

УДК 504.062

МРНТИ 87.21.09

DOI: [10.54859/kjogi108894](https://doi.org/10.54859/kjogi108894)

Получена: 21.07.2025.

Одобрена: 26.08.2025.

Опубликована: 30.09.2025.

Краткое сообщение

Эффективные технологии восстановления исторических нефтяных отходов

Э.К. Идрисова, М.Ж. Салимгереев, Е.К. Огай, Г.Т. Атемова

КМГ Инжиниринг, г. Астана, Казахстан

АННОТАЦИЯ

В настоящей статье рассмотрены технологии и методы восстановления нефтяных отходов, очистки нефтезагрязнённых территорий. Приведены результаты работ по восстановлению исторических нефтезагрязнённых грунтов и очистки нефтезагрязнённых земель нефтедобывающих компаний с применением технологии кавитационной промывки грунта EGX, метода биоремедиации BioBox, традиционного метода биоремедиации, а также технологии с использованием энергоаккумулирующей добавки на основе гуматсодержащих композиционных материалов. Приведены результаты анализа содержания нефти в загрязнённых грунтах нефтедобывающих компаний (степень загрязнения), остаточного содержания нефтепродуктов в восстановленных грунтах, а также объёмы восстановленных исторических нефтезагрязнённых грунтов, очищенных участков и ликвидированных объектов.

Ключевые слова: нефтезагрязнённый грунт, историческое загрязнение, технологии восстановления нефтяных отходов, биоремедиация, очистка нефтезагрязнённых земель.

Как цитировать:

Идрисова Э.К., Салимгереев М.Ж., Огай Е.К., Атемова Г.Т. Эффективные технологии восстановления исторических нефтяных отходов // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2025. Том 7, №3. С. 127–134. DOI: [10.54859/kjogi108894](https://doi.org/10.54859/kjogi108894).

UDC 504.062

CSCSTI 87.21.09

DOI: [10.54859/kjogi108894](https://doi.org/10.54859/kjogi108894)

Received: 21.07.2025.

Accepted: 26.08.2025.

Published: 30.09.2025.

Short report

Remediation Technologies for Historical Oil Waste

Elmira K. Idrissova, Malik Zh. Salimgereyev, Yevgeniy K. Ogay, Gulshira T. Atemova

KMG Engineering, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT

This paper reviews current technologies for oil waste treatment and the remediation of oil-contaminated sites. Case studies include the cleanup of historically polluted soils at petroleum companies using EGX cavitation soil washing, BioBox bioremediation, conventional bioremediation, and humate-based composite additives with energy-accumulating properties. Results cover oil content in contaminated soils, residual hydrocarbons in remediated soils, and the volumes of restored soils, reclaimed areas, and decommissioned sludge pits.

Keywords: oil-contaminated soil; historical pollution; oil waste remediation; bioremediation; land cleanup.

To cite this article:

Idrissova EK, Salimgereyev MZ, Ogay YK, Atemova GT. Remediation Technologies for Historical Oil Waste. *Kazakhstan journal for oil & gas industry*. 2025;7(3):127–134. DOI: [10.54859/kjogi108894](https://doi.org/10.54859/kjogi108894).

ӨОЖ 504.062

ҒТАХР 87.21.09

DOI: [10.54859/kjogi108894](https://doi.org/10.54859/kjogi108894)

Қабылданды: 21.07.2025.

Мақұлданды: 26.08.2025.

Жарияланды: 30.09.2025.

Қысқаша хабарлама

Тарихи мұнай қалдықтарын қалпына келтірудің тиімді технологиялары

Э.К. Идрисова, М.Ж. Сәлімгереев, Е.К. Огай, Г.Т. Атемова

ҚМГ Инжиниринг, Астана қаласы, Қазақстан

АННОТАЦИЯ

Осы мақалада мұнай қалдықтарын қалпына келтіру, мұнаймен ластанған аумақтарды тазалау технологиялары мен әдістері қарастырылады. EGX топырақты кавитациялық жуу технологиясын, BioBox биоремедиация әдісін, дәстүрлі биоремедиация әдісін, сондай-ақ құрамында гуматы бар композициялық материалдардың негізінде энергия жинақтаушы қоспаны пайдаланатын технологияны қолдана отырып, мұнаймен ластанған тарихи топырақты қалпына келтіру және мұнай өндіруші компаниялардың мұнаймен ластанған жерлерін тазарту жөніндегі жұмыстардың нәтижелері келтірілген. Мақалада мұнай өндіруші компаниялардың ластанған топырақтарындағы мұнай құрамын (ластану дәрежесі), қалпына келтірілген топырақтардағы мұнай өнімдерінің қалдық құрамын, сондай-ақ қалпына келтірілген тарихи мұнаймен ластанған топырақтардың, тазартылған учаскелер мен жойылған объектілердің көлемін талдау нәтижелері берілген.

Негізгі сөздер: мұнаймен ластанған топырақ, тарихи ластану, мұнай қалдықтарын қалпына келтіру технологиялары, биоремедиация, мұнаймен ластанған жерлерді тазалау.

Дәйексөз келтіру үшін:

Идрисова Э.К., Сәлімгереев М.Ж., Огай Е.К., Атемова Г.Т. Тарихи мұнай қалдықтарын қалпына келтірудің тиімді технологиялары // Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы. 2025. 7 том, №3, 127–134 б. DOI: [10.54859/kjogi108894](https://doi.org/10.54859/kjogi108894).

Введение

Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами на всех этапах добычи, транспортировки и переработки углеводородов, а также аварийные ситуации, обусловленные как несовершенством техники, технологии, так и человеческим фактором, приводят к снижению качества окружающей среды. В этой связи вопросы восстановления и удаления отходов – нефтяных и буровых шламов, загрязненных нефтью грунтов, очистки загрязненных территорий являются актуальными для компаний в нефтегазовой отрасли.

В настоящее время существуют механические, физико-химические, биологические методы ликвидации нефтяных загрязнений почвы, которые в реальных условиях не дают должного эффекта, применение которых связано как с техническими, так и с экономическими сложностями.

Наиболее сложным является восстановление грунтов с историческими нефтяными загрязнениями, характеризующимися изменением водно-физических свойств почв вследствие «запечатывания» пор почвенного покрова смолисто-асфальтовыми компонентами нефти, что приводит к нарушению влагообмена, дыхания и в конечном счете к полной деградации биоценоза.

Для восстановления исторических нефтезагрязненных грунтов и очистки нефтезагрязненных земель были рассмотрены следующие технологии и возможность их применения:

1. Термический метод (термодесорбционная установка) путём сжигания. Данная технология может обеспечить степень очистки загрязненных грунтов до 0,5%. Этот метод является наиболее часто используемым, но неэкологичным, т.к. сжигание отходов приводит к выделению в атмосферу большого количества вредных веществ, и в качестве конечного продукта образуется «мёртвый» грунт.

2. Очистка почв и грунтов методом пиролиза или экстракции паром. Экономически неэффективна для восстановления больших объёмов загрязнённого грунта. Выемка загрязнённого грунта приводит к нарушению ландшафта местности.

3. Технология Трикантер (Tricanter®) предусматривает применение флокулянтов и деэмульгаторов и разделение разогретого до 90°C шлама на техническую воду, твёрдые вещества и нефтяную фазу. Данная технология может обеспечить степень очистки загрязнённых грунтов до 7–10%. Однако данная технология более эффективна для переработки жидких нефтешламов с высоким содержанием нефти и воды. Твёрдый осадок, образуемый после разделения фракций, требует дальнейшего восстановления и (или) удаления [1].

4. Метод биоремедиации. Направлен на очистку загрязнённого грунта и (или) участка территории на специально оборудованной площадке или непосредственно на месте разлива

нефти. Метод биоремедиации предусматривает обработку загрязнённого грунта биопрепаратом на основе углеводородокисляющих микроорганизмов. Эффект биоремедиации усиливается при применении агротехнических мероприятий, которые улучшают водно-воздушную среду, стимулируют аборигенную микрофлору и улучшают процесс самоокисления поллютантов. Для биоремедиации требуются значительные площади и ограниченный период, возможность переработки – 9 месяцев в году. Тем не менее биоремедиация позволяет восстановить продуктивность и хозяйственную ценность земель, утерянную в результате загрязнения.

5. Технология биореакторной ремедиации. Основана на обработке загрязнённого грунта горячей водой с температурой 80–100°C, внесения биопрепарата с питательными элементами для активации углеводородокисляющих микроорганизмов после остужения среды до 37–40°C. Конечным продуктом восстановления отхода методом биореакторной ремедиации является очищенный грунт с содержанием нефти менее 1000 мг/кг (до 99,9%).

6. Технология восстановления почвы EGX. Основана на промывке почвы с использованием силы кавитации. Сила кавитации приводит к разрыву химических связей между атомами больших молекул углеводородных соединений, таких как парафины и надмолекулярные структуры нефти, присутствующие в нефтезагрязнённом грунте. Данная технология применяется для восстановления грунтов, загрязнённых тяжёлыми нефтями с высоким содержанием парафинистых фракций.

7. Технология автоматической биоремедиации нефтезагрязнённой почвы BioBox. Предусматривает фрезерование и смешивание почвы с питательными веществами (азот, фосфор, калий) и формирование блока «миля» определённой высоты, длины и ширины. С помощью сети трубопроводов в «мили» подаётся вода, смешанная с биопрепаратом и уровнем кислорода 90–200 мг/л, нагнетается сжатый воздух, что создаёт оптимальные условия для функциональной активности микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов. Данная технология применяется в тёплый период года.

8. Технология утилизации замазученного грунта с использованием энергоаккумулирующей добавки на основе гуматсодержащих композиционных материалов основана на свойствах оксидов щелочноземельных металлов, которые при взаимодействии с водой образуют гидроксид. Нефтепродукты адсорбируются гидроксидом с получением сухого порошкообразного вещества, состоящего из гранул (размерами 2–15 мм). Технология работает преимущественно в теплое время года [2–4].

Результаты и обсуждение

Поскольку большинство технологий эффективны только при определённом уровне

загрязнения, для подбора соответствующей технологии проведен анализ содержания нефти в загрязнённых грунтах АО «Мангистаунайгаз» (далее – ММГ), АО «Каражанбасмунай» (далее – КБМ), АО «Эмбаунайгаз» (далее – ЭМГ). В результате проведённых изысканий площади замаслённых участков по степени загрязнения выявлено, что по ММГ более 85% загрязнённого грунта, подлежащего переработке, имеет среднюю (от 5 до 10%) и высокую (от 10 до 20% и более) концентрацию нефтепродуктов. На КБМ более 90% площади всей нефтезагрязнённой территории месторождения Каражанбас имеет степень загрязнения до 35%. На территории АО «Озенмунайгаз» (далее – ОМГ) свыше 49% нефтезагрязнённой площади имеет степень загрязнения

до 20%, 50% площади имеет степень загрязнения более 20%.

Учитывая степень загрязнения грунтов для очистки исторических загрязнений, экономическую и экологическую эффективность, на ММГ применены технология BioBox для нефтегрунта со степенью загрязнения до 5% и комбинирование технологий промывки грунта EGX с методом биоремедиации BioBox для нефтегрунта со степенью загрязнения от 5% и выше.

Технология промывки грунта EGX позволит первоначально довести очистку грунта от нефти и нефтепродуктов до концентрации 6–8% и далее методом биоремедиации BioBox концентрация нефти и нефтепродуктов доводится до 1000 мг/кг (0,1%). Поскольку метод биореме-



а)



б)

Рисунок 1. Биоремедиация исторических нефтезагрязнённых земель

Figure1. Bioremediation of historically oil-contaminated lands

а) до очистки / before cleanup; б) после очистки / after cleanup

диации BioBox применяется в теплый период года, в зимний период путём кавитационной промывки подготавливается запас грунта для дальнейшей биоремедиации в весенне-осенний период в течение 9 мес.

На КБМ, ОМГ, ЭМГ и ТОО «Казактуркмунай» (далее – КТМ) в связи со средней глубиной проникновения нефтепродуктов в грунт 8–30 см, а также наличием значительных территорий применена традиционная технология биоремедиации на месте без вывоза на специальную площадку с применением биопрепаратов «Мико-Ойл», «Бакойл-KZ» и др. На ОМГ также применён метод переработки нефтесодержащих отходов с использованием энергоаккумулирующей добавки на основе гуматсодержащих композиционных материалов. Данным методом восстановлено 316 тыс. т загрязнённого грунта.

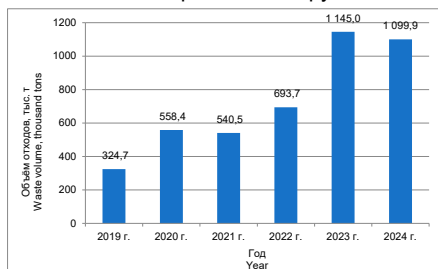


Рисунок 2. Объём восстановленных грунтов, тыс. т

Figure 2. Volume of remediated soils, thousand tons

На основе подобранных технологий с 2019 г. на контрактных территориях ЭМГ и с 2020 г. на ММГ, ОМГ, КБМ и КТМ проведены работы по восстановлению исторических нефтезагрязнённых грунтов и очистке нефтезагрязнённых земель (рис. 1).

Анализ показал, что остаточное содержание нефтепродуктов в восстановленных

грунтах соответствует установленным требованиям (не более 1000 мг/кг⁴) и составляет от 204,9 до 981,2 мг/кг. Общий объём восстановленных грунтов за период 2019–2024 гг. составил 4 362,2 тыс. т (рис. 2) [5–9].

ЭМГ и КТМ в 2022 г. завершили работы по очистке исторических нефтезагрязнённых земель. На ЭМГ восстановлено более 900 тыс. т исторически загрязнённого грунта и очищено более 130 га в пределах контрактных территорий, продолжается работа по ликвидации загрязнений за пределами контрактных территорий [9]. КТО полностью рекультивировал исторически загрязнённые земли на участках 984–985 км магистрального нефтепровода Узень – Атырау – Самара.

В 2024 г. на контрактной территории КБМ также полностью ликвидировал исторические загрязнения. На КБМ за период 2021–2024 гг. утилизировано свыше 518 тыс. т нефтеотходов, ликвидирован амбар с нефтеотходами в прибрежной зоне Каспийского моря, 3 ед. наземных амбара и очищены 246 нефтезагрязнённых участков на контрактной территории КБМ. На ОМГ и ММГ работы продолжаются.

Закключение

Технология кавитационной промывки грунта EGX в синергии с методом биоремедиации BioBox, традиционный метод биоремедиации, а также технология с использованием энергоаккумулирующей добавки на основе гуматсодержащих композиционных материалов являются эффективными при восстановлении исторических нефтезагрязнённых грунтов и очистки нефтезагрязнённых земель.

Остаточное содержание нефтепродуктов в очищенных грунтах соответствует установленным требованиям и составляет не более 1000 мг/кг.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Идрисова Э.К. – определение научной проблемы, формулировка и написание ключевых целей, задач, выводов исследования; Салимгереев М.Ж. – формирование идеи, предоставление

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The greatest contribution is distributed as follows: Elmira K. Idrissova defined the research problem, formulated the key objectives and tasks, and drafted the main conclusions of the study; Malik Zh. Salimgereyev developed the initial concept and provided consultations; Yevgeniy K. Ogay supported the writing process and contributed to the formulation of conclusions; Gulshira T. Atemova

⁴ Экологические требования в области охраны и использования земельных ресурсов (в т.ч. земель сельскохозяйственного назначения). г. Астана, 2005 г. online.zakon.kz.

консультаций; Огай Е.К. – оказание поддержки в ходе написания статьи, формирование выводов; Атемова Г.Т. – сбор и анализ материалов, обработка и оформлении данных, написание текста статьи, отработка комментариев и замечаний.

collected and analyzed materials, processed and formatted the data, drafted the manuscript, and addressed reviewers' comments.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петровский Э.А., Соловьев Е.А., Коленчуков О.А. Современные технологии переработки нефтешламов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. Том 3, №4. С. 124–132. doi: [10.12737/article_5ac24a32b29f22.54931659](https://doi.org/10.12737/article_5ac24a32b29f22.54931659).
2. Абитова А., Дорожкин М. Проект и смета рекультивации замасоченных земель АО «Озенмунайгаз». Отчёт. Актау: филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз», 2012 г., 347 с. Договор №1299-30 (рег. №160/11-н).
3. Ережепов Б.К., Сабиров А.У. Проект рекультивации «исторически» замасоченных территорий на месторождениях Жетыбайской группы. Том 1. Пояснительная записка. Актау: филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз», 2020. 184 с. Договор №447-35/26/2019АК.
4. Ережепов Б.К., Сабиров А.У. Проект по инвентаризации и составлению сметы рекультивации территории с «историческими» нефтяными загрязнениями на месторождении Каражанбас. Том 1. Пояснительная записка. Актау: филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз», 2020 г. 168 с. Договор №340999/2019/1/67/2019АК.
5. Отчёт об устойчивом развитии АО НК «КазМунайГаз» за 2020 год. Курс на низкоуглеродное будущее. Астана: АО НК «КазМунайГаз», 2021. Доступ по ссылке: www.kmg.kz/interactive/report_2020/download/KMG_2021_RU.pdf.
6. Отчёт об устойчивом развитии АО НК «КазМунайГаз» за 2021 год. ESG-повестка: В тренде глобальных вызовов Астана: АО НК «КазМунайГаз», 2022. Доступ по ссылке: www.kmg.kz/interactive/report_2021/download/KMG_OUR_2021_RU.pdf.
7. Отчёт об устойчивом развитии АО НК «КазМунайГаз» за 2022 год. Вдохновляясь энергией людей. Астана: АО НК «КазМунайГаз», 2023. Доступ по ссылке: www.kmg.kz/interactive/report_2022/.
8. Отчёт об устойчивом развитии АО НК «КазМунайГаз» за 2023 год. ESG-код. Астана: АО НК «КазМунайГаз», 2024. Доступ по ссылке: www.kmg.kz/upload/iblock/94a/kpif005wrrq5m9pzuvq6djwyz392wwvm/KMG_2023_RU.pdf.
9. emba.kz [интернет]. АО «Эмбамунайгаз». Предотвращение загрязнения почвы [дата обращения: 12.07.2025]. Режим доступа: emba.kz/ru/news/ohrana-okruzhayushchey-sredy/3214.

REFERENCES

1. Petrovskiy EA, Solov'ev EA, Kolenchukov OA. Modern technologies of oil sludge processing. *Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*. 2018;3(4):124–132. doi: [10.12737/article_5ac24a32b29f22.54931659](https://doi.org/10.12737/article_5ac24a32b29f22.54931659).
2. Abitova A, Dorozhkin M. Proekt i smena rekul'tivatsii zamazuchennykh zemel' AO "Ozenmunaygaz". Report. Aktau: Branch of KMG Engineering LLP KazNIPImunaigas, Aktau; 2012. 347 p. Contract No. 1299-30 (reg. No. 160/11-n). (In Russ).
3. Yerezhepov BK, Sabirov AU. Proekt rekul'tivatsii istoricheski zamazuchennykh territoriy na mestorozhdeniyakh Zhetybayskoy grupy. Volume 1. Explanatory note. Aktau: Branch of KMG Engineering LLP "KazNIPImunaigas"; 2020. 184 p. Contract No. 447-35/26/2019AK. (In Russ).
4. Yerezhepov BK, Sabirov AU. Proekt po inventarizatsii i sostavleniyu smety rekul'tivatsii territoriy s istoricheskimi neftyanymi zagryazneniyami na mestorozhdenii Karazhanbas. Volume 1. Explanatory note. Aktau: Branch of KMG Engineering LLP "KazNIPImunaigas"; 2020, 168 p. Contract No. 340999/2019/1/67/2019AK. (In Russ).
5. Sustainability Report of JSC NC KazMunayGas for 2020. Course towards a low-carbon future. Astana: KMG; 2021. Available from: www.kmg.kz/interactive/report_2020/download/KMG_2021_RU.pdf.
6. Sustainability Report of JSC NC KazMunayGas for 2021. ESG agenda: In line with global challenges. Astana: KMG; 2022. Available from: www.kmg.kz/interactive/report_2021/download/KMG_OUR_2021_RU.pdf.
7. Sustainable Development Report of JSC NC KazMunayGas for 2022. Inspired by the Energy of People. Astana: KMG; 2023. Available from: www.kmg.kz/interactive/report_2022/.
8. Sustainable Development Report of JSC NC KazMunayGas for 2023. ESG code. Astana: KMG; 2024. Available from: www.kmg.kz/upload/iblock/94a/kpif005wrrq5m9pzuvq6djwyz392wwvm/KMG_2023_RU.pdf.
9. emba.kz [Internet]. Embamunaigas. Predotvrashcheniye zagryazneniya pochvy [cited 2025 Jul 12]. Available from: emba.kz/ru/news/ohrana-okruzhayushchey-sredy/3214. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Идрисова Эльмира Каировна

канд. биол. наук

ORCID [0009-0000-2420-2350](https://orcid.org/0009-0000-2420-2350)

e-mail: e.idrisova@kmge.kz.

Салимгереев Малик Жанабаевич

канд. геол.-мин. наук

ORCID [0009-0003-0238-9574](https://orcid.org/0009-0003-0238-9574)

e-mail: m.salimgereyev@kmge.kz.

Огай Евгений Кипониевич

докт. техн. наук

ORCID [0000-0002-5109-5623](https://orcid.org/0000-0002-5109-5623)

e-mail: y.ogay@kmge.kz.

AUTHORS' INFO

Elmira K. Idrisova

Cand. Sc. (Biology)

ORCID [0009-0000-2420-2350](https://orcid.org/0009-0000-2420-2350)

e-mail: e.idrisova@kmge.kz.

Malik Zh. Salimgereyev

Cand. Sc. (Geology&Mineralogy)

ORCID [0009-0003-0238-9574](https://orcid.org/0009-0003-0238-9574)

e-mail: m.salimgereyev@kmge.kz.

Yevgeniy K. Ogay

Doct. Sc. (Engineering)

ORCID [0000-0002-5109-5623](https://orcid.org/0000-0002-5109-5623)

e-mail: y.ogay@kmge.kz.

***Атемова Гулшира Турсыновна**
канд. биол. наук
ORCID [0009-0003-2317-4687](#)
e-mail: g.atemova@kmge.kz.

***Gulshira T. Atemova**
Cand. Sc. (Biology)
ORCID [0009-0003-2317-4687](#)
e-mail: g.atemova@kmge.kz.

*Автор, ответственный за переписку/Corresponding Author