

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ  
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ  
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»  
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

# ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

---

---

## ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

---

---

### CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК  
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

**1** (69)

ЯНВАРЬ – МАРТ 2020 г.  
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2020

*У. Ж. ДЖУСИПБЕКОВ, Р. М. ЧЕРНЯКОВА,  
Р. А. КАЙЫНБАЕВА, Г. Ш. СУЛТАНБАЕВА, А. А. АГАТАЕВА*

АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», Алматы, Республика Казахстан

## **МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ**

**Аннотация.** Проведенный анализ существующих способов обезвреживания и утилизации нефтешлама показал, что существует множество методов его обезвреживания. Показана перспективность использования сорбционного метода очистки нефтяного шлама с использованием природных цеолитов в качестве сорбентов.

**Ключевые слова:** утилизация, нефтешлам, нефтеуглеводороды, нефтеотходы, нефтепродукты, нефтесорбенты.

Предприятия нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Среди нефтесодержащих отходов нефтешламы (НШ) относятся к самым распространенным видам промышленных отходов. На тонну нефти приходится до 7 т шлама. Нефтешламы представляют собой осадки с высокой плотностью. Их примерный состав: вода – от 30 до 80%, нефтепродукты – от 10 до 50% и твердые примеси – от 1 до 40%. Нефтяная часть отходов распределяется в шламовом амбаре следующим образом: 7–10% нефтеуглеводородов сорбируется на шламе, 5–10% находится в эмульгированном и растворенном состоянии, остальные углеводороды находятся на поверхности амбара в виде пленки [1]. Неорганическую часть составляют в основном оксиды кремния и железа (песок, продукты коррозии), небольшие количества (менее 1%) соединений алюминия, натрия, цинка и других металлов [2]. Согласно исследованиям ОАО «Когалымнефтегаз», содержание нефтепродуктов в шламе колеблется в пределах 2,0–13,87 г/кг. Нефтяная часть шлама представлена в основном парафино-нафтеновыми углеводородами – 41,8%. Из них 20% – твердые парафины. Асфальтены составляют 5,6%, смолы – 19,2%, углеводороды – 20,1% [3].

Нефтешламы – это смесь буровых отходов, грунтов после аварийных разливов, асфальтосмолопарафинистых отложений, полученных при очистке резервуаров [4]. В работе [5] показано, что НШ представляют сложные системы, состоящие из тяжелых нефтяных остатков, и содержат в среднем 10–56% нефтепродуктов, 30–85% воды, 1,3–46% твердых примесей.

Все известные технологии переработки НШ по методам переработки традиционно делятся на следующие группы [6–9]:

- механические – разделение на твердую и жидкую фазы;
- термические – сжигание в открытых амбарах, печах различных типов, получение битуминозных остатков;

- физические – захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением;

- химические – экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением (цемент, жидкое стекло, глина) и органических (эпоксидные и полистирольные смолы, полиуретаны и др.) добавок;

- физико-химические – применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании;

- биохимические – микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение;

- сорбционные – предусматривают использование различных сорбирующих материалов;

- комбинированные методы, основанные на сочетании вышеперечисленных методов.

К **механическим методам** относятся: фильтрование, отстаивание, гидрообработка, центробежное разделение, гидроциклический метод [9]. Метод фильтрования через пресс, в результате которого нефтешламы делятся на две части – примеси и жидкая составляющая. Данный процесс характеризуется довольно низкой пропускной способностью и возникает проблема утилизации отфильтрованного материала. Метод отстаивания – разделение компонентов НШ, происходит за счет различной плотности. Данный метод является медленным и неэффективным процессом, для которого требуются большие площади для отстойников и большие дозы дорогих химикатов. Гидрообработка нефтешламов при нагревании – это метод отстаивания НШ с разделением на составляющие компоненты с использованием центрифуг, сепараторов и декантеров, интенсифицируемый процессом десорбции нефтепродуктов, скорость которого увеличивается при нагревании, а также при перемешивании. К основным технологическим решениям в этой области относятся сжигание (газификация), плазменное разрушение, пиролиз [10, 11]. Сжигание наиболее популярный метод, отличается простотой, доступностью, может осуществляться непосредственно в шламонакопителях и не требует больших расходов. Однако происходит уничтожение ценных углеводородов и выброс в атмосферу вредных газов.

В последние годы *пиролизная* технология утилизации углеводородсодержащих отходов находит всё более широкое применение [8, 10, 12, 13].

К **физическим методам** относится *захоронение* в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением [9]. Метод *сепарации* в работе [14] предлагается в технологии по утилизации обводненных нефтепродуктов.

**Физико-химические методы** используются в основном не столько для переработки и утилизации, сколько для обезвреживания углеводородных отходов [7, 9, 15, 16]. К ним относятся коагуляция и флокуляция, экстракция, флотация и др. [17]. Физико-химические методы предусматривают приме-

нение специально подобранных реагентов (растворители, деэмульгаторы, ПАВ и др.) [8]. Обычно при переработке данным методом НШ разогревают, разделяют на составные части (нефть, вода и механические примеси) и утилизируют каждый компонент [18].

*Экстракция* – процесс разделения жидких и твердых смесей путем избирательного растворения одного или нескольких компонентов в жидкости и основана на взаимном растворении полярных соединений (нефтепродукты и растворитель) [9, 15, 16]. При этом используются экстрагенты, которые извлекают либо нежелательные компоненты (смолы, асфальты), либо, наоборот, ценные компоненты (парафиновые соединения). Сам процесс сопровождается рядом трудностей: необходимостью замены или регенерации фильтров, использования постороннего вещества (экстрагента) для разделения смеси, что приводит к неизбежному загрязнению продуктов разделения.

**Химические методы** обезвреживания нефтеотходов заключаются в добавлении к ним химических реагентов [16, 19]. В зависимости от применяемого реагента протекает окислено-восстановительный процесс, осаждение, замещение, комплексообразование, кристаллизация. Одним из самых распространенных реагентов является оксид кальция, который непосредственно вносят в предварительно обработанный ПАВом нефтешлам в количестве (5–50%) по его массе с последующей сушкой смеси. При этом частицы НШ как бы заключаются в известковые оболочки-капсулы и равномерно распределяются в массе продукта. Нефтепродукты, связанные реагентом, таким образом становятся инертными, не вымываются водой, соответственно не оказывают воздействия на почву и грунтовые воды [20]. Для утилизации НШ применяют его обработку композицией из смеси извести, мела, доломитовой муки, глины и жидкого стекла (герметизатора) [21].

В последние годы **биохимические методы** обезвреживания нефтешламов находят все более широкое применение. Эти методы рассматривают как химические превращения, протекающие с участием микроорганизмов, выполняющих роль биологического катализатора [16]. Наиболее широкое практическое применение данный метод нашёл за рубежом при утилизации донных НШ и рекультивации шламонакопителей (компания Elf Aquitaine, Франция, Pro-Fer Environmental, Великобритания и др.) и в РФ для восстановления загрязненных грунтов с использованием специальных препаратов [16].

Биохимический метод характеризуется сравнительно низкими затратами (по сравнению со сжиганием и использованием химических реагентов), но отличается длительностью процесса, требует специального оборудования, больших площадей и условий проведения. Область применения ограничивается конкретными условиями применения: диапазоном активности биопрепаратов, температурой, кислотностью, толщиной нефтезагрязнения, аэробными условиями [8]. На сегодняшний день данный метод достаточно широко применяется в процессах рекультивации почвы. Следует отметить,

что обезвреживание НШ и очистка нефтезагрязненных грунтов с использованием микробных препаратов – нефтеструктуров представляют собой достаточно сложные и неоднозначные по результативности процессы [19, 22].

Среди современных методов очистки нефтезагрязненных объектов большое значение имеет их **сорбционная очистка**. Анализ зарубежной научной литературы по данному вопросу, проведенный авторами, показал, что можно выделить три наиболее многочисленных класса полимерных сорбционных материалов: целлюлозные материалы, акрилатные сополимеры и синтетические каучуки [23-25].

В настоящее время производятся коммерчески доступные полимерные сорбенты на основе вспененных карбамидоформальдегидных смол и вспененных карбамидоформальдегидных смол с включением добавок различной химической природы, товарного полипропилена, полиэтилентерефталата или отходов изделий из данных полимеров [26-28]. К перспективным полимерным нефтесорбентам относятся пенополимерные сорбенты, которые отличаются высокой селективностью по нефти и нефтепродуктам, технологичностью применения в аварийных условиях, возможностью их оперативного сбора с водной и грунтовой поверхности для отделения от нефтепродуктов, а также способностью к многократной регенерации [29-36]. Открытая ячеистая структура и высокая олеофильность материалов обеспечивают эффективность их использования в качестве нефтепоглочителей. К пенополимерным сорбентам относятся поролон, карбамидные пенопласты, материалы на основе полиуретановой пены, сорбенты на основе пенополиолефинов, пенополивинилхлорида, пенополистирола, ударопрочного полистирола, пенополиамида, пенополиуретана, волокнистого полипропилена, на основе различных полимерных смесей [25, 31-38], а также материалы из вторичных полимеров [25, 39] и с добавками модификаторов [25, 40, 41] и новые стеклообразные пеноматериалы [42-44]. В работах [23, 24, 44-46] отмечена перспективность практического использования сорбентов на основе целлюлозосодержащего (полисахаридсодержащего) и другого природного полимерного сырья, обладающих способностью к удалению нефтепродуктов, тонких нефтяных пленок с поверхности воды, например полученных из гидролизных лигнинов различного происхождения, на основе коры сосны, лиственницы и пихты, проэкстрагированной водно-органическими смесями и гидрофобизированной полиметилсилоксановой жидкостью, на основе модифицированных и немодифицированных древесных опилок, углеродного гидратцеллюлозного волокна и др.

Широкое распространение среди реагентов в практике утилизации нефтешламов получили неорганические реагенты, такие как оксид кальция и магния, действие которых обусловлено их способностью вступать в экзотермическую реакцию с водой с образованием соответствующих гидроксидов с развитой удельной поверхностью [47]. Для повышения эффективности обезвреживания нефтешламов дополнительно к негашеной извести добавляют ПАВ из класса жирных и сульфокислот, а также другие высо-

комолекулярные природные и синтетические вещества. При смешении НШ с этими компонентами в пропорции от 1:1 до 1:10 происходит адсорбция отходов на поверхности гидроксида кальция [48-51]. Изменение состава реагентов за счет введения кремнеземсодержащих добавок способствует получению более экологически безопасных продуктов [52-54]. Разработаны и запатентованы технологии утилизации нефтесодержащих отходов путем введения поглощающих добавок на основе промышленных отходов (отработанные кремнеземсодержащие сорбенты: силикагели, ОДМ-2Ф, диатомиты, углеродсодержащие сорбенты, продукты пиролиза изношенных автомобильных шин, термически обработанной рисовой шелухи, фильтровочных и поглотительных отработанных масс, являющиеся отходами масложировой промышленности) [52-66].

Исследования последних лет показывают, что дорогие промышленные сорбенты могут быть заменены на материалы, полученные из природного сырья или отходов производств [67-72]. Известно [73, 74], что шерсть является одним из лучших природных сорбентов: 1 кг шерсти может поглотить до 8–10 кг нефти, при этом природная упругость шерсти позволяет отжать большую часть легких фракций нефти. Степень извлечения нефти из нефтезагрязненных почв шерстью составляла 59,67 % [74]. Следует отметить, что после нескольких отжимов шерсть превращается в битуминизированный войлок и становится не пригодной для использования. Опилки относятся к недорогому экологически чистому, удобному в использовании и утилизации природному сорбенту. Сорбенты, полученные гидрофобизацией древесных опилок, проявляют хорошие водоотталкивающие свойства, высокую поглотительную способность по отношению к нефти и нефтепродуктам и работают в широком диапазоне температур, включая и отрицательные [75].

Для очистки сточных вод от растворенных нефтепродуктов широко используют сорбенты с развитой пористой структурой. Наибольший эффект извлечения нефтепродуктов обеспечивают поры диаметром от 1,5 до 4,5 нм [76, 77]. Традиционные углеродные сорбенты способны обеспечить довольно высокую эффективность очистки воды от нефтепродуктов и имеют очень широкий диапазон применения благодаря хорошим физико-химическим свойствам (высокая емкость, стабильная поглотительная способность, минимальное каталитическое воздействие на очищаемые среды, достаточная прочность, гидрофобность) [78-80].

В практике водоочистки от различных загрязнений используются угли из скорлупы кокосового ореха, активированные различными методами (химическим, микроволновым излучением, формование с минеральными компонентами) [81-91]. Однако для нашей республики скорлупа кокосового ореха относится к достаточно экзотическому сырью.

Интересным и малоизученным является вопрос об использовании в качестве сорбентов вторичных материалов (золошлаковых отходов), которые по химическому составу и свойствам близки к природным материалам (песок, вермикулит, растения и др.), и могут быть вовлечены в производство

фильтрующих материалов [92]. По сорбции растворенных нефтепродуктов буроугольные сорбенты не уступают древесным активным углям. Обладая достаточной прочностью, большими значениями удельной поверхности, они пригодны в качестве загрузок адсорбционных фильтров [93]. Низкие затраты на производство буроугольных сорбентов позволяют использовать их как материалы одноразового применения.

Высокими сорбционными свойствами по извлечению нефти из водонефтяной эмульсии (до 85 %) обладает высоко кальциевая зола бурых углей [94]. Менее высокие сорбционные свойства (12 %) проявляет низко кальциевая зола каменных углей, что связано с присутствием в золе оксида магния в виде медленно взаимодействующего с водой периклаза. Однако применение этих сорбентов всё же ограничивается дороговизной и достаточно жесткими требованиями к воде, направляемой на очистку [95].

Ещё менее изученным является вопрос об использовании природных алюмосиликатов с сорбционными свойствами, такими, как бентониты и цеолиты в сорбционных процессах очистки нефтезагрязнённых объектов. Известно, что мелкодисперсные глины месторождений Башкирии, обладающие слоистой структурой, снижают содержание нефтепродуктов в сточных водах в 5,4–7 раз [96]. Анализ показал, что в последние годы актуален поиск комбинированных сорбентов нового поколения [97]. Применение многокомпонентных сорбентов приводит к существенному увеличению их сорбционной емкости до 70,3 %. Среди композиций из природных материалов и техногенных отходов наилучшие сорбционные свойства имеют смеси компонентов, состоящие из высокальциевой золы-уноса и глины [94]. Установлено, что с увеличением доли золы в смеси возрастает количество извлекаемой нефти. Максимум эффекта (80 %) наблюдается при содержании высокальциевой золы-уноса в композите ~50 %. В работе [98] показана возможность применения модифицированных форм монтмориллонитовой глины в качестве сорбентов нефтепродуктов.

В работе [99] получен сорбент путем модифицирования органобентонита (производства фирмы Консит-А) дезинфектантом ПАВ (алкапав, септапав, катапав и их иодированные формы), позволяющий эффективно удалять нефтепродукты и тяжелые металлы из сточных вод и обеспечивающий их дезинфекцию.

Цеолиты, представленные минералами группы гейланд-клиноптилолита Саахаптинского и Холинского месторождений с кристаллической структурой, очищают сточные воды от растворенных нефтепродуктов на 86% [96]. Наибольшей емкостью по нефтепродуктам обладает Холинский цеолит с соотношением  $Si: Al = 5,5$ . С ростом данного соотношения увеличивается сорбционная активность цеолитов.

Сравнительные исследования сорбционной способности природных и модифицированных (декатионированных, отмытых и термообработанных) цеолитов месторождения Хонгуруу (Япония) [100-102] показали перспективность применения модифицированных цеолитов для удаления из воды и

почвы солей мышьяка и тяжелых металлов, нефтепродуктов, пестицидов, 10 фенолов, поверхностно-активных веществ, а также снижения их токсичности [100, 101]. Отмечено, что при высоких концентрациях гексадекана в водной эмульсии наибольшее значение сорбции (92,9%) наблюдалось при использовании декатионированного цеолита [102]. В то же время, при низких исходных концентрациях наибольшей эффективностью сорбции (95,8%) обладал природный необработанный цеолит. Представленные результаты доказывают возможность использования модифицированных и без обработки природных цеолитов для детоксикации и минимизации загрязнения жидких сред нефтепродуктами. При этом модифицированные цеолиты перспективны для удаления из воды и почвы солей мышьяка и тяжелых металлов, нефтепродуктов, пестицидов, 10 фенолов, поверхностно-активных веществ, а также снижения их токсичности [76].

В отличие от вышерассмотренных полимерных материалов неорганические сорбенты, природные алюмосиликаты и композиции на их основе имеют упрощенный состав, являются более дешёвыми, так как состоят из доступных компонентов, более инертны к воде и почве.

К перспективным способам очистки нефтешламов относится также комплекс мер, сочетающих различные методы. Комбинированные методы утилизации НШ позволяют достигнуть максимального эффекта их переработки при помощи одновременного применения двух и более способов. В зависимости от технических возможностей предприятия, характеристик НШ и экологических требований для их утилизации комплексные схемы переработки комбинируют отстаивание, флотацию, дегазацию, кондиционирование, осушку, обработку коагулянтами и флокулянтами, уплотнение, разделение, биоразложение [47]. Разработка способов переработки НШ с использованием механических, физико-химических методов и последующей биологической доочисткой являются, по мнению [103], экологически безопасными и позволяет более эффективно перерабатывать нефтеотход.

Институтом химии нефти СО РАН РФ) предложен комплексный метод рекультивации нефтезагрязненных шламов с применением моющих композиций на основе ПАВ и биопрепаратов, содержащих углеводородокисляющую микрофлору, для очистки отработанного нефтезагрязненного раствора [104].

По мнению авторов [105], перспективным методом является включение технологии компаундирования нефтешлама в топочный мазут в схему действующих установок по разделению НШ, что позволяет значительно упростить и удешевить этот процесс, так как отпадает необходимость доведения качества выделяемых продуктов до требуемых норм. После частичного отделения воды и крупных механических примесей нефтепродукты можно использовать в качестве компонента котельного топлива. Согласно [106], после механической сепарации НШ в него добавляют химические реагенты (деэмульгаторы, флокулянты), либо проводят инкапсулирование твердых шламов с предварительной откачкой из шламов нефти и введением



химического реагента, либо после откачки нефти осуществляют биореден- тацию, а утилизированную фазу затем используют в качестве строитель- ного сырья.

В работе [107] предлагается предварительная высокоэнергетическая об- работка (кавитационная, электроимпульсная, гидродинамическая) нефтесо- держащих отходов. Данная обработка позволяет получать мазут, печное топливо и дорожно-строительные материалы при переработке тяжелых неф- тесодержащих отходов, предварительно разбавленных легкими (масла, про- мывочные жидкости, смазки). Этот метод также позволяет увеличить выход (до 60%) светлых фракций при атмосферной перегонке углеводородной фазы НСО за счет того, что при комбинированной высокоэнергетической обработке происходит диспергация механических частиц, ассоциаты раз- рушаются, а вязкость уменьшается.

В настоящее время интенсивно разрабатываются новые методы терми- ческой деструкции переработки углеводородного сырья, из которых выделя- ются методы электрических разрядов и плазменный [8]. По первому ме- тоду в условиях высокой скорости нагрева в небольших реакционных реак- торах создаётся температура выше 1300 °С, что позволяет разложить все сложные вещества на простейшие, исключая появление вредных выбросов типа диоксинов и фуранов. В результате переработки отходов получают высоколиквидное сырьё и топливо.

Менее энергозатратна виброкавитационная технология, которая позво- ляет получить устойчивые водотопливные эмульсии на основе нефтешламов [7]. Использование водотопливных эмульсий улучшает экологические ха- рактеристики топлива: снижается образование оксидов азота, сажи и угар- ного газа. Тяжелые фракции нефтесодержащих отходов предлагается сжи- гать в теплогенераторах. Выделяющееся при сжигании тепло используется для получения пара или электроэнергии.

В литературе достаточно широко освещается вопрос переработки НШ микроволновым нагревом и ультразвуковой обработкой [7, 108-110]. При переработке нефтешламов в СВЧ-поле можно максимально использовать подводимую энергию. СВЧ-технология может быть использована как конеч- ный процесс или как промежуточный в зависимости от состава исходного сырья [111]. Технология микроволновой переработки нефтешламов, разра- ботанная Уфимским государственным нефтяным техническим универси- тетом (РФ) с использованием микроволнового излучения 2450 МГц, нашла практическое применение на полигонах по переработке углеводородсо- держащих отходов [7].

Заслуживает внимания переработка нефтешламов с применением ла- зера импульсного типа [12, 112]. В разработанной установке лазерный луч обеспечивает высокую температуру пиролиза отходов, при которой содер- жащаяся в отходах влага мгновенно распадается на молекулы кислорода и водорода. Посредством введения лазера импульсного типа и мембранного кислородного генератора и заполнения камеры газификации щелочным

электролитом обеспечивается одновременно течение процесса пиролиза и газификации с получением в виде конечного продукта метана, пригодного для использования в качестве топлива.

В работе [113] предпринята попытка использования магнитных жидкостей, полученных из высокодисперсных частиц магнетита, в процессе выделения углеводородов из НШ. Нефтешлам, смешанный с магнитной жидкостью, сепарируется с отделением твердого остатка от магнитной жидкости и мазута. Одним из наименее распространенных, малоизученных и очень интересных способов разделения водонефтяных эмульсий и, в частности, нефтешламов, является эффект вымораживания воды из эмульсионной среды [114, 115]. Так, в работе [114] исследуется влияние эффектов замораживания и оттаивания шлама предприятия органического синтеза в процессах, важных для последующего биологического обезвреживания данного отхода. Оказалось, что замораживание и оттаивание вызывает дестабилизацию структуры шлама, что ускоряет процесс его обезвоживания при центрифугировании. Используя метод криоэмульсации, из нефтешлама выделяются вода и легкие нефтяные фракции, что обеспечивает глубокую переработку НШ. Результаты исследований в [115] показали, что комбинированная обработка нефтеотхода методом замораживания/оттаивания и ультразвуком повышает извлечение нефти из воды по сравнению только с ультразвуковой обработкой или только методом замораживания/оттаивания. Недостаток данного метода заключается в том, что процесс заморозки требует существенных затрат энергии.

Аналитический обзор методов очистки нефтешламов выявил, что наиболее прогрессивным способом является сорбционный с использованием природных сорбентов, прежде всего, это природные цеолиты [116].

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Полигон по утилизации и переработке отходов бурения и нефтедобычи: Принципиальные технологические решения. – Кн. 2. Разработка принципиальных технологических решений по обезвреживанию шламовых амбаров и нефтезагрязненного грунта. – Сургут, 1996.
- [2] Полигон по утилизации и переработке отходов бурения и нефтедобычи: Принципиальные технологические решения. – Кн. 1. Разработка принципиальных технологических процессов разделения нефтешламов. – Сургут, 1996.
- [3] Обоснование инвестиций в строительство полигона утилизации и переработки отходов бурения и нефтедобычи АО «Лукойл-Когалымнефтегаз»: Общая пояснительная. – Сургут, 1996. – Т. 1. – 125 с.
- [4] Ибатулин Р.Р., Мутин И.И., Исхакова М.Н., Сахабутдинов К.Г. Исследование свойств нефтешламов и способы их утилизации // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 11. – С. 21-25.
- [5] Романцева С.В., Миксугина А.П. О взаимосвязи углеродного состава нефтешламов с методами их утилизации // Вестник Тамбовского ун-та. Серия естест. и техн. науки. – 2003. – № 1. – С. 6-8.
- [6] Жаров О.А., Лавров В.Л. Современные методы переработки нефтешламов // Экология производства. – 2004. – № 5. – С. 43-51.

[7] Пименов А.А. Управление отходами и остатками предприятий химии и нефтехимии с использованием их ресурсного потенциала: Дис. ... д.т.н.: 03.02.08. – Самарский гос. технический университет. – Самара, 2017. – 263 с.

[8] Сулименко Л.П., Кошкина Л.Б., Маслобоев В.А. Практические аспекты использования сорбентов для санации локальных нефтезагрязненных северных территорий // Вестник Кольского науч. центра РАН. – 2017. – № 1. – С. 116-123.

[9] Кудеева А. Р. Проблема переработки и утилизации нефтяных шламов // Сб. труд. IX заочной междунар. научно-практ. конф. «Система управления экологической безопасностью». – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – С. 126-134.

[10] Прокофьева Н.Г. Разработка природоохранной пиролизной технологии утилизации углеводородсодержащих отходов с получением вторичных полезных продуктов. – Тюмень: ООО «Печатник», 2013. – 144 с.

[11] Дубовцев Д.А., Аллаяров У.Э., Абдрахманова Э.Н. Нефтешламы: хранение и накопление. Вопросы безопасности и утилизации // Нефтегазовое дело. – 2019. – № 5. – С. 31-47.

[12] Петровский Э.А., Соловьёв Е.А., Коленчуков О.А. Современные технологии переработки нефтешламов // Вестник Белгородского гос. техн. ун-та им. В.Г. Шухова. – 2018. – Т. 3, № 4. – С. 124-132.

[13] Бахонина Е.И. Современные технологии переработки и утилизации углеводородсодержащих отходов // Башкирский хим. журн. – 2015. – Т. 22, № 1. – С. 20-29.

[14] Евдокимов А.А. Обводненные нефтеотходы – значительный энергетический ресурс России // Экология и промышленность России. – 2012. – № 5. – С. 19-21.

[15] Ахметов А.Ф., Гайсина А.Р., Мустафин И.А. Методы утилизации нефтешламов различного происхождения // Нефтегазовое дело. – 2011. – Т. 9, № 3. – С. 108-111.

[16] Бахонина Е.И. Современные технологии переработки и утилизации углеводородсодержащих отходов. – Сообщение 2. Физико-химические, химические, биологические методы утилизации и обезвреживания углеводородсодержащих отходов // Башкирский хим. журн. – 2015. – Т. 22, № 2. – С. 41-49.

[17] Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.

[18] Янин И.М., Маркелова Н.Л. Проблемы обезвреживания нефтешламов. – С. 252-254. – По матер.сайта: [id-yug.com](http://id-yug.com) > images > id-yug > Bulatov > PDF. Дата обращения 04.12.2019.

[19] Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. Нефтешламы: состояние проблемы в Российской Федерации и методы снижения их отрицательного воздействия на окружающую среду // Экобиотех. – 2019. – Т. 2, № 1. – С. 75-85.

[20] Соловьянов, А.А. Переработка нефтешламов с использованием химических и биологических методов// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 5. – С. 30-39.

[21] Рудник М.И., Гаврилов Ю.Л., Резанова Е.Е. Технологии и оборудование: технологическо-аппаратурные условия создания и применения комплексной переработки опасных отходов с использованием технологии «ДСР процесс» // Экологический вестник России. – 2012. – № 2. – С. 36-43.

[22] Коршунова Т.Ю. Микробиологические технологии ликвидации нефтезагрязнений в различных климатических условиях: Дис. ... д.биол.н.: 03.01.06; 03.02.03. – Уфимский ин-т биологии ГБНУ уфимского ФИЦ РАН. – Уфа, 2019. – 437 с. – По матер. сайта: <https://www.obolensk.org> > diss > Диссертация Коршуновой Т.Ю..pdf.

[23] Байбурдов Т.А., Шмаков С.Л. Полимерные сорбенты для сбора нефтепродуктов с поверхности водоёмов: обзор англоязычной литературы за 2000–2017 гг. (Ч. 1) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2018. – Т. 18, вып. 1. – С. 36-44.

[24] Байбурдов Т.А., Шмаков С.Л. Полимерные сорбенты для сбора нефтепродуктов с поверхности водоёмов: обзор англоязычной литературы за 2000–2017 гг. (Ч. 2) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2018. – Т. 18, вып. 2. – С. 145-153.

- [25] Магеррамов А.М., Азизов А.А., Алосманов Р.М., Керимова Э.С., Буниятзаде И.А. Использование полимеров в качестве сорбентов // Молодой учёный. – 2015. – Т. 84, № 4. – С. 38-41.
- [26] Вертячих И.М., Жукалов В.И. Полимерные волокнистые Melt Blowing материалы для ликвидации аварий с разливами нефти и нефтепродуктов// Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2011. – Т. 6, № 1. – С. 53-58.
- [27] Кравцов А.Г., Марченко С.А., Зотов С.В. Полимерные волокнистые фильтры для преодоления экологических последствий чрезвычайных ситуаций. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 280 с.
- [28] Отмахов В.И., Филоненко Д.А., Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Авхимович А.В. Технологическая линия по производству полимерного волокнистого сорбента для очистки водных объектов от нефти и нефтепродуктов // Экология промышленного производства. – 2007. – № 2. – С. 74-77.
- [29] Мелкозеров В.М., Васильев С.И., Горбунова Л.Н. Сравнительный анализ характеристик полимерных сорбентов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 3. – С. 10-14.
- [30] Васильев С.И., Лапушова Л.А., Мелкозеров В.М., Матвейкина Я.В., Горбунова Л.Н. Результаты исследования гидрофильности полимерных сорбентов серии «Униполимер» // Системы. Методы. Технологии. – 2016. – № 1(29). – С. 135-139.
- [31] Ксенофонтов М. А. Пенополиуретаны. Структура и свойства // Вестн. БГУ. Сер. 1. – 2011. – № 3. – С. 48-52.
- [32] Кахраманлы Ю.Н. Пенополимерные нефтяные сорбенты. Экологические проблемы и их решения. – Баку: Элм, 2012. – 305 с.
- [33] Кахраманлы Ю.Н., Аджамов К.Ю. Исследование процесса сорбции нефти и нефтепродуктов пенополимерными сорбентами при аварийных разливах на поверхности грунта // Нефть и газ Западной Сибири: матер. межд. науч.-техн. конф., посвящ. 55-летию Тюмен. гос. нефтегаз. ун-та; в 4 т. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – Т. 4. – С. 321-324.
- [34] Кахраманлы Ю.Н. Критерии подбора пенополимерных сорбентов в процессе локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водной поверхности // Вода: Химия и экология. – 2012. – № 5. – С. 70-75.
- [35] Кахраманлы Ю.Н. Классификация пенополимерных нефтяных сорбентов // Вода: Химия и экология. – 2012. – № 7. – С. 39-43.
- [36] Кахраманов Н.Т., Гаджиева Р.Ш. Сорбционные особенности пенополимерных сорбентов на основе смеси полиамида, полиуретана и АБС-сополимера // Транспорт и хранение нефтепродуктов. – 2014. – № 1. – С. 47-53.
- [37] Самойлов Н.А., Хлесткин Р.Н., Шеметов А.В., Шаммазов А.А. Сорбционный метод ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Химия, 2001. – 189 с.
- [38] Кулиев Т.Ф. Способы очистки грунта от нефтепродуктов на объектах железнодорожного транспорта. – Иркутск: ИрГУПС, 2003. – 195 с.
- [39] Грузинова В.Л. Вторичное использование отходов химической промышленности в системах очистки нефтесодержащих сточных вод // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. Ф. Прикладные науки. Строительство. – 2007. – № 12. – С. 151-155.
- [40] Магеррамов А.М., Азизов А.А., Алосманов Р.М., Буниятзаде И.А. Исследование продуктов окислительного хлорфосфорилирования альфа-олефинов (гексена, октена, децена) в качестве реагентов для удаления тонкой пленочной нефти // Изв. вузов. Прикл. химия и биотехнология. – 2012. – Т. 2, № 1. – С. 165-170.
- [41] Бухарова Е.А., Татаринцева Е.А., Ольшанская Л.Н. Исследование сорбционных свойств материала на основе полиэтилентерефталата для очистки сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза: Пенз. гос. технол. ун-та, 2014. – № 1 (17). – С. 118-122.
- [42] Коган В.Е., Згонник П.В., Шахпаронова Т.С., Суворова З.В. Характер кинетических кривых нефтепоглощения стеклообразными сорбентами органической природы как функция структурных особенностей используемого полимера // Межд. научно-исслед. журн. – 2017. – № 6-2(60). – С. 88-93.

[43] Коган В.Е. Стеклообразные пеноматериалы неорганической и органической природы и перспективы очистки окружающей среды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами // Записки Горного института. – 2016. – Т. 218. – С. 331-338.

[44] Собгайда Н.А. Сорбционные материалы для очистки сточных и природных вод от нефтепродуктов // Вестник ХНАДУ. – 2011. – Вып. 52. – С. 120-124.

[45] Семенович А.В., Лоскутов С.Р., Пермякова Г.В. Сбор проливов нефтепродуктов модифицированной корой хвойных пород // Химия растительного сырья. – 2008. – № 2. – С. 113-117.

[46] Скопинцев И.В., Мелешкина А.М., Мясоедова В.В. Термохимическая конверсия и композиционные сорбенты для нефтепродуктов на основе смесей целлюлозосодержащих и полимерных отходов упаковки // Изв. МГТУ «МАМИ». – 2013. – Т. 2, № 3(17). – С. 86-90.

[47] Литвинова Т.А. Современные способы обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов для ликвидации загрязнения окружающей среды // Научный журн. КубГАУ. – 2016. – № 123(09). – С. 1-15.

[48] Логунова Ю.В., Гержберг Ю.М., Токарев В.В., Штриплинг Л.О. Исследование устойчивости органоминерального материала «Прекан» под воздействием природных факторов и оценка его влияния на окружающую среду // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2009. – № 2. – С. 30-33.

[49] Рудник М.И., Кичигин О.В. Технология переработки и утилизации нефтяных отходов с применением оборудования «ИНСТЭБ» // Мир нефтепродуктов. – 2004. – № 4. – С. 33-35.

[50] Маликова М.Ю., Сташок Ю.И. Новая технология утилизации промышленных отходов, содержащих нефть и нефтепродукты // Транспорт и хранение нефтепродуктов. – 2005. – № 8. – С. 22-24.

[51] Воробьева С.Ю., Шпинькова М.С., Мерициди И.А. Переработка нефтешламов, буровых шламов, нефтезагрязненных грунтов методом реагентного капсулирования // Территория Нефтегаз. – 2011. – № 2. – С. 68-71.

[52] Литвинова Т.А., Винникова Т.В., Косулина Т.П. Реагентный способ обезвреживания нефтешламов // Экология и промышленность России. – 2009. – № 10. – С. 40-43.

[53] Косулина Т.П., Кононенко Е.А. Повышение экологической безопасности продукта утилизации нефтяных шламов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 78. – По матер. сайта: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/64.pdf>.

[54] Косулина Т.П., Цокур О.С., Литвинова Т.А. Использование обезвреживающей композиции для утилизации нефтешламов и отработанного сорбента ОДМ-2Ф // Эколог. вестник науч. центров Черноморского экон. сотрудничества. – 2013. – № 3. – С. 77-84.

[55] Литвинова Т. А., Цокур О.С., Зубенко Ю.Ю., Косулина Т.П. Решение проблемы утилизации нефтесодержащих отходов с вовлечением их в ресурсооборот // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – По матер. сайта: <http://www.science-education.ru/106-7707>.

[56] Litvinova T.A., Kosulina T., Shadrina D., Chirkova S. Recycling of oil-slimes by chemical method // European Academy Of Natural History. – 2010. – № 1. – С. 77-85.

[57] Шевцова Е.С., Литвинова Т.А. Анализ эффективности обезвреживания нефтесодержащих отходов реагентным методом // Матер. VII межд. научно-практ. конф. молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники». – Уфа: ред.-издат. центр УГНТУ, 2014. – Т. 2. – С. 101-103.

[58] Litvinova T.A., Kosulina T.P. Innovative resource saving technologies of oil-containing waste utilization // The first international scientific conference "Science of the Future". Abstracts. – По матер. сайта: <http://p220conf.ru/abstracts/download/7-earth/112-t-litvinova>.

[59] Пат. 2354670 Российская Федерация, МПК С08J11/00. Способ утилизации нефтесодержащих отходов / Косулина Т.П., Кононенко Е.А., Гамарский Д.М., Чернушина А.Н.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». – № 2008102433/04; заявл. 22.01.2008; опубл. 10.05.2009. Бюл. 13. – 6 с.

[60] Пат. 2359982 Российская Федерация, МПК С08J11/00. Способ утилизации нефтесодержащих отходов / Косулина Т.П., Кононенко Е.А.; заявитель и патентообладатель

ГОУ ВПО «Кубанский гос. технолог. ун-т». – № 2008102432/04; заявл. 22.01.2008; опубл. 27.06.2009. Бюл. 18. – 5 с.

[61] Пат. 2395466 Российская Федерация, МПК C08J11/00. Способ обезвреживания нефтесодержащего шлама / Косулина Т.П., Литвинова (Солнцева) Т.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Кубанский гос. технолог. ун-т». – № 2008147569; заявл. 02.12.2008; опубл. 27.07.2010. Бюл. № 21. – 7 с.

[62] Пат. 82208 Российская Федерация, МПК C08J11/00. Линия по обезвреживанию нефтесодержащего шлама / Литвинова (Солнцева) Т.А., Косулина Т.П.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Кубанский гос. технолог. ун-т». – № № 2008152572; заявл. 29.12.2008; опубл. 20.04.2009. Бюл. № 11. – 4 с.

[63] Пат. 93791. Российская Федерация, МПК C02F1/40, Линия по производству органоминеральной добавки / Литвинова Т.А., Косулина Т.П., Щадрин Д.С., Чиркова С.С.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Кубанский гос. технолог. ун-т». – № 2010101175; заявл. 15.01.2010. опубл. 10.05.2010. Бюл. № 13. – 4 с.

[64] Пат. 92009. Российская Федерация, МПК C08J11/00. Технологическая линия комплексного обезвреживания застаревших нефтяных шламов / Косулина Т.П., Кононенко Е.А., Рогожева И.С.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Кубанский гос. технолог. ун-т». – № 2009146853; заявл. 16.12.2009; опубл. 10.03.2010. Бюл. № 7. – 4 с.

[65] Пат. 2548441 Российская Федерация, МПК C02F11/14. Способ получения органоминеральной добавки к строительным материалам / Литвинова Т.А., Косулина Т.П.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кубанский гос. технолог. ун-т». – № 2013155369/20(086401); заявл. 12.12.2013, опубл. 20.04.2015. Бюл. № 11. – 5 с.

[66] Пат. 2535699 С1 РФ, МПК C08J 11/00, B09B 3/00, C02F 101/30. Способ утилизации нефтесодержащих отходов / Косулина Т. П., Цокур О. С., Зубенко Ю. Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кубанский гос. технолог. ун-т». – № 2013130720/05; заявл. 04.07.2013; опубл. 20.12.2014.

[67] Бурлака С.Д., Бруяка М.Р. Использование природных и искусственных сорбентов для очистки нефтесодержащих сточных вод // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 7. – С. 71-77.

[68] Бойко Ю.Н., Агошкова А.И., Гульков А.Н. и др. Природные сорбенты, используемые для очистки вод от нефти и продуктов ее переработки // Горный информ.-аналит. бюл. – 2013. – № 63. – С. 12-17.

[69] Alpha N.E., Barminas J.T., Osemeahon S.A. Modification, characterization and use of Imperata cylindrical (Toofa) fibre as oil sorbent // Chem. Sci. Int. J. – 2017. – Vol. 21, № 3. – Article no. CSIJ.39420. – URL: <https://doi.org/10.9734/CSIJ/2017/39420>.

[70] Bazargan A., Tan J., Hui Ch.W., McKay G. Utilization of rice husks for the production of oil sorbent materials // Cellulose. – 2014. – Vol. 21, № 3. – P. 1679-1688.

[71] Onwuka J.Ch., Agbaji E.B., Ajibola V.O., Okibe F.G. Kinetic studies of surface modification of lignocellulosic Delonix regia pods as sorbent for crude oil spill in water // J. Appl. Res. Technol. – 2016. – Vol. 14, № 6. – P. 415-424.

[72] Teli M.D., Valia S.P. Application of modified coir fiber as eco-friendly oil sorbent // J. Fashion Technol. Textile Engin. – 2013. – Vol. 1, № 1. – doi:10.4172/2329-9568.1000103. – По матер. сайта - <https://www.scitechnol.com> > application-of-modi...

[73] Тер-Матисова К.С., Мирошниченко Л.Г., Фесенко Л.Н., Ткаченко А.И. Использование отходов переработки шерсти и пера в качестве сорбентов нефти и нефтепродуктов // Электрон. журн. «Инженерный вестник Дона». – 2016. – № 4. – С. 1-15. – по матер. сайта <https://cyberleninka.ru> > article > ispolzovanie-othodov-pererabotki-shersti...

[74] Домбуева Б.В., Горяшкьева З.В., Щербакоева Л.Ф. Метод очистки почвы от нефтяного загрязнения с помощью природных сорбентов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. – 2017. – Т. 7, № 2. – С. 19-25.

[75] Пашаян А.А., Нестеров А.В. Создание нефтепоглощающих сорбентов совместной утилизацией древесных опилок и нефтяных шламов // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 9. – С. 144-147.

[76] Передерий М.А., Кураков Ю. И., Маликов И. Н., Молчанов С. В. Сорбция нефтепродуктов углеродными сорбентами // Химия твердого топлива. – 2009. – № 5. – С. 42- 46.

[77] Столярова, Г.В., Бариева Э.Р. Применение шунгита в качестве сорбента для очистки сточных вод // Тр. XVII Междунар. симпозиума им. акад. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Нац. иссл. Томский политех. ун-т. – 2013. – С. 621-623.

[78] Передерий М.А., Носкова Ю.А., Карасёва М.С., Коновалов П.Н. Новые углеродные сорбенты // Химия твердого топлива. – 2009. – № 6. – С. 36-46.

[79] Привалова Н.М., Двадненко М.В., Некрасова А.А., Привалов Д.М. Исследование сорбционных свойств фильтрующих материалов // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 126(02). – По матер. сайта: <https://cyberleninka.ru> > article > issledovanie-sorbtsionnyh-svoystv-filtruy.

[80] Собгайда Н.А., Финасов А.И. Новые углеродные сорбенты для очистки вод от нефтепродуктов // Экология и промышленность. – 2005. – № 12. – С. 8-11.

[81] Sousa F.W., Oliveira A.G., Ribeiro J.P., Rosa M.F., Keukeleire D., Nascimento R.F. Green coconut shells applied as adsorbent for removal of toxic metal ions using fixed-bed column technology // J. of Environmental Management. – 2010. – Vol. 91(8). – P. 1634-1640.

[82] Sartape A., Mandhare A., Salvi P. Removal of Bi (III) with adsorption technique using coconut shell activated carbon // Chinese J. of Chemical Engineering. – 2012. – Vol. 20. – P. 768-775.

[83] Ello A.S., Luiz K.C. de Souza, Trokourey A. Coconut shell-based microporous carbons for CO<sub>2</sub> capture // Microporous and Mesoporous Materials. – 2013. – Vol. 180. – P. 280-283.

[84] Sekar, M. Sakthi V., Rengaraj S. Kinetics and equilibrium adsorption study of lead (II) onto activated carbon prepared from coconut shell // J. of Colloid and Interface Science. – 2004. – Vol. 279. – P. 307-313.

[85] Ashish S., Aniruddha M., Prathmesh S., Dattatraya P., Prakash R., Mansing A., Sanjay K. Removal of Bi(III) with adsorption technique using coconut shell activated carbon // Chin. J. Chem. – 2012. – Vol. 20, № 4. – С. 768-775.

[86] Олубунми А., Сомин В.А., Кравченко Н.И., Куликова А.В., Мачульский Д.А., Комарова Л.Ф. Изучение сорбентов из кокосовых орехов для очистки воды от нефтепродуктов // XIII Всеросс. научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Наука и молодежь» / Горизонты образования. – 2016. – Вып. 18. – По матер. сайта: [edu.secna.ru](http://edu.secna.ru) > media > hti\_e\_sod\_2016 (дата обращения 12.12.2019 г).

[87] Yang K., Peng J., Srinivasakannan C., Zhang L., Duan X. Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating// Bioresource Technology. – 2010. – Vol. 101. – P. 6163-6169.

[88] Yang K., Peng J., Xia H. et. al. Textural characteristics of activated carbon by single step CO<sub>2</sub> activation from coconut shells // J. of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. – 2010. – Vol. 41. – P. 367-372.

[89] Babel S., Kurniawan T. A. Cr (VI) removal from synthetic wastewater using coconut shell charcoal and commercial activated carbon modified with oxidizing agents and/or chitosan // Chemosphere. – 2004. – Vol. 54. – P. 951-967.

[90] Anirudhan S., Unnithan M. R., Divya L., Senan P. Synthesis and characterization of polyacrylamide-grafted coconut coir pith having carboxylate functional group and adsorption ability for heavy metal ions // J. of Applied Polymer Science. – 2007. – № 104. – P. 3670-3681.

[91] Маунг К.К. Экспериментальное исследование сорбционных технологий для очистки сточных вод от нефтепродуктов на тепловых электростанциях Мьянмы: Дис. ... к.т.н.: 05.14.01. – М., 2018. – 134 с. – По матер. сайта: <https://mpei.ru> > diss > Lists > FilesDissertations > 349-Диссертация (дата обращения 20.12.2019 г).

[92] Ведягин А.А., Ларичкин В.В., Мишаков И.В., Носков А.С., Хлебников Б.М. Физико-химическое исследование золошлаковых отходов // Энциклопедия инженера-химика. – 2008. – № 10. – С. 21-26.

[93] Татаринцева Е.А., Бухарова Е.А., Ольшанская Л.Н. Сорбционный материал для очистки воды от нефтепродуктов// Экология и промышленность России. – 2014. – № 7. – С. 37.

[94] Ларичкин В.В., Ларичкина Н.И., Соловей М.В., Кадимова А.В., Солдышев Р.В., Александров В.Ю., Гусев К.П., Немущенко Д.А. Разработка технологии адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов с использованием твёрдых техногенных отходов – 2016. – По материалам сайта: [evansys.com](http://evansys.com) > articles > razrabotka-tekhologii-adsorbtsionnoy-ochistki-v... (дата обращения 19.12.2019 г).

[95] Ставицкая С.С., Викарчук Т.П., Петренко В.М. Сорбционные свойства комбинированного сорбента и его составляющих – донного осадка Черного моря и окисленного угля из природного сырья // Ж. П. Х. – 2011. – Т. 4, вып. 10. – С. 1635-1639.

[96] Сироткина Е.Е., Новоселова Л.Ю. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – № 13. – С. 359-377.

[97] Базунова М.В., Идрисов И.Ф., Базунов А.А., Ахметханов Р.М. Сорбционно-активные гибридные полимерные нанокомпозиты на основе полиэтилена и неорганических компонентов // Науч. альманах. – 2017. – № 2-3(28). – С. 422-426.

[98] Обуздина М.В., Руш Е.А. Исследование возможности модификации монтмориллонита с целью получения сорбентов нефтепродуктов // Вопросы естествознания. – 2013. – № 1 – С. 120-127.

[99] Заматырина В. Метод очистки сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов с использованием модифицированного органобентонита: Автореф. ... к.т.н.: 03.02.08. – Саратов: Уч. изд. л., 2015. – 20 с.

[100] Коновалов А.С. Использование активированных цеолитов для обезвреживания экотоксикантов: Автореф. ... к.биол.н.: 03.02.08. – Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, – 2016. – 25 с. – По матер. сайта: [izdat@lawinstitut.ru](mailto:izdat@lawinstitut.ru).

[101] Глазкова Е.А., Стрельникова Е.Б., Иванов В.Г. Применение природных цеолитов месторождения Хонгуруу (Япония) для очистки нефтесодержащих сточных вод // Химия в интересах устойчивого развития. – 2003. – № 11. – С. 849-854.

[102] Коновалов А.С., Бархатова А.С., Тетерина Г.А., Саловарова В.П., Бутырин М.В., Дагуров А.В. Модифицированные цеолиты в очистке и детоксикации модельного нефтяного загрязнения // Биотехнология в интересах экологии и экономики сибиря и дальнего востока: матер. III Всерос. научно-практ. конф. (с международным участием). – Улан-Удэ: Из-во ВСГУТУ, 2014. – С. 122-124.

[103] Головцов М.В. Переработка нефтешламов с последующей доочисткой до экологически безопасного уровня: Дисс. ... к. т. н.: 03.00.16. – Уфимский гос. нефтяной технический университет. – Уфа, 2008. – 119 с. – Инв. № 003452331.

[104] Филатов Д.А., Сваровская Л.И., Алтунина Л.К. Отмыв нефтешлама композициями ПАВ, с последующей биодеструкцией нефти в отработанном растворе // Вода: химия и экология. – 2011. – № 2. – С. 41-46.

[105] Красногорская Н.Н., Трифонова Н.А. Утилизация и переработка нефтяных шламов в республике Башкортостан // Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – № 5. – С. 33-37.

[106] Соколов Л.И. Переработка и утилизация нефтесодержащих отходов. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 160 с.

[107] Викарчук А.А., Растегаева И.И., Чернохаева Е.Ю. Технология и оборудование для обработки нефти и переработки твердых нефтешламов и жидких нефтеотходов // Вектор науки ТГУ. – 2012. – № 3. – С. 70-75.

[108] Jiang H. Yi, Wang., Wei A. J., Zheng S. J., Liu F., Cheng J. A Study on the Mechanism of Harmless and Resourceful Treatment of Oil Sludge with Microwave // Advanced Materials Research. – 2011. – Vol. 356-360. – P. 1831-1834.

[109] Kim Y.U., Wang M.C. Effect of ultrasound on oil removal from soils // Ultrasonics. – 2003. – Vol. 41, Iss 7. – P. 539-542.

[110] Xu N., Wang W., Han P., Lu X.. Effects of ultrasound on oily sludge deoiling // Journal of Hazardous Materials. – 2009. – Vol. 171, № 1-3. – P. 914-917.

[111] Бахонина Е. И. Подготовка к утилизации углеводородсодержащих отходов с применением микроволн // Башкирский хим. журн. – 2006. – Т. 13, № 3. – С. 70-72.



[112] Пат. 2406031 С1 Российская Федерация, МПК F23G 5/00. Реактор для переработки органических отходов и нефтешламов / В.В. Масленников, В.И. Баженов, Н.А. Зудилин; заявитель и патентообладатель Масленников В.В. – № 2009130472; заявл. 11.08.09; опубл. 10.12.2010. Бюл. № 34. – 8 с.

[113] Степаненко С.Н., Белоголов Е.А., Марченко Л.А., Логунова О.В. Перспективные методы очистки нефтешламов и нефтесодержащих сточных вод // Современные проблемы науки и образования. – 2005. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1517> (дата обращения: 25.11.2019).

[114] Ягафаров И.Р., Леонтьева С.В., Барахнина В.Б., Матросова Т.В. Исследование детергентов для вымывания легких фракций из нефтешлама // Матер. междунар. научно-практ. конф. «Нефтепереработка и нефтехимия – 2006». – Уфа, 2006. – С. 245-246.

[115] Zhanga J., Lia J. Thringa R. W., Hub X., Songa X. Oil recovery from refinery oily sludge via ultrasound and freeze/thaw // J. of Hazardous Materials. – 2012. – Vol. 203-204. – P. 195-203.

[116] Ахмедов К.С., Арипов Э.А., Колдаев А.А. и др. Природные сорбенты цеолитовой структуры. – Ташкент: Фан, 1974. – 105 с.

### Резюме

*У. Ж. Жүсипбеков, Р. М. Чернякова, Р. А. Қайынбаева,  
Г. Ш. Сұлтанбаева, А.А. Ағатаева*

### МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРУ ЖӘНЕ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ӘДІСТЕРІ

Мұнай шламын залалсыздандыру және кәдеге жарату тәсілдеріне жүргізілген талдау мұнай шламын залалсыздандырудың көптеген әдістері бар екенін көрсетті. Бұл әдіс сорбент ретінде табиғи цеолиттерді пайдалана отырып мұнай шламын тазарту үшін сорбциялық әдістің маңызы зор екенін көрсетті.

**Түйін сөздер:** залалсыздандыру, мұнайшламы, мұнайкөмірсутектері, мұнай қалдықтары, мұнай өнімдері, мұнай сорбенттері.

### Summary

*W. Zh. Jussipbekov, R. M. Chernyakova, R. A. Kayinbayeva,  
G. Sh. Sultanbayeva, A. A. Agatayeva*

### METHODS OF NEUTRALIZATION AND DISPOSAL OF OIL SLUDGES

An analysis of existing methods of neutralization and disposal of oil sludge showed that there are many methods for the disposal of oil sludge. The prospects of using the sorption method for purification oil sludge using natural zeolites as sorbents is shown.

**Keywords:** utilization, oil sludge, oil hydrocarbons, oil wastes, oil products, oil sorbents.