

УДК 502.5:622,323.016.2'156:658.567.5

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ

Л. Д. Пляцук, И. Ю. Матюшенко

Сумской государственной университет

ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина. E-mail: irishka_555_gold@ukr.net

Проанализированы основные методы утилизации отходов нефтедобычи, применяемые в мировой практике в настоящее время. Рассмотрены некоторые технологии переработки нефтяных шламов с получением вторичного продукта. Описаны их основные преимущества и недостатки, связанные с особенностями технологического процесса и метода, положенного в его основу. Оценена возможность получения инертного грунта, строительного материала, керамзита и других материалов с использованием буровых шламов. Определена комплексная раздельная переработка отходов бурения как наиболее эффективная и перспективная. Приведены основные ее преимущества, связанные с полной утилизацией всех составляющих нефтешламов. А также проблемы внедрения данной технологии.

Ключевые слова: отходы нефтедобычи, буровой шлам, раздельная переработка нефтешлама, комплексные методы утилизации.

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ НАФТОВИДОБУТКУ

Л. Д. Пляцук, І. Ю. Матюшенко

Сумський державний університет

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна. E-mail: irishka_555_gold@ukr.net

Проаналізовані основні методи утилізації відходів нафтовидобутку, які застосовуються в світовій практиці на даний момент. Розглянуті деякі технології переробки нафтових шламів з отриманням вторинного продукту. Описані їх основні переваги та недоліки, пов'язані з особливостями технологічного процесу і методу, на якому він базується. Оцінена можливість отримання інертного ґрунту, будівельних матеріалів, керамзиту та інших матеріалів з використанням бурових шламів. Визначена комплексна роздільна технологія переробки відходів буріння як найбільш ефективна і перспективна. Наведені основні її переваги, пов'язані з повною утилізацією всіх складових нафтових шламів. А також проблеми впровадження даної технології.

Ключові слова: відходи нафтовидобутку, буровий шлам, роздільна переробка нафтошламу, комплексні методи утилізації.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Современный этап развития технологии добычи нефти характеризуется образованием значительного объема отходов при освоении нефтяных месторождений. Основная их часть на данный момент размещается в шламонакопителях амбаров и не всегда подвергается дальнейшей утилизации. Именно этот факт указывает на существование ряда экологических проблем, связанных с эксплуатацией скважин. Наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В своем составе они содержат широкий спектр загрязнителей минеральной и органической природы, представленных материалами и химреагентами. На 1 м³ отходов приходится до 68 кг загрязняющей органики, не считая нефти и нефтепродуктов и загрязнителей минеральной природы. Процентное соотношение между компонентами шлама может быть самое разнообразное в зависимости от геологических условий, технического состояния оборудования, культуры производства. Проблема ликвидации амбарных нефтешламов в настоящее время полностью не решена, что связано с рядом факторов. Поэтому данный вопрос имеет особую актуальность в рамках экологической безопасности.

Целью работы является определение наиболее оптимального метода утилизации отходов

нефтедобычи с получением вторичного продукта. Обосновать эффективность раздельной переработки нефтешламов в зависимости от условий образования и глубины их залегания в шламонакопителях.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В мировой практике в настоящее время используются следующие способы переработки нефтесодержащих отходов.

1. Термический метод: сжигание в открытых амбарах и печах; сушка; пиролиз; термодесорбция; электроогневая обработка.

2. Химический метод: затвердевание путем диспергирования с гидрофобными реагентами на основе негашеной извести или других материалов.

3. Биологический метод: биоразложение путем внесения (смешения) нефтесодержащих отходов в пахотный слой земли; биоразложение с применением специальных штаммов бактерий, биогенных добавок и подачи воздуха.

4. Физический метод: гравитационное отстаивание; разделение в центробежном поле; разделение фильтрованием; экстракция.

5. Физико-химический метод: применение специально подобранных поверхностно-активных веществ (деэмульгаторов, диспергаторов, смачивателей и т. д.), вспомогательных веществ, влияющих на изменение состояния и коллоидно-дисперсной структуры взвешенных частиц в нефтяной и водной фазах.

Следует отметить, что буровой шлам,

представляющий собою отработанный буровой раствор и выбуренную породу, накапливается в шламовых амбарах. С течением времени содержимое амбаров меняется, что связано с постепенным разделением нефтешлама на три слоя под действием гравитационных сил. В среднем принято, что нефтешламы содержат 20–25 % тяжелых нефтепродуктов, 65–75 % воды и 5–10 % механических примесей. По мере хранения и отстоя содержание воды в шламах существенно снижается, но значительная ее часть остается «внутри» нефтешламов в мелкодиспергированном виде, распределяясь относительно равномерно в массе нефтепродуктов (чаще всего относящихся к высшим парафинам).

При длительном хранении шламов физико-химические процессы, характерные для дисперсных систем, приводят к их разделению на слои:

- нефтеэмульсионный слой (содержание нефтепродуктов до 60–80 %);
- слой воды с незначительной концентрацией нефтепродуктов (до 10–15 %) и механических примесей;
- нижний слой с высокой концентрацией механических примесей (до 70–75 %).

Целесообразным является отдельная переработка каждого слоя с использованием определенной технологии и получением целевого продукта. Рассмотрим некоторые возможные пути утилизации отходов, образующихся при добыче нефти.

Химические методы обеспечивают получение из отходов товарной продукции, например строительных материалов. С этой точки зрения одна из наиболее эффективных технологий – реагентное капсулирование [1]. Она заключается в физико-механическом превращении отхода в нейтральный для внешней среды материал, каждая частица которого покрыта гидрофобной оболочкой из карбоната кальция, образующегося при гашении извести в присутствии воды и углекислого газа. При этом происходит испарение излишней влаги и обвешивание отходов.

Авторами Логуновой Ю.В., Гержбергом Ю.М. была предложена опытно-промышленная установка для данной технологии, состоящая из механического классификатора шлама, реактора-смесителя СШ-2В-700, резервуаров и бункеров хранения шлама, воды и реагента, дозаторов и устройств загрузки-разгрузки продуктов. В Институте экологической безопасности, г. Курск, был разработан Механизированный мини-завод переработки нефтемаслоотходов и нефтешлама «ЭКО-5». На Западе технология реагентного капсулирования известна как технология DKR. Разработчиками компании «Фёст-Альпине ГмБХ» создана мобильная установка по переработке нефтесодержащих отходов производительностью до 20 т в час. Полученный продукт используется в качестве строительного материала для отсыпки дорог: ГеоГранулята согласно ТУ 5711-004-81436713-2011, рекультиванта – ГеоРекультиванта согласно ТУ 2189-006-81436713-2011, удобрения

для кислых почв – ГеоКальцита согласно ТУ 2189-002-81436713-2011 [2].

Имеется патент в ООО «КОМПАНИЯ Чистые технологии» на химический метод термического гашения нефтесодержащих отходов негашеной известью «Способ переработки нефтесодержащего шлама и устройство для его реализации». Данный метод имеет ряд достоинств: дешевизна и доступность основных реагентов; простота применения технологического процесса используемого оборудования; возможность быстрого монтажа и демонтажа применяемого оборудования; низкая энергоемкость, подтвержденное результатами санитарно-эпидемиологических исследований заключение о снижении класса опасности нефтешлама. Не смотря на практическое использование отходов (получение порошкообразного продукта с водоотталкивающими свойствами) [3] с помощью описанной технологии, она не широко распространена. В первую очередь это связано с необходимостью предварительной подготовки исходного сырья (отходов) по определенным параметрам: влажность, гранулометрический состав и другие физико-механические свойства. Более того нужно обеспечить соответствующие условия для процесса его тщательного перемешивания в смесителе. Все это требует усовершенствованных технологий и оборудования.

Учеными из России была разработана новая технология утилизации нефтешламовых отходов, которая обеспечивает устранение загрязнения окружающей среды в значительной степени при сокращении энергетических затрат. Ее суть состоит в разделении водонефтяной эмульсионной системы, образованной при добавлении нагретой воды к исходному нефтешламу, методами сепарирования, гравитационного отстоя или центрифугирования. В случае устойчивой водоземляной системы разработан и испытан в промышленных условиях метод деэмульсации водоорганических систем, базирующийся на эффекте резкой интенсификации процессов массообмена в условиях инверсии фаз [4]. Преимущество данной технологии состоит в том, что отделяемая нефть может использоваться как целевой товарный продукт, имеющий определенную рыночную стоимость. А дренажная вода в технологическом цикле переработки нефтешламов без какой-либо дополнительной обработки возвращается в пруды-накопители нефтешламов. Она перспективна применительно водонефтяных эмульсий в силу высокой эффективности их разделения при низких энергетических потерях. В то же время этот метод не позволяет комплексно решить проблему утилизации отходов, образующихся при добыче нефти. Для чего необходимо применять другие способы с целью переработки твердого остатка.

В ходе исследований использования отходов нефтедобычи опытным путём был получен керамзит (пористый наполнитель) на основе глины и твёрдого нефтесодержащего продукта сепарации нефтешлама - кека. Последний представляет собой

мелкодисперсный порошок тёмно-коричневого цвета и используется в качестве выгорающей и вспучивающей добавки, а также для снижения температуры обжига керамзита [5,6]. Исследования показали, что в керамзите образуется муллит – один из минералов, часто встречающихся в обожжённых керамических материалах. Он представляет собой особую ценность благодаря высоким показателям огнеупорности, плотности, химической стойкости и механической прочности. Применяя кек при получении керамзита, возможно достичь снижения себестоимости строительных материалов, к тому же, сохранить и рационально использовать имеющиеся природные сырьевые ресурсы и расширить сырьевую базу для получения строительных материалов. Проведенные опыты показывают, что наиболее оптимальным является введение до 30 масс. % кека в исходную смесь. В таком случае улучшаются физико-механические свойства полученного материала. Не смотря на перспективность данной технологии и эффективность в применении, она требует предварительной подготовки бурового шлама перед его использованием и связанных с этим дополнительных затрат.

Существует метод комплексного обезвреживания и утилизации отходов бурения, при котором разложения водонефтяной эмульсии происходит с введением коагулянта и окислителя. В качестве последних используются порошкообразные железный купорос ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и хлорная известь – $\text{Ca}(\text{OCl})_2$. Выделенный осадок смешивается с сухим шламом и обжигается с получением материала для изготовления строительных изделий. Метод прост, не требует сложного оборудования и дорогостоящих реагентов, что упрощает его внедрение. При этом нефтепродукты выгорают с образованием тепла, используемого для обогрева, и получением шлака, применяемого в строительстве [7]. Предложенный метод можно признать перспективным, т. к. содержание нефтепродуктов после обработки снижается примерно от 1500 до 2000 раз. Однако после предварительных испытаний значения ПДК по нефтепродуктам (ПДК (воды рыбохозяйственного назначения) = 0,3 мг/л) достигнуты не были, что требует дальнейшего совершенствования. Недостатком метода является вероятность образования опасных соединений при горении шлама, который может содержать вредные компоненты в зависимости от состава бурового раствора. К тому же нефтепродукты возможно использовать как товарный продукт, а в соответствии с данной технологией они сжигаются.

Перспективным направлением является комплексная система обращения с буровыми отходами с использованием их в качестве грунтоподобных рекультивационных материалов восстановления нарушенной геосреды. Для подготовки нефтешламов предлагается геоконтейнерное обезвоживание, включающее как обезвоживание буровых отходов, так и улучшение их геомеханических свойств. Пребывание шлама в

геоконтейнере сопровождается его самоуплотнением с приобретением прочностных характеристик. При необходимости дальнейшего усиления прочностных свойств обезвоженного бурового отхода (шлама) производят его штабельное компаундирование. Также для этих целей могут применяться твердые малотоксичные отходы: золошлаки ТЭЦ, мелкодисперсные строительные отходы, отходы производства цемента и др. [8]. Частично обезвоженный буровой шлам подвергается смешиванию с биоструктурирующими, иммобилизующими и упрочняющими добавками и формированию в виде штабеля или пласта. При этом, наряду с улучшением упруго-деформационных свойств, снижается токсичность материала. Преимуществом метода, связанного непосредственно с утилизацией, является целевое использование рекультивационных материалов как заполнителей выемок, выравнивателей рельефа, упрочнителей оснований, барьерообразователей и заменителей почвогрунтов [9]. Более того, его можно реализовывать на территории шламовых амбаров. К недостаткам данной технологии следует отнести отсутствие возможности извлечения нефти из бурового шлама при предварительной подготовке его перед обезвоживанием, необходимость применения дополнительных добавок, а также тщательный контроль соответствия характеристик получаемого материала согласно целевому использованию.

ВЫВОДЫ. Анализ современных технологий утилизации нефтешламов позволяет определить рациональные направления разработки новых технологических подходов к решению данной проблемы. В связи с тем, что состав нефтешламов существенно неоднородный по глубине приемных резервуаров и прудов-накопителей, наиболее целесообразным представляется применение технологии раздельной переработки нефтешлама с использованием комплексных методов утилизации с преобладанием химических методов. Такой подход к проблеме позволяет решить как экологические задачи, так и задачи рационального использования нефтепродуктов, содержащихся в нефтешламе, и твердой фаз, оставшейся после разделения. Как видим, большинство методов не позволяет решить сразу все эти задачи. В основном каждый конкретный метод направлен на один аспект вопроса переработки отходов бурения: или разделение водонефтяной эмульсии чаще всего физическими и физико-химическими методами, либо утилизация твердого остатка преимущественно химическими методами. В рамках экологической безопасности актуальным и важным является соединение наиболее перспективных и оптимальных технологий в систему с целью уменьшения экологической нагрузки нефтегазового комплекса на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинова Т.А., Винникова Т.В., Косулина Т.П. Реагентный способ обезвреживания

нефтешламов // Экология и промышленность России. – 2009

2. Воробьева С.Ю., Шпинькова М.С., Мерициди И.А. Переработка нефтешламов, буровых шламов, нефтезагрязненных земель методом реагентного капсулирования // Территория. Нефтегаз. Экология. – 2011. – № 2. – С. 68–71.

3. Карпов А.В., Макаров О.А., Лобачева Г.К. и др. Превентивная технология загрязнения земель, основанная на переработке нефтешламов с получением инертного грунта // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. – 2012. – № 28. – С. 325–331.

4. Пономарев В.Н. Научные основы интенсификации процессов деэмульсации нефти в динамических условиях ее обработки // Тезисы докладов XII международной конференции «Ресурсоэнергосбережение в рыночных условиях». – Киев: Нафтохим, 2005. – С. 62–63.

5. Абдрахимов В.З., Михеев В.А. Влияние нефтяных отходов на структуру пористости теплоизоляционного материала // Огнеупоры и

техническая керамика. – 2011. – № 7–8. – С. 51–59.

6. Куликов В.А., Абдрахимов В.З., Ковков И.В. Исследование фазового состава керамзита на основе нефтяного кека и смышляевской глины // Башкирский химический журнал. 2010. Т. 17. № 3. С. 81–83.

7. Петров В.Г., Харалдина Е.А., Шумилова М.А. Комплексное обезвреживание и утилизация отходов бурения // Вестник Удмуртского университета. Физика. Химия. – 2011. – № 2. – С. 77–79.

8. Чертес К.Л., Д.Е. Быков, Тупицына О.В. и др. Интенсивная биотермическая обработка шламовых отходов нефтяного комплекса // Экология и промышленность России. – 2010. – № 3. – С. 36–39.

9. Сафонова Н.А., Чертес К.Л., Тупицына О.В. и др. Комплексная система обращения с буровыми шламами с использованием геоконтейнерной обработки // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 4. – С. 274–284.

DISPOSAL OF OIL PRODUCTION

L. Plyatsuk, I. Matyushenko

Sumy State University

vul. Rymskiy-Korsakov, 2, Sumy, 40007, Ukraine. E-mail: irishka_555_gold@ukr.net

The main methods of disposal of waste oil have been analyzed, that are used in the world today. Some oil sludge processing technology with producing a secondary product has been considered. Their main advantages and disadvantages have been described, that are associated with the peculiarities of the process and the method on which it is based. The possibility of obtaining an inert soil, building materials, expanded clay and other materials has been estimated with the use of drilled solids. A complex of separate processing of drilling waste has been determined as the most effective and perspective. Its main advantages have been given, that are associated with the complete utilization of all components of the sludge. The problems of the introduction of this technology have been given.

Key words: waste oil, drill cuttings, separate processing of sludge, integrated methods of disposal.

REFERENCES

1. Litvinova T.A., Vinnikov T.V., Kosulina T.P. Reagent method of sludge disposal // Ecology and Industry of Russia. 2009 [in Russian]

2. Vorobeva S.Y., Shpinkova M.S., Meritsidi I.A. Processing sludge, drill cuttings, oil-contaminated soil by encapsulating reagent // Oil & Gas area. Ecology. – 2011. – № 2. PP. 68–71. [in Russian]

3. Karpov A.V., Makarov O.A., Lobacheva G.K., Osipov V.M., Kolodnitskaya N.V. Land pollution prevention technologies, based on the processing of sludge to produce an inert soil // Bulletin Volgogr. State. arhit.-building. University. – 2012. – № 28. PP. 325–331. [in Russian]

4. Ponomarev V.N. Scientific basis of intensification of oil deemulsification in the dynamic conditions of its processing / V.N. Ponomarev // Abstracts of the XII International Conference "Economy of resources in a market environment." - Kiev. – Naftohim. – 2005. – С. – 62–63. [in Russian]

5. Abdrahimov V.Z., Mikheev V.A. Impact of waste oil on porosity structure insulation material // Refractory and technical ceramics. – 2011. № 7–8. –

PP. 51–59. [in Russian]

6. Kulikov V.A., Abdrahimov V.Z., Kovkov I.V. The phase composition of expanded clay-based oil cake and smyshlyaevskoy clay // Bashkir Chemistry journal. – 2010. – Т. 17. Number 3. – pp. 81–83. [in Russian]

7. Petrov V.G., Haraldina E.A., Shumilova M.A. Integrated decontamination and disposal of drilling waste // Bulletin of Udmurt University. Physics. Chemistry. – 2011. – № 2. – PP. 77–79. [in Russian]

8. Chertes K.L., Bulls D.E., Tupitsyna O.V., Samarin O.A., Uvarov N.A., Istomin E.P., Shterenberg A.M. Biothermal intensive treatment sludge waste oil complex // Ecology and Industry of Russia, – 2010. – № 3. – PP. 36 – 39. [in Russian]

9. Safonova N.A., Chertes K.L., Tupitsyna O.V., Pystina V.N., Kalinkina K.D., Burlaka V.A. Bykov D.E. Integrated system for handling the drill cuttings with geokonteynernoy treatment // Oil and gas business. – 2012. – № 4. – PP. 274–284. [in Russian]

Рекомендовано до друку д.т.н., проф. Мальованим М.С.