

## СОДЕЙСТВИЕ ЕСТЕСТВЕННОМУ ПОЛУВЫСЫХАНИЮ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕГО ШЛАМА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ ВОДЫ

© А. А. Эльмурзаев, Ю. Х. Тарамов, П. С. Цамаева

*ГГНТУ имени акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия*

Уменьшение содержания воды в нефтесодержащем шламe имеет важное значение для его утилизации. Несмотря на кондиционирование и разделение твердой и жидкой фаз, содержание воды в нефтесодержащем шламe обычно превышает 65%. Большое количество этой воды существует в виде эмульгированной и связанной воды, что снижает эффективность удаления воды в процессе естественной полусушки нефтешлама. Чтобы сократить время, необходимое для естественной полусушки, в этом исследовании применялся метод содействия естественному полувывсыханию нефтесодержащего шлама за счет изменения формы воды с применением модифицированного масляного шлама (ММШ).

Влияние и механизм содействия на естественное полувывсыхание нефтешлама изучали с помощью термогравиметрического анализатора (ТГА), сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), измерения поверхностного натяжения и микроскопических наблюдений. Результаты показывают, что при температуре окружающей среды выше 10°C масса модифицированного масляного шлама увеличивалась на 8-10%, а время, необходимое для естественной полусушки нефтешлама, сократилось с 15 дней до менее чем 5 дней. Модифицированный масляной шлам может разрушать эмульсию, снижать поверхностное натяжение, преобразовывать эмульсию и связанную воду в нефтесодержащем шламe в свободную воду, а также ускорять скорость миграции, диффузии и естественного испарения воды изнутри маслянистого ила на поверхность и в воздух. Результаты исследований показывают, что изменение формы воды может ускорить высыхание нефтешлама, создавая положительные экономические выгоды в процессе уменьшения и переработки нефтешлама. Результаты исследований показывают, что изменение формы воды может ускорить высыхание нефтешлама, создавая положительные экономические выгоды в процессе уменьшения и переработки нефтешлама.

**Ключевые слова:** нефтешлам, сушка, эмульгированная вода, утилизация, модифицированный масляной шлам.

Большое количество нефтешламов об-  
разуется при эксплуатации, транспортиров-  
ке, хранении и переработке сырой нефти  
[1]. Многие страны отнесли нефтешламы к  
опасным отходам из-за большого количества  
опасных компонентов. Некоторые методы  
очистки широко изучались и применялись,  
включая химическую экстракцию, термиче-  
скую десорбцию, микроволновую обработку,  
сжигание и микробную деградацию. Однако  
маслянистый шлам, который остается после  
кондиционирования и разделения твердой и  
жидкой фаз, обычно имеет высокое содержа-  
ние влаги и низкое содержание масла (напри-

мер, сырая нефть 1,8 мас.%, вода 65,8 мас.%).  
Вода в основном существует в виде связанной  
воды, эмульгированной воды и небольшого  
количества свободной воды [1, 2]. Связанная  
вода относится к воде, которая притягивается  
к внутренним поверхностям пор и внешним  
поверхностям частиц маслянистого шлама  
заряженными молекулами. Эмульгированная  
вода относится к эмульсии масло-вода, кото-  
рая представляет собой систему вода в масле,  
масло в воде или дисперсионную систему с  
несколькими типами эмульгирования. Сво-  
бодная вода относится к воде, которая может  
течь свободно [3, 4].

Методы сушки включают лопастную сушку, микроволновую сушку, солнечную сушку и естественную сушку. Лопастная сушка использует горячую воду, пар или теплопроводное масло в качестве источника тепла для непрямого теплообмена. Микроволновая сушка широко используется при физической обработке пищевых продуктов, бумаги, дерева и изделий в других отраслях промышленности. Помимо соображений безопасности, высокая стоимость этих подходов требует значительного энергопотребления. Солнечные осушители могут быть самой простой и наименее дорогой технологией для уменьшения веса ила. Эти сушилки в основном включают тепличные режимы и режимы с псевдооживленным слоем. Однако кинетика солнечной сушки колеблется, так как меняется подача солнечной энергии. По сравнению с лопастной сушкой и микроволновой сушкой естественная сушка на воздухе, аналогичная солнечной сушке, является наиболее экономичным и эффективным методом снижения влажности нефтешлама до полусухого состояния [5, 6].

Методы сушки можно разделить на два типа в зависимости от содержания влаги: полную сушку и полусушку. Полная сушка снижает влажность нефтешлама до 10-15% и менее. Полусушка снижает влажность до 40-50%. Естественная полусушка означает помещение маслянистого шлама в состояние покоя при комнатной температуре. Затем большая часть воды в нефтесодержащем шламе удаляется путем естественной диффузии и испарения [7]. Это снижает содержание воды в нефтешламе до нового уровня 40-50%.

Естественная сушка зависит от многих факторов, в том числе от температуры, ветра, влажности воздуха и толщины укладки нефтешлама [8]. Маслянистому шламу требуется 15 или более дней, чтобы естественным образом высохнуть до полусухого состояния после флокуляции и разделения твердой и жидкой фаз. Особенно важны три фактора:

- использование большого количества хранилищ увеличивает общие затраты предприятия;

- чем дольше время хранения и чем больше требуемый объем хранения, тем больше риск для безопасности и окружающей среды;

- газообразные выбросы производят запах во время производственного процесса.

Эти факторы подчеркивают необходимость сокращения периода сушки. Для решения этих проблем важно исследовать и разрабатывать модифицированные материалы для ускорения естественной сушки нефтешлама [9]. Например, химические реагенты могут сократить время высыхания и гнилостный запах нефтешлама. Модифицированные материалы обычно требуют следующих характеристик: (1) иметь недорогой и широко доступный источник; (2) быть способным поглощать влагу из нефтесодержащего шлама и не реагировать при высоких температурах (т.е. он не может физически адсорбироваться или реагировать с химическими агентами с образованием кристаллической воды); (3) процесс реакции должен выделять тепло и ускорять естественное испарение воды; (4) увеличить массу как можно меньше, чтобы избежать увеличения общего количества нефтешлама, требующего транспортировки.

Несколько исследований ускорили сушку нефтешлама при естественной сушке. Однако исследования не изучали влияние и механизм химических веществ на естественную полусушку, особенно в отношении влияния формы воды на скорость сушки. В этом исследовании мы изучаем, как можно изменить форму воды в нефтесодержащем шламе с помощью химического агента в качестве модифицированного материала для ускорения процесса сушки. Этот процесс способствовал полусухому состоянию нефтешлама за 5 дней. Полуосушающий эффект в нефтесодержащем шламе был оценен с помощью ортогонального эксперимента и были исследованы факторы, влияющие на процесс полусушки. Наконец, в исследовании проанализирован механизм, вовлеченный в процесс сушки.

Порошковый эмульгатор в ММШ, использованный для этого исследования, включал альфа-олефинсульфонат натрия, аминосульфоновую кислоту и додецилбензолсульфонат натрия. Окислитель включал  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Неорганический вяжущий материал включал  $\text{CaO}$  (эффективное содержание >98%) и портландцемент (промышленный уровень). Дру-



**Рис. 1.** Нефте содержащий шлам

гие реагенты включали  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaSi}_4$  и  $\text{MgCl}_2$ .

Нефте содержащий шлам был собран с нефтяного месторождения Республики Татарстан. Маслянистый шлам имел черный цвет, как показано на рисунке 1. Масличность образца составляла 2-6%, влажность – 68-72%. Масло содержало добавки, такие как полимеры, оставшиеся при флокуляции.

Принципы скрининга модифицированных материалов.

Основная роль заключалась в том, чтобы: (1) реагировать с водой в нефтешламе; (2) превратить эмульгированную воду в свободную воду; (3) преобразовать связанную воду в свободную воду; (4) вызвать экзотермическую реакцию, ускоряющую испарение воды; (5) включить реакцию, позволяющую окислению уменьшить органическое вещество и уменьшить способность поглощать воду; (6) применять другие реагенты для ускорения времени реакции неорганических вяжущих материалов или увеличения водопоглощения.

Исходя из вышеизложенной конструкции, в состав модифицированного материала входили порошкообразный эмульгатор, окислитель, неорганический вяжущий материал и другие реагенты [10, 13]. Для каждого из вышеуказанных 4 типов добавок материалов (реагентов) за один раз тестировали один реагент и сравнивали с контрольным образцом. Материалы,

содержание воды в которых было выше, чем в первоначальной пробе, были исключены из дальнейшего рассмотрения. Типы материалов с добавками, обеспечивающие наименьшее содержание влаги, использовались для тестируемой смеси, используемой в ортогональных экспериментах. Каждый результат данных, представленный в этой статье, отражает среднее значение трех параллельных экспериментов. Сообщается, что стандартная ошибка среднего отражает степень дисперсии.

Первоначальный скрининг.

Каждый реагент добавляли к массе в граммах маслянистого шлама на уровне 10% масс. Затем образец равномерно перемешивали и выдерживали при комнатной температуре. Влажность измеряли через 5 дней. В качестве сырья для предварительного просеивания модифицированных материалов был выбран материал с наименьшим содержанием влаги.

Измерение поверхностного натяжения.

Фильтрат нефтесодержащего шлама собирали и добавляли в ММШ. Поверхностное натяжение ММШ измеряли при комнатной температуре с дистиллированной водой в качестве эталонного материала.

Измерение влажности.

Содержание влаги в образце оценивали путем взвешивания образца нефтяного шлама и последующего нагревания до постоянного веса при температуре 80°C.

Чтобы оценить содержание влаги в маслянистом шламе после добавления химического реагента, мы оценили массу стакана, добавленного ММШ или химического реагента на основе массового процента. Образец высушивали естественным путем при комнатной температуре в течение заданного периода времени  $t_1$ , после чего измеряли массу. После продолжения естественного полусухого образца в течение заданного периода времени  $t_2$  при комнатной температуре массу снова измеряли. Затем образец высушивали при 80°C до достижения постоянной массы.

Термогравиметрический анализ (ТГА).

Примерно 10,0 мг образцов маслянистого шлама помещали в камеру для образцов (синхронный термосинтетический анализатор, модель TGA/SDTA851e). Образец выдерживали при 100°C в течение 10 мин., после чего проводили сушку.

Микроскопический анализ.

Микроскопический анализ маслянистого шлама проводился с использованием микроскопа Motiс M150 SERIES. Нефтяной шлам (100-500 мг) помещали на предметное стекло и осторожно накрывали предметным стеклом для наблюдения за наличием воды под микроскопом. Это сравнивали с образцом нефтешлама с добавлением OSM, который исследовали анало-

гичным образом. Существующие формы промывной воды в нефтешламе определяли добавлением OSM к 500,0 мг фильтрата нефтешлама. Маслянистый фильтрат ила помещали на предметное стекло, осторожно накрывали предметным стеклом и под микроскопом наблюдали наличие воды. Под микроскопом эмульгированная вода выглядела как непрозрачная капля с внешним кольцом, в то время как свободная вода была относительно однородной и прозрачной.

Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ).

Образцы предварительно высушивали до постоянного веса при 80°C. Небольшое количество порошка образца было прикреплено к медной платформе, а затем образец был напылен золотом, чтобы увеличить проводимость образца, сделав изображение четким и стабильным. Образцы с напылением золота помещали в вакуумную систему сканирующего электронного микроскопа, вакуумировали и сканировали. Во время теста изображения отображались компьютерной системой, а результаты записывались с разрешением 10 мкм и 2 мкм соответственно.

Предварительный отсев модифицированного сырья.

Влияние отдельных вспомогательных материалов на влажность нефтешлама исследо-

Таблица 1.  
Предварительный отбор и оценка результатов модифицированных материалов

| Тип добавки                     | Название/Химическая формула                     | Содержание влаги перед введением | Содержание влаги через 5 дней (%) |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| порошковый эмульгатор           | Альфа-олефинсульфонат натрия                    | 71,06                            | 59,76                             |
|                                 | Аминосульфоновая кислота                        | 71,06                            | 58,84                             |
|                                 | Додецилбензолсульфонат натрия                   | 71,06                            | 63,21                             |
| окислитель                      | FeCl <sub>3</sub>                               | 71,06                            | 61,44                             |
|                                 | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | 71,06                            | 58,31                             |
| неорганический вяжущий материал | CaO                                             | 71,06                            | 53,23                             |
|                                 | портландцемент                                  |                                  | 52,44                             |
| другие реагенты                 | CaCl <sub>2</sub>                               | 71,06                            | 66,84                             |
|                                 | MgSO <sub>4</sub>                               | 71,06                            | 64,49                             |
|                                 | NaSiO <sub>4</sub>                              | 71,06                            | 65,90                             |
|                                 | MgCl <sub>2</sub>                               | 71,06                            | 63,69                             |
| пустой образец                  | -                                               | 71,06                            | 65,08                             |



вали при температуре 10-15°C. Таблица 1 показывает результаты эксперимента.

Определение состава OSM ортогональным экспериментом.

Было проведено несколько экспериментов по приготовлению смеси внутри помещений для оценки четырех типов химических веществ (аминосulьфоkислота,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , портландцемент,  $\text{MgCl}_2$ ), перечисленных в таблице 1. Цель состояла в том, чтобы оценить наилучшую комбинацию компонентов ММШ. Ортогональные экспериментальные методы были приняты для получения наилучшего соотношения и снижения экспериментальной прочности. Чтобы контролировать увеличение общего веса, вызванное увеличением количества модифицированных материалов, экспериментально контролировали общее содержание каждого компонента в модифицированных материалах, чтобы оно было менее чем на 10% больше по сравнению с массой образца нефтешлама.

В этом эксперименте для повторного микширования OSM использовались четыре агента и три горизонтальных ортогональных теста. Влажность оценивали через 5 дней после внесения ММШ. Содержание влаги и цена одного реагента были использованы для разработки индекса оценки для четырех обработок: аминосульфоkислота (обозначена как А),  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (обозначена как Б), портландцемент (обозначен как В),  $\text{MgCl}_2$  (обозначен как Г), А, Б, В и Г включали только по одному из каждого из химических агентов, перечисленных в таблице 1. Теоретический анализ и проверка были использованы для определения наилучшего соотношения четырех химических реагентов. В таблице 2 показано определение факторов

в ортогональных тестах; А, Б, В и Г были четырьмя процедурами, а 1, 2 и 3 обозначали уровни обработки.

### Влияние добавления ММШ до и после

В исходном нефтесодержащем шламе было большое количество воды, а также многократная эмульгированная вода. Рис. 4 показывает состояние воды в сыром нефтешламе (а); вода в нефтешламе после добавления OSM (б); состояние воды в исходном нефтешламе в фильтрате (в); вода в растворе для выщелачивания нефтешлама после добавления OSM (г). Поверхность частиц маслянистого бурового раствора была маслорастворимой (рисунок 2а). После добавления ММШ эмульсия практически разрушалась, и слой масла на поверхности воды исчезал (рисунок 2б). Наблюдалось значительное изменение содержания воды в фильтрате нефтесодержащего шлама после добавления ММШ. Это согласуется с наблюдениями, показанными в рисунке 2в и 2 г.

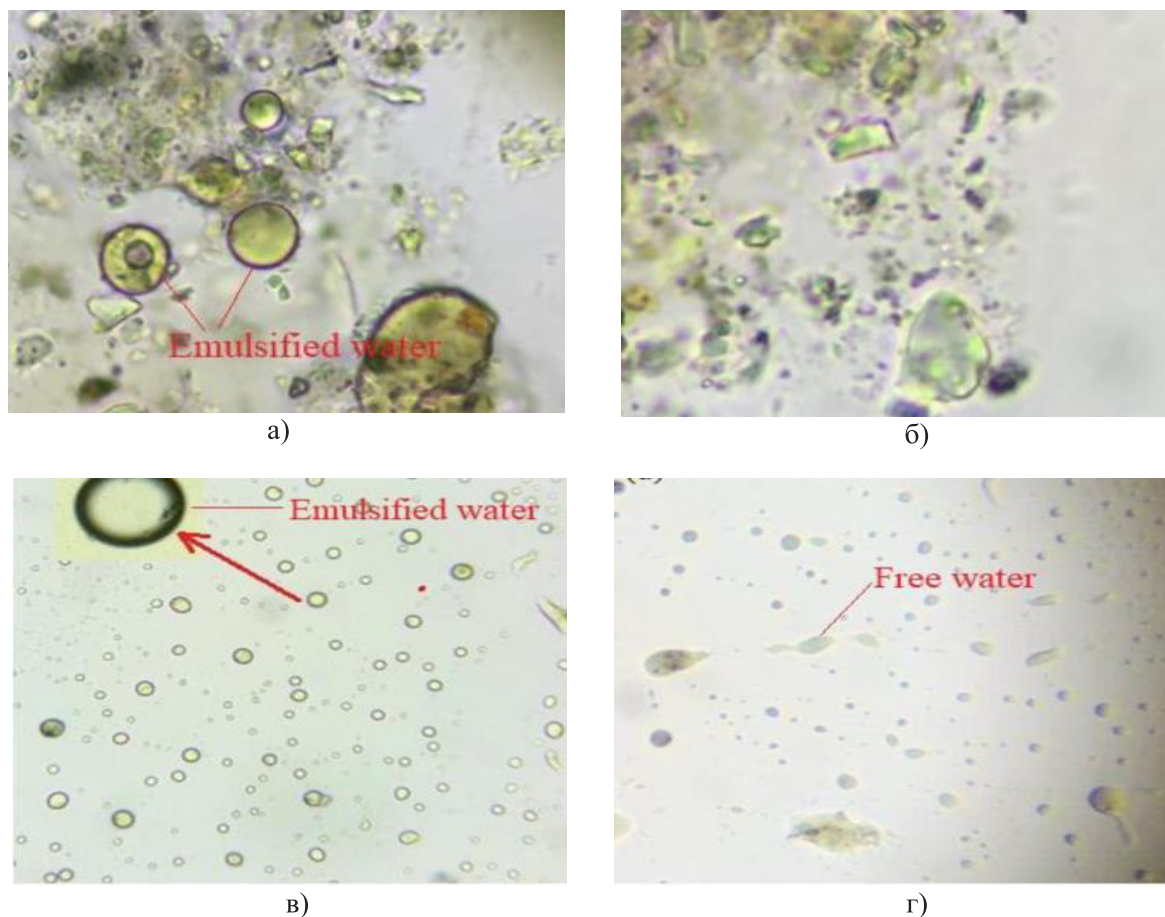
Результат измерения поверхностного натяжения.

Результаты испытаний на поверхностное натяжение показали, что поверхность исходного раствора для выщелачивания нефтесодержащего шлама имела значение поверхностного натяжения 33,89 Н/м. После добавления ММШ поверхностное натяжение на поверхности маслянистого фильтрата шлама составило 43,97 Н/м. Результаты показывают, что присутствие воды в нефтешламе изменилось: гидрофильность увеличилась, а липофильность уменьшилась.

Два механизма заставили ММШ изменить тип воды в нефтесодержащем иле. Во-первых, неорганические вяжущие материалы и другие

Таблица 2.  
Ортогональные экспериментальные факторы и уровни комплекса ММШ (%)

| Уровень | Фактор                                        |                                                   |                                     |                                      |
|---------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|         | Аминосульфоновая кислота (обозначен буквой А) | $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (обозначен буквой Б) | портландцемент (обозначен буквой В) | $\text{MgCl}_2$ (обозначен буквой Г) |
| 1       | 0,2                                           | 0,2                                               | 6                                   | 1                                    |
| 2       | 0,4                                           | 0,5                                               | 7                                   | 1,5                                  |
| 3       | 0,6                                           | 0,7                                               | 8                                   | 2                                    |



**Рис. 2.** Состояние воды в нефтешламе

реагенты ММШ содержат много электролитов [11, 12].

Они сжимают и уменьшают диффузию двойных электрических слоев на поверхности масляных шариков. Уменьшение поверхностного заряда масляных шариков увеличивает вероятность того, что топливные шарик будут добавлены к столкновению. Во-вторых, твердое поверхностно-активное вещество в ММШ изменило гидрофильное и безвредное для масла равновесное значение воды в нефтесодержащем шламе. Кроме того, поверхностно-активное вещество адсорбировалось на поверхности влажных глинистых частиц для изменения смачиваемости и разрушения маслянистой эмульсии. Наконец, отрицательно заряженные частицы в ММШ ускоряли электрическую полярность водного масла и повышали вероятность повреждения эмульсии.

Масса образца нефтешлама уменьшилась на 69% после сушки в течение 10 мин. при

100°C. В свою очередь, скорость испарения также уменьшилась. После достижения температуры 100°C скорость потери массы резко увеличивалась (стадия а-б): по мере уменьшения свободной воды масса уменьшалась. Скорость уменьшалась между б и в по мере испарения оставшейся свободной воды. Вода в виде эмульгированной воды в нефтесодержащем иле была деэмульгирована, а количество свободной воды увеличилось за короткое время, что привело к увеличению скорости потери массы (фаза в-г). По мере уменьшения количества эмульгированной воды тепло передавалось от поверхности шлама внутрь, а связанная вода между внутренними порами частиц нефтешлама переносилась на поверхность через поры. Однако это повлияло на внутреннюю скорость, т.е. скорость переноса была значительно меньше, чем скорость испарения.

За исключением  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{NaSiO}_4$ , при добавлении химических реагентов содержание

влаги стало ниже, чем при отсутствии химических реагентов. Этот факт указывает, что эти агенты положительно повлияли на естественную сушку нефтешлама.

Однако добавлением только одного химического реагента не удалось добиться влажности менее 50% за 5 сут., а добавляемые массы достигли 10% общей массы.

Так как цель исследования состояла в снижении содержания влаги, времени проведения процесса и уменьшения веса, было проведено несколько экспериментов по приготовлению смеси внутри помещений для оценки четырех типов химических веществ (аминосульфокислота,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , портландцемент,  $\text{MgCl}_2$ ), перечисленных в таблице. Планировалось провести оценку оптимальной комбинации ММШ. Ортогональные экспериментальные методы были приняты для получения наилучшего соотношения и снижения экспериментальной прочности. Чтобы контролировать увеличение общего веса, вызванное увеличением количества модифицированных материалов, экспериментально контролировали общее содержание каждого компонента в модифицированных материалах (менее чем на 10% по сравнению с массой образца нефтешлама).

Таким образом, исследование показало, что смесь ММШ сокращает время естественного полувывсыхания нефтесодержащего шлама и связанные с этим затраты на утилизацию. При температуре окружающей среды выше  $10^\circ\text{C}$  ММШ значительно сокращает время естественного полувывсыхания нефтешлама с 15 до 5 дней. При этом естественная скорость испарения свободной воды с добавлением ММШ была выше по сравнению со скоростью испарения водонефтяной эмульсии. Добавление ММШ меняет существующую форму воды в нефтесодержащем шламе, вызывает разрушение эмульсии, снижает поверхностное натяжение, уменьшает количество связанной воды и высвобождает свободную воду. Одновременно увеличиваются внутренние микропоры нефтешлама, облегчая миграцию воды из середины на поверхность, с последующим испарением. Это ускоряет естественное полувывсыхание нефтешлама.

В то же время необходимо отметить, что в процессе естественной сушки на процесс влияют и такие факторы, как влажность, давление воздуха, а также толщина и уплотнение отвалов нефтесодержащего шлама и требуют дополнительного изучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мохит М. А., Газбан Ф., Омидвар Б. Оптимизация важных параметров извлечения углеводородов из отработанного нефтешлама путем экстракции растворителем с использованием смеси растворителей. Пекин, 2020. С. 407-435.
2. Танатаров М. А. и др. Опыт утилизации нефтешламов ЛПДС «Черкассы» // Промышленные и бытовые отходы. Проблемы и решения: Мат. конф. Ч. 1. Уфа, 1996.
3. Баширов В. В. и др. Техника и технология поэтапного удаления и переработки амбарных шламов. М., 1992.
4. Заин А. М., Шаабан М. Г., Махмуд Х. Влияние материалов-заменителей цемента на гидратацию нефтяного шлама в ОРС. Ключевые инженерные материалы. Уфа, 2008. С. 594-595.
5. Жумаев К. К., Мухамедов А. Математическое описание процесса разделения нефтяных шламов в поле центробежных сил. Бухара, 2007. С. 18-19.
6. Десяткин А. А. Разработка, технология утилизации нефтяных шламов: Автореферат канд. диссерт. Уфа, 2004.
7. Маркаров, М., Нуридинов, А. Переработка нефтяных и газоконденсатных шламов. Методология и результаты. г. Сыктывкар. Экоальянс 2000.
8. Жумаев К. К. Исследование гидродинамики процесса разделения нефтяных шламов в поле центробежных сил. Бухара, 2006.
9. Мазлова Е. А., Мещеряков С. В. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки. Москва, 2001.

10. Страхова Н. А., Цамаева П. С., Эльмурзаев А. А. Методы улучшения адгезионных свойств битумов к минеральным материалам // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2020. Т. 16. № 4 (22). С. 29-35.
11. Молоканов Ю. К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. Москва: Химия, 1980. 407 с.
12. Тайсумов М. А. Краткий анализ водных и околоводных растений Чеченской Республики / М. А. Тайсумов, М. У. Умаров, А. М. Абдурзакова, М. А. М. Астамирова // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2017. № 2 (6). С. 34-38.
13. Александрова Э. А. Кристаллизация и структурное застывание парафинов в растворителях различной природы / Э. А. Александрова, Б. Л. Александров, Ж. Т. Хадисова, Х. Х. Ахмадова, Л. Ш. Махмудова // Химия и технология топлив и масел. 2021. № 2 (624). С. 25-29.

## FACILITATING THE NATURAL SEMI-DRYING OF OILY SLUDGE BY CHANGING THE FORM OF WATER

© A. A. Elmurzaev, Yu. Kh. Taramov, P. S. Tsamaeva  
*GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

Reducing the water content of oily sludge is essential for its disposal. Despite conditioning and solid-liquid separation, the water content of oily sludge is typically greater than 65%. A large amount of this water exists in the form of emulsified and bound water, which reduces the efficiency of water removal during the natural semi-drying of oil sludge. In order to reduce the time required for natural semi-drying, this study used a method to promote the natural semi-drying of oily sludge by changing the shape of water using a modified oil sludge.

The influence and mechanism of assistance on the natural semi-drying of oil sludge was studied using a thermogravimetric analyzer (TGA), a scanning electron microscope (SEM), surface tension measurements and microscopic observations. The results show that at an ambient temperature above 10°C, the mass of the modified oil sludge increased by 8-10%, and the time required for the natural semi-drying of the oil sludge decreased from 15 days to less than 5 days. The modified oil sludge can break the emulsion, reduce the surface tension, convert the emulsion and bound water in oily sludge to free water, and accelerate the rate of migration, diffusion and natural evaporation of water from inside the oily sludge to the surface and into the air. The modified oil sludge can break the emulsion, reduce the surface tension, convert the emulsion and bound water in oily sludge to free water, and accelerate the rate of migration, diffusion and natural evaporation of water from inside the oily sludge to the surface and into the air. Research results show that changing the shape of water can accelerate the drying of oil sludge, creating positive economic benefits in the reduction and processing of oil sludge. Research results show that changing the shape of water can accelerate the drying of oil sludge, creating positive economic benefits in the reduction and processing of oil sludge.

**Keywords:** oil sludge, drying, emulsified water, recycling, modified oil sludge.



## REFERENCES

1. Mohit, M. A., Gazban, F. and Omidwar, B. (2020) Optimizatsiya vazhnykh parametrov izvlecheniya uglevodorodov iz otrabotannogo nefteshlama putem ekstraktsii rastvoritelem s ispol'zovaniem smesi rastvoritelei. [Optimization of important parameters for the extraction of hydrocarbons from waste oil sludge by solvent extraction using a mixture of solvents]. Beijing, 407-435 p.
2. Tanatarov, M. A. et al. (1996) Opyt utilizatsii nefteshlamov LPDS "Cherkassy". Promyshlennye i bytovye otkhody. Problemy i resheniya. [Experience in the disposal of oil sludge LPDS "Cherkassy". Industrial and household waste. Problems and solutions]. Mat. conf., Chast' 1. Ufa.
3. Bashirov, V. V. etc. (1992) Tekhnika i tekhnologiya poetapnogo udaleniya i pererabotki ambarnykh shlamov [Technique and technology of step-by-step removal and processing of pit sludge]. Moscow.
4. Zain, A. M., Shaaban, M. G. and Mahmud, H. (2008) Effect of cement substitute materials on oil sludge hydration in OPC. Key engineering materials. Ufa, pp. 594-595.
5. Zhumaev, K. K. and Mukhamedov, A. (2007) Mathematical description of the process of separation of oil sludge in the field of centrifugal forces. Bukhara, pp. 18-19.
6. Desyatkin, A. A. (2004) Razrabotka tekhnologiya utilizatsii neftyanykh shlamov. Avtoreferat kand dissert. [Development of oil sludge utilization technology. Abstract of Ph. D. dissertation], Ufa.
7. Markarov, M. and Nuridinov, A. (2000) Processing of oil and gas condensate sludge. Methodology and results. Ecoalliance 2000, Syktyvkar.
8. Zhumaev, K. K. (2006) Issledovanie gidrodinamiki protsessa razdeleniya neftyanykh shlamov v pole tsentrobezhnykh sil. [Investigation of the hydrodynamics of the process of separation of oil sludge in the field of centrifugal forces]. Bukhara.
9. Mazlova, E. A. and Meshcheryakov, S. V. (2001) Problemy utilizatsii nefteshlamov i sposoby ikh pererabotki. [Problems of utilization of oil sludge and methods of their processing]. Moscow.
10. Strakhova N.A., Tsamaeva P.S., Elmurzaev A.A. Methods for improving the adhesive properties of bitumen to mineral materials. GGNTU Bulletin. Technical science. 2020. V. 16. №4 (22). Pp. 29-35.
11. Molokanov, Yu. K. (1980) Protsessy i apparaty neftegazopererabotki. [Processes and apparatuses of oil and gas processing]. Chemistry. Moscow. 407 p.
12. Taisumov, M. A. Umarov, M. U., Abdurzakova, A. M. and Astamirov, M. A. M. (2017) 'Kratkij analiz vodnykh i okolovodnykh rastenij Chchenskoj Respubliki'. *Groznenskij estestvennonauchnyj bjulleten'*. [Brief analysis of aquatic and semi-aquatic plants of the Chechen Republic. Grozny Natural Science Bulletin]. №2 (6). Pp. 34-38.
13. Alexandrova, E.A. Alexandrova, E.A. Alexandrov, B.L. Khadisova, Zh. T., Akhmadova, H. Kh. and Makhmudova, L. Sh. (2021) 'Kristallizacija i strukturnoe zastyvanie parafinov v rastvoriteljah razlichnoj prirody'. *Himija i tehnologija topliv i masel*. [Crystallization and structural solidification of paraffins in solvents of various nature. Chemistry and technology of fuels and oils]. №2 (624). Pp. 25-29.