ОБЗОР МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Фозилов С.Ф,
Бухарский Государственний технический университет
Зарипов Г.
Бухарский Государственний технический университет

Аннотация. В данной работе представлен обзор современных методов утилизации нефтесодержащих отходов, образующихся в результате добычи, транспортировки, переработки и хранения нефти. Рассматриваются физико-химические, термические и биологические технологии, включая перспективные инновационные подходы. Особое внимание уделено экологическим и экономическим аспектам применения различных методов, а также их эффективности и возможности интеграции в существующие производственные процессы. Целью исследования является систематизация существующих решений и определение наиболее рациональных методов утилизации с учетом минимизации воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова. нефтесодержащие отходы, утилизация, биоремедиация, термическая обработка, физико-химические методы, экология, нефтяная промышленность

Annotatsiya. Ushbu maqolada neftni qazib olish, tashish, qayta ishlash va saqlash natijasida hosil bo'lgan neft o'z ichiga olgan chiqindilarni yo'q qilishning zamonaviy usullari haqida umumiy ma'lumot berilgan. Fizik-kimyoviy, termal va biologik texnologiyalar, shu jumladan istiqbolli innovatsion yondashuvlar ko'rib chiqiladi. Turli usullarni qo'llashning ekologik va iqtisodiy jihatlariga, shuningdek ularning samaradorligi va mavjud ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiya qilish imkoniyatlariga alohida e'tibor qaratiladi. Tadqiqotning maqsadi mavjud echimlarni tizimlashtirish va atrof-muhitga ta'sirini minimallashtirishni hisobga olgan holda qayta ishlashning eng oqilona usullarini aniqlashdir.

Kalit so'zlar. neft tarkibidagi chiqindilar, utilizatsiya, bioremediatsiya, issiqlik bilan ishlov berish, fizik-kimyoviy usullar, ekologiya, neft sanoati

Annotation. This paper provides an overview of modern methods of disposal of oil-containing waste generated as a result of oil extraction, transportation, processing and storage. Physicochemical, thermal, and biological technologies are considered, including promising innovative approaches. Special attention is paid to the environmental and economic aspects of the application of various methods, as well as their effectiveness and the possibility of integration into existing production processes. The purpose of the study is to systematize existing solutions and

ISSN 3030-3907

determine the most rational disposal methods, taking into account the minimization of environmental impact.

Keywords. oil-containing waste, recycling, bioremediation, heat treatment, physico-chemical methods, ecology, oil industry

Введение

Выполненный патентно-информационный поиск отечественных и зарубежных источников по методам переработки и обезвреживания нефтесодержащих отходов позволяет обобщить и свести проработанный материал [11-87] в таблицу.

Кроме перечисленных в таблице 1.3 способов утилизации нефтешламов существуют и другие, которые в настоящее время не имеют широкого распространения в мировой практике. Это - захоронение отходов, отверждение, перегонка с водяным паром использование их в качестве удобрений и ряд других.

Таким образом, существующие технологии утилизации нефтешлама можно подразделить на 4-е группы:

1- термические методы (сжигание, пиролиз, сушка, термодесорбция), в процессе образуются дисперсные системы аэрозольного типа;

2- методы физико-механического разделения (фильтрование, центрифугирование, экстракция, сепарирование, отстаивание, сорбция), для этой группы методов характерно преобразование суспензий в эмульсии и гели;

3- биохимические методы (биоочистка, биодеградация, анаэробная очистка, окисление/нейтрализация с помощью химреагентов), с масляной (биоорганической) дисперсной фазой;

4- прочие методы, не вошедшие в первые 3 группы по одной из 3-х причин:

1)методы, не нашедшие широкого применения или патенты по которым встречаются редко: перегонка, выпаривание, озонирование, каталитическое восстановление и др.;

2)методы, широко используемые, но как одна из стадий основного процесса (пп.1-3): захоронение, отверждение, стабилизация осадка, использование в.качестве топлива, удобрений, в строительстве и др.;

3)методы, развиваемые в настоящее время и находящиеся на стадиях пилотного и/или опытно-промышленного тестирования: радиочастотный подогрев/очистка, гидрирование, электрокинетическое разделение, ультразвуковая обработка и др.

ISSN 3030-3907

Таблица 1.3

Сравнительные характеристики основных методов утилизации и переработки нефтесодержащих отходов.

Основной классификационный признак	Разновидность метода N	Аппаратурное оформление	Условия проведения и необходимые материалы	Основные преимущества	Ограничения использования
1	2	3	4	5	6
1.Термический метод	1.1.Сжигание в печах различного тина и конструкций	Печи: с кипящим, псевдоожиженным слоем; шахтные, барабанные, трубчатые. Ротационные форсунки.	t = 800-1200 ºС. Избыток кислорода. Вода на охлаждение дымовых газов. Иногда используется катализатор окисления.	Применяется для многих видов отходов. Эффективность более 99.9 %. Объем образующейся золы в 10 раз меньше исходного продукта.	Низкая экономическая эффективность. Экологическая не безопасность. Повышенные требования к работе оборудования.
	1.2. Сушка в сушилках различных конструкций	Сушилки: ленточные и шахтные со стационарным слоем материала; барабанные с полувзвешенным слоем	1 = 80-100 ºС	Уменьшение объёма в 2-3 раза. Сохранение ценных компонентов. Возможность комбинирова	Большие расходы тепла

ISSN 3030-3907

		материала. Воздуходувки.		**ния с другими при ро доох ранными процессами**	
	1.3. Пиролиз	**Печи, плазменные реакторы, плазменные горелки**	**t = 1200 ⁰C**	**Высокая степень разложения. Возможность использования газов пиролиза как топлива.**	**Высокие материальные и энергетические затраты.**
1	2	3	4	5	6
	1.^Термическая десорбция	Подогреватель, сепараторы твердых частиц, газосепара-торы.	t = 480 - 595 ⁰C. Азотная «подушка» для исключения горения на термической стадии. Стадии: обезвоживание осадка, отпарка углеводородов и воды, охлаждение, конденсация и расслаивание.	Высокая степень регенерации органических компонентов, Очищенные твердые частицы пригодны для захоронения. Применяется для широкого спектра отходов.	Некоторые металлы испаряются вместе с углеводородами. Большие капитальные затраты и высокая энергоемкость, Повышенные требования к выполнению норм технологического режима.

ISSN 3030-3907

2.Химический метод	Затвердевание путем диспергирования с гидрофобными реагентами на основе негашеной извести или других материалов.	Промышленная техника. механические фрезы для перемешивания реагентов с отходами.	Негашеная известь, реагенты на основе окисей щелочноземельного металла и ПАВ.	Высокая эффективность процесса переработки. Получаемый порошкообразный гидрофобный материал может быть использован в дорожном строительстве. Один из перспективных методов утилизации.	Требует применения специального оборудования, значительного количества негашеной извести высокого качества.
3.Биологиче с-кий метод	Биоразложение с применением специальных штаммов бактерий, биогенных добавок и подачи воздуха.	Биорсакторы, биофильтры, реакторы с кипятим слоем.	Микроорганизмы, бактерии, щелочь и/или кислота, кислород воздуха. Сталии: лабораторные исследования, выпаривание легких фракций, механическое разделение, химическа	Процесс проводится по месту хранения нефтеотхода. Несложное аппаратурное оформление. Безвредность. Применяется для широкого спектра отходов.	Основная сталия - усваивание и/или окисление органических веществ микроорганизмами лимитирует производительность процесса. Трудно поддержать микрофлору при холодных климатических условиях.

ISSN 3030-3907

			я обработка создание микрофлоры.		
4.Физический метол	4.1.Разделение в центробежном поле	Центрифуги: декантаториые, винтовые, 2-х и 3-х фазные.	Стадии: отделение грубых мех.примесей, нагрев, разделение на центрифуге, сепарация продуктов. Реаге 11ты: флоакуля нты, коагулянты, деэмульгаторы.	Компактность, возможность полной автоматизации, благоприятные санитарные условия.	Трудность последующей утилизации конечных продуктов. Повышенные требования к реагентам. Необходим постоянный состав сырья.
	4.2.Разделение фильтрованием	Фильтры и фнльтпрсссы: ленточные, вакуумные, с вращающимся барабаном, высоконапорные	3-х стадийный процесс: смещение и кондиционирование шламовой смеси, обезвож	Высокая производительность, экологическая безопасность.	Фильтрат трудно поддается разделению на нефть и воду. Влажность отфильтрованного осадка составляет более 50 %.

ISSN 3030-3907

			ивание и обессоливание на фильтр-прессе, вывоз осадка и разделение масляной и водной фазы.		
	4.3. Экстракция	Прямоточные и нротивоточные Экстракторы периодического и непрерывного действия, Экстракторы, работающие иод вакуумом.	Экстрагент - прямогонный бензин, t = 150 °C. Соотношение бензии/нефтешлам 1:1. Другие применяемые экстрагенты: углеводороды С 5, С7, жидкие отходы производства ацетилена и	Возвращается на переработку свыше 90% углеводородной части. Очищенные мех.примеси пригодны к захоронению.	Процесс дорогостоящий, менее эффективен для высококипящих фракций. Высокая пожароопасность.

ISSN 3030-3907

			этилена, фракция 150 -205 Т.		
5.Физико-химический метод	Гравитационное отстаивание с применением ПЛВ.	Отстойник, теплообменник, смеситель, резервуары	t = 60-90"С. Отделение нефтепродуктовой части в отстойнике.	11е требует больших капитальных и эксплутационных затрат. Экологическая безопасность.	Высокая стоимость реагентов. Непримениима для трудиорассл аиваемых высоковязки х нефтешламо в.

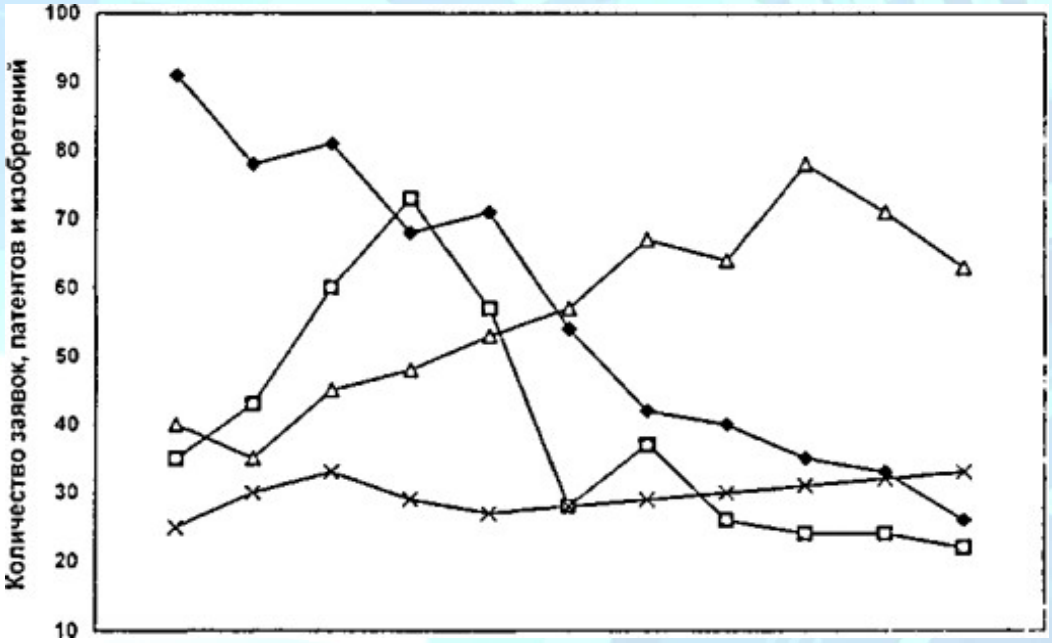
Изучение списков природоохранных процессов, предлагавшихся для лицензирования зарубежными компаниями за последние десятилетие; знакомство с технологиями, внедрёнными на отечественных НПЗ, а также отчёты БашНИИ НП (1985-1998г) и компании Foster Weeler USA (1995г) показывают изменение степени интереса у нас в стране и за рубежом к тем или иным технологиям переработки нефтешламов (рис. 1.2).

Прослеживается снижение интереса к термическим методам, в основном за счёт постепенного отказа от сжигания как эффективного метода утилизации нефтешламов (кривая 1). Это объясняется тем, что резко ужесточившиеся в середине 80-х годов в США и Западной Европе правила регулирования промышленных и бытовых выбросов в атмосферу заставили развивать другие направления и методы переработки отходов. У нас в стране снижение количества патентов, с одновременным отказом от строительства новых установок высокотемпературного окисления объясняется двумя основными причинами.

Во-первых, относительно большее по сравнению с западными странами содержание нефтепродуктовой части делает процесс сжигания источником практически бесполезного использования нефтепродуктов, содержащихся в нефтешламе; это усугубляется тем, что вопросы рекуперации тепла отходящих дымовых газов решаются неэффективно. Во-вторых, недостатком наиболее распространённых в нашей стране камерных печей является их малая производительность и эффективность сжигания жидких отходов вследствие вынужденного ограничения температуры

ISSN 3030-3907

процесса горения ниже температуры плавления минеральных солей. Наличие плава солей приводит к заплавлению печи, газоходов и следующих за печью по ходу дымовых газов аппаратов, что особенно сказывается при включении в схему установки котла-утилизатора [7,92].



♦ - l, □ - 2, А - 3, Х-4Рис. 1.2. - Количество заявок, патентов и изобретений по различным методам утилизации нефтесодержащих отходов в мире (СНГ, Зап. Европа, США) за последнее десятилетие.

1 - термические методы
2 - методы физико-механического разделения
3 - биохимические методы
4 - прочие методы

Со второй половины 80-х годов наметилась тенденция по раздельной переработке и утилизации нефтеэмульсионных и донных нефтешламов. Основным направлением в этой области является физико-механическое разделение шлама на составляющие его фракции с последующим их обезвреживанием (кривая 2). Лидерами таких технологий являются ряд западноевропейских фирм, услугами которых воспользовались и ряд отечественных НПЗ. Опыт эксплуатации зарубежного сепараторного и цснтро

бежного оборудования показал, что наряду с рядом преимуществ, такие установки обнаружили и достаточное количество недостатков, с которыми столкнулись отечественные пользователи, а именно:

ISSN 3030-3907

- отсутствие эффективных узлов забора нефтешлама, что приводит к резкому изменению его состава и препятствует стабильности работы установок;
- наличие в шламе водотопливной эмульсии, что не позволяет получить нефтепродуктовую и водные фазы требуемого качества;
- установки требуют больших эксплуатационных затрат;
- не решен вопрос утилизации густого осадка;
- при реагентной обработке используются дорогостоящие импортные флокулянты, что способствует удорожанию процесса и ставит заводы в зависимость от поставок.

Повышение интенсификации разделения нефтешлама и более полной его переработки происходит при комбинировании данного метода с другими способами обезвреживания.

Большое количество изобретений и патентов по биологической очистке нефтеотходов (кривая 3) обусловлено тем, что в последние годы данный метод вышел на ведущие позиции в нефтяной промышленности США. Это обусловлено «натуральностью» и экологической чистотой процесса, что поддерживается общественностью и местными органами власти, кроме того использование различных штаммов микроорганизмов можно проводить непосредственно по месту накопления шламов - в шламонакопителе или резервуаре для хранения отходов. В 2000 г. более 75% американских ППЗ имели 3-х ступенчатую систему биоочистки и фильтрации.

Как видно из. таблицы 1.3., все распространённые в настоящее время технологии утилизации нефтесодержащих отходов имеют определённые недостатки или ограничения в использовании. Вследствие этого постоянно ведётся поиск новых альтернативных способов, или тех, которые в комплексе с имеющимися позволили бы более полно утилизировать отходы (кривая 4).

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

[1] Desyatkin A A 2004 Development of oil waste disposal technology. Auth. Cand. Dissertations, Ufa

[2] Khokhlov A L 1996 Composition for briquetted fuel RF Patent № 2100416, C10L 5/44

[3] Kuryanov D A 1998 Method for producing fuel pellets RF Patent № 2130047, C10L 5/02, 5/12, 5/44

[4] Kuryanov D A 2011 Method of fuel pellets production RF Patent №2497935, C10L 5/00, 5/10, 5/16, 5/40, 5/44

[5] Tursunov B, Gadoev B and Ortikova M 2021 Oil sludge and their impact on the environment Universum: Scientific journal-technical sciences 6(87) 69-71

ISSN 3030-3907

[6] Zhumaev K K and Tursunov B Zh 2020 Utilization of oil waste and sludge by briquetting Science and technology development scientific journal 7 12-4
[7] Zhumaev K K, Rustamov E S, Habibov H and Razakov M 2015 Remove Issledovaniya po razdeleniyu neftyanix shlamav v pale centrabejnix Science and technology development scientific journal 1 79-92
[8] Afanasiev S V, Kravtsova M V, Pais M A and Nosarev N S 2019 Analysis of oil sludge processing methods. Problems and solutions 2 nd All-Russian scientific and practical. Conf./ SNC RAS 17-22
[9] Popov E M 2020 Substantiation and development of a low-toxic binder and technology for the production of smokeless coal briquettes from anthracite pebbles based on it. Auth. Cand. Dissertations, Moscow
[10] Shperber D R 2014 Development of resource-saving technologies for oil sludge processing Auth. Cand. Dissertations, Krasnodar
[11] Chorieva M, Nigmatova F, Mansurova M and Sultonova F 2022 Development of a rational package of materials overalls for oil production workers Modern Innovations, Systems and Technologies 2(2) 0310–0317 https://doi.org/10.47813/2782-2818-2022-2-2-0310-0317
[12] Толибова Д.М., Ғайбуллаев С.А. Шлам асосли нефт чиқиндилари – иккиламчи хом ашè. “Янги Ўзбекистонда илм-фан ва таълим” илмий методик журнал. Volume 1. Issue 1 (1), April 2021.
[13] Коновалов А.А. Разработка технологии производства долговечных дорожных битумов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.07 - Москва, - 2005.
[14] Аминова, А. С., & Гайбуллаев, С. А. (2015). Использование нефтешламоврациональный способ их утилизации. Молодой ученый, (2), 124-126.
[15] Аминова, А. С., & Гайбуллаев, С. А. (2015). Использование нефте шламоврациональный способ их утилизации. Молодой ученый, (2), 124-126.
[16] Bahodirjon Kenja O’G’Li Raupov, Boboxon Arashovich Mavlonov, & Saidjon Abdusalimovich G’Aybullayev (2021). Bitumlarning ekspluatatsion xossalari va ularni yaxshilash. Science and Education, 2 (9), 170-179.
[17] Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов. М.: Химия. - 1983.-192 с. 7. ГОСТ 6617- 76 Битумы нефтяные строительные. Технические условия - М.:Изд-во стандартов. - 1977. - 8 с.
[18] Y. Edwards, P. Redelius. Rheological Effects of Waxes in Bitumen//Energy & Fuels, - Vol. 17, No. 3, - 2003. - P. 511-520.

ISSN 3030-3907

[19] Зарипов, Г. Б., & Гайбуллаев, С. А. (2016). Выбор режима работы процесса низкотемпературной сепарации углеводородных сырьевых ресурсов. Молодой ученый, (3), 98-100.
[20] Y. Edwards, Y. Tasdemir, U. Isacsson. Effects of commercial waxes on asphalt concrete mixtures performance at low and medium temperatures // Cold Regions Sciense and Technology - Volume 45, - 2006, - Pages 31-41.
[21]. Xiaohu Lu, Per Redelius. Effect of bitumen wax on asphalt mixture performans // Construction and Building Materials, Volume 21, Issue 11, November 2007, P. 1961 - 1970.

ISSN 3030-3907