

Министерство индустрии и инфраструктурного развития РК  
Филиал Республиканского государственного предприятия на праве  
хозяйственного ведения «Национальный центр по комплексной переработке  
минерального сырья Республики Казахстан» «Институт горного дела  
им. Д. А. Кунаева»

**«Утверждаю»**

Директор ИГД им. Д. А. Кунаева  
Академик НАН РК  
Д.Т.Н. проф. Н.С Буктуков.



«28» августа 2023 г.

**«Рассмотрено»**

на заседании научного семинара  
отделов и лабораторий ИГД им.  
Д.А. Кунаева  
Протокол №8 от 28.08.24г.  
Председатель научного семинара  
зам. директора по научной  
работе  
к.т.н. Шабельников Е.А.

**Программа кандидатского экзамена по специальности  
25.00.22 – Геотехнология (подземная и открытая)**

**Тема диссертации: «Разработка геотехнологических способов  
добычи некондиционных руд Жезказганского  
месторождения»**

Программу по кандидатской диссертации составил Бектибаев У.А.

Научный руководитель д.т.н. Жалгасулы Н.

Программа-минимум  
Содержит 10 страницы

Алматы 2023

Кандидатский экзамен является составной частью аттестации научных и научно — педагогических кадров.

Целью кандидатского экзамена по специальности 25.00.22 — Геотехнология (подземная и открытая) является оценка уровня теоретической и методологической подготовки аспирантов и соискателей на завершающем этапе подготовки диссертационного исследования.

Задачи кандидатского экзамена по специальным дисциплинам является усвоение теоретических основ «Геотехнология».

Для установления глубины профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровня подготовленности к самостоятельной научно — исследовательской работе на экзамене кандидатского минимума аспирант (соискатель) должен продемонстрировать владение предмета, теоретическую, практическую значимость объекта исследования и защищаемые научные положения, основные методы разработки месторождений полезных ископаемых: подземные и открытые способы добычи, основные направления и современные тенденции в области геотехнологии, геотехнологические методы разработки полезных ископаемых: классификация и принципы применения, геотехнологические характеристики горных пород и их влияние на выбор метода добычи полезных ископаемых, основы проектирования геотехнологических процессов в горной промышленности, методы и технологии термической переработки полезных ископаемых, влияние геоэкологических факторов на геотехнологические процессы, геоинформационные системы и их применение в геотехнологии, методы мониторинга и контроля геотехнологических процессов: особенности и инновации, применение подземных и поверхностных методов добычи в геотехнологии, технологии рекультивации и восстановления экосистем после проведения геотехнологических работ.

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине разработана в соответствии с Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Указом Президента Кыргызской Республики от 18 января 2022 года №212, и на основании паспорта специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная и открытая).

Основу настоящей программы составили ключевые положения следующих дисциплин: «Геотехнология», «Горнодобывающее предприятие — геотехнология».

## **Программа кандидатского экзамена по дисциплине «Геотехнология»**

### **Геотехнология**

#### **Введение в геотехнологию**

- Понятие и классификация геотехнологии.
- История развития геотехнологии.
- Основные факторы, влияющие на выбор метода разработки месторождения.
- Основные геологические характеристики месторождений.
- Экономические и экологические аспекты геотехнологий.

#### **Открытая геотехнология**

- Карьерный способ разработки месторождений.
- Основные технологические схемы ведения открытых горных работ.
- Вскрышные работы и их организация.
- Методы транспортирования горной массы в карьерах.
- Контроль устойчивости откосов и бортов карьеров.

#### **Подземная геотехнология**

- Системы подземной разработки месторождений.
- Современные технологии бурения и крепления выработок.
- Средства механизации подземных работ.
- Вскрытие месторождений подземным способом.
- Закладка выработанного пространства: методы и материалы.

#### **Скважинная геотехнология**

- Скважинные методы добычи металла из руд.
- Геотехнологии выщелачивания полезных компонентов из руд.
- Гидродобыча полезных ископаемых: принципы и оборудование.
- Газификация углей в недрах.
- Биотехнологии и их перспективы.

#### **Экология и безопасность в геотехнологии**

- Влияние геотехнологии на окружающую среду.
- Методы минимизации вредного воздействия горных работ.
- Современные технологии рекультивации нарушенных земель.
- Мониторинг геодинамических процессов воздействия горных работ.
- Основы промышленной безопасности и охраны труда.

#### **Перспективы развития геотехнологий**

- Современные направления совершенствования геотехнологий.
- Применение роботизированных технологий в добыче.
- Международный опыт внедрения инновационных геотехнологий.

## Содержание программы - минимум

### Раздел 1. Состояние запасов полезного ископаемого на примере Жезказганского месторождения меди

Экономика Казахстана имеет ярко выраженный сырьевой характер. Существенную роль в ней играет добыча твердых полезных ископаемых. С начало промышленного освоения крупных месторождений прошло 60 - 70 лет. Сырьевая база сокращается, руды становятся беднее, увеличиваются запасы так или иначе отнесенные к эксплуатационным потерям и некондиционное сырье.

Анализ потерь по Жезказганскому месторождению меди составляет 25 - 30 %, в том числе: по видам местоположению в процентах к погашенным запасам показал, что около 35 - 40% приходится на потери в опорных столбчатых целиках, 25% в панельных и барьерных целиках, около 20% в кровле, около 10% в кромках и 5-6 в почве.

Необходимо отметить, что в сухом остатке в подземных водах 44-ой шахты (прилагающие к флекуре) обнаружены химическими и спектральными анализами: медь, свинец, цинк, сурьма, молибден, железо, алюминий, серебро, стронций, кремний, мышьяк, барий, кобальт, марганец, хром, титан, фосфор и др., всего 26 элементов.

В связи со значительными объемами потерянных руд возникает нелегкая проблема удовлетворения возрастающих потребностей меди путем рационального (разумного) использования запасов некондиционного сырья. Под рациональным или разумным использованием запасов в работе понимается, возможно, полное и комплексное использование запасов, путем применения геотехнологических способов добычи различных металлов из зон флексуры, целиков и некондиционного сырья, а также различных отходов горного производства. Поэтому поставленная тема диссертации по применению геотехнологического способа кучного и подземного выщелачивания некондиционного сырья является **актуальной**.

Переработку необходимо производить на данном этапе, пока еще функционируют инфраструктуры налаженные на месторождении со времен ЖГМК.

В 2024 году по данным Института экономического исследования РК индекса социального благосостояния, Казахстан занимает 164 место по вторичной переработке материалов -минералов среди 170 стран.

Выходом из сложившего положения может быть широкое использования геотехнологических способов добычи и переработки полезных ископаемых не производя большого объема горных работ, обеспечивающих снижение себестоимости добычи в 1,5-2,5 раза по сравнению с традиционными способами.

Минеральный состав сероцветных песчаников довольно разнообразный. По данным микроскопического изучения они состоят в

основном из зерен кварца, крупнокристаллического кремния, полевых шпатов, изредка слюды, обломков эффузивов, а также рудных минералов.

Красноцветные алевролиты и аргиллиты представляют собой довольно плотную породу, имеющую пелитовую структуру. Под микроскопом алевролиты и аргиллиты представляют глинистую массу, сложенную частицами не более 0,01 мм.

В целом терригенный материал в красноцветных алевролитах и аргиллитах составляет 50-70% от состава породы, а остальная часть - глинистый цемент с гидроокислами железа.

Физические свойства различных пород отличаются друг от друга, а для пород одного типа зависят от глубины и места залегания – в зонах флексуры, окисления и выветривания породы более пористы, выщелочены, обладают меньшей прочностью и т. д.

## **Раздел 2. Комплексное и рациональное использование природных ресурсов**

В разные годы было произведено обзор литературы, детальное обследование месторождения для обоснования подземного и кучного выщелачивания металла, включая материалы натуральных лабораторных исследований, а также ранее проводимых опытных работ по отработке участков зон флексуры.

На основе исследования по рациональному использованию природных ресурсов были проведены лабораторные исследования по грантовому финансированию, результаты которых позволили поставить вопрос о создании объединенного комплекса опытного участка включающие окисленные руды Акчи-Спасского карьера, целиков шахт №39 и зоны флексуры шахты «Кресто-Центр».

По результатам обследования установлено, что выбранный участок отвечает всем требованиям, систем подземного выщелачивания. Над шахтным полем отсутствуют промышленные сооружения и жилые помещения, которые подлежали бы сносу.

В целом, новый способ несет с собой более производительную систему разработки и позволит значительно увеличить запасы полезных ископаемых не только за счет выщелачивания потерянных, но и вводит в эксплуатацию бедные и забалансовые руды, ныне не разрабатываемые недропользователем.

Проблема получения меди методами подземного выщелачивания в условиях Жезказганского месторождения ориентируется, в основном, в направлении изучения процессов подземного выщелачивания высокоплатных смешанных руд, даже в условиях повышенного содержания карбонатов до минимального содержания меди в руде в пределах 0,2%. Причем одной из главных целей является выбор наиболее эффективных растворителей.

Исследования, проводимые на крупнокусковой руде, дают более полную информацию, но имеет ряд недостатков:

Значительная продолжительность экспериментов (2-3 года и более) и большая их трудоемкость;

Неоднородность выщелачиваемых руд, необходимость проведения опытов с большим объемом руды, большое количество вариантов опытов для различных технологических условий.

Поэтому, с целью сокращения сроков опытов, исследования проводили на измельченных пробах по методике рационального планирования экспериментов, что несет снижение себестоимости добычи.

В трех сериях опытов первичными факторами были: изменение концентрации серной и соляной кислот от 10 до 50 г/л и содержание нитрата аммония и хлорного железа также от 10 до 50 г/л, время выщелачивания принималось от 10 до 50 суток и Ж:Т от 0,8 до 2,4.

Вес каждой навески – 0,5 кг, количество опытов – 75, среднее содержание меди – 0,22 %, содержание окисленной меди – 36% (отн.).

Расход серной кислоты 0,5 кг руды для опытов с добавкой соли аммония, с хлорным железом и нитрата аммония выражается: (формулы №1,2,3)

Впервые разработана новая методика исследования по определению технических параметров выщелачивания в лабораторных условиях, на основании которых сформированы критерии выщелачивания:

- установлены основные закономерности процесса выщелачивания и разработаны различные варианты подземного выщелачивания меди из зон флексуры и опорных целиков;
- даны теоретические обоснования переработки металлов из целиков с последующим их упрочнением способом нагнетания цементационного раствора.
- впервые в условиях Жезказганского месторождения предложен способ интенсивного кучного выщелачивания некондиционных медных руд, заключающийся в низкотемпературной сульфатизации руды концентрированной серной кислотой с последующей выдержкой и дальнейшим растворением ее слабым раствором
- обоснованы и разработаны геотехнологические способы добычи некондиционных медных руд, обеспечивающих повышение полноты и комплексности использования недр с применением в «кучах малой высоты».

### **Раздел 3. Опытнo-полупромышленнoе испытание**

В лаборатории «Физико-химических способов переработки минерального сырья» ИГД им. Д.А. Кунаева разработана технология кучного выщелачивания меди из окисленных руд Жезказганского месторождения.

Сущность технологии заключается в том, что руда, измельченная до крупности – 40 мм обрабатывается концентрированной серной кислотой, выдерживается в течение нескольких суток и выщелачивается в «кучах малой высоты» (от 0,70 до 1,5м). При этом используется обратное водоснабжение, исключающее образование жидких отходов. Твердые отходы (остаток породы после выщелачивания) направляется на закладочный комплекс для использования в качестве инертного заполнителя в закладочной смеси.

Технология кучного выщелачивания меди из руды прошла испытания на территории Акчи-Спасского карьера. Испытания подтвердили ее работоспособность и возможность высоких показателей извлечения меди.

Определены подсчет запасов металла, которые можно выщелочить из некондиционных руд Акчи-Спасского карьера, целиков шахты №39 слайд № и флексур шахты «Кресто\_Центр» слайд №20. Для переработки на опытном участке подлежат отнесенные к эксплуатационным потерям зоны флексуры, междукамерные целики и труднообогатимая окисленная руда с подсчитанными балансовыми запасами:

- зоны флексуры шахты 3-бис Кресто-Центр - запасы меди 3 927 тонн;
- междукамерные целики шахты №39 - запасы меди 1 097 тонн;
- окисленная руда Акчи-Спасского карьера 250,0 тыс. тонн;
- рудный отвал Акчи-Спасского карьера 446,0 тыс. тонн.

Определены ТЭО и эффективность технологического цикла подземного выщелачивания которые показывают, что применение способа подземного выщелачивания даже с содержанием в них металла 0,2% в определенных условиях можно считать рентабельным.

Диссертационная работа проведена в рамках грантового финансирования.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПО ПРОГРАММЕ – МИНИМУМ**

### **Геотехнология**

1. Что такое геотехнологический процесс.
2. Какие основные методы разработки месторождений применяются в геотехнологии.
3. Какие основные факторы влияют на выбор метода разработки месторождений.
4. Расскажите история развития геотехнологии.
5. Какие основные виды вскрышных работ применяются в открытой разработке полезных ископаемых.
6. Какие способы воздействия на природную среду известны.
7. Какие существуют основные системы подземной разработки месторождений.
8. Какие основные способы бурения применяются в подземной геотехнологий.
9. Что такое закладка выработанного пространства и зачем ее применяют.
10. Какие способы закладки используются в подземных работах.
11. В чем суть скважинной геотехнологии.
12. Что такое выщелачивание.
13. Какой метод применяется для подземной газификации углей.
14. Что такое гидродобыча.
15. Какие основные недостатки скважинных технологий добычи металла.
16. Как оцениваются воздействия горных работ на окружающую среду.
17. Какие методы используются для рекультивации нарушенных земель.
18. Как осуществляется пылеподавление в карьерах.
19. Как осуществляется мониторинг геодинамических процессов.
20. Какие системы безопасности применяются в шахтах.
21. какие перспективы развития подземных технологий добычи.
22. Какие преимущества имеют безлюдные технологии добычи.
23. Какие технологии позволяют минимизировать отходы горного производства.
24. Что такое техногенно-минеральный объект.
25. Как учитывается многокомпонентность окисленной руды, а также как долго длится по времени.
26. Какие руды наиболее пригодны для геотехнологического способа добычи
27. Какие знаете способы добычи руд.