



The developed system of purification of sewage water from petroleum products allows to provide efficiency of purification up to the norms of PDK, and if necessary the devices can be used as a separate modules or their combinations.

А. С. ПАНАСЮГИН, И. А. СИЛЬВАНОВИЧ, Д. П. МИХАЛАП, Д. Б. НЕМЕНЕНОК, БНТУ

УДК 621.74

СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОД МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Использование в качестве закалочных сред различных масел, использование жидкого топлива в основном технологическом процессе и ГМС практически в каждой единице промышленного оборудования, в частности металлургического производства, создает проблему загрязнения окружающей среды нефтепродуктами.

Нефтепродукты являются широко распространенными и очень опасными веществами, загрязняющими воду, образуя на открытой поверхности рек, озер, болот плавающий слой нефтепродуктов. К источникам загрязнения окружающей среды в металлургическом производстве следует отнести грузовые операции с ГСМ, слив технологических вод и промышленные стоки, проливы масла во время эксплуатации узлов и механизмов, выпадение углерода из воздуха с атмосферными осадками.

Опасность представляет смыв нефтепродуктов с территорий промышленных предприятий и населенных пунктов. В этих случаях загрязнения носят делокализованный залповый характер и могут распространяться на большие площади.

В настоящее время не существует единого универсального способа очистки нефтесодержащих вод до норм ПДК, поэтому используется многостадийная очистка, позволяющая сочетать как механические (отстаивание, фильтрование), так и физико-химические методы (коагуляция, флокуляция, сорбция и др.).

Разработанное нами трехступенчатое устройство содержит гравитационный сепаратор с керамическим фильтром, блок мембранных фильтров и сорбционный фильтр тонкой очистки.

Гравитационный сепаратор предназначен для очистки воды от крупных капель нерастворимых нефтепродуктов и грубодисперсных механических примесей. При необходимости принудительной перекачки воды процессы работы насосов и поддержание уровня жидкости автоматизированы. Разработанная конструкция гравитационного сепаратора позволяет удалять основную массу тяжелых нефтепродуктов и взвешенных частиц при

нахождении в нем очищаемой воды не менее 2 ч и линейной скорости фильтрации 4–5 м/ч. Гравитационный сепаратор может также служить самостоятельным очистным сооружением при очень высоких требованиях к очищенной воде.

С помощью блока мембранных фильтров удаляется основная часть диспергированных в воде нефтепродуктов. В результате проведенных исследований было установлено, что мембранные фильтры на основе керамических материалов с размером пор 5–30 мкм с селективностью 95–98% отделяют нефтепродукты различных классов (C_{10} – C_{42}). В случае необходимости очистка на мембранных фильтрах может осуществляться по двухступенчатой схеме. Первая ступень содержит мембраны с большим размером каналов, вторая оснащается мембранами с размерами пор в 10–100 раз меньшими, чем в первой ступени.

Следует отметить, что растворенные в воде нефтепродукты, а также загрязнения коллоидного типа не улавливаются на сооружениях механической очистки и могут быть выделены из воды только физико-химическими методами. Поэтому применение сорбционного фильтра – практически единственный способ, позволяющий очищать сточные воды от нефте- и маслопродуктов до любого требуемого уровня (вплоть до ПДК) независимо от их химической устойчивости и без внесения в воду каких-либо вторичных загрязнений. В связи с этим весьма актуальным является правильный выбор сорбционного материала для решения конкретных производственных задач.

Наибольший интерес представляют активированные угли (АУ), обладающие максимальным сродством к молекулам органических веществ. Гранулированный активированный уголь, состоящий на 85–99% из углерода и способный самопроизвольно отделяться от воды, один из лучших сорбентов. Стоимость промышленных АУ достаточно высока, что стимулирует поиск более дешевых сорбентов среди минеральных материалов и создание новых технологий их модифицирования.

Высокоактивный сорбент можно получить термической активацией в отсутствие кислорода глинистых минералов, смешанных с органическими веществами (сапропелями, целлюлозой, льняной кострой и др.). Затем при повторном прокаливании на воздухе получают крупнопористые гранулированные алюмосиликатные сорбенты (САГ). Помимо низкой стоимости, преимуществом этих сорбентов является их высокая прочность, а также возможность выступать не только в качестве сорбента, но и после реализации сорбционной емкости, выполнять роль фильтрующей загрузки. К положительным свойствам данных материалов следует также отнести возможность многократной термической регенерации.

В разработанной системе очистки в качестве адсорбентов были использованы активированный уголь марки КАД-йодный (КАД) и алюмосили-

катный адсорбент, полученный на основе природной суббентонитовой глины (САГ).

Адсорбенты оценивали по ряду стандартных показателей, наиболее важными из которых являются прочность на истирание, измельчение и раздавливание, сорбционные емкости по метиленовому голубому, йоду (йодное число), бензолу и нефтепродуктам (табл. 1). При оценке сорбционной емкости материалов по отношению к нефтепродуктам в качестве загрязняющих веществ использовали дизельное топливо. Сорбционная емкость по метиленовому голубому характеризует возможности сорбента при осветлении воды и удалении из нее СПАВ и нефтепродуктов. Величина сорбционной емкости по бензолу имеет большое значение при глубокой очистке воды от ароматических и хлорорганических соединений, нефтепродуктов, окончательной очистке биохимически очищенных сточных вод.

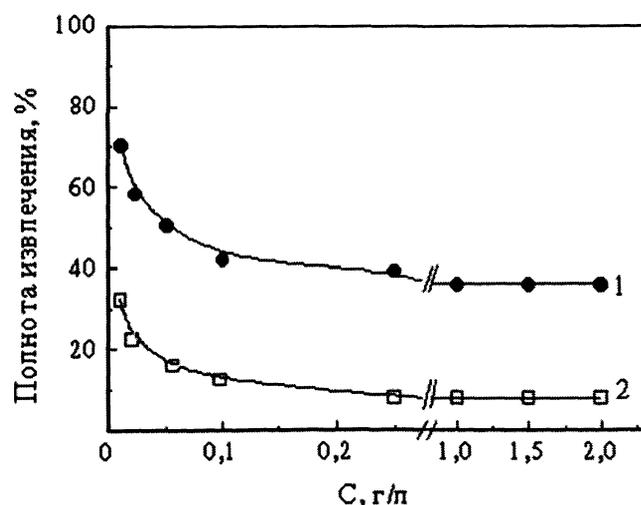
Таблица 1. Свойства исследуемых адсорбентов

Характеристика	САГ	КАД
Содержание основной фракции, %	100	70-80
Влажность, %	1,4	7
Зольность, %	—	12
Насыпная масса, кг/м ³	915	213
Сорбция по метиленовому голубому, мг/г	25	44
Йодное число	57	478
Сорбционная емкость по бензолу, см ³ /г	0,10	0,33
Сорбционная емкость по нефтепродуктам, мг/г	78	360
Измельчаемость, %	0,04	1,9
Истираемость, %	0,16	4,4

Сорбционная емкость по бензолу (V_s) образца КАД больше емкости по бензолу образца САГ почти в 3 раза. Такие различия отражают преобладание микропор в пористой структуре КАД, в то время как пористая структура САГ представлена в основном мезопорами. В пользу последнего свидетельствуют также значения йодных чисел: для КАД йодное число почти на порядок превышает эту характеристику для минерального адсорбента.

В то же время величины сорбции по метиленовому голубому для двух образцов сравнимы друг с другом, что делает правомерным проведение эксперимента по сорбции дизельного топлива как с угольным, так и минеральным адсорбентами.

На рисунке приведена зависимость полноты извлечения дизельного топлива от его концентрации в воде образцами КАД (1) и САГ (2). Согласно данным эксперимента, при содержании дизельного топлива 1 г/л сорбция нефтепродуктов



Зависимость полноты извлечения дизельного топлива образцами КАД (1) и САГ (2) от его концентрации в воде для КАД составляет 360 мг/л (36%), в то время как для САГ в 4 раза меньше — 78 мг/л (7,8%). Кривые свидетельствуют о резком увеличении

полноты извлечения в области низких концентраций. При концентрации дизельного топлива 0,01 г/л КАД сорбирует 70%, САГ — 32% дизельного топлива. Следовательно, сорбенты данного типа наиболее целесообразно использовать при концентрации нефтепродуктов не выше 0,1 г/л.

Различие в насыпной массе (углеродный адсорбент почти в 4,5 раза легче минерального) позволяет в адсорбционные колонны одинакового объема загружать минерального адсорбента в 4,5 раза больше по массе. Этим количеством минерального адсорбента можно очистить объем воды уже сравнимый с тем, который очищается при использовании углеродного адсорбента. Так, при пропускании со скоростью 7–8 колонных объемов в час водной эмульсии нефтепродуктов с концентрацией 0,2 г/л до норм ПДК очищается 250 колонных объемов при использовании КАД и 175 — при использовании САГ. Кроме того, минеральные адсорбенты по сравнению с КАД устойчивы к истиранию и измельчению, что является положительным фактором при многократных загрузках и извлечении адсорбента.

Таблица 2. Степень регенерации адсорбентов после обработки различными способами

Вид топлива	Степень регенерации, %			
	обратная промывка горячей водой (90–96°C)	обработка перегретым паром (300°C)	прокаливание при 500°C	прокаливание при 500°C с продувкой воздухом
КАД				
Дизельное топливо	60,2	86,12		
Минеральное масло	54,8	77,4		
Топливный мазут	47,3	72,9		
САГ				
Дизельное топливо	57,7	67,1	86,4 (84,3)*	93,6 (88,5)
Минеральное масло	52,6	64,3	83,1 (80,6)	90,9 (83,4)
Топливный мазут	41,9	62,8	82,3 (75,8)	90,2 (82,9)

*Степень регенерации после трех циклов сорбция — регенерация.

Полученные результаты показали, что для образца КАД после обработки воздухом степень регенерации составляет 60%. Повышение содержания водяного пара в паро-воздушной смеси приводит к увеличению степени регенерации отработанного адсорбента и сокращению времени регенерации, когда основная доля сорбированных компонентов отгоняется паром в течение первых 15 мин. Это свидетельствует о том, что скорость отгонки с водяным паром сорбированных компонентов дизельного топлива превышает скорость его коксования, что и обеспечивает освобождение заполненных пор адсорбента. Положительный эффект дает полная замена воздуха на водяной пар, при этом степень регенерации достаточно высока (табл. 2).

Результаты регенерации минерального адсорбента показали, что обратная промывка горячей водой и продувка смесью воздуха и паров воды не обеспечивает удовлетворительной степени регенерации, но высокая термоустойчивость адсорбента делает возможным регенерировать его при более высоких температурах. Так, прокаливание при 500°C позволяет регенерировать САГ на 82–86%, причем,

На основании проведенных исследований установлено, что при очистке сточных вод, содержащих нефтепродукты в небольших концентрациях, целесообразно использовать мезопористые алюмосиликатные адсорбенты, а на стадии доочистки до норм ПДК наиболее эффективно применение активированных углей.

Одной из задач данного исследования являлась отработка режимов регенерации адсорбентов. Образцы для регенерации готовили путем насыщения их нефтепродуктами из воды в динамических условиях.

Регенерацию угольных образцов осуществляли обратной промывкой горячей водой и продувкой смесью воздуха и паров воды при температуре 300°C. Минеральные сорбенты, помимо этого, обрабатывали прокаливанием при 500°C с продувкой воздухом и без нее.

Эффективность регенерации оценивали по поглощению бензола регенерированным образцом относительно емкости исходного образца (табл. 2).

используя дополнительно продувку воздухом, степень регенерации удастся увеличить до 90–93%.

Таким образом, разработанная модульная система очистки от нефтепродуктов сточных вод позволяет обеспечить эффективность очистки до норм ПДК, а при необходимости устройства могут использоваться в виде отдельных модулей или их комбинаций: гравитационный сепаратор — мембранный фильтр — сорбционный фильтр; гравитационный сепаратор — мембранный фильтр; мембранный фильтр — сорбционный фильтр.

Литература

1. Купинская Е.В., Липунов И.Н., Мартынова Ю.Г., Редькина Г.Г. Ультрафильтрационная очистка нефтесодержащих сточных вод заводов железобетонных изделий // Химия и технология воды. 1990. Т.12. № 6. С. 555–557.
2. Тимошенко М.Н., Клименко Н.А. Применение активированных углей в технологии очистки воды и сточных вод // Химия и технология воды. 1990. Т.12. № 8. С. 727–738.
3. Шмидт Б.Б. Совершенствование процессов отстаивания нефтепромысловых сточных вод // Химия и технология воды. 1990.–12. № 8.–С. 745–747.
4. Brill D.M. Basic Trends and Process Flow Diagrams of Oil-Field Sewage Treatment // Khimiya i tekhnologiya vody. 1990. Vol. 12. N. 9. P. 834–837.