть, газ. Разведанные месторождения нефти и газа сосредоточены в южных регионах республики и составляют 98,5 млн т неф-

ти, газа – 7,6 млрд/м³. Прогнозные ресурсы углеводородного сырья межгорных впадин оцениваются в 500 млн т условного топлива.

Значительные разведочные работы начаты в 2011 г. ОАО «Баткеннефтегаз» на месторождениях Бургандинского массива. Геологоразведочные работы проводятся ОАО «Кыргызнефтегаз» и частными компаниями на территориях действующих нефтепромыслов и на изученных площадях межгорных впадин.

Уголь. Запасы угля разведанных месторождений составляет 1,3 млрд т на 49 месторождениях:

- на территории Джалал-Абадской области – Тегенек (58,5 млн т), Кара-Тут (28,5 млн т), Кок-Янгак (58, 6 млн т), Кумбель (39, 8 млн т), Таш-Кумыр (56,4 млн т);
- на территории Нарынской области – Кара-Кече (433 млн т), Минкуш (117 млн т);
- на территории Иссык-Кульской области – Джергалан (22 млн т), Согуты (11 млн т);
- на территории Баткенской области – Сулюкта (145 млн т), Шураб III (121, 6 млн т), Кызыл-Кия (88,2 млн т);
- на территории Ошской области – Бешбурхан (38 млн т), Алмалык (19,3 млн т), алдыяр (45 млн т).

Цветные и редкие металлы представлены ртутью (с запасом 40355 т), сурьмой (265444 т), оловом (209221 т), вольфрамом (124943 т), медью (140500 т), свинцом (27400 т), цинком (17600 т), редкими землями (51500 т), молибденом (2410 т), висмутом (4410 т), мышьяком (497200 т), кобальтом (273 т), бериллием (117001 т), алюминием (298 млн т).

Аллюминий. Аллюминиевое сырье представлено мелкими месторождениями бокситов и двумя месторождениями нефелиновых сиенитов – Сандык и Зардалек. На месторождении Сандык разведанные запасы глинозема составляют 147 млн т, на месторождении Зардалек – 151 млн т. Для освоения месторождений необходимы большие капитальные затраты и создание дополнительных энергетических мощностей.

Бериллий. На территории Кыргызстана разведан ряд крупных и средних по запасам месторождений бериллиевых руд – Калесай, Тюкту-Арча, Четенды, Узун-ташты.

Суммарные запасы руды этих месторождений составляют 86,6 млн т, оксида бериллия – 74,8 тыс. т.

Наиболее перспективным объектом для разработки является детально разведанное фенакитовое месторождение Калесай. Месторождение расположено вблизи редкоземельного месторождения Калесай II и его западный фланг вскрыт кутессайским карьером. Разведанные запасы составляют 11,7 тыс. т оксида бериллия при среднем содержании 0,127 %, из них 75–80 % возможно отработать открытым способом. Прирост запасов возможен за счет разведки на глубину и фланги месторождения. Попутным компонентом в руде является свинец. Среднее содержание его в промышленных рудах составляет 0,24 %.

Технология обогащения бериллиевых руд отработана в полузаводском цикле. При этом был получен высококачественный бериллиевый концентрат с содержанием BeO 8,35 %. При извлечении оксида бериллия 44 % получен полупродукт химического передела с содержанием BeO – 0,5 %, при извлечении оксида бериллия – 9 % и свинцовый концентрат с содержанием свинца – 44,5 %. Из бериллиевого концентрата в результате фторидного спекания и последующего водного выщелачивания спека была получена гидроокись бериллия с извлечением 93 %.

Освоение месторождения сдерживается низким качеством руд, небольшими потребностями мирового рынка (400–500 т в год) и монополией на его производство американскими компаниями, которые перерабатывают руды с содержанием окиси бериллия 2–3 %. Освоение месторождения в ближайшие годы крайне проблематично.

Месторождения Тюкту-Арча (6,8 т BeO) и Четенды (6,1 т BeO) недостаточно изучены в части обогащения руды, а по качеству руд (содержание BeO – 0,04–0,06 %) уступают зарубежным аналогам и не находят потребителя.

Разведанные запасы и прогнозные ресурсы магнетит-хризоберилл-флюоритового месторождения Узун-Гашты составляют 60,3 тыс. т оксида бериллия при среднем содержании 0,118 %. Кроме бериллия, в рудах присутствует флюорит, перспективные запасы которого составляют 7,4 млн т при среднем содержании фтористого кальция 14,5 %. Технология обогащения руды не

разработана. В 2007 г. частной компанией начаты работы по его геологическому изучению.

Олово и вольфрам. Крупные запасы этих металлов сосредоточены в Сарыджаз-Акшийрякском рудном районе на месторождении Трудовое, разведанные запасы составляют 149 тыс. т олова и 96 тыс. т триоксида вольфрама; Учкошкон – 60,6 тыс. т олова, Кенез – 29,5 тыс. т триоксида вольфрама.

Ртуть. Сырьевую базу ртути составляют запасы ртутных и комплексных ртутно-сурьмяно-флюоритовых руд месторождений Хайдаркан, Новое, Чонкой и Чаувай.

Остаток запасов ртути на месторождении Хайдаркан составляет 11 тыс. т, на месторождении Новое – 5,5 тыс. т. Кроме ртути на этих месторождениях учтены запасы сурьмы в количестве 107,7 тыс. т и 1071 тыс. т флюорита. Остаток разведанных запасов на месторождении Чонкой составляет 22,8 тыс. т ртути, Чаувай – 24 тыс. т ртути.

Сурьма. Разведанные запасы сурьмы в сурьмяных комплексных рудах месторождений Кадамджай, Терек, Хайдаркан, Новое, Кассан, Северный Акташ, Абшир составляют в сумме 264 тыс. т.

Редкие земли. Сырьевую базу редкоземельных элементов составляют разведанные запасы месторождения Куттесай II. Остаток разведанных запасов составляет 51,5 тыс. т редких земель. Соотношение иттрия к сумме редких земель составляет в среднем 1:3.

Благородные металлы представлены золотом и серебром. Золото коренное – количество месторождений на балансе 30 с запасом 410 т, золото рассыпное – 24 с запасом 5,9 тонн.

Подготовлены к эксплуатации разведанные месторождения золота Джеруй с запасами золота 80,9 тонн, Андаш – с запасами золота и меди 19,5 т и 70 тыс. т соответственно, Курутерек – запасы золота 7,5 т и меди 28,4 т, Иштамберди – запасы золота 20,5 тыс. т, Бозымчак – запасы золота 24 т, меди 147 тыс. т.

Черные металлы. На территории республики известны свыше 400 проявлений черных металлов (железо, марганец, титан, ванадий, хром) различного генезиса, но лишь 4–5 месторождений железа могут в перспективе представлять промышленный интерес.

Прогнозные ресурсы железных руд составляют свыше 8 млрд тонн. Интерес представляет участок Дангы (Джетым) с прогнозируемым запасом около 1,6 млрд т, месторождения Надыр и Гава с запасами руды соответственно 2424 тыс. т и 2091 тыс. т при средних содержаниях железа 42 и 38 %.

Неметаллические полезные ископаемые. Разведаны сотни месторождений строительных материалов, горнорудного, химического и камнесамоцветного сырья.

Строительные материалы представлены глиной (262079 тыс. м³), песчано-гравийными смесями (474322 тыс. м³), известняком (51217 тыс. м³), строительными камнями (95679 тыс. м³), песком (65773 тыс. м³), керамзитом и агломератом (112232 тыс. м³), минеральной ватой (1451 тыс. м³), глинами гончарными (10 тыс. м³).

Нерудное сырье представлено флюоритом (2279 тыс. т), гипсом (3803 тыс. т), каменной солью (31191 тыс. т), облицовочным камнем (43400 тыс. т), керамическим сырьем (11078 тыс. т), бентонитовыми глинами (587 тыс. т), слюдой (837 тыс. т), серным колчеданом (3198 тыс. т), волостанитом (2553 тыс. т). Особо следует отметить, что волостанитовое сырье проявлено в пределах Сандалатского хребта (Кара-Корум, Арстан, Курутрек, Сатай-Сай и другие), которое может иметь широкое применение в керамической промышленности, при производстве целлюлозно-бумажных, лакокрасочных, пластических, каучуковых изделий и для производства удобрений.

По горнорудному сырью могут представлять интерес свыше 200 перспективных объектов. Числятся на балансе запасы некоторых детально разведанных месторождений: слюды-мускавита (1432 тыс. т), базальта (1410 тыс. т), аметиста (850,6 кг), граната (3256,7 кг), мраморного оникса (110,2 кг), декоративного роговика (13,4 тыс. т). Перспективны следующие виды горнорудного сырья: абразивы (140,3 тыс. т), слюда (378 т), асбест (19583 т), тальк (1412 тыс. т).

Сырьевую базу флюсового, огнеупорного и формовочного сырья для металлургии образуют серпентиниты (21 млн т), флюорит, известняки и доломиты, магнезит (40 тыс. т), кварц и кварциты, кварцевые пески.

Минеральные пигменты природного происхождения, широко используемые для изготовления различных красок и лаков, линолеума, клеенки, пластмасс, в типографском деле и бумажной промышленности представлены цветными глинами, скоплениями лимонита и гематита, охрами, ожелезненными известняками.

Имеется месторождение озокерита для производства антикоррозийных кислотно-щелоче-упорных смазок, полировочных паст и пропитки упаковочной бумаги.

Петругигическое сырье, используемое для каменного литья и получения тонких и супертонких волокон, представлено базальтами, базальтовыми порфиритами.

Камнесамоцветное сырье представлено ювелирными, ювелирно-поделочными и коллекционными камнями.

Месторождения и проявления химического сырья представлены баритом, бором, самородной серой, природными минеральными солями.

Изучено более 115 месторождений декоративно-облицовочного камня, балансовые запасы 13 из них составляют более 63,4 млн м³. Ниже приведены характеристики месторождений наиболее интересных разновидностей.

Например, Кыртатылганское месторождение гранитов расположено в 3 км с. Кичи-Кемин. Месторождение сложено средне- и крупнозернистыми лейкократовыми гранитами пермского возраста. Декоративные качества гранита характеризуются приятным сочетанием серого, розового и красного цветов и рисунком слагающих его минералов. Его можно использовать для облицовки зданий и сооружений, в полировочных, лощеных и точечных фактурах. Горнотехнические условия позволяют отрабатывать месторождение открытым способом. Разведанные запасы гранитов – 4746 тыс. м³.

Новороссийское месторождение мраморов расположено в 1 км западнее одноименного села Кеминского района. Продуктивная толща представлена серыми и зелеными протерозойскими мраморами. Мрамор характеризуется высокими декоративными свойствами: имеет красивый рисунок и разнообразную расцветку (светло и темно-серую, желто-зеленую и зеленую). Мрамор при-

годен для декоративной отделки внутренних и частично внешних (серая разновидность) поверхности зданий, а также для производства декоративной крошки. Горнотехнические условия позволяют разрабатывать месторождение открытым способом. Разведанные запасы его составляют 135 тыс. м³.

Чатбазарское месторождение мраморов расположено в 5 км северо-восточнее с. Чатбазар Таласского района. Оно сложено верхнепроторозойскими мраморами с видимой мощностью 100–270 м, простирающимися с северо-запада на юго-восток. Мраморы характеризуются хорошими декоративными качествами благодаря широкой гамме расцветок, изменяющейся от серой до темно-бордовой. Встречаются разновидности желтого, зеленого, коричневого и других расцветок.

Озгурушское месторождение известняков расположено в 20 км западнее г. Талас в непосредственной близости от автодороги. Оно сложено палеоген-неогеновыми известняками светло-серого, желтоватого, коричневатого, серо-розоватого и розового цвета. Мощность – 10–16 м. Известняки легко поддаются обработке и хорошо принимают полировку, приобретая зеркальную фактуру. Пригодны для облицовки зданий и сооружений, производства строительной извести, бута и щебня. Монокаменное залегание позволяет обрабатывать их механизированным способом. Месторождение имеет благоприятные горнотехнические и транспортно-экономические условия. Запасы известняков – не менее 4–5 млн м³.

Кегетинское месторождение мраморов и мраморизированных известняков расположено в 12 км к юго-западу от поселка Кегеты Чуйского района. Продуктивная толща представлена нижнепалеозойскими мраморизированными известняками и мраморами, залегающими в виде полос с видимой мощностью 50–100 м при длине 600–2000 м. Декоративные качества их высокие: имеются белые и серые разновидности, кремово-желтые и зеленые, полосатые и пестрые с приятным сочетанием цветовых оттенков, а также разновидности черного цвета с пятнами и прожилками кальцита светлой окраски. Запасы ориентировочно оцениваются в 2–3 млн м³.

Джыламышское месторождение гранитов расположено на правом склоне долины р. Джыламыш в 23 км к югу от ж.д. станции Новотроицкая. Граниты средне и крупнозернистые, серо-розовые, хорошо обрабатываются и полируются. Ориентировочные запасы их 5–10 млн м³.

Месторождение скенитов Арсы расположено в левой средней части долины р. Арсы, в 12–14 км от с. Кочкорка. Они пестроокрашены с преобладанием красного, серого и оранжевого цветов. Запасы составляют несколько млн м³.

Тюзашуйское месторождение кангломератов находится на перевале Тюзашу. Полимиктовый состав компонентов придает им пеструю окраску с преобладанием серого, почти черного, розового и зеленого цветов. Запасы значительные.

Диориты и гранодиориты месторождения Аксу находятся в долине одноименной реки в 38 км. Эти породы средне- и крупнозернистые, с приятной серой черно-зеленой окраской.

Природные камни – это не только строительные материалы (стеновые, облицовочные и т. д.), это и промышленное сырье. Поэтому камнеобрабатывающая промышленность, использующая только 10–20 % объема добытого сырья, должна вызвать развитие других отраслей хозяйства. Полная утилизация сырья позволит получить для народного хозяйства много других видов материалов. Например, отходы гранитных пород могут использоваться для получения бутового камня, щебня для бетонов высоких марок, а их мелкая фракция – для отделочных работ при строительстве. Отходы карбонатных пород пригодны для получения извести (известняк), бутового камня, щебня при декоративных отделочных работах и т. д. Следовательно, месторождения каменного сырья должны изучаться с точки зрения наиболее эффективного его использования в различных отраслях промышленности.

Потребности в нерудных ископаемых при растущих масштабах жилищного, промышленного и дорожного строительства быстро увеличиваются, значительно расширяется и их ассортимент. Поэтому уже сейчас назрела потребность всестороннего изучения нерудного сырья и областей его использования.

1.2.2 Отвалы добытых полезных ископаемых

История и практика освоения месторождений минеральных ресурсов республики показывают, что месторождения разрабатываются в основном не комплексно, растут объемы не утилизированных отвалов, содержащих полезные компоненты.

Так в районе г. Майли-Суу на склонах гор расположено 13 отвалов некондиционных руд и пустых пород объемом 845,6 тыс. м³. Объекты не имеют санитарных защитных разрывов и зон.

На территории поселка Шекафтар, где ранее располагался рудник по добыче урановой руды, имеется 8 отвалов горных пород. Объем заскладированных некондиционных руд составляет 700 тыс. м³. Вблизи отвалов, находящихся в поселке, расположены жилые дома, сады, огороды. Все отвалы не рекультивированы, не ограждены, в связи с чем, материал их используется для хозяйственных целей.

Вблизи (2–11 км) п. Минкуш размещено 4 отвала некондиционных руд.

Промотходы уранового производства находятся в 2,5 км на восток от пгт. Каджи-Сай в долине Сухого Сая. Общее количество заскладированных отходов – около 400 тыс. м³.

В районе карьера «Кути-Сай» расположены три действующих отвала, в которых накопилось около 50 млн м³ горных пород.

Вокруг закрытого Буурдинского карьера размещено 4 отвала пустых пород общим объемом около 32 млн м³.

На угольных предприятиях республики расположено 26 отвалов пустых пород, из них 8 действующих в настоящее время. Всего в отвалах уложено 412,1 млн м³ горных пород на площади 965 гектаров. Старые отвалы на разрезах Кара-Суу (Таш-Кумыр), частично Алмалык (Ош), участке №2 Абшир (Кызыл-Кия) и Северный-1 (Кок-Янбак) рекультивированы.

В месторождении Кумтор рудное золотоносное тело залегает под ледниками Лысый, Давыдов и Сары-Тор. С 1993 г. начались работы с удаления льда (мощностью 45 м) и вскрытия пород. При коэффициенте вскрыши 34:1, это обуславливает извлечение и накопление на поверхности уже гигантского количества отходов в виде разрыхленного льда (64 млн м³), отвалов вскрышных пород (свыше 1 млрд т) и забалансовых руд, которые вовлекаются

в оборот вещества и энергии. Причем для дюржирования отвалов использованы ледники. Это означает, что минимум 20 % отвальных пород обладают потенциалом кислотообразования, что может привести к тому, что фильтрационные стоки с отвалов станут источником систематического и долговременного загрязнения вод в бассейне рек Кумтор–Тарагай–Нарын.

В целом, на территории действующих и закрытых горных предприятий заскладировано в 66 отвалах более 550 млн м³ некондиционных руд:

- уранового производства – 20 отвалов с объемом 2,5 млн м³;
- цветной металлургии – 10 отвалов с объемом 103,5 млн м³;
- угольных шахт – 27 отвалов с объемом 412,5 млн м³;
- камнедобычи – 8 отвалов с объемом 2,5 млн м³.

1.2.3 Отходы переработки полезных ископаемых

Отходы переработки минеральных ресурсов в виде хвостохранилищ образовались вблизи разрабатываемых месторождений: Актюз, Буурда, Мин-Куш, Хайдаркан, Сумсар, Майлуу-Суу и другие.

Так, в районе г. Майлуу-Суу на склонах гор расположено 23 хвостохранилища: 1, 2, 4, 12, 13, 14, 23 – расположены вдоль ручьев Айлямба-Сай и Шульды-Сай; 5, 6, 7 – в верховьях р. Майлуу-Суу; 3, 8, 9, 10, 18, 19, 20, 21, 22 – в пойме р. Майлуу-Суу; 11, 15 – вдали от реки; 16 – вдоль ручья Ашвас.

В п. Мин-Куш размещено 4 хвостохранилища. В хвостохранилищах уложено 1961 тыс. т промотходов.

Хвостохранилище горно-металлургического завода расположено в 1,5 км от г. Кара-Балта. Хранится 32,5 млн т отходов.

В результате обработки полиметаллических руд Сумсарского месторождения намыты три хвостохранилища общим объемом 4,5 млн т.

За время эксплуатации рудника Кын в хвостохранилище было заскладировано 2,8 млн т песков.

В хвостохранилище Хайдарканской обогатительной фабрики уложено более 3000 тыс. м³ песков, а Кадамджайской – 2114 тыс. м³, Макмал-золото – 2,4 млн м³.

В Буурдинском хвостохранилище (п. Кашка) уложено 3500 тыс. м³ отходов химико-металлургического производства.

В работе производственной деятельности Ак-Тюзского рудоуправления законсервировано 3 и эксплуатируется 1 хвостохранилище обогатительной фабрики.

В действующем хвостохранилище месторождения Кумтор объем «хвостов» составил за 1996–2012 гг. 59,9 млн м³, в том числе объем твердой фазы – 55,5 млн м³, объем жидкой фазы – 4,4 млн м³. Следует отметить, что место для хвостохранилища в нарушение норм было выбрано в русле реки Арабель с его изменением через отводной канал протяженностью 5000 м; в подошве дамбы был оставлен ледонасыщенный суглинистый прослой, который стал «плоскостью скольжения» для лежащей на нем дамбы и привел к ее смещению.

На укрепительные работы с 2000 по 2013 г. было затрачено более 40 млн долл. США.

В 45 хвостохранилищах и шламонакопителях содержится 160 млн м³ отходов обогащения руд и металлургической переработки:

- уранового производства – 28 хранилищ объемом 30 млн м³;
- цветной металлургии – 17 хранилищ объемом 80 млн м³.

В целом, как показал кадастр отходов добывающих отраслей [13], они содержат ценные компоненты в суммарном исчислении: золото – 41,7 т, серебро – 84 т, цинк – 66 тыс. т, сурьма – 55 тыс. т, ртуть – 12 тыс. т, свинец – 36 тыс. т, флюорит – 33 тыс. т, барит – 23 тыс. т, триоксид вольфрама – 11 тыс. т, медь – 6,2 тыс. т, редкоземельные элементы – 1,2 тыс. т, теллур – 350 т, кадмий – 189 т.

1.2.4 Подземные пресные, минеральные и термальные воды

По классификации ООН Кыргызстан по использованию водных ресурсов относится к первой группе (из четырех) – с низким уровнем потребления (менее 10 %). Действительно, огромными энергетическими и водными ресурсами обладают горные реки [10] республики. Осуществляется и намечена на ближайшую перспективу широкая программа их комплексного освоения. При этом большое значение отводится изучению и использованию подземных вод на нужды водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ.

Общая величина естественных ресурсов пресных подземных вод в артезианских бассейнах республики превышают 350 м³/с (таблица 1.2) [6, 7, 9].

Разведанные по промышленным категориям эксплуатационные запасы пресных подземных вод при непрерывном режиме водоотбора по 44 месторождениям составляют 6,1 млн м³/сут. Процент использования разведанных запасов – около 10 % естественных ресурсов. Общее число гидрогеологических скважин в республике превышает 10 тыс., однако эксплуатационных и разведочно-эксплуатационных среди них примерно половина.

Особую группу скважин образуют скважины режимной сети, по которой с определенной частотой производятся наблюдения за положением уровня подземных вод и их химическим составом. На сегодняшний день таких скважин порядка 700, среди них с периодом наблюдения, начиная с 1930 гг., порядка нескольких десятков.

Термальные и минеральные воды. По аномальности состава и температуры среди подземных вод Кыргызстана выделяется большая группа термоминеральных подземных вод, которые пригодны для использования в качестве лечебных, энергетических или промышленных. Общее число участков проявлений и месторождений таких вод в республике близко к 150.

Естественные ресурсы маломинерализованных вод (до 5 г/л), термальных (35–42 °С) составляют 3772 м³/сут., минерализованных термальных – 95 м³/сут., высокотермальных – 1760 м³/сут., углекислых минеральных вод насчитывается 7 типов – 8125 м³/сут., сульфидных вод – 733 м³/сут., бромистых и иодистых лечебных – 1330 м³/сут., железистых – 30 м³/сут., с высоким содержанием алюминия – 10 м³/сут., родоновых – более 450 м³/сут. (таблица 1.3).

С технической точки зрения энергетической (пригодной для извлечения энергии) водой является любая вода с минерализацией не менее 40 °С. Разведанных участков и месторождений с такой водой более 20. Суммарный вынос тепловой энергии аномальными по температуре водами составляет не менее 30 мДж/с, что эквивалентно более 25 тыс. м³/сут.

В качестве промышленных подземных вод на территории республики ранее использовались солевые рассолы. Вблизи Коч-

Таблица 1.2 – Естественные ресурсы пресных подземных вод

Гидрогеологический район	Артезианский бассейн	Ресурсы, м ³ /с
Чу-Таласский	Чуйский	82,2
	Орто-Алышский	8,4
	Чон-Кеминский	3,1
	Таласский	28,3
Иссык-Кульский	Иссык-Кульский	86,3
	Конур-Оленский	5,0
Нарынский	Алабуза-Нарынский	4,2
	Джумгалский	0,9
	Суусамырский	1,0
	Тогуз-Тороузский	0,5
	Атбашинский	12,3
	Коркорский	18,8
Аксай-Арпинский	Аксайский	29,0
	Чатыр-Кольский	0,5
	Арпинский	2,8
Хан-Тенгринский	Арытель-Кумторский	0,5
	Сары-Джазский	10,0
Ферганский	Ферганский	23,0
Чаткальский	Чаткальский	12,0
Туркестан-Алайский	Ноокатский	5,2
	Караван-Кокжарский	2,9
	Охнинский	1,2
	Хайдарканский	2,0
	Баткенский	0,8
Алайский	Алайский	5,0

кор-Ата скважиной на нефть вскрыта вода с концентрацией иода до 25 м/дм³ и брома до 390 м²/дм³.

Имеются большие залежи лечебных грязей, представленных двумя типами: иловыми сульфидными и торфяно-иловыми (таблица 1.4). Всего в республике разведено 14 месторождений лечебных грязей с общим запасом свыше 5 млн м³. В настоящее время 6 из них являются эксплуатируемыми, остальные – резервными.

Таблица 1.3 – Краткая характеристика термальных вод республики

Типы термоминеральных вод	Гидрогеологический регион, (месторождение)	Общие запасы, тыс. м ³ /сут.	Температура, °С	Общая минерализация, г/л
Углекислые	Ферганский (Ошский обл.) Нарынский, Иссык-Кульский, Чу-Таласский (Суек, Гавай, Кара-Шоро, Чатар-Кол, Кара-Кече, Джар-Таш, Бештелгир, Арашан, Шилбили, Конур Добо и др.)	22,1	2–19,5	1,3–19,9
Сероводородные	Ферганский и Чуйский артезианский бассейн (Чангыр таш, Майли Сай, Майли-Суу, Шор Булак, Яркутан Кок-Таш и др.)	1,3	10–30	5–44
Термальные: а) слабо и сильно-минерализованные	Ферганский, Иссык-Кульский, Чу-Таласский, Нарынский (Джалал-Абад, Кочкор-Ата, Теплоключенка, Ак-Суу, Иссык-Ата, Джьргалан, Кызыл-Суу, Аламедин, Кереге Таш, Кара Булун) (Чок-Тал, Чолпон-Ата, Бостери, Комсомол и др.)	35,3	20–52	0,2–2,0
б) высоко-минерализованные			40–49	18–40
Иодо-бромные	Ферганский (Тузулук, Избаскент, Кочкор-Ата)	0,865	26–72	8–253
Соленые и рассолы	Ферганский, Чу-Таласский, Иссык-Кульский, Алайский (Узген, Сузак, Джанги-Джаз, Токтогул, Уч-Кашка, Тура-Суу, Тюп, Алай и др.)	0,14	12–32	150–350

Таблица 1.4 – Ресурсы лечебных грязей республики

Тип лечебной грязи	Запасы, млн т	Месторождение
Иловые	3,2	Иссык-кульская долина: Курское, Долинка, Чолпон-Ата, Курменты, Джыргалан, Покровка, Тамга
Торфяно-иловые	1,0	Чуйская долина: Камышановка, Луговое
	0,416	Ошская и Джалал-Абадская область: Чымбай, Кыймыл, Кадамжай, Арстанбаб, Джалал-Абад, Алабука
	0,171	Нарынская область

1.3 Выводы по главе

Созданная к началу 1990-х гг. минерально-сырьевая база Кыргызстана по объемам и наименованию сырья в полной мере соответствовала условиям социалистического планового экономического развития региона.

Анализ потенциальных возможностей разведанных и прогнозных ресурсов полезных ископаемых республики показал, что они значительны и оцениваются от 60 млрд до 3 трлн долл. США. Более половины из них приходится на металлы (67,6 %). Далее по значимости идут неметаллические ископаемые, строительные материалы (25 %), на остальные приходится около 8 %, т. е. потенциальные возможности разведанных промышленных запасов полезных ископаемых республики достаточны для успешного развития отраслей добывающей промышленности на долгие годы. Довольно высоки и прогнозные ресурсы.

Основу минерально-сырьевой базы республики составляют разведанные запасы и потенциальные ресурсы месторождений благородных металлов (золота, цветных и редких металлов – олова, вольфрама, ртути, сурьмы, висмута, бериллия); редкоземельных элементов; горнорудного и химического сырья; разнообразных видов строительных материалов; топливно-энергетических видов сырья (уголь); подземных вод.

Известно свыше 400 проявлений черных металлов. Выявлено более 2000 месторождений и проявлений различных видов неметаллических ископаемых. В том числе полудрагоценных и поделочных камней, абразивов (граната, корунда), петруггического сырья (базальты), огнеупоров (серпентиниты, асбест, тальк), пьезооптического сырья, флюсов (флюорит, серпентиниты), глинозема (андализиты, бокситы, нефелиновые сиениты, алуниты), горнохимического сырья (бариты, боратов, серы, серного колчедана), ископаемых солей (галититы, глаубериты), агрохимического сырья (апатиты, фосфориты).

Наличие большого запаса (при общей оценке в 170 млн т) каменной соли указывает на перспективу развития добычи и горно-химической промышленности.

На территории республики находятся и техногенные месторождения, которые имеют большой ресурсный потенциал:

- 65 отвалов, добытых забалансовых ископаемых, вскрышных пород, от проходки подземных выработок с объемом более 550 млн м³;
- 45 хвостохранилищ продуктов обогащения и металлургической переработки с объемом 110 млн м³.

Естественные запасы подземных вод и период полного водообмена в бассейнах подземного стока Кыргызстана довольно значительны. Естественные региональные ресурсы пресных подземных вод достигают 380 м³/сек, в то время как их отбор не превышают 10–15 % от этой величины. Разведано 14 месторождений лечебных грязей с общим запасом свыше 5 млн м³. Различная проточность бассейнов подземного стока Тянь-Шаня и интенсивность водообмена подземных вод отражается и на их химическом составе.

Геологическая служба суверенной Кыргызской Республики в корне изменила стратегию и тактику проведения геологоразведочных работ. Это, прежде всего, связано с объемом финансирования. Мизерное финансирование государством геологоразведочных работ, поисково-съёмочных и региональных исследований вынужденно сконцентрировалось на наиболее важных для экономического развития республики направлениях и объектах.

Глава 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В КЫРГЫЗСТАНЕ

2.1 Немного о прошлом недропользования на территории Кыргызстана

Кыргызстан – страна гор. Его природные богатства разрабатывались еще в глубокой древности. Уже первые обитатели территории Кыргызстана умели использовать камень. В районе реки Он-Арча (Тянь-Шань) на глубине 2–3 м от поверхности найден камень со следами обработки, который оказался грубым примитивным орудием древнего человека. Предметы, найденные на реках Он-Арчи и Ходжа-Бакир ган Сай (Ош) можно назвать нуклеусом или ядрищем. Эти камни служили человеку в палеолите. Поэтому можно сказать, что начало освоения минеральных ресурсов на территории современного Кыргызстана восходит к раннему палеолиту (300-100 тыс. лет назад), когда камень (кремень и прочие) стал использоваться для изготовления орудий труда.

С IV–III тысячелетия до нашей эры (эпоха неолита) стали появляться керамические изделия.

Археологические находки из древних выработок Северного Кыргызстана свидетельствуют о том, что добыча полезных ископаемых на его территории производилась в эпоху древнего и раннего средневековья (III–V вв.). Согласно письменным источникам в горах, в окрестностях г. Шельджи (Талас) имелись серебрянные рудники. В этом районе и на южных склонах Кыргызского хребта выявлено свыше 100 средневековых выработок полиметаллических руд. Выработки закладывались с пониманием условий залегания рудных тел. Руда измельчалась и подвергалась тщательному обогащению. Серебро извлекалось методом купеляции. Рудники Шельджи активно эксплуатировались в IX–XIII вв.

В X–XII вв. функционировали рудники в горах Южного Кыргызстана, в районе Ферганы, где добывали ртуть, свинец и другие полезные ископаемые. На всем протяжении Туркестанского и Алайского хребтов выявлены древние горные выработки, шлаковые скопления и крупные рудоплавленные центры. Для получения металлической ртути из руды применялся сложный тех-

нологический процесс с возгонкой и конденсацией в специальных керамических сосудах металлической ртути.

На масторождении Бала-Терегекские (р. Чуй) отмеченно не менее 20 наклонных штольнеобразных выработок длиной до 35 м. Эксплуатировались медные месторождения Ак-Ташское и Кара-Кыштанское (Кыргызский хребет), на которых зафиксированы древние выработки глубинной 20–60 м. Добыча свинцово-серебряных руд велась на месторождении Кок-Жалын (Талас). На Чаувайском месторождении древние выработки углублялись в склоны горы до 120 м. В горном кряже Алтын бешик древние выработки отмечены на площади до 6 км².

Таким образом, археологами установлено, что с IX в. и вплоть до XIX в., иногда с перерывами, разрабатывались самые разнообразные рудные (ртуть, сурьма, золото) и нерудные (соль, уголь) месторождения.

После Великой Октябрьской революции (1917 г.), когда существенно расширились связи с Россией, наступил новый этап развития горного дела – началась интенсивная планомерная разведка и освоение полезных ископаемых республики.

2.2 Минерально-сырьевая база республики и ее промышленная разработка

Минерально-сырьевую базу страны составляют месторождения топливно-энергетических ресурсов, благородных, цветных и редких металлов, нерудного сырья, пресных подземных и термоминеральных вод [2–12].

Несмотря на наличие значительных запасов полезных ископаемых, имеющих огромное значение для экономики Кыргызской Республики, в промышленной разработке находится только часть из них.

Ниже приведен краткий обзор состояния минерально-сырьевой базы Кыргызстана.

Топливо-энергетические ресурсы

Нефть и газ. С 1900 г. на территории республики велись разведочные работы на нефть. К 1913 г. ее добыча достигла 3000 тонн. Нефть и газ добываются в Ферганской впадине. Залежи

нефти и газа многопластовые, приурочены к песчано-алевролитовым породам юры и мела, к карбонатно-терригенным коллекторам палеогена и гравелито-песчаным отложениям неогена [5].

Всего выявлено 14 месторождений, в т. ч. 7 нефтяных, 4 нефтегазовых, 2 газовых и 1 нефтегазоконденсатное. Извлекаемые запасы составляют: нефти – 13 млн т, газа – 6,5 млрд м³. Всего с начала разработки в Ферганской впадине Кыргызстана добыто более 10 млн т нефти и более 7,5 млрд м³ газа.

В настоящее время разрабатываются 12 месторождений, запасы которых учтены Государственным балансом, в т. ч. шесть нефтяных (Майли-Сай, Чигирчик, Чангырташ, Карагачи, Тамчи, Бишкект-Тогап-Ташрават), три нефтегазовых (Майлису III, Майлису IV-Восточный Избаскент, Избаскент), два газовых (Сузак, Южный Риштан) и одно нефтегазоконденсатное (Северный Карачикум).

Максимальный уровень добычи нефти в Кыргызстане был достигнут в 50-х годах XX в. и доходил до 490 тыс. т нефти в год и 396 млн м³ газа. Однако, начиная с 1981 г. добыча нефти начала снижаться, и в 2007 г. составила всего 68,5 тыс. т, а газа – 15 млн м³. В последние годы объемы добычи немного возросли и в 2017 г. добыча нефти достигла 170 тыс. т, газа – 25,3 млн м³. В настоящее время республика импортирует 95 % углеводородного сырья. Собственное сырье могло бы обеспечить загрузку находящихся в стране нефтеперерабатывающих заводов, существующие мощности которых по переработке нефти и газоконденсата составляют 680 тыс. т в год.

Основной причиной резкого падения добычи нефти и газа является естественное истощение нефтяных и газовых месторождений. К другим причинам этого падения, безусловно, относится и резкое сокращение ввода в эксплуатацию новых скважин благодаря снижению объемов эксплуатационного бурения.

Перспективы наращивания запасов углеводородного сырья в Кыргызстане связаны с изучением домезозойских отложений Ферганской впадины, а также с углубленным исследованием Алайской, Нарынской, Аксайской и др. межгорных впадин.

Разведкой и разработкой нефтегазовых месторождений в Кыргызстане занимаются пять компаний, в трех из которых участвуют представители Китайской Народной Республики:

- Открытое акционерное общество «Кыргызнефтегаз» – главное нефтегазодобывающее предприятие в стране, которое ежегодно извлекает из недр от 75 до 80 тыс. т нефти.

Правительство Кыргызстана владеет в компании контрольным пакетом (свыше 85 %) акций. Остальными долями владеют более 2000 акционеров, почти все из них – юридические лица (частные компании).

ОАО «Кыргызнефтегаз» имеет лицензии на добычу на 11 объектах. И еще 3 лицензии – на поисковые работы.

Добывающие работы предприятия сосредоточены в Лейлекском районе Баткенской области, в Сузакском и Ноокенском районах Джалал-Абадской области.

Предприятие ищет дополнительные запасы нефти в Сууса-мырской впадине Чуйской области и в Токтогульской впадине Джалал-Абадской области.

- Закрытое акционерное общество «Текстоник» занимается поиском и добычей нефти на территории Кыргызстана с 2001 года.

Предприятие добывает нефть и газ на участках Центральный и Восточный месторождения Майлису-II и на участке Чарвак Чангырташского месторождения на юге Джалал-Абадской области. Общая площадь двух месторождений составляет 927 гектаров или 9,27 кв. км.

ЗАО «Текстоник» принадлежит китайской компании ОсОО «Сань Шань Юань» с 2012 г. после того, как оно выкупило акции у канадской компании «Textonic Consulting Ltd».

- Общество с ограниченной ответственностью «Южный Деррик» ведет свою работу по разработке нефти и газа с 2010 года. Предприятие имеет лицензию на разработку только одного месторождения – Майлисуу III. Общая площадь участка составляет 851 га или 8,51 кв. км.

Основная часть акций ОсОО «Южный Деррик» также принадлежит китайской компании «Сань Шань Юань». Компания выкупила 70 % доли в уставном капитале австралийской компании «Derrick Pty Ltd» в 2012 г. Остальная часть акций принадлежит ОАО «Кыргызнефтегаз».

- Открытое акционерное общество «Баткеннефтегаз» ведет свою деятельность по разработке нефти и газа с 2008 г.

Предприятие имеет лицензии на разработку нефти и газа трех месторождений Кадамжайского района Баткенской области – Северный и Южный Риштан (залежи нефти и газа), Сарыкамыш-Сарыток (горючие газы), Чаур-Яркутан (нефть). Общая площадь трех месторождений составляет 6200 га или 62 кв. км.

ОАО «Баткеннефтегаз» принадлежит китайской компании ОсОО «Нефтеразведочная компания Чжуннен».

- Закрытое акционерное общество «Главнефтегаз» разрабатывает нефть и газ с 2012 г. Имеет лицензию на разработку двух месторождений Кадамжайского района Баткенской области – Чонгара-Гальча и Северный Сох. До 2012 г. разработкой этих месторождений занималась национальная компания «Узбекнефтегаз». Месторождение Чонгара-Гальча практически отработано. Общая площадь двух участков составляет 5354 га или 53,5 кв. км.

Уголь

На территории республики к настоящему времени известно около 70 месторождений и углепроявлений [3]. Они группируются в четыре бассейна: Южно-Ферганский (Сулюкта, Кызыл-Кия, Бешбурхан, Абшир, Алмалык), Узгенский (Кок-Янбак, Кумбель, Зиндан); Северо-Ферганский (Ташкумыр, Кара-Тут, Тегенек); Кавакский (Кок-Мойнок, Минкуш, Кара-Кече) и три угленосных района: Алайский, Алабука-Чатыркульский и Южно-Иссыккульский. Угольные месторождения сложены триасово-юрскими отложениями, представленными чередованием глин, аргиллитов, алевролитов, песчаников и конгломератов с пластами угля. Промышленные угольные пласты приурочены к нижней части разреза, к породам раннеюрского возраста.

На балансе числятся 1,4 млрд т угля, в т. ч. 76 % по категориям А+В+С1 и 24 % по категории С2. Основная доля запасов приходится на подземный способ добычи.

Угольная промышленность республики до распада Союза была представлена семью шахтами и пятью разрезами. Среднегодовая производственная мощность угледобывающих предприятий составляла 4,2 млн т угля.

Почти все отрабатываемые пласты имеют сложное строение. Элементы залегания пластов слабо- и среднеустойчивое. Для всех месторождений характерно большое горное давление. По характеру угленосности большинство угольных месторождений относятся ко второй группе сложности (невыдержанная мощность пласта, выклинивание, нарушенность). В этой связи, постепенно среднемесячная производительность труда на шахтах имела тенденцию к снижению, а себестоимость добычи угля возрастала.

За годы суверенитета объем добычи угля сократился с 3,5 млн т (1991 г.) до 321 тыс. т (2006 г.) (таблица 2.1). Республика, при потребности в 2,05 млн т в год и имеющихся значительных собственных запасов угля, вынуждена завозить уголь из Казахстана.

После распада Советского Союза угольная промышленность не смогла приспособиться к рыночным отношениям. Рост цен на горнопроходческую и карьерную технику, большегрузные автомобили, ГСМ, крепежные материалы и пр. привел большую часть государственных, а в последующем, и частных угольных предприятий в состояние банкротства. Из-за возросшей себестоимости добываемый уголь оказался невостребованным на внутреннем рынке. Отсутствие необходимых финансовых и материально-технических средств, наряду с оттоком высококвалифицированных рабочих и ИТР, привели на многих шахтах и разрезах к грубым нарушениям подготовки промышленных запасов. Если до начала 1990-х годов вся угледобыча осуществлялась исключительно государственными предприятиями, то в настоящее время их доля в общем объеме добываемого угля составляет менее 10 %.

До начала 1990-х годов угольная промышленность республики была представлена 7 шахтами и 5 разрезами, в настоящее же время действуют около 140 угольных компаний, ведущих разведку и добычу угля. Из них около 20 компаний достигли годовой производственной мощности 20 тыс. т и выше, и лишь несколько компаний добывают 150 тыс. т/год и выше.

Работа мелких предприятий по добыче угля – это всего лишь временная мера для решения некоторых социально-экономических задач в отдельных районах с угольными месторождениями, и в целом не способствует развитию угольной промышленности.

Развитие отрасли тормозит и высокая стоимость автомобильной транспортировки угля, которая делает нерентабельным его производство при расстояниях 350–600 км до основного рынка сбыта.

Вместе с тем, в соответствии с Государственной программой развития угольной промышленности Кыргызстана, начиная с 2010 г. предприятия и государственные учреждения республики начали увеличивать объемы закупок отечественного угля вместо импортного казахстанского. Это дало толчок для реанимирования угольной отрасли республики и поэтапного увеличения объемов добычи угля (таблица 2.1).

Благородные, цветные и редкие металлы

Благородные металлы. На Государственном балансе Кыргызской Республики по 42 золотым и комплексным месторождениям числятся следующие разведанные запасы: руда – 166,4 млн т, золото – 616,4 тонны [11, 12].

Ниже приводится характеристика месторождений, учитываемых Государственным балансом.

Месторождение Кумтор. Месторождение было открыто в 1978 г. Основные запасы и ресурсы месторождения расположены на участке «Центральный». Также имеется 8 фланговых перспективных участков: «Юго-Западный», «Сары-Тор», «Северо-Восточный», «Ледник Давыдова», «Ледник Лысый», «Акбель-Боорду», «Акбель-Южный», «Междуречье Кумтор–Ирташ».

Основные запасы месторождения «Кумтор» включает три главных рудных тела: Штокверковое, Южное и Северное. С учетом флангов запасы и ресурсы золота месторождения Кумтор составляли 953 тонны.

Участок «Центральный» включал следующие подсчитанные и прогнозные запасы золота и серебра (категории В+С1+С2+Р1, для отработки открытым способом до горизонта 3700 м, ниже – подземным, на 1 января 1990 г.) (таблица 2.2).

Участок Сарытор месторождения Кумтор. Разведанные запасы составляют 1995,6 тыс. т руды и 8,5 т золота со средним содержанием 4,26 г/т.

Месторождение Макмал. Разрабатывается с 1986 года. Разведанные запасы составляют 1,0 млн т руды и 7,6 т золота при среднем содержании в руде 7,59 г/т. Оработка карьерных запасов завершена в 2003 году. В 2003 г. начата добыча подземных запасов с одновременной переработкой, складированной забалансовой руды.

Для продления срока функционирования рудника необходима своевременная разведка участков Восточный фланг и Диоритовый и опережающая разведка прогнозных ресурсов на глубоких горизонтах месторождения, общий потенциал которых в сумме оценивается в 3,5 млн т руды и 22,6 т золота.

Месторождение Джеруй. Разведанные запасы составляют 11,5 млн т руды и 80,9 т золота со средним содержанием 7,03 г/т.

Месторождение Талдыбулак Левобережный. Разведанные запасы составляют 13,34 млн т руды и 77,7 т золота со средним содержанием 5,82 г/т.

Месторождение Чаарат. Разведанные запасы составляют 23 млн т руды и 76,7 т золота при среднем содержании 3,33 г/т.

Участок Тулькубаш месторождения Чаарат. Разведанные запасы составляют 2,4 млн т руды и 5,6 т золота при среднем содержании 2,35 г/т.

Терек-Терекканское рудное поле: Месторождения Тереккан. Разведанные запасы составляют 580,6 тыс. т руды и 4684,5 кг золота при среднем содержании 8,07 г/т.

Месторождение Перевальное. Разведанные запасы составляют 619 тыс. т руды и 6097 кг золота при среднем содержании 9,8 г/т.

Межпластовое рудное тело месторождения Терек. Разведанные запасы составляют 61,4 тыс. т руды и 1477,4 кг золота при среднем содержании 24,1 г/т.

Участок Южный месторождения Терек. Разведанные запасы составляют 332 тыс. т руды и 233 кг золота при среднем содержании 0,7 г/т.

Участок Дальний месторождения Терек. Разрабатывается. Остаточные запасы составляют 102,4 тыс. т руды и 604,3 кг золота при среднем содержании 5,9 г/т.

Месторождение Иштамберды. Разрабатывается. Остаточные запасы составляют 2485 тыс. т руды и 19401 кг золота при среднем содержании 7,8 г/т.

Таблица 2.1 – Динамика добычи угля в республике

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Объем добычи, тыс. т	321	396	492	607	575	831	1164	1408	1532	1647	1751	1755

Таблица 2.2 – Запасы полезных ископаемых на участке «Центральный» месторождения Кумтор

Вид полезного ископаемого	Всего запасы и ресурсы, т	Карьерные запасы и ресурсы, т	Содержание золота в руде гр/т	Подземные запасы и ресурсы, т	Содержание золота в руде гр/т
Золото	716,21	316,57	4,212	399,64	4,43
Серебро	388,66	145,2		243,46	

Участок Восточный месторождения Иштамберды. Разведанные запасы составляют 521,8 тыс. т руды и 6544 кг золота при среднем содержании 12,54 г/т.

Месторождение Солтон-Сары. Состоит из двух сближенных участков – Алтынтор и Бучук.

На участке Алтынтор проводились геологоразведочные и добычные работы. Остаток разведанных запасов составляет 639,4 тыс. т руды и 2303,6 кг золота при среднем содержании его в руде 3,6 г/т.

На участке Бучук проводились поисково-оценочные работы. По результатам работ геологические запасы оцениваются в 3571,8 тыс. т руды и 12,05 т золота при среднем содержании 3,37 г/т.

Месторождение Куру-Тегерек. Разведанные запасы составляют 36,5 млн т руды, 39,2 т золота и 354,6 тыс. т меди при среднем содержании 1,075 г/т и 0,97 %.

Месторождение Джамгыр. Разрабатывается. Остаток разведанных запасов, учитываемые Государственным балансом, составляют 31,7 тыс. т руды и 613,4 кг золота при среднем содержании его в руде 19,35 г/т. Геологические запасы месторождения оцениваются в 411 тыс. т руды и 4,8 т золота.

Месторождение Ункурташ. Разведанные запасы составляют 15,2 млн т руды и 38,06 т золота при среднем содержании 2,5 г/т.

Месторождение Каратюбе. Разведанные запасы составляют 1,8 млн т руды и 4,85 т золота при среднем содержании 2,73 г/т.

Месторождение Шамбесай. Разведанные запасы составляют 1,3 млн т руды и 6,25 т золота при среднем содержании 4,78 г/т.

Месторождение Куранджайлоо. Разведанные запасы составляют 125,9 тыс. т руды и 1992,9 кг золота при среднем содержании его в руде 15,8 г/т.

Месторождение Насоновское. Разведанные запасы составляют 751 тыс. т руды, 5612 кг золота и 4,6 тыс. т меди при среднем содержании 7,5 г/т и 0,6 %.

Месторождение Бозымчак. Разрабатывается. Остаток разведанных запасов Центрального участка составляют 14555,6 тыс. т руды, 23788,5 кг золота и 145,8 тыс. т меди при среднем содержании 1,64 г/т и 1 %.

Месторождение Тоголок. Разведанные запасы составляют 8124 тыс. т руды и 17367,7 кг золота при среднем содержании его в руде 2,1 г/т.

Месторождение Тохтазан. Разведанные запасы составляют 3515 тыс. т руды и 7581 кг золота при среднем содержании его в руде 2,16 г/т. Запасы и прогнозные ресурсы месторождения оцениваются в 27,3 т золота.

Месторождение Долпран. Разведанные запасы составляют 224 тыс. т руды и 1281 кг золота при среднем содержании 5,72 г/т.

Месторождение Мироновское. Представляет собой комплексное медно-висмутовое с золотом месторождение. Разведанные запасы руды составляют 1564,5 тыс. т, золота – 2660,5 кг, висмута – 1843,96 т, серебра – 75,1 т, меди – 23509,8 т, свинца – 8268,3 т, при среднем содержании соответственно 1,7 г/т, 0,12 %, 48 г/т, 1,5 % и 0,53 %.

Месторождение Андаш. Разведанные запасы составляют 17,6 млн т руды и 19,6 т золота при среднем содержании 1,11 г/т.

Месторождение Терек (Каркала). Разведанные запасы составляют 463,8 тыс. т руды и 2773,7 кг золота при среднем содержании 5,98 г/т.

Месторождение Кичи-Сандык. Разведанные запасы составляют 623,6 тыс. т руды и 1848,4 кг золота при среднем содержании 2,96 г/т.

Месторождение Караказык. Разрабатывается. Остаток запасов составляют 27,9 тыс. т руды и 342,3 кг золота при среднем содержании 12,3 г/т.

Месторождение Кумбель, участок Западный. Разведанные запасы составляют 260 тыс. т руды и 1285 кг золота при среднем содержании 4,95 г/т.

Месторождение Каратор, участок Озерный. Разведанные запасы составляют 3339,0 тыс. т и 5370,5 кг золота при среднем содержании 1,6 г/т.

Месторождение Чалкүйрюк-Акджилга. Геологические запасы составляют 175 тыс. т руды и 2,3 т золота при среднем содержании 13,4 г/т.

Месторождение Чапчама. Геологические запасы составляют 109 тыс. т руды и 979 кг золота при среднем содержании 9,0 г/т. За-

пасы учитываются Государственным балансом как забалансовые.

Месторождение Чонкымыздыкты. Разведанные запасы составляют 164,5 тыс. т руды и 663,1 кг золота при среднем содержании 4,03 г/т.

Месторождение Карабулак. Геологические запасы составляют 1,4 млн т руды и 2,55 т золота при среднем содержании 1,78 г/т.

Месторождение Алтын-Джилга. Разведанные запасы составляют 1073,0 тыс. т руды и 7,14 т золота при среднем содержании 6,65 г/т.

Кроме того, золото как попутный компонент, учитывается в сурьмяном месторождении Абшир в количестве 141 кг.

Кроме разведанных месторождений, учитываемых Государственным балансом, на территории Кыргызстана известны десятки проявлений золота, изученных в основном, на стадии поисковых работ. Их перспективность определяется подсчитанными прогнозными ресурсами категории Р1. На некоторых объектах проведены поисково-оценочные работы и подсчитаны геологические запасы по категории С2 и прогнозные ресурсы категории Р1.

Наличие запасов категории С2 и прогнозных ресурсов категории Р1 на объекте, указывает на общие его перспективы и на необходимость проведения дальнейших разведочных работ.

Современная экономическая оценка целесообразности разведки и разработки перечисленных ниже рудопоявлений не производилась. Установление их промышленной ценности возможно после проведения геологоразведочных работ и современной экономической оценки. В настоящее время на всех объектах проводятся геологоразведочные работы.

Ширальджин. Геологические запасы составляют 1,1 млн т руды и 5,1 т золота при среднем содержании 4,7 г/т. Прогнозные ресурсы по категории Р1: руда 2,1 млн т, золото – 9,9 т, среднее содержание 4,7 г/т.

Ничкесу. Геологические запасы составляют 315 тыс. т руды и 2,2 т золота при среднем содержании 7,0 г/т.

Чакуш. Прогнозные ресурсы составляют 1,0 млн т руды и 6,0 т золота при среднем содержании 5,8 г/т.

Турпактушты. Геологические запасы составляют 172 тыс.

т руды и 729 кг золота при среднем содержании 4,2 г/т. Прогнозные ресурсы: руда – 400 тыс. т, золото – 1,6 т, среднее содержание 4,0 г/т.

Акджол. Геологические запасы составляют 122 тыс. т руды и 645 кг золота при среднем содержании 5,3 г/т. Прогнозные ресурсы: руда – 227 тыс. т, золото – 590 кг, среднее содержание 2,6 г/т.

Курпсай. Прогнозные ресурсы составляют 1,5 млн т руды и 4,9 т золота при среднем содержании 3,3 г/т.

Коматор. Геологические запасы составляют 299 тыс. т руды и 2971 кг золота при среднем содержании 9,9 г/т.

Джангарт. Геологические запасы составляют 500 тыс. т руды и 4,0 т золота при среднем содержании 8,1 г/т.

Акташ. Геологические запасы составляют 2,8 млн т руды и 8,7 т золота при среднем содержании 3,1 г/т.

Чонур. Прогнозные ресурсы составляют 370 тыс. т руды и 5,0 т золота при среднем содержании 13,5 г/т.

Талдыбулак. Прогнозные ресурсы составляют 16,2 млн т руды и 29,0 т золота при среднем содержании 1,8 г/т.

Турук. Геологические запасы составляют 470 тыс. т руды и 1,8 т золота при среднем содержании 3,9 г/т.

Аксур. Геологические запасы составляют 290 тыс. т руды и 1,2 т золота при среднем содержании 4,1 г/т.

Левобережное. Геологические запасы составляют 85 тыс. т руды и 1,1 тонны золота при среднем содержании 13,0 г/т.

Савоярды. Прогнозные ресурсы составляют 1,2 млн т руды и 8,1 т золота при среднем содержании 6,5 г/т.

Апрельское. Геологические запасы составляют 2139,7 тыс. т руды и 3122,9 кг золота при среднем содержании 1,42 г/т.

Первенец. Геологические запасы составляют 4,7 тыс. т руды и 94,1 кг золота при среднем содержании 20,12 г/т.

Малаташ. Геологические запасы составляют 117 тыс. т руды и 634,5 кг золота при среднем содержании 5,42 г/т. Прогнозные ресурсы – 1210,2 тыс. т руды и 7866,5 т золота при среднем содержании 6,5 г/т.

Туюк. Прогнозные ресурсы составляют 650 тыс. т руды и 4,2 т золота при среднем содержании 5,25 г/т.

Цветные и редкие металлы. Кыргызстан располагает значительной разведанной сырьевой базой олова, вольфрама, сурьмы, ртути, бериллия и редкоземельных элементов. Развитие цветной металлургии в республике в условиях свободного рынка при падении спроса и периодического снижения цен на металлы происходит замедленными темпами. В последние годы существенно снижено производство сурьмы и ртути, прекращена добыча редкоземельных элементов [5, 12].

Олово, вольфрам. Месторождение Трудовое. Состоит из 4 сближенных участков: Центральный, Лесистый, Ташкоро и Рыжий, разведанные запасы которых составляют 23,1 млн т руды, 126,1 тыс. т олова, 87,7 тыс. т триоксида вольфрама и 572,3 тыс. т плавикового шпата. Среднее содержание олова в руде 0,55 %, триоксида вольфрама – 0,38 %, плавикового шпата – 12,29 %.

Месторождение Учкошкон. Расположено в 60 км от месторождения Трудовое и было разведано как резервный объект Сарыджазского ГОКа. Разведанные запасы составляют 11,5 млн т руды и 60,6 тыс. т олова. Среднее содержание олова в руде 0,53 %.

Месторождение Сарыбулак. Месторождение изучено на стадии поисково-оценочных работ и запасы Государственным балансом не учитываются. Разведанные запасы и прогнозны ресурсы составляют 2,1 млн т руды и 17,2 тыс. т олова. Среднее содержание олова в руде 0,82 %. Руды месторождения комплексные, труднообогатимые. Кроме олова, подсчитаны запасы и прогнозны ресурсы сопутствующих металлов: сурьмы – 2,2 тыс. т, свинца – 55,4 тыс. т, цинка – 50,9 тыс. т, меди – 5,3 тыс. т, серебра – 37,8 т.

Месторождение вольфрама Кенсу. Расположено в 50 км от месторождения Трудовое. Разведанные запасы составляют 5,8 млн т руды и 29,5 тыс. т триоксида вольфрама при среднем содержании его в руде 0,51 %.

Сурьма. Разведанные запасы сурьмы в 7 сурьмяных и комплексных ртутно-сурьяно-флюоритовых месторождениях, учитываемые Государственным балансом, составляют 15,5 млн т руды и 264 тыс. т сурьмы. Однако качество руд, по сравнению с разрабатываемыми в мире месторождениями, низкое. Послед-

ние годы добыча сурьмы практически не ведется. Производство металлической сурьмы и ее соединений на металлургическом заводе Кадамжайского комбината в последние годы обеспечивается поставками сырья из России, Казахстана и Таджикистана.

Месторождение Кадамжай. Разведанные запасы составляют 3,0 млн. тонн руды и 77,6 тыс. т сурьмы при среднем содержании 2,6 %. Добыча руды на месторождении снизилась со 108 тыс. т в 1997 г., до 42 тыс. т в 2000 г., а в последние годы практически прекратилась.

Месторождение Терек. Запасы сульфидных руд для штольневой отработки выработаны. Запасы сульфидных руд для шахтной отработки и окисленных руд составляют 601,1 тыс. т руды и 22,8 тыс. т сурьмы при среднем содержании 3,8 %.

Месторождение Кассан. Расположено в 10 км от рудника Терек-Сай. Разведанные запасы составляют 1123 тыс. т руды и 39,1 тыс. т сурьмы при среднем содержании сурьмы 3,48 %. Вредной примесью в руде является мышьяк. Технология переработки мышьяксодержащего концентрата недостаточно разработана.

Месторождение Абшир. Разведанные запасы составляют 71 тыс. т руды и 1824 т сурьмы при среднем содержании сурьмы 2,57 %.

Месторождение Северный Акташ. Разведанные запасы составляют 3,3 млн т руды, 16,8 тыс. т сурьмы и 655 тыс. т плавикового шпата при среднем содержании 0,5 и 20,1 %.

Ртуть. Месторождение Хайдарканское. Разведанные запасы составляют 7,1 млн т руды, 10,5 тыс. т ртути, 60,3 тыс. т сурьмы и 614 тыс. т плавикового шпата при среднем содержании 0,15, 1,46 и 15,2 %.

Месторождение Новое. Разрабатывается Хайдарканским ртутным комбинатом. Разведанные запасы составляют 3,5 млн т руды, 5,5 тыс. т ртути, 48,7 тыс. т сурьмы и 488 тыс. т плавикового шпата при среднем содержании 0,15, 1,4 и 13,7 %.

Месторождение Чонкой. Месторождение разрабатывалось шахтным способом с ежегодной добычей 110-120 тыс. т руды, которая перерабатывалась на металлургическом заводе рудника. Производство ртути составляло 165–170 т в год. Месторождение

и рудник «Улуу-Тоо» законсервированы по программе «PESAK» в 1995 г. Остаток разведанных запасов составляет: руда – 8265 тыс. т, ртуть – 22698 т, среднее содержание – 0,275 %.

Месторождение Чаувай. Месторождение до 1994 г. разрабатывалось Хайдарканским ртутным комбинатом. В 1995 г. законсервировано по программе PESAK. Остаток разведанных запасов составляет 313 тыс. т руды и 875 т ртути при среднем содержании 0,28 %.

Месторождение бериллия Калесай. Месторождение детально разведано и подготовлено к промышленному освоению. Разведанные запасы составляют: руда – 9245 тыс. т, оксид бериллия – 11,7 тыс. т, среднее содержание – 0,127 %.

Месторождение редкоземельных элементов Кутессай II. Месторождение до 1992 г. разрабатывалось Кыргызским горно-металлургическим комбинатом. В 1995 г. законсервировано по программе PESAK. Остаток разведанных запасов составляет 20,4 млн т руды и 52,1 тыс. т РЗЭ со средним содержанием 0,26 %, в том числе в контуре проектного карьера 11,2 млн т руды и 34329 т РЗЭ со средним содержанием 0,29 %.

Уран. До недавнего времени в Кыргызстане добыча урана осуществлялась несколькими рудниками (Каджисай, Майлисай, Кавак, Тюямуюн). Сейчас они все закрыты.

Перспективы развития урановой промышленности могут быть связаны с освоением разведанных рудных месторождений бассейна р. Сарыджаз и Кызыл-Омпульских уран-торионитовых россыпей. Запасы Сарыджазского месторождения составляют 8222 т (при среднем содержании урана – 0,022 %), Кызыл-Омпульских россыпей – 3125 т урана с содержанием 0,032 %.

Перспективы на изучение уранового сырья инфильтрационного типа имеет Серафимовское месторождение в известковых глинах неогена.

Дальнейшее развитие цветной металлургии предполагает решение следующих основных задач:

- совершенствование технологии обогащения сурьмяных мышьяксодержащих руд месторождения Кассан и богатых окисленных руд месторождения Терек с целью вовлечения их в разработку;

- переоценку сырьевой базы сурьмы, бериллия и редких земель недропользователями с выделением экономических для добычи руд и совершенствование технологии их переработки;
- привлечение инвестиций в развитие предприятий цветной металлургии и на проведение поисковых работ.

Создание благоприятного инвестиционного климата и устранение барьеров при получении разрешительных документов на всех уровнях государственной власти будет способствовать привлечению частных инвестиций в горнодобывающую отрасль и проведение поисково-разведочных работ на все виды полезных ископаемых.

Нерудные полезные ископаемые

Недра Кыргызстана богаты разнообразными видами нерудного сырья, которое используется в естественном или переработанном виде в бытовой сфере и в различных отраслях промышленности [4, 5].

Сырьевой базой цементной промышленности являются запасы карбонатных и глинистых пород месторождений Курментинское (известняки – свыше 53 млн т, суглинки – 3,7 млн т), Куvasайское (известняки – 27,6 млн т), Аксайское (известняки – 378 млн т, суглинки – 33,6 млн т), Карагайлы-Булак (известняки – 220 млн т), Карачатырское (сланцы – 13,3 млн т), Ташкумырское (глины – 12,5 млн т) и других месторождений.

Камнеобрабатывающая промышленность обеспечена запасами высоко декоративных гранитов и гранодиоритов месторождений Каиндинское (около 9 млн м³) и Аральское (879 тыс. м³), цветных мраморов месторождений Акарт (3,1 млн м³), Арым (1,8 млн м³), Бозбутоо (3,6 млн м³), Гульдерек (1,6 млн м³), Ташкоро (1,2 млн м³), Чаарташ (2,4 млн м³), известняков-ракушечников месторождения Сары-Таш (14,1 млн м³).

Для нужд стройиндустрии разведано большое количество месторождений песчано-гравийной смеси (501,6 млн м³), месторождений гипса (40,2 млн м³), месторождений глин и суглинков

для кирпичного производства (267,2 млн м³); многочисленные месторождения строительного камня. Для производства керамзитовой продукции разведаны месторождения глинистых сланцев и алевролитов (110,3 млн м³).

Для использования в пищевой и химической промышленности, а также в животноводстве разведаны месторождения каменной соли (32,8 млн т), в т. ч. по месторождениям: Кетмень-Тюбе (6,6 млн т), Чон-Туз (3,8 млн т), Чон-Алай (21.5 млн т), Тунук-Туз (0,6 млн т) и др.

На территории Кыргызстана имеются месторождения редко встречаемых в других регионах мира, и специфических по областям использования видов нерудного сырья: волластонита (месторождение Кара-Корум II в Чаткальском районе с запасами около 30 млн т), фарфорового камня (Учкурт, св. 9 млн т), родусит-асбеста (Каркара, 618 т), высокотехнологичного базальта (Сулу-Тегерек, 1,4 млн м³) и др.

Значителен сырьевой потенциал камнесамоцветного сырья. Помимо разведанных месторождений аметиста Кок-Мойнок II и Кокпак Верхний, иризирующего полевого шпата Оттук, граната Макбал, мраморного оникса Улутоо и Ходжигор, в различных регионах Кыргызстана выявлена большая группа перспективных проявлений ювелирных и ювелирно-поделочных камней. Наибольшего внимания заслуживают проявления рубина Ормизан, Кокбелес, Актерек в бассейне р. Сох. Перспективен для обнаружения промышленных месторождений синего и голубого сапфира северный склон Туркестанского хребта.

На предприятиях бывшего Министерства местной промышленности Киргизской ССР выпускали: стеновых материалов около 1,5 млрд шт., линолеума – 5,8 млн м², санфаянса – 450 тыс. шт., гипса – 93 тыс. т, извести – 154 тыс. т, минеральной ваты – 500 тыс. м³.

В 1976–1978 гг. впервые Управлением геологии КиргССР осуществлялась попутная добыча блоков на месторождении гранита «Кыртабылга» и мрамора «Арым». С 1968 г. предприятие «Кыргызспецнеруд» (ныне «Кыргызташ») начал разработку месторождения мрамора «Арым», а с 1978 г. гранита «Каинда».

В 1988–1989 гг. Жалал-Абадский комбинат стройматериалов вел добычу блоков известняка-ракушечника «Сарыташ», затем оно передано в ПО «Ошоблстройматериалы» (ныне АО «Ошакташ»).

В 1974 г. был введен новый камнерезный цех в г. Токмок (15 тыс. м²), ставший началом камнеобрабатывающей промышленности Кыргызстана, который вырос в 1978 г. до большого завода мощностью св. 200 тыс. м² облицовочных изделий в год (ныне АО «Кыргызтооташ»). В последующем начал работать завод камнеобработки.

В 1978–1991 гг. камнедобывающая и камнеобрабатывающая промышленность Кыргызстана развивалась довольно успешно, заводы были оснащены оборудованием ведущих итальянских фирм. Добыча блоков за год в среднем составляла: гранит – 4321 м², мрамор – 2806 м² и известняк-ракушечник – 7172 м². За год производились облицовочные изделия из гранита – 36,68 тыс. м², мрамора – 36,34 тыс. м² и ракушечника – 42,44 тыс. м².

Разработка месторождений природного камня осуществляется открытым способом (98 %), встречаются подземные и комбинированные способы. Используются низкоуступная и высокоуступная системы разработки с горизонтальными, наклонными и крутыми слоями выемки.

Эффективной является высокоуступная добыча с горизонтальными слоями, где от массива отделяют крупные панели (монолиты) с массой св. 6000–8000 т. Размеры уступа кратны размерам товарных блоков: высота 6–15 м, длина от 25–30 до 80 м, ширина от 3 до 10–15 м. Фланговые щели режут алмазно-канатной установкой или термогазоструйными резаками, горизонтальные щели – бурением. Добыча блоков ведется буровзрывным и бурорастворным способами.

Ныне разрабатываются только четыре месторождения (гранит – Каинда, Бульдерек и Арым, известняк-ракушечник – Сары-Таш).

Месторождения мраморов Чаарташ, Ташкоро, Бозбутоо, Акарт, Бурулдай, гранита Кыртабылга, Каинды, сиенита Аколон, известняка-ракушечника Акташ находятся на начальной стадии освоения.

До перехода на рыночную экономику в республике производилась продукция отраслями: цементной (Кантский ЦШК, Курменты), стекольной, стеновых материалов (13 заводами), гипса, керамзита (2), известковой (3), базальтовых изделий (2), камнедобычи (4), камнеобработки (2), гранитных изделий (2), строительного фарфора, линолеума и нерудного сырья в каждой области. Объем выпускаемых в год изделий составляли: цемента 950 тыс. т, стекла 14 млн м³, камнедобычи: 4000 м³ гранита, 4000 м³ мрамора, 10000 м³ сарыташа, строительного фарфора 160 тыс. т, линолеума 600 тыс. м³, керамзита 180 тыс. м³, известки 110 тыс. т, инертных материалов 1,5 млн т и др.

В данное время многие заводы (строительного фарфора, керамзитовые, кирпичные, гранитных изделий и др.) ликвидированы, большинство перешли в частные руки. В частные руки выданы около 400 лицензий по освоению стройматериалов и нерудного сырья.

В республику завозится порядка 63 тыс. т импортной поваренной и кормовой соли, а также значительное количество (более 8 тыс. т) серы, тогда как имеется собственная сырьевая база, например, для получения серы за счет самородной серы Чангырташ и сероколчеданного месторождения Ачикташ.

На территории Кыргызстана эксплуатируются 42 месторождения пресных подземных вод с общим суммарным водоотбором 4925,43 тыс. м³/сут. (хозяйственно-питьевое водоснабжение – 1888,42; производственно-техническое водоснабжение – 732,72; орошение земель – 2121,13; обводнение пастбищ – 96,5; сброс без использования – 84,36) [6, 7, 9, 10].

По данным государственного учета подземных вод в эксплуатации находятся 5729 скважин, 103 родника, 39 горизонтальных дрен, 1 колодец, 1 штольня.

В настоящее время выдано около 100 лицензий на отбор подземных вод. В подавляющем большинстве (90 %) ими пользуются национальные инвесторы. Лицензирование отбора подземных вод слабо упорядочено: имеются прецеденты выдачи нескольких лицензий на пользование одной скважиной (Ыссык-Ата), много случаев несанкционированного отбора вод из скважин.

Из 8 основных типов лечебных минеральных вод, используемых в современной бальнеологии, 7 – углекислые, кремнистые термы, сульфидные, йодо-бромистые, радоновые, железистые и без «специфических» компонентом.

Углистые минеральные воды обнаружены на 28 участках и содержат углекислый газ в количестве от 500 (Кара-Кече) до 6500 мг/дм³ (Бешбельчир-Арашан), имеют минерализацию от 0,4 (Шильбели) до 14 (родники Уселек) и 40 г/дм³ (скважина «Карачарала-Тур» на месторождении Кара-Шоро), температуру от 2 °С (Коль-Суу, Чатыр-Кол, Терек) до 20 °С (Бешбельчир-Арашан) (таблица 2.3).

В республике наиболее распространены кремнистые или азотные маломинерализованные термы (40 участков естественной разгрузки) и практически используются курорты Ак-Суу-Теплоключенка, Ыссык-Ата, Жалал-Абад, бальнеолечебных Аламедин, Алтын-Арашан, Бозучук, Джансуу и др.

Сульфидные воды, содержащие не менее 10 мг/дм³ суммарного седоворода, установлены на ряде участков адырного и низкогорного обрамления Ферганской впадины. Прогнозные ресурсы вод этого типа по республике превышают 700 м³/сут. (Кызыл-Жар, Риштан и Чангырташ).

Лечебные йодистые (содержащие не менее 5 мг/дм³ йода) и бористые воды (не менее 25 мг/дм³ брома) наиболее часто связаны с нефтегазоносными структурами Ферганы и существенно большими глубинами, чем сульфидные воды этих же структур.

Радоновые воды (с радиоактивностью не менее 5 мМКи/дм³) в республике довольно разнообразны. Повышенную радиоактивность имеют кремнистые термы (Жылысуу-Кергеташ, Ак-Суу, Кокомерен, Кара-Балта), что увеличивает их лечебную активность. Наиболее ценными радоновыми водами республики являются уникальные воды Жети-Огуза, разведанные эксплуатационные запасы которых составляют 445 м³/сут.

Железистые воды (содержащие не менее 10 мг/дм³ суммарного железа) имеются на Ферганском хребте (Аркаршур, Савала, Чон-Агатан, Кара-Шоро и др.). Содержание железа в родниках здесь достигает 45 мг/дм³, в воде из скважин – 120 мг/дм³.

Минеральные воды без “специфических” компонентов (их общая минерализация не должна быть менее 2 г/дм³) встречаются во всех глубоких скважинах практически по всей территории республики в пределах артезианских бассейнов. При поступлении с глубины более 1000 м эти воды обычно термальные (Чолпон-Ата, Чаек и др.) и используются для ванн. Нередко эти воды разливаются в качестве лечебно-столовых при дополнительном газировании углекислотой (Бар-Булак, Фрунзенская-1).

Ресурсы вод без “специфических” компонентов измеряются многими десятками тысм³/сут. и практически не ограничены (таблица 2.4).

Эти воды использовались преимущественно для лечебных и бальнеологических целей, а также розлива их для питья. Большое количество термально-минеральных вод сбрасывается без использования.

Лечебные грязи. Из 7 месторождений лечебных грязей (Камышановское, Жалал-Абадские, Чолпон-Атинское, Покровское, залив “Долинский”, месторождение “Чайка”, Жергеланское) с общими геологическими запасами около 1542,33 тыс. м³ эксплуатируются 4 месторождения (Камышановское, Жалал-Абадское, Чолпон-Атинское, Жергеланское) с годовой производительностью до 1261 т/год.

2.3 Состояние утилизации отходов добывающих отраслей

В настоящее время техногенные месторождения в республике почти не используются. Основной причиной является то, что для широкого вовлечения их в переработку требуется строительство практически новых производств, реализующих новые технологические принципы и решения. Отсюда высокая капиталоемкость нового строительства или реконструкции на новые производства. Несмотря на указанные трудности, перспективность использования техногенных месторождений очевидна, так как их использование позволяет одновременно решить целый ряд экономических, социальных и экологических проблем [13].

Вовлечение в переработку техногенного сырья обеспечивает:

- сокращение расходов на поиск новых и доразведку эксплуатируемых месторождений;

Таблица 2.3 – Характеристика некоторых углекислых минеральных вод

Наименование	По ГОСТ 13273-73 и наименование группы	Минерализация воды, мг/дм ³	Ресурсы или запасы м ³ /сут.
Кара-Кече (Жумгалский р-н)	VII Сульфатно-гидрокарбонатная магниевокальциевая, «Кисловодский Нарзан»	1600–1850	25
Кара-Шоро № 5 (Узгенский р-н)	XXI Гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, «Джава»	6150–8050	98
Кара-Шоро № 12 (Узгенский р-н)	XXI Гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, «Арзин»	420–4320	125
Кара-Шоро №2 (Узгенский р-н)	XXI Гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, «Вбуховская»	970–2110	30
Уселек (Атбашинский р-н)	XXI Гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, «Арзин»	1300–13900	500
Чатыр-Кол (Атбашинский р-н)	IV Гидрокарбонатно-хлоридная магниевокальциевая	1640–4100	4000

- сохранение истощающихся минеральных ресурсов в недрах, так как используются запасы полезных компонентов, находящихся в отходах горного производства;
- повышение рентабельности производства за счет переработки уже добытого сырья, являющегося, по существу, готовым промпродуктом и находящегося вблизи действующих предприятий;
- улучшение условий труда, так как техногенные месторождения расположены на поверхности земли;
- производство дешевых стройматериалов (песка, щебня, гравия, цемента и др.);
- освобождение занимаемых ими земель и их рекультивация, ликвидация источников загрязнения окружающей среды.

В республике предприятия, разрабатывающие месторождения минеральных ресурсов открытыми и подземными способами, в основном расположены в горной местности. Лишь карьеры по добыче строительных материалов находятся, как правило, в долинах. В связи с этим, казалось бы, не так остро стоит вопрос о рекультивации (восстановлении) земель нарушенных горными работами. Но на высокогорье берут свое начало реки, следовательно, нарушение экологического равновесия в этих местностях может вызвать оползни, селевые потоки.

В практике ведения разработок минеральных ресурсов известно, например, что в 1964 г. в период весеннего интенсивного дождевого сезона было прорвано хвостохранилище №2 Актюзской обогатительной фабрики. В виде селевого потока были унесены миллион тонн “хвостов” с токсичными тяжелыми металлами, которые были переотложены по всей Кичи-Кеминской долине. Это резко ухудшило экологическую обстановку региона и принесло миллионные убытки Кыргызскому горно-металлургическому комбинату.

Можно привести примеры и рационального использования земли. Нефтегазодобывающее объединение “Кыргызнефтегаз”, например, за один год возвратило 150 га пашни, которая была занята под буровые работы. А предприятия Министерства промышленности строительных материалов за три года возвратило 174 га земли.

Но в большинстве случаев рекультивации земель практически не уделяется внимание. Возьмем хотя бы шахтоуправление “Ташкомур”. Здесь при отработке угольного месторождения Кара-Суу была нарушена значительная площадь, а к восстановлению еще и не приступали. Аналогичное положение и на многих других шахтах и рудниках республики.

Вскрышные и шахтные породы угольных месторождений представлены аргелитами, глиистыми сланцами, горелыми породами, известняками. Специфической особенностью пород угольных месторождений является повышенное содержание органических веществ. Отходы угледобычи могли бы использоваться для изготовления строительной плитки, канализационных труб, фарфоровых изделий, кирпича и удобрений.

Таблица 2.4 – Минеральные питьевые лечебно-столовые воды

Район месторождения	Название воды	Минерализация, мг/дм ³	Популярные аналоги за рубежом
Ак-Талинский	Угут	1200–1400	Алматинская (Казахстан)
Алайский	Гульча	400–560	Нет
Аламединский	Чон-Курчак	3000–3500	Друскининкай (Литва)
Баткенский	Кодо-Яшка	980–1100	Смирновская (Россия)
г. Бишкек	Фрунзенский-1	6900–8400	Старая Русса (Россия)
Жумгалский	Чон-Добо	2200	Феодосинская (Украина)
Жети-Огузский	Жуукучак	–	–
Кадамжайский	Котур-Булак	2500–3500	Ижевская (Россия)
Ляйлякский	Шоаз	950–2000	Ашхабадская (Туркмения)
Ноокатский	Чаш-Тюбе	1900–2200	Кашинская (Россия)
Таласский	Туз-Булак	450–600	Нет
Тонский	Туура-Суу	900–1100	Сидабская (Азербайджан)
Тюпский	Чон-Орукту	7100-7700	Личская (Армения)
Чаткальский	Айгыр-Жал	300-310	Ачалуки (Россия)

Практика использования вскрышных пород и отходов обогащения в развитых странах свидетельствует о высокой экономической эффективности утилизации дешевого сырья. И объем капитальных вложений на действующих предприятиях в 2–3 раза меньше, чем в производстве, где применяется первичное сырье.

Сложившаяся порочная практика некомплексного освоения месторождений – это наследие бывшего Союза, когда узко отраслевой интерес – извлечение только своего компонента и погоня за планом, а также ведомственные барьеры мешали извлекать все компоненты из руд. К сожалению, и сегодня структуры суверенной республики, которые формируются для разработки полезных ископаемых, повторяют эту же ошибку.

Все дело в том, что вопросы рекультивации земель при проектировании и строительстве вообще не рассматриваются. А ведь еще в 1978 г. в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР “О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшенного использования природных ресурсов” отмечалось, что “министерства и ведомства СССР, осуществляющие добычу и переработку полезных ископаемых, должны принять меры к предотвращению вредного влияния отвалов вскрышных и вмещающих пород на окружающую природную среду, разработать и осуществить мероприятия по облагораживанию и рекультивации старых породных отвалов”.

Добычей щебенки и других стройматериалов в республике занимается неоправданно большое количество организаций. Добывать добывают, а рекультивировать не спешат. До настоящего времени отсутствует полный учет и мониторинг нарушенных земель.

Решение проблемы рекультивации земель требует объединения усилий специалистов различного профиля и участия самих предприятий.

В каждом районе, области республики имеются немалые площади нарушенных земель, которые при правильном подходе могут быть использованы для различных целей народного хозяйства.

Утилизация запасов техногенных месторождений экономически выгодна вследствие низких энергетических затрат на разрушение горной массы. Масса, находящаяся в отвалах и складах, уже разрушена взрывными работами и требует в случае ее переработки только среднего и мелкого дробления и соответственно удельных затрат энергии от 12 до 25 МДж/т и исключает процесс измельчения с удельными затратами энергии до 150 МДж/т, которые необходимы в обогатительном переделе. Что касается переработки хвостов, то они уже измельчены и не требуют соответствующих затрат энергии.

Отвалообразование и накопление материала хвостохранилищ при гидравлической транспортировке связаны с процессами сегрегации. Это означает, что отвалы и хвостохранилища неоднородны по гранулометрическому составу и содержанию полезных компонентов и, следовательно, необходимо их селективное освоение.

Такое освоение возможно в результате их геолого-промышленной оценки, для чего предстоит разработка специфической методики опробования и анализа полученных результатов. Совершенно необходимы исследования, непосредственно направленные на сам процесс выщелачивания, поскольку различные по минералогическому составу, состоянию и качеству руды требуют соответствующих технологий.

Для освоения техногенных месторождений возможна следующая укрупненная схема:

- геолого-промышленная оценка техногенной залежи;
- организация добычных или погрузочно-укладочных работ;
- организация технологии подготовки и переработки.

Решение таких задач требует изучения и оценки техногенных минеральных объектов с геолого-технологических и технико-экономических позиций, а также технических решений по нейтрализации негативного воздействия геотехнологий на окружающую среду. Освоение новых технических решений и технологий требует ощутимых инвестиций. Они могут быть сформированы предприятиями-переработчиками техногенных скоплений, когда их затраты зачисляются в качестве платежей за загрязнение окружающей среды. Таким предприятиям могут предоставляться льготы по налогам в бюджет, введены налоговые кредиты, отсрочки по различным платежам.

В данном случае речь нужно вести о предотвращении ущерба окружающей среде. Например, в Свердловской области Российской Федерации он оценивается в 10 триллионов руб. в год. Здесь действует программа «Программа переработки техногенных образований» и подпрограммы «Производство удобрений из отходов цветной металлургии», «Отходы – в строительство» и другие. Все они обеспечены финансами, заложенными в бюджет области.

В Японии разработан ряд стимулов, ориентирующих предприятия на переработку отходов. К таким стимулам относятся освобождение от налога на основной капитал, освобождение от земельного налога и т. п. Финансовая поддержка предприятий предусмотрена и в Германии – льготные кредиты через Федеральный финансовый институт, компенсационный банк.

Добыча и переработка техногенных скоплений как нетрадиционных источников получения полезных компонентов требует разработки особого отношения к экономической целесообразности их освоения в условиях Кыргызстана. Для решения этой задачи необходимы усилия ученых-экономистов, экологов и технологов для разработки методики оценки потенциала вторичного сырья республики, а также организационно-экономического механизма при освоении техногенных образований. Поставленная цель может быть достигнута путем решения следующих задач:

- определение соотношения между ущербом от экологического воздействия на окружающую среду и возможных затрат на ликвидацию чрезвычайных ситуаций и экономики переработки вторичного сырья;
- систематизация и классификация суммы признаков и критериев техногенных скоплений минерального сырья по степени их негативного влияния на окружающую среду, включая паспортизацию отходов производства;
- разработка законов по «отходам промышленности и их переработке», а также предложений по дополнительным нормативно-правовым документам;
- принятие республиканских и региональных программ по освоению техногенных образований и скоплений;
- выбор и обоснование системы экономических мер и стимулирования переработки отходов, включающей налоговые льготы, льготные кредиты, специальную систему финансирования, создание на добывающих предприятиях особых фондов.

В современных экономических условиях вполне возможна отработка малых месторождений старательскими бригадами или вахтовым методом с использованием новых геотехнологий. Для таких рабочих коллективов также необходима разработка региональных программ с набором налоговых льгот.

Переход на новые геотехнологии, принципиально отличающиеся от традиционных, требует и перестройки системы подготовки специалистов, которым необходимы более углубленные знания по химии, теории разрушения, геомеханики разрушенных массивов.

Для Кыргызской Республики актуальной задачей является паспортизация техногенных образований, включающая много факторов, характеризующих их с различных позиций. Оценка и паспортизация техногенных и коренных месторождений должна включать также отбор технологических проб с целью разработки технологии извлечения полезных компонентов для конкретных залежей, с учетом физико-технических, физико-химических и физико-химико-металлургических технологий. Учитывая распределение, состояние и объемы техногенных образований, в республике необходимо создание производств небольшой мощности или передвижных перерабатывающих установок.

Стратегия проектирования и отработки месторождений должна предусматривать освоение техногенных образований не после окончания работ по добыче руды, а в процессе ее, чтобы использовать имеющуюся инфраструктуру предприятия. Это означает, что организацию складирования (накопления) всех видов отходов, включая выбор площадок под них, рельефа местности и других параметров можно вести планомерно со снижением общих капитальных затрат. То же касается и систем с подземным выщелачиванием, в этом случае необходимо запроектировать такие системы разработки, которые позволят одновременно добывать и обогащать сырье традиционными способами и подземным выщелачиванием и, следовательно, проектировать иной характер подготовительно-нарезных работ, так и комплект оборудования.

Следует сказать несколько слов и о природных и техногенных полостях в земных недрах республики (пещеры, горные выработки, пригодные для размещения промышленно-хозяйственных и лечебных объектов, захоронения отходов промышленного производства).

Наличие большого числа естественных карстовых пещер (Ак-Чункур, Кичик-Ат-Жол-Ункур, Салык-Жар, Кан-и-Гут, Джидалик, Чиль-Устун, Желди-Суу, Ак-Турпак, Пещера Ферсмана и др.) представляет большой интерес для создания баз спелеолечения больных; увлекательных и экономически выгодных объектов массового туризма; живых геохимических лабораторий земных недр.

За последние 50 лет в республике было закрыто или законсервировано более 30 горнодобывающих предприятий, в том числе 4 по добыче уранового сырья.

Вопросы использования отдельных горных выработок, закрытых в отработанной части действующих горных предприятий для различных хозяйственных нужд в республике, не рассматривались. За исключением выработок месторождения соли Чон-Туз, которые используются в спелеотерапевтических целях.

2.4 Экологические проблемы на территории республики

Разнообразные горные породы и месторождения полезных ископаемых, выходящие на поверхность земли, подвергаются интенсивному разрушению под воздействием атмосферных процессов, в результате чего в окружающую среду поступает огромное количество различных химических веществ. При этом надо отметить, что многие месторождения содержат элементы первого и второго класса опасности: ртуть, мышьяк, свинец, висмут, бериллий, уран и др.

На этот природный, геохимически неблагоприятный фон, накладываясь, многократно усугубляя воздействие, техногенные геохимические аномалии – следствие добычи и переработки полезных ископаемых, а также работы промышленных предприятий, транспорта, агрохимических мероприятий. Так, сейчас на территории действующих и закрытых горных предприятий заскладировано в 63 отвалах более 520 млн м³, горных пород и в 44 хвостохранилищах и шлакоаккумуляторах 56 млн м³, отходов обогащения руд и металлургической переработки. Под эти цели зарыто более 1720 га земли, в том числе и пригодной для сельскохозяйственных нужд. А всего под горнодобывающие предприятия республики отведено более 13 тыс. га земли.

Следует особо отметить следующее. Если раньше республика львиную долю необходимых для ее экономики металлов, минеральных удобрений, других видов сырья завозила в готовом виде, не нанося особо большого ущерба окружающей среде, то сегодня и завтра ситуация коренным образом изменится. Одно из маги-

стральных направлений – это развитие существующих и создание новых мощностей горнодобывающей промышленности. В этих условиях решение экологических проблем становится особенно острым. Предстоит строжайшим образом осуществить принцип экологической экономики, ввести комплексное изучение экогеохимической ситуации в республике, ибо последствия хозяйственной деятельности в силу долгосрочности и необратимости, будут многократно тяжелее и опаснее других природных катастроф.

Выявление антропогенного и техногенного воздействия на природную среду в районах воздействия горнорудных предприятий требует проведения региональных и крупномасштабных геолого-экологических исследований территории республики.

Экологическая обстановка в населенных пунктах республики постоянно ухудшается. Вызывает тревогу состояние атмосферного воздуха в городах Бишкек, Ош, Жалал-Абад, Токмок. Основные причины – снижение качества используемого сырья и топлива, низкая эффективность очистных сооружений, старение парка автотранспорта и увеличение в целом количества автотранспорта, переход обогрева домов и приготовление пищи с электричества на уголь, ослабление природоохранной деятельности предприятий.

При аварийном загрязнении окружающей среды, как, например, при аварии на р. Барскаун, следует, во-первых, оконтурить ареалы загрязнения почвы и оценить уровень загрязнения. Во-вторых, отследить динамику загрязнения во времени.

Природосберегающий эффект очистки рудничных вод состоит в утилизации сбрасываемых в природу токсичных и канцерогенных веществ, растворенных в шахтных водах. От реагентного метода очистки, сущность которого заключается во введении в воду гидроокислов, окислителей, восстановителей с последующим отделением жидкой фазы, непригодной для повторного использования вследствие высокой минерализации, электрохимическая очистка отличается тем, что катодит, кроме приготовления закладки, может быть многопланово использован как заменитель питьевой воды в системе отопления, для санитарных и хозяйственных нужд.

В работе [6] приведены результаты обработки и химического анализа водных (гидрохимических) проб, отобранных на территории всего Кыргызстана за период с 1965 по 1996 годы.

В течение этого периода проведен анализ семи элементов: молибден, медь, мышьяк, свинец, цинк, уран и фтор, а в период с 1965 по 1983 г. – никель, кобальт, хром, бром, йод, ртуть, стронций, лимит, титан, сурьма, бериллий, иногда марганец, вольфрам, барий, лантан, церий, ванадий, серебро, кадмий, цирконий, олово.

Составлена геохимическая карта республики, где выявлено 15 гидрохимических зон, представляющих явную и потенциальную опасность по загрязненности подземных вод микроэлементами (тяжелыми металлами).

2.5 Выводы по главе

Медленное, малоэффективное продвижение государственных программ в области освоения минеральных ресурсов – одного из приоритетных направлений в республике – происходит потому, что до сих пор функции государственных структур, занимающихся разведкой и разработкой, определены не четко в соответствии с профилем работы. Самое главное, не разделена производственная деятельность от государственного контроля и нет единого государственного органа на уровне правительства, который осуществлял бы функции государственного регулирования деятельности предприятий минерально-сырьевого комплекса и осуществлял контроль на всех этапах использования недр.

Отсутствует единая государственная политика освоения минеральных ресурсов и чрезмерная структурная раздробленность добывающих отраслей. Не учитываются физико-географические, горно-геологические и экономические особенности региона, которые в значительной мере влияют на технико-экономические показатели освоения и образования мощной горной промышленности, отвечающей потребностям растущей экономики республики.

Следует отметить, что в геологической и в добывающей отраслях, начиная с 2004 г. ощущается острая нехватка высококвалифицированных кадров всех рабочих профессий, а также инженерных и финансовых специальностей горного направления.

ГЛАВА 3. КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КЫРГЫЗСТАНА

3.1 Основные понятия, термины и определения

Концепция (лат. *conceptio*): 1) генеральный замысел, определяющий стратегию действий при осуществлении реформ, проектов, планов, программ; 2) система взглядов на процессы и явления в природе и в обществе.

Недра – часть земной коры, расположенная ниже почвенного слоя, а при его отсутствии – ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающаяся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения, включая россыпные проявления полезных ископаемых.

Комплексное освоение недр – наиболее полное и экономичное освоение всех видов ресурсов земных недр на основе сочетаний (комплексов) эффективных горных технологий. Ресурсы земных недр по своему вещественному составу, месту нахождения и возможностям использования весьма многообразны.

Под **минеральными ресурсами** понимается совокупность запасов полезных ископаемых, выявленных в недрах отдельных регионов, стран, континентов, дна океанов или Земли в целом, доступных и пригодных для промышленного использования в современных условиях и в перспективе, подсчитанных применительно к существующим условиям на полезные ископаемые с учетом научно-технического прогресса (увеличение глубины разработки, повышение эффективности обогащения и др.). Минеральные ресурсы являются невозобляемыми природными ресурсами. Подготовленную к освоению часть минеральных ресурсов называют **минерально-сырьевой базой**.

В горно-геологическом аспекте минеральные ресурсы являются совокупностью выявленных в недрах скоплений (месторождений) различных полезных ископаемых, в которых химические элементы и образуемые ими минералы находятся в резко повышенной концентрации по сравнению с клерковыми содержаниями

в земной коре, обеспечивающей возможность их промышленного использования.

В экономическом аспекте минеральные ресурсы служат сырьевой основой для развития важнейших отраслей промышленного производства (энергетика, топливная промышленность, черная и цветная металлургия, химическая промышленность, строительство), а также возможным объектом международного сотрудничества.

К природным ресурсам относятся все виды запасов минерального сырья, воды, лесов, земель.

Полезные ископаемые – минеральные и органические образования земной коры, химический состав и физические свойства которых позволяют эффективно использовать их в сфере материального производства (например, в качестве сырья или топлива). Различают твёрдые, жидкие и газообразные полезные ископаемые. Скопления полезных ископаемых образуют месторождения, а при больших площадях распространения – районы, провинции и бассейны.

Под *месторождением полезных ископаемых* понимается скопление минерального вещества на поверхности или в недрах Земли, по количеству, качеству и условиям залегания пригодное для промышленного использования.

Комплексное освоение месторождений минеральных ресурсов – наиболее полное и экономичное освоение всех полезных компонентов месторождения полезного ископаемого на основе комплексного, эффективного применения горных технологий.

Минеральное сырьё – товарная продукция горного производства. К минеральному сырью относятся полезные ископаемые, извлечённые из недр в процессе освоения минеральных ресурсов и подвергнутые обработке, необходимой для их хозяйственного использования.

Минерал – физически и химически индивидуализированное, как правило, твёрдое тело, относительно однородное по составу и свойствам, возникшее как продукт природных физико-химических процессов, протекающих на поверхности и в глубинах Земли, обычно представляющее собой составную часть горных пород, руд.

Полезные горные породы (минеральные агрегаты) рас-

пространены или обособлены в контурах развития основных полезных компонентов (например, вмещающие породы рудных залежей, используемые как строительные материалы). Полезные минералы входят в состав полезного ископаемого в низких концентрациях и могут извлекаться в селективные концентраты или накапливаться в продуктах обогащения основного полезного компонента. Рассеянные элементы входят в состав основного или сопутствующих полезных компонентов в виде изоморфных, тонкодисперсных и других примесей и поддаются извлечению при металлургических, химических и других переделах концентратов. Полное комплексное извлечение и использование всех полезных компонентов является обязательным условием эффективного использования недр.

Полезный компонент – составная часть полезного ископаемого, извлечение которой с целью промышленного использования технологически возможно и экономически целесообразно. Различают основные и сопутствующие (попутные) полезные компоненты. Основные полезные компоненты содержатся в полезных ископаемых в промышленных концентрациях, определяя их основную ценность, назначение и название. При наличии двух или нескольких основных полезных компонентов полезное ископаемое характеризуется как комплексное (например, медно-молибденовые, медно-свинцово-цинковые руды).

Попутные полезные компоненты (полезные горные породы, полезные минералы и рассеянные элементы) – составные части полезных ископаемых, извлечение которых экономически целесообразно лишь совместно с основным полезным компонентом.

Под термоминеральными водами (ТМВ) понимаются воды, аномальность состава и/или температуры которых позволяют их использовать как лечебные, промышленные или энергетические, или имеющие температуру существенно большую, чем среднегодовая температура в данной местности.

Подготовленную к освоению часть минеральных ресурсов называют *минерально-сырьевой базой*.

Рационализация производства – совокупность мероприятий, направленных на совершенствование всех элементов процесса

производства и методов их сочетания в целях повышения эффективности производства, т. е. увеличения выпуска продукции должного качества при минимальных затратах производственных ресурсов на единицу продукции и создания работникам более совершенных условий труда.

Малоотходная технология – направление комплексного использования полезных ископаемых и защиты окружающей среды от загрязнений, которое предполагает максимально возможное извлечение на предприятиях из сырья всех ценных компонентов при минимальном выделении отходов в твёрдом, жидком и газообразном виде.

Безотходная технология – направление комплексного использования п. и. и защиты окружающей среды от загрязнений, которое предполагает максимальное извлечение из сырья всех ценных компонентов при минимальном выделении или полном отсутствии отходов в твёрдом, жидком и газообразном виде.

Обогащение полезных ископаемых – совокупность процессов и методов концентрации минералов при первичной переработке твёрдых полезных ископаемых. При обогащении полезных ископаемых возможно получение как окончательных товарных продуктов (известняк, асбест, графит и др.), так и концентратов, пригодных для дальнейшей технической возможной и экономически целесообразной химической или металлургической переработки. Обогащение полезных ископаемых – важнейшее промежуточное звено между добычей полезных ископаемых и их использованием. В основе теории обогащения полезных ископаемых лежит анализ свойств минералов и их взаимодействий в процессах разделения – минералургия.

Минералургия – раздел горных наук, разрабатывающий теорию процессов и технологию получения из полезных ископаемых кондиционной минеральной продукции для непосредственного использования и последующей переработки.

Комплексная переработка минерального сырья – разделение полезных ископаемых на конечные продукты с извлечением всех содержащихся в исходном сырье ценных компонентов, производство которых технически возможно и экономически целесообразно.

Выделяют четыре уровня комплексной переработки твёрдого минерального сырья: выделение из сырья методами обогащения одного концентрата, содержащего один или несколько основных ценных компонентов (например, угольного из угольных месторождений, монометаллического из месторождений цветных и чёрных металлов). Дополнительное выделение методами обогащения самостоятельных концентратов, не являющихся основными для данной подотрасли (например, молибденового из медно-молибденовых руд, медного и висмутового из вольфрам-молибденовых руд, баритового, флюоритового, полевошпатового из руд цветных металлов); выделение элементов-спутников, не образующих самостоятельных минералов (редких и рассеянных элементов), из концентратов обогащения химико-металлургическими методами или комбинированной переработкой полезных ископаемых (таким образом, например, получают Se и Te из сульфидов; теллур, галлий из глинозёма; германий из угля; платиноиды из медно-никелевых руд; часть золота и серебра из пиритных концентратов и т. д.). Использование отходов обогащения и металлургии для получения строительных материалов, удобрений и другой попутной продукции (например, щебня, песка, гравия из хвостов обогатительных фабрик; шлаковаты, фосфорных удобрений из доменных шлаков; серной кислоты из газов цветной металлургии).

Комбинированная переработка минерального сырья – сочетание методов и процессов обогащения и металлургии для наиболее эффективного размещения компонентов.

Охрана недр – охрана геологической среды, минеральных и энергетических ресурсов недр, подземных вод, массивов горных пород.

Руда – природное минеральное сырьё, содержащее металлы или их соединения в количестве и в виде, пригодном для их промышленного использования. Иногда рудой называются также некоторые виды неметаллического минерального сырья, например, асбестовая, баритовая, графитовая, серная, агрономическая руда. Выделяются природно-богатые руды и бедные руды, требующие обогащения.

Запасы месторождений твердых полезных ископаемых – подсчитанные и учтенные данные о количестве полезных компонентов по результатам геологоразведочных, горных и буровых работ, выполняемых в процессе освоения месторождения полезного ископаемого, используемые при разработке схем развития горно-металлургического и топливно-энергетического комплекса страны, планировании геологоразведочных работ, развития горных работ и эксплуатационной разведки, для проектирования предприятий по добыче и переработке минерального сырья и представляющие интерес для недропользователей и рынка.

Прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых – минеральные ресурсы, оцененные по каждому виду твердых полезных ископаемых, наличие которых предполагается на основе общих геологических представлений, научно-теоретических предпосылок, результатов геологического изучения крупных районов, рудных узлов, рудных полей и отдельных месторождений, используемые для планирования поисково-оценочных и геологоразведочных работ.

Кондиции на минеральное сырье – совокупность экономически обоснованных количественных и качественных требований промышленности и рынка к качеству минерального сырья, которые устанавливаются для оконтуривания месторождения или его участков, определения промышленной ценности месторождений и подсчета в них запасов полезных ископаемых и разделения запасов по качеству на технологические типы и сорта.

3.2 Обоснование необходимости разработки концепции комплексного освоения минеральных ресурсов

Минеральное сырье – важная часть недр. Оно является базисом экономики и определяет потенциал страны, развитие и размещение ее производительных сил, и использование трудовых ресурсов.

Учитывая высокую ценность сосредоточенных в недрах республики запасов полезных ископаемых, являющихся по своей геохимической, горно-геологической и экономической значимости поистине уникальными, а также ограниченность площадей под отвалы рудников, шахт и хвостохранилищ обогатительных фабрик, вопросам рационального использования земельных угодий и ми-

неральных ресурсов, а также переработки отходов производства необходимо придать общегосударственное значение [21].

Сегодняшний уровень эксплуатации месторождений полезных ископаемых, использования минерального сырья, в сущности, определяется отсутствием экономического механизма эффективно-го освоения недр, ресурсосбережения. В добывающей промышленности в советский период была абсолютизирована централизация принятия решений, причем на отраслевой основе.

Поиск и разведка полезных ископаемых, оценка минерального сырья при СССР были возложены на единую общесоюзную службу – Министерство геологии. Разведанные запасы утверждал Государственный комитет по запасам (ГКЗ) СССР. Именно на этом этапе происходило отчуждение территории республики в пользу союзных органов управления. Финансируясь по госбюджету, Мингеология передавала разведанные запасы добывающим предприятиям – бесплатно. Отсутствие товарно-денежных, рыночных отношений приводило к огромным затратам как при геологической подготовке запасов месторождений полезных ископаемых, так и при промышленном освоении.

Получив безвозмездно разведанные месторождения, эксплуатационники часто и относились к нему не как хозяева, а как хищники. Брели свое отраслевое сырье (уголь, тот или иной металл), остальные компоненты уходили в отвалы и хвостохранилище. Больше того, производили выборочные разработки наиболее богатых руд и участков, оставляя сравнительно бедные или трудноизвлекаемые запасы в недрах с утратой их промышленного значения. Особенно значительный урон выборочными разработками нанесен угольным месторождениям республики.

На территориях шахтерских городов и поселков: Джергалан, Каджи-Сай, Мин-Куш, Кок-Жангак, Таш-Комур, Майли-Суу, Кызыл-Кыя, Сулукта скопилось более 300 млн м³ отходов угледобычи. Вскрышные и вмещающие породы – огнеупорные глины, гипсы, известняки, каолин, песок, глиеж, базальт и др., представляющие ценное сырье, как правило, выбрасывались в отвал. Так, на угольном месторождении Кара-Кече выветрелая часть угольных пластов может быть использована для получения гуматов – стимуляторов роста растений.

Настораживает выборочная обработка рудных месторождений, народнохозяйственный ущерб от выборочной обработки, которых на порядок выше, чем от сверхнормативных эксплуатационных потерь. Сквозное извлечение полезных компонентов (золото, ртуть, сурьма, редкие земли, флюорит) составляет всего 60–80 %.

В отвалах рудных месторождений складированы десятки миллионов тонн окисленных руд сурьмы; штейны осадительной плавки содержат 3–5 % сурьмы, 0,2–0,3 % мышьяка. Отвальные кеки содержат 2–3 % сурьмы, 10–15 % серы, 2–3 г/т золота, 100–150 г/т серебра. Огарков ртутного производства накоплено более 5 млн тонн. Обеднив огарки по ртути, можно из них получить алинитовый цемент. Большую ценность представляют отходы редкоземельного производства, в которых в промышленных концентрациях содержатся редкие земли иттриевой и цериевой групп, цирконий, гафний, молибден, серебро и другие металлы, имеющие огромную конъюнктуру на мировом рынке и используемые для производства полупроводников, волоконно-оптических систем, наиболее ценных сплавов и т. д.

В отвалах золоторудных месторождений складировываются сера, теллур, воластонит и др. Например, волластонит – ценное сырье, используемое для производства электрокерамики с низкими диэлектрическими потерями.

Такое отношение к разработке месторождений наносит непоправимый вред уникальной природе Кыргызской Республики. Отвалами и отходами заняты тысячи гектаров пахотных земель и пастбищ. Они загрязняют окружающую среду. Выбросы вредных веществ превышают ПДК в десятки и сотни раз. Только Хайдарканский комбинат выбрасывает в атмосферу 10 т ртути, Кадамжайский комбинат сбрасывает 6 т сурьмы в реку Шахимардан.

Угрожающая перспектива истощения и потери природных ресурсов, ухудшения среды обитания требует незамедлительного принятия неотложных мер.

Территория Кыргызской Республики характеризуется сложным геологическим строением в связи с развитием разновозрастных и различных по составу и генезису пород, представленных магматическими, осадочными и металлургическими разностями.

Многие из этих пород слагают продуктивные толщи месторождений неметаллических полезных ископаемых. Значительное число этих месторождений представляют практический интерес для строительной индустрии.

Месторождения строительных материалов в республике встречаются в разрезах отложений всех геологических систем, начиная от нижнепротерозойского возраста и кончая современными четвертичными. Наибольшее практическое значение имеют месторождения, связанные с комплексом пород мезокайнозоя и меньше – палеозоя.

Необходимо разработать концепцию и программу комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов республики:

До обретения республикой суверенитета освоением полезных ископаемых, в основном, занималось союзное правительство на отраслевой основе. Узковедомственные подходы министерств не позволяли комплексно осваивать месторождения полезных ископаемых. Был крайне низким уровень утилизации вскрышных и вмещающих пород, а также отходов горного производства. За годы существования Союза на территории республики появилось большое количество отработанных месторождений, из которых извлекались только один или два полезных компонента. Сопутствующие компоненты сбрасывались в хвосты или отвалы. Не внедрялись прогрессивные малоотходные и безотходные технологии, обеспечивающие более полную и глубокую переработку минерального сырья.

Производство необходимых продуктов добычи и переработки минерального сырья требует огромных денежных, трудовых, энергетических и других затрат. Из-за отсутствия комплексных извлечений, к сожалению, они используются в значительной части неэффективно.

При разработке месторождений полезных ископаемых необходимо учитывать и ряд особенностей добывающих отраслей:

- невозобновляемость извлекаемых твердых сырьевых ресурсов, безвозвратность допущенных эксплуатационных потерь при добыче полезных ископаемых;
- непрерывное выбытие производственных мощностей по до-

быче полезных ископаемых и необходимость постоянного инвестирования капиталовложений на их воспроизводство;

- отрицательное воздействие горного производства на окружающую природную среду.

Поэтому комплексное освоение месторождений минеральных ресурсов Кыргызстана – жизненная необходимость как в техническом, экономическом так и в организационном аспекте недропользования.

Анализ работы существующих структур управления геологической службы и добывающих отраслей показывает, что необходима ее коренная реорганизация.

В концепции реорганизации структуры управления геологическими службами и добывающими отраслями республики должен быть заложен принцип разделения функции государственного регулирования и контроля хозяйственной деятельности. Реализация концепции не требует дополнительных затрат, решается на основе правильных расстановок сил и средств, реорганизации существующих разрозненных структур управления. Поэтому принимаемая концепция не подвергается никакому риску и угрозе в процессе выполнения.

Во многих странах в последние годы особое внимание уделяется проблемам комплексного освоения месторождений, задачами и содержанием которых являются оптимальная полнота извлечения из недр **и** использование всех содержащихся в сырье многообразных видов основных и попутных полезных компонентов, забалансовых запасов полезных ископаемых, горных пород вскрыши и отходов производства на основе применения комплекса существенно разных прогрессивных современных технологий, способов и технических средств.

М.И. Агошковым и К.Н. Трубецким [14, 15] разработаны терминология и даны определения понятий «комплексное использование минерального сырья» (или «комплексное использование полезных ископаемых»), «комплексное освоение недр», «комплексное освоение месторождений» и «освоение комплексных месторождений», многогранных по своему содержанию, чрезвычайно разных и важных по смыслу, научному и практическому значению. При этом термин

«освоение» вместе с комплексным использованием добываемых полезных ископаемых означает и вовлечение в эксплуатацию совместно залегающих месторождений различных по составу полезных ископаемых и применяемое в процессе промышленного освоения месторождений сочетание – комплекс существенно различных способов и технологий их разработки. Указывается также на недопустимость отождествления понятий «комплексное освоение «недр» и «комплексное освоение месторождений», так как последние «составляют лишь один из главных полезных ресурсов недр земли».

В современных условиях важнейшим направлением повышения эффективности горных и металлургических технологий, особенно при добыче и производстве цветных, драгоценных и редких металлов, является рациональное и комплексное использование минеральных ресурсов. В связи с этим, ограниченность и невозполнимость минерального сырья, истощение промышленных запасов в условиях постоянного роста потребления требуют разработки нового научно-методического подхода к решению проблем проектирования комплексного освоения и сохранения недр Земли, отвечающего требованиям повышения полноты и комплексности использования сырья. Последнее связано также со снижением среднего содержания ценных компонентов в добываемой руде, накоплением на поверхности земли больших объемов техногенных образований, сопоставимых по объемам накопления и содержанию ценных компонентов с природными месторождениями.

На территории Кыргызстана на действующих и закрытых горных предприятиях складировано в 66 отвалах более 550 млн м³ некондиционной руды и пустых пород. А в 46 хвостохранилищах накоплено более 160 млн м³ отходов обогащения.

Эта картина является типичной для горнодобывающих предприятий, осуществляющих добычу твердых полезных ископаемых сложного вещественного состава. Объем накопленных запасов ценных компонентов в хвостохранилищах определяет целесообразность отнесения их к техногенным месторождениям.

С другой стороны, уровень негативного экологического воздействия техногенных образований из-за миграции тяжелых металлов и редких элементов в окружающую среду, обуславливает

необходимость изыскания эффективных технологий вовлечения в промышленную эксплуатацию бедных руд и отходов их добычи и переработки.

В связи с этим, уместно отметить, что проблема истощения недр и связанное с ней перспективное снижение объемов добычи полезных ископаемых, на которое многократно указывалось в середине прошлого века, оказалась преувеличенной. Недра, как средоточие различных минеральных ресурсов практически неисчерпаемы. Это условие самого существования человеческого общества. Меняются глубина разведанных и эксплуатируемых запасов, уровень требований к качеству вовлекаемых в освоение минеральных ресурсов и геотехнологиям, которые это обеспечивают.

Генетическое многообразие рудных месторождений, условий их залегания, географического расположения, свойств руд, вмещающих пород и сопутствующих техногенных образований, делают осваиваемые их системы исключительно сложными. Горнотехнические системы – это совокупность горных конструкций и технологических подсистем во взаимодействии с вмещающими их участками недр.

Проектирование таких систем, выбор геотехнологических параметров разработки месторождений и соответствующего конструктивного оформления представляет, с учетом неопределенности исходной информации и длительного срока реализации проектных решений, исключительно ответственную по своим последствиям задачу. Именно под давлением указанных обстоятельств развивалась теоретическая база проектирования комплексного освоения недр, а также определялись особенности реализации последнего.

Приведем некоторые примеры для представления масштабов и проблем освоения недр в мире.

Планета Земля одна из 9 планет солнечной системы. Объем около $1,1 \cdot 10^{12}$ км³, площадь поверхности составляет $5,1 \cdot 10^8$ км². Для нас землян недр – это верхняя оболочка, называемая земной корой мощностью 15–80 км. Объем земной коры соответствует только 3 % от объема Земли. Человечество уже сейчас эксплуатирует 60 % всей поверхности суши. Из этих 3 % суши люди пока

способны проникнуть на глубину до 3,5 км и то по всей площади планеты, из которой следует исключить до 65 %, приходящуюся на океанические глубины.

Во всех странах мира ежегодно сжигается до 10 млрд т условного топлива, из недр планеты добывается 80 млрд м³ горных пород или 80 км³ твердых полезных ископаемых. Сегодня на одного жителя Земли, а их 6 млрд человек, добывается до 30 т горной массы в год, а из добытого количества, только 2 % превращается в полезную продукцию.

Освоение недр планеты настолько разнообразно, что проблемы рационального их использования из локально-государственной превращаются в проблему глобально-экологического характера, что объясняется результатами и последствиями использования (освоения). Так, потери полезных компонентов из металлических полезных ископаемых в среднем достигает 40 %, из-за несовершенства технологии обогащения и сквозного их извлечения из сырья. В отвалах и хвостохранилищах залегают 4750 км³ отходов, образуя так называемые техногенные месторождения.

«Комплексная идея» разработки полезных ископаемых, выдвинутая и описанная в общих чертах А.Е. Ферсманом в 1932 г. получила свое развитие с позиций государственной значимости комплексного освоения месторождений и была обоснована А.В. Сидоренко, Н.В. Мельниковым и В.В. Ржевским в конце шестидесятых – начале семидесятых годов XX века.

Развитием этих работ явилась предложенная М.И. Агошковым в 1982 г. классификация ресурсов земных недр, направленная на решение проблем комплексного использования 6 групп минеральных ресурсов, включающих не только полезные ископаемые, но и все сопутствующие добыче минеральные ресурсы различного фазового состояния, а также сформированные в ходе горных работ выработанные пространства. Причем, понятие комплексного освоения предусматривало, с одной стороны, полное использование всех минеральных ресурсов, с другой стороны, рассматривалось с позиций сочетания существенно различных способов добычи для достижения максимального народнохозяйственного и социального эффекта от вовлечения ресурсов недр в промышленную эксплуатацию.

К.Н. Трубецкий в 1990 г. расширил данное представление, введя новые понятия: реально выявленные ресурсы недр, их потенциальные ресурсы, ресурсовоспроизводящие функции горного производства и ресурсовоспроизводящие технологии.

Дальнейшее развитие представлений о комплексном освоении недр связано с переходом к понятию комплексного освоения в новом, фундаментальном его содержании, когда недра воспринимаются обществом в качестве многофункционального, изменяемого техногенного ресурса его жизнедеятельности. Было предложено рассматривать освоение недр, как технологически особый вид человеческой деятельности. Освоение предполагает любой вид преобразования недр (изменения вещественного состава, структуры, состояния и свойств) в процессе реализации мероприятий по извлечению из недр и комплексному использованию минеральных ресурсов с обеспечением сохранения экологического равновесия среды.

В связи с этим задачей горного проектирования является выбор таких геотехнологий, которые не приводят к деградации территорий, атмосферы и гидросферы в регионе действия горного предприятия, а влекут сокращение выхода и накопления твердых отходов добычи и обогащения полезных ископаемых.

Новая понятийная основа позволила выдвинуть и обосновать новую систему знаний о закономерностях и способах управляемого техногенного преобразования недр – их комплексного и экологически безопасного освоения и сохранения. С учетом этого определена основная концепция горных наук – это выявление закономерностей развития горнотехнических систем в связи с последствиями освоения недр для природы и общества. Современная концепция теории проектирования комплексного освоения недр предполагает:

- осознание недр Земли, как средоточия генетически и пространственно взаимосвязанных минеральных ресурсов разнообразных видов и назначения;
- отказ от традиционного представления об исчерпаемости недр и признание за ними, как за многофункциональным ресурсом жизнедеятельности, возможности использования в новых полезных качествах по мере проявления расширя-

- ющихся и углубляющихся общественных потребностей;
- отказ от понимания горных технологий лишь в смысле добычи и переработки полезных ископаемых и переход к представлению об их более общих ресурсовоспроизводящих функциях;
 - переход от фрагментарного изучения горных объектов и процессов к установлению закономерностей взаимодействия природных и техногенных геосистем;
 - переход от использования недр лишь в виде добычи и утилизации полезных ископаемых к сохранению недр в ходе комплексного освоения с воссозданием и увеличением их полезных качеств.

В связи с этим, теория проектирования освоения недр, решая проблемы обеспечения потребности общества в необходимых минеральных ресурсах, не останавливается лишь на проблемах сведения баланса производства и потребления минерального сырья, а предусматривает решение проблем сохранения и увеличения природного богатства и экологического потенциала недр.

Таким образом, в современных условиях комплексное освоение недр предусматривает совокупное наличие двух неотъемлемых условий – это безотходное (малоотходное) использование всех вовлекаемых в ходе освоения участка недр минеральных ресурсов и извлечение их рациональным сочетанием технологических процессов и оборудования при различных способах добычи. Причем, одно без другого либо невозможно, либо явно неэффективно при вовлечении монотехнологией в промышленную разработку всех запасов месторождения.

Комплексное освоение месторождений полезных ископаемых предусматривает повышение экономической эффективности горнорудных предприятий и обеспечивает сбережение запасов минерального сырья для будущих поколений, в целом. В частности, решаются вопросы полноты извлечения полезных компонентов ресурса, связанных с охраной недр, рационального использования минеральных ресурсов. Оценка потенциальных возможностей разведанных запасов: горючих полезных ископаемых, металлических ископаемых, неметаллических ископаемых, строительных

материалов, нерудного сырья и подземных вод всех категорий по более чем 100 позициям дает основание полагать, что при рациональном, разумном их освоении добывающие отрасли могут длительное время обеспечить потребности республики по многим видам минерального сырья.

Экономическая эффективность месторождения должна осуществляться на трех последовательных стадиях:

- на первой рассчитывают природную ценность запасов;
- на второй определяют общественную потребность в товарной продукции из минерального сырья предварительно оцененного месторождения;
- на третьей стадии в соответствии с конкретными предприятиями, осваивающими оцененные месторождения данного промышленного типа, технико-экономическими расчетами обосновывается тактика освоения месторождения.

3.3 Концепция комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов Кыргызстана

Анализ потенциальных возможностей разведанных запасов и прогнозных ресурсов, современного состояния недропользования, особенностей территории республики, определяющих эффективность освоения полезного ископаемого, диктует необходимость разработки долгосрочной государственной программы по рациональному освоению минеральных ресурсов Кыргызстана на основе комплексного извлечения всех полезных компонентов месторождения.

Поскольку минеральные ресурсы – это особый производственный фактор, являющийся элементом как природной, так и хозяйственной системы, программа должна учитывать, что:

- минеральное сырье – невозобновляемый природный ресурс;
- освоение минерального сырья связано не только экономическими показателями, но и оказывает огромное влияние на окружающую среду;
- процесс освоения охватывает многопрофильные сферы – геологическое изучение, процесс добычи, обогащение и металлургический передел.

Поэтому вовлечение месторождения минерального ресурса республики в народнохозяйственный оборот сегодня и в перспективе должно подчиняться концепции комплексного освоения с максимальной утилизацией всех полезных компонентов, широким применением малоотходных и безотходных технологий, минимизируя масштабы загрязнения окружающей среды.

Организация комплексного освоения месторождений минерального ресурса – стержневая часть концепции и она должна охватить систему замкнутого цикла: разведка→проектирование→добыча→переработка потребление утилизация отходов рекультивация окружающая среда.

Идея комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов предусматривает:

- получение максимально возможного количества полезных для общества ценностей при минимальных затратах общественного труда, материальных ресурсов и энергии;
- максимально возможную сохранность невозполняемых богатств недр от нерационального, а иногда и хищнического их использования с целью сохранения их для будущего поколения;
- снижение капитальных и текущих затрат за счет полной утилизации всех компонентов ресурса;
- использование экономических механизмов и адекватности организационно-управленческих структур.

В практике добывающей отрасли республики комплексное извлечение полезных компонентов уже было. Так, характерной особенностью месторождений Актюз-Боординского рудного района является полиметальность. В промышленно извлекаемом количестве в них содержится всего 32 химических элемента. Действовавшим с начала Великой отечественной войны рудником Актюз и Боорду отрабатывали на свинец, а затем попутно извлекали молибден и олово, остальные компоненты оставались в хвостохранилищах. За период эксплуатации месторождения накопилось значительное количество отвалов (более 10 млн т), содержащих цирконий, гафний, торий, бериллий, тантал, ниобит и другие компоненты. С 1961 г. Кыргызский горно-металлургиче-

ский комбинат с месторождения Кутисай II извлекал редкие земли, окиси иттрия, свинца и молибдена. Годовой выпуск количества редких земель на Актюзской обогатительной фабрике доходил до 865 т, окиси иттрия – 216 т, свинца – 240 т, молибдена – 27 т. В общем, утилизировалось более 20 элементов, обеспечивая 80 % необходимых для СССР редкоземельных металлов.

На Хайдарканском ртутном комбинате годовой выпуск металлической ртути марок P_1 , P_2 , P_3 составлял порядка 750 тонн. Обогажительная фабрика ХРК производила 10 тыс. т плавиково-шпатового концентрата. Сурьмасодержащие огарки, получаемые после обжига хайдарканских и анзобских концентратов, отправлялись на металлургический передел на Кадамжайский сурьмяной комбинат. Количество сурьмы в ежегодно поступаемых на КСК огарках составлял 360 тонн.

Комплексное освоение месторождений минерального ресурса не следует рассматривать только как резерв роста промышленной продукции. Оно способствует сбережению на будущее природных богатств страны, снижению себестоимости продукции, повышению эффективности капиталовложений в промышленности и росту производительности общественного труда.

Стратегическая цель Концепции – систематизация деятельности и обеспечения эффективного управления в сфере недропользования.

Решение проблемы комплексного освоения месторождений минерального сырья предусматривает решение следующих важных организационных и научно-технических задач:

- обоснование степени технической возможности и экономической целесообразности комплексного освоения и использования минерального ресурса;
- пересмотр существующих цен с целью определения ценности сырья и концентратов не только по одному или нескольким «основным» компонентам, но с учетом остальных полезных компонентов месторождения;
- обеспечение проведения поисково-разведочных работ с оценкой запасов – основных видов полезных компонентов и эффективности комплексного освоения и использования месторождения минерального ресурса;

- сопоставление программ освоения на основе баланса минерально-сырьевых ресурсов, учитывающих потребность народного хозяйства в минеральном сырье и резервы покрытия этих потребностей, в первую очередь за счет полного и комплексного освоения и использования разрабатываемого месторождения с обязательным учетом планирования добычи и производства попутных видов минерального сырья и материалов;
- совершенствованные техники и технологии горных работ с учетом научно-технического прогресса в области комплексного освоения и использования минерального ресурса;
- преобразование горных предприятий из узкоспециализированных в комбинаты, обеспечивающие разработку и полное освоение всех компонентов месторождения минерального сырья;
- современную разработку технических условий и стандартов на выпускаемую горными предприятиями попутную продукцию, а также разработку основных критериев нормирования отпускных цен на эту продукцию;
- разработку программы по комплексному освоению месторождений минеральных ресурсов на длительный срок.

Критерием эффективности комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов является достижение оптимальных показателей полноты извлечения, как самих ресурсов месторождения, так и участвующих в процессе их освоения трудовых и материальных ресурсов.

На оценку оптимизации освоения месторождения влияют показатели полноты добычи из недр, а также переработки при обогащении полезного ископаемого.

Полные сквозные потери полезных ископаемых складываются, в среднем, из потерь: в процессе добычи – 10–30 %, первичной переработки (обогащения) – 20–40 %, химико-металлургическом переделе – 10–15 %. По оценкам специалистов коэффициент использования извлекаемой из недр горной массы в советской добывающей промышленности не превышал 10 %, комплексность и полнота использования месторождений – не более 50 %, а по республике намного меньше.

Поэтому важнейшим направлением повышения эффективности недропользования в республике, особенно при добыче и производстве благородных, цветных и редких металлов является рациональное и комплексное освоение месторождений минеральных ресурсов.

Программа должна основываться на следующих положениях:

- минеральное сырье необходимо рассматривать как невозобновляемые природные ресурсы стратегического значения;
- все решения в области освоения минерально-сырьевых ресурсов и охраны окружающей среды должны приниматься с учетом социально-экономических перспектив развития и носят комплексный характер;
- снижения капитальных и текущих затрат за счет полной утилизации всех компонентов ресурса путем широкого применения малоотходных и безотходных технологий, что способствует минимизации масштабов загрязнения окружающей среды;
- предпосылкой достижения эффективных решений в области освоения минерально-сырьевых ресурсов является использование в проектной, научно-исследовательской практике современных экономико-математических методов, вариантного подхода и моделирования;
- совершенствования законодательства в области использования всех видов минерально-сырьевых ресурсов;
- использование экономического механизма, и адекватности организационно-управленческой структуры.

В процессе разработки программы предполагается использовать:

- современные методики оценки и оптимизации комплексного освоения месторождений полезных ископаемых с учетом социальных и экономических факторов в условиях высокогорья;
- новые и усовершенствованные методы и средства рудоподготовки минерального сырья;
- комплекс малоотходных и безотходных технологий, новые технологические схемы, прототессы и аппараты для

комплексной переработки добытого минерального сырья и твердых отходов производства;

- методы и средства предотвращения вредных последствий горного производства на окружающую среду;
- систему показателей и нормативов рационального использования минеральных ресурсов, а также новую информационно-нормативную базу для планирования рационального, комплексного использования минеральных ресурсов;
- усовершенствованную систему цен на минеральное сырье;
- новую систему экономического стимулирования и усовершенствованные структуры управления комплексным использованием минеральных ресурсов;
- рекомендации по освоению и внедрению передового зарубежного опыта, а также сокращению импорта продукции полезных ископаемых и росту экспорта продуктов их переработки.

В конечном итоге это приведет к:

- снижению потерь полезных ископаемых при добыче и обогащении;
- вовлечению в переработку отвалов и отходов обогащения;
- повышению извлечения полезных компонентов при технологическом и металлургическом переделах;
- повышению качества выпускаемой продукции и освоение производства новых видов продукции.

Важнейшие экономические показатели Программы конкретизируются при разработке ТЭО, ТЭР и проектов строительства предприятий, добывающих и перерабатывающих минеральное сырье.

Рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов позволит существенно повысить обеспеченность народного хозяйства республики дефицитными видами минерального сырья и продуктами его переработки.

3.4 Основные направления повышения эффективности комплексного использования минерального сырья

На передовых горных предприятиях, особенно цветной металлургии бывшего СССР извлекались все или почти все содержащиеся в рудах полезные компоненты. Так, на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате извлекались все 18 содержащиеся в сырье полезные компоненты, на Норильском горно-металлургическом комбинате – 12 элементов, на комбинате «Североникель» – 8 элементов, на Балхашском горно-металлургическом комбинате медной промышленности – 12 из 13 элементов, на Джезказганском горно-металлургическом комбинате медной промышленности – 9 из 12 элементов, на Красноуральском медеплавильном заводе – 8 из 11, на Челябинском электролитном цинковом заводе – 11 из 12 и т. д.

Извлечение основных металлов из рудного сырья составляли обычно 80–85, иногда 90 %, а для некоторых типов руд опускались до 65–70 %. На металлургическом переделе извлечение было выше, оно находилось на уровне 92–95 %, а на некоторых заводах по рафинированию достигало 97–98 %.

Приведенные цифры показывают, что повышение степени комплексного использования сырья в добывающей промышленности позволяет улучшить основные технико-экономические показатели: понизить удельные капитальные вложения, увеличить объем товарной продукции, снизить себестоимость основных видов продукции, а, следовательно, увеличить рентабельность производства и прибыль, эффективность капитальных вложений, повысить производительность труда.

Процесс улучшения использования минерального сырья столь же постоянен, как постоянны процессы повышения производительности труда и эффективности производства. И, безусловно, в совершенствовании комплексного освоения, использования минерального сырья имеются основные направления.

На показатель комплексности использования сырья в современном его понимании не влияет уровень потерь минерального ресурса в недрах. Однако потери для народного хозяйства разве-

данных минеральных ресурсов начинаются именно с потерь неизвлеченных из недр запасов. Величина их, как было отмечено выше, довольно значительна и означает потерю всех содержащихся в руде полезных компонентов. Поэтому одним из направлений улучшения комплексного использования минерального сырья должно быть улучшение технологии добычи минерального сырья либо путем совершенствования традиционных открытых и подземных систем обработки месторождений, либо путем применения принципиально новых систем выемки минерального сырья из недр.

Развитие открытых горных работ означает дальнейшее понижение предельной глубины обработки карьеров, а, следовательно, увеличение объемов вскрышных пород. Максимальное использование вскрышных пород – одна из наиболее важных проблем не только по экономическому, но и по экологическому значению. Решение ее надо начинать на стадии геологического изучения: тогда должна быть получена геолого-техническая характеристика вскрышных пород и изучены возможности рационального их использования. Увеличение глубины карьеров требует принципиально *новых способов транспортировки руды и вентиляции.*

На подземных рудниках сокращение потерь в недрах может быть достигнуто в результате *закладки выработанного пространства* и последующей обработки охранных целиков.

Для повышения извлечения полезных компонентов при обогащении большое значение имеет организация *селективной добычи и поставки* на фабрику раздельно различных руд. Развитие селективной обработки участков месторождения, отличных по качеству руд, будет способствовать улучшению промышленного использования сырья.

Расширение применения новых *геотехнологических способов* извлечения из недр – подземное расплавление полезных ископаемых и выдача их на поверхность в жидком виде (сера), подземная газификация углей, выщелачивание из горных пород полезных компонентов и доставка на поверхность их в растворенном состоянии, разрыхление рыхлых горных пород струей воды высокого давления и выдача из горных выработок суспензией твердых полезных ископаемых, содержащихся в воде.

Обогащение – важный процесс переработки руд, на который приходится около $\frac{3}{4}$ всех потерь при производстве металлов из добытой руды.

Повышение показателя комплексности использования сырья можно достигнуть, во-первых, за счет повышения извлечения полезных компонентов в обогатительных процессах, во-вторых, за счет доизвлечения их из хвостов, в-третьих, за счет использования обедненных хвостов в качестве сырья для производства строительных материалов.

Для успешного обогащения руд большое значение имеют подготовительные операции – дробление, измельчение, классификация, операции обогащения в тяжелых средах. Насколько успешно будут проведены эти операции, получен ли однородный материал и необходимой тонины, не допущено ли переизмельчение руды, все это скажется на результатах обогащения.

При обогащении на фабрике руд с нескольких месторождений необходимо либо обеспечивать получение однородного материала в результате шихтовки руды, либо организовать посортную переработку руд. Поэтому руды на фабрику должны поступать с паспортами, и для их шихтовки следует внедрять автоматизированные системы управления процессом.

Основным направлением повышения комплексности использования сырья будет курс на *замкнутый цикл производства*, т. е. переход на безотходную систему переработки сырья, при которой любой продукт, в том числе шлаки, будет выдаваться в товарном виде.

Переход на эту систему требует повышения извлечения из сырья всех полезных компонентов.

3.5 Эколого-экономические аспекты освоения минерального сырья

Обычно освоение месторождения минерального ресурса осуществляется в соответствии с основными положениями технико-экономического обоснования и технического проекта, которые имеют ведомственный характер, и практически не увязываются

с экологическими и социально-экономическими проблемами региона.

Существующая практика проектирования горного предприятия с точки зрения охраны окружающей среды имеет следующие недостатки:

- некомплексное решение экологических вопросов, которые не стали еще главными при выполнении всех частей проекта на всех стадиях проектирования;
- отсутствие на проектной стадии изучения состояния окружающей среды предприятия, которое должно отражаться в задании на проектирование и влиять на характер принимаемых решений;
- нет комплексного подхода к прогнозированию влияния проектируемых предприятий одновременно на все сферы окружающей среды: атмо- и литосферу, поверхностные и грунтовые воды;
- неучет динамики накопления вредных веществ в литосфере, в отвалах пород и грунтовых водах (кумулятивный эффект), неполное выявление связи состояния окружающей среды со здоровыми санитарными условиями жизни населения;
- отсутствие анализа различных вариантов строительства предприятия с точки зрения наименьшего экологического ущерба;
- отдельное рассмотрение на завершающей стадии проектирования экологической и экономической оценки последствий изменения окружающей среды от выбросов, отвалов, хвостохранилищ предприятий.

Перечисленные недостатки – следствие ряда причин, главные из которых заключаются в отсутствии: единого металлургического подхода к проектированию рудников с точки зрения охраны окружающей среды; научно-обоснованных норм их экологического проектирования.

Подобная практика приводит к ряду отрицательных последствий: нарушению природных экосистем, появлению экологически кризисных зон, значительному отставанию социальной инфраструктуры, повышению заболеваемости населения и т. д. Основной

недостаток инженерных документов заключается в их технократизме, нацеленности на решение только производственных задач, остаточном подходе к экологическим и социальным вопросам. Поэтому в инженерных документах по освоению месторождения минерального ресурса необходимо предусматривать экологические и социально-экономические обоснования.

На первом этапе должны осуществляться широкие предпроектные исследования экологического и социального характера, второй этап работы – это выполнение экономических расчетов с обязательным учетом экологических и социальных факторов. Три группы критериальных показателей: экологическое, социальное и экономическое, полученные в процессе исследования, служат в этом случае основой выбора взаимовыгодного компромиссного решения, которое по своему существу является не чисто хозяйственным (получение хозяйственной выгоды); не чисто экологическим, предусматривающим экологического равновесия; не чисто социальным. При этом следует предусмотреть обеспечение повышения экологической эффективности горного производства на основе рационального использования минерального ресурса – как обязательного условия осуществления оптимального решения социальных задач территории.

Для практической реализации всего этого необходимо, чтобы предпроектные экологические и социальные исследования стали обязательной составной частью работы по разработке социально-экономического обоснования, выполнялись поэтапно от уровня региона до уровня конкретного месторождения и включали в себя как оценку фактической экологической ситуации, социальных условий в регионе, так и перспективы их изменения.

3.6 Взаимодействие горных работ с уникальными объектами горной системы Тянь-Шань

Кыргызский Тянь-Шань представляет собой высокогорное образование со сложным сочетанием поднятий и прогибов. По простиранию и взаимному расположению основных элементов регион разделяется на: Центральный, Северный, Внутренний, За-

падный, Южный Тянь-Шань и Памиро-Алай. Имеет вертикальные климатические пояса (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Вертикальные климатические пояса Тянь-Шаня

Ценнейшие ресурсы для жизнедеятельности человека находятся в горах: вода, флора, фауна, минеральное сырье и др.

Горы – это водоснабжение, выращивание зерновых, садоводство, пастбища и сенокосы, воспроизводство лесов и лекарственных растений, зоны отдыха, туризм, места обитания птиц и животных, места для религиозного паломничества. Это далеко не полный перечень богатств и ресурсов гор. Горы обладают гидроэнергетическими ресурсами. Горы важны для сохранения биологического разнообразия.

Геодинамические и техногенные процессы, оползни обвалы, сели, деградация природы, загрязнение природных ресурсов и атмосферы, эрозия почвы, обезлесивание, накопление огромных масс промышленных и бытовых отходов – лишь некоторые результаты нерациональной деятельности человека, которые поднимают проблему экологической безопасности уязвимой высокогорной территории.

Неустойчивость и экологическая хрупкость горных систем обуславливает необходимость всестороннего комплексного учета специфики гор.

Рассмотрим взаимодействие горных работ с уникальными объектами горной системы в пределах Кыргызской Республики.

Уникальные хранилища ресурсов талой воды сосредоточены в 8000 ледниках, занимающих около 2 тыс. км² площади, что составляет 4 % территории республики и имеют общий, объем от 650 до 700 км³. Ледники отличаются характером движения стока. Расходы ледниковых родников варьируют от 2 до 50 л/сек, а среди компонентов в их химическом составе преобладает кальций (76 мг-экв. %), из анионов превалируют гидрокарбонаты (57–70 мг-экв. %), на втором месте находятся сульфаты (17–24 мг-экв. %). Величина рН составляет 7,0–7,5, содержание кремнезема находится на уровне 2–5 мг/л.

Плодовые леса в южном Кыргызстане являются реликтовыми. Они сохранились до наших дней в горных условиях со времен господства влаголюбивой третичной флоры и фауны на больших территориях. Около 30 тыс. га площади занимает грецкий орех, 15 тыс. га – фисташки, свыше 6 тыс. га – яблони, груши и алыча.

По калорийности ядро грецкого ореха в два-три раза превосходит хлеб, мясо, молоко и другие продукты. Замечательный нежный вкус имеет и масло, отжимаемое из грецких орехов.

Самые ценные дорогостоящие изделия отделяются ореховой фанерой: лучшие пианино, рояли, мебельные гарнитуры. Особенно высоко ценится ореховый «кап» – прикорневые наплывы, образующиеся из колоний сияющих почек, обычно у основания стволов.

В орехоплодовых лесах насчитывается около 100 основных форм – яблони Сиверса. В яблоневых лесах – самое богатое лесное население. В дуплах старых яблонь, в кронах деревьев, в кустах и на земле – на всех этажах леса селятся синицы, мухоловки, дрозды, пеночки, овсянки, сорокопуты.

В лесах растут барбарисы, облепихи, почти 20 % площади леса занято насаждениями неплодовых пород – кленовниками, ясенем, тополем, березой.

Трудно перечислить все, что дает богатейшая растительность пояса орехоплодовых лесов, насчитывающая более двух тысяч видов. А сколько видов лесных обитателей: кабаны, зубры, олени, рыси, лисы, дикобразы, барсуки, фазаны и др.

Высокогорье республики представляет собой ценные и в значительной мере, уникальные объекты для анализа изменения глобальных процессов, поскольку большой градиент горизонтальной и вертикальной зональностей позволяет получить информацию о климатических, гидрогеологических, мерзлотных и экологических показателях на ограниченной территории. Исследования в названных выше направлениях проводятся различными специалистами, требуется согласованность и координация этих работ для получения сопоставимых результатов.

Итак, уникальные государственные заповедники: Сары-Челекский биосферный (S = 23868 га), Беш-Аральский (S = 63200 га), Нарынский (S = 36929 га), Каратал-Жапырыкский (S = 21284 га), Иссык-Кульский (S = 19086,5 га), Сарычат-Эрташский (S = 72080 га); лесные заказники: Малая Ак-Суу (S = 95 га), Ири-Суйский (S = 345 га), Каиндинский (S = 404 га), Узун-Акматский (S = 2320 га), Мискин-Сайский (S = 483 га), Дашманский (S = 5000 га), Батрыханский (S = 5043 га), Джалгындинский (S = 300 га), Кара-Кольский (S = 348 га), Бель-Уминский (S = 384 га).

Государственные: геологические заказники (17 шт.), природные национальные парки (6 шт.), ботанические заказники (6 шт.), охотничьи заказники (14 шт.).

3.7 Юридическое, информационное и организационно-управленческое обеспечение концепции

3.7.1 Государственное управление и регулирование недропользованием в Кыргызстане

Горнодобывающая промышленность в Кыргызстане является самой стратегически важной и ведущей отраслью для развития экономики страны. Это связано со следующими обстоятельствами:

- возможности выхода на внешние рынки, страна может быстро зарабатывать иностранную валюту;
- развитие горного сектора дает импульс другим отраслям народного хозяйства: транспорт, энергетика, черная металлургия;

- развитие рудников вносит большой вклад в обеспечение занятости и в развитие инфраструктуры в районах их местонахождения.

В условиях рыночной экономики роль государства в определенной мере ограничена, сводится к восполнению пробелов в рыночных механизмах:

- создание и поддержание основной системы: право на горнодобывающую деятельность, обеспечение безопасности труда, охрана окружающей среды и недр;
- снижение риска для предприятий (оказание методологической помощи в разведке и разработке технологий отработки и переработки);
- создание приемлемых условий для внутренней и внешней конкуренции;
- меры по защите отрасли в экстремальных условиях.

Правительству Кыргызстана следует выработать реализуемую горную политику по комплексному освоению месторождений минеральных ресурсов и конкретные меры по повышению эффективности, продумав структуру развития горной промышленности.

Для реализации концепции в жизнь необходимо реорганизовать структуру управления недропользованием, заложив в основу принцип разделения функции государственного регулирования и контроля хозяйственной деятельности. Реорганизация структуры управления решается на основе правильных расстановок сил и средств на базе разрозненных структур.

Суть предлагаемой реорганизации структуры управления заключается в следующем:

1. Создание министерства горной промышленности – государственного единого правительственного органа, полностью сосредоточенного на государственном регулировании всей системы недропользования и осуществления контроля на всех этапах пользования недрами. Министерство организует регулирование недропользования по следующим основным направлениям (рисунок 3.2).

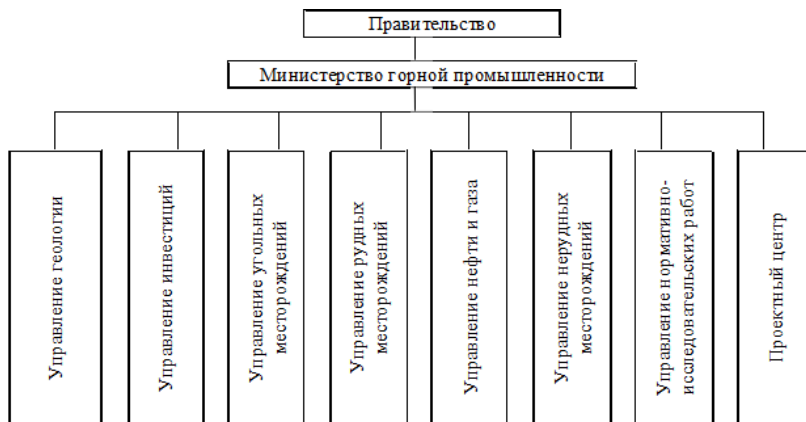


Рисунок 3.2 – Схема структуры министерства горной промышленности

Под государственное управление и регулирование подпадают все недропользователи независимо от форм собственности – государственные и частные:

- управление геологическим изучением недр: анализ и учет геологической изученности, прогноз и перспективное планирование направления геологических исследований, обоснование размеров бюджетных ассигнований и распределение их по основным отраслям, общее методическое руководство геологоразведочными работами, надзор за качеством и полнотой решения геологических задач, выполненным за счет госбюджета и инвестиций;
- государственная комиссия по запасам (ГКЗ). Выполняет свои функции в полном объеме согласно утверждаемому в установленном порядке «Положению о ГКЗ» с учетом установившихся традиций и концепции недропользования в Кыргызской Республике;
- управление фондом недр, единым информационным центром и внешними связями. В государственном фонде Геологической информации, в котором сосредоточены исчерпывающие сведения о геологическом строении территории Кыргызской Республики и его минеральных богатствах.

Что касается управления внешнеэкономическими связями, то имеется в виду подготовка соответствующей документации и контроль над взаимодействиями с иностранными предпринимателями в части недропользования, обеспечение должного порядка в использовании имеющейся геологической информации (недопущение необоснованного разглашения, платность использования информации и др.), а также получение доброкачественной и полной информации по работам, проводимым иностранными инвесторами;

- нормативно-исследовательский методический центр: разработка геолого-методических и правовых инструкций, нормативов и справочников, экспертиза проектных решений, ТЭО и кондиций, кураторская методическая деятельность по массовым поискам, геодинамике, аэрометодам, стратиграфии, геохимии, картографии и т. п.

2. Ряд экономистов [16, 17] для реализации вектора модернизации экономической политики республики рекомендуют создание отраслевых кластеров – для целостной системы производства высококачественного конечного товара путем включения в нее всех производственных, исследовательских, торговых, посреднических и прочих связей и производств, которые имеют какое-либо отношение к качеству конечного изделия.

В Кыргызстане, по нашему мнению, имеются реальные условия и предпосылки для создания и развития отраслевых и территориально-отраслевых кластеров в области геологических и горнопромышленных комплексов, таких как:

- кластер по развитию геологоразведочных работ;
- кластер по производству нефтегазовой продукции;
- кластер по угледобыче;
- кластер по производству продукции рудных месторождений;
- кластер по освоению нерудных минеральных ресурсов;
- кластер по освоению строительных материалов;
- кластер по освоению подземных вод.

Республика может использовать и первую модель, включая комплекс мер – от выбора приоритетных кластеров и финансиро-

вания проектов по разработке стратегий и программ их развития до целевого создания ключевых факторов успеха их деятельности. Или вторую модель, где кластер рассматривается как рыночный механизм, и роль государства заключается в снятии барьеров для его естественного развития. К особенностям кластерной политики развития относится то, что основными игроками являются региональные власти и организации, которые вместе с ключевыми участниками кластеров разрабатывают и реализуют программы их развития.

Формирующаяся в Кыргызстане государственная кластерная политика должна использовать инструменты как первой (организационная, методическая, финансовая поддержка кластерных инициатив со стороны правительства), так и второй модели (активная роль регионов в формировании кластеров).

3. В целях концентрации научно-педагогических сил и средств в области подготовки высококвалифицированных кадров и проведении научных работ по эффективному освоению полезных ископаемых необходимо создать горную академию с проектным центром и технопарком на базе двух горных вузов (Бишкек, Кызыл-Кыя) и трех институтов НАН Кыргызской Республики.

Создание Кыргызской государственной горной академии (КГГА) как единой научно-производственно-образовательной системы, обеспечит интеграцию образования, науки, производства и обеспечит:

- подготовку: рабочих, техников, инженеров, проектировщиков и исследователей в области геологии и горного дела;
- проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области геологии, горного дела и горного машиноведения;
- проектирования объектов и оборудования;
- выпуск экспериментальных образцов оборудования и горных машин.

Как известно, возрождение, развитие и повышение эффективности горно-геологического производства в первую очередь зависит от кадровой обеспеченности отрасли.

После распада Союза все профессиональные училища, занимающиеся подготовкой профессиональных рабочих для геологических и горных производств, закрылись. Все существовавшие предприятия этих отраслей остро нуждаются в рабочих-профессионалах. Существующее количество подготовки рабочих (с выдачей сертификатов) не удовлетворяет потребностям сегодняшнего дня, не говоря о перспективе. В структуре КГГА необходимо предусмотреть открытие центров по подготовке рабочих, обеспечивающих потребности регионов.

Техникумы и вузы в данное время готовят техников и инженеров по геологии и горному делу в достаточном количестве (ежегодно около 200 выпускников). Однако качество знаний, особенно инженеров, низкое, это в основном связано со слабой материально-технической базой и недостаточным наличием квалифицированного профессорско-преподавательского состава вузов. Привлечение высококвалифицированных кадров академических институтов к подготовке инженеров, а также развитие материально-технической базы вузов, несомненно, даст положительные результаты. Кроме этого, это будет способствовать привлечению в науку молодых специалистов. По сравнению с 1990 г. количество подготовки кандидатов и докторов наук в области геологии и горного дела сократилась более чем в два раза.

3.7.2 Юридические и информационные документы в освоении месторождений минеральных ресурсов

Лицензирование. Лицензированию в соответствии с Положением о порядке лицензирования и регулирования недропользования подлежат все виды пользования недрами по всем видам минерального сырья, в том числе по подземным пресным и термоминеральным водам, за исключением мелких месторождений общераспространенных полезных ископаемых, расположенных на землях, находящихся в муниципальной и частной собственности, а также непромышленных россыпных проявлений полезных ископаемых, разрабатываемых индивидуальными старателями. Для строительства горных предприятий необходимо в первую

очередь получить лицензию на право пользования недрами с целью разработки с заключением лицензионного приложения к нему определяющего условия пользования недрами.

Положение о порядке лицензирования и регулирования недропользования (далее – Положение) определяет порядок лицензирования недропользования и регулирует отношения, возникающие при пользовании недрами [18].

Организационное обеспечение государственной системы предоставления прав пользования недрами осуществляет Государственное агентство по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве Кыргызской Республики (далее – уполномоченный государственный орган).

Объектом лицензирования являются участки недр, в пределах которых осуществляется разрешенная деятельность, а также техногенные образования, находящиеся в государственной собственности.

Право пользования недрами возникает на основании лицензии. Пользование недрами без лицензии запрещается, за исключением случаев, предусмотренных законами Кыргызской Республики.

Уполномоченный государственный орган осуществляет администрирование лицензирования недропользования, выступая в качестве лицензиара.

Лицензия юридически закрепляет права владельца лицензией (лицензиата) на осуществление конкретного вида недропользования на выделенном участке недр.

Лицензия дает право на добычу только того вида полезного ископаемого, который указан в лицензии.

Предоставление прав пользования недрами осуществляется:

- для месторождений общегосударственного значения – путем проведения конкурсов;
- для всех остальных объектов – путем проведения аукционов;
- для участков недр, по которым аукцион или конкурс дважды признаны не состоявшимися по основаниям, предусмотренным подпунктами 1–3 п. 76 Положения – путем прямых переговоров [18];

- для участков недр индивидуальной старательской разработки – путем регистрации разрешений в местных государственных администрациях.

Перечень месторождений общегосударственного значения, распределяемых по конкурсу, утверждается Правительством Кыргызской Республики.

Лицензирование прав пользования недрами осуществляется Комиссией по вопросам регулирования недропользования, образуемой при уполномоченном государственном органе, в том числе на основании результатов аукциона, конкурса и прямых переговоров.

В полномочия Комиссии по вопросам регулирования недропользования входит рассмотрение вопросов оформления лицензий на основании решений конкурсных и аукционных комиссий, выдачи лицензий путем прямых переговоров, продления срока действия лицензий, лицензионных соглашений, рассмотрения отчетов и согласования планов геологических и горных работ, приостановления, отзыва лицензий и другие вопросы недропользования. Положение о работе комиссии утверждается руководителем уполномоченного государственного органа. Состав комиссии утверждается распоряжением Премьер-министра Кыргызской Республики.

Иностранные юридические лица после получения лицензии регистрируют филиал, дочернюю компанию, представительство или самостоятельное аффилированное им юридическое лицо в Кыргызской Республике, а иностранные граждане – юридическое лицо в соответствии с законодательством Кыргызской Республики.

Конкурс на получение прав пользования недрами с целью геологического изучения и разработки месторождений общегосударственного значения проводится по решению Правительства Кыргызской Республики.

По каждому объекту образуется правительственная конкурсная комиссия. Рабочим органом правительственной конкурсной комиссии является уполномоченный государственный орган, которому подаются заявки на участие в конкурсе.

Уполномоченный государственный орган разрабатывает условия и порядок проведения конкурса и представляет их на утверждение правительственной конкурсной комиссии.

В условиях проведения конкурса должны быть определены:

- 1) порядок и сроки подачи заявки на участие;
- 2) перечень документов, необходимых для участия в конкурсе;
- 3) критерии допуска участников к конкурсу, включающие:
 - а) опыт работы в геологической и горнорудной отраслях;
 - б) наличие, обладание и применение современных технологий разведки месторождений полезных ископаемых, добычи и переработки полезных ископаемых;
 - в) финансовые возможности проведения работ применительно к конкретному конкурсному объекту;
- 4) специальные условия прав пользования недрами, включающие:
 - а) предельный срок строительства инфраструктурных объектов, запуска процесса добычи и переработки полезного ископаемого;
 - б) предельное соотношение привлечения отечественных и иностранных специалистов и рабочих для разработки месторождения;
 - в) обязательство по рекультивации земель;
 - г) минимальный размер инвестиций в социально-экономическое развитие местного сообщества, на территории которого находятся объекты недр (социальный пакет);
 - д) комплекс мер по обеспечению промышленной, экологической безопасности, охраны недр и рационального использования полезных ископаемых;
 - е) срок уплаты стоимости предоставления прав пользования недрами победителем конкурса;
 - ж) штрафные санкции за несвоевременный ввод в эксплуатацию объекта;
- з) другие условия, которые комиссия сочтет необходимыми для того или иного объекта недр;
- 5) дата проведения конкурса и порядок определения победителя.

Рабочим органом комиссии является уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию, осуществляющий:

- 1) подготовку геологической информации;

2) предоставление права временного пользования из земель месторождений Государственного резерва земель месторождений полезных ископаемых;

3) публикацию объявления в международных и республиканских средствах массовой информации и размещение объявления на Интернет-сайте уполномоченного государственного органа по реализации государственной политики по недропользованию;

4) прием и регистрацию конкурсных заявок;

5) выдачу лицензии на право пользования недрами победителю конкурса на основании протокола комиссии, если по условиям проведения конкурса не предусматривается заключение концессионного договора или соглашение о разделе продукции.

Конкурс признается не состоявшимся, если ни одно из заявленных предложений не отвечает конкурсным условиям или при отсутствии заявок, или при поступлении только одной заявки.

Если в результате повторного конкурса не выявлен победитель, Правительство Кыргызской Республики должно принять одно из следующих решений:

1) о перерыве в проведении конкурса на данный объект недр;

2) об исключении данного объекта недр из числа месторождений общегосударственного значения и передаче объекта на аукцион.

Расходы участников конкурса возмещению не подлежат.

Решение о признании победителем конкурса в соответствии с его условиями принимается правительственной конкурсной комиссией простым большинством голосов и оформляется протоколом, утверждаемым распоряжением Правительства Кыргызской Республики.

На основании решения Правительства Кыргызской Республики об утверждении результатов конкурса уполномоченный государственный орган выдает победителю конкурса лицензию на право пользования недрами для геологического изучения и/или разработки месторождений общегосударственного значения.

Аукцион проводится на все свободные, не обремененные запретами компетентных органов объекты недр, не включенных в утвержденный Правительством Кыргызской Республики Пере-

чень месторождений полезных ископаемых, распределяемых по конкурсу. При этом перечень всех свободных и занятых объектов недр подлежит обязательному размещению на официальном сайте организатора аукциона.

Организационное обеспечение подготовки и проведения аукционов осуществляет уполномоченный государственный орган (далее – организатор аукциона).

Для проведения аукционов организатором аукциона создается межведомственная комиссия по проведению аукциона на право пользования объектами недр (далее – аукционная комиссия).

Состав аукционной комиссии формируется распоряжением премьер-министра Кыргызской Республики по представлению организатора аукциона.

Аукционная комиссия состоит из председателя, заместителя председателя, членов и секретаря аукционной комиссии. В составе аукционной комиссии должно быть не менее семи человек. Председателем аукционной комиссии назначается руководитель организатора аукциона.

Аукционная комиссия создается из числа сотрудников организатора аукциона, по одному представителю от Аппарата Правительства Кыргызской Республики, Министерства экономики Кыргызской Республики, Министерства финансов Кыргызской Республики, Государственной налоговой службы при Правительстве Кыргызской Республики, органов местного самоуправления и владельцев земельных прав по месту нахождения объекта недр, а также представителей некоммерческих организаций.

При проведении аукциона недопустимы ограничения на присутствие физических и представителей юридических лиц.

В работе аукционной комиссии не могут принимать участие лица:

- являющиеся учредителями юридического лица-участника аукциона либо его конечным собственником;
- состоящие в близких родственных связях с участниками аукциона либо руководителями и учредителями участников аукциона.

Основанием для проведения аукциона является принятое организатором аукциона решение о проведении аукциона на пре-

доставление права пользования недрами (далее – приказ о проведении аукциона).

На основании приказа о проведении аукциона организатор аукциона издает приказ об установлении условий проведения аукциона применительно к объекту недр, выставляемому на аукцион (далее – условия аукциона).

Условия аукциона в зависимости от вида пользования недрами, степени изученности объекта недр и других факторов в соответствии с законодательством о недрах содержат:

- общие сведения об объекте недр;
- геологическую характеристику объекта недр;
- основные требования к пользованию объектом недр;
- размер сбора за участие в аукционе и гарантийного взноса и платежные реквизиты для их уплаты;
- стартовую цену объекта аукциона;
- шаг аукциона;
- требования пункта 132 Положения [18].

Объявление о предстоящем аукционе должно быть опубликовано в общереспубликанском официальном печатном издании, а также размещено на телевизионном канале и на официальном сайте организатора аукциона не позднее, чем за 45 календарных дней до даты его проведения. Повторный аукцион объявляется не позднее, чем за 30 календарных дней до даты его проведения. Также такие объявления могут быть дополнительно размещены в иных информационно-телекоммуникационных сетях общего пользования и СМИ.

В объявлении о предстоящем аукционе указываются:

- приказ о проведении аукциона;
- условия проведения аукциона;
- указание на местоположение и описание объекта недр, которые намечается предоставить в пользование;
- время и место проведения аукциона;
- срок подачи заявок;
- место и сроки ознакомления с порядком и условиями проведения аукциона на право пользования объектом недр.

Для участия в аукционе заявитель лично или через доверенное лицо представляет организатору аукциона заявку не менее чем за один рабочий день до даты проведения аукциона в двух экземплярах по форме, установленной организатором аукциона. На дату публикации объявления об аукционе на официальном сайте организатора аукциона должна быть размещена форма заявки на участие в аукционе. Подача заявки по почте не допускается.

Заявка на участие в аукционе на право пользования объектами недр должна быть заполнена машинным способом на государственном и официальном языках, распечатана посредством электронных печатающих устройств.

К заявке прилагаются следующие документы:

- копии учредительных документов и свидетельства о регистрации юридических лиц;
- копия свидетельства о государственной регистрации гражданина в качестве индивидуального предпринимателя;
- копия карточки ИНН налогоплательщика;
- копия извещения страхователю, выданного органами Социального фонда Кыргызской Республики;
- справка налоговых органов, подтверждающая отсутствие у заявителя задолженности по налоговым платежам в бюджеты всех уровней по состоянию на последний квартал, предшествующий дате подачи заявки;
- справка органов Социального фонда Кыргызской Республики об отсутствии задолженности по страховым взносам;
- заверенную печатью копию решения или другого документа, предусмотренного законодательством Кыргызской Республики, о назначении исполнительного органа организации;
- доверенность, выданную в установленном порядке (в случае если интересы заявителя представляются лицом, не имеющим права без доверенности представлять интересы юридического лица);
- легализованную или апостилированную в установленном законодательством Кыргызской Республики порядке выписку из государственного реестра или иной документ, удостоверяющий, что оно является действующим юри-

- дическим лицом по законодательству своей страны – для иностранного юридического лица;
- выписку из реестра акционеров заявителя, полученную не ранее чем за один месяц до даты подачи заявки на участие в аукционе, – для акционерного общества;
 - для заявителя-юридического лица (за исключением акционерных обществ, прошедших листинг на фондовых биржах) – заверенные и/или в необходимых случаях легализованные или апостилированные в установленном законодательством Кыргызской Республики порядке копии документов, которые позволяют установить конечных собственников этого юридического лица, являющихся физическими лицами;
 - документ, подтверждающий оплату гарантийного вноса;
 - документ, подтверждающий оплату сбора за участие в аукционе.

Подача заявки рассматривается как согласие заявителя со всеми условиями аукциона.

Справки и документы, оформленные заявителем, подписываются уполномоченным на то лицом и заверяются печатью заявителя.

Копии документов представляются заверенными в установленном порядке.

Все документы, указанные в пункте 38 Положения [18] сдаются организатору аукциона вместе с заявкой. Один экземпляр заявки с пометкой о принятии вручается заявителю.

Заявитель вправе заменить или отозвать свою заявку на участие в аукционе до истечения установленного срока подачи заявок.

Уведомление об отзыве заявки на участие в аукционе является основанием для незамедлительного возвращения заявителю поданной заявки.

Прием заявок, взамен ранее поданных и уведомлений об отзыве заявки на участие в аукционе производится в том же порядке, что и прием заявки на участие в аукционе.

Регистрация заявок на участие в аукционе на право пользования объектом недр осуществляется уполномоченным должност-

ным лицом организатора аукциона (далее – должностное лицо организатора аукциона) в течение всего срока подачи заявок, указанного в объявлении о проведении аукциона, в день подачи соответствующей заявки.

Итоги аукциона оформляются протоколом аукционной комиссии, в котором указывается:

1) наименование объекта недр, по которому проводится аукцион;

2) состав членов аукционной комиссии, принявших участие в проведении аукциона;

3) имя (наименование) победителя аукциона, реквизиты юридического лица или данные документа, удостоверяющего личность индивидуального предпринимателя;

4) стартовый размер цены за право пользования объектом недр;

5) окончательный размер цены за право пользования недрами, установленный по результатам аукциона;

6) сведения о том, что аукцион не состоялся (с указанием причин);

7) иные сведения по усмотрению аукционной комиссии.

Заявка на получение лицензии на право пользования недрами путем прямых переговоров подается на государственном и официальном языке в двух экземплярах. Заявка должна содержать данные о заявителе, месте и виде пользования недрами.

К заявке прилагаются:

- копии учредительных документов и устава для юридических лиц или регистрационных документов для физических лиц;
- программа освоения (геологическое изучение, разработка месторождений полезных ископаемых, строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых) заявленного объекта с укрупненными технико-экономическими расчетами по капиталовложениям, эксплуатационным затратам и прибылям;
- документы, подтверждающие возможность финансирования работ заявленного объекта недропользования в соответствии с представленной программой освоения.

Для получения лицензии на использование подземных вод дополнительно представляются:

- технологическая схема эксплуатации скважин;
- в случае использования подземной воды для розлива (пресная или минеральная) – заключение государственного органа, уполномоченного на проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы, для организации бальнеологического лечения (термоминеральная) – заключение Кыргызского научно-исследовательского института курортологии и восстановительного лечения.

Без представления полного комплекта документов заявка не принимается.

Заявка с приложением полного комплекта документов фиксируется в специальной книге приема заявок с указанием даты и времени их принятия.

Рассмотрение заявки и выдача лицензии на право пользования недрами путем прямых переговоров осуществляется Комиссией по вопросам регулирования недропользования путем обсуждения и согласования условий лицензирования с заявителем. Результаты переговоров оформляются протоколом. Подписанный сторонами протокол является основанием для выдачи лицензии.

Срок рассмотрения и принятия решения по заявкам – до одного месяца со дня подачи документов.

Отказ в предоставлении права пользования недрами может последовать в случаях, если заявитель:

- представил о себе неверные сведения;
- не обладает необходимыми финансовыми ресурсами для эффективного, технически и экологически безопасного освоения объекта недр.

Решение об отказе принимается Комиссией по вопросам регулирования недропользования и оформляется протоколом. Выписка из протокола высылается заявителю в срок не более пяти рабочих дней.

Повторная заявка на право пользования недрами объекта, на который заявителю было отказано в выдаче лицензии по причинам, отмеченным в пункте 95 Положения [18], принимается после устранения соответствующих недостатков.

После утверждения Правительством Кыргызской Республики решения правительственной конкурсной комиссии о результатах конкурса по объектам общегосударственного значения, подписания Протокола аукционной комиссией об определении победителя аукциона и уплаты им окончательной цены объекта аукциона, а также подписания сторонами протокола переговоров, между лицензиаром и лицензиатом заключается лицензионное соглашение на проектирование работ (геологическое изучение недр, разработка месторождений полезных ископаемых, строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых) на лицензионном объекте.

Лицензионное соглашение является неотъемлемой частью лицензии, без которого лицензия является недействительной.

После получения лицензии и лицензионного соглашения на проектирование в сроки, оговоренные в лицензионном соглашении, лицензиат представляет в уполномоченный государственный орган технический проект на проведение соответствующих работ с экспертными заключениями в части технической, экологической безопасности и охраны недр, а также удостоверение на право временного пользования земельным участком под недропользование или письменное согласие владельца земельных прав на проведение геологоразведочных работ.

В соответствии с проектными показателями между лицензиаром и лицензиатом заключается лицензионное соглашение на проведение работ.

Лицензионному объекту присваивается кадастровый алфавитно-номерический код, и он заносится в журнал регистрации лицензий, заводится лицензионное дело на бумажном и электронном носителях.

Границы лицензионной площади (геологический отвод) для геологического изучения выносятся на топографическую карту масштаба 1:100000 (кадастровая карта) и на электронную карту лицензионных площадей. Координаты угловых точек указываются в прямоугольной системе координат 1942 г. и они должны соответствовать координатам элементарной ячейки 1000×1000 м. Каждая лицензионная площадь замыкается только собственным контуром.

Границы лицензионных площадей отклоняются от прямолинейной в случаях:

- пересечения с государственной границей;
- пересечения с границами особо охраняемых территорий;
- пересечения водоемами (озера, водохранилища).

Границы горного отвода для разработки месторождений полезных ископаемых определяются координатами угловых точек в прямоугольной системе координат 1942 года. Координаты угловых точек горного отвода для разработки месторождений полезных ископаемых должны соответствовать координатам элементарных ячеек размером 50×50 м для планов масштаба 1:5000 или 20×20 м для планов масштаба 1:2000.

В случаях, если из-за малых размеров лицензионных площадей невозможно отобразить границы объекта на кадастровой карте, объект обозначается точкой на кадастровой карте 1:100000 масштаба с алфавитно-нумерическим кодом и дополнительно составляется вырезка-накладка в соответствующем масштабе.

Окончательные размеры геологического и горного отводов могут корректироваться по результатам проектирования. В случае изменения контура и размера отвода в сторону их уменьшения, а также в сторону увеличения, если смежная площадь не занята, лицензионное соглашение на проведение работ подписывается лицензиаром без дополнительных условий. В случае, если смежная площадь занята, изменение может вноситься только с письменного согласия владельца лицензии смежной площади и только после заключения нового лицензионного соглашения с ним.

В случаях снижения или увеличения объемов добычи полезных ископаемых, установленных лицензионным соглашением, размеры горного отвода могут корректироваться уполномоченным государственным органом с составлением нового лицензионного соглашения с недропользователем.

Продление срока действия лицензии производится в обязательном порядке при выполнении всех условий действующего лицензионного соглашения и настоящего Положения.

Для продления срока действия лицензии недропользователь подает заявку не ранее двух месяцев и не позднее 15 дней до истечения срока действия лицензии, представляет отчет о выполнении

условий лицензионного соглашения в соответствии пунктом 122 Положения [18]. Представленные материалы рассматриваются в течение 15 дней Комиссией по вопросам регулирования недропользования. Решение указанной Комиссии оформляется протоколом.

Лицензия с просроченным сроком действия становится недействительной и проведение работ на лицензионном объекте в этом случае влечет ответственность, предусмотренную законодательством Кыргызской Республики.

Лицензия на геологическое изучение и разработку недр содержит следующую информацию:

- алфавитно-нумерический код, являющийся одновременно номером дела по лицензионному объекту и номером на кадастровой топографической карте масштаба 1:100000, состоящий из цифры, указывающей на кадастровый порядковый номер объекта и букв: «Н» – для нефти и газа, «С» – для углей, «М» – для металлов, кроме драгоценных металлов, «А» – для драгоценных металлов и камней, «Т» – для неметаллов, «В» – для подземных вод и «Г» – для работ, проводимых за счет госбюджета. Стадии освоения недр обозначаются буквами: «П» – поиски, «Р» – разведка, «Е» – эксплуатация месторождений полезных ископаемых;
- вид пользования недрами;
- наименование и реквизиты лицензиата;
- название объекта лицензирования;
- вид полезного ископаемого;
- административное местоположение объекта;
- дата выдачи и срок действия лицензии;
- срок продления лицензии;
- подпись руководителя, заверенная гербовой печатью уполномоченного государственного органа.

Лицензионное соглашение на геологическое изучение недр содержит информацию по следующим разделам:

- целевое назначение работ (наименование проекта);
- координаты угловых точек (масштаба 1:100000) в прямоугольной системе координат 1942 г. и размер площади геологического отвода;

- сумма ежегодных инвестиций;
- объемы основных видов геологоразведочных работ с разделением по годам;
- сроки возвращения и размеры возвращаемых лицензиатом площадей или отдельных объектов;
- условия передачи геологической информации;
- форс-мажорные обстоятельства;
- сведения о владельце лицензии, список учредителей предприятия, владеющих пятью и более процентами акций или доли в уставном капитале;
- срок действия лицензионного соглашения;
- соблюдение требований нормативных правовых актов в области промышленной, экологической безопасности и охраны недр;
- печати и подписи руководителей уполномоченного государственного органа (лицензиар) и недропользователя (лицензиат).

В лицензионном соглашении на разработку месторождений полезных ископаемых или на строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, приводятся:

- целевое назначение работ (наименование проекта);
- площади горного и земельного отводов и координаты их угловых точек (масштаба 1:100000) в прямоугольной системе координат 1942 г.;
- количество и категория запасов в контуре горного отвода;
- показатели извлечения из недр при добыче полезных ископаемых и технологического извлечения товарного продукта при переработке минерального сырья в соответствии с техническим проектом;
- сроки отработки месторождения или участка месторождения, годовые объемы добычи полезных ископаемых и капиталовложения в горный проект;
- условия восстановления нарушенной горными разработками окружающей среды;
- форс-мажорные обстоятельства;

- срок действия лицензионного соглашения;
- соблюдение требований нормативных правовых актов в области промышленной, экологической безопасности и охраны недр;
- сведения о владельце лицензии, список учредителей предприятия, владеющих пятью и более процентами акций или доли в уставном капитале;
- адрес для уведомлений;
- печати и подписи руководителей уполномоченного государственного органа (лицензиар) и недропользователя (лицензиат).

В лицензионном соглашении на отбор и использование подземных вод содержится следующая информация:

- дебит скважины или родника, количество и категория запасов;
- тип подземной воды;
- координаты устья скважины или родника (масштаб 1:100000) в прямоугольной системе координат 1942 г.;
- целевое использование подземных вод;
- фактический размер зоны санитарной охраны строгого режима для действующих водозаборов и расчет зоны санитарной охраны – для проектируемых водозаборов;
- согласованный объем отбора подземных вод;
- срок действия лицензионного соглашения;
- соблюдение требований нормативных правовых актов в области промышленной, экологической безопасности и охраны недр;
- сведения о владельце лицензии, список учредителей предприятия, владеющих пятью и более процентами акций или доли в уставном капитале;
- форс-мажорные обстоятельства;
- печати и подписи руководителей уполномоченного государственного органа (лицензиар) и недропользователя (лицензиат).

В лицензионные соглашения всех видов лицензирования запрещается включать иные условия, за исключением условий,

содержащихся в пунктах 113–115 Положения [18], и условий, объявленных на аукционе или конкурсе. Внесение дополнительных условий возможно только по согласованию сторон.

Экспертиза технических проектов. Технические проекты на проведение соответствующих работ подлежат экспертизе на соответствие требованиям промышленной (технической), экологической безопасности и охраны недр.

Указанные экспертизы проводятся соответствующими подразделениями уполномоченного государственного органа.

Для проведения экспертиз лицензиат обязан представить технический проект, включающий материалы по охране окружающей среды, в уполномоченный государственный орган:

- для объектов недр общегосударственного значения – не позднее, чем за три месяца до истечения срока действия лицензионного соглашения, в котором предусмотрено составление технического проекта;
- для всех иных объектов недр – не позднее, чем за один месяц до истечения срока действия лицензионного соглашения, в котором предусмотрено составление технического проекта.

В случае несоблюдения лицензиатом указанного срока, он несет риск наступления предусмотренных законодательством Кыргызской Республики и Положением [18] последствий несвоевременного проведения экспертиз.

Уполномоченный государственный орган должен обеспечить проведение всех предусмотренных экспертиз в нижеуказанные сроки с момента поступления технического проекта:

- для объектов недр общегосударственного значения – в течение трех месяцев;
- для всех иных объектов недр – в течение одного месяца.

В случае несоблюдения уполномоченным государственным органом указанного срока, к лицензиату не применяются предусмотренные законодательством Кыргызской Республики и Положением [18] последствия несвоевременного проведения экспертиз.

Результаты всех экспертиз утверждаются руководителем уполномоченного государственного органа.

Порядок предоставления геологической, горной отчетности и геологической информации

Каждый лицензиат после подписания лицензионного соглашения на проведение работ по геологическому изучению или разработке недр обязан предоставлять в уполномоченный государственный орган отчет о выполненных работах в письменном виде по установленной форме, согласно приложению, к Положению [18].

Отчет о выполненных работах включает в себя полугодовую информацию и годовой отчет.

Сроки предоставления отчетности:

- для полугодовой информации – по 15 июля текущего года;
- годового отчета – по 31 января следующего года.

Информация о недрах, полученная при финансировании из государственного бюджета, является собственностью Кыргызской Республики.

Информация о недрах, полученная при финансировании предпринимателями, предприятиями и организациями, в том числе совместными и иностранными, является их собственностью на период, определенный лицензионным соглашением, по истечении которого информация о недрах безвозмездно переходит в собственность государства.

Информация о недрах, полученная независимо от источников финансирования, передается в государственный орган по недропользованию для включения в государственный фонд информации о недрах. Должностные лица, имеющие доступ к информации лицензиатов о недрах, обязаны обеспечивать ее конфиденциальность.

Порядок и условия использования государственной информации о недрах определяются Правительством Кыргызской Республики, а иная информация о недрах – по согласованию с владельцем этой информации при выдаче ему лицензии на пользование недрами и определяются лицензионным соглашением.

Порядок приостановления и отзыва права пользования недрами

Право пользования недрами может быть приостановлено соответствующими уполномоченными государственными орга-

нами на срок до 3 месяцев, с указанием причин приостановления и предписанием об устранении нарушений, в случаях:

- нарушения требований охраны недр, экологической и промышленной безопасности, установленных соответствующим законодательством Кыргызской Республики;
- непредставления отчета о выполненных работах в случаях, предусмотренных Законом Кыргызской Республики «О недрах»;
- представления отчета о выполненных работах, содержащего недостоверные сведения;
- невыполнения требований по аккумулярованию средств для рекультивации земельного участка и/или лицензионного объекта;
- применения технологий по освоению недр, создающих угрозу здоровью и безопасности работников и населения, а также невозможного ущерба природной среде и потери запасов полезных ископаемых.

В случае возникновения форс-мажора право пользования недрами приостанавливается по заявлению недропользователя на срок действия форс-мажора. В течение 7 рабочих дней со дня подачи такого заявления уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию вправе отказать в приостановлении права недропользования, с указанием мотивов отказа.

Если устранение причин, повлекших приостановление права пользования недрами, в течение 90 дней невозможно, в целях поддержания горного имущества в сохранном, безаварийном и безопасном для людей и окружающей среды состоянии, уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию по мотивированному заявлению недропользователя вправе продлить срок для устранения нарушений.

Право пользования недрами может быть также приостановлено по определению суда, на срок, определенный процессуальным законодательством.

Право пользования недрами прекращается уполномоченным государственным органом по реализации государственной политики по недропользованию в случаях:

- передачи более 10 % уставного капитала общества, владеющего лицензией, третьему лицу, без регистрации соответствующего изменения в уполномоченном государственным органе по реализации государственной политики по недропользованию (за исключением публичных компаний);
- передачи лицензии в залог без регистрации в уполномоченном государственным органе по реализации государственной политики по недропользованию;
- нарушения более чем на 30 дней сроков уплаты бонуса и (или) лицензионных платежей и (или) роялти;
- отказа от права пользования недрами недропользователем;
- истечения срока действия лицензии на право пользования недрами, если лицензиатом не подано заявление о продлении или трансформации лицензии в установленный срок;
- проведения работ без технического проекта, получившего все необходимые положительные экспертизы;
- в случае неустранения причин, повлекших приостановку права пользования недрами в соответствии с п. 74 Положения [18].

Решение о приостановлении или прекращении права пользования недрами с указанием оснований принятия такого решения, принимается Комиссией по вопросам лицензирования недропользования и направляется недропользователю в течение 7 рабочих дней. Решение о приостановлении или прекращении права пользования недрами вступает в силу со дня его принятия.

Прекращение права пользования недрами не производится, если основания для этого возникли не по вине лицензиата, а по причине обстоятельств непреодолимой силы, воспрепятствовавших выполнению лицензиатом требований законодательства. В зависимости от характера, обстоятельства непреодолимой силы подтверждаются справками соответствующих компетентных органов Кыргызской Республики.

Прекращение действия лицензии на право пользования недрами не прекращает обязанности недропользователя по:

- рекультивации земельного участка и ликвидации горного имущества;
- консервации и поддержанию горного имущества в сохранном, безаварийном и безопасном для людей и окружающей среды состоянии до его передачи последующему владельцу права пользования недрами;
- передаче геологической информации и первичной документации в Государственный геологический информационный фонд.

Рекультивация земельного участка и ликвидация горного имущества

Рекультивация земельного участка и лицензионного объекта проводится в соответствии с техническим проектом рекультивации и осуществляется за счет средств фонда рекультивации, ежемесячно отчисляемых и аккумулируемых лицензиатом с начала разработки месторождения полезных ископаемых или строительства подземных сооружений, не связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых.

Средства фонда рекультивации размещаются на счетах лицензиата в банках Кыргызской Республики и не могут расходоваться на другие цели, в том числе для удовлетворения требований кредиторов и погашения задолженности по налоговым и таможенным платежам, при этом расход средств на осуществление рекультивации производится с письменного согласия уполномоченного государственного органа по реализации государственной политики по недропользованию. Данные условия расхода денежных средств рекультивационного счета должны быть отражены в договоре о банковском счете между банком и недропользователем.

Лицензиат обязан открыть целевой рекультивационный счет в течение 30 рабочих дней после начала работ по освоению месторождения. Об открытии целевого рекультивационного счета и о величине отчислений финансовых средств на целевой счет

недропользователь обязан ежеквартально уведомлять уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию, с представлением копий банковских документов.

В случае банкротства, ликвидации предприятия или смерти недропользователя средства фонда рекультивации, по поручению уполномоченного государственного органа по реализации государственной политики по недропользованию, перечисляются на расчетный счет владельца земельного участка для проведения рекультивационных работ. Использование средств фонда рекультивации на иные цели запрещается.

Рекультивация нарушенных земель при геологическом изучении недр проводится в соответствии с техническим проектом.

В отношении участка недр, на который выдана лицензия на право пользования недрами на геолого-поисковые или геологоразведочные работы, третьи лица вправе, без согласия лицензиата, получить лицензии на право пользования недрами на геолого-поисковые или геологоразведочные работы в отношении видов полезных ископаемых, не предусмотренных действующей лицензией на право пользования недрами и относящихся к другой группе месторождений полезных ископаемых.

На лицензионных площадях владелец лицензии на право пользования недрами вправе предложить другому лицензиату, лицензия которого предусматривает обнаруженный вид полезного ископаемого, выкупить информацию об обнаруженных полезных ископаемых.

Заявитель обязан обеспечить совместимость своего технического проекта с техническим проектом лицензиата, ранее получившего лицензию на право пользования недрами, в отношении участка недр, по которому подано заявление.

Уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию выдает разрешения на вывоз за пределы Кыргызской Республики образцов руд и горных пород, концентратов, отходов производства и лабораторных проб для проведения аналитических исследований.

Лицензиат имеет право заложить право пользования недрами по лицензии третьему лицу по договору залога.

Для регистрации залога права пользования недрами недропользователь должен в течение 30 календарных дней с момента заключения договора залога представить в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию уведомление о заключении договора залога, с обязательным указанием наименования залогодержателя, его местонахождения, а также представить копию договора залога.

Уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию обязан до 30 календарных дней рассмотреть поступившее уведомление и произвести регистрацию залога права пользования недрами путем внесения в лицензионное соглашение соответствующей записи, с проставлением печати «зарегистрировано».

В случае обращения взыскания на предмет залога – право пользования недрами, в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию представляются судебное решение и акт продажи права с торгов судебным исполнителем либо мировое соглашение о передаче прав, утвержденное определением суда (если обращение взыскания производилось в судебном порядке), либо соглашение об удовлетворении требований залогодержателя во внесудебном порядке и документы, свидетельствующие о передаче права новому недропользователю, либо соглашение об отступном (если обращение взыскания на предмет залога производилось во внесудебном порядке).

Указанные в пункте 92 Положения [18] документы должны быть представлены в течение 10 календарных дней лицом, которое приобрело право пользования недрами в результате обращения взыскания на предмет залога.

Уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию, в течение до 30 календарных дней с момента поступления всех документов обязан принять решение о передаче лицензии другому лицу, которому выдается другая лицензия.

Лицо, к которому перешло право пользования недрами в результате обращения взыскания на предмет залога, обязано уплатить сумму бонуса, а также оплачивать платежи за пользование недрами с даты получения лицензии.

До даты получения лицензии новым лицензиатом все права и обязанности, в том числе по уплате лицензионных платежей, относятся на счет прежнего лицензиата.

Лицу, к которому перешло право пользования недрами в результате обращения взыскания на предмет залога, переходят все условия лицензирования, которые существовали до момента перехода.

В случае прекращения договора залога без обращения взыскания на предмет залога, уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию в течение до 30 календарных дней со дня получения уведомления о прекращении договора о залоге от залогодержателя вносит соответствующую запись в лицензионное соглашение о прекращении залога права пользования недрами.

В случае реорганизации юридического лица его правопреемнику (правопреемникам) переходят соответствующие права пользования недрами и обязательства в порядке универсального правопреемства в соответствии с нормами Гражданского кодекса Кыргызской Республики.

Неделимый лицензионный участок не подлежит разделу в случае разделения юридического лица или образования другого юридического лица путем выделения.

Изменение доли собственности при смене учредителей в размере десяти и более процентов приравнивается к получению лицензии и является основанием для уплаты бонуса в соответствии с налоговым законодательством Кыргызской Республики, за исключением компаний, прошедших листинг на фондовых биржах. Оплата бонуса производится пропорционально изменению доли собственности.

Об изменении участников (акционеров) с долей собственности 10 % и более недропользователь должен в течение 30 календарных дней с момента прохождения перерегистрации в органах юстиции,

либо перевода права собственности в акции, подать в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию уведомление о смене участников, с приложением документов, подтверждающих смену участников (акционером), а также оригиналы лицензии и лицензионного соглашения.

Уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию обязан до 30 календарных дней рассмотреть поступившее уведомление и произвести регистрацию перехода права долей, путем внесения в лицензионное соглашение изменений, касающихся участников (акционером) недропользователя.

Экземпляры лицензий и лицензионных соглашений, в том числе аннулированных лицензий, хранятся в архиве уполномоченного государственного органа по реализации государственной политики по недропользованию до минувания надобности. В случае утери или невозможности использования оригинала лицензии и (или) лицензионного соглашения лицензиат подает заявку в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию на выдачу дубликата. В дубликаты лицензии и (или) лицензионного соглашения вписывается слово «Дубликат». За выдачу дубликата взимается плата в размере, предусмотренном за выдачу лицензии.

Лицензия с просроченным сроком действия является недействительной, а проведение работ на лицензионном объекте в этом случае считается самовольным использованием недрами и влечет ответственность, предусмотренную законодательством Кыргызской Республики.

Недропользователи, которые ранее получили лицензии на право пользования недрами по месторождениям общегосударственного значения, кроме нерудных месторождений полезных ископаемых и воды, обязаны представить в уполномоченный государственный орган по реализации государственной политики по недропользованию социальный пакет – программу инвестиций по созданию условий для развития местного сообщества (подготовка кадров, трудоустройство местного населения и строительство

инфраструктуры), утвержденную представительным органом местного самоуправления, с учетом решения острых проблем местного сообщества, на территории которого находится объект.

При изменении реквизитов, правового статуса лицензиата, лицензионной площади или горного отвода, состава учредителей, руководителя предприятия, а также при установлении существенного отклонения действительных природных условий лицензионного объекта от исходной геологической информации, по заявке лицензиата, с приложением соответствующих подтверждающих документов, лицензия и (или) лицензионное соглашение переоформляются. За переоформление взимается плата в размере платы за выдачу лицензии.

Бизнес-план. Представляет собой основной документ, в котором корректно изложены информационные материалы, преследующие цель доказать и убедить с технически возможной и экономически высокой прибыльности эксплуатации тех или иных объектов любой отрасли хозяйства, и служащий основанием для получения инвестиции или кредита для их жизнедеятельности. Кроме того, бизнес-план используется для получения лицензии на право освоения различных объектов, составления технического проекта их строительства, а также других правовых санкций, т.е. документ, без которого в деловом мире ничего нельзя начинать.

В бизнес-плане наиболее полно отражается достоверная по возможности информация, прежде всего о геологоразведочных данных месторождения полезных ископаемых, таких как данные о промышленных запасах полезного ископаемого, его физико-механических свойствах, содержания полезных компонентов, о размерах капитальных вложений и производственных расходов, необходимых для добычи полезного ископаемого требуемого объема, их обогащения и металлургической переработки. Кроме того, производится информация о рынках сбыта товарных продуктов и их характеристик: изменчивость рыночных цен, потребительская способность рынка, конкурентоспособность, а также о размерах ожидаемой чистой прибыли. В бизнес-плане также отражаются маркетинговая стратегия, анализ сильных и слабых сторон, как рынка сбыта продукции, так и их производства, предусматриваются также производственный, финансовый планы и график реализации проекта.

Проектирование горных предприятий. Проектирование представляет собой процесс описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта с оптимальными параметрами и процессами.

Основной задачей проектирования является правильное установление размеров капитальных вложений и эффективное их использование при строительстве и реконструкции предприятий, которые должны производить установленный планом объем промышленной продукции при минимальных эксплуатационных затратах.

Для успешного выполнения этой задачи любой проектировщик обязан знать общий порядок оформления согласования и утверждения проектных документаций, требования к исходным материалам и методические указания по разработке бизнес-планов, технико-экономических обоснований и проектов.

К качеству проектирования предъявляются особенно высокие требования, так как при проектировании определяется облик будущего горного предприятия, его техническое совершенство и, в конечном итоге, его высокая рентабельность.

К проектам предъявляются следующие требования: вновь проектируемые горные предприятия ко времени ввода их в эксплуатации должны быть технически передовыми; иметь высокие показатели по производительности труда, качеству продукции и низкую себестоимость; обеспечивать максимальный прирост продукции на каждый сом капиталовложений и наилучшие условия труда; а также превосходство над аналогичными предприятиями по всем производственным показателям.

Для выполнения указанных требований должны быть предусмотрены новые передовые и высокорентабельные технологии производства, максимальная автоматизация и механизация основных и вспомогательных работ, а также применение робототехнического комплекса оборудования для выполнения отдельных производственных процессов.

В перспективном плане основной задачей проектирования является создание гидрметаллургических рудников будущего.

3.8 Выводы по главе

Предприятия добывающих отраслей Кыргызстана проектировались и строились без государственного экспертного заключения в части соответствия требованиям рационального и комплексного освоения месторождения минерального ресурса, охраны недр. В результате большинство месторождений полезных ископаемых осваиваются некомплексно, допускаются выборочная отработка, высокие потери при добыче и переработке, растут объемы неутраченных отходов производства, вскрышных и вмещающих пород, содержащих полезные компоненты.

Это результат несовершенства законодательства о недрах, отсутствия экономических и правовых методов воздействия на пользователей недрами, разобщенности и малочисленности государственного надзора на стадиях геологического изучения, добычи и переработки полезных ископаемых. Особого внимания требует совершенствование технологии обогащения, комплексного извлечения и глубокой переработки сырья.

Комплексное освоение и использование минеральных ресурсов предусматривает использование: многокомпонентных (комплексных) руд и других видов комплексного сырья; сопутствующих полезных ископаемых во вскрыше и вмещающих пород; отходов горного производства.

Выбор и реализация каждого из перечисленных направлений зависит от конкретных особенностей, горно-эксплуатационных и экономических условий данного месторождения и предприятия.

Стремление с максимальным эффектом использовать производительные силы при сложившихся масштабах производства горных работ неизбежно влечет за собой необходимость коренного пересмотра и создания новых технологий и технических средств для добывания и первичной переработки твердого минерального сырья. В свою очередь, это приводит к новой технологической, экономической и организационной группировке добывающих и перерабатывающих предприятий не только (и не столько) по виду главного добываемого продукта (уголь, руда и т. д.), но и по комплексу свойств и степени полезности вовлекаемых в разработ-

ку горных пород, и типу технологических процессов, способных с максимальной пользой обществу выдать из комплекса горных пород полезные продукты.

ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

4.1 Физико-географические, горно-геологические и экономические особенности территории

Физико-географические (орография, рельеф, абсолютная высота, сейсмичность, сели, лавины), горно-геологические (геодинамика, тектоника, гидрогеология, и др.) и экономические (транспорт, энергетика, население) особенности в условиях высокогорья территория Кыргызстана определяют специфику разведки и разработки месторождений полезных ископаемых.

Орография. Кыргызстан является горной страной со своеобразной орографией и сильнорасчлененным рельефом. Тянь-Шань представляет собой мощное горное образование, значительно приподнятое, со сложным сочетанием хребтов – тектонических поднятий и межгорных впадин – тектонических прогибов.

Горные хребты занимают большую часть территории республики (около 63 %).

Почти все хребты (таблица 4.1) Тянь-Шаня имеют в основном субширотное простираие, за исключением хребтов Западного Тянь-Шаня и хребта Меридианального. Как правило, почти все хребты по своему строению асимметричны.

Характерно и для всех впадин (таблица 4.2) и для большинства хребтов, их постепенное расхождение в западном направлении, общее понижение абсолютных высот от 7439 м (пик Победы) на востоке до 400 м на западе. Превышение хребтов над прилегающими впадинами колеблется от 200–600 до 2200–3000 м и более. Межгорные впадины также асимметричны, ограничены разломами, соединяются между собой узкими глубокими ущельями или невысокими горными перевалами. Для всех впадин характерны сочетания равнинных террасированных поверхностей с останками и возвышенностями предгорного характера, глубокая расчлененность.

Таблица 4.1 – Характеристики основных горных хребтов

Название хребта (вершина)	Длина, км	Наи- большая ширина, км	Самая большая высота, м	Средняя высота, м
Алайский	350	20	5539	4450
Алайкуу	130	15	4754	4190
Ат-Башы	140	30	4788	4300
Байбиче-Тоо	140	13	4337	3900
Борколдой	90	34	5170	4500
Жаны-Жер	104	17	4844	4000
Жетим	130	24	4896	4300
Жетим-Бел	100	13	4627	4200
Заилийский Ало-Тоо (Тал-Гар)	120	30	4973	3700
Какшаал-Тоо (Победы)	582	52	7439	4500
Кан-Тоо (Хан-Тенгри)	38	9	6995	6000
Кыргызский Ала-Тоо (Аламюдюн)	454	40	4895	3700
Меридианальный	32	20	6814	6100
Кюнгей Ала-Тоо	285	32	4770	4200
Молдо-Тоо	110	36	4195	3500
Нарын-Тоо	120	18	4499	4200
Пскемский	141	20	4396	3860
Сары-Жаз (им. Семенова)	93	16	5816	4700
Суусамыр-Тоо	126	30	4042	3500
Таласский Ала-Тоо (Манас)	260	40	4482	3900
Тескей Ала-Тоо	354	40	5216	4300
Туркестанский	300	30	5621	4430
Ферганский	206	62	4893	3600
Чаткал	225	30	4503	3800
Чон-Алайский (им. Ленина)	250	40	7134	5460

В отдельных районах территории имеются крупные узловые поднятия: Кан-Тоо, Ак-Шыйрак, Чилико-Кеминское, Таласо-Чаткальское, Матчинское и др., которые наряду с водораздельными частями большинства хребтов, заняты обширными оледенением.

По взаимному расположению, простираению хребты и горные массивы можно объединить в шесть групп – орографических районов:

Таблица 4.2 – Характеристики основных долин

Название долины	Длина, км	Наибольшая ширина, км	Абс.высота днища, м
Ферганская	340	160	400–1200
Исфара-Исфана	120	26	900–1500
Баткенская	60	24	900–1500
Кёк-Арт	80	20	700–2000
Чаткальская	120	15	900–2500
Алайкуу	75	15	1900–3000
Алайская	175	25	2200–3500
Кетмен-Тобо	50	22	800–1200
Жумгалская	80	25	1500–2800
Кочкорская	80	20	1800–2500
Средне-Нарынская	170	54	1500–2600
Тогуз-Торо	66	30	1200–2000
Ат-Башы-Каракоюнская	150	20	2000–3200
Суусамырская	150	24	200–3200
Сон-Кёльская	50	25	300–3400
Арпинская	60	20	2600–3600
Ак-Сайская	81	28	3000–3800
Мудурум	80	18	3000–3800
Чатыр-Кёльская	48	18	3500–3600
Сары-Жазская	90	25	2300–3500
Чуйская	220	60	500–1400
Таласская	160	26	800–1700
Иссык-Кульская	250	65	1600–2300

- Центральный Тянь-Шань (Какшаал-Тоо, Сары-Джаз, Кёлю-Тоо, Меридиальный и др.);
- Внутренний Тянь-Шань (Терской Ала-Тоо, Суусамыр Тоо, Нарын-Тоо, Молдо-Тоо, Джетим, Атбашы и др.);
- Западный Тянь-Шань (Ферганский, Пскемский, Чаткальский, Кураминский и др.);
- Южный Тянь-Шань (Алайский, Туркестанский и др.);
- Памиро-Алайский (сев. склон Заалайского хребта и Алайская долина).

Рельеф. В Кыргызстане 94,2 % территории лежит выше 1000 м над уровнем моря, а 40,8 % – выше 3000 м.

В таблице 4.3 приведены распределения территории по высотным ступеням.

Таблица 4.3 – Высотные уровни территории Кыргызстана

В метрах над уровнем моря	В %
До 1000	5,8
1000–1500	7,5
1500–2000	15,1
2000–2500	14,1
2500–3000	16,1
3000–3500	17,8
3500–4000	18,2
4000–4500	6,8

Анализ геоморфологических материалов дал основание 12 типов рельефа, в пределах Тянь-Шаня. Под типом рельефа подразумевается участок поверхности, характеризующийся определенным морфологическим обликом, пространственным положением и возрастом становления основных черт, непрерывно усложняющихся. Возникновение и развитие типов рельефа определяются воздействием эндогенных и экзогенных процессов, основная роль среди которых принадлежит тектонике. Типы рельефа объединяются в три основные генетические группы: тектонико-денудационную, тектонико-денудационно-аккумулятивную и тектонико-аккумулятивную.

Определенное сочетание генетических групп типов и форм рельефа закономерно отражают геологическое развитие региона в новейшее время, что позволяет объединить типы рельефа в геоморфологические комплексы. На территории Кыргызстана выделены четыре основных геоморфологических комплекса: горный, подгорно-равнинный, предгорный и предгорно-долинный.

Горный геоморфологический комплекс типов рельефа характерен для районов, представляющих собой сложные складчатоглыбовые поднятия. Рельеф высокогорный, среднегорный, реже низкогорный, выработан в палеозойских и протерозойских, иногда в мезозойских породах. Возраст рельефа горных хребтов, образу-

ющих этот комплекс, преимущественно плиоценный, реже ранне-четвертичный.

Подгорно-равнинный геоморфологический комплекс свойственен внешним межгорным впадинам Чуйской, Ферганской и близким к ним Талаской, Иссык-Кульской, Алайской.

Предгорный геоморфологический комплекс распространен в пределах сравнительно невысоких возвышенностей, расположенных между основными хребтами и впадинами.

Предгорно-долинный комплекс свойственен главным образом, внутренним межгорным впадинам, наиболее широко развитым во внутреннем Тянь-Шане.

В условиях Тянь-Шаня рельеф почти нацело (за исключением площадей, занятых молодыми аккумулятивными образованиями, и поверхностью эрозионно-склоновой природы) является тектоническим. Это справедливо не только в отношении крупных морфоструктур, но и в отношении мезо- и микрорельефа вплоть до отдельных долин временных водотоков. Роль экзогенных факторов в условиях данного региона пока еще не велика.

Рельеф Тянь-Шаня в высшей степени информативен в тектоническом (неотектоническом) отношении. Это обстоятельство может быть использовано практически во всех случаях, когда представляет интерес характер тектонической нарушенности массива. Знание закономерностей проявления трещинной тектоники на конкретных объектах поможет определить рациональный комплекс защитных мероприятий, как в период строительства, так и во время эксплуатации сооружений на склонах.

Параметры рельефа в районе освоения месторождения полезного ископаемого в значительной мере определяют пространственное расположение основных вскрывающих и подготовительных выработок: траншей, штолен, стволов, квершлаггов, штреков, а также транспортных подходов к месторождению. Тем самым предreshают технико-экономические показатели строительства горного предприятия.

Абсолютная высота обуславливает понижение барометрического давления с высотой и снижает работоспособность людей.

На основании исследований, проведенных в бывшем СССР, было установлено [19], что первые отклонения от нормы у людей появляются уже на высоте 900–1000 м. На высоте 3000–3500 м ат-

мосферное давление составляет 526–493 мм рт. ст., соответственно этому парциальное давление кислорода падает с 159 до 75 мм, в результате чего альвеолярное напряжение кислорода уменьшается от 100 до 57, а иногда до 28 мм рт. ст. Тем не менее, на этой высоте организм людей еще справляется с недостатком кислорода за счет своих компенсаторных реакций.

Патологические симптомы, развивающийся на уровне 4000–4500 м, достаточно ярко выявляются на высоте 5000 м.

На высоте 6000 м длительное пребывание человека (больше 10 мин) ведет к значительному расстройству высшей нервной деятельности.

Высота в 7000 м почти у всех испытываемых в барокамере временно вызывает не только сильные нарушения моторики и психики, но часто приводит к потере сознания.

До высоты 8000 м без потери сознания поднимается очень мало людей, а до 9000 м – единицы.

Все это должно учитываться при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий в условиях высокогорья на территории Кыргызстана.

Сейсмичность. Районы Кыргызского Тянь-Шаня располагаются в сейсмических зонах значительной силы. Большая часть их занята восьмибальной зоной, семибальная зона окаймляет их со всех сторон.

Наиболее полно сейсмические условия указаны на соответствующих картах. Для правильной ориентировки на сейсмической карте и оценки ее показателей необходимо принимать во внимание и микрогеологические условия и особенности высокогорья.

Прежде всего, необходимо иметь в виду, что степень сейсмичности зоны может значительно изменяться в зависимости от характера слагающих пород, степени их увлаженности, а также тектонических особенностей района. Следы бывших землетрясений – разломы, разрыв земной коры, падвиги, оползни – сильно увеличивают сейсмическую опасность для непосредственно прилегающих к ним районам. Наиболее характерными явлениями, сопровождающими землетрясения в регионе, являются: оплывины, оползни неустойчивых скатов и отвалы каменных пород со склонов гор в нижележащие части ущелий.

Явления эти вызываются тем, что под влиянием сейсмических сил и веса пород изменяется угол естественного откоса, и массы, ранее находящиеся в положении предельного равновесия, сползают ущелья.

Такого рода отвалы обнаруживались на высоте 1000–3000 м над уровнем моря. Размеры их: длина 2000 м, ширина 200 м и мощность до 100 м. Главный Акжарский обвал занимает площадь 0,28 км², имеет высоту 300 м и общий объем всей осыпи 40 млн.

Сели – частые явления в условиях Тянь-Шаня. Они возникают внезапно и обладают большой разрушительной силой.

Сели представляют гидромассу из грязи, образующуюся за счет насыщения воды частицами почвы, смываемой со склонов гор и пополняемой при своем движении крупным обломочным материалом.

Основной период селеобразования апрель–июнь. Продолжительность селевых потоков 2–3 часа, реже 10–12 часов. Расходы воды селевой массы 30–80 м³/сек, максимальные – около 200 м³/сек.

Скорость движения селя обычно достигает 10–15 км/час. Крупные склоны, ущелистость и большие уклоны речных долин способствуют быстрому движению потоков.

Лавины – снежные массы, соскальзывающие с поверхности горных склонов и увлекающие на своем пути новые массы снега, создают благоприятные условия для возникновения селей и сами по себе приводят к тяжелым последствиям.

Высота падения лавин колеблется в широких пределах – от 230–500 до 1000–2000 м.

Объем лавин достигает 0,5–2,0 млн м³.

Падение лавины происходит от перегрузки склонов снегом во время метелей, когда силы сцепления между ним и подстилающей поверхностью недостаточны для его удержания; при возникновении между нижней поверхностью снега и поверхностью склона водной смазки в период оттепелей; при формировании в нижних частях снежной толщин «горизонта рыхления».

Климат. Кыргызская Республика в целом является типичной высокогорной страной с аридным, резко континентальным климатом. Вместе с тем отдельные части ее территории по целому

ряду природных факторов резко различаются, следствием чего являются мозаичность, пестрота природных условий, существенные внутрорегиональные различия. Четко представлены четыре климатические области: Северный и Северо-Западный Кыргызстан, Юго-Западный Кыргызстан, Иссык-Кульская котловина, Внутренний Тянь-Шань. В каждой области можно выделить до четырех вертикальных климатических поясов: долинно-предгорный (от 500–600 до 900–1200 м), среднепредгорный (от 2000–2200 до 3000–3500 м) и нивальный (выше 3000–3500 м). Главным климатообразующим фактором являются высокие хребты, преимущественно субширотного простирания, и разделяющие их глубокие межгорные впадины и котловины. Около 75 % населения и основная часть аграрного и промышленного производства сконцентрированы в наиболее благоприятных для жизни низко- и среднегорных долинах: Чуйской, Ферганской, Иссык-Кульской, Таласской и Нарынской.

В Чуйской долине климат резкоконтинентальный с продолжительным жарким летом и относительно короткой, но холодной зимой. Средняя температура наиболее жаркого месяца (июль) +24,4 °С с максимумом +43 °С. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь) –5,0 °С с минимумом –38 °С.

Ферганская долина. Климат долины континентальный, сухой, с очень теплым летом и умеренно мягкой зимой. Средняя температура наиболее жаркого месяца (июль) +25,4 °С с максимумом +38 °С. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь) –3,4 °С с минимумом –29 °С.

Иссык-Кульская долина. Климат котловины умеренный, смягченный обширным водным бассейном, с прохладной зимой и умеренно теплым летом. Средняя температура наиболее жаркого месяца (июль) +18,2 °С с максимумом +34 °С. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь) –4,5 °С с минимумом –23 °С.

Таласская долина. Средняя температура наиболее жаркого месяца (июль) +20,3 °С с максимумом +40 °С. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь) –7,5 °С с минимумом –38 °С.

Нарынская долина. Климат резко континентальный. Средняя температура наиболее жаркого месяца (июль) $+12,4^{\circ}\text{C}$ с максимумом $+35^{\circ}\text{C}$. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь) $-17,1^{\circ}\text{C}$ с минимумом -38°C .

Годовые суммы осадков в долинах разнятся: Чуйской – от 300 до 500, Ферганской – $100\div 120$, Иссык-Кульской – $120\div 420$, Талаской около 300, Нарынской – от 200 до 500 мм/год.

Горно-геологические особенности. В условиях Тянь-Шаня с характерным альпийским глыбовым тектогенезом, поднявшим отдельные блоки на очень высокие в виде горстов, рудные поля характеризуются наличием многочисленных складчатых и разрывных тектонических нарушений разных типов и порядков. Сложное геологическое строение обуславливает и сложное напряженное состояние порядкового массива [21].

Тектоническое силовое поле более сложно, чем гравитационное. Его параметры могут значительно изменяться как в пространстве, так и во времени. Изменчивы, в частности, ориентировки осей главных напряжений и их абсолютные значения. С глубиной тектонические силы могут, как увеличиваться, так и уменьшаться. Во многих случаях тектонические напряжения значительно превосходят по величине гравитационные. Так, на Кадамжайском сурьмяном месторождении измерениями [23] на глубинах 20, 240, 330 и 380 м установлено, что в непосредственной близости от поверхности в массиве существует значительные вертикальные напряжения до $7,4$ МПа, которые более чем в 10 раз превышают напряжения, обусловленные весом пород. С увлечением глубины на лишних горизонтах величина напряжений возрастает: вертикальные напряжения – в $1,8\text{--}3,4$ раза, а горизонтальные – в $2,1\text{--}3,4$ раза превышают вес налегающих пород, максимальные главные напряжения в 4 раза превышают вес вышележащих пород. То есть формирование современной структуры этого месторождения происходило в условиях значительного всестороннего давления, обусловленного тектоникой данного региона.

Форма и элементы залегания рудных месторождений многообразны: жильная, линзы и пластовые залежи, гнезда, штоки, штокверки и рассыпи.

Особенностью рудных месторождений является их исключительная трещиноватость.

В пределах Кыргызской Республики угленосные отложения занимают территориально обособленные межгорные впадины: Южно-Ферганскую, Алайскую, Өзгөнскую, Северо-Ферганскую, Алабука-Чатыркөлскую, Кок-Мойнок-Каракечинскую, Южно-Ысык-Кульскую.

Угленосность юрских отложений весьма разнообразна: она характеризуется наличием одного пласта во всей угленосной толще (поле шахты ЛКСМ месторождения Кызыл-Кия); многопластовостью без отчетливых закономерностей размещения пластов в разрезе (Согуты); многопластовостью с четко выраженной ритмичностью (Шураб, Кок-Жангак, Кызыл-Кия Восточный и др.); мощной угольной залежью в несколько десятков метров (Кара-Кече, Абшыр).

Экономические особенности. Эффективность строительства и эксплуатации инженерных сооружений на дневной поверхности и под землей с их специфическими факторами физико-географического и горно-геологического характера в значительной степени зависит от общеэкономических факторов, которые зачастую становятся определяющими.

Транспорт. Отдаленность объектов строительства от основных коммуникаций составляет: для 60 % больше 100 км и для 40 % больше 150 км. Многие межгорные долины сообщаются с основными промышленными центрами и коммуникациями неблагоустроенными дорогами. В таких условиях чрезвычайно затруднена доставка на объекты строительства громоздких и тяжелых машин и длинномерных грузов.

Энергетика. Республика располагает значительными прогнозными запасами угля (свыше 4 млрд т) и потенциальными запасами гидроэнергии (18,5 млн кВт по мощности и 162,5 млрд кВт.ч по выработке) 290 млн т. ресурсов условных углеводородов. Геотермальная энергия составляет 613 ГДЖ в год.

Топливо-энергетический комплекс республики не в состоянии покрывать спрос потребителей на энергоносители. Зависимость республики от импорта, несмотря на имеющиеся значитель-

ные собственные запасы, является существенной, что оказывает влияние на удержание стоимости производимых товаров, снижает эффективность функционирования экономики. Ситуация с нефтепродуктами, очевидно, объясняется отсутствием необходимого объема их промышленных запасов в республике. Причиной недостаточной добычи угля, в первую очередь, является высокий тариф на перевозку угля от мест добычи до потребителей. Единственным энергоресурсом, производимым в республике в достаточном количестве, как для внутреннего потребления, так и для экспорта, является электрическая энергия.

Лесные массивы. Лес в высокогорных районах является дефицитным. Общий процент лесистости Тянь-Шаня невысок – 5–6 %. Местные породы леса (ель и арча) используются для вспомогательных целей по причине хрупкости, сучковатости.

Вода. Условия водоснабжения объектов строительства благоприятны. Расположенные на больших высотах осевые части хребтов конденсируют значительные массы атмосферной влаги в виде ледников, дающих начало многочисленным рекам, образующим густую гидрогеографическую сеть.

Вода для производственных и коммунальных целей может быть получена путем забора поверхностного стока рек, ручьев и ключей, также из буровых скважин или колодцев небольшой глубины.

Населенность. Численность населения Кыргызской Республики составляет более 6 млн человек. Здесь более 70 % населения сосредоточено в пределах самой низкой высотной ступени с отметкой 1500 м. Эта часть составляет 15 % территории всей республики. На всей остальной – населенные пункты являются небольшими “островками”, сосредоточенными главным образом в межгорных долинах.

Укомплектование вновь строящихся объектов рабочими кадрами ныне уже не проблема, независимо от их отдаленности.

Условия строительства. Строительные материалы: гранит, известняк, глина, песок, гравий и др. имеются на месте в достаточном количестве. Однако при строительстве тех или иных инженерных сооружений приходится учитывать физико-географические особенности (сели, лавины и сейсмичность).

4.2 Основные особенности геологического строения территории

Тянь-Шань – одна из величайших горных систем земного шара; протяженность ее более 2500 км, ширина 250–700 км. Наибольшая высота Тянь-Шаня – 7439 км (пик Победы). Тянь-Шань является частью Высокой Азии. Орографически к Высокой Азии относятся: Тянь-Шань, Памир, Центрально-Афганские поднятия, Белуджистанские структуры, Гиндукуш, Кара-Корум, Кунь-лунь, Тибет, Гималаи, Циляншань, Циньлин, Хэндуаньшань, Аракан-Йома и Индо-Бирманские поднятия. По широте регион имеет протяженность 4500 км, по долготе – 2700 км [20–23].

Проблемы образования Новейших структур Высокой Азии разрабатываются со времен работ А. фон Гумбольдта. Развиваются мобилистическая и фиксистская концепции.

Тянь-Шанский блок погружен в глубину, по крайней мере, до поверхности Мохоровичича (М) и характеризуется общим его прогибанием до 60–65 км.

Помимо рельефа поверхности М характеристиками глубинного строения земной коры Тянь-Шанского блока является граничная скорость непосредственно под этой границей и скоростные разрезы. В пределах Тянь-Шаньского блока подхоровый слой характеризуется скоростью продольных волн 8,0–8,3 км/с. Вертикальные границы блока совпадают с глубинными разломами и линиементами, к которым приурочены зоны контрастного поглощения в мантии и скоростные неоднородности в коре.

Деление Тянь-Шанского блока по распределению землетрясений с $M \geq 3$ Таласо-Ферганским разломом на восточный и западный блоки проявляется и в различиях скоростных свойствах среды в верхней части земной коры до глубин 10–20 км: к востоку от Таласо-Ферганского разлома кровля “гранитного” слоя ($V_p = 6,0 \div 6,3$ км/с) находится на глубинах 5–8 км, к западу от него она опущена до 10–20 км; скорости волн Релея к востоку от разлома существенно выше, чем к западу от него.

Полученные результаты указывают на различие блоковой структуры на разных глубинных уровнях: более крупные блоки

погружаются на большие глубины. Очевидно, интенсивность и глубина оконтуривающих блок землетрясений связаны с его размерами и глубиной заложения. Так, Тянь-Шанский блок оконтуривают сильные землетрясения ($M = 7\div 8$), нижняя кромка очагов которых, по-видимому, может достигать поверхности Мохоровичича и, возможно, захватывать мантию. Основная масса землетрясений, очаги которых расположены в пределах восточного и западного блоков ($M \geq 3$), происходят на глубинах 5–20 км.

Скоростная модель верхней мантии. Основной особенностью выявленных неоднородностей является относительно пониженная скорость в верхней мантии Восточного Тянь-Шаня и повышенная – на западе. Неоднородность хорошо проявляется на верхнем срезе и сглаживается с глубиной. Характерным примером могут служить скоростные неоднородности верхней мантии по профилю Мойынкум-Кокшаалтау (цифры значения $\delta v/v_0$: δv – аномалии скорости; v_0 – средняя скорость в слое). К востоку от Таласо-Ферганского разлома наблюдается корреляция значений скорости продольных волн в верхней мантии с величиной новейших вертикальных движений. Высокие значения характерны для впадин, низкие – для поднятий. Такая корреляция позволяет предполагать, что тектоническая активность Восточного Тянь-Шаня связана с термальным процессом в верхней мантии.

Обзор полученных оценок и возможных механизмов аномалий времен пробега поперечных (v_s), продольных (v_p) волн и отношений скоростей позволяет составить выражение:

$$\frac{\delta t_s}{\delta t_p} = \frac{\delta v_s}{\delta v_p} \left(\frac{v_p}{v_s} \right)^2. \quad (4.1)$$

Величина $\left(\frac{v_p}{v_s} \right)^2$ практически повсеместно близка к $\sqrt{3}$, это означает, что в районе Тянь-Шаня $\frac{\delta v_s}{\delta v_p} = 1$, в то время как для стандартной породы с переменным минералогическим составом это соотношение близко к 0,6. В среднем по Земле отношение $\frac{\delta t_s}{\delta t_p}$ составляет: 2,7 – для горных районов; 4,5 – для щитов; 3,5 – для фанерозойских платформ.

Представление о различной температуре и структуре верхней мантии двух частей Тянь-Шаня помогает понять особенности наблюдаемого здесь гравитационного поля. Литосфера Восточного Тянь-Шаня находится в почти идеальном изостатическом равновесии, тогда как на западе имеются относительно крупномасштабные и интенсивные изостатические аномалии. Различие в свойствах гравитационного поля хорошо коррелируется с различиями в скоростных параметрах мантии. Можно предположить, что масштаб и интенсивность изостатических аномалий зависят от мощности литосферы на Западном Тянь-Шане, температура верхней мантии относительно низка и подошва литосферы находится относительно глубоко.

Если на Восточном Тянь-Шане преобладает движение литосферы по вертикали, а на западе имеется значительная субмеридиональная компонента, то на границе между двумя блоками наблюдается правостороннее смещение земной коры. Такое смещение вдоль Таласо-Ферганского разлома было описано рядом авторов.

Основной причиной горообразования в Тянь-Шане является сжатие коры, обусловленное столкновением Индийской и Евразийской плит. Вместе с тем процессы, связанные с этим столкновением, очень сложны и не ясны в деталях.

Тянь-Шань представляет сложное горное сооружение, относится к областям весьма интенсивного горообразования с большими амплитудами (10–12 км) и градиентами (до 200 м/км) перемещений. Выделяются два крупных комплекса горных пород: домезозойский и мезокайнозойский. Породы первого комплекса слагают многочисленные хребты Тянь-Шаня и представлены разнофациальными осадочными, магматическими и метаморфическими образованиями, дислоцированными со сложной внутренней структурой. Породы второго комплекса заполняют межгорные впадины и сложены слабоскладчатыми, неметаморфическими, преимущественно континентальными осадочными терригенными толщами.

Общая структура домезозойского Тянь-Шаня делится на три крупные тектонических элемента: Северный Тянь-Шань, Средний Тянь-Шань, Южный Тянь-Шань.

На территории Северного Тянь-Шаня преимущественно развиты допалеозойские метаморфические и нижнепалеозойские островодужные осадочно-вулканические образования.

Подчиненная роль принадлежит средне-верхнепалеозойским вулканогенным и терригенным породам. Примерно половину площади региона на поверхности занимают гранитоиды ордовика-силура. Основная складчатость калезонская. В среднепозднепалеозойское время территория испытала тектономагматическую активизацию.

Площадь Срединного Тянь-Шаня сложена метаморфическими породами протерозоя, песчаниками, липаритами и тиллитоподобными конгломератами рифей-венда, терригенными толщами нижнего палеозоя и терригенно-карбонатными отложениями девона и карбона, распространенными в виде тектонических блоков и пластин. Породы прорваны гранитоидами среднего-верхнего карбона. Меньше развиты гранитоиды протерозоя и силура.

Территория южного Тянь-Шаня сложена несколькими резко отличными по составу осадочными, эффузивными и метаморфическими типами разрезов среднепозднепалеозойских пород. Типы разрезов надвинуты друг на друга, совместно смяты в антиформные и синформные складки, разбиты продольными (широтными) и поперечными разломами и прорваны позднепалеозойскими гранитоидными интрузиями.

Породы мезокайнозойского этажа объединяют три описанные геологические мегаблока. Они включают в себя два комплекса: субилатформенный Т-Р и новейший орогенный N-Q. Первый слагается континентальной угленосной толщей Т-J₁, красноцветными терригенными отложениями K₁, терригенно-известняковыми формациями K₂, лагунно-морскими гипсоносными терригенно-карбонатными породами Р. Орогенный комплекс представлен континентальной молассой.

Одной из характерных особенностей геологического строения Тянь-Шаня является наличие двух крупных комплексов горных пород, слагающих домезозойский и мезокайнозойский структурные этажи. Первый представлен разнофациальными осадочными, магматическими и метаморфическими с очень сложной внутренней

структурой породами. Породы второго комплекса сложены слабо складчатыми, неметаморфическими, преимущественно континентальными осадочными терригенными толщами.

Породы нижнего комплекса слагают многочисленные хребты Тянь-Шаня, а мезокайнозойские осадки заполняют межгорья впадины.

Глубокие различия в геологическом строении районов развития пород домезозойского структурного этажа позволили выделить в общей структуре Тянь-Шаня три крупных тектонических элемента: Северный Тянь-Шань, Срединный Тянь-Шань и Южный Тянь-Шань.

Северный Тянь-Шань является каледонским складчатым сооружением и определяется глубинным тектоническим разломом “линией Николаева” от более молодых систем Срединного и Южного Тянь-Шаня – герцинское сооружение, а Срединный – занимает промежуточное положение.

Северный Тянь-Шань включает в себя Северо-Киргизскую зону, наложенную на сильно переработанную в каледонскую эпоху восточную часть Кокчетавско-Муонкумского массива. Раннекембрийский фундамент этой зоны обнажается в Макбальском горсте и слагает погребенные массивы: Муонкумский и Иссык-Кульский, сложенные архейскими гнейсовыми комплексами и линейными складчатыми зонами раннего протерозоя.

На территории Северного Тянь-Шаня преимущественного развиты допалеозойские метаморфические и нижнепалеозойские островодужные осадочно-вулканогенные образования. Подчиненная роль принадлежит средневерхнепалеозойским вулканогенным и терригенным породам. Примерно половину площади региона на поверхности занимают гранитоиды ордовика-силура. Основная складчатость каледонская. Строение в основном блоковое. Таласский район, к примеру, можно рассматривать как отдельный структурный элемент, не имеющий ничего общего с остальной территорией Северного Тянь-Шаня. Наиболее развиты субширотные (продольные) крутые разломы, но мало уступают им по развитию северо-западные и северо-восточные (поперечные) нарушения. Затушевана, но очевидно велика роль каледонских, герцинских, альпийских надвигов.

Срединный Тянь-Шань отделяет байкальско-каледонскую складчатую систему Северного Тянь-Шаня от герцинской складчатой системы Южного Тянь-Шаня. На севере этот регион ограничивается разломами “линии Николаева”, на юге – Атбаши-Иньельчекским и Таласо-Ферганским, на западе Атойнакским и Западно-Карасуйским разломами. Протягивается субширотной полосой шириной 20–100 км южнее Северного Тянь-Шаня. Таласо-Ферганским поперечным разломом он делится на две изолированные части: Нарынскую (восточную) и Чаткальскую (западную). Северной границей ее является «линия Николаева», южной – Атбаши-Иньельчекский (в Нарынском секторе) и Карасуйский (в Чаткальском секторе) разломы.

Площадь Срединного Тянь-Шаня сложена метаморфическими породами протерозоя, песчаниками, липаритами и тиллитоподобными конгломератами рифей-венда, терригенными толщами нижнего палеозоя и терригенно-карбонатными отложениями девона и карбона, распространенными в виде тектонических блоков и пластин. Породы прорваны гранитоидами среднего-верхнего карбона. Меньше развиты гранитоиды протерозоя и силура.

В структурном отношении восточный и западный секторы Срединного Тянь-Шаня отличаются друг от друга.

Складчатые структуры в Нарынском секторе имеют преимущественно широтное простирание. Восточная его половина сложена почти всеми перечисленными выше структурно-вещественными комплексами, западная сложена преимущественно отложениями PZ_3 .

В Чаткальском регионе складчатые структуры имеют северо-восточное простирание, меняющееся на юго-восточное около Таласо-Ферганского разлома. Северо-восточный фланг сложен преимущественно терригенными и карбонатными породами палеозоя, собранными в складки СВ направления и прорванными мелкими интрузивными телами. Более сложно устроена юго-западная его часть. Здесь присутствует весь разрез пород Срединного Тянь-Шаня: от протерозоя до перми.

Южный Тянь-Шань. Расположен южнее складчатых сооружений Срединного Тянь-Шаня. На юге он граничит со складчатой

системой Северного Памира (западнее Таласо-Ферганского разлома) и с Таримской платформой (в нежном течении р. Сарыджаз).

Территория Южного Тянь-Шаня сложена несколькими резко отличными по составу осадочными, эффузивными и метаморфическими типами разрезов среднепозднепалеозойских пород. Типы разрезов надвинуты друг на друга, совместно смяты в антиформные и синформные складки, разбиты продольными (широтные) и поперечными разломами и прорваны позднепалеозойскими гранитоидными питрузиями.

Породы мезокайнозойского этажа объединяют описанные три геологических мегаблока. Они включают в себя два комплекса: субплатформенный Т-Р и новейший орогенный N-Q. Первый складывается континентальной угленосной толщей Т-J₁ красноцветными терригенными отложениями K₁, терригенно-известняковыми формациями K₂ и лагунно-морскими гипсоносными терригенно-карбонатными породами Р. Орогенный комплекс представлен континентальной молассой.

Палеозойская тектоническая зональность отражена в основных чертах современного рельефа Тянь-Шаня. Так, Северо-Тянь-Шанская структурно-фациальная зона занимает три орографические области Тянь-Шаня – Северный Тянь-Шань, северную полосу Внутреннего Тянь-Шаня и два района периферического Тянь-Шаня. Срединно-Тянь-Шаньская структурно-фациальная зона расположена в пределах Внутреннего Тянь-Шаня и северной части Западного Тянь-Шаня. Она занимает также западную часть Каратауского района периферических хребтов Тянь-Шаня. Южно-Тянь-Шаньская структурно-фациальная зона также расположена на территории трех орографических областей. Таким образом, палеозойские тектонические зоны вошли как составные части в разные орографические области.

Межзональные глубинные разломы – древние, длительно развивающиеся палеогеографические рубежи – не определяют основных черт современного рельефа и проходят внутри областей. Лишь на отдельных отрезках вблизи межзональных разломов проходят границы некоторых районов.

Основные различия в рельефе областей обусловлены новейшими тектоническими движениями. Так, граница между Северным и Внутренним Тянь-Шанем проходит по гребням ассиметричных хребтов – Киргизского и Терской-Алатау, к северу от которых амплитуды вертикальных движений значительно больше, чем к югу.

Структурная граница Тянь-Шаня и Памира идет по полосе продольных депрессий, начинающейся на востоке широкой Алайской долиной, затем сужающейся в долине р. Сурхоб, где хребты Тянь-Шаня и Памира особенно тесно сближены, и дальше следует по Предгиссарскому прогибу.

Основные черты макрорасчленения гор Тянь-Шаня (на хребты и межгорные котловины) были predetermined древним структурным планом. Однако соотношение древнего и современного планов не было прямым. Такие крупные межгорные котловины, как Чуйская, Иссык-Кульская и Нарынская возникли на месте срединных массивов, и эта тенденция сохранялась на протяжении мезокайнозоя. Границы областей прогибания менялись, и очертания межгорных котловин были определены лишь в новейшее время.

Другие межгорные котловины – Илийская, Ферганская и Гаджикская – расположены в областях сочленения разновозрастных структурно-фациальных зон и возникли как наложенные прогибы. Ферганская котловина занимает область сочленения двух тектонических зон – Срединного и Южного Тянь-Шаня. Прогибание здесь началось в раннем мезозое. Серпей котловиной отмечена граница между каледонидами и герцнидами Тянь-Шаня. Вдоль северной границы каледонской геосинклинали возникла Илийская котловина, вдоль южной – система котловин Внутреннего Тянь-Шаня, в зоне главной структурной линии Тянь-Шаня (Токтогульская, Минкуш-Кокомеренская, Сонкульская, Нарынская).

Границы хребтов и межгорных котловин определены положением глубинных разломов длительно развивающихся тектонических швов протяженностью в 200–300 км и более.

От южных горных обрамлений Илийскую и Чуйскую котловины отделяют крупные глубинные разломы (соответственно Актюзский и Киргизский), объединяемые в единую зону Северо-Тянь-Шанского разлома (рисунок 4.1). Иссык-Кульская котловина

ограничена глубинными разломами с севера и юга (северо и южно-Иссык-Кульские разломы), Ферганская котловина – с юга (южно-Ферганский разлом) и северо-запада (Прикураминский разлом). Крупнейшая зона разлома, протяженностью 1500 км, проходит по южной границе Тянь-Шаня, ограничивая с севера Таджикскую котловину (западная часть разлома) и Северо-Таримскую впадину (восточная часть разлома). Памиро-Алай от собственно Памира отделен Дарваз-Каракульским разломом.

Контрастность новейших вертикальных движений в зонах глубинных разломов Тянь-Шаня обусловила сочетание крутых тектонических уступов, вытянутых вдоль хребтов, и аккумулятивных равнин, подступающих к их подножиям, что является характерной чертой морфоструктуры Тянь-Шаня.

Помимо вертикальных движений, по зонам глубинных разломов происходит надвигание хребтов на котловины, и отмечаются горизонтальные сдвиговые смещения блоков.

Природное многообразие Тянь-Шаня требует столь же многообразных подходов к их изучению. Рельеф Западного Тянь-Шаня имеет ряд особенностей тектонического характера. Под Западным Тянь-Шанем понимают ту часть этой горной системы, которая на востоке ограничивается горным узлом Хан-Тенгри и на юге – Ферганской котловиной.

Главные элементы структуры тектонического рельефа Западного Тянь-Шаня – это хребты-поднятия и межгорные впадины, группирующиеся в цепи преимущественно субширотного и восток-северо-восточного простирания. Хребты в своих продольных цепях обнаруживают несколько видов группирования.

Среди межгорных впадин выделяются три основные разновидности: первая – это обычные межгорные впадины шириной в первые десятки километров и именно они группируются в продольные цепи. Вторая разновидность – это большие Иссык-Кульские и Ферганские, которые по размерам уже можно отнести к малым междугорьям. Впадины третьей разновидности представляют собой своеобразные углы, входящие от платформенных равнин в горы в подошве общего докольного поднятия – это Чуйская и Илийская, которые в восточном направлении плавно переходят в узкие межгорные впадины.

Таласо-Ферганский разлом в новейшей структуре имеет значение не только гигантского сдвига, но и вообще структурной формы типа шовной субзоны.

Главные особенности хребтов-поднятий западного Тянь-Шаня – их хорошо выраженная двускатность и выпуклые изгибы. Двускатность лишь несколько затушевывается в случае сближения хребтов вплоть до захлопывания межгорных понижений. Такую ситуацию можно видеть в системе Заилийского Алатау и Кунгей-Алатао на меридианах Алма-Ата и особенности Талгара и у Киргизского хребта при сближении с ним Таласского Алатао и Джумгал Алатао.

Сопровождающие сводовые поднятия форберги-адыры, которые могут представлять собой то наклонные ступени – пьедесталы, то цепи горных массивов высотой до 2500 м и более.

Подчеркивается вергентность сводово-глыбовых поднятий, которая на Западном Тянь-Шане имеет в основном северное направление, и как будто должна свидетельствовать об одном перемещении литосферных масс на север.

Предполагается, что новейшая структура Западного Тянь-Шаня и особенный ее элемент – Таласо-Ферганский разлом формируются благодаря встречному субмеридиональному сближению Памиро-Пенджабского выступа и геоблока Казахского щита, которые являются активными элементами новейшей геодинамики. Векторы встречных перемещений этих геоблоков находятся на разной долготе с разницей в примерно 4° , и именно это определяет правостороннее перемещение по Таласо-Ферганскому разлому.

Предполагаемое активное смещение на юг северного геоблока, косое по отношению к Памиру, определяет, видимо, еще две особенности структурного рисунка новейшей тектоники Западного Тянь-Шаня.

Прослеживается ясно выраженное выгибание хребтов на юг, причем здесь видно влияние скрытых диагональных минеаментов, субпараллельных Таласо-Ферганскому разлому.

Отмечается волочение хребтов по зоне этого разлома на его северо-восточном крыле, в отличие от их торцевого сочленения с разломом на юго-западном крыле.

Новейшую геодинамику западного Тянь-Шаня в ее морфо-тектоническом аспекте следует рассматривать как многообразие факторов и процессов сложных сочетаний вертикальных и горизонтальных тектонических перемещений. Основной ее фон – это сводово-глыбовый орогенез с последовательным ростом горных поднятий в высоту, а также в длину и в ширину за счет окружающих впадин. Можно полагать, что на ранних стадиях преобладало впадиннообразование при вялотекущем сводово-глыбовом орогенезе. Основной фон новейшей Тянь-Шаньской орогении создает интенсивное изостатической природы цокольное поднятие, а также субмеридиональное встречное сближение Памир-Пенджабского синтаксиса и геоблока Казахского щита.

4.3 Пространственное расположение горных выработок в условиях высокогорья

В Кыргызстане интенсивно развивается добывающая промышленность, строятся гидротехнические, ирригационные сооружения, сети горных дорог, т. е. горные работы ведутся и на дневной поверхности, и под землей при различных горнотехнических условиях (рисунок 4.1).

Так, трассирование автомобильных дорог определяется рельефом и проводятся с применением следующих ходов: долинного, косогорного, водораздельного и перевального.

Горные дороги большого протяжения для транспортировки добытых минеральных ресурсов, используют, как правило, все виды указанных выше ходов.

Например, на строительстве дороги Бишкек–Ош с общей протяженностью 600 км произведено 11 млн м³ земляных работ, в том числе скальных 7 млн м³. Построено 6 больших, 102 малых мостов через реки проложено 940 труб противолавинных галерей общей протяженностью 920 пог. м осуществлена проходка туннеля Тяю-Ашуу длиной 2,5 км на высоте 3200 м над уровнем моря.

Основная часть хребтов Тянь-Шаня имеет преимущественно широтное простирание, группируясь в три расходящиеся к западу цепи: северную, среднюю и южную, которые разделены межгорными впадинами.

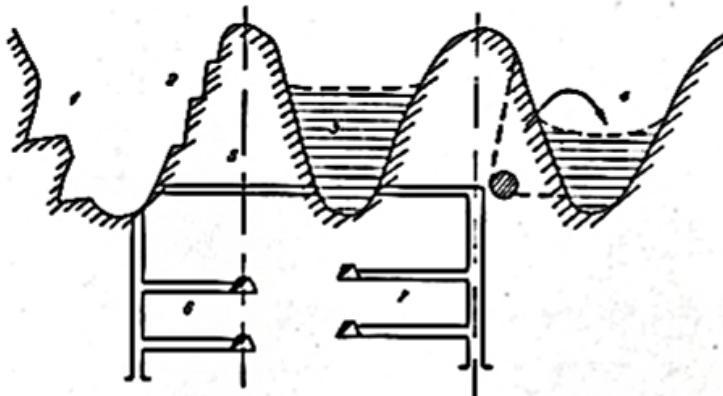


Рисунок 4.1 – Пространственное размещение горных выработок в породном массиве на территории Кыргызстана: 1 – полувыемки, выемки при строительстве горных дорог; 2 – уступы нагорных карьеров; 3 – тело плотины при ирригационных и гидротехнических сооружениях; 4 – набросная плотина; 5 – тоннели; 6 – вскрытие месторождения стволом, квершлагом и штреками; 7 – вскрытие месторождения штольней, слепым стволом, квершлагами и штреками

Главные горные цепи Тянь-Шаня, хребты Кунгей Ала-Тоо, Киргизский Ала-Тоо и Таласский Ала-Тоо, расположенные в северной Киргизии, имеющие средние гребневой линии около 3,3–3,7 км с максимальными отметками от 4,5 до 5,7 км, образуют широтные кулисы, сближенные между собой.

Хребты Тянь-Шаня расчленены многочисленными впадинами и долинами тектонического происхождения.

На территории Кыргызстана горная область формирования речного стока занимает 87 % общей площади, а область рассеивания стока – 13 %.

Формирование речных стоков начинается с ледников различных размеров, которых насчитывается 8208. Площадь оледенения составляет 8169,4 кв. км или 4,2 % территории республики. А водными ресурсами Кыргызских гор [4] питается Кыргызстан, Узбекистан, Казахстан, Таджикистан, Китай. Кроме обеспечения своего населения чистой питьевой водой, эти государства также орошают сотни тысяч гектаров пахотных земель.

На территории Кыргызстана формируется 2047 крупных рек и речушек длиной более 10 км и с общей протяженностью около 35 тыс. км. Большинство из них относятся к бассейну Аральского моря (76,6 % площади республики), остальные относятся к бассейну реки Тарим (12,9 %), озера Иссык-Куль (1–8 %) и озера Балхаш. Реки, вытекающие самостоятельно из пределов республики, распределены следующим образом: бассейн реки Нарын – 26,8 %, Карадарьи – 6,3 %, Чу – 9,6 %, Сары-Жаза – 6,1 %, Таласа – 5,1 %, Иссык-Куля (кроме зеркала озера) – 8,6 %, Кызыл-Суу – 5,0 %, Ак-Сая – 4 %, Чаткала – 3,6 %, обрамление Ферганы – 23 %.

Наличие крупных горных массивов и глубоких межгорных впадин обусловило формирование разветвленной речной сети. Реки берут начало в приводораздельных частях хребтов, откуда устремляются в предгорную и долинную зоны. Скорость течения достигает 2–4 м/с, уклоны рек – 100–200 ‰, а амплитуда изменения высотных отметок от истока до устья – 2000–3000 м, поэтому реки имеют большой энергитический потенциал и приносит много проблем прибрежном инженерным сооружениям.

Строение русел горных рек, так же как долин и пойм, отличается большим разнообразием. Ширина, глубина, характер берегов, извилистость и сложение русла у разных рек различно и сильно меняется от участка к участку даже у одной и той же реки.

Для верховьев рек и крутопадающих участков характерны слабовыраженные валунные русла с наличием порогов, перепадов и водопадов. В теснинах и ущельях русла сужаются, глубина их возрастает, и увеличиваются скорости течения. Для расширенной части долин характерны широкие, галечно-песчаные извилистые, в различной степени разветвленные русла с неустойчивыми меняющимися берегами.

Для большей части горных рек характерно русло неправильной корытообразной формы, сложенное валунами и галечниками разной крупности в зависимости от уклонов дна долины и скорости течения. Как правило, русла не зарастают растительностью, легко поддаются деформации. Берега большей частью сложены теми же речными отложениями, что и русло. Одинаково часто встречаются берега пологие, крутые и обрывистые, реже – скатные, иногда переходящие в склоны долины.

На горных реках строятся плотины различного назначения: водонапорные, селезащитные и фильтрующие. Плотины сооружены из местных материалов (каменно-набросные, каменно-земляные и земляно-намывные, и бетонные).

4.4 Выводы по главе

Физико-географические (рельеф, абсолютная высота, сейсмичность, сели, лавины), горно-геологические (геодинамика, тектоника, гидрогеология и др.) и экономические (транспорт, энергетика, населенность и др.) особенности территории Кыргызстана определили и продолжают определять порядок проведения горно-геологических, горнотехнических исследований, принятия проектных решений и способы освоения минеральных ресурсов земных недр.

Территория Кыргызского Тянь-Шаня распадается на несколько областей, отличающихся направленностью, ходом и амплитудой новейших тектонических движений: I – области устойчивых поднятий, отвечающих в рельефе горным хребтам – Киргизскому, Терской-Ала-Тоо, Кокшаал-Тоо и др.; II – области устойчивых прогибаний, отвечающих в рельефе наиболее крупным межгорным впадинам – Чуйской, Иссык-Кульской, Ферганской, Таласской; III – области устойчивых прогибаний в мезозое и кайнозое, вовлеченные в дифференцированные четвертичные поднятия, отвечающие предгорьям и некоторым межгорным впадинам Внутреннего Тянь-Шаня; IV – области устойчивых поднятий в палеоген-неогеновое и древне-четвертичное время, вовлеченные в процессе относительных опусканий в средне-четвертичное и голоценовое время и отвечающие в рельефе некоторым мелким межгорным впадинам (сыртам) Внутреннего Тянь-Шаня.

Экспериментально установлено, что в самих склонах гор выделяются зоны разгрузки, повышенных и естественных напряжений. Зона пониженных напряжений, возникшая в результате разгрузки присклоновой части в сторону долины, постепенно переходит в зону повышенных напряжений. Это явление не всегда учитываются в практике размещения горных выработок на склонах гор.

5. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

5.1 Открытый способ разработки полезного ископаемого

Открытый способ разработки месторождений полезных ископаемых заключается в разработке горных пород и полезного ископаемого, слагающих месторождение, продуктивными слоями с земной поверхности.

Основные процессы открытых горных работ: подготовка горных пород к выемке; погрузка горной массы в транспортные средства; транспортировка горной массы; отвалообразование.

Совокупность горных выработок, образованных в процессе открытой разработки месторождений полезных ископаемых, носит название карьера (разреза).

Основные элементы карьера: месторождение (или часть), разрабатываемая карьером, называется карьерным полем. Оно разделяется в процессе разработки на горизонтальные слои. Каждый вышележащий слой отрабатывается с опережением по отношению к нижележащему. В результате этого слои приобретают ступенчатую (уступную) форму. Слой толщи горных пород, разрабатываемый самостоятельными средствами выемки и транспорта, называют уступом.

Основными элементами уступа являются: верхняя и нижняя площадки, откос, угол откоса бровки уступа и забой уступа. Верхняя горизонтальная часть поверхности уступа называется верхней площадкой, а нижняя – нижней площадкой.

Площадки уступа ограничивают уступ по высоте. Откос уступа – наклонная (иногда вертикальная) плоскость, ограничивающая уступ от выработанного пространства. Угол, образуемый откосом уступа и горизонтальной плоскостью, называется углом откоса уступа. Линии пересечения откоса уступа с верхней и нижней площадками, называются соответственно верхней и нижней бровками уступа.

Расстояние по вертикали между нижней и верхней площадками называют высотой уступа. Она выбирается с учетом физических

свойств разрабатываемых пород и применяемого оборудования. Угол откоса уступа определяется устойчивостью горных пород и изменяется в широких пределах – от 40° до 80°.

Часть уступа по его длине, подготовленная для разработки, называется фронтом работ уступа. Суммарная протяженность фронта работ уступов составляет фронт работ карьера.

Площадки уступа, на которых располагают выемочное оборудование (буровое, добычное, транспортное), называют рабочими площадками. В отличие от рабочих нерабочие площадки оставляются с целью повышения устойчивости откосов карьера.

Поверхность уступа, являющаяся объектом горных работ и перемещающаяся в результате этих работ, называется забоем уступа. Им, как правило, является его торец. В отдельных случаях забоем уступа может быть его откос или верхняя рабочая площадка.

В результате перемещения забоя производится отработка горных пород в виде полос, так называемых заходок. Часть заходки по ее длине, разрабатываемая самостоятельными средствами отбойки и погрузки, называют блоком.

Боковые поверхности, ограничивающие карьер, называют бортами карьера. Различают рабочий и нерабочий борта карьера. Рабочим называют борт, на котором ведутся горные работы, а не рабочим – борт, на котором горные работы уже не производятся. Нижнюю, обычно горизонтальную, поверхность карьера называют дном карьера.

Параметры приведенных выше элементов карьера в горных условиях проектируются, технологически выполняются в большинстве случаев в склонах гор при различных геомеханических состояниях массива: при наличии зон выветривания, вечной мерзлоты, слоя ледников и др. Склоны гор многообразны по составу, строению пород массива, а также конфигурации.

Породный массив склонов под действием собственного веса, тектонических сил, сил, возникающих при землетрясениях и взрывах, сил, связанных с воздействием, так называемых приливов в твердой земле, а также сил, обусловленных изменением внешних условий (температура, влажность, давления) непрерывно деформируется.

В самих склонах гор выделяются зоны разгрузки, повышенных и естественных напряжений; зона пониженных и естественных напряжений; зона пониженных напряжений, возникающая в результате разгрузки присклоновой части в сторону долины, постепенно переходит в зону повышенных напряжений.

Для разрушения полускальных, скальных пород и крепких полезных ископаемых применяют буровзрывные способы. Применяемые способы производства буровзрывных работ на карьерах направлены на обеспечение требуемой степени дробления пород для последующих технологических процессов; уменьшения вредного воздействия на устойчивость откоса сейсмических волн, возникающих при взрыве. Снижение сейсмического эффекта взрывов достигается: ограничением веса одновременного взрываемого ВВ, внедрением короткозамедленного и контурного взрывания наклонных скважин малого диаметра при оформлении откосов и выемок.

Необходимо отметить, что слагающие откосы породы, склонные к быстрому и интенсивному выветриванию, выщелачиванию или дефляции, изолируются с помощью устойчивых покрытий: торкретбетоном, шприц-бетоном, битумом, карбонидами, формальдегидными и эпоксидными смолами. Они применяются как самостоятельно, так и в сочетании с металлической сеткой и штангами.

Управление состоянием породного массива откосов, бортов карьера осуществляется как с помощью механического удержания: укреплением анкерной крепью, шпунтами, железобетонными слоями, гибкими тросовыми тяжами, а также подпорными, защитными и контрфорсными стенками. Каждый из перечисленных методов может применяться и самостоятельно, и в комплексе с другими.

Все беды, с которыми сталкивается практика ведения горных работ на дневной поверхности, связаны с недостаточно высоким качеством исходной информации о геологических условиях исследуемого объекта и с незнанием закономерностей взаимодействия между ними.

Рудные тела и пласты углей пространственно расположены в различных местах рельефа: в склонах и вершинах разных по высоте гор, выше их оснований; под горами и хребтами на раз-

ной глубине ниже их оснований; под долинами, окруженными параллельными хребтами, или, когда хребты расположены с трех или четырех сторон на разных глубинах и при различной высоте окружающих гор.

Глубина распространения угольных пластов, рудоносных залежей от поверхности на месторождениях республики различна. Так на Кызыл-Кийском месторождении пласты угля распространяются на средние глубины более 200 м, Кок-Жангаке – 150–300 м, Сулюкте – 400–500 м, Жыргалане – 200–400 м, Ташкумыре – 1100–1700 м, на Терексайском и Чаувайском месторождениях рудные тела распространяются на средние глубины до 400–500 м. На Хайдарканском, Кадамджайском, Сумсарском и Чон-Койском месторождениях глубина достигает 700–1200 м.

В определенных условиях залегания, когда имеются непосредственные выходы месторождений на поверхность, а мощность покрывающих слоев пустых пород сравнительно невелика, горные работы по добыче минерального сырья ведутся открытым способом: Алмалык, Тегене, Кара-Кече, Мин-Куш, Кан, Хайдаркан, Кумтор, Солтон-Сары и др.

При открытой разработке месторождений вскрытие карьерных полей является определяющим фактором эффективности разработки вследствие того, что основные затраты приходятся на производство вскрышных работ и перемещение горной массы в карьере.

Вскрытием карьерного поля называются горные работы по созданию комплекса капитальных и временных траншей и съездов, обеспечивающих грузотранспортную связь между рабочими горизонтами в карьере и приемными пунктами на поверхности. Рабочими горизонтами в карьере являются рабочие площадки уступов. Приемные устройства на поверхности – обогатительные фабрики, перегрузочные бункеры, склады, отвалы или станции. Траншеи и съезды оборудуются средствами транспорта. Совокупность всех вскрывающих выработок называется схемой вскрытия. Вскрытие рабочих горизонтов карьеров осуществляется при помощи горных выработок – капитальными наклонными или крутыми траншеями и горизонтальными – разрезными, которые являются продолжени-

ем капитальных траншей и служат для подготовки месторождения к выемке, создавая начальный фронт работ на вскрытом уступе. Капитальные траншеи могут быть внешними и внутренними. Внутренние траншеи располагают внутри контура карьера; внешние – за пределами его контура. Вскрывающие траншеи имеют трапецевидное поперечное сечение. При разработке неглубоких горизонтальных или пологих месторождений при числе уступов не более трех применяют внешние траншеи.

Этапы вскрытия при разработке горизонтальных и пологих месторождений включают обычно проведение одной или двух внешних капитальных траншей, разрезных траншей по вскрышным породам и по полезному ископаемому. После проходки разрезной траншеи по вскрышным породам обрабатывают две-три заходки и создают тем самым необходимое опережение вскрышных работ для проходки разрезной траншеи по полезному ископаемому.

Сначала с поверхности до кровли пласта проводят наклонную капитальную траншею. Затем горизонтальную разрезную траншею. Далее один борт траншеи разносят, освобождая рабочую площадку, ширина которой должна обеспечить размещение оборудования и возможность проведения разрезной траншеи по пласту. После проведения второй капитальной траншеи, которая опускается на почву пласта, проводят разрезную траншею по пласту, в результате создается фронт вскрышных и добычных работ.

Вскрытие обычно осуществляется внутренними траншеями со сложной формой трассы, расположенной на нерабочих бортах траншеи. Работы по вскрытию ведутся в течение всего времени разработки: на каждом горизонте проводят подготовительные выработки (разрезные траншеи), удлиняют и совершенствуют систему капитальных и временных съездов. Если при разработке горизонтальных месторождений вскрывают сразу все горизонты и работы по вскрытию заканчиваются в период строительства карьера, то в данном случае они продолжаются до конца разработки месторождения. При крутом залегании пласта необходим разнос не одного, а обоих бортов разрезной траншеи. Вскрытие и подготовка очередного горизонта карьера с крутым залеганием пласта осуществляются следующим образом. Вначале с вышележащего

горизонта проводятся наклонная капитальная траншея и разрезная траншея. Затем разрезную траншею проводят в обратном направлении, при этом капитальная траншея переходит в съезд, то есть один ее борт срабатывается. При последующем расширении траншеи на новом горизонте образуется площадка, достаточная для размещения рабочего оборудования. Например, драглайн разрабатывает одну часть с размещением породы на один из бортов траншеи, а мехлопата – другую, с погрузкой в средства транспорта.

Системой открытой разработки называется определенный порядок выполнения во времени и пространстве подготовительных, вскрышных и добычных работ на уступах рабочих горизонтов. Существующие классификации систем разработки можно разделить на две группы:

- по способу производства вскрышных работ и по способу перемещения пород в отвалы;
- в зависимости от порядка ведения вскрышных и добычных работ, направления продвижения забоя и способа вскрытия.

Наиболее простой и распространенной является классификация первой группы, предложенная Е.Ф. Шешко и Н.В. Мельниковым. Главным классификационным признаком здесь послужил способ перемещения пустых пород. По этому признаку все системы разделяются на: бестранспортные, транспортные и комбинированные.

Бестранспортные системы разработки. Эти системы характеризуются тем, что породы вскрыши перемещаются экскаваторами или отвалообразователями во внутренние отвалы. При системе разработки с непосредственной экскаваторной перевалкой вскрыши перемещение породы из забоя до отвала производится вскрышными экскаваторами, мехлопатами или драглайнами, которые одновременно являются также и отвальными экскаваторами.

При системе разработки с кратной экскаваторной перевалкой вскрыши, перемещение породы из забоя до отвала производится вскрышными и отвальными экскаваторами, работающими совместно.

При системе разработки с перевалкой вскрыши отвалообразователями, в перемещение породы из забоя до отвала производится

консольными отвалообразователями и транспортно-отвальными мостами.

При всех бестранспортных системах порода перемещается поперек фронта работ, то есть по кратчайшему расстоянию. Поэтому эти системы просты и экономичны. Область применения – при пологих углах падения пластов (до 12°) и не слишком большой мощности. Для этих систем характерна жесткая связь между вскрышными и добычными работами, так как количество вскрываемых запасов ограничивается рабочими параметрами и мощностью вскрышных и отвальных машин.

Транспортные системы разработки. Эти системы характеризуются перевозкой вскрышных пород при помощи транспортных средств.

При системе разработки с перевозкой во внутренние отвалы порода перемещается на сравнительно короткое расстояние по пути с благоприятным профилем, обычно без подъема в грузовом направлении. Система с перевозкой породы на внешние отвалы характеризуется перемещением вскрыши на значительные расстояния: 2–4 км для автотранспорта и до 10 км – для железнодорожного транспорта. Порода перемещается на пути с подъемом в грузовом направлении. Система с перевозкой породы частично на внутренние и частично на внешние отвалы имеет признаки первых двух систем этой группы.

Транспортные системы сложнее бестранспортных, и менее экономичны. Они могут применяться при любых условиях залегания месторождения, поэтому получили широкое распространение. Здесь связь между подвиганием вскрышного и добычного фронта работ менее жесткая, в зависимости от потребностей можно вскрыть необходимое количество запасов.

Комбинированные системы разработки. Эти системы сочетают признаки бестранспортных и транспортных систем разработки. По признаку относительного преобладания перевалки или перевозки выделяют систему с частичной перевозкой пустых пород во внутренние или внешние отвалы и систему с частичной перевалкой пород во внутренние отвалы. Достоинства этой системы в том, что благодаря частичной перевозке породы, обычно с верхних уступов,

расширяется возможность использования преимуществ бестранспортных систем разработки. Частичное применение перевалки породы во внутренние отвалы, обычно с нижних уступов карьера, позволяет улучшить показатели транспортных систем разработки, так как транспорт с нижних уступов наиболее трудный.

Относительная сложность и экономичность комбинированных систем разработки зависит от доли участия перевозки и перевалки. Чем больше объем породы будет разрабатываться по бестранспортной системе, тем экономичнее комбинированная система разработки.

При решении вопроса о выборе способа разработки, а также определении целесообразной конечной глубины карьера производят технико-экономические расчеты, при которых используют такой показатель, как коэффициент вскрыши.

В зависимости от единиц измерения различают коэффициенты вскрыши объемные ($\text{м}^3/\text{м}^3$); весовые ($\text{т}/\text{т}$); смешанные ($\text{м}^3/\text{т}$).

В практике проектирования и эксплуатации карьеров наиболее широко используют коэффициенты вскрыши: средний, эксплуатационный, текущий, контурный и граничный.

Средним коэффициентом вскрыши $k_{\text{ср}}$ называется отношение общего объема пустых пород в конечных контурах карьера $V_{\text{в}}$ к обрабатываемым запасам полезного ископаемого $U_{\text{и}}$ в этих же контурах:

$$k_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{и}}}, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (5.1)$$

Эксплуатационный коэффициент вскрыши выражает отношение объемов пустых пород $V_{\text{в}}^{\text{с}}$ к запасам полезного ископаемого $U_{\text{и}}^{\text{с}}$, обрабатываемым за период эксплуатации карьера:

$$k_{\text{э}} = \frac{V_{\text{в}} - V_{\text{в}}^{\text{с}}}{V_{\text{и}} - U_{\text{и}}^{\text{с}}}, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (5.2)$$

Текущий коэффициент вскрыши выражает отношение объема пустых пород $V_{\text{тв}}$ к запасам полезного ископаемого $V_{\text{ти}}$, обрабатываемым в определенный период времени (год, квартал, месяц):

$$k_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{тв}}}{V_{\text{ти}}}, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (5.3)$$

Контурный коэффициент вскрыши определяет отношение объемов пустых пород $\sum \Delta V_B$ к извлекаемым запасам полезного ископаемого $\sum \Delta V_{и}$, прирезаемым к карьере при расширении его контуров в плане или при его углублении:

$$k_K = \frac{\sum \Delta V_B}{\sum \Delta V_{и}}, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (5.4)$$

Граничным коэффициентом вскрыши называется максимально допустимый коэффициент вскрыши по условиям экономичности открытых горных работ на данном месторождении. Он определяет максимально допустимый объем вскрыши, который может быть удален из карьера для добычи единицы полезного ископаемого. Величина граничного коэффициента вскрыши определяется на основании сравнения допустимой себестоимости полезного ископаемого C_d и полной себестоимости полезного ископаемого при открытом способе разработки месторождения $C_{п}$. Себестоимость полезного ископаемого, добытого открытым способом, $\text{сом}/\text{м}^3$:

$$C_{п} = Z_d + Z_B k_B, \quad (5.5)$$

где Z_d – затраты на добычу полезного ископаемого (без учета затрат на вскрышные работы), $\text{сом}/\text{м}^3$; Z_B – затраты на выемку пустых пород, $\text{сом}/\text{м}^3$; k_B – коэффициент вскрыши, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Экономичность открытого способа разработки месторождения обеспечивается, если $C_{п} \leq C_d$. При $C_{п} = C_d$ $k_B = k_{г}$. В этом случае граничный коэффициент вскрыши составит:

$$k_B = \frac{(C_d - Z_d)}{Z_B}. \quad (5.6)$$

При определении граничного коэффициента вскрыши в качестве допустимой себестоимости может приниматься прогнозируемая цена полезного ископаемого на рынках минерального сырья или полная себестоимость подземной разработки данного месторождения.

Эти проблемы разрешимы при увеличении границ карьера, вследствие чего в отработку вовлекаются дополнительные, весьма значительные запасы полезного ископаемого, в результате чего существенно увеличивается срок эксплуатации карьера и ото-

двигаются сроки строительства подземного рудника, что ведёт к сокращению соответствующих инвестиций. Кроме того, увеличение объёмов добычи руды из карьера позволяет не сооружать дополнительный рудник по добыче соответствующего полезного ископаемого, необходимого для удовлетворения потребностей общества, что значительно сократит трудовые и энергетические затраты на получение минерального сырья и обеспечит природосбережение.

Для улучшения технико-экономических показателей работы горнодобывающего предприятия, ведущего разработку полезных ископаемых открытым способом, необходимо решить следующие задачи:

- обеспечить сокращение объёмов вскрыши;
- добиться увеличения запасов, пригодных к выемке.

Развитие открытого способа разработки на современном этапе характеризуется появлением нового направления – разработки месторождений в сложных горнотехнических условиях с минимальным отрицательным воздействием на окружающую среду. В этой связи на повестку дня встают такие вопросы, как отвод минимальных площадей под горные работы, обеспечение максимальной восстанавливаемости земель с минимальными последующими затратами. Решение этих вопросов заключается, прежде всего, в рациональном размещении объектов, создании взаимоувязанной технологии вскрышных, отвальных и рекультивационных работ.

Выемка и погрузка горных пород – отделение от массива мягкой или предварительно разрыхленной крепкой породы с последующей погрузкой в средства транспорта или непосредственно в отвал. Выемочно-погрузочные работы осуществляются различными экскаваторами. Для получения высокой производительности труда размеры забоя следует принимать по оптимальным рабочим параметрам экскаватора с учетом всех условий производства работ на площадке. Оптимальные рабочие параметры обычно устанавливаются для каждого типа экскаватора.

Карьерный транспорт – это комплекс средств перемещения горной массы (вскрыши и полезного ископаемого) от забоев до

пунктов разгрузки. Он является связующим звеном в общем технологическом процессе и одним из наиболее трудоемких и дорогих.

Затраты на транспортирование и связанные с ним вспомогательные работы составляют 45–50 %, а в отдельных случаях 65–70 % общих затрат на добычу полезного ископаемого. Существуют такие понятия как грузооборот и грузопоток.

Грузооборотом называется количество полезного ископаемого (в тоннах или в м³), перемещаемого в единицу времени. Под грузопотоком понимается поток грузов, характеризуемый направлением относительно контуров карьера.

На открытых горных работах используются почти все известные виды и технические средства перемещения грузов. Наибольшее распространение получил железнодорожный, автомобильный и конвейерный транспорт, а также комбинированный. В ограниченных случаях эффективно применение скиповых подъемников, канатно-подвесных дорог, гидравлического трубопроводного транспорта, конвейерных поездов, вертолетов и других.

Автомобильный транспорт применяется на карьерах с производственной мощностью и грузооборотом до 15 млн т в год. В последние годы область его применения значительно расширена (до 70 млн т в год и более). Достоинства: гибкость, маневренность, независимость работы автосамосвалов, радиусы поворота 15–25 м, подъем и уклоны до 8–12 %. Недостатки: более высокие затраты на транспортирование 1 т горной массы по сравнению с железнодорожным транспортом, зависимость от погодных условий. Подвижной состав карьерного автотранспорта – автосамосвалы и полуприцепы. Наибольшее применение при транспортировании вскрыши получили автосамосвалы БелАЗ грузоподъемностью 40, 75, 110 и 180 т. Для транспортирования угля применяются углевозы-самосвалы типа БелАЗ грузоподъемностью 40 и 105 т, и полуприцепы-углевозы БелАЗ грузоподъемностью 120 т с донной погрузкой.

Эффективность использования автотранспорта на карьерах в значительной степени зависит от схемы подъезда автосамосвала к забою и установки его у экскаватора. В зависимости от способа вскрытия рабочих горизонтов, размеров рабочих площадок, ус-

ловий работы экскаваторов и числа автосамосвалов, находящихся одновременно в забое, применяют одиночную или спаренную установку их под погрузку. Автосамосвалы следует устанавливать так, чтобы обеспечить минимальный угол поворота экскаватора при погрузке. Спаренная установка автосамосвалов обеспечивает более высокую их производительность.

Рациональное отношение емкости кузова автосамосвала к емкости ковша экскаватора должно находиться в пределах 4–10. Основными параметрами карьерных автосамосвалов являются грузоподъемность, мощность двигателя, емкость кузова, колесная формула, минимальный радиус поворота. Колесная формула (например, 4–2) показывает, что всего колес 4, из них 2 ведущих. Срок службы шин 25–40 тыс. км. Срок службы автосамосвала 5–6 лет, их пробег за это время составляет 220–300 тыс. км. При увеличении грузоподъемности автосамосвалов показатели их работы улучшаются.

Для передвижения автосамосвалов в карьере сооружаются стационарные и временные автодороги. Стационарные автодороги строятся в капитальных траншеях, на поверхности и соединительных транспортных бермах на длительный срок, имеют дорожное покрытие и двухполосное движение. Временные автодороги, сооружаемые на уступах и отвалах, периодически перемещаются вслед за подвиганием фронта работ и, как правило, не имеют дорожного покрытия. Ширина проезжей части двухполосных дорог для автосамосвалов грузоподъемностью 75–120 т составляет 14–15 м.

Конвейерный транспорт применяется преимущественно для перемещения мягких пород и угля, а также мелкораздробленных скальных пород. Достоинства: непрерывность и ритмичность перемещения грузов, использование на пересеченной местности, возможность полной автоматизации. Наиболее эффективен конвейерный транспорт при грузообороте 20–30 млн т в год на карьерах глубиной более 150 м и расстоянии транспортирования 10–20 км.

Отвалообразование вскрышных пород в горных районах производят в виде внутренних и внешних отвалов. Внутренние отвалы располагаются в выбранном пространстве карьера, внешние – за его пределами. Внутренние отвалы возможны при разработке месторождения с углом падения не более 12°.

Внешнее отвалообразование применяется при разработке наклонных и крутонаклонных месторождений. Для складирования пород при транспортировании их на внешние отвалы используются механические лопаты, драглайны, отвальные плуги, абзетцеры и бульдозеры.

Ошибочный выбор места размещения внешних отвалов порою приносит дополнительные затраты и приводит к техническим ошибкам. Так, например, на карьере Центральный Кумторского высокогорного (3500–4000 м над уровнем моря) месторождения отвал складировали вблизи карьера на леднике. Причем, вскрышные породы из льда, которые разрушали из ледника, складировали вместе. Через определенное время отвал начал смещаться в сторону карьера. В результате ошибочного выбора пришлось перевозить отвал на другое место, и в это время карьер простоял.

В качестве отвалообразующего механизма при доставке породы на отвалы автомобильным транспортом применяются бульдозеры, а в благоприятных рельефных условиях (глубокие овраги, балки) применяют драглайны. Современные карьеры и разрезы в условиях республики представляют собой производственные комплексы, действующие в разнообразных природных условиях с использованием широкого спектра технологических схем и средств механизации. Среди большого числа операций, выполняемых на карьере и разрезах, в качестве основных можно выделить следующие: бурение, зарядание, взрывание скважины; выемка и погрузка с применением выемочно-погрузочных машин – экскаваторов в специальные транспортные средства; транспортирование горной массы на обогатительную фабрику или в отвал. Характер производственных процессов обуславливается для конкретных условий выбором системы разработки и общим направлением перемещения добычных забоев. Одна из главных особенностей открытых работ – необходимость перемещения громадных объемов пустых горных пород.

Тенденция преимущественного развития открытых разработок по сравнению с подземными, объясняется рядом достоинств. Прежде всего, необходимо отметить более высокую производительность труда: она в три-четыре раза выше по сравнению с под-

земной добычей. Большое значение имеют низкая себестоимость, безопасные условия ведения открытых горных работ; возможность высокой производственной мощности предприятия.

В то же время существует достаточно много проблем, решение которых позволит расширить возможности открытой разработки: снижение потерь полезных ископаемых; восстановление нарушенных земель; проветривание глубоких карьеров и др.

В качестве примера можно привести особенности условий устойчивости откосов на угольных разрезах: 1) низкая прочность и высокая обводненность породного массива, их сильная тектоническая нарушенность, что предопределяет пологие углы наклона бортов и образование крупных оползней; 2) горный рельеф ограничивает площади под строительство сооружений и внешних отвалов, требующих охраны, что приводит к потере полезного ископаемого; 3) наличие на склонах слабых лессовидных суглинков, оползающих при незначительном изменении их естественного напряженного состояния.

Перечисленные условия характерны для разрезов «Кара-Кече», «Кашка-Суу», «Мин-Куш», «Абшир», «Алмалык», «Тегене».

На этих разрезах условия устойчивости внешних отвалов характеризуется изменяющимися по площади углами наклона их основания от 3–5 до 25–35°, а также наличием на склонах слабых лессовидных отложений. Это способствует возникновению оползневых явлений. Проектная высота первого яруса на разрезе «Абшир» составляет 20 м, на разрезе «Алмалык» – 30 м.

Детальные поиск и разведка, прогнозная оценка геологических данных указывают на наличие в пределах республики более 40 месторождений облицовочного камня с объемом запасов 100 млн м³. С 1978 г. с разной интенсивностью разрабатываются месторождения гранитоидов «Канада», мраморов «Арым-І» и известняка-ракушечника «Сары-Таш».

Блоки камней добываются буровзрывным способом. Технология буровзрывных работ при добыче блочного камня отличается от технологии, применяемой при разработке рудных и не рудных полезных ископаемых. Это объясняется тем, что конечной продукцией здесь является камень в форме прямоугольного параллелепипеда или близкой к нему с ограниченным количеством трещин

и различных сколов или выступов; камень должен сохранить природные физико-механические свойства.

Применение взрывчатых веществ типа детонирующего шнура на добыче блоков и бризантных ВВ, видимо, не оказывает существенного влияния на физико-механические свойства массива.

Параметры буровых работ (расстояние между шнурами) изменяются в зависимости от структуры, минералогического состава, прочности пород. Однако повсеместно соблюдаются следующие условия: шнуры располагают строго в одной плоскости предполагаемого раскола, в каждом конкретном случае расстояние между шнурами должно быть одинаковым. Для отбойки массива детонирующим шнуром шнуры бурят на всю высоту отбиваемого монолита.

Соблюдаются и другие условия: отделение монолита осуществляется при наличии трех обнаженных плоскостей, учитываются естественная трещиноватость пород и направление наилучшего раскола. Перед отбойкой монолита в основании забоя подсыпают мелкие камни, можно укладывать изношенные автомобильные покрышки во избежание раскалывания падающего монолита при соударении с подошвой уступа. В зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий высота уступа колеблется от 2,5 до 6 м. Ширина отбиваемой плиты может колебаться от 1,5 до 2,7 м.

При разделке монолита на блоки с помощью детонирующего шнура вертикальные шнуры бурят на 0,9 высоты монолита. Расстояние между шнурами при разделке плиты не превышают 20 см. Разделка монолитов на блоки – последняя операция, от которой во многом зависит качество конечной продукции.

Анализ показал, что на территории Кыргызской Республики ведутся горные работы на множестве объектов различного назначения, где управление состоянием породного массива позволяет оптимизировать технико-экономические показатели производств.

5.2 Подземный способ разработки полезных ископаемых

Уголь. На некоторых угольных месторождениях (Сулукта, Кызыл-Кия, Кок-Жангак, Ташкомур) добыча угля с перерывами ведется уже более 100 лет.

Продолжительное время из-за отсутствия необходимой технической базы при разработке месторождений применяли примитивные способы отработки угольных пластов с выполнением всех основных процессов вручную.

Разрабатывались пласты только пологого и наклонного падения. При системе коротких столбов высота этажа составляла 30–60 м, а длина выемочного участка, по простиранию 100–300 м.

По условиям залегания угольных пластов различают месторождения полого-наклонные ($5-35^{\circ}$), круто-наклонные ($36-55^{\circ}$) и крутопадающие ($56-90^{\circ}$). По мощности пласта: тонкие (0,7–1,2 м), средние (1,21–2,5 м) и мощные (2,51–5 м и более).

В большинстве случаев пласты имеют сложное строение. Вмещающие породы характеризуются малой прочностью и устойчивостью. Сложность горно-геологических условий залегания угольных пластов является одной из главных причин недостаточно эффективного применения средств механизации, а также современных технологий угледобычи на шахтах. Добыча угля ведется в основном с помощью БВР. В самый лучший период развития угледобычи (1976–1985 гг.) в Кыргызстане в работе находилось 5 механизированных комплексов (на шахтах «Северная» и «Кок-Жангак»).

Основными факторами, резко осложняющими эксплуатацию серийных комплексов, являлись: тяжелые и неустойчивые кровли, слабая почва, невыдержанные геологические нарушения. В результате уменьшались объемы добычи угля и средние нагрузки на очистной забой, не выполнялся план их среднемесячного подвигания очистного забоя.

Поэтому поиск новых, инновационных техник и геотехнологий, направленных на повышение эффективности работы по угледобыче, учитывающих горно-геологические условия место-

рождений продолжается и в настоящее время. Основное направление технологии очистной выемки с применением механизированных комплексов – это научно обоснованный выбор наиболее рациональных типов механизированных комплексов; активное управление кровлей пласта; раскройка шахтных полей с учетом строения углепородных массивов; направленность трещинности и кливажа; геологических нарушений.

Рудные месторождения. Разработка рудных месторождений в условиях Кыргызстана имеет ряд характерных особенностей, связанных с геологическим строением, горнотехническими факторами, масштабами работ и расположением рудников, обогатительных фабрик и металлургических заводов.

Так, характерной особенностью геологического строения Хайдарканского месторождения является его трехчленность и резкая изменчивость мощностей, особенно в меридиональном направлении.

Строение Кадамджайского района характеризуется многочисленными складчатыми и разрывными структурами нескольких порядков, входящими в состав северных предгорных поднятий Алайского горного массива.

Структура месторождения Терексай обусловлена становлением и развитием главной Терексайской антиклинали.

Ряд рудных месторождений Кыргызстана состоит из отдельных рудных залежей небольших размеров, имеют сложные формы и большое количество тектонических нарушений. Месторождения залегают в долинах, под горами или в их склонах. Во всех случаях степень расчлененности и сглаженности гор говорят о сложных взаимоотношениях рельефообразующих факторов.

При подземной добыче металлических руд принята традиционно- классическая схема: бурение шпуров или скважин; зарядка их ВВ; отбойка руды; выпуск отбитой руды из очистных блоков или камер; доставка; транспортировка ее по откаточному штреку и квершлагу; опрокидывание на рудничном дворе груженых рудной массой вагонеток в подземный бункер; подъем руды на дневную поверхность; далее она транспортируется на обогатительную фабрику, где подвергается многократному дроблению

и измельчению, а затем флотационному или другому методу обогащения. В результате получают концентраты – хвостовые пульпы. Концентраты после сушки отправляют на металлургический завод, где осуществляется металлургический передел: плавление, разделение металлов по сортам, а хвосты с помощью мощных насосов подаются в хвостохранилища, которые не только занимают большую территорию, но и требуют больших материальных и денежных средств на их строительство и содержание. Кроме того, они являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды, а порой бывают, в случае прорыва плотины, причиной возникновения катастрофических событий.

В процессе подземной разработки месторождений выделяются три стадии: вскрытие, подготовка и очистная выемка. Основные горные выработки подземной разработки месторождений: шахтные стволы, квершлаги и штольни, открывающие доступ с поверхности ко всему месторождению полезного ископаемого или его части и обеспечивающие возможность проведения подготовительных выработок и очистной выемки в запланированных объёмах; штреки, уклоны, бремсберги, восстающие, орты, которыми вскрытая часть месторождения разделяется на обособленные выемочные участки (этажи, блоки, панели, камеры, столбы), предусмотренные принятым способом подготовки и системой разработки; подэтажные и слоевые выработки, выработки буровые, погрузочно-доставочные, подсечки, вентиляционные, отрезные восстающие и другие, обеспечивающие выемку полезных ископаемых. Несмотря на общее возрастание доли открытого способа разработки, роль подземной добычи в обеспечении основных полезных ископаемых остаётся довольно значительной. Этому способствуют достижения *первой* половины XX в. в области технологии, механизации горных работ, общее повышение эффективности подземной разработки месторождений, а также необходимость восстановления и рекультивации территорий, нарушенных открытыми горными работами. В условиях ограниченного прироста запасов минерального сырья вблизи земной поверхности темпы освоения разрабатываемых месторождений подземным способом, непрерывно растут.

Строительство подземного горного предприятия ведётся на основе проекта и в соответствии с графиками (в основном сетевыми) работ, которые отражают последовательность выполнения и взаимоувязку отдельных видов работ, а также технологическая связь между ними. Укрупнённый комплексный сетевой график определяет продолжительность основных этапов строительства (организационно-технические мероприятия по подготовке к строительству, подготовительные и основные периоды строительства), последовательность и сроки строительства отдельных объектов, срок поставки технологического и вспомогательного оборудования, срок освоения подземным горным предприятием проектной мощности. В период основного строительства ведутся горно-капитальные работы по сооружению стволов, других вскрывающих и подготовительных горных выработок, возводятся промышленные здания, обогатительные фабрики и др., подготавливается первый горизонт (или два первых), обеспечивается возможность развития добычи полезных ископаемых на полную проектную мощность.

Основные производственные (технологические) этапы подземной разработки вскрытого месторождения полезных ископаемых или его части – это подготовка горных пород к выемке, отделение горных пород (или полезных ископаемых) от массива и выдача их на транспортные выработки, транспортирование горной массы на поверхность шахты, первичная переработка горной массы, размещение пустых пород в выработанном пространстве или в отвалах. Кроме основных технологических процессов, на шахтах выполняются и вспомогательные работы. Все производственные процессы объединяются в единую технологическую схему горнодобывающего предприятия. Продолжительность подземной переработки месторождений, а также и срок службы подземного предприятия зависят от минимальной обеспеченности запасами, выявленными в результате детальной разведки, при соблюдении их необходимого соотношения по категориям. В зависимости от вида добываемых полезных ископаемых и производственной мощности подземных горных предприятий, установлены минимальные сроки их существования: шахты чёрной металлургии – 20–25 лет; крупные ГОК – не менее 40 лет; крупные предприятия по добыче алюминиевого

сырья, медной, свинцово-цинковой и никелевой руд – 30–40 лет; крупные предприятия по добыче руд и производству концентратов вольфрама, молибдена, олова, а также ртути – 20–30 лет; золоторудные предприятия – 15–20 лет; небольшие предприятия, эксплуатирующие богатые месторождения руд некоторых металлов, золота и ценных видов неметаллического сырья – 5–10 лет. Более конкретные сроки минимальной обеспеченности разведанными запасами горнодобывающих предприятий устанавливаются технико-экономическим расчётом. Прекращение подземной переработки месторождений и ликвидация подземного горного предприятия производится, как правило, только после полной отработки или списания балансовых запасов месторождения и при отсутствии перспектив их прироста.

Эффективность подземной переработки месторождений оценивается системой технико-экономических показателей – общих (прибыль, рентабельность, ценность и качество основных и сопутствующих компонентов) и ряда специфических.

При подземной разработке месторождений основное внимание уделяется безопасности ведения работ, для чего в обязательном порядке разрабатываются организационные и технические мероприятия, способствующие созданию безопасных условий труда и исключаящие случаи травматизма.

Перспективы подземной переработки месторождений связаны с оптимизацией параметров горных работ и оборудования, применением техники непрерывного действия, комплексным использованием добытой горной массы, переходом на большие глубины, широким использованием автоматизированных систем и методов управления, созданием малоотходных и ресурсобегущих технологий.

Анализ основных направлений развития технологии подземной разработки месторождений полезных ископаемых, новых эффективных технологических процессов в строительстве подземных выработок позволяет считать наиболее перспективными следующие решения.

Проведение горных выработок. При проведении горных выработок в условиях высокого горного давления, а также при

развитии больших деформаций приконтурной зоны массива наиболее рационально применение: разгрузки выработок с помощью щелей; поэтапного раскрытия проектного сечения выработок путем расширения выработки передового забоя уменьшенного сечения.

Основные деформации пород при применении последнего способа происходят в пределах проектного контура. При его расширении деформированные породы удаляются. В результате породный контур проектного сечения сохраняется в менее нарушенном состоянии, что повышает его устойчивость в 2–2,5 раза.

В условиях Кыргызстана также перспективны способы упрочнения горных пород: механические, физические, химические, физико-химические.

Перспективно использование на буровых работах высокопроизводительных гидроперфораторов на самоходном шасси, на взрывных работах – простейших и эмульсионных видов ВВ. Обязательным требованием к технологическому процессу БВР является обеспечение заданной кусковатости отбиваемой горной массы при соблюдении высокой точности оконтуривания сечения горных выработок, что требует достижения оптимальной насыщенности забоя заряженными и свободными шпурами.

Традиционная практика разделения комплекта шпуров в проходческом забое на отдельные группы сложилась в результате искаженного представления природы проявления напряженно-деформационного состояния (НДС) массива и его влияния на эффективность БВР.

Полнота отрыва (значение КИШ – коэффициента использования шпуров), при прочих равных условиях, зависит не столько от «совершенной» конструкции вруба, сколько от общей схемы взаиморасположения всех шпуров в комплекте; от схемы и режима взрывания шпуров; от схемы инициирования зарядов ВВ в шпуре и от характера НДС массива. НДС массива в проходческом забое имеет неоднородный характер.

Учет и соблюдение приведенных выше положений гарантирует стабильно высокий уровень конечной эффективности БВР в проходческом забое.

Системы разработки месторождений. Совершенствование технологии разработки пластов на данном этапе технического прогресса в угледобыче направленно на создание инновационных технологий отработки, переработки и комплексного использования полого-наклонных и крутых угольных пластов. Обоснованы и разработаны инновационные технологии разработки мощных полого-наклонных угольных пластов: для выемки угля, разделенного прослоем глины; для выемки угля почвоуступным забоем; для выемки межслоевой толщи и угля; новые способы безлюдной выемки крутых пластов угля.

Обоснованы технологии по производству спецкокса, сорбентов и удобрений на базе неспекающихся углей месторождения Кара-Кече и технологии по производству бездымных брикетов из цельного угля. Показаны перспективы развития малоотходных производств при подземной добыче угля.

Совершенствование существующих систем подземной разработки рудных месторождений заключается в их упрощении и увеличении параметров: высоты этажа и подэтажа, сечения выработок, ширины камер. Идет оно также и по пути внедрения высокопроизводительного самоходного оборудования, основными достоинствами которого являются эффективность и гибкость практически при любой системе разработки. При этом возможно увеличение параметров блоков. Для систем разработки с открытым выработанным пространством и систем с обрушением вмещающих пород характерным стало расположение восстающих на больших расстояниях друг от друга. При слоевых системах потребовалось создание резервных емкостей – рудоспусков, появилась подэтажная подготовка блоков и отдельных залежей. На всех рудниках, применяющих самоходное оборудование, значительно повысилась производительность выемочных участков.

Системы разработки с открытым очистным пространством являются наиболее распространенными, так как могут применяться в разнообразных условиях залегания месторождений с любым углом падения и при любой мощности. Ценность руд и характер распределения в ней полезных компонентов также могут быть различными. Однако непременным условием успешного приме-

нения этих систем является наличие устойчивых руд и вмещающих пород.

5.3 Способы обогащения полезных ископаемых

Обогащение полезных ископаемых – это комплекс технологических мероприятий, направленных на повышение концентрации полезных компонентов в минералах, добытых из недр. Процесс обогащения занимает промежуточное положение между добычей и последующей переработкой полезных компонентов. Он обусловлен технологией дальнейшей переработки полезных ископаемых [33].

Необходимость обогащения, как правило, связана с малым содержанием ценного компонента в добытой руде. Например, содержание молибдена в руде составляет 0,06 %, в то время как для металлургического передела содержание молибдена в концентрате должно быть не менее 45 %. При малой концентрации полезного компонента в процессе металлургического передела происходит потеря металла, кроме того, требуется огромное количество теплоносителей. Таким образом, обогащение – операция, вызванная технологией и экономикой процессов переработки.

Все полезные ископаемые, которые подвергаются обогащению, можно разделить на следующие типы:

- металлические – содержащие медь, свинец, цинк, молибден и т. д.;
- неметаллические – доломит, сера, фосфорит, калийные соли и т. д.;
- углеродсодержащие – графит, каменный уголь, антрацит.

В зависимости от обогащаемого сырья обогатительные фабрики классифицируются как:

- фабрики, обогащающие руды черных и цветных металлов;
- фабрики, обогащающие угли, антрациты;
- фабрики при коксохимических заводах.

В результате обогащения получают следующие продукты:

- концентрат – продукт, содержащий максимальное количество полезного компонента;
- промежуточный продукт (промпродукт) – занимающий

промежуточное положение по качеству между концентратом и отходами;

- отходы – продукт, содержащий минимальное количество полезного компонента.

Различают две группы технологических показателей процессов обогащения:

- характеризующие количество обогащаемого материала;
- характеризующие качество обогащаемого материала и продуктов обогащения.

К количественным показателям относятся нагрузка и выход. Нагрузка (Q , т/ч) – это выраженное в тоннах в час количество материала, поступающего в операцию.

Выход (γ , %) – это выраженное в процентах к исходному материалу количество продукта.

$$\gamma = Q_{\text{прод}} \cdot \frac{100}{Q_{\text{исх}}}, \% \quad (5.7)$$

Качество продуктов обогащения оценивается следующими показателями. Для углей:

- зольность (A^d , %), характеризует количество негорючего остатка после сжигания единицы массы продукта;
- влажность (W^r , %), характеризует содержание влаги в единице массы продукта;
- содержание серы – сернистость (S^d , %), характеризует содержание серы в углях или продуктах обогащения;
- содержание летучих веществ (V^d , %), характеризует содержание углеводов в угле.

Для коксующихся углей характерны следующие качественные показатели:

$A^d_{\text{исх}} = 25\text{--}40\%$ – исходный уголь; $A^d_{\text{к-т}} = 4\text{--}8\%$ – концентрат; $A^d_{\text{пп}} = 35\text{--}45\%$ – промпродукт; $A^d_{\text{отх}} = 75\text{--}85\%$ – отходы.

Для руд используются следующие показатели:

- содержание металла в исходной руде... α , %;
- содержание металла в концентрате... β , %;
- содержание металла в отходах... θ , %.

Эффективность процесса оценивается показателем, который называется извлечением (ϵ , %).

$$\varepsilon = \gamma \cdot \frac{\beta}{\alpha}, \% \quad (5.8)$$

Процесс обогащения включает следующие операции.

- *Подготовительные.* К ним относятся: дробление, измельчение, грохочение. Предназначены для подготовки материала к обогащению.
- *Основные.* К ним относятся: гравитационные процессы, флотационные процессы, магнитное обогащение, электрическое обогащение, специальные методы обогащения. Предназначены для непосредственного разделения минерала на полезные компоненты и отходы.
- *Заключительные.* К ним относятся: обезвоживание, классификация на товарные сорта. Предназначены для доведения продуктов обогащения до нормативных показателей.

Последовательность операций обогащения называется технологической схемой. На рисунке 5.1 представлен процесс обогащения в виде блок-схемы.

В основу процесса обогащения положены различия минералов в определённых свойствах. Чем контрастнее эти различия, тем выше эффективность разделения минералов. К свойствам минералов, положенным в основу разделения, относятся:



Рисунок 5.1 – Блок-схема процесса обогащения

- плотность;
- смачиваемость водой;
- магнитная восприимчивость;
- электропроводность;
- группа свойств, положенных в основу специальных методов обогащения.

Плотность положена в основу гравитационных процессов, к которым относятся: обогащение в тяжёлых средах, отсадка, обогащение на концентрационных столах, обогащение на шлюзах, в винтовых сепараторах, тяжелосредных гидроциклонах.

Различие в смачиваемости положено в основу процесса флотации.

Различие в магнитных свойствах положено в основу магнитного обогащения. Различие в электрических свойствах положено в основу электросепарации. Различие в цвете, блеске, твёрдости, коэффициенте трения, радиоактивном излучении и т. д. положено в основу специальных методов обогащения.

Гравитационные методы обогащения основаны на различии в плотности разделяемых компонентов. Один из методов – обогащение в тяжёлых средах.

Разделение происходит в жидкости, имеющей плотность промежуточную относительно плотностей разделяемых минералов (рисунок 5.2).

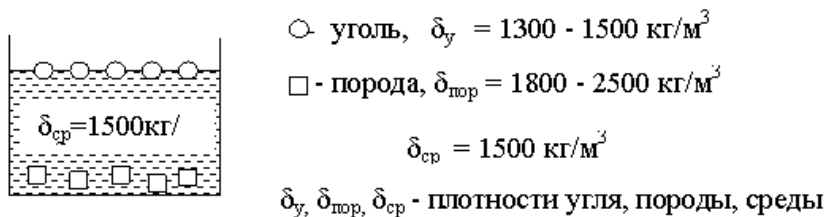


Рисунок 5.2 – Разделение в тяжелых средах

Частицы угля, имеющие плотность меньше плотности разделения, под действием сил Архимеда поднимаются на поверхность разделяющей среды. Частицы породы, имеющие плотность выше плотности разделяющей среды, опускаются вниз. Таким образом, неупорядоченная смесь угля и породы разделяется на два продукта: концентрат и отходы.

Флотационные методы обогащения основаны на различии в смачиваемости разделяемых компонентов. В этой связи все минералы делятся на две группы: гидрофильные – смачиваемые водой; гидрофобные – несмачиваемые водой.

Разделение происходит в водной среде, где кроме твёрдой фазы, т. е. непосредственно обогащаемого материала, присутствует газообразная фаза – пузырьки воздуха (рисунок 5.3).

Поднимаясь на поверхность флотационной камеры, пузырьки воздуха сталкиваются с гидрофобными и гидрофильными частицами материала. Гидрофобные частицы (зерна угля) прилипают к пузырькам воздуха и выносятся на поверхность камеры. Гидрофильные частицы породы смачиваются водой, не прилипают к пузырькам воздуха и остаются в объёме камеры.

Таким образом, происходит разделение материала на два продукта (уголь – порода) в результате различной смачиваемости частиц.

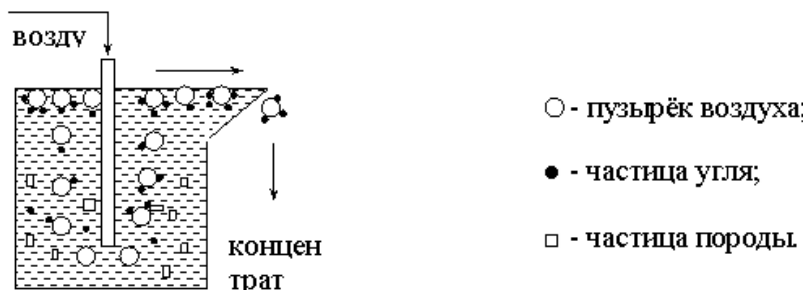


Рисунок 5.3 – Схема флотации

Магнитные методы обогащения основаны на различии в магнитных свойствах разделяемых компонентов. Процесс предназначен для обогащения руд чёрных металлов (железных, марганцевых, хромовых). Обогащение осуществляется в воздушной либо в жидкой среде (рисунок 5.4).

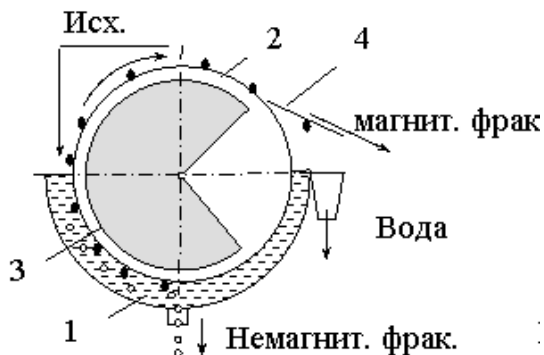


Рисунок 5.4 – Магнитный сепаратор: 1 – ванна сепаратора; 2 – барабан (нерж. сталь); 3 – магнитная система; 4 – скребок (резина)

Исходная руда с водой (пульпа) поступает в ванну сепаратора 1. Магнитные частицы, попадая в зону действия поля магнитной системы, притягиваются к барабану 2, выносятся им за область действия поля и удаляются с поверхности барабана скребком 4. Немагнитная фракция разгружается в нижней части ванны сепаратора.

Процесс электросепарации полезных ископаемых основан на различии в электропроводности разделяемых компонентов. На рисунке 5.5 приведена схема электростатического сепаратора.

Исходный материал крупностью 0–3 мм поступает на заряженный осадительный электрод, выполненный в виде барабана из нержавеющей стали. Проводники, соприкасаясь с барабаном, заряжаются одноимённым с ним зарядом и отталкиваются от него. Непроводники дольше удерживаются на барабане и имеют другую траекторию. В средней части сепаратора разгружаются полупроводники. Таким образом, неупорядоченная смесь зёрен с различной электропроводностью разделяется на три качественно разных продукта: концентрат (проводники); промпродукт (полупроводники); отходы (непроводники).



Рисунок 5.5 – Схема электростатического сепаратора

Обогащение по трению (специальные методы). Этот метод основан на различии в коэффициентах трения разделяемых минералов. Обогащение осуществляется на наклонной поверхности (рисунок 5.6). Частицы, отличающиеся коэффициентом трения, приобретают на наклонной плоскости различную скорость и, следовательно, имеют различную траекторию движения. Таким образом, происходит их разделение.

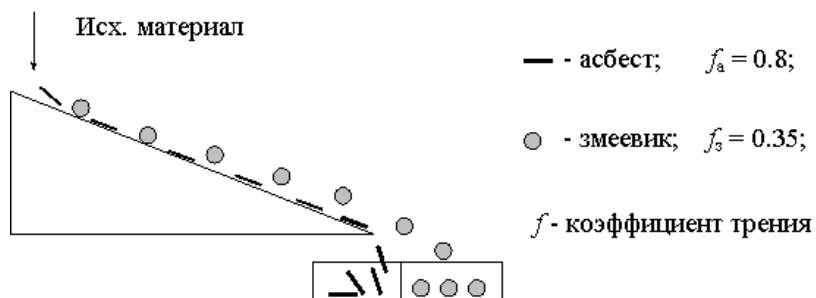


Рисунок 5.6 – Схема обогащения по трению (на наклонной плоскости)

В целом, проблемы и тенденции развития технологии обогащения полезных ископаемых непрерывно связаны с технологическим качеством разведываемого, осваиваемого и перерабатываемого минерального сырья, и соответствия его сложившимся традиционным представлениям. А тенденции и закономерность качественных изменений минеральных ресурсов в этом аспекте различные.

Во-первых, минеральное сырье, как всегда в прошлом, так и в настоящее время, имеет объективные тенденции ухудшения технологических свойств и обеднения. Качество современного минерального сырья находится в острейшем противоречии с научно-техническим уровнем технологии его первичной переработки (процессы и аппараты). Они не соответствуют друг другу. Технологическое качество сырья ухудшится быстрее, чем развивается технология его переработки. Причины различные – организационные и научно-технические. Как еще один фактор – подчинение процесса переработки минерального сырья «однокомпонентным» интересам недропользователей, не желающих нести опережающие затраты на комплексное использование недр, несмотря на значительные экономические выгоды от такого эффективного хозяйствования. Отступление бизнеса от прогрессивной концепции недропользования указывает на его временные интересы в условиях Кыргызстана. Классический пример – отработка Кумторского месторождения. При наличии в руде промышленных запасов: золота, серебра, трехокси вольфрама, теллура, серы – извлекается только золото.

Во-вторых, отрицательным, влияющим на состояние минерального сырьевой базы в Кыргызстане фактором, является отсутствие собственной методологической основы технолого-минералогического изучения недр, как в академической, так и в вузовской сфере, которая учитывала бы особенности как законодательства, так и состояние минерально-сырьевых ресурсов республики.

В-третьих, отсутствие собственных технолого-минералогических исследований в области нежелательных изменений технологического качества минерального сырья, отрицательно влияющих на показатели обогащения и экономику перерабатываемого сырья.

5.4 Развитие способов освоения подземных вод

Подземные воды на территории Кыргызстана с каждым годом все шире вовлекаются в эксплуатацию, выполняя роль надежного источника водоснабжения городов, поселков, орошения земель. Общее представление о современном использовании подземных вод различными отраслями экономики Кыргызстана дано в работе

Е.И. Лагутина [6] в виде карты использования, на которой использование подземных вод указано в модулях (л/сек с 1 км²). Здесь же указаны существующие водозаборы подземных вод с естественными дополнениями, приведена и карта гидрогеологического районирования республики по условиям использования подземных вод в виде таблицы. Рекомендованы рациональные типы водозаборов подземных вод. В настоящее время в Кыргызстане подземными водами обеспечено около 90 % централизованного водоснабжения. Следует отметить, что большие запасы подземных вод не могут быть показателем равного водоснабжения различных территорий.

Наиболее значительным потребителем водных ресурсов является орошаемое земледелие. Орошение полей подземными водами имеет ряд преимуществ перед поверхностными. Эти преимущества определяются возможностью постоянного наращивания площадей без крупных разовых капиталовложений с одновременной окупаемостью затрат. При этом практически отсутствуют потери сельскохозяйственных территорий на строительство дренажа. Кроме того, при орошении подземными водами имеется реальная возможность полной автоматизации процесса орошения. В республике имеется 1777 тыс. га земель, пригодных к орошению. Площадь существующих пастбищ в республике составляет 8453,6 тыс. га. В перспективе обводнения пастбищ предполагается производить в основном за счет подземных вод.

Разведаны 44 месторождения пресных подземных вод, эксплуатационные запасы которых составляют 119,8 м³/с. Пробурено 5900 скважин для обеспечения подземной водой промышленности, сельского хозяйства и удовлетворения бытовых нужд.

Территория республики с огромным разнообразием физико-географических и геологических условий характеризуется проявлением мощных тектонических процессов и является особенно перспективной для использования глубинного тепла Земли.

Температурное поле и поле теплового потока на территории республики характеризуется большими функциями, обусловленными развитием гетерогенных аномалий, интерпретация которых является одним из сложных разделов геотермии.

Республика обладает значительными ресурсами термоминеральных вод, формирование которых происходит в весьма разнообразных условиях. Известны углекислые, сероводородные, йодобромные соленые воды и рассолы.

Энергетический бюджет республики в будущем может быть существенно пополнен за счет геотермальных источников энергии. В связи с этим, весьма актуальна разработка раздела Программы по изучению внутриземных тепловых ресурсов территории республики и внедрению их в экономический оборот, где особое внимание будет уделено улучшению методов разведки геотермальных месторождений (выяснение условий формирования и регионального распределения геотермического поля в зоне, доступной прямым измерениям) и модернизации схем и способов использования (расширение бальнеологического потребления, энергетическое, промышленное и сельскохозяйственное использование).

Оценка перспектив энергетического и промышленного использования аномальных по температуре подземных вод предполагает учет большого числа природных, технических, экономических и социальных факторов. С гидрогеологической точки зрения перспективы энергетического использования геотермальных вод здесь весьма благоприятны.

Наибольший энергетический интерес геотермальные воды представляют для курортов, таких как Ак-Суу, Ысык-Ата, Джалал-Абад, Джети-Огуз, в разной степени удаленных от систем централизованного теплоснабжения, вынужденных в связи с этим организовывать работу собственных маломощных котельных, испытывающих серьезные проблемы с получением и доставкой топлива. Именно на них уже неоднократно предпринимались попытки, в том числе и удачные, использовать собственные термальные воды для обогрева теплиц и зданий, обеспечения работы столовых и прачечных. Но доморощенный характер этих попыток обусловил низкий технический уровень реализации схем геотермального теплоснабжения и как следствие – невысокую эффективность их работы. Следовательно, при наличии значительных ресурсов геотермальных вод фактически на всех месторождениях и курортах, использующих термы, главным сдерживающим фактором их энергетического использования является организационно-технический.

Обобщая требования различных сфер народнохозяйственного применения термальных вод, вытекающие из анализа современной практики использования вод, бальнеологические воды подразделяют: по температуре (37–50 °С), воды для мелкомасштабной теплофиксации, горячего водоснабжения, технологического использования (50–70 °С), воды для крупномасштабной теплофиксации, комплексного многоцелевого применения по мере сработки теплового потенциала (70–120 °С) и три категории электроэнергетических вод (от 120 и выше °С. На территории Кыргызстана существуют термы естественных выходов: Арча-Баши и Жылысуу (Ходжаачкан) на Алайском хребте, Алтын-Арашан на хр. Тескей Ала-Тоо и вскрытые скважинами на месторождениях Ак-Суу, Аламедин, Ысык-Ата; причем максимальная температура (58 °С) наблюдается в рудниках Арча-Баши.

Опыт промышленного использования термоминеральных вод Кыргызстана ограничивается извлечением из них поваренной соли в периоды затруднительной доставки ее из соледобывающих районов.

С разной степенью обстоятельности изучалось распространение редких щелочей (литий, рубидий, цезий) калия, бора, йода, германия, стронция, аномия, вольфрама. В количествах кондиционных или близких к ним, установлены концентрации только лития, бора, брома и йода.

Литий выявлен на участке Уселек. При расходе ручья в момент опробования 5 л/с вынос металла составлял несколько кг/сут.

Бор, бром и йод обнаружены в термальных натриевых рассолах с минерализацией около 100 г/л в районе пгт. Кочкор-Ата при бурении на нефть и газ. При самоизливе из скв. 148 с дебитом 338,4 м³/сут. поступала вода с содержанием: бора 300, брома 390, йода 25 мг/л; ресурсы таких вод измеряются тысячами кубометров в сутки.

Энергетическая активность только трещинных азотно мало-минерализованных терм составляет 30 мдж/сут., что эквивалентно 26000 т условного топлива в год.

Разнообразие групп и типов термоминеральных вод предполагают разносторонность их использования. Основные направления существующего и прогнозируемого использования термоминераль-

ных вод республики включают:

- расширение бальнеологического использования (санаторно-курортного и распространения розлива через торговую сеть);
- энергетическое и промышленное использование;
- организацию станций для проведения систематических наблюдений за гидродинамическими и гидрохимическими параметрами водопунктов на участках распространения термоминеральных вод для предсказания землетрясений по силе, месту и времени по гидросейсмологическим признакам;
- организации посещений туристическо-экскурсионных и природных охраняемых объектов.

Перспективы бальнеологического использования термоминеральных вод республики связаны в первую очередь с социально-экономическими обстоятельствами.

Во-первых, маломинерализованные термальные воды дают самую многочисленную группу естественных проявлений. Природные условия, определяющие возможности их использования, включают доступность, величину ресурсов и физико-географическую обстановку с точки зрения возможностей организации лечебно-оздоровительных учреждений. С учетом таких характеристик объектами первой очереди являются участки разгрузки терм в Прииссыккулье. Освоение и использование гидроминеральных ресурсов Иссык-Кульского курортного района идет по двум развивающимся направлениям: одно определяется освоением прибрежной зоны озера с использованием в качестве лечебно-оздоровительного фактора собственно озера, и расположенных в прибрежной зоне месторождений термальных вод; второе – использование термоминеральных вод горного обрамления озера, проявившихся в очагах естественной разгрузки, и затем картированных эксплуатационными скважинами (Ак-Суу, Джети-Огуз).

Лечебное использование терм горного обрамления Прииссыккулья началось в дореволюционное время и в последние десятилетия не претерпело принципиальных изменений, в отличие от темпов, объема и характера бальнеологического освоения при-

брежной полосы. Вместе с тем имеются более 10 очагов разгрузки малоинерализованных азотных терм, 4 из которых находятся в лесистой среднегорной (до высоты 2200–2500 м) местности, сходной с местностью курортов Ак-Суу и Джети-Огуз и к которым подходят автомобильные дороги. Это участки Джуугучак, Чон Кызыл-Суу, Алтын-Арашан средний и Бозучук, в настоящее время имеющие “дикие” бальнеолечебницы. Ресурсы их способны обеспечить функционирование лечебниц с бассейнами и отпуском нескольких сот процедур в сутки; они обеспечены территорией для расположения лечебных и хозяйственных построек, что в горной местности является далеко не повсеместным.

Среди вод рассматриваемого типа имеется участок, представляющий прикладной интерес, в северо-западной части Прииссыккуля в десятке километров от г. Балыкчы к северу. Здесь в родниках и по стволу скважины, пробуренной при рудных поисках, поступает субтермальная азотная вода с повышенным содержанием радона и гелия. Располагаясь за пределами концентрации лечебно-оздоровительных учреждений области этот участок, вероятно, будет оставаться во второй очереди освоения по сравнению с рассмотренными выше.

Углекислые воды республики сосредоточены на юго-западном склоне Ферганского хребта в верховьях рек Яссы и Кара-Кулжа, но освоенные для розлива месторождения расположены по ее территории довольно равномерно.

Наиболее вероятным направлением расширения использования вод данной группы является организация их лечебного потребления на месте и увеличение объема розлива и видов лечебных и лечебно-столовых вод на базе месторождений бассейна р. Яссы, поскольку аналогичные водопоявления в бассейне рек Кара-Кулжа, Тар, Арпа не имеют автомобильных подъездов и труднодоступны.

Сульфидные воды в республике пока не нашли лечебного применения, но некоторые проявления их имеют реальные шансы для освоения. В первую очередь по качеству и ресурсам воды должно бы осваиваться месторождение Майли-Сай (Кызыл-Джар).

Другим, очевидно обладающим значительными ресурсами сульфидной воды хорошего с бальнеологической точки зрения качества, является месторождение Риштан в Южной Фергане, где поблизости функционирует на базе сульфидных вод курорт Чилиюн.

Железистые воды Кыргызстана самостоятельного бальнеологического значения не имеют, и перспективы их использования связаны с освоением рядом расположенных углекислых вод, и возможно, в комплексе с ними при потреблении на месте.

Основные перспективы расширения практического лечебного применения йодо-бромных вод республики связываются с коррективкой направления деятельности, и ростом пропускной способности бальнеолечебницы в пгт. Кочкор-Ата на Кочкор-Атинском месторождении термальных йодо-бромных рассолов.

В целом, следует ориентироваться на сочетании разумного отбора подземных вод и соблюдения норм их качества, т. е. на их рациональное использование. Под этим понимается экономически целесообразная эксплуатация подземных вод, обеспечивающая охрану от загрязнения и истощения их эксплуатационных запасов и позволяющая сохранить на заданном уровне поверхностные водные ресурсы и экологические условия их эксплуатации.

5.6 Выводы по главе

Горно-геологические условия большинства месторождений минеральных ресурсов Кыргызстана позволяют определенную их часть разрабатывать открытым способом, обеспечивающим максимальную производительность, высокую механизацию, возможность добычи основных и попутных полезных ископаемых, горных пород вскрыши, высокую производительность труда и низкую себестоимость продукции.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых имеет следующие преимущества перед подземной:

- более высокая безопасность и производительность труда, а себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого намного ниже, чем при подземных разработках;

- лучшие технико-экономические показатели (сроки строительства карьеров меньше сроков строительства подземных рудников равной производительности; более высокие качественные показатели разработки месторождений и более полное извлечение полезного ископаемого из недр; более благоприятные условия для ведения селективной добычи полезного ископаемого).

Основными недостатками открытых горных работ являются:

- наносимый ущерб окружающей среде, связанный с необходимостью отчуждения значительных земельных площадей (воздушного и водного бассейнов районов разрабатываемых месторождений; зависимость от климатических и метеорологических условий);
- необходимость вложения больших капитальных затрат в короткие сроки при строительстве глубоких (свыше 800 м) карьеров.

При подземной добыче, в зависимости от применяемой системы разработки, используются способы взрывания веерных или параллельно расположенных скважин. Шпуровой метод взрывания зарядов ВВ при разработке рудных месторождений в основном применяются для проходки подготовительных горных выработок.

Недостатки существующих технологий добычи и переработки при подземной разработке:

- требуется выполнение множества производственных процессов (бурение, зарядание ВВ, взрывание, выпуск, доставка, дробление, измельчение и др.);
- существующие технологии добычи основаны на извлечении только балансовых запасов руд;
- высокая стоимость 1 т руды по добыче и обогащению приводит к низкому уровню рентабельности.

Существующая технология переработки руд требует строительства обогатительной фабрики, где производится дробление, измельчение, флотация и подача хвостов в хвостохранилище. Сегодня флотационное обогащение допускает большие потери полезных ископаемых.

6. ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ В КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

6.1 Геологоразведочные работы при комплексном освоении месторождений минеральных ресурсов

В условиях современного горного производства (характеризующегося неуклонным ростом мощности предприятий, глубины горных выработок, усиливающимися противоречиями между прогрессивным увеличением спроса на полезные ископаемые и ухудшением природных условий их размещения в недрах) особое значение приобретает информация об объекте разработки, о свойствах и состоянии породного массива. Эти сведения необходимы на различных стадиях существования горнодобывающего предприятия (поиск и разведка месторождения, проектирование, вскрытие, отработка месторождения и рекультивация). Их следует учитывать и при решении трех основных групп задач: при расчете планирования и нормирования технологических процессов; при выборе технологии разработки и оборудования; при осуществлении контроля за состоянием породного массива.

Под породным массивом в данной работе понимается участок литосферы (земной коры), включающий месторождение полезного ископаемого, в пределах которого наблюдаются геомеханические процессы, вызванные ведением горных работ. Породные массивы многообразны и отличаются строением, наличием геологических нарушений, свойствами слагающих их горных пород и др.

При комплексном освоении месторождений большое значение имеет совершенствование системы проведения геологоразведочных работ. При поисково-оценочных работах обязательным становится выявление в залежи и вмещающих породах попутных полезных ископаемых и минеральных компонентов, которые могут представлять интерес на стадии предварительной и детальной разведок. На стадии разведки месторождений, а также в процессе их эксплуатации устанавливаются минеральный состав, содержание и запасы попутных компонентов, производятся исследования

по технологии эффективной переработки комплексных полезных ископаемых. Исследуется содержание отвалов и хвостохранилищ.

Перспективы использования попутных компонентов требуют разработки методик, инструкций, нормативов по разведке, изучению технологических свойств и подсчета запасов полезных компонентов во вмещающих породах, породах вскрыши, хвостохранилищах, отходах химико-металлургических процессов.

При комплексном освоении месторождений в период геолого-разведочных работ проводятся подробные исследования породного массива:

- состояние (положение залежи, мощность, обводненность);
- состав (минеральный, химический, гранулометрический, состав рН пластовых вод);
- строение (структура и текстура руд, пористость и трещиноватость, неоднородность в плане и разрезе);
- свойства пород (механические, акустические, фильтрационные, гидравлические, проницаемость, размываемость, вязкость, пластичность, влагоемкость и др.).

Такие исследования необходимы, потому что породные массивы Тянь-Шаня отличаются крайней невыдержанностью элементов залегания, сложностью структурных форм, возрастом, разнообразием литологического состава, генезиса, физических свойств и многообразием фаций. Высоки сейсмичность и уровень естественного поля напряжений.

6.2 Технологические схемы и возможные пути учета факторов высокогорья при ведении горных работ

Технологические схемы, способы, порядок и последовательность выполнения отдельных производственных процессов при открытой и подземной разработке месторождений минеральных ресурсов, как было отмечено выше, безусловно, разнятся. Но есть одно общее – горные работы производятся в породном массиве.

Породные массивы, где ведутся горные работы, находятся в сложных горно-геологических условиях, отличающихся крайне невыдержанными элементами залегания, сложными структурны-

ми формами, разнообразием возраста, литологического состава, генезиса, физических свойств. Высока сейсмичность. Высок уровень естественного поля напряжений. Величина и характер распределения напряжений в породном массиве зависит не только от глубины залегания и физических свойств пород, но и от тектоники и рельефа.

Рельеф. Первый круг проблем связан с высотой, топографической обстановкой. Известно, что высота влияет на работоспособность людей и на производительность машин. Практика работы на территории республики показывает, что горная болезнь у людей на одной и той же высоте над уровнем моря проявляется по-разному. Однако до сих пор не раскрыта природа этого явления и как следствие, нет достоверной методики его учета в разработке норм выработки и конкретных рекомендаций по сохранению здоровья работающих в условиях высокогорья.

Пересеченный горный рельеф (крутые скаты, обрывы, перевалы), сложные строения склонов гор, гидрогеологические и климатические условия усложняют проектирование, строительство и эксплуатацию горных выработок на земной поверхности и под землей.

При ведении горных работ на склонах гор необходимо определить степень сохранности пород, оценивая индекс сохранности:

$$I_V = \frac{V_p}{V_3}, \quad (6.1)$$

где V_p – значение скорости продольных волн в изучаемой породе; V_3 – значение эталонной скорости продольных волн в изучаемой породе (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Скорости продольных волн в сохранных структурах горных пород

Порода	Эталонная скорость, км/с	Порода	Эталонная скорость, км/с
Магматическая		Метаморфическая	
Ультраосновные (дупиты, перподиты, пироксениты)	8,0	Породы цеолитовой и зеленокаменной фаций (филлиты, зел. сланцы, метаморфические песчаники, кристаллические известняки и доломиты)	6,4
Основные интрузивные (габбро, диабазы, лабродориты, нориты)	7,0	Породы амальден-амфиболитовой и гранулитовой фаций (амфиболиты, сланцы, кварциты, гнейсы, гранито-гнейсы, мраморы)	7,2
Средние интрузивные (габбро-диориты, грано-диориты, диориты)	6,6	Породы эклогитовой фации (эклогиты)	7,9
Средние эффузивные (андезиты, андезитодациты, порфириты, тоналиты)	6,5	Осадочные	
Кислые интрузивные (граниты, чарсониты, алясниты, слециты)	6,4	Глины	4,9
		Алевролиты	5,8
		Кальциты	6,7
		Ангидриты	6,1
		Каменные соли	4,6

По степени сохранности породы делятся на четыре категории (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Категории пород по сохранности

Категория сохранности	Индекс сохранности
I сохранные	0,8
II слабо выветренные	0,8–0,6
III выветренные	0,6–0,1
IV разрушенные	0,2

Скорость выветривания определяется:

$$W = \frac{J_{V_0} - J_V}{t}, \quad (6.2)$$

где J_{V_0} и J_V – исходный индекс сохранности и индекс по истечении времени t .

Градиент выветривания определяется как

$$G_i = \frac{J_{V_X} - J_{V_0}}{X_i}, \quad (6.3)$$

где J_{V_X} и J_{V_0} – индексы сохранности на свободной поверхности и на расстоянии X -метров по направлению от нее.

Структурно-механические особенности породного массива.

Основной структурно-механической особенностью породного массива Тянь-Шаня является наличие в основном двух типов структурных ослаблений.

К первому типу относятся структурные ослабления большой протяженности:

- по контактам между слоями осадочных пород и литологическими разностями изверженных пород;
- по дизъюнктивным нарушениям и тектоническим разрывам типа: Таласо-Ферганский, главный Тянь-Шаньский, Атбашинский и др. (рисунок 6.1). Эти структурные ослабления могут служить поверхностями, по которым происходит скольжение одной части деформируемого массива относительно другой. Однако в силу большой протяженности, обычно превосходящей размеры породного массива вокруг горной выработки, где локализуются геомеханические процессы деформирования и разрушения, эти структурные

ослабления практически не влияют на механические свойства исследуемого массива.

Ко второму типу относятся структурные ослабления по площадкам ограниченных размеров, каковыми являются трещины, которые имеют различные направления и оконтуривают породные блоки. Размеры этих трещин и породных блоков обычно меньше исследуемого массива и существенно влияют на его деформируемость и прочность. Отсюда основными структурными особенностями породного массива Тянь-Шаня, определяющими его механические свойства, являются: трещиноватость, блочность и слоистость в пределах исследуемого массива.

Трещиноватость является определяющей структурно-механической особенностью породного массива региона. Трещины наблюдаются в породах любого происхождения (осадочных, магматических, метаморфических) и по генетическому признаку подразделяются на естественные (природные) и искусственные (техногенные). В свою очередь естественные трещины в зависимости от происхождения подразделяются на:

- первичные, возникающие в процессе образования и кристаллизации горных пород;
- тектонические, образовавшиеся под действием тектонических сил;
- трещины выветривания, которые образуются в поверхностных слоях породных массивов под действием сил и явлений физического и химического происхождения.

По длине трещины разделяют на микротрещины (менее 0,1 м), трещины (0,1–100 м) и разрывы (более 100 м). Разрывы имеют длину от 100 м до 10 км, крупные тектонические разрывы – от 10 до 100 км.



Рисунок 6.1 – Глубинные разломы Тянь-Шаня и Памира: 1 – разломы первого порядка; 2 – разломы второго и третьего порядка; 3 – сдвиги; 4 – надвиги и взбросы; 5 – сбросы; 6 – области прогибания и седиментации; Разломы: Ак-Тюзский; ДН – Джалаир-Найманский; СТ – Северо-Тянь-Шанский; ЗИ – Заильский; ЧК – Чилико-Кеминский; СИК – Северо-Иссык-Кульский; ЮИК – Южно-Иссык-Кульский; ГТШ – Главный Тянь-Шаньский; АТБ – Атбашинский; ГК – Главный Каратауский; ТФ – Таласо-Ферганский; ПК-Прикурманский (Северо-Ферганский); ЮФ – Южно-Ферганский; КБ – Кумбельский; ТР – Туркестанский; ЗР – Заравшанский; ДЗ – Дзикский; СГ – Северо-Гиссарский; ЮГ – Южно-Гиссарский; ВШ – Вахшский; ДК – Дарваз-Каркульский; АКБ – Акбайтальский; ПМК – Памиро-Каракумский; ЮМ – Южно-Мургабский

В зависимости от взаимной ориентации различают трещины упорядоченную и неупорядоченную трещиноватость.

Трещины, располагаясь в породном массиве на определенном расстоянии друг от друга, пересекаются, в результате чего массив с характерным размером L оказывается расчлененным на множество структурных блоков или отдельностей со средним размером h . Соотношение h/L характеризует относительный размер структурных блоков массива.

Блоки имеют различную форму: ромбоидальную, лаптообразную, призматическую, чечевицевидную, шаровую. По размерам породных блоков выделяются 5 порядков структурных нарушений:

- нулевого порядка с размерами блоков более 10 км, образовавшихся в результате крупных тектонических разрывов;
- первого порядка с размерами блоков от десятков метров до 10 км, оконтуренных геологическими нарушениями, тектоническими разрывами;
- второго порядка с размерами блоков от сантиметров до десятков метров, которые являются следствием естественной трещиноватости, структуры и состава пород в пределах слоя;
- третьего порядка с размерами структурных элементов от 10–5 до 10–2 м, оконтуренных микротрещинами на уровне минеральных зерен;
- четвертого порядка с размерами структурных элементов 10–8 до 10–5 м на уровне дефектов кристаллической решетки.

Структурные элементы четвертого и третьего порядков определяют механические свойства пород при испытании породных образцов. Структурные блоки второго порядка должны учитываться при оценке механических свойств породных массивов вокруг горных выработок. Структурные блоки первого порядка могут не учитываться при оценке механических свойств породных массивов.

Если породный массив рассматривать с точки зрения ведения горных работ, то следует учитывать его сильную трещиноватость.

Трещиноватость, блочность, слоистость и другие структурно-механические особенности породного массива региона приводят к появлению неоднородности и анизотропии породного массива по механическим свойствам.

По размеру элементов различают неоднородность четырех порядков. Анизотропия, так же, как и неоднородность, может быть различных порядков.

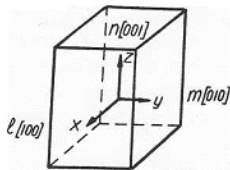
При использовании методики определения динамических упругих характеристик пород по формулам теории упругости для

изотропных тел возникают значительные ошибки при расчете, если они применяются для слоисто-неоднородных пород. Для этого проводятся теоретические исследования определения упругих характеристик анизотропных пород через их акустические свойства. Используя обобщенный закон Гука, выраженный через физические постоянные, детерминантные уравнения движения упругих волн в средах и выражение упругих постоянных C_{ik} через физические E_{ik}, G_{ik} , получают количественные зависимости, по которым, зная параметры упругих волн V_p, V_s и плотность пород ρ , можно определить упругие характеристики анизотропных пород [20].

$$\begin{aligned}
 E_x &= \frac{V_{pX}^2 \cdot \rho (1 - \mu_{xy} \cdot \mu_{yx} - \mu_{yz} \cdot \mu_{zy} - \mu_{zx} \cdot \mu_{xz} - 2\mu_{xy} \cdot \mu_{yz} \cdot \mu_{zx})}{g(1 - \mu_{yz} \cdot \mu_{zy})} \\
 E_y &= \frac{V_{pY}^2 \cdot \rho (1 - \mu_{xy} \cdot \mu_{yx} - \mu_{yz} \cdot \mu_{zy} - \mu_{zx} \cdot \mu_{xz} - 2\mu_{xy} \cdot \mu_{yz} \cdot \mu_{zx})}{g(1 - \mu_{zy} \cdot \mu_{yz})} \\
 E_z &= \frac{V_{pZ}^2 \cdot \rho (1 - \mu_{xy} \cdot \mu_{yx} - \mu_{yz} \cdot \mu_{zy} - \mu_{zx} \cdot \mu_{xz} - 2\mu_{xy} \cdot \mu_{yz} \cdot \mu_{zx})}{g(1 - \mu_{xy} \cdot \mu_{yx})}
 \end{aligned}
 \tag{6.4}$$

Для безграничной ортотропной среды, обладающей тремя взаимно перпендикулярными осями упругой симметрии (аналогично кристаллам ромбической симметрии (рисунок 6.2, а), эти зависимости выглядят следующим образом:

а



б

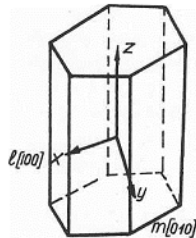


Рисунок 6.2 – Геометрическая фигура ромбической (а) и гексогональной (б) симметрии и гексогональной (б) симметрии

Модули сдвига вдоль главных направлений:

$$G_{XY} = \frac{V_{SXY}^2 \cdot \rho}{g}; \quad G_{YZ} = \frac{V_{SYZ}^2 \cdot \rho}{g}; \quad G_{ZX} = \frac{V_{SZX}^2 \cdot \rho}{g}; \quad (6.5)$$

Коэффициент Пуассона по разным осям упругой симметрии:

$$\mu_{XY} = \frac{V_{PX}^2 - 2V_{SXY}^2}{2(V_{PX}^2 - V_{SXY}^2)}; \quad \mu_{YZ} = \frac{V_{PY}^2 - 2V_{SYZ}^2}{2(V_{PY}^2 - V_{SYZ}^2)}; \quad \mu_{ZX} = \frac{V_{PZ}^2 - 2V_{SZX}^2}{2(V_{PZ}^2 - V_{SZX}^2)}; \quad (6.6)$$

Аналогичные зависимости получены для трансверсально-изотропной среды с двумя взаимно перпендикулярными осями симметрии (аналогично кристаллу гексогональной симметрии (рисунок 6.2, б):

$$E_X = \frac{V_{PX}^2 \cdot \rho}{g} \cdot \frac{(1 + \mu_{XY}) \cdot (1 - \mu_{XY} - 2\mu_{XZ} \cdot \mu_{ZX})}{(1 - \mu_{YZ} \cdot \mu_{ZY})};$$

$$E_Z = \frac{V_{PZ}^2 \cdot \rho}{g} \cdot \frac{(1 + \mu_{XY} - 2\mu_{XZ} \cdot \mu_{ZX})}{(1 - \mu_{XY})};$$

$$\mu_{XZ} = \frac{V_{PX}^2 - 2V_{SXZ}^2}{2(V_{PX}^2 - V_{SXZ}^2)}; \quad \mu_{ZX} = \frac{V_{PZ}^2 - 2V_{SZX}^2}{2(V_{PZ}^2 - V_{SZX}^2)}; \quad G_{ZX} = \frac{2V_{SZX}^2 \cdot \rho}{g}, \quad (6.7)$$

где E_X, E_Y, E_Z – модули упругости по главным направлениям; G_{XY}, G_{YZ}, G_{ZX} – модули сдвига в главных плоскостях сдвига; $\mu_{ZY}, \mu_{YZ}, \mu_{ZX}$ – коэффициенты Пуассона для соответствующих плоскостей симметрии. Их значения могут быть получены по скорости продольных и поперечных волн, измеренных в соответствующих направлениях; g – ускорение силы тяжести.

Приведенные выше зависимости (6.4)–(6.7) позволяют определить величину модулей упругости, сдвига и коэффициентов Пуассона анизотропных пород с ортотропной и трансверсально-изотропной симметрией по скоростям упругих волн, определенных в двух главных направлениях: по напластованию и вкрест ему. Для этого необходимо знать величины скоростей упругих волн (V_p, V_s) вдоль главных осей упругой симметрии.

Натурные исследования массива начинаются с визуального обследования изучаемого участка. Устанавливается, к какому типу пород относится изучаемый массив, его пространственная ориентировка, направление и угол наклона, падения и простираения слоев, характер и степень трещиноватости. Главные направления и число осей упругой симметрии определяются на блоках, взятых с изучаемого участка по методике, изложенной в работе [20] (рисунок 6.3).

Наблюдательные шпуров в массиве располагались в вершинах прямоугольного равнобедренного треугольника. В слоистом массиве система шпуров расположена таким образом (рисунок 6.3, а), что одна пара шпуров 0-1 позволяет измерить значения скоростей в плоскости напластования слоев, а, используя шпуров 0-2, можно измерять значения V скоростей продольных волн вкrest напластования. Использование шпуров 1-2 позволит получить значения скоростей в диагональном направлении.

Если используемая порода имеет три оси упругой симметрии, то для оценки упругих характеристик такого массива необходимо знать величины скоростей упругих волн в трех направлениях: по падению, по простираанию и вкrest напластования.

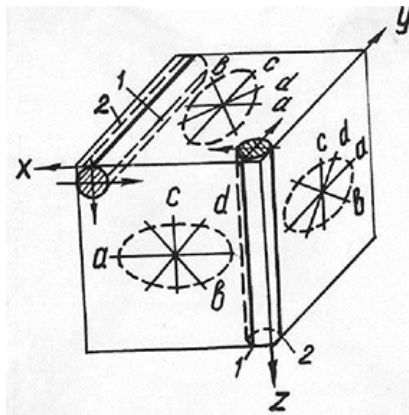


Рисунок 6.3 – Определение главного направления и число осей упругой симметрии на блоке

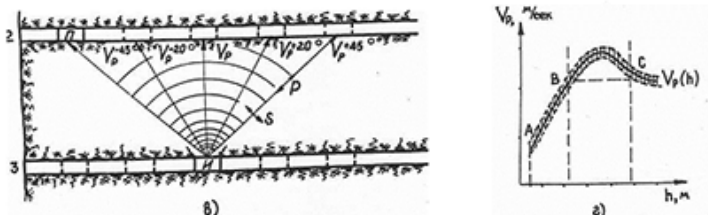
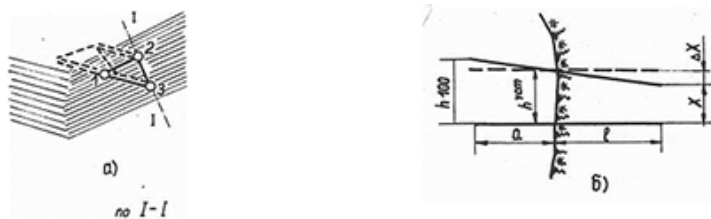


Рисунок 6.4 – Схема прозвучивания массива: а – расположение шпуров в анизотропном массиве; б – к определению расстояния между измерительными точками; в – перемещение датчиков в шпурах; г – выделение зон по характеру распределения V_p вблизи обнажений

Для этого необходимо иметь еще одну пару шпуров, расположенных в плоскости, перпендикулярной к плоскости первой системы шпуров, которая позволяла бы измерять скорости продольных волн по простираению или падению. Подобная система шпуров, пробуренная на одном уровне в двух взаимно перпендикулярных плоскостях массива, позволит получить полную картину распределения в нем акустических характеристик.

Для условий изучаемых месторождений база прозвучивания L была принята в пределах от 40 до 60 см, а шаг прозвучивания $10 \div 30$ см, шпуры бурились глубиной 3 м. Расстояние между измерительными точками в параллельных шпурах определялось по схеме (рисунок 6.4, б). В шпуры вкладывались измерительные рейки длиной 3–4 см так, как показано на рисунке, затем с помощью рулетки измерялось расстояние между рейками у устья шпуров $h_{уст}$ и на вылете 100 см – h_{100} . Тогда расстояние между измерительными точками на глубине l будет:

$$X = h_{уст} = \frac{l(h_{100} - h_{уст})}{100}, \text{ см} \quad (6.8)$$

При $V_P^M = 5000 \text{ м/с}$, при базе 50 см относительная погрешность измерения скорости $V_P^M \delta_V$ не превышает 3,5 %.

Отклонение излучателей от оси прозвучивания не превышает 45° в обе стороны.

$$L_\phi = 2\sqrt{\left[\frac{L}{4} + R_{III}(1 + \sin \alpha)\right]^2 + (R_{III} \cos \alpha)^2}, \quad (6.9)$$

где L_ϕ – фактическая база прозвучивания; L – минимальное расстояние между шпурами; R_{III} – радиус шпура; α – угол отклонения излучателя от оси прозвучивания.

Принимая $L = 50$ см, $\alpha = 45^\circ$, $R_{III} = 2,2$ см, получим, что фактическая база прозвучивания $L_\phi = 51,4$ см и $\Delta L = 1,4$ см.

В связи с этим, абсолютная ошибка в определении базы измерения была принята $\pm 1,5$ см.

Для проведения измерений в скважине большого диаметра были изготовлены салазки, которые крепятся винтами к корпусу датчика. Отверстия под винты просверлены под углом 120° к оси выдвижного излучателя. Изменяя длину винтов и опорных шайб, можно приспособить датчик к измерениям в скважинах практически любого диаметра.

При интерпретации результатов ультразвуковых измерений учитывались следующие факторы.

Пространственная изменчивость величины информативного признака включает в себя регулярную и случайную составляющие. Регулярная компонента характеризует медленное изменение V_r , выявление которой является задачей контроля, случайная компонента представляет собой «помеху», от которой необходимо избавиться.

Для выделения регулярной компоненты применялась методика текущего сглаживания экспериментальных данных [20], при этом, число точек сглаживания K определяется выражением:

$$K = \frac{n}{(3 \div 4)}; \quad (6.10)$$

где n – общее число измерений в массиве. В большинстве случаев $n = 12-18$, тогда $K = 3$. Расчет производился по формулам:

$$\tilde{V}_i = \frac{1}{3}(V_{i-1} + V_i + V_{i+1}), \quad \tilde{V}_{i-1} = \frac{1}{3}(2V_{i-1} + V_i), \quad \tilde{V}_{i+1} = \frac{1}{3}(V_i + 2V_{i+1}),$$

(6.11)

Методика текущего сглаживания позволяет выделить случайную компоненту изменчивости $V - \tilde{V}$, и определить зоны концентрации напряжений в массиве (В) и зоны нарушений пород (А).

Отсутствие анизотропии скоростей в ненагруженных образцах пород, вцдержанность литологического состава и отсутствие слоистости в большинстве экспериментальных участков массива позволяют считать, что превышение скорости продольной волны в массиве над средней скоростью в образцах пород при отсутствии давления, является следствием напряженного состояния пород массива. В случае, если $V_p < V_p^{обп}$, то это объясняется либо трещиноватостью или нарушением пород, либо действием растягивающих напряжений.

Среднее арифметическое значение скорости продольной волны в массиве V_p может служить сравнительной характеристикой среднего значения напряжений, действующих в массиве. Доказательством этого являются результаты сравнительных измерений напряжений методом разгрузки и ультразвуковым методом.

С помощью, изложенной выше методики и количественных зависимостей (6.4)–(6.7) были определены акустические и упругие характеристики массива и образцов пород месторождений Хайдаркан, Терексай.

Результаты испытаний показали, что исследуемым породам свойственна существенная анизотропия скоростей упругих волн, изменяющаяся в широких пределах: от 5–10 % до 80–100 %. Упругие характеристики, определенные по различным направлениям относительно осей симметрии, также существенно различались.

Модули упругости, определенные в направлении напластования $E^{\parallel}, \mu^{\parallel}, G^{\parallel}$ больше их значений, определенных вкрест напластования $E^{\perp}, \mu^{\perp}, G^{\perp}$, то есть имеют место соотношения: $E^{\parallel} > E^{\perp}, \mu^{\parallel} > \mu^{\perp}, G^{\parallel} > G^{\perp}$.

Сравнение акустических и упругих характеристик, определенных на образцах и в массиве, показали, что их значения в значительной мере зависят от напряженного состояния.

Напряженно-деформированное состояние породного массива. Одной из главных причин низких технико-экономических показателей и высокого травматизма при обработке высокогорных месторождений является низкая достоверность сведений о строении, составе, свойствах и состоянии породного массива. Действительно, как показывает практика, геомеханическая обеспеченность горных работ характеризуется неполнотой информации по геомеханике массива, которая сказывается на всех стадиях разработки. К сожалению, до стадии проектирования и при решении отдельных эксплуатационных задач не устанавливается в достаточной мере усложненность поля механических напряжений в массиве в пределах месторождения, т. е. неоднородность и неравномерность действия сил, их различная направленность и значительная дифференциация в пространстве, а также их временная изменчивость. Отсюда и неудачное вскрытие месторождения, нерациональное планирование сетей горных выработок, очередности и направления их проведения.

При управлении геомеханическими процессами и определении оптимальных параметров горных работ (выемок, траншей, откосов, туннелей, капитальных подготовительных и очистных выработок) в условиях Кыргызстана большое значение имеет правильное представление о напряженном состоянии нетронутого породного массива.

В горных районах выделяются три области породного массива, в которых характер распределения и величина напряжений имеют качественные и количественные различия (рисунок 6.4):

- породный массив в горных склонах выше их основания;
- нижележащий породный массив под основанием гор на глубине, не превышающей их высоту;
- нижележащий породный массив на глубине больше высоты гор.

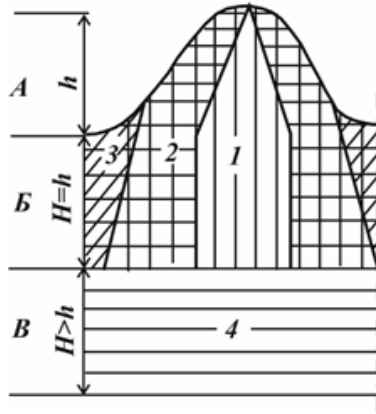


Рисунок 6.4 – Обобщенная схема распределения напряжений в породном массиве в горной местности: 1 – зона пониженных; 2 – зона повышенных; 3 – зона наибольших концентраций; 4 – зона равных напряжений

В горных склонах происходит перераспределение напряжений. Под вершинами образуются зоны пониженных, а в приконтурных частях склонов – зоны повышенных напряжений.

Расчет напряжений в нижележащем породном массиве под действием одиночного хребта производится следующим образом (рисунок 6.5):

$$\sigma_{p,x} = \sigma_x^{yH} + \sigma_x^p = \lambda\gamma H + P\{\ln(H^2 + X_1^2) + \ln(H^2 + X_2^2) - 2\ln(H^2 + l^2)\}, \quad (6.12)$$

$$\sigma_{p,y} = \sigma_y^{yH} + \sigma_y^p = \gamma H + PK; \quad \tau_{p,xy} = PH(\theta + \varepsilon + \eta)$$

На глубинах, превышающих высоту горы, напряжения под вершиной и в подножье практически одинаковы и определяются:

$$\sigma_{p,x} = \lambda\gamma H \left(1 + \frac{h'}{\pi H \lambda}\right), \quad \sigma_{p,y} = \gamma H \left(1 + \frac{h'}{\pi H}\right), \quad (6.13)$$

где $h' = \frac{h}{2}$; $P = \frac{\gamma h}{\pi(c-x_1)}$; $K = c\eta X_2\theta + X_2\varepsilon$; $\theta = \arctg \frac{X_2}{H}$; $\varepsilon = \arctg \frac{X_2}{H}$; $\varepsilon = \arctg \frac{X_2}{H}$; $\sigma_{p,x}$, $\sigma_{p,y}$, $\tau_{p,xy}$ – суммарные напряжения в нижележащем массиве, обусловленные весом пород и влиянием рельефа; σ_x^{yH} , σ_y^{yH} – напряжения от собственного веса столба пород в равнинной местности; σ_x^p , σ_y^p – напряжения под действием рельефа;

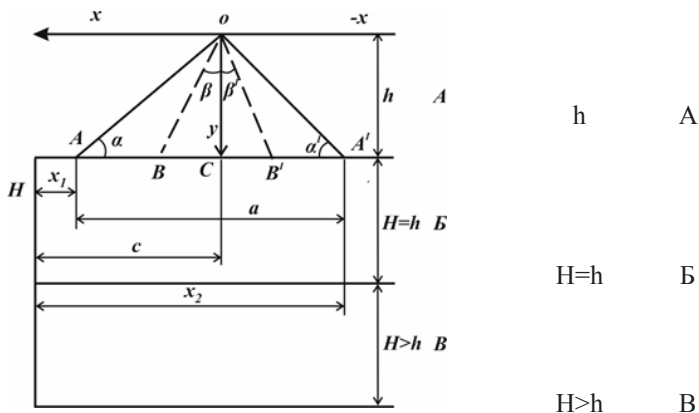


Рисунок 6.5 – Схема к расчету напряжений в массиве под воздействием одиночного хребта

h – высота горы; H – глубина от основания горы; C – горизонтальная координата исследуемой точки массива относительно вершины горы (рисунок 6.5); X_1, X_2 – горизонтальные координаты относительно подножья горы.

Общее напряженное состояние породного массива в горных районах можно представить в следующем виде:

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_T, \quad (6.14)$$

где σ – полные, действующие в массиве напряжения; σ_p – суммарные напряжения, обусловленные весом пород и влиянием рельефа:

$$\sigma_p = \sigma^{YH} + \sigma^P, \quad (6.15)$$

где σ^{YH} – напряжения, обусловленные собственным весом пород; σ^P – напряжения под действием рельефа; σ_T – тектонические напряжения.

Одним из основных факторов, влияющих на напряженное состояние породного массива в горных районах, является рельеф местности, под действием которого в массиве могут образоваться зоны как повышенных, так и пониженных напряжений.

Существующие аналитические и численные методы для условий плосконапряженного состояния в некоторых случаях позволяют учесть влияние наиболее простых элементов рельефа.

В горной местности со сложным строением рельефа часто массив испытывает действие совокупности элементов рельефа (горы, окружающие район месторождения полукругом или со всех сторон и др.), в результате чего напряженное состояние массива значительно усложняется. Данный вопрос в настоящее время не решен.

Все шахты, рудники Кыргызстана, например, расположены в горных районах и имеют сложное геологическое строение. В формировании структуры месторождений активную роль играла новейшая тектоника. Шахтные, рудные поля характеризуются наличием многочисленных складчатых и разрывных тектонических нарушений разных типов и порядков. Сложное геологическое строение обуславливает и сложное напряженное состояние массива пород, которое даже в пределах одного региона может значительно изменяться.

Наряду с действием гравитационных напряжений, вызванных собственным весом столба пород от поверхности и влиянием рельефа местности возможно образование силовых полей за счет тектонической деятельности.

Тектоническое силовое поле более сложное, чем гравитационное. Его параметры могут значительно изменяться как в пространстве, так и во времени. Изменчивы, в частности, ориентировка осей главных напряжений и их абсолютные значения. С глубиной тектонические силы могут, как увеличиваться, так и уменьшаться.

Во многих случаях тектонические напряжения значительно превосходят по величине гравитационные. Поэтому основными методами при определении тектонических полей напряжений в настоящее время являются инструментальные.

В результате большого объема экспериментальных исследований в условиях месторождений (Кадамджай, Хайдаркан, Таштагол, Абакан, Темир-Тау) и аналитических работ установлено, что формирование исходного поля напряжений в горных районах происходит под влиянием тектонических процессов и напряжений, обусловленные действием веса горных пород и рельефа местности.

Напряженное состояние в породных массивах определяется величиной и ориентацией главных напряжений, характером изменения этих параметров в пространстве и во времени.

Поля напряжений в породном массиве изменялись в соответствии с закономерной последовательностью тектонических процессов, характерной для циклов. Формирование месторождений полезных ископаемых приурочено к определенному циклу и соответствующему ему виду напряженного состояния породного массива. Последующее развитие массива (пострудный период) сопровождалось образованием в нем новых структурных элементов и изменением напряженного состояния. Процесс, продолжающийся до настоящего времени, включает этап, характеризующийся накоплением повреждений, которые в итоге формируют современные прорастающие магистральные разломы. Этим этапом развития земной коры подготовлены современные поля напряжений в породных массивах. Их реконструкцию необходимо осуществлять с учетом предшествующих событий и образований на этих стадиях развития рассматриваемого региона тектонических структур.

Разделение породного массива на блоки происходит при таком напряженном состоянии, которое обеспечивает его вид – сдвиг, надвиг, отрыв и др. В верхних слоях литосферы они происходят при определенном соотношении максимальных (σ_1) и минимальных (σ_3) главных напряжений, которое удовлетворяет условию Кулона–Мора. Каждый конкретный вид тектонической структуры определяется конкретным типом геодинамического региона.

При анализе сформировавшихся структур реконструируемые фоновые напряжения соответствуют ситуации, имевшей место на момент образования разломов.

Ориентацию главных напряжений, действовавших на момент образования структур в определенный этап их эволюции, геомеханическую природу и интегральные свойства пород блоков реконструируют с помощью методов тектонофизики, теорий разломообразования и деформирования пород, и современных методов структурного анализа.

Ориентацию современных полей главных напряжений устанавливают с учетом сложившейся структуры массива из анализа активных и развивающихся структур. Так, например, по сопряженным разрывным нарушениям или развивающимся структурам, являющимися следствием механического воздействия к рассма-

триваемому методу, устанавливаются для фоновых напряжений ориентацию главных напряжений. Поэтому, если устанавливается факт наличия сопряженных поверхностей нарушений, значит, этим самым однозначно устанавливаются направления действия тектонических сил.

В породном массиве образовавшиеся нарушения в процессе воздействия сжимающих сил $P_1 > P_2 > P_3$ ориентированы по отношению к ним следующим образом (рисунок 6.6, а). Относительно направления действия минимальной силы P_3 образуются две симметричные плоскости разрывов. Пересекаясь, они образуют в направлении действия силы P_2 образующую линию AB (рисунок 6.6, б). В тектонике такая пара поверхностей нарушений называется сопряженными. К ним относятся сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги.

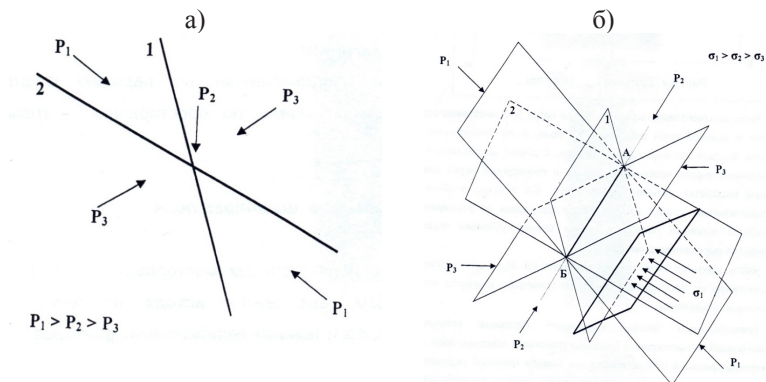


Рисунок 6.6 – Сопряженные поверхности разрывных нарушений в плане (а) и схема определения ориентации главных нормальных напряжений по ориентации сопряженных поверхностей разрывных нарушений (б)

Промежуточное сжимающее главное напряжение (σ_2) будет ориентировано вдоль линии пересечения поверхностей нарушений. Оси (σ_1) и (σ_3) однозначно определяют биссектрисы острого и тупого смежных углов, образованных сопряженными поверхностями. На региональном уровне ось (σ_2) близка к вертикали.

Выявляя сопряженные нарушения, как результат механического воздействия внешних сил на массив, можно установить главные направления.

Зависимость для главных тектонических напряжений в породах, которые характеризуют тот или иной геодинамический режим, в общей форме имеет вид [20–21]:

$$\sigma_i^{(j)} = \lambda_i^{(j)}(\rho, \mu, \alpha) \cdot \gamma H + C_i^{(j)}(\rho, \mu, \alpha) \cdot \sigma_{сж}, \quad (6.16)$$

где $\rho, \mu, \alpha, \sigma_{сж}$ – средние значения угла внутреннего трения, коэффициента поперечной деформации, объемного веса, предела прочности на одноосное сжатие пород; H – глубина, для которой оценивают напряжения в породах.

Индекс $i = 1, 2, \dots, 5$ определяет компоненты главных напряжений ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$), нормальное (σ_n) и касательное (τ) напряжения в плоскости нарушения, которое ориентировано под углом α к плоскости действия минимального напряжения.

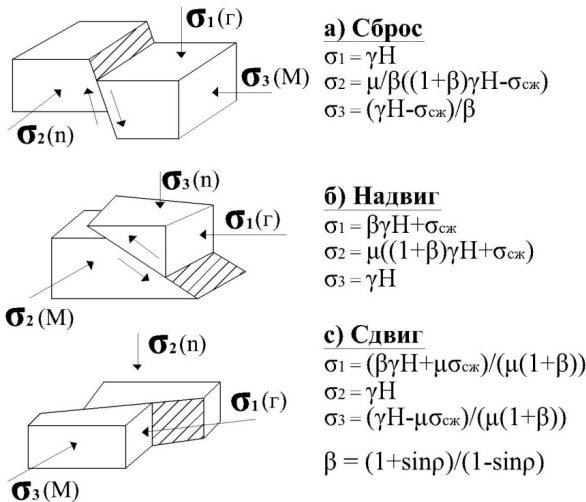


Рисунок 6.7 – Схема действия главных напряжений относительно зон: сброса, надвига, сдвига

Индекс j определяет вид тектонической структуры, обусловленной соответствующим типом геодинамического региона. Для режима, которой определяется растяжением или только гравитационным полем с образованием нарушений типа сброс, раздвиг составляет $j = 1$. При горизонтальном сжатии с образованием взбросов, надвигов $-j = 2$, для сдвигов $-j = 3$.

Функциональные параметры $\lambda_i^{(j)}$ и $c_i^{(j)}$ зависят от физико-механических свойств пород блоков. Эти параметры определяют для рассматриваемых геодинамических режимов ($j = 1, 2, 3$) по формулам, приведенным в таблице 6.3, соответственно, в числителях и знаменателях.

Сброс напряжений, имеющий место в процессе структурообразования, учитывается через параметры $\rho, \mu, \alpha, \sigma_{сж}$, которые принимаются с поправкой на структурное ослабление пород и масштабный эффект.

Поэтому, в качестве основного экспериментального метода исследований принят структурный способ определения напряжений в нетронутом породном массиве. Структурный метод определения напряжений заключается в определении пространственного положения осей главных нормальных напряжений по формам складок, сопряженным системам трещин скалывания, отрыва. В качестве информативных параметров использованы элементы залегания крыльев складок, разрывных нарушений.

Складка (хребет), как физическое и геометрическое тело разбивается на части, называемые элементами складки. Поверхность складки распадается на части – две плоские и одну криволинейную (рисунок 6.8).

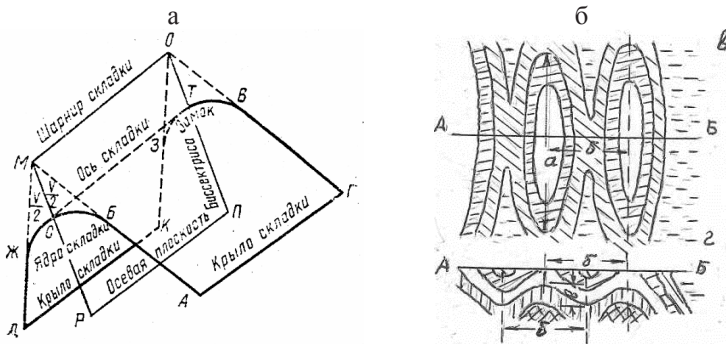


Рисунок 6.8 – Элементы и параметры антиклинальной складки

Таблица 6.3 – Определение параметров $\lambda_i^{(j)}$ и $C_i^{(j)}$ для различных геодинамических режимов

i j	1	2	3	4	5
1	$\lambda_1^{(1)} = \frac{1}{-(1)}$	$\frac{\mu\beta^{-1}(1+\beta)}{-\mu\beta^{-1}}$	$\frac{\beta^{-1}}{-\beta^{-1}}$	$\frac{\cos^2\alpha + \beta^{-1} \cdot \sin^2\alpha}{-\beta^{-1}\sin^2\alpha}$	$\frac{\frac{1}{2}(1-\beta) \cdot \sin 2\alpha}{\frac{1}{2}\beta^{-1}\sin 2\alpha}$
2	$\frac{1}{1}$	$\frac{\mu(1+\beta)}{\mu}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{\sin^2\alpha + \beta\cos^2\alpha}{\cos^2\alpha}$	$\frac{1}{2}(\beta-1) \cdot \frac{\sin 2\alpha}{\frac{1}{2}\sin 2\alpha}$
3	$\frac{\beta[\mu(1+\beta)]^{-1}}{(1+\beta)^{-1}}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{[\mu(1+\beta)]^{-1}}{-(1+\beta)^{-1}}$	$\frac{[\mu(1+\beta)]^{-1} \cdot (\sin^2\alpha + \beta\cos^2\alpha)}{(1+\beta)^{-1} \cdot (\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)}$	

Примечание. Индексы определяют:

j – вид тектонической структуры: $j = 1$ – сброс, раздвиг; $j = 2$ – взброс, надвиг; $j = 3$ – сдвиг.

i – компоненты напряжений: $i = 1, 2, 3$ – $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$; $i = 4$ – σ_n ; $i = 5$ – σ_n в плоскости разрывного нарушения, ориентированного под углом α к плоскости действия $\sigma_3, \beta = (1 + \sin \rho)/(1 - \sin \rho)$.

Линейные и угловые величины, характеризующие размер, форму и положение складки в пространстве, называются геометрическими параметрами складки. К ним относятся: размеры складки; элементы залегания крыльев складки; элементы залегания оси (шарнира) складки; угол складки; элементы залегания осевой плоскости (поверхности).

Размеры складки характеризуются длиной, шириной и высотой (рисунок 6.8, б). Длиной складки называется расстояние a вдоль осевой линии между погружениями одного и того же стратиграфического горизонта на противоположных концах складки. Ширина или горизонтальный размах складки, выражается расстоянием b между осевыми линиями двух соседних антиклиналей или синклиналей. Высотой c , или вертикальным размахом складки, называется расстояние по вертикали между замком антиклинали и замком смежной с ней синклинали, измеренное по одному и тому же слою.

Геометрическая интерпретация результатов изучения складчатого залегания представляет собой геометризацию складок или геометризацию этой геологической структуры.

Разрывные структуры являются весьма распространенной формой залегания горных пород. Для разведки и разработки месторождений полезных ископаемых существенное значение имеют проявления разрывов в форме дизъюнктивов и трещиноватости.

Общим для той или другой формы является расчленение пород на блоки трещинами разрыва, различие же заключается в том, что при дизъюнктивных нарушениях или смещениях наблюдается перемещение блоков, а при трещиноватости отсутствует заметное относительное перемещение блоков.

Наблюдения показывают, что дизъюнктивы имеют зональное, а трещиноватость – хотя и неравномерное, но повсеместное распространение. В этом смысле трещиноватость пород или породного массива является общим их свойством. Из этого следует, что при разрывных нарушениях горные породы расчленяются по образующимся поверхностям на отдельные части или блоки.

Поверхности, по которым происходит это расчленение, представляются в виде трещин, по которым разобщенные блоки

перемещаются относительно друг друга на то или иное расстояние. Каждая такая трещина в этом случае называется сместителем, а перемещенные по ней относительно друг друга блоки – крыльями. Крыло, расположенное под сместителем – лежачим. Сместитель и крылья (блоки) пластов называются элементами смещения.

Анализ экспериментальных материалов по измерению напряжений в условиях различных месторождений региона показывает, что измеренные напряжения в породных массивах существенно отличаются от напряжений, определенных аналитическими методами [20]. Напряжения на одной и той же глубине неодинаковы по величине и направлению. Вертикальные и их составляющие часто не равны весу налегающих пород, а горизонтальные напряжения в ряде случаев в 2–10 и более раз превосходят соответствующую компоненту, обусловленную геостатическим давлением.

Для выявления природы геодинамических полей напряжений проанализированы данные неотектоники региона [22] с реконструкцией палеотектонических напряжений в условиях ряда месторождений и сопоставлением их с показателями непосредственных измерений в породных массивах [23].

Сопоставительный анализ результатов измерения напряжений в натуральных условиях некоторых месторождений Тянь-Шаня с данными неотектоники указывает на непосредственную связь между измеренными и тектоническими полями напряжений (рисунок 6.9). Так, Памиро-Алайская система волновых движений земной коры (XV) охватывает одноименные горные системы и ориентировано на север.

Азимуты направлений максимальных горизонтальных напряжений, измеренных в массивах месторождений Хайдаркан, Улуу-Тоо, расположенных на Юго-Западе Фергано-Кокшальской складчатой области, совпали с азимутом направлений неотектонических напряжений. А система волновых движений земной коры Чаткало-Ферганская (XI) – ориентирована на юг. Азимуты направлений максимальных горизонтальных напряжений, измеренных в массивах месторождения Терексай, расположенных в Чаткало-Кураминской складчатой зоне тоже совпали с азимутом направлений неотектонических напряжений. Азимуты направле-

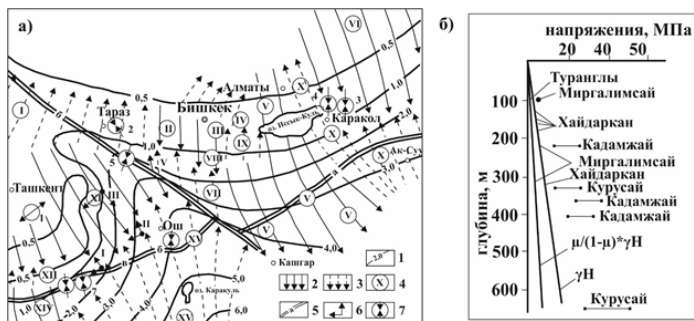


Рисунок 6.9 – Анализ напряженного состояния породного массива Тянь-Шаня на основе данных о современном движении земной коры и натурных измерений: а) 1 – средние скорости горизонтальных перемещений земной коры за новейшее время (мм/год); 2 – направления волновых движений земной коры, ориентированные на юг; 3 – направления волновых движений земной коры, ориентированные на север; 4 – система волн и их номера: I – Каратау-Таласская, II – Аспаринская, III – Чуйско-Киндиктасская, IV – Байбичесоурская, V – Трантяньшаньская, VI – Джунгарско-Тенгританская, VII – Кетментюбинско-Арпинская, VIII – Джумгалская, IX – Кочкорская, X – Кокшаал-Заилийская, XI – Чаткальская-Ферганская, XII – Нурагауская, XIII – Туркестанская, XIV – Гиссаро-Байсунтауская, XV – Памиро-Алайская; 5 – глубинные разломы: а – Кокшаальский, б – Таласо-Ферганский, в – Гиссаро-Восточно-Алайский; 6 – направления максимальных горизонтальных напряжений, измеренные методом разгрузки: I – месторождение Хайдаркан, II – Улуу-Тоо, III – Терексай, IV – Токтогульская ГЭС; 7 – направления максимальных напряжений сжатия по сейсмологическим данным: 1 – Ташкентское 26.04.1966 г.; 2 – Джамбульское 10.05. 1971 г.; 3 – Сарыкамышское 5.06.1970 г.; 4 – Жаналаш-Тюпское 03.1978 г.; 5 – Чаткальское 3.12.1946 г.; 6 – Алайское 04.1978 г.; 7 – Баткенское 02.1977 г.; б) Распределение субгоризонтальных напряжений по измерениям в рудниках региона

ний максимальных горизонтальных напряжений месторождений Кадамджай, Терексай и каньона р. Нарын в районе строительства Токтогульской ГЭС, имеют одинаковое направление с азимутом направлений неотектонических напряжений соответствующих областей.

Анализ ориентаций осей напряжений в очагах землетрясений, происходивших на территории региона, дал такие же связи с азимутами направлений максимальных напряжений.

Эти связи указывают на то, что современные тектонические движения земной коры в регионе Тянь-Шань носят унаследованный характер. В соответствии с геологической структурой в рассматриваемой области региона можно разграничить зоны с одинаковым поведением в движении и определенным постоянством в пространстве напряженным состоянием.

Таким образом, напряженное состояние массива в пределах региона Тянь-Шань формируется под действием двух основных факторов: повсеместно действующих гравитационных напряжений и изменяющихся от тектонических зон к тектонической зоне тектонических напряжений. В регионе действуют высокие горизонтальные тектонические напряжения неотектонической природы с зональными распределениями по направлению действия. Уже на достигнутых глубинах подземных горных разработок в некоторых районах региона тектонические напряжения по величине превышают гравитационные в 2–3 раза и более.

Обобщая измеренные главные напряжения можно представить, как результирующие напряжения двух сил: гравитационной (γH) и тектонической (T). При условии, что при $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ уравнения имеют вид:

$$\sigma_1 = \gamma H + \lambda_1 T; \sigma_2 = \lambda \gamma H + \lambda_2 T; \sigma_3 = \lambda \gamma H + T. \quad (6.17)$$

где λ – коэффициент бокового распора в поле гравитационных сил; λ_1 и λ_2 – коэффициенты анизотропии тектонических напряжений в вертикальном (λ_1) и горизонтальном (λ_2) направлениях.

Направления действия тектонических напряжений играют решающую роль в формировании критического состояния массива вблизи горных выработок в зависимости от их пространственного расположения относительно направления действия главных напряжений, т. е. проявление горного давления и меры его предупреждения в условиях влияния тектонических сил имеют ряд существенных особенностей. Значительно повысить (в 2–3 раза) устойчивость горизонтальных выработок можно путем изменения формы их поперечного сечения или изменения ориентации выработок относительно направления действия главных напряжений.

6.3 Геомеханическая оценка породного массива разрабатываемого месторождения

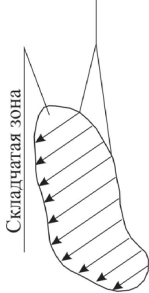
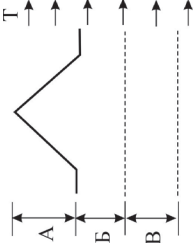
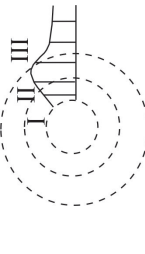
При оценке устойчивости массива наиболее важной является проблема регистрации момента разрушения пород или наступления предела их прочности. В массиве определение предела прочности пород сталкивается со следующими трудностями:

- предел прочности породы является величиной переменной, так как зависит от вида напряженного состояния. Предел прочности изменяется от минимальной величины при одноосном сжатии до максимальной при гидростатическом сжатии;
- имеющиеся методы измерения напряжений в массиве непригодны для оценки критических напряжений в связи с тем, что расчет напряжений основан на аппарате теории упругости, в то время как породы в критическом состоянии находятся за зоной упругости;
- разработанные в настоящее время теории по оценке поведения пород за зоной упругости весьма сложны и пока не пригодны для практических целей. В то же время, задача регистрации момента наступления предела прочности пород в массиве является весьма актуальной.

На основании установленных закономерностей и фактов – наличие высоких горизонтальных тектонических напряжений с зональными распределениями по направлению действия в пределах горной системы Тянь-Шань; возможность оценки состояния массива вблизи горных выработок с помощью геоакустических параметров массива – сформулирован принцип зонального и поэтапного прогнозирования напряженно-деформированного состояния породного массива [20] (таблица 6.4).

Основой рекомендованного принципа служит системно-структурный подход к оценке напряженно-деформированного состояния породного массива, в котором объединяются важнейший постулат системного анализа [23, 25] – необходимость и возможность модельного отражения реальной действительности, а также представления об иерархичности тектонических деформаций, движений земной коры и связанных с ними полей тектонических напряжений.

Таблица 6.4 – Зональное и поэтапное прогнозирование напряженно-деформированного массива в условиях высокогорья

Этапы	Определяются	Применяемые методы измерения и определения
Геологический	 <p>В пределах складчатой зоны определяются азимуты направлений горизонтальных тектонических напряжений (Т)</p>	<p>Анализ геологической карты новейшей тектоники. Выявление участков с большим градиентом средних скоростей вертикальных и горизонтальных движений.</p> <p>Анализ карты сейсмического районирования исследуемой зоны.</p> <p>Метод реконструкции полей напряжений по тектоническим структурам (крупным): разрывов и складок</p>
Горно-геологический	 <p>В пределах месторождения погоризонтно определяются направления горизонтальных тектонических напряжений (Т) и зона влияния рельефа (Б)</p>	<p>Метод реконструкции полей напряжений по тектоническим структурам (средним): разрывов и складок.</p> <p>Выбор участков локальной сейсмичности и расшифровка механизма очагов землетрясений.</p> <p>По результатам измерений сейсмическим методом.</p> <p>По разрушаемости контура выработки и рессамтриваемости керна в скважине.</p> <p>Оценка упругих и прочностных свойств пород</p>
Горно-технологический	 <p>Вблизи горных выработок определяются распределение напряжений и контролируется их изменение в динамике горных работ</p>	<p>Геоакустический метод.</p> <p>Сейсмический метод.</p> <p>Метод разгрузки.</p> <p>Структурный способ.</p> <p>Расчетный метод</p>

В условиях неоднородной, сложно построенной геологической среды, сложного соподчинения тектонических структур разного порядка, интерференции тектонических движений, связанных со множеством взаимодействующих факторов, имеющих разную природу, глубину залегания и проявляющихся на протяжении различных отрезков времени, выделение определенных ступеней в иерархической лестнице тектонических структур оказывается возможным только благодаря тому, что каждая ступень может рассматриваться и функционировать как единое целое.

Тектонические движения, деформации и поля напряжений характеризуются иерархичностью, которая определяется, прежде всего, многофакторностью сложных тектонических процессов. Выделение определенной ступени в иерархической лестнице тектонических деформаций определяется, в конечном итоге, возможностью описания какого-либо объема литосферы как тела, обладающего квазиоднородными физическими свойствами и в пределах которого, отвлекаясь от осложняющих деталей, можно выделить однотипные поля напряжений и деформаций, которые можно связать с действием единого комплекса факторов. В пределах сложной геологической среды однородность объемов литосферы, определяющих ранг тектонических напряжений и деформаций, должно носить статический характер. Та граница, выше которой среда должна рассматриваться как неоднородная, а ниже которой свойства отдельных частей ее статически усредняются и проявляются как новое интегральное качество среды и определяет переход к новому рангу, новой тектонодинамической системе, определяющей особенности тектонических движений и деформаций нового структурного уровня и соответствующее поле напряжений. Прослеживание этих границ на разных масштабах позволило построить системную модель тектоносферы, позволяющую с единых позиций описать особенности деформаций и поле напряжений различных объемов литосферы.

Практическое использование этой модели связано с разработкой критерия ее применимости.

Геологическая оценка напряженного состояния породного массива. Сущность геологического метода оценки заключается в установлении азимута направления действия тектонических сил

и является предварительным и долгосрочным прогнозированием состояния породного массива в пределах тектонической единицы – складчатой зоны или подзоны.

В качестве основных информативных параметров массива служат элементы тектонических структур. Например, зона высоких предгорий Алая, где расположено месторождение Хайдаркан. Данная зона охватывает обширную полосу северных предгорий Алайского хребта. Его разрез характеризуется широким распространением силура, наличием нижнего, среднего и верхнего девона, и развитием нижнее-карбоновых и средне-карбоновых отложений.

Тектоника зоны представлена узкими широтными складками, вытянутыми на десятки километров и соответствующими типичными линейными складками. Строение их асимметричное. Северные крылья складки крутые, южные более пологие. Поверхности надвигов, сопровождающих складки, наклонены к югу. Главные складкообразовательные движения, сформировавшие складчатую структуру зоны, приурочены к границе среднего и верхнего карбона.

Главные отличия зоны заключаются в широком распространении известняков девона, нижнего и среднего карбона, при почти полном отсутствии верхнего карбона и, наконец, в предверхнекарбонном возрасте складчатой структуры.

Явонские отложения Алайского хребта наиболее полно выражены в пределах данной зоны.

Нижний девон указанной области разделяется на герцинские и манакские слои.

Эффузивы сложены главным образом диабазами, порфиритами и их туфами.

Известняковый гряд (хр. Катран-Тау и др.) представлен на всем почти стокилометровом протяжении от Соха до Абшира. Он выражен здесь однообразными светло-серыми и белыми массивно-слоистыми или массивными известняками. Мощность герцинских известняков колеблется от 300 м в хребте Катрантау.

Геологической оценкой – реконструкцией тектонических напряжений – принятым по элементам Алайского хребта (складки), установлен субмеридиальный азимут направления действия тектонических напряжений (рисунки 6.10).

Горно-геологическая оценка породного массива. Вторым этапом производится горно-геологическая оценка, при которой устанавливаются азимуты направлений тектонических напряжений и зоны влияния рельефа в пределах месторождения. Азимуты тектонических напряжений определяются погоризонтно, реконструированием осей напряжения по элементам складок и разрывных нарушений.

Формирование структуры региона продолжается и на современном этапе и носит унаследованный характер. Все это делает возможным привлечение результатов исследований тектонической структуры в условиях ряда месторождений региона Тянь-Шань.

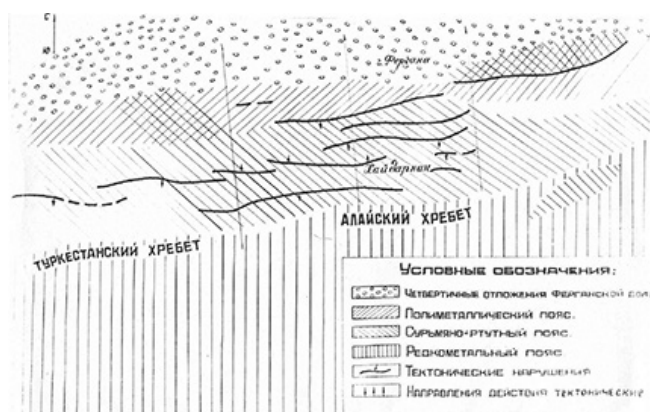


Рисунок 6.10 – Региональная оценка состояния породного массива складчатой зоны высоких предгорий

Произведена геометризация и тектонофизический анализ складчатых и разрывных форм нарушений, наблюдаемых в условиях ряда месторождений (Хайдаркан, Терексай, Кара-Кече, Трудовое). Установлена взаимосвязь между складчатыми и разрывными нарушениями и выявлены этапы движений по разрывным нарушениям.

Так, Хайдарканское рудное поле расположено в пределах Южно-Ферганского ртутно-сурьмяного пояса в зоне высоких предгорий Алая, вдоль подножья хребта Катран Тау. Геолого-тектоническое строение этого пояса определяется приуроченностью его

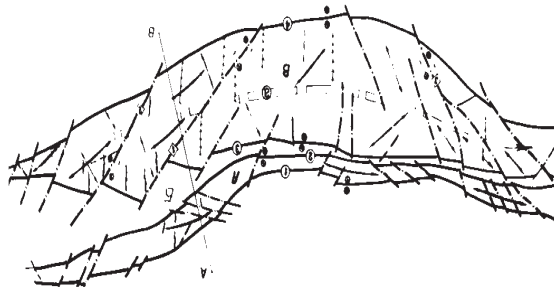
к сложной, субширотной и мобильной зоне, формирование которой происходило в течение весьма длительного периода с верхнего силура до поздней перми. За это время произошло расчленение ее на ряд обособленных продольных поднятий и седиментационных мульд. В результате таких движений образовались более локальные участки, ограниченные крутопадающими глубинными разломами и характеризующими совершенно различными литолого-стратиграфическими разрезами. В дальнейшем на месте этих участков формировались самостоятельные структуры первого порядка – антиклинорий и синклинорий. В зависимости от типа разреза слагающих толщ, складчатую зону разделяют на три рудные зоны (рисунок 6.11) – южную, центральную (к ней приурочено Хайдарканское рудное поле) и северную.

Под рудным полем понимается площадь, занимаемая собственно Хайдарканской антиклинальной структурой. Оно протягивается в широтном направлении более чем на 12 км, шириной 3 км. В поперечном разрезе представляет собой антиклинальную складку продольного изгиба (рисунок 6.11, б), на которой просматривается ряд широтных крупных разрывных нарушений, создавших каркасно-блочную структуру. Изучено внутреннее строение и характер движений по основным крупным разрывным нарушениям и при этом установлено, что движение происходило в несколько этапов.

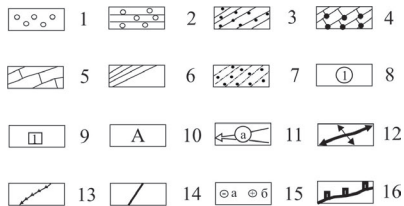
Выявленные этапы движения использовались при составлении геодинамической модели деформирования структуры Хайдарканского месторождения [26] при ее развитии, которое подразделяется на четыре этапа: первый – складчатый, второй – дорудный, третий – рудный и четвертый – послерудный.

В складчатый этап главные сжимающие напряжения действовали в горизонтальной плоскости меридиальной ориентации. Вначале было образование самой складки, во второй стадии – образование широтных нарушений, так называемых поперечных трещин.

а)



б) Разрез по линии А-В



1 – четвертичные отложения; 2 – алудинские конгломераты; 3 – песчанистые сланцы с прослоями известняков и гравелитов толубайской свиты (C_2 ttl); 4 – тонкослоистые известняки пыркафской свиты (C_2 tPr); 5 – массивные известняки пешкаутской свиты (C_1V_p Sch); 6 – углистоглинистые сланцы силур-девона; 7 – кварцевые метасоматиты (джаспероиды); 8 – субширотные разломы: 1 – северный, 2 – Кара-Арчинский, 3 – Южный, 4 – Долинный; 9 – Диагональные разломы: 1 – Диагональный, 2 – Куприянсаинский, 3 – Ишминский; 10 – тектонические блоки: А – северный, Б – центральный, В – южный; 11 – основной антиклинальной складки; 12 – направление мелкой складчатости; 13 – дайки диабазовых порфиров; 14 – меридиональные трещины отрыва; 15 – знаки, указывающие: а – блок опущен, б – блок поднят; 16 – ишметаусский надвиг; 17 – стрелками показано направление перемещения блоков

Рисунок 6.11 – Тектоническая схема Хайдарканского рудного поля

Во второй, дорудный, этап происходило образование диагональных нарушений и движения по ним. При этом максимальные сжимающие напряжения ориентированы в горизонтальной плоскости меридиально.

В третий этап движения по диагональным и широтным нарушениям происходили против часовой стрелки. Интенсивность величины деформаций, подвижки по ним составляли: горизонтальная компонента – 40 м; вертикальная – 30 м. Происходило отложение минерализации, киновари. При этом максимальные сжимающие напряжения ориентированы в субширотном направлении в наклонной плоскости.

И последний, послерудный этап – образование меридиональных трещин отрыва, отложение в трещинах оперения диагональных разрывных нарушений кальцитовой минерализации и образование дополнительной складчатости на участках. При этом максимальные сжимающие напряжения были ориентированы в меридиальном направлении в горизонтальной плоскости.

Геологическое строение поля характеризуется приуроченностью его к мобильной тектонической зоне со сложным внутренним строением. Обусловлено оно взаимным наложением многочисленных складчатых и разрывных структур различных масштабов, типов и направлений. Несмотря на эту сложность, все же достаточно четко выделяются ведущие структурные элементы, определяющие закономерное распределение в пространстве основных типов геологических образований – полей развития осадочных и интрузивных пород. К ним относятся линейные кулисно расположенные складки и параллельные им крупные складчатые разрывы субширотного простирания, образующие серию удлиненных тектонических блоков (структурно-фациальных подзон): северного, центрального и южного (рисунок 6.11).

Основным складчатым сооружением рудного поля является двугорбая, сложно построенная Хайдарканская антиклиналь. Она асимметричного строения и ось ее вытянута в субширотном направлении. К складкам второго порядка на северном крыле антиклинория относится северная антиклиналь, а на южном крыле – южная. Складки третьего порядка имеют простирание близкое

к общему направлению осей структуры. А складки четвертого-пятого порядков развиваются как на крыльях, так и в сводах более крупных структур в тонкослоистых известняках и песчанно-сланцевых отложениях среднего карбона.

Разрывные нарушения играют доминирующую роль в структуре рудного поля. Они представлены многочисленными тектоническими трещинами, зонами интенсивного дробления и брекчирования. Согласно условиям залегания, отношению к складчатой структуре, генетическим и морфологическим особенностям, типам и преобладающими амплитудами смещения они объединены в пять систем.

Первая система. Это взбросы и сбросы субширотного простирания с крутым (до 70–80°) северным падением и амплитудой вертикального перемещения до 1000 м. Располагаются они на крыльях антиклинальных структур второго порядка. Характерной особенностью этих разрывов является параллельное расположение их относительно осевых плоскостей складчатых структур с той же тенденцией движения масс из крыльев в своды. Разломы этой системы глубинные и долгоживущие и к ним относятся Кара-Арчинский, Северный, Южный и Долинный нарушения. Рельефы разломов имеют довольно сложное строение. Оно обусловлено наличием волнообразных перегибов, прослеживающихся в субвертикальном и субгоризонтальном направлениях.

Ориентировка осевых линий искривлений поверхности разлома свидетельствует о том, что тектонические движения земной коры, повлиявшие на формирование рельефа этих разломов, имели как вертикальное, так и горизонтальное направления.

Ко *второй системе* разрывов относятся ряд неровно расположенных разломов широтного простирания, объединяющихся под общим названием – ишметаусский надвиг. По этому нарушению происходило надвигание терригенных отложений силурдевона, а также частично карбона на карбонатные породы нижнего и среднего карбона.

Третья система разломов объединяет крупную группу нарушений, сыгравших основную роль в создании блоковой структуры, типа Диагонального, Куприянского и т. д.

Четвертая система группирует небольшие сколы типа правых взбросо-сдвигов с простиранием от почти субмеридионального до северо-западного и преобладающим крутым западным падением. По отношению к складчатым структурам нарушения этой системы являются секущими и образованы под действием тенгенциальных составляющих сжимающих усилий.

К *пятой системе* принадлежат меридианальные трещины отрыва, широко развитые в пределах рудного поля. Образовались они вследствие растяжения горных пород при меридиальном направлении сжимающих напряжений. Ориентированы они поперек к простиранию основных структур и имеют крутое падение (80–90°) на запад или восток.

Вдоль некоторых крутопадающих разломов и, особенно на контактах между массивными известняками карбона и перекрывающими их глинистыми сланцами, т. е. под экранирующей толщей последних, залегают плстообразные тела джаспероидов, метасоматически окремненных известняков, которые являются главными рудовмещающими породами.

Рудные тела образованы пластовыми залежами джаспероидных брекчий, формирующихся в сводовых частях антиклиналей под экраном глинистых сланцев, а также секущими телами в трещинных зонах вдоль крутопадающих разломов. Формы рудных тел многообразны: субпластовые залежи, линзы, грибо-стобо-гнездообразные тела направленной формы. Установлена многоярусность оруденения. Размеры рудных тел колеблются от нескольких кубических метров до десятков тысяч. Рудные тела отстоят друг от друга на значительном удалении.

Вмещающие породы месторождения представлены известняками, сланцами, джаспероидами, конгломератами, кремневиками. Анизотропия известняков, вызванная слоистостью, возрастает от массивных к слоистым. Из сланцев на месторождении преобладают кварцево-глинистые и известково-глинисто-серицитовые. Несущие свойства сланцев ниже, чем у известняков. Породы обладают большой удельной слоистостью, низкой водопроницаемостью.

В пределах месторождения на основании анализа тектонических структур (рисунки 6.11–6.13, таблица 6.5) установлены

направления действия главных сжимающих сил на различных участках месторождения. Причем оценку состояния породного массива пришлось произвести поэтапно, с учетом тектонических структур массива:

- 1) определение тектонических напряжений на уровне складок II порядка (Хайдарканская антиклиналь);
- 2) по сопряженным системам трещин скалывания (широтные и диагональные крупные нарушения);
- 3) по складкам III, IV и V порядков;
- 4) по мелкой трещиноватости;
- 5) по складкам гофрировки (IV порядка).

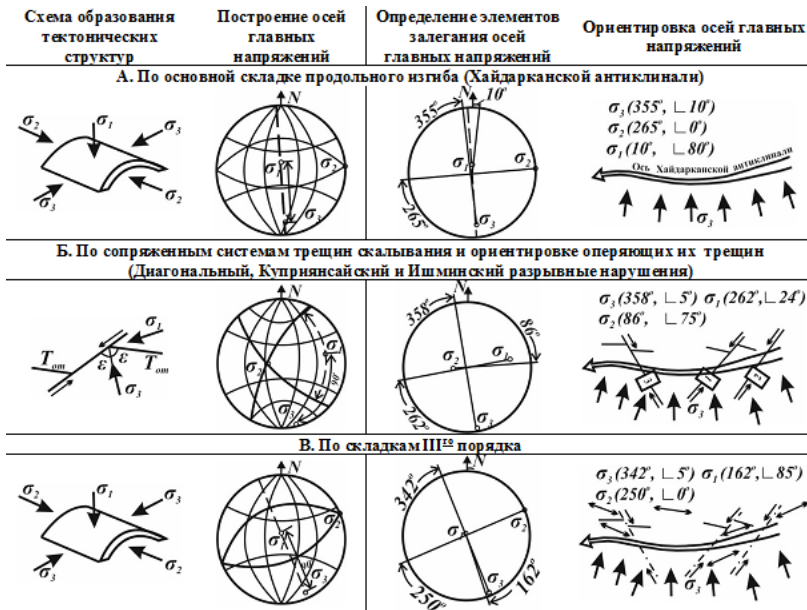


Рисунок 6.12 – Анализ тектонической структуры Хайдарканского месторождения на уровне антиклинали, разломов и по складкам третьего порядка

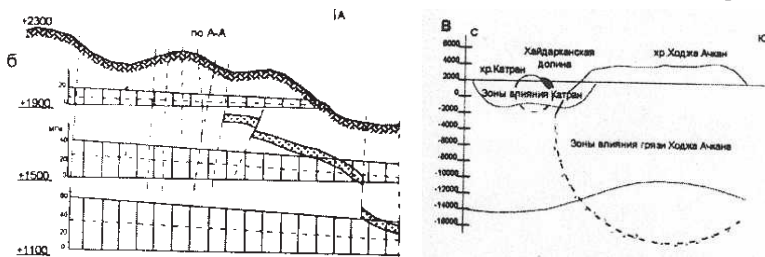
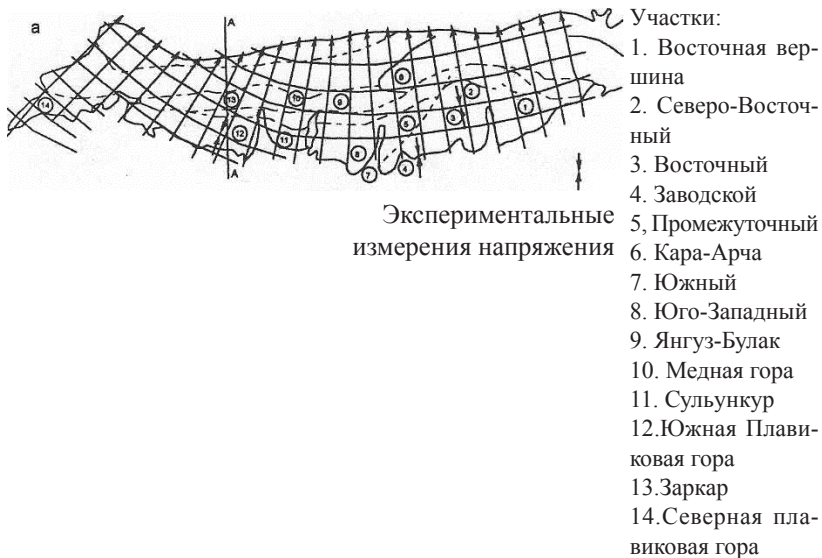


Рисунок 6.13 – Азимуты направления действия главных тектонических и экспериментально измеренных горизонтальных напряжений (а) с глубиной (б) на участке Южной Плавиковой горы и зоны влияния рельефа на напряженное состояние нижележащего массива (в) в районе Хайдарканского месторождения:

- рудные поля месторождения (а);
- • - контуры влияния на вертикальные напряжения (хр. Катран: высота – $h = 600$ м, основание – $a = 4500$ м) (в);
- контуры влияния рельефа на горизонтальные напряжения (в)

Таблица 6.5 – Определение величины и направления тектонических напряжений в массиве пород высокотортного района

<p>А – массив выше основания хребта</p>		<p>Азимут направления тектонических сил (Т) устанавливается структурным способом. Величина рассчитывается, используя формулы С.Н.Никитина, О.В.Рогожникова и результатов непосредственных измерений: а) в склоне $\sigma_1^0 = \sigma_y - [\lambda\gamma H - \varepsilon\gamma tg^2\beta(\gamma + Htg\beta)]$; $\sigma_1^0 = \sigma_z - [\gamma H - \gamma\varepsilon(z + Htg\beta)]$; $\tau_{yz} = \gamma\varepsilon tg\beta(\gamma + Htg\beta)$, $tg\beta = \lambda tg\alpha$,</p> $\varepsilon = \frac{1 + \lambda tg^2\alpha}{3tg^2\beta tg\alpha + 3tg^3\beta tg^2\alpha + ctg\alpha}$; б) в зоне взаимного влияния обоих склонов хребта $\sigma_1^0 = \sigma_y - \gamma H(\lambda - 2\varepsilon tg^2\beta)$; $\sigma_1^0 = \sigma_z - \gamma H(1 - 2\varepsilon tg\beta)$; $\tau_{yz} = 2\gamma H\varepsilon tg\beta$; где: σ_1^0 и σ_1^0 – тектонические горизонтальное и вертикальное напряжения; σ_y и σ_z – измеренные горизонтальное и вертикальное напряжения; β – угол, определяющий зону влияния склона; α – угол наклона склона
---	--	--

<p>Б – зона влияния хребта</p>	<p>(1-2)h $\sigma = \sigma^{YH} + \sigma^P + \sigma_T$ htga где, σ – полные действующие в массиве напряжения; σ^P – напряжения вызванные влиянием рельефа</p>	<p>Азимут направления тектонических сил (Т) устанавливается структурным способом. Величина рассчитывается, используя формулы Г.А.Круленникова, А.Надак и результатов непосредственных измерений: а) для одиночного хребта</p> $\sigma_1^T = \sigma_y - (\sigma_y^{YH} + \sigma_y^P) = \sigma_y - \{\lambda\gamma H - F(K - H[\ln(H^2 + Y_2^2)] - 2\ln(H^2 + C^2))\} \cdot K_p;$ $\sigma_2^T = \sigma_z - (\sigma_z^{YH} + \sigma_z^P) = \sigma_y - [(\gamma H + PK)K_p]; \gamma_{yz} = PH(\theta + \varepsilon + h),$ $P = \frac{\gamma H}{\pi(C-Y)} \cdot K = C\eta + Y_1\theta + Y_2\theta, \theta = \arctg \frac{Y_1}{H},$ $\varepsilon = \arctg \frac{Y_2}{H}, \eta = \arctg \frac{C}{H};$ <p>б) для двух параллельных хребтов</p> $\sigma_1^T = \sigma_y - (\sigma_y^{YH} + \sigma_y^P) = \sigma_y - \left\{ \lambda \left[P \left(1 + \frac{2H}{h} \right) + P \left(1 - \frac{2\pi H}{a} \right) + e^{-\frac{2\pi H}{a}} \cdot \sin \frac{2\pi x}{a} \right] \right\} \cdot K_p;$ $\sigma_2^T = \sigma_z - (\sigma_z^{YH} + \sigma_z^P) = \sigma_z - \left\{ \left[P \left(1 + \frac{2H}{h} \right) + P \left(1 - \frac{2\pi H}{a} \right) + e^{-\frac{2\pi H}{a}} \cdot \sin \frac{2\pi y}{a} \right] \right\} \cdot K_p;$ $\gamma_{xy} = P \frac{2\pi H}{a} \cdot e^{-\frac{2\pi H}{a}} \cdot \cos \frac{2\pi x}{a}; P \frac{Y_1}{a};$ <p>где h – высота горы</p>
<p>В – зона не подвергавшаяся</p>	<p>$\sigma = \sigma^{YH} + \sigma_T$ где, σ^{YH} – напряжения, обусловленные собственным весом пород на глубину от дневной поверхности до исследуемой точки; σ_T – тектонические напряжения</p>	<p>Азимут направления тектонических сил (Т) устанавливается структурным способом. Величина рассчитывается, используя формулы А.Динника и результатов непосредственных измерений: $\sigma_1^T = \sigma_y - \sigma_y^{YH} = \sigma_y - \frac{\mu}{1-\mu} \gamma H; \sigma_2^T = \sigma_z - \gamma H$, где Y_1 и Y_2 – горизонтальные координаты относительно подножия горы; C – горизонтальная координата исследуемой точки массива относительно вершины горы; a – ширина основания хребта; H – глубина от основания горы; γ – объемный вес пород; μ – коэффициент Пуассона; λ – коэффициент бокового давления; K_p – коэффициент влияния рельефа</p>

Реконструкция осей главных нормальных напряжений производилась по элементам залегания складки продольного изгиба и сопряженной пары трещин скалывания. А также при определении напряжений в породном массиве двух рудных участков – Заводской и Плавиковой горы, наряду со структурными, применялись геоакустический метод и метод разгрузки.

Участок Заводской с площадью территории 0,3 км² в структурном отношении как самостоятельная тектоническая единица, совершенно отчетливо выделяется на фоне южного крыла Шоркранинского поднятия. В геологическом строении участка принимают участие отложения нижнего и среднего карбона. Они слагают моноклиналную структуру со сравнительно простым строением. Угол падения их составляет 25–30° по азимуту 160–200°.

Участок Южная Плавиковая гора в структурном отношении приурочен к антиклинальной складке IV порядка, которая прослеживается на протяжении 2,5 км и имеет субширотное простирание. Значительная роль в тектоническом строении участка принадлежит разрывной тектонике.

Результаты определений говорят о том, что в породном массиве в пределах месторождения Хайдаркан действуют горизонтальные сжимающие тектонические силы, направленные на север почти перпендикулярно к оси основной антиклинальной складки.

Горно-геологическая оценка массива в пределах месторождения в целом подтвердила общее направление азимута действия тектонических горизонтальных напряжений, полученных при геологической оценке. В частности, на каждом участке, а их на месторождении 14, азимуты направления варьируют на определенные углы. Зона влияния рельефа распространяется до горизонтов 1800–1700 м.

На основании экспериментальных исследований на одном участке Хайдарканского месторождения установлены следующие соотношения для компонентов напряжений:

$$\sigma_z = \gamma H; \sigma_x = 0,4\gamma H + 14; \sigma_y = 0,4\gamma H + 7 \quad (6.18)$$

Проведенные прогнозные оценки позволили определить рациональные схемы расположения и оптимизацию технологических параметров горных выработок при планировании новых участков и горизонтов месторождения. Так, горизонтальные выработки

необходимо по возможности ориентировать в пределах сектора ограниченного азимутами $0\pm 50^\circ$, и они будут иметь устойчивое состояние. В случае невозможности такого расположения выработке необходимо придать соответствующую форму.

Третьим этапом производится горно-технологическая оценка. На данном этапе корректируются показатели второго этапа оценки на основе применения деформационных, структурных, геоакустических, электромагнитных, радиометрических методов определения напряжений в породном массиве вблизи горных выработок или вне зоны влияния выработки. Кроме того, на этом этапе контролируется изменение полей напряжений геофизическими методами с учетом направления действия максимальных напряжений в массиве.

Породный массив, где ведутся горные работы – весьма сложная и труднодоступная среда, и как показали предыдущие главы, – это конечный результат многих факторов: свойств материала основного тела массива, тектонический деформаций, приведших к складчатости и раздробленности (система разрывных нарушений), напряженного состояния и т. д. Каждый из этих факторов может качественно и количественно изменяться от места к месту.

Имеющиеся математические модели (упругая, пластичная, упруго-пластичная и реологическая) пока не удовлетворяют требованиями, предъявляемым к ним. Особенно в условиях высокогорья, где напряженно-деформированное состояние породного массива имеет сложное распределение. Причем, использование различных методов измерения и определения напряжений, основанных на различных моделях деформируемой среды, различающихся базой измерения от нескольких миллиметров до десятков километров, не позволяет однозначно подойти к геометризации напряженно-деформированного состояния структур разных порядков.

Для последнего уровня оценки на основе корреляционного анализа между акустическими и прочностными свойствами пород месторождения Хайдаркан обоснован комплексный параметр породного массива – акустический модуль, который состоит из произведения объемного веса, скоростей продольной и поперечной упругих волн [27].

Выделены основные физические показатели, характеризующие напряженное состояние и устойчивость породного массива вблизи горной выработки. Разработан принцип геоакустического контроля.

Так как требования горно-технологической оценки состояния массива полностью не удовлетворяют ни один класс (деформационный, структурный, сейсмический, электромагнитный, радиометрический) развиваемых методов определения напряжений и контроля состояния массива пород, были разработаны критерии оценки напряженного состояния по геоакустическому контролю вблизи и вне влияния горных разработок [23, 27]:

- характер распределения напряжений в массиве, определяющийся по распределению акустического модуля;
- критическое напряжение, наличие которого устанавливается по величине акустического модуля относительно пороговых значений;
- степень анизотропии напряжений, которая характеризуется отношением акустических модулей в горизонтальные и вертикальные плоскости массива;
- при слоистом строении массива влияние анизотропии свойств на состояние массива оценивается по величине параметров анизотропии;
- эффективное сечение выработок устанавливается по результатам прозвучивания.

На основе горно-технологической оценки определены оптимальные параметры буровзрывных работ при проведении горных выработок и их методы в условиях Хайдарканского месторождения. Так, по результатам геоакустических измерений в слоистых известняках с учетом блочного строения и распределения напряжений вблизи обнажений рекомендованы оптимальная глубина, новая схема расположения и очередность взрывания шпуровых зарядов при проведении горизонтальных выработок сечением 5,1; 5,8; 6,4 м². Удалось значительно уменьшить глубину «стаканов», увеличив значение КИШ от 0,7–0,8 до 0,8–0,9. Внедрен в производство горно-технологический метод оценки и контроля устойчивости опорных целиков при разработке месторождения камерно-столбовой системой [23].

Полученные результаты представляют собой паспорт свойств и состояния породного массива на рассматриваемом участке в момент контроля.

6.4 Геомеханическое обеспечение горных и горно-строительных работ

Существует определенная специфика в постановке и проведении инженерно-геологических исследований в условиях Тянь-Шаня в зависимости от профиля инженерных сооружений. Эти работы на месторождениях полезных ископаемых существенно отличаются от других традиционных инженерных изысканий на территориях, предназначенных для строительства различных инженерных сооружений (горных выработок, дорог, плотин и др.). Основными особенностями этой специфики можно считать следующие:

1. Отсутствие принципа вариантности, в соответствии с которым в результате инженерно-геологических исследований оценивается несколько вариантов размещения сооружений и выбирается оптимальный с учетом инженерно-геологических условий, т. е. выбор местоположения строительных объектов (горных дорог, плотин, каналов, промплощадок и др.), осуществляется в результате стадийного проведения инженерных изысканий на базе сравнительной оценки природных условий и прогнозов их изменений под воздействием проектируемого сооружения. Месторождения же минерального сырья занимают определенное геологическое пространство литосферы, которое и подлежит оценке. Перенести его в более простые инженерно-геологические условия, как это можно сделать, например, со створом проектируемой плотины, нельзя.

2. Большой объем геологического пространства, занятый полезным ископаемым и вмещающими породами, и подлежащий инженерно-геологическому изучению, значительно превышающий по своим размерам и геологическому разнообразию сферу влияния зданий и сооружений, которая является объектом традиционных инженерных изысканий. В настоящее время, когда месторождения эксплуатируются открытым способом на глубину более 500 м, а подземным – более 2–3 км, приходится изучать в пределах одного объекта большое количество литологических комплексов пород,

водоносных горизонтов, тектонических структур, экзогенных процессов и других особенностей геологических условий, что значительно сложнее и требует больше средств, оборудования, специалистов и времени, чем изыскания под другие строительные объекты.

3. Геологическое изучение месторождений геологоразведочными выработками, расположенными по строго обоснованным сеткам исходя из условий решения главной задачи – оценки запасов и качества полезного ископаемого. Границы изучаемых площадей определяются положением полезного ископаемого, стадией разведки и некоторыми технико-экономическими факторами. В эти площади, как показывает практика, не входят такие важные, требующие инженерно-геологической оценки участки, как территории размещения отходов горного производства, не рабочих бортов, некоторых наземных сооружений и земель, попадающих под вредное воздействие горного производства.

4. Большое разнообразие горных выработок и других сооружений, вступающих в сложные и недостаточно изученные виды взаимодействия с вмещающими горными породами, подземными водами и газами. По разведочным выработкам, даже если бы все они (а не только менее 40 %) были изучены инженерно-геологическими изысканиями, трудно дать прогноз условий устойчивости кровли или почвы подземных выработок, бортов карьеров; установить размеры целиков, рабочих камер; определить параметры крепления капитальных выработок и т. д.

5. Большой промежуток времени между окончанием детальной разведки, по результатам которой ведется техническое проектирование горного предприятия и началом разработки месторождения. За это время происходит моральный и физический износ горнотранспортного оборудования, растут темпы усовершенствования систем и технологий горного производства и т. д. Меняются подходы, методы и оборудование разведочных работ; требуются более обоснованные, надежные и точные геологические оценки, и прогнозы. Все это приводит к тому, что инженерно-геологические рекомендации по материалам детальной разведки к моменту вскрытия месторождения устаревают. В связи с этим встает

вопрос об уточнении исходной информации, оценок, прогнозов и рекомендаций, что и приходится делать горнякам в процессе разработки месторождения.

Приведенные особенности следует принимать во внимание при рассмотрении геологической изученности для конкретного инженерного сооружения.

При планировании и ведении горных работ на дневной поверхности оценку состояния породного массива следует производить поэтапно: геологическую, горно-геологическую и горно-технологическую. В зависимости от значимости, срока службы и места заложения инженерного сооружения или горной выработки принимаемые методы на том или ином уровне оценки могут быть различными.

При планировании и создании различных выемок и полу-выемок после произведенных оценок проверяются проектные показатели с использованием расчетных методов. Например, существующие методы расчета устойчивости откосов связных горных пород можно разделить на пять групп:

1. Методы расчета предельного очертания откосов вогнутой формы, основанные на графиках предельных очертаний откосов.

2. Методы расчета углов откосов при плоской поверхности скольжения.

3. Методы расчета углов откосов при круглоцилиндрической поверхности скольжения.

4. Методы расчета углов откосов при сложной поверхности скольжения, учитывающие наслоение и трещиноватость пород.

5. Методы расчета углов откосов по так называемым углам сдвига без определения формы и положения поверхности скольжения.

Кроме частных недостатков, присущих каждому из перечисленных методов, они имеют и ряд общих недостатков. Наиболее существенный из них – пределы применения этих методов не указываются ни одним из авторов. Предлагая методы для изотропной среды, авторы также не устанавливают возможности их применения при наличии поверхностей ослабления в виде трещин, контактов слоев и линз, дизъюнктивных нарушений. Почти все

практические методы расчета устойчивости откосов исходят из предположения, что обрушения откосов происходят по какой-то поверхности скольжения на всю глубину выработки. На самом деле, расчетная поверхность скольжения не является наиболее слабой, а поэтому и углы откосов при расчетах получаются завышенными. Отсюда появляется необходимость учета состояния породного массива.

После установления азимута направления тектонических сил для данного участка массива рассматриваемой складчатой зоны производится геоморфологическое картирование методом фазового анализа склонов [20, 23]: изучаются и картируются конкретные морфологические элементы рельефа, и составляется морфологическая основа геоморфологической карты. Основная генетическая и возрастная информация получается при этом из характеристик морфологических ситуаций.

В условиях Тянь-Шаня рельеф почти целиком (за исключением площадей, занятых молодыми аккумулятивными образованиями и поверхностной эрозионно-склоновой природы), является тектоническим. Это справедливо не только в отношении крупных морфоструктур, но и в отношении мезо- и микрорельефа вплоть до отдельных долин временных водотоков. Роль экзогенных факторов в условиях данного региона пока еще невелика.

Рельеф Тянь-Шаня в высшей степени информативен в тектоническом (неотектоническом) отношении. Это обстоятельство может быть практически использовано во всех случаях, когда представляет интерес характер тектонической нарушенности массива. Знание закономерностей проявления трещинной тектоники на конкретных объектах поможет определить рациональный комплекс защитных мероприятий, как в период строительства, так и во время эксплуатации сооружений на склонах.

Рассматриваемая горная система Тянь-Шань, как было отмечено выше, имеет сегодняшний рельеф в результате волнообразного тектонического движения развития. Поэтому наблюдается своеобразная дисгармония широтно-вытянутых параллельных хребтов, цепей впадин и локально расширенных речных долин. Почти все хребты тянутся на большие расстояния.

Профиль рельефа любой впадины или горного сооружения Тянь-Шаня довольно сложный. И это, как показали расчеты и эксперименты, влияют на напряженное состояние породного массива. В этих условиях учет влияния напряженного состояния породного массива на развитие горных работ необходимо производить поэтапно, при осуществлении конкретного вида работ. После установления азимута направления тектонических сил определяется глубина и ширина влияния сил рельефа.

Снижение вредного влияния горного давления при ведении горных работ под землей является одним из главных принципов безопасной отработки месторождений. Основываются при этом на знаниях напряженно-деформированного состояния породного массива, как до отработки месторождения, так и в процессе его отработки. Используя результаты зональной и поэтапной оценки [23], необходимо осуществлять раскройку месторождения: установление мест заложения устьев вскрывающих выработок (стволов, штолен и т. д.), определение направления проходки вскрывающих и капитальных выработок, выявление оптимального порядка развития очистных работ, совершенствование технологии разработки.

На стадии проектирования с целью снижения горного давления должны учитываться: оптимальный порядок отработки шахтного поля, необходимость минимальной изрезанности массива полезного ископаемого, геомеханические особенности структуры шахтного поля (геологические нарушения, складки и др.), необходимость полевой подготовки, необходимость ведении горных работ без встречных и догоняющих очистных забоев.

Определение схемы расположения горных выработок. После установления азимута направления тектонических сил для рассматриваемой складчатой зоны производится оценка зоны влияния рельефа. Затем на конкретном участке объекта или месторождения производится локальная оценка напряженного состояния породного массива.

Оценка напряженного состояния породного массива позволяет разработать комплекс эффективных мер по предотвращению или уменьшению интенсивности различных проявлений геомеханических процессов. К ним относятся: выбор благоприятного

направления горизонтальных и наклонных выработок, исходя из условий наименьшей напряженности пород; рациональное расположение смежных выработок, исключающее возможность взаимного наложения повышенных напряжений; рациональная последовательность проведения пересекающихся выработок.

Например, по результатам анализа и прогнозной оценки напряженно-деформированного состояния породного массива месторождений Хайдаркан и Кара-Кече, определены секторы направления осей выработок, ограниченных критическими значениями угла (рисунок 6.14) [21].

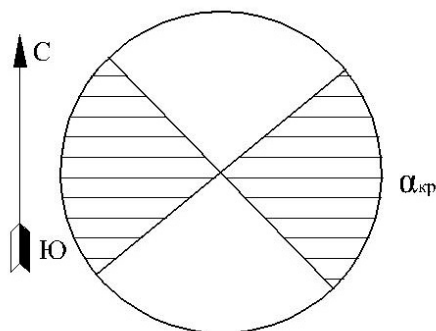


Рисунок 6.14 – Направление осей выработок, ограниченных критическими значениями углов

Продольные оси выработок, попадающие в заштрихованные секторы, являются неблагоприятными по фактору устойчивости. Для повышения их устойчивости рекомендуется ориентировать выработки в меридиональном направлении ($\pm 50^\circ$).

Если невозможно такое расположение по различным (горно-геологическим, техническим) условиям, для повышения устойчивости этих выработок рекомендуется придать им такую форму сечения, при которой объем хрупкого разрушения породы будет минимальным, как известно, наименьший объем отслоения породы обеспечивается при шатровой форме поперечного сечения.

Применительно к прочностным свойствам пород и ввиду напряженно-деформированного состояния массива месторождения,

предлагается метод построения шатрового контура выработки. При заданной ширине выработки описывается окружность радиусом R , равным половине ширины выработки. Строится окружность вокруг выработки радиусом, равным минимальной зоне хрупкого разрушения пород вблизи контура выработки. По данным экспериментальных исследований, зона хрупкого разрушения неравномерна, в кровле она составляет $0,9$ м. И поскольку площадка разрушения породы, согласно существующим представлениям, проходит под углом $\theta = \pi/4 - \varphi/2$ к направлению действия максимальных сжимающих напряжений $\sigma_{сж}$, из верхней точки проводим дуги, образующие шатровый свод под углом $\pi/4 - \varphi/2$ по направлению к стенке выработки. Для того чтобы упростить контур, стенки горизонтальных выработок скрепляются. Ширина выработки, a определяется габаритами транспортного оборудования и должна быть не менее $1,8R$. Увеличение сечения выработок за счет применения шатрового свода составляет $5-7\%$.

На рисунке 6.15 показано построение устойчивой формы сечения выработок на участках с предельным напряженным состоянием массива пород, угол скалывания равен $\varphi = 35^\circ$.

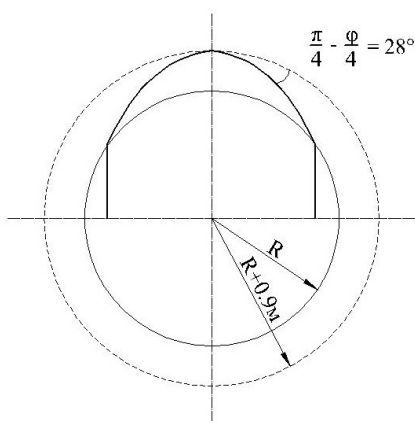


Рисунок 6.15 – Пример построения устойчивой формы сечения горизонтальной выработки на участках с предельным напряженным состоянием пород

Наибольшая эффективность за счет применения рациональной формы сечения достигается при строгом оконтуривании выработки в натуре, что может быть обеспечено применением контурного взрывания (рисунок 6.16). Рекомендуемые формы сечений выработок апробированы и внедрены в производство на месторождении Хайдаркан.

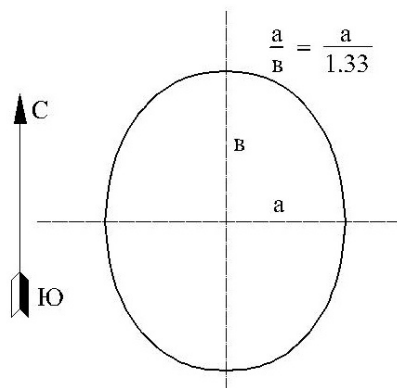


Рисунок 6.16 – Рекомендуемое сечение вертикальных выработок на участках с предельным напряженным состоянием пород

При сбойках выработок возникают две задачи: выбор участков (мест сопряжений) выработок и определение целесообразной очередности проведения выработок при сбойке. При действии горизонтальных тектонических напряжений создаются специфические условия при проведении сбоечных работ, которые необходимо учитывать.

Для условий месторождения Хайдаркан рекомендуется следующая предпочтительная схема сбойки горизонтальной и вертикальной выработки (рисунок 6.17, а). Горизонтальную сбоечную выработку следует вести с юга на север.

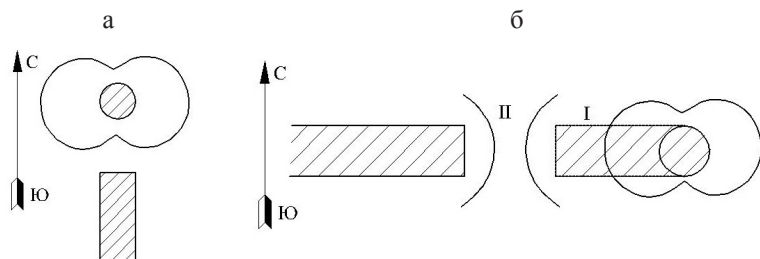


Рисунок 6.17 – Предпочтительная схема сбойки горизонтальной и вертикальной выработки (а). Схема очередности сбойки шторка и ствола; I, II – очередность сбойки (б)

При сбойке вертикальной выработки, ориентированной в широтном направлении, для уменьшения горного давления рекомендуется в начале (I этап) выйти из напряженной зоны специальной врезкой (рисунок 6.17, б), с которой и будет затем сбиваться (II этап) горизонтальная выработка, поскольку напряжения впереди тупикового забоя уменьшаются быстрее, чем возле стенки ствола, а концентрация их меньше (впереди тупикового забоя концентрация забоя $K\sigma = 1,5$ против 2,5 вблизи ствола).

При определении сечения и технологии проведения выработок оценка напряженного состояния породного массива под склоном позволяет придать выработкам наиболее благоприятную форму поперечного сечения по условиям распределения напряжений; применять специальные способы ведения буровзрывных работ с целью обеспечения ровного их контура и исключения таким образом местных концентраций напряжений, а также снижения степени нарушенности пород вблизи контура; осуществлять специальные мероприятия, обеспечивающие безопасность горных работ в зонах проявления стреляния, выбросов и удара.

Для оценки устойчивости горных выработок, эффективности ведения буровзрывных работ большое значение имеют исследования параметров зоны технологической трещиноватости в массиве пород вблизи выработок.

Зоны нарушенных пород при проведении выработки изучаются различными способами: реометрическим, ультразвуковым, сейсмометрическим, электрометрическим, радиометрическим и др.

Существующее в настоящее время традиционное представление об особенностях разрушения горных пород в проходческом забое исходит из того, что данный объем массива находится под воздействием значительного зажима со стороны боковых пород. Влияние этого зажима тем больше, чем меньше площадь поперечного сечения выработки, и наоборот. Поэтому в целях облегчения условий разрушения и достижения, таким образом, наибольшей полноты отрыва, в первую очередь необходимо создавать такие условия взрывного нагружения, которые способствовали бы образованию наибольшего вруба, как по площади, так и по глубине. Создание такого вруба обеспечивает более благоприятные условия для разрушения остальной части объема пород в пределах величины заходки в данном конкретном забое.

Именно такое представление об особенностях взрывного нагружения массива в проходческом забое привело к тому, что комплект шпуров стали рассматривать как состоящий из отдельных групп шпуров (врубовых, отбойных, оконтуривающих и вспомогательных). При этом перед каждой группой шпуров ставится вполне определенная задача, отличающаяся от другой группы. Современная практика ведения буровзрывных работ (БВР) при проведении выработок, как известно, располагает огромным разнообразием конструкции врубов – от клиновых до щелевых; от центральных до боковых; от призматических до «бочкообразных»; от симметричных до асимметричных; от спиральных до цилиндрических и т. д. Однако, несмотря на это более чем достаточное многообразие конструкций врубов и схем расположения врубов и схем расположения врубовых шпуров, самая идеальная конструкция вруба все еще не найдена, так как после взрыва по-прежнему продолжают оставаться глубокие «стаканы», которые не только снижают эффективность БВР, но и значительно повышают опасность работы из-за часто остающихся в этих «стаканах» не взорвавшихся частей зарядов ВВ. Коэффициент использования шпура (КИШ) остается по-прежнему неудовлетворительным. В связи с этим часто говорят, что взрывание шпуровых зарядов в проходческом забое со значением КИШа, равным единице, при нормальной величине удельного расхода ВВ – практически недо-

стижимая цель из-за влияния зажима. Однако анализ особенностей БВР в проходческом забое позволяет констатировать, что взрывание со значением КИШа, близким к единице, при минимально возможном значении удельного расхода ВВ, вполне возможно. Мы считаем, что для этого необходимо соблюдать, по крайней мере, следующие основные условия.

Во-первых, надо признать необоснованным традиционное представление о назначении и значении вруба и врубовых шпуров. Не разделять шпуры на отдельные группы, не проводить между ними четкого разграничения, а рассматривать их как единый целый комплект шпуров.

Все шпуры и заряды в них (в проходческом забое) от первого до последнего выполняют одну и ту же работу – разрушение и отрыв массива пород от забоя. Разница между ними лишь в том, что шпуры, которые взрываются первыми, находятся в более зажатых условиях, тогда как шпуры, которые взрываются в последнюю очередь, в менее зажатых условиях. Все остальные шпуры занимают промежуточное между ними положение.

Во-вторых, согласно традиционным представлениям, эффективность БВР при проведении горных выработок зависит в основном от параметров отбойки и свойств ВВ (количества шпуров, величины удельного расхода ВВ, глубины шпуров, типа ВВ, диаметра шпуров, метода взрывания и т. д.). В то же время мало учитываются такие условия, как схема взаимного расположения шпуров, схема инициирования.

Многими специалистами доказана целесообразность, безопасность и эффективность схемы обратного инициирования шпуровых зарядов, особенно при проведении горных выработок. При этом необходимо, чтобы патрон-боевик располагался первым от дна шпура, а кумулятивная выемка на конце детонатора была направлена строго по оси заряда в сторону устья шпура. Последняя мера направлена на повышение безопасности детонации шпурового заряда за счет воздействия на него кумулятивной струи от детонатора.

В-третьих, эффективность БВР при проведении выработок в значительной степени зависит от характера влияния зажима,

а точнее от характера напряженно-деформированного состояния массива. Как уже говорилось, традиционное представление о степени влияния этого фактора в основном сводится к учету зажима через определенный коэффициент ψ , зависящий от физико-механических свойств пород. При этом сам механизм (характер) проявления этого зажима не раскрывается, ограничиваясь лишь констатацией того факта, что чем меньше площадь сечения выработки, тем больше степень зажатия, а, следовательно, и отрицательное влияние этого зажима на эффективность БВР.

Исследованиями на моделях в натуральных условиях установлено, что при взрыве наибольшая трещиноватость ориентируется в направлении максимального сжатия (рисунок 6.18). Экспериментальные исследования авторов по изучению распространения технологической трещиноватости реометрическим методом показали, что зона трещиноватости неравномерная, имеет ориентированный характер в виде эллипса с соотношением осей (1:1,33). При этом трещиноватость больше ориентируется в горизонтальном направлении.

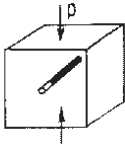
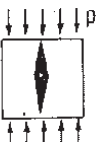
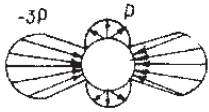
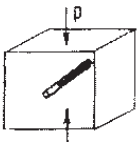
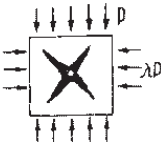
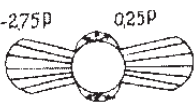
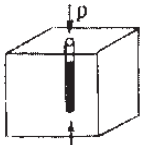

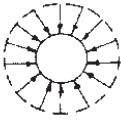
Вид модели	Схема нагружения	Схема распределения тангенциальных напряжений
		
		
		

Рисунок 6.18 – Схема распределения тангенциальных напряжений вблизи скважины, шпура и развития трещины относительно действующего напряжения

С учетом такой закономерности в распределении трещиноватости для более равномерного разрушения (рационального использования энергии взрыва всех шпуров в забое) следует увеличить расстояния между шпурами в горизонтальном направлении. При производстве опытно-промышленных испытаний, рекомендуемых паспортом БВР, расстояние между шпурами в горизонтальной плоскости в зависимости от сечения выработки увеличивали до 5–10 см, при этом число шпуров сокращалось до 2–3 штук на забой, КИШ составил 0,9–0,95.

Одна из эффективных мер при ведении горных работ в высоконапряженных породных массивах – это снижение способности пород, прилегающих к выработке, к накоплению потенциальной энергии. Определяющим фактором снижения способности породы на обнажении к упругому деформированию является ширина зоны (n), где достигнуто снижение, т. е. накопление больших запасов потенциальной энергии.

Ширина защитной зоны зависит от действующих напряжений вокруг выработки, от общего уровня напряженного состояния нетронутого породного массива, от прочностных свойств и трещиноватости массива, от хрупких и упругих свойств полезного ископаемого и породы.

Защитная зона ($n = 2–3$ м) может быть образована путем применения камуфлетного взрывания зарядов ВВ, бурения разгрузочных скважин большого диаметра, нагнетания воды в горные породы, применения различного рода разгрузочных щелей.

Камуфлетное взрывание представляет собой взрывание заряда внутреннего действия без выброса породы (руды, угля). Как мера борьбы с динамическими явлениями может применяться в двух видах: камуфлетное и камуфлетно-сотрясательное взрывание.

При проведении вертикальных и горизонтальных горных выработок возможны два варианта схем камуфлетного взрывания (рисунок 6.19, а, б).

Данные прогнозной карты напряженно-деформированного состояния породного массива свидетельствуют о том, что в породном массиве существует дополнительная потенциальная энергия упругой деформации, аккумулированная горными породами и об-

условленная наличием тектонических напряжений. При этом ее величина на достигнутых глубинах разработок более чем в 5 раз превосходит ожидаемую за счет только сил гравитации, что необходимо учитывать при производстве БВР и вопросах устойчивости горных выработок.

Тектоническое поле напряжений обуславливает наличие дополнительной потенциальной энергии упругой деформации, аккумулированной горными породами.

Потенциальная энергия упругой деформации может быть определена по известной формуле:

$$A = \frac{1}{2E} [(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2) - 2\mu(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_1\sigma_3)], \quad (6.19)$$

где E – средний модуль упругости, МПа; μ – коэффициент Пуассона.

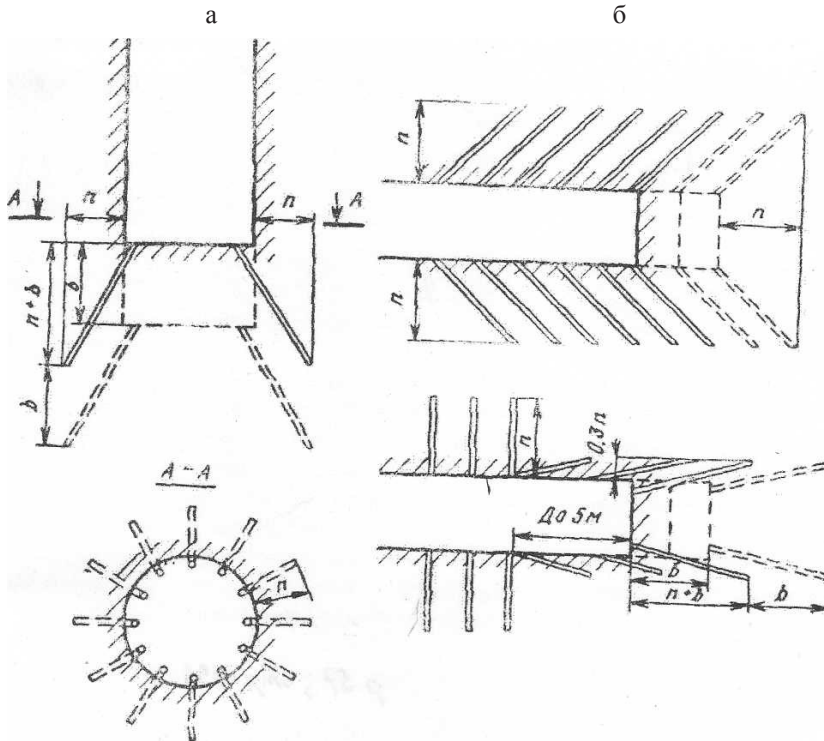


Рисунок 6.19 – Схема проведения комуфлетного взрывания в боковых стенках вертикальных (а) и горизонтальных (б) выработках (b – подвигание за один цикл; n – ширина защитной зоны)

Принимая $E = 6 \cdot 10^4$ МПа и $\mu = 0,25$, можно предположить, что при наличии тектонических напряжений упругая энергия породного массива будет существенно выше ожидаемой при наличии только гравитационного деформирующего поля.

Результаты расчета запаса потенциальной энергии упругой деформации с учетом тектонических напряжений в условиях Хайдарканского месторождения представлены в таблице 6.6. Там же для сравнения приведены значения потенциальной энергии, полученные при учете только гравитационного поля напряжений.

Таблица 6.6 – Потенциальная энергия упругой деформации породного массива при их естественном залегании

Глубина залегания, м	Потенциальная энергия	
	С учетом тектонических напряжений АГ Дж/м ³ · 10 ⁻³	Без учета тектонических напряжений АГ Дж/м ³ · 10 ⁻³
250	3,9	0,3
350	5,3	0,6
550	8,6	1,4

Упругая энергия пород в условиях их естественного залегания является частью энергетических ресурсов породного массива вблизи выработок и, при прочих равных условиях, обуславливает характер деформации и разрушения массива пород при проведении буровзрывных работ на очистных и горнопроходческих работах.

Результаты расчета, представленные в таблице 6.6, показывают, что потенциальная энергия упругой деформации породного массива на достигнутых глубинах разработки более чем в 5 раз превосходит ожидаемую, именно за счет тектонических напряжений, что необходимо учитывать при производстве БВР и вопросах оценки устойчивости горных выработок.

Например, разработка участков Хайдарканского месторождения характеризуется накоплением большого объема подземных пустот (около 2 млн м³) и значительными сроками их отработки (5–10), создающих условия для возникновения горных и воздушных ударов с их катастрофическими последствиями.

Поэтому, помимо уровня потенциальной энергии упругой деформации породного массива, необходимо еще знать поведение

пород с течением времени, т. е. их реологические свойства. Задача состоит в том, чтобы определить промежуток времени, в течение которого деформации в горных породах достигнут и предельно допустимых значений (разрушающие).

Общий метод определения величины деформации пород состоит в длительном наблюдении зависимости деформации от времени при заданных постоянных нагрузках.

Существует несколько методов исследований поведения пород во времени, используются различные реологические модели, согласно которым поведение породы во времени можно описать линейной теорией наследственности Больцмана–Вольтера. Зависимость между напряжением $\sigma(t)$ и деформацией $\varepsilon(t)$ имеет вид:

$$\sigma(t) = \varepsilon(t)E, \quad (6.20)$$

где $\varepsilon(t)$ и $\sigma(t)$ – деформация и напряжение, соответствующее рассматриваемому времени t .

Деформация ползучести горных пород в любой момент времени зависит от предистории нагружения. Это свойство называется наследственностью. И согласно теории наследственности, если в момент времени t приложено напряжение $\sigma(t)$, действующее в течение времени d_p , то деформация d_e к моменту времени t будет зависеть от $\sigma(t)$ и разности $(t - \tau)$. Функция $L(t - \tau)$ называется ядром ползучести, вид ее зависит от типа породы. Ж.С. Ержановым для описания свойства ползучести предложен частный случай ядра ползучести:

$$L(t) = \sigma t^{-\alpha}, \quad (6.21)$$

где $\sigma > 0$, $\alpha > 0$ – параметры ползучести, определяемые в лабораторных условиях.

В таблице 6.7 приведены значения параметров ползучести σ и α , полученные авторами в лабораторных условиях ИФ и МГП АН Кирг. ССР для тонкослоистых и массивных известняков.

Таблица 6.7 – Параметры ползучести пород Хайдарканского месторождения

Порода	Нагрузка, кг	Процент от разрушения	Продолжительность опыта, сут.	Параметры ползучести	
				α	δ
Тонкослоистый известняк	3500	50	33	0,86	0,0042
	5600	80	33	0,85	0,0070
Массивный известняк	4600	50	35	0,87	0,0060
	6560	80	35	0,85	0,0072

Для породного массива Хайдарканского месторождения характерно наличие тектонических напряжений. Для глубин, где ведутся горные работы, величина максимального сжимающего напряжения $\sigma_{max} = 27$ МПа. Учитывая, что $\sigma(r) = const = \sigma_{max}$, можно записать приведенную выше формулу (6.19) в следующем виде:

$$\varepsilon_{max} = \frac{1}{E} \left[\sigma_{max} + \int_0^t L(t-\tau) \sigma_{max} d\tau \right], \quad (6.22)$$

$$\text{или } \varepsilon_{max} = -\frac{21,6}{E} \left[1 + \int_0^t L(t-\tau) \sigma_{max} d\tau \right], \quad (6.23)$$

где $E = 6 \cdot 10^4$ МПа.

После преобразований с учетом дробно-экспоненциальной функции формулу (6.22) можно записать в следующем виде:

$$\varepsilon_{max} = -\frac{21,6}{E} \left(1 + \frac{\delta}{1-\alpha} \cdot t^{1-\alpha} \right) \quad (6.24)$$

Найдем из формулы (6.22) время, в течение которого деформация ε_{max} достигает предельно допустимой (разрушающей) величины ($\varepsilon_{max}^{доп} = 2 \cdot 10^{-4}$):

$$t = \left(\frac{\varepsilon_{max}^{доп} + \frac{21,6}{E}}{\frac{\delta}{1-\alpha} \cdot \frac{21,6}{E}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (6.25)$$

Подставляя в формулу среднее значение $\alpha = 0,86$; $\delta_1 = 0,0072$; $\delta_2 = 0,0042$, получим:

$$t_1 = 1170, t_2 = 5549.$$

Полученные значения показывают, что период устойчивого состояния пород занимает довольно значительное время. Следовательно, для промежутков времени порядка нескольких десятилетий, когда происходит отработка месторождения, фактором ползучести можно пренебречь, т. е. за время отработки месторождения разрушающей деформации породы не достигнут. Вопросы оценки устойчивости горных выработок должны производиться по действующим статическим напряжениям.

6.5 Выводы по главе

Кыргызский Тянь-Шань представляет собой высокогорное образование со сложным сочетанием поднятий и прогибов. Превышение хребтов над примыкающими впадинами колеблется от 200–600 до 2200–3000 м. Хребты занимают около 60–65 % территории республики. Особую сложность структурам в регионе придает тектоническая зональность, проявляющаяся в виде каледонит Северного Тянь-Шаня, герцинид Южного и разделяющая их Срединного Тянь-Шаня. Внутри каждой из них выделяются тектонические подзоны более низких порядков.

Геомеханическая оценка породного массива разрабатываемого месторождения производится с использованием принципа зональной и поэтапной оценки:

- геологическая оценка, при которой устанавливаются азимуты направлений тектонических напряжений в пределах складчатой зоны;
- горно-геологическая оценка, при которой устанавливаются азимуты направлений тектонических напряжений и зоны влияния рельефа в пределах месторождения;
- геометризация и тектонофизический анализ структуры конкретного месторождения позволяет составить геодинамическую модель структуры, которая дает возможность выделить последний этап деформирования породного массива и элементы геологических структур, по которым должны реконструироваться современные локальные поля напряжений;

- горно-технологическая оценка, при которой определяются механические свойства, величина и распределение напряжений вблизи горных выработок в породном массиве.
- В результате оценки составляется прогнозная карта, которая дает возможность рационально планировать и вести горные работы с учетом величин и направления действия тектонических напряжений в породном массиве региона:
- определяя рациональную ориентировку и оптимальную форму сечения горной выработки по фактору устойчивости;
- производя безопасную сбойку горных выработок;
- определяя оптимальные параметры БВР на горнопроходческих и очистных работах.

Глава 7. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В РАЗВИТИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

7.1 Совершенствование комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов на основе инноваций

Первоочередными задачами повышения эффективности комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов республики являются: разработка научно обоснованных методологий проведения технической политики, базирующихся на системном подходе к комплексному обоснованию технико-технологических, экономических и организационно-управленческих решений, принимаемых на стадиях геологоразведочных, проектных, вскрытия, подготовки и отработки запасов минерального ресурса, а также на стадии переработки минерального сырья.

В настоящее время среди множества технологических факторов особое место занимают инновации (таблица 7.1), представляющие собой еще одно направление реструктуризации добывающих отраслей, еще один значимый механизм повышения эффективности развития региона ресурсной специализации.

Под инновациями понимают кардинальные нововведения в институциональный порядок функционирования, а также техническую, технологическую оснащенность и организационное устройство минерально-ресурсных отраслей.

По своей сути технологические новшества можно подразделить на два основных типа: инновации прорыва и инновации.

По объекту воздействия все инновации подразделяются на четыре основные группы:

- институциональные, способствующие изменению норм и правил деятельности хозяйствующих субъектов в горнодобывающей отрасли;
- технико-технологические, предусматривающие кардинальные изменения техники и технологии добычи и переработки минерального сырья;
- организационные, направленные на создание новых эффективных форм хозяйствования и управления;
- комплексные, объединяющие несколько видов инноваций

Таблица 7.1 – Классификация технологических инноваций по значимости

Класс	Инновация	Научно-техническая характеристика	Экономическая эффективность
I	Эпохальная	Появление основополагающей техники и технологии, использующих совершенно новый принцип работы	Неизмеримо большая
II	Пионерская	Появление ранее не существовавших техники и технологии	В сотни раз
III	Опережающая	Использование малоизвестных, опережающих решений	В десятки раз
IV	Новаторская	Существенное изменение отдельных элементов техники и технологии	В несколько раз
V	Модернизационная	Расширение модификаций базовых образцов техники и технологии или улучшение их отдельных качеств	На проценты
VI	Задерживающая	Продление цикла жизни устаревшей техники и технологии	Приносящая ущерб, %
VII	Псевдоинновационная	Не развивающая технику и технологию	Приносящая ущерб в несколько раз

Обзор литературных источников показывает, что и при открытом способе обработки месторождений минеральных ресурсов довольно замены появления инновационных и геомеханических проработок.

7.2 Инновационные технологии и геомеханические проработки при открытой разработке месторождений

А. Ангренское каменноугольное месторождение Узбекистана [28, 29] – крупнейшее месторождение бурых углей. Разра-

батывается с 1940 года. Разработка ведется двумя способами – открытым и подземным.

Характерная особенность Ангренского месторождения состоит в том, что здесь на сравнительно небольшой площади комплексно сосредоточены запасы угля и попутные полезные ископаемые.

К попутным полезным ископаемым можно отнести практически половину вскрышных пород. Сверху вниз это валунно-галечные отложения, известняки и мергели, опоки и пески, пестроцветные и серые каолины, образующие одну из самых крупных месторождений в мире первичных каолиновых глин. Под углем на глубине нескольких сотен метров находятся крупные месторождения первичных каолинов.

Разведанные запасы Ангренского месторождения составляют чуть более 1,8 млрд т. К «Ангренскому» и «Анартакскому» разрезам относятся соответственно 0,8 и 0,28 млрд т.

Угольная залежь на месторождении имеет слитное строение, подразделяется на «Верхний» и «Нижний» комплексы.

«Верхний» комплекс состоит из чередования сравнительно выдержанных угольных слоев и породных прослоев каолинового состава, средней мощностью 15–30 м. Средний процент угленосности около 0,5.

Угольный комплекс «Мощный» четко подразделяется на площади с простым строением мощностью около 30 м и зону разубоживания, протягивающуюся полосой 400–900 м через всю часть площади разреза до участка Анартак, и далее представляет собой русло древней реки.

Строение мощного комплекса в этой зоне чрезвычайно сложное. Коэффициент угленосности в этой зоне колеблется от 0,7 до 0,4 и меньше. Мощность 40–45 м.

В настоящее время Ангренский разрез представляет собой своеобразную чашу с технологическими выступами по вторичным каолинам верхнего угольного комплекса «Мощный». На днище при глубине более 300 м разрабатываются первичные каолины.

Внешние породные отвалы, расположенные на левом берегу р. Ангрэн, простираются до нескольких километров и занимают площадь более 1200 га.

Различное по характеру залегания угольной залежи, т. е. зоны разубоживания в комплексе и «Мощный» и частое переслаивание является одним из основных факторов, определяющих технологию отработки.

На разрезе приняты комбинированные схемы разработки. На вскрыше – транспортная, а на добыче угля – транспортная и бес-транспортная.

Вскрышные уступы отрабатываются с предварительным рыхлением буровзрывным способом с погрузкой породы на железнодорожный и автомобильный транспорт.

Применение селективной разработки угольных пластов верхнего комплекса «Мощный» с верхней погрузкой на транспортный горизонт позволяет снизить зольность добываемого угля.

Отгрузка угля комплекса «Мощный» производится на конвейерный транспорт, для чего используются скребковые перегружатели.

Внутренние отвалы разреза предназначены для отдельного складирования серых, пестроцветных: межугольных каолинов, являющихся сырьем для керамической, огнеупорной и алюминиевой промышленности.

На разрезе «Ангрен» с августа 2003 г. начата промышленная эксплуатация комплекса оборудования «Роторный комплекс №1».

Отрабатываемые породы представлены: серыми каолинами – 48 %, пестроцветными каолинами – 40 % и углем – 12 %. По своим физико-механическим свойствам они могут разрабатываться роторными экскаваторами, что и определило выбор поточной технологии.

При этом выстраивается следующая технологическая цепочка: роторный экскаватор – погрузатель – конвейерная линия (2,5–3,0) с доставкой породы на внутренние отвалы – отвалообразователь. Производительность участка 7–8 млн м³ породы в год.

Площадь Ангреновского каолино-угольного месторождения составляет 70 км², запасы бурых углей 2,5 млрд; а каолиновых глин 15 млрд т.

Одним из перспективных направлений освоения является комплексное освоение минерального сырья Ангреновского каолино-

угольного месторождения для получения новых экспортных и импортозамещающих видов товарной продукции, а также снижение себестоимости добычи угля.

Б. Глубокие карьеры Кольского Заполярья России

По результатам обзора в качестве инновационной технологии добычи руд при открытой разработке выбраны технологические и геомеханические проработки Горного института КНЦ РАН в условиях карьера рудника «Железный» ОАО «Кавдорский ГОК».

Впервые вопрос о необходимости более тщательного рассмотрения вопроса определения углов наклона бортов карьера на конечном контуре был поставлен еще в середине 80-х годов прошлого столетия, тогда как реальная перспектива развития предприятия начала просматриваться концепция «глубокого Ковдорского карьера». Было признано, что при переходе от проектной глубины карьера 560 м (отметка дна –350 м) к перспективным 700 и 900 м сохранение углов наклона бортов на уровне проектных 37–38° является непозволительной роскошью.

Для исследования свойств прибортового массива за пределами карьера было пробурено около 20 нерудных структурных скважин глубиной от 200 до 500 м, проведены комплексные геомеханические, геофизические, сейсмотомографические и прочие исследования прочностных свойств и структурных особенностей прибортового массива.

Прочностные испытания образцов показали, что ключевая инженерногеологическая характеристика – глубина трещины отрыва H_{90} – для различных пород Ковдорского месторождения изменяется от 150 до 300 м. По результатам геомеханических исследований было подтверждено нарастание прочностных свойств слагающих борт пород с глубиной и обоснована принципиальная устойчивость бортов с углами наклона около 60° в случае отсутствия неблагоприятно ориентированных плоскостей ослабления.

На основе исследований ОАО «Гипроруда» рекомендовало увеличение общего угла наклона борта по инженерно-геологическим секторам с 35–40° до 42–53°.

Однако принятая в предпроектных проработках конструкция борта (ширина предохранительной бермы – 10 м и угол откоса

уступа 60° в верхней зоне карьера и 70° в нижней при высоте двоянных уступов – 24–30 м) не позволяет увеличить общий угол наклона борта. После вписывания в карьер транспортных коммуникаций увеличение проектной глубины карьера составило лишь 15 м, т. е. глубина увеличилась с 560 до 575 м.

Специалисты по устойчивости бортов карьеров выделяют целый класс карьеров в «высокопрочных» массивах, борта которых заведомо устойчивы, т. к. угол их наклона определяется не устойчивостью, а конструкцией борта и параметрами системы транспортных коммуникаций. Так получилось и на ОАО «Ковдорский ГОК» – довольно крутые борта карьера не могли быть реализованы при применении традиционной конструкции уступов.

Для кардинального решения проблемы увеличения углов наклона бортов карьера ОАО «Ковдорский ГОК» в Горном институте КНЦ РАН во второй половине 90-х годов было предложено применить на конечном контуре карьера уступы с вертикальными откосами (рисунок 7.1).

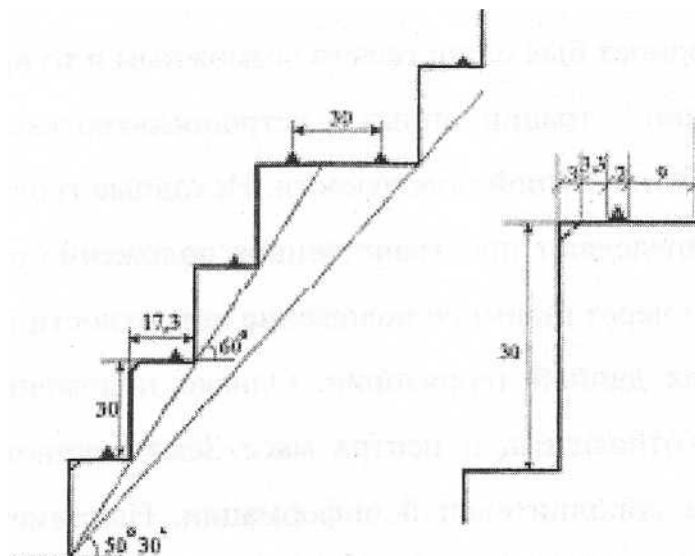


Рисунок 7.1 – Базовая конструкция борта с вертикальными откосами уступов

Следует отметить, что принципиальная возможность применения уступов с вертикальными откосами предусмотрена еще в расчетной схеме I методики ВНИМИ 1972 г., и сохранена в методике 1986 г. При этом, в случае отсутствия неблагоприятно ориентированных ослаблений устойчивая высота вертикального откоса уступа H_B больше глубины трещины отрыва H_{90} :

$$H_B = H_{90} \left(1 + \sqrt{\frac{\sigma}{k \cdot tg(45^\circ + \frac{\rho}{2})}} \right) \text{ м,} \quad (7.1)$$

где σ – удельная прочность породы на растяжение, МПа; k – сцепление горной породы, МПа; ρ – угол внутреннего трения, град.

В то время как на рабочих уступах углы откосов могли достигать 80–90°, в практике проектирования продолжала сохраняться рекомендация отстраивания сдвоенных и строенных уступов на конечном контуре карьера с откосами в скальных массивах под предельными углами 65–70°, которая осталась от более ранних нормативных документов, когда оформление уступов на конечном контуре осуществлялось за счет оборки уступов, сформированных без применения специальных способов заоткоски.

После внедрения предварительного щелеобразования отрезную щель стали формировать под углами откосов уступов, рекомендованными сложившимися на тот момент проектно-нормативными документами.

Вместе с тем защита прибортового массива от действия технологических взрывов путем контурного щелеобразования создала условия для формирования уступов с вертикальными откосами, а применение последних в высокопрочных массивах позволило увеличить углы наклона бортов.

Как видим, узкоспециальный (несистемный) подход к инженерно-геологическим изысканиям, проектированию карьеров, горному машиностроению и эксплуатации месторождений привел к недоиспользованию «косвенного» эффекта от внедрения в горную практику предварительного щелеобразования.

Ожидаемый результат проводимых с этой целью исследований заключался в создании комплексной наукоемкой технологии формирования бортов карьера в конечном положении с обоснованием

их параметров и конструкций, оптимальных по отношению к инженерно-геологическим и геомеханическим условиям конкретных участков массива на контуре карьера.

Наиболее перспективным решением данной проблемы является реализация разработанной общей методологии оптимизации конструкций бортов карьеров за счет учёта реальных свойств, структурных особенностей и напряжённого состояния массивов пород глубоких горизонтов рудных месторождений.

В настоящее время всё большее признание завоёвывает представление массива дискретной средой, сплошность которой нарушается статистически упорядоченными структурными неоднородностями, в частности, естественной трещиноватостью, разделяющими массив на структурные блоки. Такие массивы горных пород принято называть блочными или раздельно-блочными.

В существующих инженерно-геологических и горнотехнических классификациях, исходя из размеров образуемых структурных блоков, выделяют несколько порядков (классов, рангов) структурных неоднородностей – от крупных структур, протяжённостью десятки километров, до небольших трещин размерами порядка десятков сантиметров.

Очевидно, в этом случае необходимо говорить об иерархии структурных неоднородностей и, соответственно, структурных блоков в скальном массиве.

Применение иерархически-блочной модели позволяет обоснованно определять вид и параметры эффективных структурных неоднородностей, то есть тех, которые определяют процессы деформирования и разрушения данного конкретного объёма пород или сооружения.

Степень влияния того или иного порядка неоднородностей определяется соотношением размеров соответствующих структурных блоков и геометрических параметров деформирующихся объектов. При этом механизм деформирования массива пород блочной структуры заключается в деформировании самих блоков и, кроме того, в их перемещениях относительно друг друга.

В условиях работы карьеров речь может идти о единичном уступе (иногда группе уступов) и о борте в целом. Если для усту-

па эффективным видом структурных неоднородностей являются, как правило, поверхности естественных крупноблоковых трещин, образующих структурные блоки с линейными размерами в первые единицы метров, то для борта карьера эффективным видом будут структурные неоднородности более крупных размеров, образующих структурные блоки размерами в десятки и первые сотни метров. Отсюда необходимо различать понятия «устойчивость отдельного уступа или группы уступов» и «устойчивость борта карьера в целом». Во многих случаях нарушение устойчивости отдельного уступа или группы уступов отнюдь не означает катастрофической потери устойчивости борта в целом.

Одним из определяющих факторов, влияющих на устойчивость бортов карьеров, являются параметры их напряжённого состояния.

В связи с важностью учёта напряжённого состояния при оценке устойчивости бортов карьеров были проведены специальные экспериментальные определения его параметров в карьере рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК», Ньюкпахкском карьере Восточного рудника и в карьере Центрального рудника ОАО «Апатит».

Исследования проводились методом разгрузки в варианте торцевых измерений. В качестве примера на рисунке 7.2 показана типовая конструкция измерительной станции.

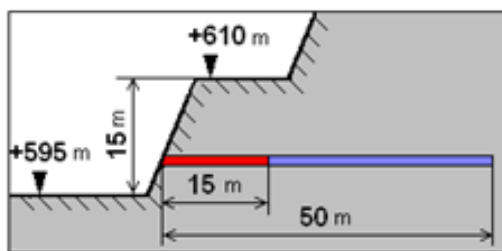


Рисунок 7.2 – Типовая конструкция станции по измерению параметров напряженно-деформированного состояния породного массива методом разгрузки: общая длина скважины – 50 м; участок измерений методом разгрузки – 15 м

График распределения напряжений по длине скважины приведён на рисунке 7.3. В таблице 7.2 представлены обобщённые данные измерений параметров напряжённого состояния массива пород карьеров ОАО «Ковдорский ГОК» и «Апатит».

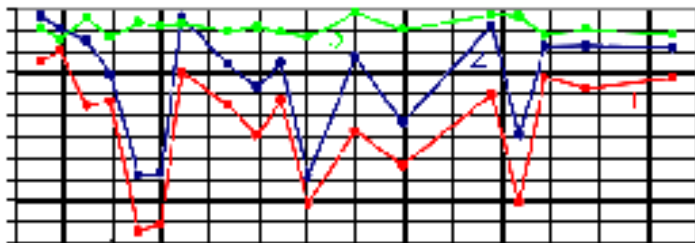


Рисунок 7.3 – Распределение напряжений по длине исследовательской скважины: 1, 2, 3 – соответственно, распределение максимальной касательной, минимальной и максимальной компонент квазиглавных напряжений по длине участка измерений в скважине (карьер Центрального рудника ОАО «Апатит»; скважина измерительной станции на гор. +595 м).

Расчётные параметры напряжённого состояния массива пород, исходя только из собственного веса вышележащих пород, определялись по известным зависимостям:

$$\sigma_{\text{в}} = \gamma H; \quad (7.2)$$

$$\sigma_{\text{г}} = \lambda \sigma_{\text{в}}; \quad (7.3)$$

где $\sigma_{\text{в}}$; $\sigma_{\text{г}}$ – вертикальные и горизонтальные напряжения в массиве пород от собственного веса вышележащих пород; γ – собственный вес пород, т/м³ ($\gamma \approx 3$ т/м³); λ – коэффициент бокового отпора, в случае предположения упругого деформирования массива

$$\lambda = \frac{\nu}{1-\nu}, \quad (7.4)$$

где ν – коэффициент Пуассона (для горных пород исследуемых месторождений $\nu \approx 0,25$).

Например, для станции в Ньюоркпакском карьере Восточного рудника ОАО «Апатит», гор. +500 м получено:

$$\sigma_{\text{в}} = \gamma H = 3 \text{ т/м}^3 \times 200 \text{ м} = 600 \text{ т/м}^2 = 6 \text{ МПа};$$

Таблица 7.2 – Параметры напряженного состояния массива пород крупных карьеров ОАО «Кордовский ГОК» и «Апатит»

Абсолютная отметка измерительной станции, год и место измерений, борт	Средняя глубина расположения измерительной станции от первоначального рельефа, H_{cp} , м	Измеренные параметры напряженного состояния массива пород по результатам измерений методом разгрузки				Наклон α_{max} к горизонту в α_{max} °	Расчётные параметры напряжённого состояния массива пород исходя только из собственного веса вышележащих пород	
		Максим. компонента σ_{max} , МПа.	Миним. компонента σ_{min} , МПа.	Вертикальная компонента (в среднем) $\sigma_{ср}$, МПа	Горизонтальная компонента (в среднем) $\sigma_{ср}$, МПа			
Карьер рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК»								
+40 м, 2005, СЗБ (ОПУ) ²	217	13	4	18°	6,5	2,2		
+94 м, 2000, СЗБ (ОПУ)	163	20	4	18°	5	1,6		
+94 м, 2000, СЗБ (ОПУ)	163	22	9	-14°	5	1,6		
+118 м, 2005, СЗБ (ОПУ)	90	5	-1	6°	2,7	0,9		
+142 м, 2001, СЗБ (ОПУ)	65	8	-2	43°	2	0,6		

Продолжение таблицы 7.2

+166 м, 2003, ЮВБ	40	3	-1	13°	1,2	0,4
+154 м, 2005, ЮВБ	52	11	3	88°	1,6	0,5
Нюркпахский карьер Восточного рудника ОАО «Апатит»						
+500 м, 2002	200	18	12	-16	6	2
+470 м, 2003	230	24	10	-18	6,9	2,3
+440 м, 2004	260	33	20	56	7,8	2,6
+470 м, 2005	230	22	12	106	6,9	2,3
Карьер Центральный рудника ОАО «Апатит»						
+610 м, 2003	290	5	-3	36	8,7	2,9
+595 м, 2004	305	26	19	37	9,15	3,05
+580 м, 2005	320	17	4	41	9,6	3,2

$$\sigma_{\Gamma} = \lambda \sigma_{\text{в}} = \left(\frac{\nu}{1-\nu} \right) \cdot \sigma_{\text{в}} = \left(\frac{0,25}{1-0,25} \right) \cdot 6 \text{ МПа} = 2 \text{ МПа}.$$

Сравнение расчётных и измеренных величин напряжений в массиве показывает, что измеренные значения максимальных компонент главных напряжений на 13 измерительных станциях из 14 превышают максимальные расчетные напряжения от собственного веса вышележащих пород в предположении действия только гравитационных напряжений.

Невысокие значения действующих напряжений на гор. +610 м в карьере Центрального рудника объясняются расположением измерительной станции в аномальной зоне (рабочая зона карьера, трещиноватый массив). При этом в большинстве случаев отношение $\sigma_{\text{max}} / \sigma_{\text{в.ср.}} > 2$. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о соответствии напряжённого состояния массива пород исследованных месторождений гравитационно-тектоническому типу, при котором в нетронутом массиве максимальная и промежуточная компоненты главных напряжений субгоризонтальны и определяются тектоническими силами, действующими в рассматриваемом регионе, а минимальная компонента ориентирована в вертикальной плоскости. При этом абсолютное значение минимальной компоненты главных напряжений определяется, как собственным весом вышележащих пород, так и боковым отпором максимальной и промежуточной компонент главных напряжений.

Таким образом, основными геомеханическими особенностями массивов скальных пород, учитываемыми в рамках разработанной концепции оптимизации конструкций бортов карьеров, являются:

- выраженная иерархически-блочная структура, наличие систем различно ориентированных поверхностей ослабления;
- соответствие напряженно-деформированного состояния в большинстве случаев гравитационно-тектоническому типу.

Отсюда следует необходимость тщательного поэтапного предварительного изучения свойств и состояния массива пород исследуемого месторождения.

Предложенная концепция включает в себя следующие этапы: на первом этапе разрабатывается инженерно-геологическая модель месторождения, которая, в свою очередь, может состоять из ряда частных моделей:

- модель структурных неоднородностей различного порядка, включая трещиноватость;
- модель распределения физико-механических свойств;
- модель естественного напряжённого состояния.

В результате построения инженерно-геологической модели разрабатывается инженерно-геологическая классификация пород и выполняется инженерно-геологическое районирование массива пород.

Исходной информацией для построения инженерно-геологической модели являются:

- физико-механические свойства выделенных литологических разностей;
- физико-механические свойства и геометрические параметры структурных неоднородностей;
- начальное напряжённое состояние ненарушенного массива.

Указанные свойства и параметры могут быть получены традиционными методами инженерно-геологического исследования массивов горных пород (отбор представительных проб горных пород; определение физико-механических свойств путем лабораторных и натурных испытаний различных объемов пород; картирование структурных неоднородностей с выделением систем и порядков неоднородностей; определение физико-механических характеристик структурных неоднородностей).

В полевых условиях осуществляется съёмка и многопараметрическая документация элементов трещиноватости и структурных неоднородностей (разломы, жилы, дайки, зоны дробления и сланцеватости и т. п.). Измеряются и оцениваются такие параметры, как:

- пространственная привязка по отношению к профилю (горизонтальная составляющая) и положению на уступе (вертикальная составляющая);
- азимутальные характеристики (азимуты простираения и падения, угол падения с выделением моды и размаха);

- длина в горизонтальной и вертикальной составляющей (с ранжированием по классам размера);
- нормальная мощность (ширина) раскрытия трещины (мода и размах);
- характер выполнения (открытость или заполнение) и минерализации;
- расстояние по нормали до смежных трещин в одной системе (мода и размах);
- индексируются показатели ранга, формы, взаимоотношений и др. параметров.

Такая подробная фактографическая база позволяет построить точную модель структурных нарушений и неоднородностей с учётом основных закономерностей распределения и взаимоотношений трещиноватости разных рангов в приконтурном массиве горных пород.

По результатам наложения на модель структурных неоднородностей слоёв дополнительных данных и параметров геологического строения, распределения физико-механических свойств, данных о напряжённо-деформированном состоянии и т. п.) и их дальнейшего анализа и обобщения строится инженерно-геологическая модель месторождения.

В результате построения инженерно-геологической модели разрабатывается инженерно-геологическая классификация пород и выполняется инженерно-геологическое районирование массива пород.

Вторым этапом является разработка геомеханической модели карьера, которая также обычно состоит из частных моделей:

- моделей напряжённого состояния уступов и борта карьера;
- моделей расчёта параметров предельных обнажений.

Исходной информацией для построения геомеханических моделей являются:

- параметры полей статических напряжений в массиве пород и в окрестности карьерной выемки;
- параметры нарушенной зоны.

Параметры полей напряжений могут быть получены путём непосредственных измерений абсолютных значений напряжений

натурными методами (метод разгрузки; гидроразрыва; ультразвукового каротажа скважин и т. д.).

Параметры нарушенной зоны могут быть получены прямыми наблюдениями (в том числе с использованием фото или телевизионной съёмки) и геофизическими методами (ультразвуковой каротаж скважин; сейсмическая томография; реометрия; глубинные реперы и др.).

Третьим этапом является создание расчётных моделей определяемых элементов. Реализация предложенной методики геомеханического обоснования устойчивых параметров бортов и уступов карьеров на практике состоит из:

- выбора места расположения опытно-промышленного участка (ОПУ), представительного для данного предприятия на основе анализа имеющихся данных о геомеханическом состоянии породного массива;
- разработки проекта ОПУ, предусматривающего проведение в его пределах цикла опытно-промышленных и экспериментальных работ;
- анализа работоспособности предлагаемых конструкций бортов и уступов карьера на базе опыта, полученного при проведении опытнопромышленных и экспериментальных работ в пределах ОПУ;
- разработки регламента на проектирование конечного контура карьера после завершения основных опытно-промышленных и экспериментальных работ;
- составления проекта конечного контура карьера, учитывающего особенности массива пород;
- разработки комплексной системы контроля устойчивости бортов и уступов карьера на конечном контуре.

Переход на конструкции уступов и бортов карьеров, в большей степени отвечающим реальным условиям конкретных массивов сопровождается, как правило, относительным увеличением риска возможных нарушений их устойчивости. Это, в свою очередь, требует применения специальных технологий при постановке бортов в конечное положение. В первую очередь, это касается вопросов организации систем контроля устойчивости, постоянной

системы обезопасивания, при необходимости, применения методов укрепления откосов и разработки специальной технологии буровзрывных работ [30–32].

Сущность этой технологии заключается в следующем. Как показали результаты сейсмоизмерений, выполненных восьмиканальным прибором «Minimate Plus» фирмы «InstanTel» (Канада) при отработке уступов высотой 12–15 м в условиях карьера рудника «Железный». ОАО «Ковдорский ГОК», размер зоны разупрочнения зависит от диаметра отбойных скважин. Если блок целиком обрабатывается отбойными скважинами обычного технологического диаметра (244,5–250,8 мм), и используется диагональная или поперечная схема инициирования, то размер зоны разупрочнения составляет 29–30 м. В случае, когда основной объём блока обрабатывается отбойными скважинами обычного технологического диаметра, а последние 2–4 ряда обурены отбойными скважинами уменьшенного (165–171,4 мм) диаметра и при этом используется диагональная или поперечная схема инициирования, размер зоны разупрочнения составляет 21–22 м. Если же весь блок обрабатывается отбойными скважинами уменьшенного диаметра и применяется поскважинное инициирование, размер зоны разупрочнения составляет 9–10 м. Эти результаты послужили основанием для разработки следующего порядка отработки блоков по мере приближения к предельному контуру карьера:

- рабочий блок шириной не более 30 м обрабатывается с применением отбойных скважин обычного технологического диаметра (245–251 мм), схема инициирования – диагональная или поперечная;
- переходный блок шириной не более 30 м обрабатывается с применением отбойных скважин обычного технологического диаметра (245–251 мм), а его приконтурная часть с применением двух-трёх отбойных скважин уменьшенного диаметра (165–171,4 мм), схема инициирования – поперечная;
- приконтурный блок шириной не более 20 м обрабатывается с применением отбойных скважин уменьшенного диаметра (165–171,4 мм), схема инициирования – диагональная.

Предлагаемая концепция реализована в условиях карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК», а также на опытно-промышленных участках Ньюркпахкского карьера Восточного рудника и карьера Центрального рудника ОАО «Апатит» с использованием уступов с вертикальными откосами высотой до 30 м и генеральными углами наклона бортов карьеров 45–65° в зависимости от конкретных условий.

Экономический эффект от внедрения результатов работы определяется приростом запасов для отработки месторождения открытым способом в зависимости от уровня мировых цен на соответствующие вид концентратов. В частности, для карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК» экономический эффект только от уменьшения объёма вскрыши при постановке в конечное положение нижней части борта высотой 400 м с генеральным углом наклона в среднем 55° вместо 45° по первоначальному проекту может составить ориентировочно 1,8 млрд руб. в ценах 2006 года.

Общая последовательность выполнения этапов работ представлена на рисунке 7.4.

На рисунке 7.5 в качестве примера реализации предлагаемой концепции показан участок борта карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК».

Предложенная методика геомеханического обоснования устойчивых параметров бортов и уступов карьеров в достаточной степени отвечает особенностям скальных высокопрочных массивов и может быть применена в соответствующих условиях на различных предприятиях, ведущих горные открытым способом.

Основные научные и практические результаты исследований:

- установлено, что в скальных иерархически-блочных массивах предельно устойчивые параметры уступов и бортов карьеров определяются характеристиками напряжённо-деформированного состояния, свойств и структурной нарушенности массива;
- разработаны оптимальные конструкции и предложены технологии формирования бортов карьеров в массивах скальных тектонически напряжённых пород за счёт учёта его реальных свойств, структурных особенностей и напряжённого состояния.



Рисунок 7.4 – Алгоритм выполнения необходимых этапов работы



Рисунок 7.5 – Участок борта карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК», сформированный с применением вертикальных откосов уступов высотой 24 м

7.3 Комбинирование технологий при комплексном освоении месторождений

На современном этапе развития добывающей отрасли все основные производственные процессы подземных горных работ (угольных и рудных месторождений) механизированы: резание, бурение, отбойка, доставка, откатка, подъем и другие процессы. Почти все исследования и разработка технологии и технических средств сводятся к их совершенствованию и ограничиваются целью уменьшения производственных расходов. Вместе с тем не появлялось ни одной фундаментальной теоретической работы, посвященной подземной разработке новых технологий и техники, носящий инновационный характер.

Для повышения эффективности и экологичности горных работ. Предлагается сочетание традиционного открытого и подземного способов добычи и процессы физико-химической геотехнологии на основе кучного и подземного выщелачивания ценных компонентов из некондиционного сырья.

Полнота и комплексность освоения минерального сырья обеспечивается формированием горнообогатительного комплекса по добыче и глубокой переработке руд [30, 32].

При этом наряду с эксплуатацией балансовых запасов месторождения с физико-техническими способами добычи (открытым, открыто-подземным и подземным), в разработку методом подземного выщелачивания вовлекаются забалансовые залежи бедных руд сложного вещественного состава, методом кучного выщелачивания – бедные руды, размещенные в отвалах, и техногенные отходы горно-обогатительного и металлургического производства [30–32].

В качестве активного рабочего агента в процессах выщелачивания используются минерализованные стоки, имеющие зачастую кислую или щелочную среду, что позволяет использовать их модификации с различными добавками в качестве растворителей, извлекаемых из руд ценных компонентов. Попутное извлечение содержащихся в минерализованных стоках металлов и других элементов при переработке продуктивных растворов выщелачивания методами гидрометаллургии позволяет, с одной стороны, получить дополнительную товарную продукцию, с другой стороны, способствует очистке свободного от технологического процесса остатка промышленных стоков перед сбросом их в окружающую среду.

Причем, вскрытие и подготовка залежей для подземного выщелачивания производится из выработок действующего подземного рудника или из карьера, что также повышает эффективность и привлекательность комбинированных технологий. Твердые отходы выщелачивания используются для приготовления твердеющей закладочной смеси, размещаемой в выработанное пространство и служащей для управления геомеханическим состоянием массива при подземной добыче руды.

Эффективность подземного выщелачивания в базовой горнотехнической системе комплексного освоения месторождений комбинированными геотехнологиями обуславливается расположением рудных тел в зоне уже пройденных вскрывающих выработок подземного рудника. Это – локальные рудные тела или залежи с низким содержанием ценных компонентов, либо повышенным количеством вредных примесей. В зависимости от размеров рудных тел и их формы предлагаются две схемы подземного выщелачивания.

В устойчивых рудах и достаточно крепких вмещающих породах при ограниченной горизонтальной мощности рудного тела (до 25 м) бурение скважин для орошения массива целесообразно осуществлять из вертикальных буровых выработок. Если руды неустойчивые или залежи имеют большую мощность (25 м и более), орошение необходимо проводить через скважины, пробуренные к массиву подготовленной к выщелачиванию руды из подготовительного штрека или с поверхности.

В крепких и устойчивых рудах рекомендуется в камере создавать оросительную потолочину с перфорационными каналами, сформированными путем взрыва кумулятивных зарядов. Необходимым условием эффективной реализации методов подземного выщелачивания является присутствие по контуру выщелачиваемого массива водоупора.

Размещение штабелей кучного выщелачивания предварительно подготовленных отходов обогащения целесообразно производить в выработанном пространстве отработанного карьера, что позволяет свести к минимуму экологическое воздействие физико-химических технологий на окружающую среду. В этой связи весьма важно, что все твердые отходы выщелачивания, как бедных руд из отвалов, так и окомкованных хвостов обогащения колчеданных руд могут быть эффективно использованы для приготовления твердеющей закладочной смеси с использованием в качестве вяжущего обожженного известняка, добываемого открытым способом из близлежащих сопутствующих месторождений.

Ввиду простоты технологической схемы приготовления твердеющей закладки из отходов выщелачивания исключается необходимость дробления и измельчения компонентов закладочной смеси, перемешивание всех составляющих производится непосредственно в смесителе, закладочный комплекс может быть размещен непосредственно на берме в основании карьера, откуда закладочная смесь по скважине подается в выработанное пространство очистных камер подземного рудника.

Рекомендуемая к использованию при проектировании комбинированной геотехнологии базовая горнотехническая система комплексного освоения месторождений руд сложного вещественного состава включает в себя технологические подсистемы по извлечению балансовых запасов месторождения открытым способом системами с внешним отвалообразованием пород вскрыши и подземным способом – системами разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства на основе отходов выщелачивания бедных руд и отходов обогащения.

Самостоятельной подсистемой представлен комплекс подземного выщелачивания некондиционных руд на месте залегания и ком-

плекс кучного выщелачивания в карьере, на поверхности и в подземных камерах предварительно окомкованных текущих и старогодних (размещенных в хвостохранилище) отходов обогащения.

На единой промплощадке соответственно проекту базовой горнотехнической системы предусмотрено также размещение цеха обезвоживания и окомкования текущих и лежалых хвостов обогащения для последующего выщелачивания, цеха приготовления твердеющей закладочной смеси для закладки подземного выработанного пространства и цеха гидрометаллургической переработки продуктивных растворов выщелачивания.

Обязательным условием достижения требуемой эффективности и комплексности освоения месторождений руд сложного вещественного состава является установление в базовом проекте на разработку месторождения условий применения комбинированных геотехнологий в их различных сочетаниях.

Комбинирование технологий не должно быть вынужденной мерой при затухании горных работ одним из способов добычи, а должно стать обязательным постулатом, введенным в проект комплексного освоения участка недр.

При этом в едином комплексном проекте решаются вопросы поэтапного вовлечения в эксплуатацию отдельных участков недр с оптимизацией во времени и пространстве последовательности реализации сочетаний процессов комбинированной геотехнологии отработки природных залежей и сопутствующих им техногенных образований с использованием сформированных открытыми и подземными работами выработанных пространств.

Комбинирование геотехнологий – это необходимое и достаточное условие проектирования комплексного освоения недр, которое обеспечивает:

- наиболее полное и экономически оправданное извлечение из недр основных и попутных полезных ископаемых различных по составу и качеству компонентов на всех стадиях трансформации добываемой горной массы до получения, заданного проектом товарного продукта;
- рациональное использование вскрышных пород и пород попутной добычи;

- полезное использование пустот, формируемых горными работами, а также тепла земных недр, глубинных газов, подземных вод;
- вовлечение в эффективную промышленную эксплуатацию накопленных в техногенных образованиях и формирующихся отходов производства;
- повышение качества минерального сырья путем проведения специальных геотехнологических процессов подготовки природных и техногенных залежей к эксплуатации;
- сохранение саморегулирующей и самовосстанавливающей функции недр за счет установления допустимых технологий и масштабов их освоения.

Длительное развитие в СССР горнодобывающей промышленности по отраслевому принципу предполагало формирование предприятий, ориентированных на извлечение основных компонентов, содержащихся в рудах месторождения. Вопросы оценки содержания и извлечения попутных ценных компонентов часто в проектах на разработку месторождений либо вообще не ставились, либо не рассматривались ввиду отсутствия эффективных решений. Поэтому зачастую драгоценные металлы и редкоземельные элементы, присутствующие в рудах преимущественно в труднораскрываемых минеральных формах, поступали в хвосты, размещаемые и накапливаемые в хвостохранилищах.

Несмотря на постоянное совершенствование технологического процесса и высокие показатели обогащения методом флотации, выход хвостов по отношению к исходным рудам составляет 40–90 %. Кроме того, на горных предприятиях помимо потерь металлов, содержащихся в забалансовых и глубокозалегающих телах, отходах производства, теряются ценные компоненты, растворённые в высокоминерализованных водах.

Принципы и стратегия рационального освоения рудных месторождений на перспективу должны быть ориентированы на создание новых процессов и технологий комбинированной экологически безопасной их разработки.

Многообразие технологических решений по использованию балансовых, бедных и забалансовых руд, отходов добычи и пе-

переработки и позитивные предпосылки комплексного освоения, например, медно-колчеданных месторождений, определили необходимость систематизации георесурсов в зависимости от процессов образования, условий залегания и хранения, особенностей вещественного состава с целью обоснования перспективной геотехнологии вовлечения каждой группы георесурсов в промышленную эксплуатацию.

Основную часть балансовых запасов месторождений предпочтительно извлекать методами физико-технической геотехнологии – открытым, подземным или сочетанием процессов этих способов с переработкой руд на обогатительных фабриках. Повышение полноты выемки запасов природных руд, оставленных за контуром разработки, достигается путем рационального сочетания процессов и оборудования открытых и подземных горных работ, а для вовлечения в эксплуатацию особо сложных участков и освоения труднодоступных запасов – физико-химическими технологиями с поверхности или из существующих выработок.

Для этого были разработаны типовые технологические схемы комплексного освоения рудных месторождений комбинированными геотехнологиями, перспективы развития которых связаны с переходом на комплексное проектирование поэтапной отработки месторождения различными способами при единой схеме вскрытия и подготовки запасов, предусматривающей оптимизацию порядка вовлечения отдельных участков месторождения в эксплуатацию соответствующими способами добычи.

Новым научным направлением комплексного освоения недр является целенаправленное формирование из отходов переработки руд техногенных месторождений с заданными характеристиками. При этом решаются вопросы: экономии природного минерального сырья за счет использования техногенного месторождения; получения дополнительной товарной продукции; сохранения качества отходов путем формирования техногенного месторождения с заданными технологическими параметрами, обеспечивающими возможность их освоения в будущем; сокращения площади отчуждения земель, занимаемых под хвостохранилища; снижения экологического воздействия на окружающую среду.

Определяющее влияние на выбор технологической схемы промышленной эксплуатации отходов переработки руд цветных металлов оказывают условия их формирования, складирования и хранения. По этим признакам отходы разделены на четыре вида:

- текущие, на выходе с обогатительной фабрики после завершения всех процессов обогащения;
- затопленные, находящиеся в действующем, постоянно пополняемом хвостохранилище под водой с изменяющейся концентрацией элементов, Eh и pH среды, в зависимости от режима намыва и природно-климатических условий;
- законсервированные, размещенные в хвостохранилище, в котором осуществляются процессы осушения и консервации;
- лежалые, находящиеся в течение определенного времени в законсервированном хвостохранилище, и подвергшиеся процессам вторичного минералообразования и изменению структуры массива.

Такая классификация позволяет обеспечить дифференцированный подход к проектному обоснованию технологии вовлечения отходов в комплексное освоение недр комбинированной геотехнологией.

Технологические схемы утилизации текущих отходов обогащения в выработанном подземном пространстве без доизвлечения ценных компонентов предполагают их частичное обезвоживание. Обезвоженные хвосты обогащения используются для заполнения выработанного пространства подземных камер гидравлической или твердеющей закладкой.

Обезвоженный материал подается в шихтовку с вяжущими веществами для окомкования с целью получения прочных, пористых и устойчивых в выщелачивающих растворах окатышей, укладываемых в штабели выщелачивания. Продуктивные растворы перерабатываются методами гидрометаллургии. Конечной продукцией данных технологических схем являются товарные металлы и их соединения. Отходы выщелачивания направляются на закладочный комплекс для приготовления твердеющей закладочной смеси, либо их используют в качестве сыпучей закладки для локализации пустот в подземном пространстве.

В действующих хранилищах отходы обогащения полиметаллических руд представляют собой наиболее сложный объект освоения, так как большая часть отходов, залегающих в них, находится под затоплением.

Пульпа обезвоживается, сушится до требуемой влажности и окомковывается с добавлением вяжущих материалов. Окатыши требуемых кондиций подаются на промплощадку подземного рудника, затем по клетьевому стволу и системе рудоспусков поступают на вентиляционно-закладочный горизонт, откуда самоходным транспортом доставляются в выработанное пространство. Сформированный таким образом массив разрабатывается методами физико-химической геотехнологии.

Схема предусматривает валовую выемку отходов механизированными комплексами, предназначенными для работы в вязкой среде, окомкование, кучное выщелачивание массивов, сформированных из окомкованного сырья.

По завершению выщелачивания производится расформирование штабелей, транспортирование отработанного сырья на закладочный комплекс подземного рудника для использования отходов выщелачивания в качестве компонента закладочной смеси.

С целью сокращения изъятия дополнительных земель под полигон выщелачивания формирование техногенного массива, представленного окомкованными текущими отходами обогащения, целесообразно осуществлять в выработанном пространстве карьера. Для этого окатыши, выдержанные на временном складе до набора требуемой прочности, подаются в отработанный карьер и формируются в штабели для выщелачивания, орошение которых осуществляется системой гибких шлангов и разбрызгивателей. Сбор продуктивного раствора производится как посредством прудков и канав, так и из подземных выработок, пройденных в бортах и в основании карьера.

Отходы выщелачивания могут быть оставлены в карьере в виде внутренних отвалов, либо использованы для приготовления закладочных смесей.

Выщелачивание техногенных массивов, формируемых на поверхности или в карьере, подвержено влиянию атмосферных

осадков и колебаний сезонных температур на состав и качество выщелачивающих и продуктивных растворов.

Устранение этих недостатков достигается при размещении окомкованного сырья в выработках подземного рудника, куда подготовленные окатыши транспортируются по клетьевому, либо наклонному стволу для размещения на рабочих горизонтах. Орошение массива производится с вышележащего этажа, а сбор растворов – из выработок, расположенных на нижележащем горизонте.

Продуктивные растворы перерабатываются в условиях подземного рудника или на поверхности. Массив окомкованного материала остается во вторичных камерах. Массив старых хранилищ, сложенных слоями, отличается вещественным составом и физико-механическими свойствами.

Проектирование и реализация новых горных технологий невозможна без решения вопросов:

- увеличения избирательности воздействия на недра и направленного изменения свойств минерального вещества на макро- и микроуровне;
- максимального использования геомеханических, геохимических и других природных аномалий участков недр, минералов и их агрегатов, анизотропии свойств;
- увеличения степени комплексности использования ресурсов рудоносных провинций на базе ресурсовоспроизведения;
- повышения степени сопряженности технологических процессов;
- минимального изменения экологической функции недр, как части природной среды.

Создание эффективной физико-химической технологии освоения некондиционных руд, оставленных в недрах и складированных в отвалах, а также отходов обогащения и минерализованных промышленных стоков требует изыскания составов комплексных растворителей, отвечающих требованиям экологической безопасности, селективности перевода ионов металлов в раствор, необходимой интенсивности и эффективности процессов выщелачивания, а также разработки способов формирования массивов для выщелачивания, режимов и параметров физико-химической геотехнологии, с совместным решением вопросов утилизации конечных отходов.

Предпосылками проектирования комбинированных геотехнологий комплексного освоения месторождений с расширенным циклом производственных процессов являются:

- накопление значительных объемов техногенного сырья, уже прошедшего первичную подготовку, с достаточно высоким содержанием полезных компонентов;
- благоприятная тенденция роста цен на извлекаемые металлы на мировом рынке сырья;
- широкое промышленное внедрение в практике процессов физико-химической геотехнологии;
- возможность, благодаря достижениям фундаментальной химии, комплексного и селективного извлечения из полиэлементного природного и техногенного сырья полезных компонентов заданного качества;
- имеющийся научный задел в области создания и обоснования параметров физико-химической геотехнологии применительно к комбинированной разработке месторождений;
- сложившийся дефицит минерально-сырьевой базы на действующих горнодобывающих предприятиях, имеющих развитую производственную и социальную инфраструктуру.

В связи с этим применительно к проблеме формирования стратегии освоения рудных месторождений первоочередными задачами являются:

- теоретическое обоснование геотехнологической стратегии комплексного освоения рудных месторождений на основе изучения особенностей их техногенного преобразования, создание технологических схем и способов разработки природных и техногенных месторождений на базе комбинации процессов открытой, подземной и физико-химических методов добычи руд;
- обоснование методики определения основных параметров техногенного преобразования природных месторождений с вовлечением в эффективную промышленную эксплуатацию сформированных в результате складирования отходов горно-металлургического производства техногенных месторождений;

- установление закономерностей минерального и химического состава, распределения полезных компонентов и физико-механических свойств минерального сырья в природных и техногенных месторождениях;
- усовершенствование существующих и разработка новых технологических процессов комплексного освоения природных и техногенных месторождений для повышения уровня, и комплексности извлечения полезных компонентов путем снижения их потерь в недрах при добыче и переработке, а также утилизации отходов производства.

Важность и сложность решения перечисленных вопросов комплексного освоения месторождений заключается в том, что как комплексное освоение месторождения, так и полнота использования георесурсов, не являются задачами простого сложения отдельных производств, а представляют проблему создания горнопромышленного комплекса с расширенным циклом добычи, переработки руд и утилизации отходов. Этот принцип должен войти в практику проектирования и строительства горнодобывающего предприятия, полностью использующего как природные и техногенные георесурсы, так и прогрессивные технологии добычи и переработки руды, адаптированные к горно-геологическим условиям месторождения и учитывающие специфику вещественного состава руд.

7.4 Инновационные технологии переработки руд

Существующие технологии добычи и переработки руд основаны на извлечении балансовых запасов руд.

Высокая себестоимость 1 т руды по добыче и обогащению приводит к низкому уровню рентабельности.

Флотационное обогащение допускает большие потери полезных компонентов, содержание которых в хвостах обогащения достигает до 0,2 % и больше.

Авторами из Казахстана [32] разработана инновационная технология переработки руд путем применения бактериально-химического способа выщелачивания полезных компонентов из отбитых руд непосредственно на местах ее добычи.

Способ выщелачивания металлов в турбулентном циркуляционном потоке пульпы из мелкодробленой или измельченной руды непосредственно на местах их добычи или хвостов флотационного обогащения, включающей чаны со смесителями, насосы песковые и струйные, трубу Вентури, пресс-фильтр, биохимические реагенты, отличается тем, что процесс выщелачивания осуществляется непрерывно в турбулентном циркуляционном потоке пульпы с аэрацией до получения требуемого продуктивного раствора, который затем подвергают процессу фильтрации с помощью пресс-фильтра. При этом получаемый продуктивный раствор подвергается переработке различными известными способами экстракции, а кек используется для производства строительных материалов.

Сущность новой технологии бактериально-химического выщелачивания заключается в следующем.

Сооружаются два одинаковых бетонированных сборника в виде прямоугольника большой емкости, на крышах этих емкостей смонтированы смесители. В эти емкости заливают бактериально-химические растворы и погружают мелко дробленную или измельченную руду. К сборнику подключена одна насосная установка и одна землесосная установка. Если сборник загружен мелко измельченной рудой, то включается установка, если сборник заложен мелкодробленой рудой, то включается землесосная установка. Обе эти установки работают в циркуляционном режиме, т. е. всасывают пульпу или измельченную руду и нагнетают, и пульпа подается в тот же растворосборник, откуда началась циркуляция этих растворов.

Весь объем пульпы с измельченной рудой или шламов с мелкодробленой рудой должен быть подвергнут химическому или биохимическому выщелачиванию до момента получения заданной концентрации металла в продуктивном растворе.

При этом растворителями могут быть приняты растворы серной кислоты (H_2SO_4) или тиосульфат натрия ($Na_2S_2O_3$), а в качестве окислителей могут быть применены трехвалентные окиси железа ($Fe_2(SO_4)_3$), растворы азотнокислого аммония (NH_4NO_3) и биоклетки феррооксидана, а также аэрация воздуха.

Одним из наиболее важных факторов бактериального окисления сульфидных минералов является активная кислотность среды: как известно, бактерии нормально растут и развиваются только в кислой среде при pH 2–4.

При крупности руды – 0,56 мм и применим 5 % $H_2SO_4 + 0,1NH_4_2S_2O_3$ извлечение меди достигает до 97 %. Многократная циркуляция продуктивного раствора должна быть осуществлена в турбулентном потоке с числом Рейнольдса $Re^3 10000$. Подобная турбулентность может быть получена при достижении потока продуктивного раствора через трубу Вентури, с помощью которой и обеспечена непрерывная подача воздуха в продуктивный раствор, аэрация которого играет роль сильного окислителя и для обеспечения жизнедеятельности бактерий.

Сущность разработанной технологии извлечения металла состоит в том, что выщелачивание полезных компонентов происходит в турбулентном потоке, и одним из основных элементов является устройство, создающее турбулентный поток.

Извлечение металлов из хвостового флотационного обогащения достигает 95 %. При переработке хвостов флотационного обогащения не требуется применение бактериального выщелачивания, так как за много лет хранения эти хвосты стали сильно окисленными.

Техническим результатом способа является:

- выщелачивание металла из исходного материала массой в 25–30 т длится не более часа;
- процессу извлечения подвергаются хвосты флотационного обогащения с низким содержанием полезных компонентов (0,2 % содержания металла);
- коэффициент извлечения металла достигает более 95 %;
- подача химических реагентов из чана, протекание процессов растворения и выщелачивания в чанах и автоматизация всех процессов исключают загрязнения окружающей среды;
- возможность отработки нерентабельных месторождений.

Таким образом, с увеличением степени измельчения руды ускоряется процесс окисления ее полезных компонентов, что обеспечивает полноту их выщелачивания.

Обработка пульпы измельченной руды или хвостов флотационного обогащения в турбулентном циркуляционном потоке биохимического раствора позволяет получить высокий коэффициент извлечения.

7.5 Выводы по главе

Инновационные технологии по добыче и переработке минеральных ресурсов развиваются во всех странах, где занимаются освоением месторождений полезных ископаемых. Поэтому можно смело перенимать и использовать различные подходы к разработке минеральных ресурсов в условиях Кыргызстана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии изложены результаты состояния разведанности и разработки минеральных ресурсов Кыргызстана. Приведена концепция комплексного освоения месторождений, возможные пути повышения их эффективности в условиях Кыргызстана.

Кыргызстан имеет значительную минерально-сырьевую базу различных видов угольных, рудных и нерудных полезных ископаемых, техногенных месторождений, на базе которых можно развивать различного профиля добывающие и перерабатывающие предприятия горной промышленности.

Сегодня и в обозримом будущем для полного удовлетворения потребностей народного хозяйства республики в минеральном сырье должна учитываться совокупность условий разработки месторождений, технология переработки руд, конъюнктура рынка, обеспеченность региона трудовыми ресурсами, энергией, водой, и т. д. Лишь комплексная оценка, а не только качество минерального сырья, должны стать определяющим критерием целесообразности вовлечения в разработку месторождений полезных ископаемых.

Многопрофильный характер и многоступенчатое освоение минеральных ресурсов, специфические особенности территории республики: высокогорный сильно расчлененный рельеф с замкнутыми и полузамкнутыми экологическими зонами, сложное геологическое строение и высокая степень дезинтеграции горных пород и месторождений полезных ископаемых, вертикальная климатическая поясность, наличие на территории действующих и закрытых горных предприятий заскладированных в 65 более 550 млн м³ горных пород и забалансовых руд, и в 46 хвостохранилищах 110 млн м³ отходов обогащения руд и металлургической переработки (ими занято более 2000 га земли) требует решать проблему рационального использования минерального сырья в республике только на основе его комплексного освоения, извлечения и использования.

Проблема комплексного освоения месторождения минеральных ресурсов на фоне бережливости и экономии минерально-

сырьевых, материальных и энергетических ресурсов на горных предприятиях республики становится ключевой проблемой. Вовлечение минеральных ресурсов республики в народно-хозяйственный оборот сегодня и в перспективе должно подчиняться концепции рационального и комплексного освоения месторождений с максимальной утилизацией всех компонентов ресурса, широким применением малоотходных и безотходных технологий с минимальным загрязнением окружающей среды.

Реализация данной концепции и соответствующая реорганизация действующей разрозненной структуры управления геологической службой и добывающими отраслями позволит систематизировать их деятельность, усилить государственное управление и контроль в области изучения и рационального использования недр; сэкономить капиталовложения в расширение номенклатуры товарной и валовой продукции действующих горных предприятий без существенного увеличения фондоотдачи.

Реализация требований комплексного освоения месторождений с вовлечением в промышленное использование отходов рудообогатения возможна на основе системного подхода к разработке и формированию технологических схем, при котором каждая из проектных и технологических задач рассматривается в проекте как элемент единой горнотехнической схемы предприятия в целом. При этом эффективность частных проектных решений, связанных с освоением техногенных месторождений, должна оцениваться с позиции обеспечения максимальной эффективности всей технологической схемы освоения месторождения в рамках единого горно-перерабатывающего комплекса.

Научные основы проектирования разработки рудных месторождений постоянно развиваются, приоритетной проблемой является установление взаимосвязей параметров и условий применения горнотехнических систем комплексного освоения месторождений, как совокупности технических, организационных и экономико-экологических решений, обеспечивающих необходимые объемы и качественный состав добываемого сырья в современных и перспективных макроэкономических условиях производства и потребления минеральных ресурсов. Такое развитие теории проекти-

рования способствует наиболее плодотворному взаимодействию горных, геологических и других наук для получения наилучших результатов для природы и общества в освоении и сохранении недр Земли.

Комплексной перспективной инновацией для Кыргызстана является формирование современного горнопромышленного кластера с комплексным освоением месторождений минеральных ресурсов, для чего в республике имеются необходимые предпосылки: значительный ресурсный потенциал, резерв дешевой электроэнергии, существующие и строящиеся объекты инфраструктуры, подготовленные квалифицированные кадры. Именно горнопромышленный кластер, благодаря консолидации минерально-сырьевых, финансовых, интеллектуальных и административных инноваций и послужит ядром комплексного освоения месторождений минеральных ресурсов Кыргызстана.

Реализация процессов физико-химической геотехнологии, позволит получить широкий спектр ценных компонентов в виде товарных металлов или промпродуктов, их целесообразно осуществлять в комплексе с физико-техническими способами добычи.

Охрана окружающей среды – большое государственное дело, важная социально-экономическая и нравственная задача. И она должна быть решена в комплексном порядке – хозяйственными, техническими, правовыми и другими средствами.

ЛИТЕРАТУРА

Использованная:

1. Полное географическое описание России. Том 19. Туркестанский край. СПб., 1913. 860 с.
2. Минеральное богатство Средней Азии. Сб. ОНТИ-Химтеорет. Л., 1935. 590 с.
3. Угольные месторождения Кыргызстана. Бишкек, 1996. 510 с.
4. Минеральные ресурсы неметаллических полезных ископаемых Кыргызской Республики. Бишкек, 1996. 385 с.
5. Минерально-сырьевая база Кыргызской Республики на рубеже перехода к рыночной экономике. Бишкек, 1998. 231 с.
6. *Лагутин Е.И.* Геогидрология Кыргызстана. Бишкек, 2013. 273 с.
7. *Катаева Н.И.* Минеральные воды Киргизии. Фрунзе: Кыргызстан, 1970.
8. Основные направления развития топливно-энергетического комплекса Киргизской ССР на 1986–2000 гг.: ДСП. Фрунзе: Госплан Кирг. ССР, 1984.
9. *Матыченков В.Е., Иманкулов Б.И.* Минеральные воды Киргизии. Фрунзе: Илим, 1987 г. 256 с.
10. *Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В.* Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. Бишкек: Илим, 2006. 265 с.
11. Золото Кыргызстана. Книга 1. Геология. Условия локализации / В.В. Никоноров, Ю.В. Караев, Ф.И. Борисов и др. Бишкек: «Наси», 2004. 271 с.
12. Золото Кыргызстана. Книга 2. Описание месторождений. Рудные месторождения / В.В. Никоноров, Ю.В. Караев, Ф.И. Борисов и др. Бишкек: «Наси», 2004. 272 с.
13. Государственный кадастр отходов горной промышленности Кыргызской Республики (хвостохранилища и горные отвалы). Бишкек, 2010. 290 с.
14. *Агошков М.М.* Развитие идей и практики комплексного освоения недр // Горный журнал. 1984. № 3. С. 3–6.

15. *Трубецкий К.Н.* Комплексное освоение рудных месторождений при открытом способе разработки // В кн.: Разработка месторождений твердых полезных ископаемых. Итоги науки и техники. ВИНТИ АН СССР. М., 1985. С. 1–44.

16. *Мусакожоев Ш.М., Жапаров А.У.* Стратегия инновационной модернизации. Бишкек: Турар, 2010. 168 с.

17. *Жапаров А.У.* Стратегия модернизации экономики Кыргызской Республики (монетарно-фискальный аспект): автореф. дисс... докт. техн. наук. Бишкек, 2009.

18. Положение о порядке лицензирования недропользования. Утверждено постановлением правительства Кыргызской Республики от 14 декабря 2012 г. № 834.

19. *Агаджанян Н.А., Миррахимов М.М.* Горы и резистентность организма. М.: Наука, 1970, 170 с.

20. *Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш.* Зональная и поэтапная оценка напряженно-деформированного состояния породного массива Тянь-Шаня. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2003. 359 с.

21. *Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш.* Горные работы в условиях Тянь-Шаня. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2013. 282 с.

22. *Королев В.Г.* Схема тектонического районирования Тянь-Шаня и смежных регионов // Изв. Кирг. филл. Всес. Геогр. общ-ва. Вып. 3. 1961. С. 81–102.

23. *Мамбетов Ш.А.* Прогнозирование и контроль напряженно-деформированного состояния массива пород в высокогорных районах. Фрунзе: Илим, 1988. 187 с.

24. *Работа Э.Н.* Реконструкция напряженного состояния горных массивов по виду и генезису тектонических структур и соответствующей теории разрушения // Экспериментальная тектоника в решении задач теоретической и практической геологии: тез. докл. 2-го всес. симп. Киев: Ин-т геофиз., 1987. С. 184–185.

25. *Сетров М.И.* Принцип системности и его основные понятия // Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970. С. 28–41.

26. *Мамбетов Ш.А., Чунуев И.К.* Разработка геодинамической модели породного массива высокогорного Тянь-Шаня // В сб. Проблемы разработки полезных ископаемых в условиях высокогорья. Фрунзе, 1987.

27. *Мамбетов Ш.А., Артыкбаева З.К.* Измерение упругих параметров анизотропных горных пород ультразвуковым методом // Горный журнал. 1975. № 3.

28. *Ибрагимов Г.М.* Каменноугольные месторождения Узбекистана // Горный вестник Узбекистана. 2008. № 1.

29. *Искандаров Т.И., Мавлянов Н.Г. и др.* Характеристика органоминерального удобрения «Супергумус»-3 // Сб. научн. тр. Гигиена окружающей среды и здоровья населения. Ташкент: ИНИ санитарии, гигиены и профзаболеваний, 2006. С. 36–38.

30. *Каплунов Д.Р., Калмыков В.Н., Рыльникова М.В.* Комбинированная геотехнология. М.: Изд-во Руда и металлы, 2003 г. 560 с.

31. *Русский И.И.* Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах. М.: Недра, 1979. 220 с.

32. *Цой С., Юн Р.Б.* Основы проектирования рудников: учебник. Аламаты: КазНТУ, 2006. 462 с.

33. *Авдохин В.М.* Основы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов. В 2 т. Т. 1. Обогачительные процессы. М.: МГГУ «Горная книга», 2008. 417 с.

Рекомендуемая:

Борисов Ю.П., Рябина З.К., Воинов В.В. Особенности проектирования разработки нефтяных месторождений с учетом их неоднородности. М.: Недра, 1976. 285 с.

Борисова Е.А. Способы и устройства очистки шахтных и карьерных вод (аналитический обзор) / Е.А. Борисова, М.Н. Щербакова; под ред. С.М. Простова. Кемерово: КузГТУ, 2007. 138 с.

Васюков Ю.Ф. Биотехнология горных работ: учебник для вузов. М.: Горная книга, 2011. 351 с.

Голик В.И. Специальные способы разработки месторождений: учебное пособие. М.: НИЦ Инфра-М, 2014. 132 с.

Еремин И.В. Марочный состав углей и их рациональное использование: Справочник / И.В. Еремин, Т.М. Броневец. М.: Недра, 1994. 254 с.

Исмаилов Т.Т. Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебник

для студентов, магистров и аспирантов вузов, обучающихся по горн.-геолог. специальностям по направлению подготовки 130200 «Технологии геолог. разведки» / Т.Т. Исмаилов, В. И. Голик, Е. Б. Дольников. М.: МГГУ, 2008. 334 с.

Кичигин Н.В. Правовое регулирование в области обращения с отходами производства и потребления: научно-практическое пособие / Н.В. Кичигин, М.В. Пономарёв. М.: Юриспруденция, 2010. 192 с.

Клишин В.И. Проблемы безопасности и новые технологии подземной разработки угольных месторождений / В.И. Клишин, Л.В. Зворыгин [и др.]. Новосибирск: Изд. дом «Новосибирский писатель», 2011. 524 с.

Коваленко В.С. Практикум по дисциплине «Рациональное использование и охрана природных ресурсов»: учеб. пособие / В.К. Коваленко, В.М. Щадов, В.В. Таланов. М.: МГГУ, 2009. 105 с.

Нифантов Б.Ф. Угли Кузбасса: химические элементы-примеси и технологии их извлечения при комплексном освоении месторождений / Б.Ф. Нифантов, В.П. Потапов, Б.А. Анферов, Л.В. Кузнецова. Кемерово: ИУ СО РАН, 2011. 310 с.

Пучков Л.А. Извлечение метана из угольных пластов / Л.А. Пучков, С.В. Сластунов, К.С. Коликов. М.: МГГУ, 2002. 383 с.

Пучков Л.А. Комплексное использование буроугольных месторождений: учеб. пособие / Л.А. Пучков, Н.М. Качурин [и др.]. М.: Горная книга, 2007. 277 с.

Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Проектирование разработки / Ш.К. Гиматудинов, Ю.П. Борисов, М.Д. Розенберг и др. М.: Недра, 1983. 455 с.

**Ш.А. Мамбетов,
А.Р. Абдиев, Р.Ш. Мамбетова**

**КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

Учебное пособие

Редактор *И.С. Волоскова*
Компьютерная верстка *А.С. Шелестовой*

Подписано в печать 28.12.2018
Печать офсетная. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Объем 18,0 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 16

Издательство КРСУ
720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, 2а