

Е.К. Онгарбаев, Е. Тілеуберді, Ж.К. Мылтыкбаева,
Е.И.Иманбаев, А.Б. Жамболова

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ

Монография



УДК665.6/.7

ББК35.514

П53

*Рекомендовано к изданию Научно-техническим советом
РГП на ПХВ «Институт проблем горения»
(протокол № 2 от 15 июля 2025 г.)*

*Монография издается в соответствии с календарным планом проекта
программно-целевого финансирования BR21882255 на тему «Разработка
новых способов переработки тяжелых нефтей, нефтяных остатков, не-
фтебитуминозных пород, окисления гудрона с добавкой модификаторов для
расширения производства битумов», финансируемого Комитетом науки
Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.*

Рецензенты:

*Нуржанова С.Б. Кандидат химических наук, вед. науч. сотр.
Кривцов Е.Б. Кандидат химических наук, ст. науч. сотр.*

*Онгарбаев Е.К. - введение, заключение;
Тілеуберді Е. - в главе 3 - подразделы 3.1, 3.2, литература, глава 6;
Мылтыкбаева Ж.К. - глава 5;
Иманбаев Е.И. - глава 4;
Жамболова А.Б. - главы 1 и 2, подразделы 3.3-3.8.*

**Онгарбаев Е.К., Тілеуберді Е., Мылтыкбаева Ж.К., Иманбаев
Е.И., Жамболова А.Б.**

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ПРИРОДНЫХ
БИТУМОВ:** монография/ Е.К. Онгарбаев, Е. Тілеуберді,
Ж.К. Мылтыкбаева, Е.И. Иманбаев, А.Б. Жамболова. – Алматы:
Дарын, 2025. – 244 стр.

ISBN 978-601-7698-58-4

В монографии излагаются обзор и современное состояние получения и извлечения нефтяных и природных битумов. Представлены результаты получения нефтяных битумов окислением гудронов озono-воздушной смесью, добавкой резиновой крошки и отходов полимеров. Для извлечения природных битумов из нефтебитуминозных пород месторождений Казахстана предложены способы воздействия ультразвуком, сверхкритической флюидной экстракции и термokatалитической переработки. Обсуждены результаты анализа составов и физико-механических характеристик нефтяных и природных битумов, полученных окислением гудронов и извлеченных из нефтебитуминозных пород.

Монография рассчитана на научных сотрудников, докторантов и студентов.

УДК 665.6/.7

ББК35.514

© Е.К. Онгарбаев, Е. Тілеуберді, Ж.К. Мылтыкбаева,
Е.И. Иманбаев, А.Б. Жамболова., 2025

ISBN 978-601-7698-58-4

© «Дарын баспасы», 2025

ВВЕДЕНИЕ

Годовая потребность дорожного битума в Казахстане составляет 1,7 млн. тонн в год. Отечественные заводы производят битум в объеме 1 млн. т в год. Дефицит битума превышает 700 тыс. т. и решается дополнительным приобретением из-за рубежа, что ставит задачу необходимости разработать новые альтернативные технологии для повышения производства битумов и удовлетворения спроса на них дорожно-строительными предприятиями.

Внедрение новых технологий при получении битумов, основанных на активировании сырья за счет физического и химического воздействия, с применением озono-воздушной смеси, сверхкритической среды, ультразвукового и термокаталитического воздействия, модификаторов на основе техногенных отходов позволяет получать качественные дорожные битумы из других видов сырья, считавшихся ранее непригодными для производства битумов.

Возрастающие нужды дорожного битума требуют поиска и освоения новых источников их получения. Эту проблему можно решить использованием нетрадиционных источников углеводородного сырья, запасы которых в Казахстане значительны. Нефтебитуминозные породы (НБП) как источник получения битумов привлекают большие запасы, эффективное распределение компонентов и объемы добычи. В Казахстане имеются более 60 месторождений НБП, которые не разрабатываются и не используются. На глубинах до 120 м имеется 15-20 млрд. т породы. Проблемы их добычи и переработки связаны с малым содержанием и высокой вязкостью битумов и недостаточно развитыми способами их извлечения.

Проведенные исследования по расширению производства битумов соответствуют стратегически важной государственной задаче – решению проблемы дефицита битумов в Республике Казахстан, о котором говорилось в Послании Главы государства К.К.Токаева народу Казахстана «Справедливое государство. Единая нация. Благополучное общество» 1 сентября 2022 г.

Исследования также реализованы для выполнения Постановления Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 года № 1055 «Об утверждении Государственной программы инфраструктурного развития «Нұрлы жол» на 2020-2025

годы» и решения задачи «Повышение технологической, научно-методической и ресурсной обеспеченности инфраструктурного комплекса».

Разработанные способы получения и извлечения нефтяных и природных битумов служат альтернативой для традиционной технологии производства битумов. Внедрение разработанных способов устраняет проблему дефицита битумов и повышает качество дорожных покрытий.

Основным продуктом всех разработанных способов являются битумы. Прочность и долговечность асфальтобетонных смесей определяются качеством битумов. Современные разработки в области производства битумов ведутся с использованием химического активирования битумного сырья, принципы которого базируются на регулировании энергии межмолекулярного взаимодействия и оптимизации их дисперсности, позволяющих повысить качество битумов.

Перспективным направлением усовершенствования производства окисленных битумов является активирование битумного сырья – гудрона путем увеличения межфазной поверхности и дисперсности, что сокращает продолжительность процесса окисления и снижает расход воздуха. Ускорение процесса окисления гудрона в исследованиях решается использованием озono-воздушной смеси в качестве окислителя.

Промышленный процесс Residuum Oil Supercritical Extraction применяется в США для очистки асфальтенов и получения масел для процесса гидрокрекинга. Отличие проведенных работ заключается в использовании сверхкритических флюидов (СКФ) для извлечения битума из НБП. СКФ считаются «зелеными» растворителями, они легкодоступны, дешевы, нетоксичны, не воспламеняются и безвредны. Проточные установки СКФ-извлечения битумов увеличивают выход целевого продукта без образования кокса в реакторе. Изменение температуры и давления в реакторе приводит к усилению тепло- и массопереноса, что повышает степень извлечения битума.

Ультразвуковые технологии применяются для повышения нефтеотдачи пластов. В США, Китае, России, Канаде они направлены на улучшение извлечения нефти с уменьшением содержания воды и удаления загрязнителей из органических примесей. В проведенных исследованиях предусмотрена разработка способа воздействия ультразвуком для повышения

степени извлечения битумов.

В Канаде на предприятиях «Suncor» и «Suncrude» битум из НБП перерабатывают в «синтетическую» нефть процессами замедленного коксования и флексикокинга, эти процессы весьма энергоемки, экологически небезопасны и в малотоннажном варианте крайне нерентабельны. В рамках исследований термокаталитический способ применяется не для получения «синтетической» нефти, а для извлечения битумов из НБП.

Для получения полимер- и резинобитумных вяжущих готовый битум модифицируется полимерами или резиновой крошкой, при этом они не смешиваются с битумом до гомогенного состояния, так как не растворяется в смеси и не образует непрерывную сетку. Для эффективного совмещения битума с резиновой крошкой необходимо совершенствовать процесс окисления нефтяных остатков. Введение модификаторов в гудрон перед окислением приводит к изменению соотношения компонентов дисперсной фазы и среды, что оказывает влияние на скорость процесса окисления. Поэтому в исследованиях предлагается модифицирование не готового битума, а сырья – гудрона. Также предлагается модифицирование одновременно двумя модификаторами, что усиливает их действие.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ТЯЖЕЛЫЕ НЕФТЯНЫЕ ОСТАТКИ И НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫЕ ПОРОДЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИТУМОВ.....	6
1.1 Состав, свойства и производство нефтяных битумов.....	6
1.2 Общая характеристика нефтебитуминозных пород и природных битумов.....	16
1.3 Состав и свойства тяжелых нефтяных остатков – гудронов для получения нефтяных битумов.....	22
1.4 Состав и свойства нефтебитуминозных пород для извлечения природных битумов.....	34
Литература.....	40
2 ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ ОКИСЛЕНИЕМ ГУДРОНОВ ОЗОНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСЬЮ.....	42
2.1 Окисление тяжелых нефтяных остатков озono-воздушной смесью.....	42
2.2 Методика окисления тяжелых нефтяных остатков озono-воздушной смесью для получения битумов.....	53
2.3 Окисление тяжелых нефтяных остатков озono-воздушной смесью и установление оптимальных условий.....	54
2.4 Окисление гудрона нефти месторождения Каражанбас озono-воздушной смесью и установление оптимальных условий.....	58
2.5 Исследование физико-механических свойств продуктов окисления тяжелых нефтяных остатков озono-воздушной смесью.....	61
2.6 Исследование состава битумов, полученных ускоренным окислением тяжелой нефти и нефтяных остатков озono-воздушной смесью.....	67
2.7 Установление химизма процесса ускоренного окисления тяжелой нефти и нефтяных остатков озono-воздушной смесью.....	70
Литература.....	83
3 ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ ОКИСЛЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГУДРОНОВ.....	88
3.1 Окисление тяжелых нефтяных остатков с добавкой модификаторов.....	88
3.2 Методика окисления тяжелых нефтяных остатков с добавкой модификаторов.....	99
3.3 Состав и технические характеристики модифицирующих добавок.....	100

3.4 Окисление тяжелых нефтяных остатков с добавкой отходов полимеров.....	102
3.5 Окисление тяжелых нефтяных остатков с добавкой отходов отработанных шин (резиновой крошки).....	105
3.6 Окисление тяжелых нефтяных остатков с одновременной добавкой отходов полимеров и отработанных шин.....	111
3.7 Установление состава битумов, полученных окислением гудронов с добавкой отходов полимеров и резиновой крошки.....	115
3.8 Изготовление пилотной установки получения битумов окислением тяжелых нефтяных остатков с добавкой модификаторов.....	117
Литература.....	119
4 ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ МЕТОДОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ФЛЮИДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ.....	123
4.1 Сверхкритические флюиды для извлечения природных битумов.....	123
4.2 Методика сверхкритической флюидной экстракции битумов из нефтебитуминозных пород.....	139
4.3 Извлечение битумов из нефтебитуминозных пород в сверхкритической флюидной среде пропан-бутановой смеси.....	140
4.4 Извлечение битумов из нефтебитуминозных пород в сверхкритической флюидной среде гексана.....	143
4.5 Изучение физико-механических свойств извлеченных битумов из нефтебитуминозных пород в сверхкритических флюидных средах.....	146
4.6 Анализ состава битумов, извлеченных способом сверхкритической экстракции из нефтебитуминозных пород.....	148
4.7 Анализ физико-химической структуры битумов, извлеченных в сверхкритической флюидной среде из нефтебитуминозных пород.....	150
4.8 Исследование химизма влияния сверхкритических флюидных растворителей на состав и свойства битумов нефтебитуминозных пород.....	154
Литература.....	159
5 ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.....	165
5.1 Ультразвуковой способ извлечения природных битумов.....	165
5.2 Методика извлечения битумов нефтебитуминозных пород воздействием ультразвука.....	177
5.3 Исследование влияния частоты и мощности ультразвука на степень извлечения битумов из нефтебитуминозных пород.....	179
5.4 Исследование влияния концентрации растворов солей,	

рН среды и соотношения нефтебитуминозных пород к раствору при ультразвуковой обработке на степень извлечения битумов.....	181
5.5 Исследование влияния температуры и времени ультразвуковой обработки на степень извлечения битумов из нефтебитуминозных пород.....	184
5.6 Определение физико-механических свойств битумов, извлеченных из нефтебитуминозных пород при воздействии ультразвуком.....	186
5.7 Определение состава битумов, извлеченных из нефтебитуминозных пород при воздействии ультразвуком.....	188
5.8 Изготовление пилотной установки по извлечению битумов из нефтебитуминозных пород при воздействии ультразвуком.....	193
Литература.....	196
6 ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ.....	203
6.1 Термические и каталитические способы извлечения природных битумов.....	203
6.2 Методика термокаталитического извлечения битумов из нефтебитуминозных пород.....	212
6.3 Термическое извлечение битумов из нефтебитуминозных пород и установление оптимальных условий процесса.....	214
6.4 Подбор катализатора и проведение термокаталитического извлечения битумов из нефтебитуминозных пород.....	215
6.5 Анализ физико-химических свойств продуктов термокаталитического воздействия на нефтебитуминозные породы.....	217
6.6 Анализ состава продуктов термокаталитической переработки нефтебитуминозных пород.....	218
6.7 Анализ физико-химической структуры катализатора и битумов, извлеченных при термокаталитической обработке нефтебитуминозных пород.....	221
6.8 Исследование химизма влияния катализатора на состав и свойства битумов при термокаталитической обработке нефтебитуминозных пород.....	227
Литература.....	230
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	233
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	237
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	238
ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	240

Научное издание

Е.К. Онгарбаев, Е. Тілеуберді, Ж.К. Мылтыкбаева,
Е.И.Иманбаев, А.Б. Жамболова

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ

Монография

Компьютерная верстка: Әбдіжапар Шахизат

В печать подписано 22.08.2025.
Формат 60x84/16. Объем 15,25 печатных листов.
Тираж 500 экземпляров.

Издательство ТОО «Дарын баспасы»
г. Алматы, ул. Жамбыла, 114/85
e-mail: darynbaspa2022@mail.ru
тел.: +7 747 150 11 77

Отпечатано в типографии ТОО «Издательство Дарын»