

ПИСЬМА

УДК 628:32:3

*Р.А. Арефьева**, *В.В. Бордунов***, *С.В. Бордунов***, *И.А. Соболев***, *А.С. Ситников****,
*О.Л. Васильева****, *В.А. Ситников****

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЗАО «СИБКАБЕЛЬ»

*ЗАО «Сибкабель», г. Томск

**Институт химии нефти СО РАН, г. Томск

*** Томский государственный педагогический университет

Предотвращение загрязнения воды имеет важнейшее значение.

Метод фильтрации наиболее часто используется на первых стадиях процесса во многих технологических схемах очистки сточных промышленных вод для снижения содержания взвешенных дисперсных частиц и извлечения ряда загрязнителей в зависимости от типа фильтрующей загрузки. Все применяемые фильтрующие материалы должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой механической прочностью, химической и термической стойкостью, высокой пористостью, хорошими адгезионными свойствами по отношению к удаляемым загрязнениям, а также легкостью регенерации и низкой стоимостью. Этим требованиям удовлетворяют волокнистые полимерные материалы, полученные из отходов и утиля термопластов по патенту РФ № 2117719.

Данные по насыпной плотности в состоянии поставки и другим характеристикам полипропиленового волокна приведены в табл. 1.

Таблица 1
Данные по плотности и порозности волокон в свободной укладке в состоянии поставки при 20 °С

Показатели	№ образца					
	1	2	3	4	5	6
Пл-сть мат-ла, кг/м ³	911	903	907	909	904	903
Насыпная пл-ть в своб. укладке, кг/м ³	109,5	170,5	119,5	128,5	114,5	109,5
Порозность, %	87,95	81,25	87,5	86,8	82,6	86,25
Диам. волокна, мкм	5–20	50–400	1–10	1–15	50–300	250–300
Отношение объема пор к объему тверд. мат-ла	7,34	4,28	6,6	6,04	5,7	5,25

В качестве фильтровального материала для очистки сточных вод ЗАО «Сибкабель» были выбраны полипропиленовые волокна образца № 5, при плотности укладки материала в фильтровальной колонке равной 148–154 кг/м³, что обеспечивало начальную скорость фильтрации на уровне 3,0–3,5 м/ч при безнапорном режиме фильтрования через слой полимерной волокнистой загрузки высотой 190 мм в фильтровальной колонке внутренним диаметром 75 мм.

Процесс очистки сточных вод исследовали в режиме безнапорной фильтрации, причем одна колонка использовалась для предварительного определения степени очистки от присутствующих в стоках загрязнений, вторая использовалась для изучения влияния начальной концентрации загрязнения на степень очистки и определения сорбционной емкости полипропиленового волокнистого материала по отдельным видам загрязнений, в третью колонку помещали модифицированное гидроксидом железа (3+) полипропиленовое волокно. Свежеосажденный гидроксид железа (3+) наносился на волокно таким образом, что высота модифицированного слоя составляла 20–25 мм от общей высоты слоя фильтровального волокнистого материала 190 мм.

Для фильтрационной очистки были взяты сточные воды коллектора, собирающего стоки цеха по производству кабельной продукции, стоки химической чистки «ФЕЯ», бытовые стоки электроцеха и столовой. Содержание основных загрязнителей в стоках коллектора приведено в табл. 2.

Определение содержания загрязнителей в сточных водах и очищенных стоках производилось по аттестованным методикам в экологической лаборатории химико-экологического отдела ЗАО «Сибкабель».

Результаты испытаний фильтрационной очистки сточных вод на полипропиленовом волокнистом материале приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 2
Содержание основных загрязнителей в сточных водах

Показатели	Значение	
	исходное, мг/л	ПДК, мг/л
РН	7,6	6,8–8,5
ХПК	52,0–100,8	290
Хлориды	15,4–32,3	74
Нитраты	0,6–3,15	5,0
Взвешенные вещества	128–184	150
Медь	0,04–0,626	0,06
Железо	0,12–0,91	0,6
Нефтепродукты	0,55–2,6	0,5
Фенолы	0,002–0,044	0,001
СПАВ	0–0,125	1,5
Цинк	0,012–0,062	0,02
Фосфаты	0,18–3,5	4,7

Таблица 3
Степень очистки сточных вод в зависимости от начального содержания загрязнения в сточных водах

Загрязнители	Начальное сод-е загрязнителя, мг/л	Очистка по колонкам, %		
		1	2	3
Соединения меди	0,018	33,3	37,6	44,4
	0,0007	85	71,4	85,7
Соединения железа	2,90	46,8	47,0	47,9
	0,35	85,7	82,4	88,5
Взвешенные вещества	128	7,8	4,6	25
	32	56,2	25	68
Нефтепродукты	2,6	19,2	7,6	30,7
	0,35	54,5	37,1	86,3
Соединения цинка	0,042	7,1	4,7	29,4
	0,010	20,0	10,0	46,3

Модификация фильтровального полипропиленового материала свежесажженным гидроксидом железа (3+) приводит к увеличению степени очистки от большинства видов загрязнений из-за их сорбции на обновляющейся поверхности гидроксида железа. Снижение начальной концентрации загрязнений вызывает увеличение степени фильтрационной очистки для большинства загрязнений, присутствующих в сточных водах.

Таблица 4
Влияние начальной концентрации и типа фильтровального материала на степень очистки от фосфатов и фенола

Загрязнители	Начальное сод-е загрязнителя, мг/л	Очистка по колонкам, %		
		1	2	3
Соединения фосфора	3,5	20	14,2	71,4
	0,55	45,5	32,7	65,4
	0,42	45,2	40,3	48,3
Соединения фенола	0,076	5,2	9,2	14,4
	0,044	13,6	27,2	10,0
	0,0154	27,2	15,5	70,7
	0,0085	58,8	38,8	78,8

Фильтрацию применяют для улавливания мелкодисперсных частиц на поверхности фильтрующего материала или в его поровом пространстве.

Волокнистые сорбенты на основе отходов полипропилена, получаемые по предлагаемой нами технологии, за счет режимов переработки содержат в своем составе такие функциональные группы, как карбоксильные и карбонильные, что придает волокнам определенные ионнообменные свойства, а себестоимость их производства по предлагаемой технологии значительно ниже по сравнению с гранулированными и зернистыми сорбентами, выпускаемыми промышленностью.

Основным механизмом извлечения из сточных вод нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов является их сорбция на пленке из гидроксидных соединений железа, образующихся на поверхности волокон. Эта пленка представляет собой амфотерное образование сложного химического состава, содержащее группы ОН в связанном состоянии, или гель гидрата окиси железа. Причем адсорбированный кислород окисляет адсорбированные на этой же поверхности ионы Fe^{2+} до высшего валентного состояния. Следующие порции продуктов окисления образуют новое количество вещества, из которого формируется каталитическая пленка, обладающая сорбционными свойствами по отношению к нефтепродуктам и ионам тяжелых металлов.

Сульфат-ион извлекается главным образом за счет взаимодействия его с гидроксидными соединениями трехвалентного железа, при этом положительный заряд мицеллы аквагидрокомплекса железа нейтрализуется отрицательным зарядом сульфат-иона с образованием сложного соединения типа $Fe(SO)_4(OH)_m(H_2O)_n$.