

до 12,86% фенола от всего содержащегося вещества в растворе объемом 0,25 л., тогда как 1% раствор хитозана в уксусной кислоте поглощает до 32,86 %, а 1% раствор хитозана в лимонной кислоте поглощает до 35,71% фенола от всего содержащегося вещества в растворе объемом 0,25 л.

С целью уменьшения агрессивного воздействия на окружающую среду при одновременном сокращении материальной составляющей, связанных с технологическим процессом получения конечного продукта, проведен эксперимент по выявлению возможности многократного использования хитозана и оценки кратности его применения в сухом виде для сорбции органических соединений.

Для оценки эффективности многократного использования, промытый водой хитозан, фильтровали, высушивали при температуре 20<sup>0</sup>С, гомогенизировали и использовали для определения кратности его применения для сорбции фенольных соединений.

**Таблица 2 – Кратность использования сухого хитозана для сорбции фенола**

Модель	Концентрация фенола, мг/л	Эффективность, %
Var1	318,78±1,86	12,86
Var2	330,27±1,65	9,71
Var3	355,36±1,81	2,86

Примечание: Var1 – раствор фенола + сухой хитозан (первое использование); Var2 – раствор фенола + сухой хитозан (второе использование); Var3 – раствор фенола + сухой хитозан (третье использование)

На основании полученных данных, можно сделать вывод о целесообразности использования хитозана в процессе очистки сточных вод от фенольных соединений. При этом, необходимо отметить, что в растворенном виде хитозан обладает намного большими сорбционными свойствами, чем в сухом.

Экспериментально установлено, что остаточная сорбционная активность при повторном использовании хитозана для сорбции фенола из сточной воды достаточно высока и составляет для сухого хитозана – 75,5%.

#### Список использованных источников

1. Тарановская, Е.А. Очистка сточных вод с применением хитозана / Е.А. Тарановская, Н.А. Собгайда, И.Н. Алферов, П.В. Морев // 2 Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10 (185) – С.322-325
2. Павлова, О.В. Оптимизация режимов деминерализации хитинсодержащего сырья в технологии получения хитозана из мицелиальных грибов рода *Aspergillus* / О.В. Павлова, С.С. Ануфрик, С.Н. Анучин // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер 6. Тэхніка. – 2017. – Т. 7. – № 1. – С.75 – 82.

УДК 628.3

Л.А. Шибека, доц., канд. хим. наук; В.О. Синькевич, студ.  
БГТУ, г. Минск

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СКОПА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ

Предприятия по изготовлению бумаги и картона относятся к числу промышленных объектов, оказывающих значительное воздействие на водные ресурсы. Обусловлено это особенностями технологического процесса производства продукции и, в первую очередь, стадией получения волокнистой массы и формирования бумажного полотна на бумагоделательной машине.

Согласно данным статистической отчетности [1] в 2017 году на предприятиях Республики Беларусь, относящиеся по видам экономической деятельности к подсекции «Производство изделий из дерева и бумаги; полиграфическая деятельность и тиражирование записанных носителей информации», сброс сточных вод составил 6,1 млн. м<sup>3</sup>, из которых в поверхностные водные объекты было отведено 5 млн. м<sup>3</sup> стоков. В составе сточных вод предприятий по изготовлению картонно-бумажной продукции присутствует значительное количество взвешенных веществ, представляющих собой волокнистые компоненты. В процессе механической и физико-химической очистки таких стоков образуется осадок сточных вод, который называется скопом.

Цель работы – изучить эффективность использования скопа, образующегося на предприятиях по производству бумаги и картона, в процессах очистки сточных вод от красящих веществ.

В соответствии с классификатором отходов [2] скоп имеет 4 класс опасности и относится к группе VII «Отходы целлюлозы, бумаги, картона». Из-за высокой влажности в настоящее время он практически не используется и подлежит хранению или захоронению на полигонах или промышленных предприятиях.

Поскольку в составе скопа присутствуют волокнистые компоненты, то велика вероятность наличия у данного отхода сорбционных свойств в отношении ряда загрязняющих веществ, присутствующих в воде. В связи с этим, были проведены исследования по оценке эффективности очистки сточных вод от красителей с использованием скопа. Для анализа были отобраны образцы скопа, образующегося на одном из предприятий Республики Беларусь по изготовлению картонно-бумажной продукции.

Исследования проводили на модельных сточных водах, содержащих один из красителей: беменикс серый С-BL (кислотный краситель) или метиленовый голубой (основной краситель). Выбор красителей обусловлен особенностями их состава и действия. Концентрация красителя в растворе составляла 10 мг/дм<sup>3</sup>.

В работе использовали образцы скопа, высушенные при 140 °С (образец №1) и 175 °С (образец №2), а также образец скопа, прокаленный при температуре 600 °С (образец №3). Содержание скопа в растворе составляло 2, 4, 6 и 8 г/дм<sup>3</sup>.

Эффективность очистки сточных вод от красящих веществ оценивали по изменению оптической плотности пробы до и после взаимодействия образца скопа с раствором, содержащим краситель. Полученные результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Эффективность очистки сточных вод от красителей при использовании различных образцов скопа**

Содержание скопа в растворе, г/дм <sup>3</sup>	Эффективность очистки сточных вод от красителей, %		
	образец скопа №1	образец скопа №2	образец скопа №3
Краситель – беменикс серый С-BL			
2	92,3	59,0	69,2
4	56,4	66,7	69,2
6	66,7	69,2	79,5
8	66,7	69,2	98,9
Краситель – метиленовый голубой			
2	71,7	66,4	69,2
4	65,8	63,0	65,6
6	72,1	71,2	62,4
7	69,7	67,8	61,4

Из представленных результатов видно, что максимальная эффективность очистки сточных вод от кислотного красителя (беменикс серый С-BL) при использовании образца № 1 (скоп, высушенный при 140°С), составляет 92,3%. Причем максимальная степень очистки

наблюдается при минимальном содержании скопа в растворе – в концентрации 2 г/дм<sup>3</sup>. Минимальная степень очистки при использовании данного образца (56,4%) имеет место при концентрации скопа в пробе 4 г/дм<sup>3</sup>. Эффективность очистки сточных вод от кислотного красителя при содержании скопа в растворе 6 и 8 г/дм<sup>3</sup> не изменяется и составляет 66,7%.

Фиксируемое снижение эффективности очистки сточных вод от кислотного красителя при увеличении содержания скопа в пробе от 2 до 4 г/дм<sup>3</sup>, вероятно, обусловлено возможным вторичным загрязнением воды волокнистыми компонентами скопа. Это увеличивает мутность системы и сказывается на оптической плотности раствора. Последующее увеличение содержания скопа в пробе от 4 до 8 г/дм<sup>3</sup> приводит к определенной агломерации волокон скопа между собой и более эффективному осаждению их под действием силы тяжести. Это снижает мутность раствора и способствует росту эффективности очистки воды.

Использование образца № 2 (скопа, высушенного при 175°С), характеризуется увеличением эффективности очистки воды от красителя беменикс серый С-BL при возрастании содержания скопа в пробе от 2 до 8 г/дм<sup>3</sup>. Вероятно, это обусловлено формированием более плотной структуры частиц скопа при более высокой температуре его сушки. Максимальная эффективность очистки воды при применении образца № 2 составляет 69,2 % при содержании скопа в воде 6 и 8 г/дм<sup>3</sup>.

Образец №3 (прокаленный скоп) характеризуется максимальной эффективностью очистки сточных вод от кислотного красителя (98,9 %) при содержании скопа 8 г/дм<sup>3</sup>. Это, вероятно, обусловлено, протеканием как физической сорбции красителя на волокнистых компонентах скопа, так и его химического взаимодействия с группами, содержащимися в образце сорбента. Как и в случае образца скопа № 2, с увеличением концентрации сорбента в пробе наблюдается рост степени очистки воды от красителя.

Удаление из сточных вод основного красителя (метиленового голубого) при использовании различных образцов скопа изменяется незначительно и варьируется в диапазоне 63–72% при различном содержании сорбента в пробе. Наименьшая эффективность очистки сточных вод от данного красителя наблюдается при использовании образца № 3 (прокаленный скоп). Данный факт, вероятно, обусловлен только возможным протеканием процесса физической сорбции красителя на частицах скопа. Фиксируемые незначительные изменения эффективности очистки сточных вод от основного красителя с использованием образцов скопа № 1 и № 2, вероятно, объясняются процессами, описанными выше в отношении кислотного красителя (вторичным загрязнением воды и агломерацией частиц скопа при более высокой его концентрации в пробе).

Таким образом, наиболее эффективным при удалении из сточных вод кислотного красителя (беменикс серого С-BL) является применение скопа, прокаленного при 600 °С, а при извлечении основного красителя (метиленового голубого) – скопа, высушенного при 140°С. Более эффективным является применение скопа в отношении извлечения кислотных красителей из сточных вод.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования скопа в качестве сорбционного материала для извлечения красящих веществ из сточных вод, что позволит вовлечь в хозяйственный оборот один из отходов производства; снизить затраты на очистку сточных вод, содержащих красители; уменьшить площадь земель, отводимых для захоронения скопа; снизить загрязнение компонентов окружающей среды.

#### Список использованных источников

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2018. – 227 с.
2. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 85 от 08.11.2007 г. (в ред. постановлений Минприроды от 30.06.2009 г. № 48, от 31.12.2010 г. №63, от 07.03.2012 г. № 8). –94 с.