

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МИНИ-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

Панасенко А.В.

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул

Целью научно-исследовательского проекта является:

1. Получение высокоэффективных сорбционных материалов на основе природного минерального сырья и исследование их свойств в процессе очистки нефтесодержащих сточных вод.

2. Создание высокоэффективной, компактной, неэнергоемкой и доступной установки с использованием полученного сорбента, которая могла бы быть полностью автоматизирована и легко тиражирована.

Одним из мощных источников загрязнения природной среды является автомобильный транспорт, увеличение численности которого с начала второй половины XX века привело к резкому ухудшению санитарных условий проживания в крупных городах. Автомобиль не только загрязняет воздушную среду и создает шум, но еще и негативно влияет на гидросферу. Это, в первую очередь, связано с увеличением объемов сточных вод от мойки автомобилей.

К примеру, в г. Барнауле насчитывается свыше 50 крупных автомоек, от деятельности которых в месяц образуется около 2000 м³ сточных вод, подлежащих очистке перед сбросом в общий коллектор.

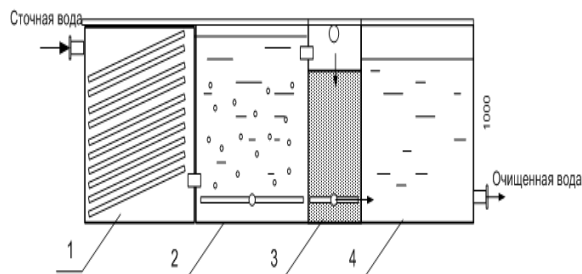
Основными компонентами данных сточных вод, которые представляют непосредственную угрозу окружающей среде и человеку, являются СОЖ, ПАВ, соли тяжелых металлов, различные виды топлива, песок. Кроме того сточные воды аналогичного состава могут образовываться в ливневой канализации, при мойке гаражей, автостоянок, заправочных станций, помещений автотранспортного сервиса, на автотранспортных предприятиях, нефтебазах, трамвайно-троллейбусных парках, городских автостанциях. Прямое попадание таких вод на городские очистные сооружения приводит к отравлению активного ила, участвующего в процессах очистки. Следовательно, недостаточно очищенные воды сбрасываются в водоем, что приводит к нарушению природных экосистем и снижается каче-

ство воды, используемой для питьевых целей.

Поэтому каждый владелец автомойки должен обеспечивать экологическую безопасность сточных вод, направляя их на локальные очистные сооружения с последующим водооборотом.

Однако СМИ и INTERNET показывают, что сегодня на автомойках только 15 % очистных сооружений работают должным образом, остальные же образующиеся стоки сбрасывают в городскую, ливневую канализацию, на проезжую часть и т.п.

В настоящее время все оборудование для автомойки представлено ведущими фирмами-производителями: Karcher, ARS, WashTec. Высокая цена, небольшая производительность (от 0,2 до 0,8 м³/ч), а также трудность приобретения импортного оборудования делают их использование в системах очистки сточных вод автомоек нашей страны проблематичным и нерентабельным. Среди отечественных разработок можно выделить системы «Свияга», «Тверь», «Соловей». К недостаткам этих систем можно отнести громоздкость, зависимость от подачи электроэнергии и наличие металлического корпуса, подверженного коррозии. В качестве альтернативы мы предлагаем проводить очистку вод от мойки автомобилей на установке, представленной на рисунке 1.



1 – отстойник с блоками тонкослойных элементов; 2 – флотатор; 3 – модуль фильтрации; 4 – резервуар очищенной воды

Рисунок 1 – Установка для очистки ливневых и нефтесодержащих сточных вод

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МИНИ-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

Установка включает блок предварительной очистки (отстойник), совмещенный с блоком тонкослойных элементов трубного типа, флотатора, модуля фильтрации и резервуара очищенной воды. Водоочистка осуществляется трехступенчатым методом. Применение тонкослойных элементов в зоне осаждения (отстойнике) дает значительный технологический эффект, который достигается за счет того, что осаждение протекает в малом слое воды, образуемом устройством наклонных элементов. Блоки устанавливаются наклонно, что способствует постоянному сползанию осадка и удалению его из осветленной воды. Во флотаторе происходит очистка воды от тонкодисперсных взвесей и нефтепродуктов. Основой установки является модуль сорбционной фильтрации, загруженный базальтово-бентонитовым композиционным материалом.

В таблице 1 представлена техническая характеристика имеющихся очистных систем, а также предлагаемой установки с фильтрующим модулем на основе модифицированных базальтовых волокон.

Таблица 1 – Техническая характеристика очистных установок

Наимено- ва ние	Произ- води- тель- ность, м3/ч	Ве с, кг	Габариты, м			Потребля- емая- мощ- ность, кВт
			Длина, ширина, высота			
«Тверь – 10»	0,5	360 0	6	2	1, 8	1,5
«Свияга – 1,5»	1	400	2	0,6	1, 3	1,3
«HDR 777» (Karcher)	0,6 – 0,8	165	1,3	0,6 3	1, 3	1,2
«ARS – 1»	1	65	1,4	0,7	1, 3	2,8
«СКАТ – 1»	1	575	2,6 7	1,4 7	1, 7	3
«ФФУ – 1 –МБ-1»	1	620	2,9 7	1,2	2	2,6
Предла- гаемая установка	0,5 - 1	350	2,5	1	1	1

Установка отличается компактностью, так как впервые для использования в качестве сорбционных фильтров используются фильтрующие модули на основе базальтовых волокон, защищенных патентами РФ [1,2].

Преимуществом разработанной установки является качественное и ценовое решения. Первое обеспечивается благодаря использованию недорогих природных материалов с высокими сорбционными свойствами.

Уникальной особенностью является технология обработки, позволяющая легко варьировать сорбционные свойства материала для достижения максимальной эффективности очистки без значительных изменений технологического цикла. Подсчет себестоимости сорбционного материала позволяет определить стоимость \$3-6,4 в зависимости от типа модификации исходного сырья и необходимых свойств.

Предлагаемая установка отличается аппаратурной простотой в монтаже и последующей эксплуатации, не требует больших площадей. Система очистки является невзрыво- и огнеопасной, неэнергоемкой, не наносит вред окружающей среде. Эксплуатационные затраты на обслуживание – минимальны, она может быть полностью автоматизирована и легко тиражирована.

Таким образом, принципиальное отличие от имеющихся установок по очистке сточных вод автомоек заключается в том, что в качестве фильтрационного материала предлагается использовать базальтовое волокно, обладающего уникальными свойствами. Микроволокнистая структура материалов способна удалять из воды как растворенные, так и комплексные примеси.

Весьма перспективным для химических технологий и очистки загрязненных вод выглядит использование композитных материалов на основе природных минеральных сорбентов, позволяющие создавать ресурсосберегающие технологические процессы и производства, основанные на многократном использовании воды и реагентов.

К числу таких материалов относятся базальтовое волокно и бентонитовые глины.

Волокно из горных пород является перспективным сорбентом для очистки воды. Оно не гниет, не выделяет токсичных веществ в воздушной и водной среде, негорючее, невзрывоопасно, не образует вредных соединений с другими веществами, имеет неограниченный срок годности. Средний диаметр волокна от 6 до 8 мкм, плотность от 25 до 35 кг/м³, теплопроводность 0,042 Вт/(м·К) [3].



Рисунок 3 – Внешний вид базальтовой матрицы волокнистого сорбента

Внутренняя структура волокна представляет собой матрицу хаотично связанных базальтовых нитей и иголок, образующих достаточно прочный каркас, открывающий большие перспективы для его модификаций и использования в технологиях водоочистки.

В исследованиях базальтовое волокно в немодифицированном состоянии уже доказало свою высокую эффективность по извлечению из воды нефтепродуктов [4], железа (II,III) [5], взвешенных веществ [6].

Выбор бентонитовых глин в качестве модифицирующей добавки обусловлен ее нанометровой пористостью, поэтому они могут быть нанесены в виде тонкого слоя на различные подложки, придавая им сорбционные свойства. В результате использования данной технологии модификации матрицы базальтового волокна значительно увеличивается доступная сорбционная поверхность бентонита, а также армирование и прошивка всех ее компонентов, что создает высокоразвитую однородную структуру.

Известно много способов активации бентонитов. Для получения материала мы применили содовую активацию. Выбор способа активации обоснован тем, что при активации необходимо все обменные ионы, входящие в кристаллическую структуру бентонитов, заменить на ионы Na^+ . Затем активированный бентонит в виде коллоидальной суспензии приводили в контакт с базальтовым волокном путем интенсивного перемешивания в слабокислой среде. В результате получили новый сорбционный материал на базальтовой основе – «Бентосорб».

Уникальный состав «Бентосорба» объясняет следующие его преимущества при сравнении с современными фильтрующими загрузкими:

- экологически чистый продукт;
- изготавливается из природного сырья и отходов, поэтому цена в несколько раз ниже по сравнению с сорбентами, изготавливаемыми на основе органических полимеров;
- высокая эффективность очистки вод от широкого спектра химических соединений;
- отсутствие коррозионной активности и недостатков, характерных для дорогостоящих неорганических коагулянтов, связанных с загрязнением обрабатываемой среды вторичными ионами алюминия, сульфатами, хлоридами;
- сохранение сорбционно-фильтрационных свойств при низких температурах;

- возможность использования отработанного материала в строительстве при производстве асфальта и бетона.

Ранее «Бентосорб» показал высокую эффективность извлечения из воды тяжелых металлов (Таблица 2) [7,8].

Таблица 2 – Эффективности очистки воды от ионов металлов и периоды фильтроцикла

Параметры	Ион				
	Pb2+	CrO42-	Bi3+	Fe2+	Mn2+
Эффективность, %	85-97	60-95	75-96	85-98	38-45
Фильтроцикл, ч	14-30	0,5-3	8-29	3-12	1-6,4

Ввиду актуальности проблемы очистки ливневых и нефтесодержащих сточных вод, на полученном материале исследовали процесс очистки воды от эмульгированных нефтепродуктов и взвешенных веществ.

Материал загружался в фильтрующий модуль с высотой слоя 5 см. Через колонку со скоростью 6,0 м/ч пропускались модельные растворы с концентрациями нелетучих нефтепродуктов 10 мг/л (масло моторное марки SAE 10W/40 API SF/CC «CONSOL») и взвешенных веществ 30 мг/л. Фиксировались время фильтрации (τ) и концентрации нефтепродуктов (C) гравиметрическим методом.

Результаты экспериментов представлены на Рисунках 4 - 6.

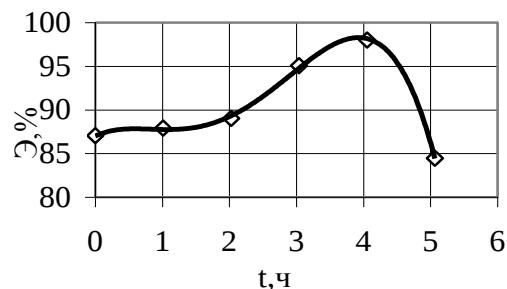


Рисунок 4 – Зависимость эффективности очистки нефтесодержащей воды (Э) от времени очистки (t)

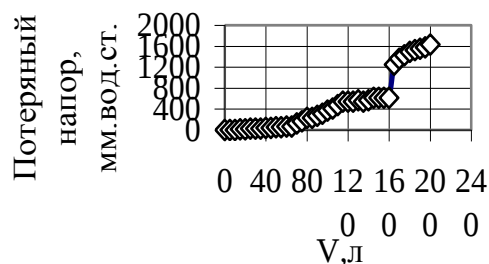


Рисунок 5 – Зависимость потери напора на фильтрующей загрузке при очистке нефтесодержащей воды от объема фильтрующей загрузки (V, л)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МИНИ-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

державшей воды от ее пропущенного объема (V)

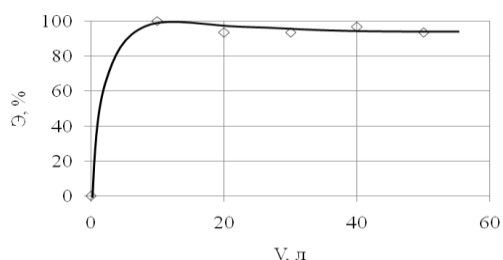


Рисунок 6 – Зависимость эффективности воды (Э), содержащей взвешенные вещества, от объема пропущенного раствора (V)

Сорбент показал высокую эффективность очистки воды от эмульгированных нефтепродуктов (87 - 98 %) и взвешенных веществ (94 – 100 %) на протяжении всего фильтроцикла. Снижение эффективности очистки на 160 л сопровождается резким скачком давления, после чего эффективность очистки резко падает.

Основываясь на полученных результатах можно судить о перспективности создания установок для очистки ливневых и сточных вод автомоек с применением фильтровально-сорбционных материалов на основе модифицированных базальтовых волокон.

Объектом коммерциализации служит разработанная схема очистки стоков от нефтепродуктов с использованием высокоэффективных блочно-модульных установок, которые будут защищены патентами РФ в процессе реализации данного проекта. В результате внедрения таких установок предприятие получает:

1. дополнительную прибыль за счет сокращения платы за сброс недоочищенных до нормативов сточных вод;

2. возможность вернуть очищенную воду в технологический цикл, создавая замкнутые водооборотные циклы (сокращается плата за водопотребление и эксплуатационные расходы на водоподготовку на 40 - 50%).

Предлагаемая разработка сможет реализовываться на предприятиях нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности, машиностроительных предприятиях, автобазах, объектах речного флота, газо- и нефтеперекачивающих станциях, АЗС, автомойках, на очистке поверхностных стоков с территорий предприятий и промполигонов.

Для эффективного процесса очистки воды на разрабатываемой установке при выполнении работы необходимо детально ис-

следовать процесс очистки воды от поверхностно-активных веществ (ПАВ) ионогенного и неионогенного типа.

Для реализации данной цели необходимо смоделировать процесс на упрощенной модели установки в лабораторных условиях, разработать методику анализа для определения концентрации нефтепродуктов и ПАВ в воде для оценки эффективности работы установки. В ходе реализации данного проекта установка для очистки нефтесодержащих сточных вод будет защищена патентами РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель РФ № 52573 Фильтр для очистки жидкостей / Лебедев И.А., Кондратюк Е.В., Комарова Л.Ф., заявл. 28.12.2004., опубл. 10.04.2006.
2. Патент РФ № 2345834 Способ получения фильтровально-сорбционного материала / Кондратюк Е. В., Комарова Л. Ф., Лебедев И. А., Сомин В. А.; заявл. 23.07.2007; опубл. 10.02.2009.
3. Lo Howard U., Hung - Yung-Tse. Utilization of claus and zeolites for coagulation. //Int.l. Environ Stud. – 1991. -№3. - P. 65-73.
4. Елисеев М.Ю. Применение волокнистых материалов для очистки воды от нефтепродуктов/ М.Ю.Елисеев, Е.В. Кондратюк// Сборник тезисов докладов 61-ой НПК студ, асп, проф-препод. состава АлтГТУ им. И.И.Ползунова "Научнотехническое творчество молодежи". Из-во АГТУ Барнаул. -2003.- С.13-14.
5. Лебедев И.А. Очистка железосодержащих вод фильтрованием через волокнистые материалы/ И.А. Лебедев, Л.Ф. Комарова, Е.В. Кондратюк// Ползуновский вестник. Общая и прикладная химия. Экология. -2004. -№4 -С.171-176.
6. Лебедев И.А. Исследования по очистке сточных вод от взвешенных веществ и ионов железа базальтовыми волокнами/ И.А. Лебедев, Л. Ф. Комарова// Материалы четвертой городской НПК молодых ученых "Молодежь-Барнаул".- Барнаул.- 2002. - С.293-295.
7. Панасенко А.В. Применение новых базальто-бентонитовых сорбционных материалов для очистки загрязненных вод от ионов тяжелых металлов /[Текст] А.В. Панасенко, Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова // Материалы XIII международной экологической студенческой конференции "Экология России и сопредельных территорий" / Новосибирский гос. ун-т. Новосибирск, 2008.– С. 111-112.
8. Панасенко А.В. Получение высокоэффективных композиционных материалов методом тонкой модификации базальтовых волокон и отходов деревообрабатывающих производств для очистки воды от ионов металлов /[Текст] А.В. Панасенко, О.В. Сухорукова, А.А. Фогель // Материалы XV Международной научно – практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии» / Сборник трудов в 3 томах. – Т.2 – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – С. 97-99.