Для получения качественных результатов при решении поставленной задачи на конкретном нефтепроводе и обеспечения устойчивой работы насосного оборудования НПС-14 в оптимальном режиме после значительного увеличения пропускной способности ТС ВСТО, было произведено техническое перевооружение магистральных насосов «Sulzer» с заменой установленных рабочих колёс (роторов) на рабочие колёса (роторы) повышенной производительности.

Конструктивные особенности современных роторов «Sulzer» рассчитаны на перекачку больших объемов нефти на дальние расстояния с производительностью от 1000 до 20000 м³/ч. Согласно гидравлическому расчету для обеспечения расчётной производительности 80 млн.т/год необходимо заменить имеющиеся МНА со сменными роторами производительностью 4500 м³/ч и КПД не менее 86% на 12000 м³/ч с КПД насосного агрегата не менее 89,5 %.

Замена роторов магистральных насосных агрегатов (МНА) «Sulzer» производится методом поочерёдного вывода насосных агрегатов в ремонт без остановки работы НПС-14 и нефтепровода ВСТО, поэтому данный способ увеличения производительности магистрального нефтепровода является наиболее выгодным с точки зрения технико-экономических затрат.

Таким образом, МНА как самостоятельная единица в системе «МНА-Трубопровод» является объектом с относительно низкими инвестиционными затратами, однако использование модернизированных МНА или усовершенствование их конструкции может обеспечить эффективную бесперебойную работу целой системы и решительным образом влияет на общий экономический эффект.

1. Трубопроводный транспорт нефти / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков А.А. Коршак и др.; Под редакцией С.М. Вайнштока: Учеб. для вузов: в 2 т., 2002. - Т. 1. - 407 с.
2. Журнал «Химическая техника». Выпуск №3/2018 г.
3. Ревель-Муроз, П.А. К вопросу комплексного подхода к расчету эффективности работы магистрального нефтепровода и магистральных насосных агрегатов/П.А. Ревель-Муроз//Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. - 2017. - № 1 (28). - С. 50-52.
4. Шаммазов А.М. Комплекс программ «Расчет режимов работы нефтепроводов» / Шаммазов А.М., Козачук Б.А., Пирогов Н.Е., Ретюнин Ю.П., Новиков А.И., Храмова Л.М. // Трубопроводный транспорт нефти, 2001. №9. С. 16-17.

Ефимов С.Е.

Исследование нетканого сорбирующего материала «Экосорб» для очистки нефтезагрязненных сточных вод

*Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-11-2019-05

idsp: ljjournal-11-2019-05

Аннотация

В работе приводятся результаты исследования эффективности сорбционной очистки нефтесодержащей сточной воды с использованием в качестве фильтрующей загрузки нетканого сорбирующего материала «Экосорб». Проведенные испытания фильтрующей установки показали, что наибольшая эффективность очистки нефтесодержащей сточной воды в заданном режиме работы достигается при четырех слоях сорбента в фильтре. Наиболее оптимальная плотность укладки сорбента в фильтре соответствовала четырем слоям или 2,4 см общей толщины. При чрезмерном увеличении количества слоев, а соответственно плотности набивки, приводит к снижению эффективности фильтрации вследствие как перекрытия волокон, так и уменьшения его пористости. Результаты очистки нефтесодержащей сточной воды

показывают, что концентрация нефтепродуктов в очищенной воде колеблется в пределах от 0,01 до 0,95 мг/л, а эффективность очистки составляет 75 % по флуориметрическому и 85,25 % ИК-спектрометрическому методам определения соответственно. Испытания показали, что «Экосорб» обладает достаточно высокой сорбционной способностью по отношению к нефти и может применяться в качестве загрузки фильтра для достаточно глубокой очистки сточных вод.

Ключевые слова: сорбция, фильтрация, нетканый материал, нефть, сточные воды.

Abstract

The paper presents the results of the study of the efficiency of sorption treatment of oily wastewater using nonwoven sorbing material "Ecosorb" as a filter load. The tests of the filter unit showed that the highest purification efficiency of oily wastewater in a given operating mode is achieved with four layers of sorbent in the filter. The most optimal density of the sorbent in the filter corresponded to four layers or 2.4 cm in total thickness. With an excessive increase in the number of layers, and accordingly the density of the packing, it leads to a decrease in the filtration efficiency due to both the overlap of the fibers and the decrease in its porosity. The purification results of oily wastewater show that the concentration of petroleum products in the treated water ranges from 0.01 to 0.95 mg/l, and the purification efficiency is 75 % by fluorometric and 85.25% by IR spectrometric methods, respectively. The tests have shown that "Ecosorb" has a sufficiently high sorption capacity in relation to oil and can be used as a filter load for sufficiently deep wastewater treatment.

Keywords: sorption, filtration, nonwoven material, oil, wastewater.

Введение

Нефть и нефтепродукты являются одними из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды. Несмотря на совершенствование производств и безотходных технологий водопотребление в нефтяной промышленности остается достаточно высоким, что неизбежно приводит к образованию нефтесодержащих сточных вод с последующим сбросом в окружающую среду.

Наиболее эффективным методом очистки сточных вод от нефтепродуктов является сорбционный метод очистки [1-2]. На практике для очистки воды в основном применяются фильтры. В качестве загрузки для фильтров применяются различные природные и искусственные сорбенты. В XX веке для очистки сточных вод содержащих нефть и нефтепродукты в основном использовались различные природные материалы либо материалы, произведенные из них. К традиционным видам можно отнести углеродные сорбенты, цеолиты, глины, песок и др. [3-7]. Некоторые нефтесорбенты, такие как, активированные угли достаточно дорогостоящие, хоть и эффективны в очистке, другие не всегда справляются с возложенными на них задачами [8-9]. Поэтому были продолжены поисковые работы по разработке эффективных и доступных сорбентов. В настоящее время нашли широкое применение в различных областях полимерные материалы [9-13], в том числе нетканые сорбирующие материалы, обладающие высокими техническими и эксплуатационными характеристиками, кроме того, их преимуществом в отличие от зернистых сорбентов, является простота и технологичность применения, благодаря форме изготовления в виде полотна.

Материалы и методы

Целью данной работы являлось исследование нефтесорбента «Экосорб» (ООО «ЭКОсервис-НЕФТЕГАЗ»), предназначенного для сбора пролитой нефти или нефтепродуктов в качестве фильтрующей загрузки. Сорбент представляет собой нетканый сорбирующий материал, изготовленный в виде полотна из полипропиленовых волокон иглопробивным способом. Данный материал имеет

высокую сорбцию по нефти и нефтепродуктам, многократную регенерируемость путем отжигания. Технические свойства приведены в таблице 1[14].

Таблица 1.

Свойства сорбента «Экосорб»

Поверхностная плотность, г/кв.м	300
Толщина, мм	6
Сорбционная емкость, г/г	20 (для легких фракций) 25 (для тяжелых фракций)
Удерживающая способность, % Holding capacity, %	95
Скорость поглощения нефтепродукта, мин.	3,0 (для легких фракций) 5,0 (для тяжелых фракций)
Многократность использования	до 50 раз
Водопоглощение, г/г	1,0-1,5
Плаваемость (визуально)	неограниченная

Для очистки воды от нефти была изготовлена экспериментальная установка, включающая в себя исходную емкость с очищаемой сточной водой, погружной насос, фильтр, приемник очищенной воды (Рис. 1.).

Рис. 1. Схема экспериментальной установки 1-емкость с очищаемой водой; 2-погружной насос; 3-фильтр; 4-приемник очищенной воды

Для регулирования параметров фильтрации в конструкции фильтра (Рис. 2) предусмотрен вставляющийся в корпус (1) патрон с перфорацией (3) предназначенный для отвода очищенной воды. Собственно фильтрующий элемент из «Экосорба» (2) в необходимом количестве наматывается на перфорированный патрон. Таким образом, имеется возможность регулировать количество слоев сорбента при заданной скорости фильтрации.

На Рис. 3 показана схема прохождения воды через фильтрующий патрон.

Рис. 2. Экспериментальная модель фильтра для очистки нефтезагрязненных вод 1-корпус фильтра; 2-фильтрующий элемент; 3-перфорированный патрон

Рис. 3. Схема прохождения воды через фильтрующий патрон

Испытания изначально проводились при количестве перфораций в патроне 50, однако выяснилось, что общее сечение при этом не обеспечивает достаточную производительность фильтра. Поэтому дальнейшие испытания проводились при количестве перфораций равным 100, где средняя линейная скорость фильтрации составляла 1,0 м/сек.

При приготовлении модельного раствора сточной воды, несмотря на интенсивное перемешивание в воде товарной нефти, добиться получения однородной эмульсии, было затруднено, в связи, с чем исходные пробы для определения нефтепродуктов отбирались непосредственно перед входом в фильтр. Концентрация нефти добавляемой в емкость с водой составляла от 9 до 20 мг/л.

Содержание нефтепродуктов в очищаемой воде и фильтрате определялось параллельно флуориметрическим и ИК-спектрометрическим методами на анализаторах «Флюорат-02» и «ИКН-025» соответственно.

Результаты и обсуждение

Опытным путем было установлено, что количество слоев сорбента влияет на производительность фильтра незначительно и снижение скорости фильтрации не превышает 10 % от проходящего через фильтр объема воды без сорбента.

Результаты анализов проб фильтрата приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты очистки воды от нефти «Экосорбом»

Количество перфораций	Кол-во слоев / толщина, см	Содержание нефти, мг/л		Эффективность очистки, %	
		«Флюорат-02»	«ИКН-025»	«Флюорат-02»	«ИКН-025»
50	Исходная	н/д	2,8	н/д	66
	4 / 2,4	н/д	0,95		
	Исходная	1,47	1,73	64	99
	4 / 2,4	0,53	0,01		
100	Исходная	0,90	0,40	58	27
	2 / 1,2	0,38	0,29		
	Исходная	2,68	9,52	71	97
	4 / 2,4	0,77	0,25		
	Исходная	1,72	0,81	90	79
	4 / 2,4	0,17	0,17		
	Исходная	2,19	2,013	45	81
	6 / 3,6	1,20	0,38		
	Исходная	1,69	0,46	59	50
	6 / 3,6	0,70	0,23		

Данные экспериментов показывают, что наибольшая эффективность очистки воды от нефти достигалась при четырех слоях сорбента в фильтре. Наименьшая эффективность при двух слоях, в данном случае недостаточное количество сорбента приводило к «проскоку» нефти через него. При шести слоях сорбента также наблюдается заметное снижение эффективности очистки. Это может объясняться механизмом поглощения нефтепродуктов волокнистым фильтрующим материалом, в котором система хаотично уложенных неориентированных волокон образуют поровое пространство, позволяющее нефти и нефтепродуктами, контактировать с большой поверхностью. В процессе работы фильтрующего материала в результате коалесценции водно-нефтяной эмульсии происходит закупорка ячеек порового пространства фильтровального материала каплями нефти, что приводит к уменьшению доли свободного сечения и вследствие этого к повышению гидравлического сопротивления фильтра и снижению скорости фильтрации эмульсии, что ухудшает технико-экономические характеристики фильтрующего элемента [15]. В статье [16] также приводятся данные о том, что при производстве нетканого материала при увеличении плотности прокалывания уменьшается его пористость и сорбционная емкость.

Заключение

Наиболее оптимальная плотность укладки сорбента в фильтре соответствовала четырем слоям или 2,4 см общей толщины. При чрезмерном увеличении количества слоев, а соответственно плотности набивки в корпусе фильтра, приводит к снижению эффективности фильтрации вследствие как перекрытия волокон, так и уменьшения его пористости.

Результаты очистки нефтесодержащей сточной воды показывают, что концентрация нефтепродуктов в очищенной воде колеблется в пределах от 0,01 до 0,95 мг/л, а эффективность очистки составляет 75 % по флуориметрическому и 85,25 % ИК-спектрометрическому методам определения соответственно.

Таким образом, результаты проведенных испытаний показали, что сорбент «Экосорб», обладает достаточно высокой сорбционной способностью по отношению к нефти и может применяться в качестве загрузки для фильтра и обеспечивать достаточно глубокую очистку нефтесодержащих сточных вод.

1. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Шайхиев И.Г. Физико-химические свойства сорбентов для очистки водоземulsionных сточных вод // Вестник технологического университета. - 2015. - Т.18. №6. - С. 259.
2. Привалова Н.М. и др. Исследование методов очистки вод от загрязнений нефтью и нефтепродуктами // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского аграрного университета. - 2015. - № 113. - С. 307-308.
3. Кузубова Л.И., Морозов С.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ, НИОХ. - Новосибирск, 1992. - С. 25-26.
4. Еремина А.О. и др. Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащими сточными водами // Успехи современного естествознания. - М.: Академия Естествознания. - №4 - 2004. - С. 142-143.
5. 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.
6. Фоменко А.И., Соколов Л.И. Сорбционная очистка сточных вод от нефтепродуктов // Экология и промышленность России. - 2015. - Т. 19. - № 5. - С. 8-12. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2015-5-8-12>
7. Жмырко Т. Г, Новикова Т. К. Очистка нефтесодержащих вод сорбентами // Эксплуатация морского транспорта. - 2015. - Вып. 2 (75). - С. 92.
8. Собгайда Н.А., Олышанская Л.Н., Макарова Ю.А. Фильтры из отходов для очистки сточных вод // Экология производства. - 2012. - № 3. - С. 68.
9. Коледенкова Ю.А., Беренгартен М.Г. Нетканые материалы в технологии фильтрации нефтесодержащих стоков // Сборник статей по материалам II международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы в науке и практике», 10 октября 2017 г. - Уфа: ООО Дендра. - С. 84-91.

10. Матвеев Ю.Н. Нетканые текстильные материалы для очистки сточных вод от нефтепродуктов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2009. - № 2С (315). - С. 58-61.
11. Петров Ю.П., Котюков А.Б., Щербинина Т.А., Зехов С.В. Использование углеродных волокнистых сорбентов (УВС) и волокнистых ионообменных нетканых материалов (ВИОН) в конструкциях фильтров для очистки воды // Вестник Пермского университета. Геология. - 2012. - Вып. 1 (14). - С. 66-67.
12. Дедов А.В., Назаров В.Г. Волокнистый сорбент на основе нетканого иглопробивного материала, пропитанного парафином // Физикохимия поверхности и защита материалов. - 2016. - Т. 52. - № 1. - С. 113-116.
13. Байбурдов Т.А., Шиповская А.Б. Полимерные сорбенты для сбора нефтепродуктов с поверхности водоемов: обзор русскоязычной литературы за 2000-2017 г.г. (часть 3) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. - 2018. - Т. 18. - Вып. 3. - С. 285-298.
14. Есенкова Н.П., Михалькова А.И., Бачерникова С.Г. Нетканые сорбенты для сбора разливов нефтепродуктов и экспресс-метод определения их сорбционной емкости // НефтьГазПромышленность. - 2004. - № 3. [URL: <http://oilgasindustry.ru/?id=3804>].
15. Бордунов В.В., Бордунов С.В., Леоненко В.В. Очистка воды от нефти и нефтепродуктов // Экология и промышленность России. - 2005. - № 8. - С. 9-10.
16. Дедов А.В., Назаров В.Г. Влияние структуры нетканых иглопробивных материалов на их сорбционную емкость // Физикохимия поверхности и защита материалов. - 2017. - Т. 53. - № 4. - С. 436-437.

Залялова А.Р., Лебедев Н.В., Ахмерова Г.М.

Исследование тепловых потерь полимерных трубопроводов горячего водоснабжения с помощью математического моделирования в программе ELCUT
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
(Россия, Казань)

doi: 10.18411/lj-11-2019-06

idsp: ljjournal-11-2019-06

Аннотация

Проведено исследование влияния увлажнения грунта на тепловые потери изолированных полимерных трубопроводов горячего водоснабжения, проложенных бесканально, так как подтопление и заболачивание городской территории существенно усложняет условия строительства и эксплуатации различных инженерных сооружений, приводит к увеличению тепловых потерь подземных трубопроводов. В результате получены градиент температуры грунта и зависимость удельных тепловых потерь полимерных трубопроводов ГВС от массовой влажности грунта.

Ключевые слова: теплоснабжение, тепловые потери, энергосбережение

Abstract

The study of the influence of soil moisture on heat losses of insulated polymer hot water pipelines laid without a channel, as flooding and waterlogging of the urban area significantly complicates the conditions of construction and operation of various engineering structures, leads to an increase in heat losses of underground pipelines. As a result, the gradient of soil temperature and the dependence of specific heat losses of polymer pipelines on the mass moisture of the soil are obtained.

Keywords: heat supply, heat loss, energy saving

В Казани 25 % площади города - это участки с повышенной влажностью, на которых уровень грунтовых вод не превышает 3 м. Подтопление связано с повышением влажности грунтов при изменении водного режима рек, водохранилищ, с потерями из водопроводных и канализационных систем, перепланировкой территорий, прокладкой магистралей, засыпкой оврагов, строительством дорожных насыпей, дамб, прокладкой метро и пр. Заболоченными участками и болотами занято 1,57 км² (0,45 %) городской