

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Ухудшение качества природных вод является одной из экологических проблем современности. Это обусловлено совокупностью факторов. С одной стороны, наблюдается повсеместное усиление негативного воздействия на все компоненты окружающей среды, что с учетом взаимосвязанных процессов и явлений, протекающих в природе, вызывает снижение качества природных вод. С другой стороны, увеличение численности населения на планете, а также появление новых технологических процессов вызывает рост водопотребления для удовлетворения хозяйственно-питьевых и производственных нужд. Последнее приводит к сбросу недостаточно очищенных сточных вод в природные водоемы. Так, согласно данным статистической отчетности в 2019 году в Республике Беларусь сброшено 1 142,8 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, из которых 1 019,3 млн. м<sup>3</sup> в поверхностные водные объекты [1]. Со сточными водами в экосистемы поступило значительное количество загрязняющих веществ. Качество сбрасываемых в поверхностные водоемы стоков можно охарактеризовать следующими показателями: БПК<sub>5</sub> – 12 тыс. т, минерализация – 509 тыс. т, сульфат-ион – 63 тыс. т, хлорид-ион – 92 тыс. т, аммоний-ион – 4 тыс. т, взвешенные вещества – 15 тыс. т, синтетические поверхностно-активные вещества – 88 тыс. т, железо общее – 226 т, цинк – 22 т, хром общий – 3 т, медь – 3 т, свинец – 0,1 т [1].

Для снижения поступления загрязняющих веществ в природные объекты сточные воды подвергают очистке, используя механические, химические, физико-химические, биологические, термические методы очистки [2]. Каждая группа методов позволяет извлекать из стоков определенный вид загрязняющих веществ. В качестве аппаратов для удаления из сточных вод взвешенных веществ широко используются фильтры с зернистой перегородкой.

Фильтры с зернистой перегородкой представляют собой колонну, в нижней части, которой имеется дренажное устройство для отвода воды. На дренаж укладывается слой поддерживающей загрузки, а затем фильтрующий материал. В качестве зернистой фильтрующей перегородки используют кварцевый песок, гальку, шлак, дробленые горные породы, резиновую крошку и др. Выбор фильтрующего мате-

риала зависит от его термической и химической стойкости, механической прочности и доступности.

Цель работы – определение возможности использования отхода производства (золу и шлак топочных установок) в качестве фильтрующего материала в фильтрах с зернистой перегородкой.

Исследования проводили на модельных сточных водах – аналог промывных стоков, образующихся при производстве строительных материалов. Исходная концентрация взвешенных веществ в сточных водах составляла 3 г/дм<sup>3</sup>. Данные сточные воды готовили с использованием дистиллированной воды и глины.

В качестве одного из компонентов фильтрующей загрузки в работе использовали отход производства «Зола и шлак топочных установок», код отхода – 3130200, который согласно классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь [3], имеет третий класс опасности.

Исследования проводили на экспериментальной установке – модели многослойного фильтра с зернистой перегородкой. В качестве фильтрующего материала использовали как классические виды загрузки (кварцевый песок различных фракций), так и отход производства (золу и шлак топочных установок, образующийся на одном из предприятий Республики Беларусь).

Корпус фильтра представлял собой стеклянную колонну с внутренним диаметром 40 мм. На поддерживающий слой укладывали золу и шлак топочных установок с размером частиц 1–2 мм (высота слоя 1,5 см), кварцевый песок с размером частиц 2,5–7 мм (высота слоя 3,0 см), кварцевый песок с размером частиц 7–10 мм (высота слоя 1,5 см). Верхние слои фильтрующего материала включали зерна загрузки большего размера.

Для отмывки частиц фильтрующей загрузки от примесей через фильтр пропускали дистиллированную воду объемом 300 см<sup>3</sup>. Далее через многослойный фильтр пропускали сточную воду. Отбирали каждые 25 см<sup>3</sup> фильтрата и измеряли в нем оптическую плотность. Также фиксировали время прохождения каждой порции фильтрата. Эффективность очистки сточных вод оценивали по изменению оптической плотности сточной и очищенной воды. Результаты исследований представлены в таблице.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при использовании в качестве оборудования для очистки сточных вод фильтра с многослойной зернистой перегородкой происходит глубокая очистка стоков. Практически сразу (в первой порции фильтрата) фиксируется высокая степень очистки – 99,37%. При дальнейшем пропус-

кании сточных вод через фильтр наблюдается незначительное увеличение степени очистки стоков до 99,53%, что обусловлено накоплением взвешенных веществ в порах фильтровальной перегородки. Последнее вызывает существенное снижение скорости фильтрования сточных вод через слой зернистой загрузки с 1,25 м<sup>3</sup>/ч до 0,06 м<sup>3</sup>/ч.

**Таблица – Эффективность очистки сточных вод с использованием фильтра с зернистой перегородкой**

Номер порции фильтрата	Объем сточных вод, прошедших через фильтр, см <sup>3</sup>	Скорость фильтрования, м <sup>3</sup> /ч	Степень очистки, %
1	25	1,25	99,37
2	50	1,25	99,37
3	75	1,15	99,45
4	100	0,60	99,45
5	125	0,47	99,45
6	150	0,26	99,45
7	175	0,09	99,45
8	200	0,07	99,53
9	225	0,07	99,53
10	250	0,06	99,53
11	300	0,06	99,53

Результаты исследований свидетельствуют о возможности использования в качестве материала для создания одного из слоев фильтрующей загрузки в зернистом фильтре отхода производства – золу и шлак топочных установок. Применение данного отхода позволит вовлечь в хозяйственный оборот отход производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – 203 с.

2 Родионов, А.И. Технологические процессы экологической безопасности. Гидросфера: учебник для академического бакалавриата / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 283 с.

3 Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 9 сент. 2019 г., № 3-Т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934631p&p1=1>. (Дата доступа: 04.01.2022).