

ПРЕДЛОЖЕНИЕ МЕТОДА ПО СНИЖЕНИЮ ОБЪЕМОВ НЕФТЕШЛАМА НА ВАНКОРСКОМ НЕФТЕГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Беляева Е.П., Ковалева М.А.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Ключевые слова: нефтешлам, ловушечная нефть, компонентный состав нефтешлама, утилизация, снижение объемов отходов.

Аннотация. Данная статья посвящена изучению состава и путей образования нефтешлама на нефтегазовых месторождениях; влияния нефтяных отходов на окружающую среду; методам снижения образования нефтешлама. На основе полученных данных обосновывается возможность снижения объемов нефтешлама для Ванкорского нефтегазового месторождения методом предварительного выделения нефтяной части из отходов, образующих нефтешлам.

PROPOSAL OF A METHOD TO REDUCE THE VOLUMES OF OIL SLUDGE AT VANKOR OIL AND GAS FIELD

Belyaeva E.P., Kovaleva M.A.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Keywords: oil sludge, trap oil, component composition of oil sludge, utilization, reduction of waste volumes.

Abstract. This article is devoted to the study of the composition and ways of formation of oil sludge in oil and gas fields; the impact of oil waste on the environment; methods of reducing the formation of oil sludge. On the basis of the data obtained, the possibility of reducing the volume of oil sludge for the Vankor oil and gas field is substantiated by the method of preliminary separation of the oil part from the waste that forms oil sludge.

В настоящее время, человечество не может обойтись без нефтегазовой промышленности. Однако этот вид промышленности самый опасный для природы, так как в результате деятельности нефтегазовых предприятий образуется огромное количество отходов. Тенденция к углублению переработки нефти, ужесточение требований по экологии и безопасности производства делает проблему переработки нефтяных остатков наиболее актуальной. Более того, в ходе длительного времени эксплуатации нефтегазовых месторождений объем нефтешламов увеличивается. Увеличение объемов производства отрасли ведет и к увеличению образования нефтяных остатков.

В процессе добычи нефти, при промысловой эксплуатации месторождений, при очистке технологического оборудования, сточных вод и подготовке нефти происходит образование нефтесодержащих отходов – нефтешламов.

Состав и пути образования нефтешламов. Нефтешлам является самым крупнотоннажным видом отходов на нефтегазовых месторождениях. Нефтешлам – коллоидное соединение, имеющее сложный состав, которое претерпевает постоянные физические трансформации и химические превращения.

В зависимости от способа образования и соответственно от физико-химического состава нефтешламы делятся на несколько групп или типов:

- придонные, образующиеся на дне различных водоемов после разлива нефти;
- возникающие при бурении буровыми растворами на нефтяной основе;
- возникающие в процессе добычи нефти, в процессе ее подготовки;
- резервуарные нефтешламы (ловушечные нефти) – отходы хранения и транспортировки нефти в цистернах, резервуарах и ёмкостях;
- грунтовые, являющиеся продуктом смеси грунта и пролитой на них нефти (причиной может быть технологический процесс или авария) [1].

Особый интерес представляют резервуарные нефтешламы, так как на крупных нефтегазовых месторождениях этот вид отходов является основным в составе нефтешламов.

Ловушечные нефти представляют собой шламы из цепочки технологических резервуаров процесса подготовки нефти. Ловушечные нефти часто содержат тяжелую нефть, асфальтосмолистопарафиновые отложения в виде особо стойких водонефтяных эмульсии типа «вода в нефти» с взвесями почвы, загрязненной нефтью. Основным продуктом этих нефтешламов является высокостабильная водонефтяная эмульсия, которая содержит все вышеперечисленные примеси, затрудняющие переработку. Образование этих эмульсий обуславливается тем, что нефть, поступающая на установки подготовки содержит в смеси пластовую воду, которая необходима при добыче для поддержания пластового давления. Существует ряд распространённых методов интенсификации добычи – это паротепловая обработка скважин, вытеснение нефти парогазом, внутрипластовое горение. Подобные методы воздействия приводят к появлению, при добыче ископаемого сырья, особо устойчивых нефтяных эмульсий с высоким содержанием механических примесей и окисленных нефтепродуктов.

С течением времени происходит разложение нефтешлама на несколько слоев. Верхний слой - нефтемазутный по своему составу является масляным - это трудноразделимая эмульсия нефтепродуктов.

В составе среднего слоя - водоземлюсионного преобладают вода и нефтепродукты.

Нефтешлам исторического наследия - нижний слой, представляет собой донные осадки амбарного шламонакопителя, характеризующаяся следующими особенностями: густая, вязкая, пастообразная масса, достаточно сильно обводненная. Данные о компонентном составе слоев нефтешламонакопителя приведены в таблице 1.

Табл. 1. Компонентный состав нефтешлама

Название компонента нефтешлама:	Количество, масс %		
	вода	механические примеси	нефтепродукты
– верхний слой (нефтемаслужный)	1-5	1-5	90-98
– средний слой (водоэмульсионный)	25-70	1-15	23-55
– нижний слой (донные отложения)	1-25	35-80	1-10

В зависимости от состава компонентов и свойств отходов добычи нефти и отходов нефтеподготовки каждый шламонакопитель имеет индивидуальные свойства - пропорции многокомпонентных нефтешламов, состоящих из водной части, механических примесей и нефтепродуктов и т.д. [2].

Влияние нефтешлама на окружающую среду. На крупных нефтегазовых месторождениях с ежегодной добычей нефти около 500 млн. тон ежегодно, масса нефтешлама, образующегося при различных обстоятельствах, будет равна около 30-50 млн. тонн ежегодно.

При попадании в окружающую среду нефтяной осадок воздействует с ней, в зависимости от нескольких факторов:

- неоднородность состава, сложности и структуры экосистем;
- изменчивость и разнообразие внешних факторов;
- сложность состава нефтяного осадка.

Соединения, входящие в состав нефтешлама наносят вред почве, поверхностным и подземным водам, а также атмосферному воздуху углеводородами, сероводородом и другими выбросами за счет испарения легких фракций [3].

Наличие открытых амбаров с огромным количеством накопленных жидких и пастообразных нефтешламов, приводит к постоянному загрязнению окружающей природной среды – почвы, поверхностных и подземных вод, а также атмосферного воздуха углеводородами, сероводородом и другими выбросами за счет испарения легких фракций. В водные объекты нефтесодержащие отходы, хранящиеся в накопителях, попадают, в основном, в результате размыва обваловки амбаров паводковыми водами, при смывах дождевыми и тальными водами. Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами вызывает существенные изменения в морфологических свойствах почвы. В результате закупорки её капилляров сильно нарушается аэрация, создаются анаэробные условия, нарушается окислительно-восстановительный потенциал.

Как показывает практика, при длительном хранении, транспортировке, при простое, переработке нефтешламы разделяются на несколько слоев с характерными для каждого из них свойствами. Так как, во время накопления нефтешламов под действием внешней среды происходит испарение и «утяжеление» нефтяных остатков, происходят химические превращения и

процессы деструкции, с образованием стойких к разрушению эмульсий и выделению в отдельные слои битуминозных, асфальтосмолистопарафиновых отложений и т.п.. Такой состав, уже будет практически невозможно эффективно переработать методами центрифугирования, химически, выпариванием и др.

Вследствие этого, необходимо извлекать нефтяную составляющую отходов нефтегазодобычи, до образования из них нефтешламов, так как это ценный ресурс для производства [4].

Методы уменьшения образования нефтешлама. Вопросу существования и изучения состава нефтешламов, а также способов их использования и переработки посвящено множество научных работ, в которых авторы указывают свои взгляды на возможности работы с отходами нефтедобычи.

Существует ряд разработок по – комплексному технологическому решению утилизации отходов с разделением отходов на жидкую (нефтепродукты, вода) и твердую фазу с последующей нейтрализацией загрязненных нефтью остатков химическим методом и рекуперацией. Продуктом утилизации является – наполнитель в композиционных материалах [5].

Большое количество работ посвящено разработкам технологий по усовершенствованию процессов обезвреживания нефтешламов. Авторы оценивают возможность использования нефтешлама для дальнейшей переработки и получения строительных материалов – производство керамических легких заполнителей (LWA) из смесей нефтехимических отходов, обычной глины и карбонатов кальция и натрия (NaHCO_3 и CaCO_3). Так же проводятся исследования на пригодность нефтешламов для производства асфальта. Новые составы асфальта содержат в себе смесь нефтешлама, полимеров и битума. Данный состав наиболее практичен и экономически целесообразен [6].

Разработана технология квалифицированной переработки кислых гудронов и нефтешламов нефтепереработки и нефтехимии на кластере, состоящем из четырех технологических установок, для производства гранулированной гидрофобной добавки в асфальтобетон, водоземulsionного топлива ВТ-20, модифицированных битумов и связующих, нефтеугольной смолы и полукокса [7].

Разрабатываются технологические установки по комплексной переработке нефтешламов на основе процессов термического и каталитического крекинга. С целью получения, в том числе, остаточных, котельных топлив [8].

Отличительной черной существующих исследований, разработок является то, что все они направлены на то, чтобы переработать или утилизировать нефтешлам. Но нет, ни одного источника, где бы изучали или анализировали метод по уменьшению объемов нефтешлама и недопущению его образования в целом.

Поэтому недопущение образования нефтешламов и снижение их объемов является актуальной задачей для ученых по разработке новых и совершенствованию существующих технологий с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду, получения вторичных ресурсов.

Метод снижения объёмов нефтешлама на Ванкорском нефтегазовом месторождении. Нефтешлам на Ванкорском месторождении состоит преимущественно из ловушечных нефтей – отходы хранения и транспортировки нефти в цистернах, резервуарах и ёмкостях, после зачистки, представляющие собой водонефтяные эмульсии. Сложность разрушения эмульсий обусловлена повышенным содержанием в их составе природных эмульгаторов и очень близкими значениями плотности углеводородной и водной фаз. Это происходит из-за ряда причин.

- Смешение нефтей различных нефтяных горизонтов.

Нефти Ванкорского месторождения отбираются из двух горизонтов - Нижнехетского и Яковлевского. Нефти Нижнехетского горизонта относятся к легким нефтям, малосернистым, малосмолистым, маловязким, парафинистым с высокой температурой застывания. Нефти Яковлевского горизонта битуминозные, малосернистые, смолистые, вязкие, малопарафинистые с низкой температурой застывания от минус 46 до 80°C, содержащие большое количество механических примесей от 100 мг/дм³ до 500-700 мг/дм³.

- Присутствие механических примесей в нефтяных эмульсиях.

Водонефтяная эмульсия со скважин Яковлевского горизонта поступает со слабосцементированной породой пласта, с содержанием механических примесей в скважинной продукции в основном выше 100 мг/дм³ (0,01%).

- Присутствие тугоплавких парафиновых углеводородов с температурой плавления до +85°C. В нефти Ванкорского месторождения содержание парафинов достигает 3%.

- Обработка скважин методом «залповой» заливки ингибиторами коррозии, бактерицидами ухудшаются показатели качества нефти и подтоварной воды. Технологии, основанные на подаче реагентов в больших концентрациях обладают побочным эффектом - увеличением доли мелкодисперсных капель воды в нефти и ухудшением качества воды за счет эмульгирования и солюбилизации нефти в воде низкомолекулярными поверхностно-активными компонентами ингибитора коррозии.

В связи с вышеперечисленным можно сделать вывод о том, что снижение объёмов нефтешлама для Ванкорского нефтегазового месторождения возможно осуществлять методом предварительного выделения нефтяной части из отходов, образующих нефтешлам

Наиболее успешными методами, разделения водонефтяной эмульсии являются методы обработки ловушечных нефтей специально подобранным деэмульгатором. В настоящее время эффективной является технология обработки химическим реагентом СНПХ-4802 вместе с ароматическим растворителем.

Реагент СНПХ-4802 предназначен для переработки нефтешламов, стойких ловушечных водонефтяных эмульсий. СНПХ-4802 представляет собой смесь неионогенных и анионных ПАВ в водно-спиртовых растворах. Является водорастворимым реагентом. Не содержит в своём составе хлорорганических соединений [9-10].

Физико-химический метод переработки резервуарных нефтешламов заключается в добавлении к эмульсии реагентов-деэмульгаторов с последующем перемешиванием, нагревом и отстаем от воды и грязи. На установках подготовки нефти (УПН) должны быть отдельные накопительные резервуары (емкости), куда сбрасываются ловушечные нефти со всех аппаратов.

Порядок проведения технологических операций для эффективного разрушения и обезвоживания промежуточного слоя следующая:

- откачка промежуточного слоя в специальную накопительную емкость;
- перемешивание промслоя в течение 14 часов перед началом обработки;
- температура проведения процесса обработки – 30⁰С;
- обработка промслоя реагентом СНПХ-4802 с ароматическим растворителем и раствором 5 % ПАВ, в соотношении 5 : 1, соответственно;
- перемешивание промслоя с реагентом СНПХ-4802 в течение 2-4 часов;
- отстаивание промслоя после обработки реагентом СНПХ-4802 в течение 20 часов.
- откачивание нефти в конец процесса подготовки нефти и компаундирование с общим поток, откачивание воды на очистительные установки.

В результате отстаивания получается до 25% товарной нефти, с содержанием воды до 0,24%, вторичного промслоя до 32% и воды до 43%.

В результате разделения устойчивой водонефтяной эмульсии резервуарных нефтешламов, возможно, получить кондиционную нефть, которую можно направлять в конец процесса подготовки нефти и компаундировать с общим потоком, а отделившуюся воду направлять на доочистку и на нужды производственного процесса – для поддержания пластового давления и т.п.

Вследствие этого, нужно рационально использовать отходы, образующиеся на нефтегазовых месторождениях, так как это позволит снизить объемы нефтешлама и получить дополнительный объем нефти из нефтесодержащих отходов.

Список литературы

1. Зуев О.Ю. Исследование процессов переработки твердого нефтешлама с применением растворителей: бакалаврская работа. Казань, 2015.
2. Vedenkin D.A., Samoshin R.E., Zuev O.Yu. Laboratory complex for processing of oily waste using microwave thechnology in a Proceedings of X Anniversary International Conference on Antenna Theory and Techniques, April 21-24, 2015 year – Kharkiv: Publ. house of Ukrainian National Antenna Association, 2015. – P. 396-398.

3. Шайбакова В.Р., Абдрахманов Н.Х., Шайбаков Р.А., Шавалеев Д.А. Предложения по совершенствованию государственной системы управления отходами // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 7. С. 5-10.
4. Абдрахманов Н.Х., Шайбаков Р.А., Абдрахманова К.Н., Ворохобко В.В., Забелин К.Л. Анализ нестационарности при эксплуатации технологического оборудования опасных производственных объектов // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов: сб. тр. Уфа: Башкирская Ассоциация Экспертов, 2015. С. 95-99.
5. Колобова Е.А. Утилизация нефтешламов для получения аппретированного наполнителя в композиционные материалы // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Пенза: ПензГТУ, 2015. 324с.
6. Martinez, Juan Daniel, Betancourt-Parra, Santiago, Carvajal-Marin, Ivonne, Betancur-Velez, Mariluz. Construction and Building Materials. Ceramic light-weight aggregates production from petrochemical wastes and carbonates as expansion agents / Juan Daniel Martinez, Santiago Betancourt-Parra, Ivonne Carvajal-Marin, Mariluz Betancur-Velez // Elsevier: Journal of hazardous materials, 2018. – 180 p.
7. Дьячкова С.Г. Исследование превращений нефтешламов с целью получения товарных продуктов / С.Г. Дьячкова, Г.В. Боженков, Е.В. Рудякова, С.А. Уханев // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2019. – № 1. – С.13-14.
8. Харитонов С.В. Технология комплексной переработки нефтешламов и кислых гудронов / С.В. Харитонов, А.В. Гарабаджиу, А.М. Сыроежко, О.М. Флисюк, В.А. Ицкович, С.В. Дронов, Ю.А. Пименов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2017. – С. 69-79.
9. Фахрутдинов Б.Р. Результаты проведения опытно-промышленных испытаний реагента «СНПХ-4802 (Л)» и 5 %-ного моющего раствора по разрушению высокоустойчивого промежуточного слоя в рвс-5 КНПС «Пурпе» / Б.Р. Фахрутдинов, А.Г. Сакаева, О.А. Варнавская // Вестник КНТУ. – 2015. – № 18. – С. 84-86.
10. Цыганов Д.Г. особенности формирования устойчивых водонефтяных эмульсий промежуточного слоя / Д.Г. Цыганов, О.Ю. Сладовская, Н.Ю. Башкирцева // Вестник КНТУ. – 2015. – №18. – 89с.

References

1. Zuev O.Yu. Research of processes of processing of solid oil sludge with the use of solvents: bachelor's work. Kazan, 2015.
2. Vedenkin D.A., Samoshin R.E., Zuev O.Yu. Laboratory complex for processing of oily waste using microwave thechnology in a Proceedings of X Anniversary International Conference on Antenna Theory and Techniques, April 21-24, 2015 year – Kharkiv: Publ. house of Ukrainian National Antenna Association, 2015. – P. 396-398.
3. Shaibakova V.R., Abdrakhmanov N.H., Shaibakov R.A., Shavaleev D.A. Proposals for improving the state waste management system // Environmental Protection in the oil and gas complex. 2015. No. 7. P. 5-10.
4. Abdrakhmanov N.H., Shaibakov R.A., Abdrakhmanova K.N., Vorohobko V.V., Zabelin C.L. Analysis of nonstationarity in the operation of technological equipment of hazardous production facilities // Industrial safety Expertise and diagnostics of dangerous industrial objects: sat. tr. Ufa: Bashkir Experts Association, 2015. P. 95-99.
5. Kolobova E.A. Utilization of oil sludge for obtaining an appreted filler in composite materials // XXI century: results of the past and problems of the present plus. Penza: Penzstu, 2015. 324p.
6. Martinez, Juan Daniel, Betancourt-Parra, Santiago, Carvajal-Marin, Ivonne, Betancur-Velez, Mariluz. Construction and Building Materials. Ceramic light-weight aggregates production from petrochemical wastes and carbonates as expansion agents / Juan Daniel Martinez, Santiago Betancourt-Parra, Ivonne Carvajal-Marin, Mariluz Betancur-Velez // Elsevier: Journal of hazardous materials, 2018. – 180 p.

7. Dyachkova S.G. a study of the transformations of sludge with the aim of obtaining marketable products / S.G. Dyachkova, G.V. Bozhenkov, E.V. Rudakova, S.A. Ukhanev // Modern technologies and scientific-technical progress. – 2019. – No. 1. – P. 13-14.
8. Kharitonov S.V. Technology of complex processing of oil sludge and acid tars / S.V. Kharitonov, A.V. Garabadzhiu, A.M. Syroezhko, O.M. Flisyuk, V.A. Itskovich, S.V. Dronov, Yu.A. Pimenov // Bulletin of Saint-Petersburg state technological Institute (technical University). – 2017. – P. 69-79.
9. Fakhrutdinov B.R. Results of experimental and industrial tests of the reagent "SNPH-4802 (L)" and 5 % washing solution for the destruction of a highly resistant intermediate layer in RVS-5 KNPS "Purpe" / B.R. Fakhrutdinov, A.G. Sakaeva, O.A. Varnavskaya // Bulletin of KNTU. – 2015. – No. 18. – P. 84-86.
10. Tsyganov D. G. features of the formation of stable oil-water emulsions of the intermediate layer / D.G. Tsyganov, O.Yu. Sladovskaya, N.Yu. Bashkirtseva // Bulletin of KNTU. – 2015. – No. 18. – 89p.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Беляева Евдокия Петровна – магистрант	Belyaeva Evdokia Petrovna – master's student
Ковалева Мария Александровна – кандидат технических наук, доцент	Kovaleva Maria Aleksandrovna – candidate of technical sciences, associate professor
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация	Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Получена 09.11.2020