

Ж. К. Каирбеков  
Н. Жалгасулы, Е.А. Аубакиров

# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



 **КАЗАК**  
**УНИВЕРСИТЕТІ**  
БАСПАҰЙЫ

УДК 622.1/2  
ББК 33.12  
К 15

*Рекомендовано к изданию Ученым советом факультета химии  
и химической технологии и РИСО КазНУ им. аль-Фараби*

*Монография выпущена при финансовой поддержке ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов и Института горного дела им. Д.А. Кунаева в рамках программ «Разработка научных основ переработки горючих ископаемых и получения новых материалов» №0112РК02581 по приоритету «Интеллектуальный потенциал страны» по подприоритету «Фундаментальные исследования в области естественных наук» и «Разработка технологии глубокой переработки органического и минерального сырья и получения наноструктурированной композиционной продукции различного назначения» №0112РК02580 по приоритету «Глубокая переработка сырья и продукции» по подприоритету «Технология пререработки продукции» и «Разработка гибридной радиационно-плазменной и кавитационно-гидрогенизационной технологии обработки низкосортных энергетических углей» №0112РК02577 по приоритету «Глубокая переработка сырья и продукции» по подприоритету «Технология пререработки продукции»*

**Рецензенты:**

доктор технических наук, профессор **У.Ж. Джусипбеков**  
доктор химических наук, профессор **К.Д. Досумов**  
доктор химических наук, профессор **М.К. Бейсебеков**

**Каирбеков Ж.К. и др.**

К 15 Новые технологии добычи и переработки полезных ископаемых / Ж.К. Каирбеков, Н. Жалгасулы, Е.А. Аубакиров. – Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 224 с.

**ISBN 978-601-04-0650-6**

В книге обобщены материалы по вопросам разработки единого направления, охватывающего взаимодействие горнообогатительных предприятий с окружающей средой, и разработки технических решений, направленных на снижение вредного воздействия этих предприятий на элементы окружающей среды, а также восстановления плодородия и земель за счет применения биологических активных гуминовых препаратов.

Предложена и обоснована технология рекультивации земель, занятых отходами производства (отвалы, хвостохранилища) путем их озеленения с использованием разработанных гуминовых препаратов, обеспечивающих хорошую приживаемость высаживаемых растений, и исследовано влияние природы гуминовых препаратов на физико-химические свойства полимерметаллических катализаторов на основе палладия и гумата калия.

Использован комплексный метод исследования с привлечением основных положений теории сложных систем; анализ литературных и патентно-информационных источников; теоретическое обобщение результатов исследований механизма геотехнологических процессов; методы физического моделирования процессов; лабораторные и натурные испытания с реализацией результатов; производственная апробация и внедрение разработанных рекомендаций.

Книга представляет интерес для научных работников, производственников, а также преподавателей и студентов ВУЗов.

УДК 622.1/2  
ББК 33.12

ISBN 978-601-04-0650-6

© Каирбеков Ж.К. и др., 2014  
© КазНУ им. аль-Фараби, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Экономика Казахстана имеет ярко выраженный сырьевой характер. Существенную роль в ней играет добыча твердых полезных ископаемых – угля, руд черных, цветных и редких металлов.

Горнодобывающие предприятия Казахстана в значительной своей части расположены в аридной зоне, характеризующейся экстремальными условиями обитания. Эти условия усугубляются вредным воздействием техногенных объектов (горнодобывающих предприятий) на окружающую среду.

Общая площадь земель Казахстана, находящихся под воздействием горнодобывающих предприятий, превышает 200 тыс. гектаров.

Воздействие техногенных образований на элементы окружающей среды проявляется в форме нарушений (структурных изменений) и загрязнений (функциональных изменений).

Особенность влияния техногенных образований на природную среду выражается в том, что размещенные на относительно небольшой площади, они характеризуются высокой концентрацией вредных веществ и активностью их воздействия на элементы окружающей среды.

Для обеспечения эффективной деятельности горнодобывающих предприятий с учетом требований Закона Республики Казахстан «Об охране окружающей природной среды» необходимо совершенствование существующих и создание новых технологических процессов, позволяющих резко уменьшить вредное воздействие на окружающую природную среду при сохранении высокой экономической эффективности.

Новизна книги заключается в разработке единого направления, охватывающего взаимодействие горнообогатительных предприятий с окружающей средой и разработке технических решений, направленных на снижение вредного воздействия этих предприятий на элементы окружающей среды.

Всесторонний анализ взаимодействия в системе «горнообогатительное предприятие – окружающая среда» позволил обосновать основные направления совершенствования существующих и создания новых технологических процессов и операций, направленных на нейтрализацию вредного воздействия предприятий на окружающую среду.

Разработана и внедрена технология смолоинъекционного упрочнения ослабленных трещинами рудных целиков, кровли очистных – камер и подготовительных выработок, снижающая экологические нарушения на земной поверхности и в подземных условиях.

УДК 622.1/2  
ББК 33.12

Технология смолоинъекционного упрочнения впервые предложена для рудных месторождений, сложенных крепкими породами. Новизна и значимость ее подтверждается авторскими свидетельствами и присуждением премии Кабинета Министров КазССР за 1991 г.

Установлены основные факторы, влияющие на прочностные характеристики упрочняющих полимерных композиций, определены их оптимальный компонентный состав, а также оптимальные технологические параметры смоло-инъекционного упрочнения.

Для повышения полноты и комплексности использования недр и снижения вредного воздействия на окружающую среду (уменьшение объемов горных работ, снижение количества отходов производства, высвобождение земельных площадей, задалживаемых под хранилища отходов) обосновано и разработано применение геотехнологических способов добычи полезных ископаемых, в частности выщелачивания металлов из руды.

Впервые в условиях Казахстана предложен способ интенсивного кучного выщелачивания окисдно-смешанных медных руд, заключающийся в низкотемпературной сульфатизации руды путем обработки концентрированной серной кислотой с последующей выдержкой и дальнейшим выщелачиванием слабым раствором серной кислоты.

Установлены основные закономерности этого процесса.

Разработаны различные варианты подземного выщелачивания меди из флексурных зон, опорных целиков. Их новизна подтверждена авторскими свидетельствами и патентами.

С целью снижения выбросов пыли обоснованы и разработаны технологии закрепления пылящих поверхностей (хвостохранилищ, рудных и породных навалов, дорог). Закрепляющие композиции защищены авторскими свидетельствами.

В работе показана связь снижения урожайности сельхозкультур в окрестностях горнодобывающих предприятий с их пылевыми и газовыми выбросами. Предложен способ восстановления плодородия земель за счет применения биологически активных гуминовых препаратов.

Предложена технология получения таких препаратов из бурого угля Кияктинского месторождения.

Разработана технология рекультивации земель, занятых отходами производства (отвалы, хвостохранилища) путем их озеленения с использованием разработанных гуминовых препаратов, обеспечивающих хорошую приживаемость высаживаемых растений, и исследовано влияние природы гуминовых препаратов на физико-химические свойства полимерметаллических катализаторов на основе палладия и гумата калия.

рогенизация бурого  
Тонск.- №2.1997. –

К. Каталитическая  
ация углей // VII  
овосибирск, 2007. –

Влияние механо-  
ьминского место-  
С.84-86.

3. Мырзахметова  
Карагайского угля  
№2(4). – С.49-50.  
н А., Аубакиров  
го излучения для  
2. –С.57-64.

Алдангоров Е.А.  
к научных трудов

Т. Жубанов К.А.  
о угля // Известия

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                      | 3         |
| <b>1. ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА РУДЫ КАК ФАКТОР<br/>ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ .....</b>                                    | <b>5</b>  |
| 1.1. Взаимодействие горнообогатительных производств<br>с окружающей средой .....                                    | 5         |
| 1.2. Оценка воздействия горнообогатительных предприятий .....                                                       | 8         |
| на окружающую среду .....                                                                                           | 8         |
| 1.2.1. Оценка воздействия горнообогатительных предприятий<br>на земную поверхность .....                            | 8         |
| 1.2.2. Оценка воздействия горнообогатительных предприятий<br>на воздушную среду .....                               | 16        |
| 1.2.3. Оценка воздействия горнодобывающих предприятий<br>на гидрогеологическую обстановку региона .....             | 24        |
| 1.2.4. Оценка воздействия горнодобывающих предприятий<br>на биосферу и организм человека .....                      | 33        |
| 1.3. Пути нейтрализации вредного воздействия<br>горно-обогатительных предприятий на окружающую среду .....          | 38        |
| 1.3.1. Нейтрализация вредного воздействия на литосферу .....                                                        | 39        |
| 1.3.2. Нейтрализация вредного воздействия на тропосферу .....                                                       | 40        |
| 1.3.3. Нейтрализация вредного воздействия на гидросферу .....                                                       | 41        |
| 1.3.4. Нейтрализация вредного воздействия на биосферу .....                                                         | 49        |
| 1.4. Технологические решения, направленные на снижение<br>экологического риска .....                                | 51        |
| 1.5. Выводы по главе .....                                                                                          | 52        |
| <b>2. ОХРАНА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ РУДЫ КАК ФАКТОР<br/>ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....</b>       | <b>53</b> |
| 2.1 Краткая характеристика Жезказганского месторождения .....                                                       | 53        |
| 2.2. Способы добычи руды и охрана покрывающих<br>пород от обрушения .....                                           | 55        |
| 2.3. Анализ разрушения целиков и обрушения кровли камер<br>с целью охраны покрывающих пород .....                   | 56        |
| 2.4 Анализ эффективности применяемых на рудниках Жезказгана<br>способов охраны выработанного пространства .....     | 61        |
| 2.5. Прогнозирование и оценка состояния междукammerных<br>целиков и кровли камер .....                              | 64        |
| 2.6. Разработка полимерных композиций, средств и технологических схем<br>смолоинъекционного упрочнения .....        | 71        |
| 2.7. Технология смолоинъекционного упрочнения неустойчивых<br>горных массивов .....                                 | 76        |
| 2.7.1 Технология упрочнения целиков .....                                                                           | 76        |
| 2.7.1.1 Промышленные испытания технологии смолоинъекционного<br>упрочнения ослабленных междукammerных целиков ..... | 78        |

|                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.7.2 Технология упрочнения кровли очистных камер .....                                                    | 79         |
| 2.7.2.1. Производственные испытания технологии<br>смолоинъекционного упрочнения кровли очистных камер..... | 87         |
| 2.7.3. Технология упрочнения пород кровли<br>подготовительных выработок .....                              | 89         |
| 2.8. Оценка эффективности упрочнения целиков<br>и кровли очистных и подготовительных выработок.....        | 91         |
| 2.8.1. Оценка эффективности упрочнения междуканальных целиков .....                                        | 91         |
| 2.8.2 Оценка эффективности и упрочнения кровли .....                                                       | 100        |
| очистных камер .....                                                                                       | 100        |
| 2.9 Экологические аспекты смолоинъекционного<br>упрочнения пород.....                                      | 105        |
| 2.10 Выводы по главе .....                                                                                 | 106        |
| <b>3. ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ДОБЫЧИ МЕТАЛЛОВ –<br/>ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....</b>         | <b>108</b> |
| 3.1. Физико-химические основы геотехнологических способов извлечения<br>меди из руд.....                   | 110        |
| 3.2. Совершенствование технологии кучного выщелачивания медных руд.....                                    | 114        |
| 3.2.1. Характеристика сырья .....                                                                          | 120        |
| 3.2.2. Лабораторные исследования .....                                                                     | 122        |
| 3.2.3. Укрупненные испытания.....                                                                          | 123        |
| 3.2.4. Определение оптимального расхода концентрированной серной<br>кислоты .....                          | 125        |
| 3.2.5. Влияние формы и размеров кучи руды на показатели интенсивного<br>кучного выщелачивания.....         | 126        |
| 3.2.6. Влияние массовой доли мелкой фракции в куче на показатели<br>выщелачивания .....                    | 129        |
| 3.2.7. Комплексное использование оксидной руды при интенсивном кучном<br>выщелачивании .....               | 130        |
| 3.2.8. Использование твердых отходов выщелачивания руды.....                                               | 131        |
| 3.2.9 Опытные-промышленные испытания технологии интенсивного кучного<br>выщелачивания .....                | 133        |
| 3.3. Разработка технологии подземного выщелачивания<br>Жезказганских медных руд .....                      | 140        |
| 3.3.1. Отработка флексуальных зон Жезказгана системой<br>подземного выщелачивания.....                     | 140        |
| 3.3.2. Выщелачивание металлов из рудных целиков .....                                                      | 147        |
| 3.3.3. Способ подземного выщелачивания руды<br>из разрушенных целиков.....                                 | 155        |
| 3.3.4. Способ выщелачивания полезных ископаемых в передвижных емкостях .....                               | 158        |
| 3.3.5. Меры по охране окружающей среды при подземном выщелачивании медных<br>руд Жезказгана .....          | 161        |
| 3.4. Выводы по главе .....                                                                                 | 163        |
| <b>4. СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНО-<br/>ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ .....</b>  | <b>165</b> |
| 4.1. Улучшение состояния окружающей среды при выполнении<br>технологических операций в карьерах.....       | 165        |
| 4.2. Разработка мероприятий по снижению пылевыноса на автодорогах<br>горнодобывающих предприятий.....      | 166        |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| .....                  | 79  |
| .....                  | 87  |
| .....                  | 89  |
| .....                  | 91  |
| .....                  | 91  |
| .....                  | 100 |
| .....                  | 100 |
| .....                  | 105 |
| .....                  | 106 |
| <b>ЛОВ –</b>           |     |
| .....                  | 108 |
| <b>сении</b>           |     |
| .....                  | 110 |
| <b>х руд</b>           |     |
| .....                  | 114 |
| .....                  | 120 |
| .....                  | 122 |
| .....                  | 123 |
| <b>ной</b>             |     |
| .....                  | 125 |
| <b>сивного</b>         |     |
| .....                  | 126 |
| <b>ти</b>              |     |
| .....                  | 129 |
| <b>м кучном</b>        |     |
| .....                  | 130 |
| .....                  | 131 |
| <b>о кучного</b>       |     |
| .....                  | 133 |
| .....                  | 140 |
| .....                  | 140 |
| .....                  | 147 |
| .....                  | 155 |
| <b>ых емкостях</b>     |     |
| <b>ачивании медных</b> |     |
| .....                  | 161 |
| .....                  | 163 |
| <b>еду</b>             |     |
| .....                  | 165 |
| .....                  | 165 |
| <b>гах</b>             |     |
| .....                  | 166 |

|                                                                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3. Пылеподавление на хвостохранилищах обогатительных фабрик.....                                                                                   | 170        |
| 4.3.1. Разработка связующих композиций для хвостов обогащения марганцевых руд Жездинской обогатительной фабрики .....                                | 175        |
| 4.3.2. Разработка связующих композиций для хвостов обогащения медных руд Жезказганского месторождения .....                                          | 180        |
| 4.3.3. Техничко-экономический расчет эффективности разработанных композиций для пылеподавления на хвостохранилищах.....                              | 183        |
| 4.4. Разработка мероприятий по снижению пылевыноса с наклонных поверхностей пылящих объектов горных предприятий.....                                 | 184        |
| 4.5. Выводы по главе .....                                                                                                                           | 187        |
| <b>5. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЗЕМЕЛЬ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....</b>            | <b>188</b> |
| 5.1. Основные положения рекультивации нарушенных земель.....                                                                                         | 188        |
| 5.2. Гуминовые препараты – средство снижения вредного воздействия горнообогатительных предприятий на флору .....                                     | 191        |
| 5.2.1. Технология получения балластного гуминового препарата .....                                                                                   | 193        |
| 5.2.2. Технология получения безбалластного гуминового препарата.....                                                                                 | 194        |
| 5.2.3. Воздействие гуминовых препаратов на урожайность сельскохозяйственных культур .....                                                            | 196        |
| 5.2.4. Воздействие гуминовых препаратов на приживаемость растений в экстремальных условиях .....                                                     | 197        |
| 5.2.5. Влияния природы гуминовых препаратов на физико-химические свойства полимерметаллических катализаторов на основе палладия и гумата калия ..... | 199        |
| 5.3. Выводы по главе .....                                                                                                                           | 203        |
| Литература .....                                                                                                                                     | 204        |