

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЫ-ФАРАБИ

---

Ж. Каирбеков, М. Т. Токтамысов,  
Н. Жалғасулы, Ж. Т. Ешова

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА  
БУРЫХ УГЛЕЙ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Алматы  
«Қазак университеті»  
2014

УДК 622.33  
ББК 33.31  
К 63

Рекомендовано к изданию

Ученым советом факультета химии и химической технологии и  
РИСО КазНУ имени аль-Фараби

Монография вылучена при финансовой поддержке ДП НИИ Новых химических технологий и материалов и Института горного дела им. Д.А. Куняева в рамках программ «Разработка научных основ переработки горючих ископаемых и получения новых материалов», №0112РК02581 по приоритету «Интеллектуальный потенциал страны» по приоритету «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 приоритету «Технология переработки продукции» и «Разработка гибридной радиационно-плазменной энергетических углей», №0112РК02577 по приоритету «Глубокая переработка сырья и продукции» по приоритету «Технология переработки продукции»

#### Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, академик НАН РК **К.А. Жубанов**  
доктор технических наук, профессор **К.Д. Досумов**  
доктор технических наук, профессор **О.Ж. Джусупбеков**

**К 63** **Комплексная переработка бурых углей** Центрального Казанского филиала / **Ж. Каирбеков, М.Т. Токтамысов, Н. Жалгасулы, Ж.Т. Ешова.** – Алматы: Казак университеті, 2014. – 278 с.  
**ISBN 978-601-04-0852-4**

В монографии обобщены результаты комплексной переработки угля Кыяк-Брикетирования. Приведены результаты работ по разработке технологии бурого угля. Разработана технология получения гуминового препарата из местных способов получения гуминовых препаратов и прикладные аспекты их области их практического применения. Представлены наиболее важные результаты технологии получения углещелочных реагентов из бурого угля. Приведены результаты по опытно-промышленному испытанию и определению экономического эффекта от внедрения разработанной технологии производства углещелочного реагента. Рассмотрена разработка технологии получения углещелочного реагента методом гидрогенизации и плазмохимической газификации угля.

Монография предназначена для научных работников и специалистов, работающих в области углехимии, а также для преподавателей, докторантов, магистрантов и бакалавров высших учебных заведений.

УДК 622.33  
ББК 33.31  
© Авторский коллектив, 2014  
© КазНУ им. аль-Фараби, 2014

ISBN 978-601-04-0852-4

## ВВЕДЕНИЕ

**П**ребладание запасов угля над остальными видами органического сырья позволяет считать его наиболее перспективным источником для производства жидкого, газообразного и твердого топлива, а также важнейшим продуктом для получения разнообразных химических веществ. Поскольку запасы нефти и газа, даже с учетом открытия новых месторождений, необратимо истощаются, постоянно возрастает себестоимость их добычи и транспортировки. Как следствие, актуальной становится проблема поиска альтернативного энергоресурсного продукта, к которому относится и уголь.

Необходимость разработки научных основ и создания технологической переработки угля, позволяющей вырабатывать все основные продукты, производимые из нефти, в настоящее время становится очевидной, так как запасы угля превосходят запасы нефти и природного газа, по крайней мере, в 10 раз.

В связи с этим проблема получения жидкого топлива и разнообразных химических продуктов методами гидрогенизации, ожижения, экстракции угля является одним из важных направлений в углехимической промышленности будущего. В ряде стран государственными и частными компаниями ведутся интенсивные исследования процессов производства синтетических жидких топлив из угля.

Новые тенденции научных работ по интенсификации процесса ожижения угля группируются вокруг трех главных проблем: увеличение реакционной способности углей, разработка активных и дешевых катализаторов, создание эффективных растворятелей для ожижения.

Известно, что гуминовые кислоты в больших количествах содержатся в бурых углях, являющихся доступным сырьём для их многотоннажного производства. Присутствие ароматического ядра и полифункциональной периферийной части обуславливает возможность их широкого применения, в частности, в сельском хозяйстве в качестве физиологически активных веществ – стимуляторов роста растений. На сегодняшний день актуальным является изучение вопросов получения синтетического жидкого топлива и гуминовых препаратов из казахстанских углей, что позволит в перспективе приблизить переработку местного твердого углеводородного сырья к комплексной.

В первой главе рассмотрены экологические последствия открытых горных работ угледобывающего производства и приведены характеристики угольных месторождений Центрального Казахстана и перспективы их комплексного использования. Подробно описаны качественные характеристики угля месторождения Кыякты.

Вторая глава посвящена брикетированию бурых углей. Проанализированы механизм структурообразования буроугольных брикетов, основные факторы, влияющие на процесс брикетирования со связующими, и результаты исследований по разработке технологии брикетирования Кыяктинского угля.

Приведена технологическая схема брикетирования отсева угля Кыяктинского месторождения, производительность установки и характеристика основного технологического оборудования, оценка эколого-экономической эффективности технологии окискования некондиционного угля.

Третья глава посвящена разработке технологии получения гуминового препарата из бурого угля месторождения Кыякты. Подробно проанализированы теоретические и прикладные аспекты известных способов получения гуминовых препаратов и приведены наиболее важные области их практического применения.

В четвертой главе представлены результаты исследования по разработке технологии получения углещелочных реагентов из бурого угля Кыяктинского месторождения. Рассмотрена технология получения модифицированного углещелочного реагента, приведены результаты по опытно-промышленному испытанию и определен экономический эффект от внедрения разработанной технологии производства углещелочного реагента.

Пятая глава посвящена разработке технологии получения синтетических жидких продуктов методом гидрогенизации угля Кыяктинского месторождения. Рассмотрены результаты по оптимизации процесса гидрогенизации угля в периодическом и динамическом режимах и плазмохимической газификации.

Авторы выражают надежду, что предлагаемая книга послужит полезным руководством для исследователей в области углехимии, а также для преподавателей и докторантов, магистрантов и бакалавров высших учебных заведений.

Авторы выражают благодарность к.б.н. Мамонову А.Г., к.т.н. Тумакову В.А., к.х.н. Черный Г.М. и магистранту Исмаиловой А.А. за профессиональную помощь при подготовке монографии к публикации.

|  |            |
|--|------------|
| 2.1.4. Направление исследований по разработке технологии брикетирования Кияктинского угля.....   | 61         |
| 2.2. Экспериментальные исследования по оптимизации технологических параметров брикетирования бурого угля Кияктинского месторождения..... | 64         |
| 2.2.1. Методика проведения экспериментов.....  | 64         |
| 2.2.2. Исследование влияния давления прессования и влажности угля на прочность брикетов.....   | 71         |
| 2.2.3. Исследование влияния связующих на прочность брикетов.....   | 76         |
| 2.2.4. Технологическая схема брикетирования отсева угля Кияктинского месторождения.....  | 91         |
| 2.2.5. Производительность установки и характеристика основного технологического оборудования.....  | 93         |
| 2.2.6. Оценка эколого-экономической эффективности технологии окускования некондиционного угля.....                                       | 96         |
| <b>3. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.....</b>   | <b>104</b> |
| 3.1. Анализ способов получения гуматов.....  | 104        |
| 3.2. Разработка технологии извлечения гуминовых соединений из бурого угля месторождения Киякты.....                                      | 110        |
| 3.2.1. Оптимизация процесса извлечения гуминовых кислот из Кияктинского угля.....  | 112        |
| 3.2.2. Технология извлечения гуминовых соединений.....   | 117        |
| 3.2.3. Химический состав выделенных гуминовых соединений из угля месторождения Киякты и препараты на их основе.....                      | 120        |
| 3.3. Исследование влияния водных растворов препарата на всхожесть семян культурных растений.....   | 124        |
| 3.4. Испытания эффективности гуминового препарата при биорекультивации техногенных образований.....                                      | 128        |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 3         |
| <b>1 ГЕОЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>                         | <b>6</b>  |
| 1.1. Экологические проблемы угледобывающих предприятий.....   | 6         |
| 1.2. Экологические последствия открытых горных работ угледобывающего производства.....                              | 11        |
| 1.3. Химический и петрографический состав углей.....  | 18        |
| 1.4. Характеристика угольных месторождений Центрального Казахстана и перспективы их комплексного использования..... | 26        |
| 1.4.1. Качественная характеристика угля месторождения Киякты.....   | 32        |
| 1.4.2. Экологические последствия эксплуатации угольного разреза месторождения Киякты.....                           | 36        |
| <b>2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БРИКЕТИРОВАНИЯ ОТСЕВОВ БУРОГО УГЛЯ.....</b>   | <b>42</b> |
| 2.1. Основы брикетирования бурых углей.....   | 42        |
| 2.1.1. Механизм структурообразования бороугольных брикетов.....   | 43        |
| 2.1.2. Гипотеза процесса образования брикетов со связующими.....  | 53        |
| 2.1.3. Основные факторы, влияющие на процесс брикетирования со связующими.....                                      | 56        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕЩЕЛОЧНЫХ РЕАГЕНТОВ ИЗ ОТСЕВОВ БУРЫХ УГЛЕЙ</b> .....  | 135 |
| 4.1. Экспериментальные исследования по оптимизации технологических параметров получения УЩР из бурого угля Кияктинского месторождения..... | 136 |
| 4.2. Технология получения модифицированного углещелочного реагента.....  | 143 |
| 4.3. Схема технологической линии опытного производства УЩР.....  | 146 |
| 4.4. Моделирование гомогенизации бурого угля с каустической содой.....   | 146 |
| 4.5. Оптимизация параметров распыливающего устройства.....   | 151 |
| 4.6. Монтаж и запуск технологического оборудования для проведения опытно-промышленных испытаний получения УЩР.....                         | 156 |
| 4.7. Оптимизация технологических режимов опытного производства.....  | 161 |
| 4.8. Производство опытной партии углещелочного реагента.....   | 166 |
| 4.9. Опытно-промышленные испытания.....  | 168 |
| 4.10. Эколого-экономический эффект при производстве УЩР.....   | 171 |
| <b>5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ УГЛЕЙ</b> .....  | 176 |
| 5.1. Гидрогенизация угля Кияктинского месторождения в периодическом режиме.....  | 179 |
| 5.2. Оптимизация процесса гидрогенизации угля.....   | 184 |
| 5.3. Химический состав продуктов каталитической гидрогенизации Кияктинского угля.....  | 190 |
| 5.4. Методы повышения выхода жидкого гидрогенизата из угля Кияктинского месторождения.....   | 197 |
| 5.4.1. Влияние щелочной и кислотной обработок на выход жидких продуктов.....   | 198 |
| 5.4.2. Влияние механической и механохимической обработки угля на выход жидких продуктов.....   | 206 |
| 5.4.3. Влияние электронного облучения на гидрогенизацию угля.....  | 217 |
| 5.5. Гидрогенизация бурого угля Кияктинского месторождения в динамическом режиме.....  | 227 |
| 5.6. Получение синтетического жидкого топлива плазмохимической газификацией угля.....  | 232 |
| 5.6.1. Плазмохимическая газификация бурого угля месторождения Киякты.....  | 235 |
| 5.6.2. Основные технические показатели технологии.....   | 238 |
| 5.6.3. Оптимальные технологические параметры процесса конверсии Кияктинского угля.....   | 240 |
| 5.6.4. Экономические показатели модульного мини-завода по получению синтез-газа из угля.....   | 241 |
| Использованные источники.....  | 244 |