

УДК628.316.12:546.185

Студ. Я.А. Белайчук,

Науч. рук.: асп. Е.Г. Сапон; зав. кафедрой, доц. В.Н. Марцунь
(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТОВ

В последние десятилетия значительное внимание уделяется вопросу снижения поступления соединений фосфора в водные объекты. Это связано с развитием процесса антропогенной эвтрофикации. Эвтрофикация означает поступление биогенных элементов (азот и фосфор) в природные водные объекты и негативные последствия этого процесса. Эвтрофикация ведет к нарушению экологического равновесия водных объектов, вредит рыболовству и отрицательно влияет на использование вод в питьевых, хозяйственно-бытовых и рекреационных целях.

Загрязнение водоемов излишними биогенными элементами повышает уровень первичной продукции: в эвтрофных водоемах возникает массовое развитие микроскопических водорослей и наблюдается «цветение» воды. Типичное явление в высокопродуктивных водоемах – цветение вод сине-зелеными водорослями, многие виды которых являются ядовитыми.

Основными источниками поступления биогенных элементов в водоемы являются коммунальные и промышленные сточные воды, а также сельскохозяйственное производство. Для улучшения состояния водоемов крайне важно сократить нагрузку по биогенным веществам, в особенности по фосфору, поскольку чаще всего именно фосфор является биогенным элементом, регулирующим продукцию фитопланктона во внутренних водоемах [1].

В мировой практике широко используются биологический и химический методы очистки сточных вод от фосфатов, но они не всегда обеспечивают качество очистки в соответствии с нормативами, а также связаны с высокими капитальными и эксплуатационными затратами, сложностью управления процессом очистки. Поэтому большой интерес представляет использование адсорбционного метода очистки, который может быть реализован как на стадии очистки, так и доочистки сточных вод от фосфатов. Эффект этих методов в значительной степени зависит от наличия недорогих доступных материалов, способных удалять фосфаты из сточных вод.

Среди таких материалов, можно выделить электросталеплавильный шлак и термообработанный доломит (каустический доломит).

Целью работы было исследовать кинетику и эффективность очистки модельных и реальных сточных вода от фосфатов выбранными материалами для очистки.

Доломит – горная порода химического состава $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, химический состав характеризуется содержанием: CaO –30,4 %, MgO –21,8 %, CO_2 –47,8 % [2]. В работе был использован доломит месторождения Руба (Витебская область).

Электросталеплавильный шлак – отход сталеплавильного производства четвертого класса опасности. В составе шлака преобладают оксиды Ca , Si , Fe и Al . Как известно, кальций, магний способны образовывать с фосфатами нерастворимые соединения. Таким образом, химический состав доломита и шлака свидетельствует о возможности их использования в качестве сорбентов фосфатов.

В работе при проведении экспериментов использовались следующие методики выполнения измерений:

- СТБ ИСО 6878-2005 «Определение фосфора. Спектрометрический метод с молибдатом аммония»;
- СТБ ИСО 10523-2009 «Качество воды. Определение рН».

Эксперименты с модельными сточными водами проводились для установления кинетики удаления фосфатов доломитом. Реальные сточные воды использовались при исследовании эффективности очистки сточных вод выбранными материалами. Пробы сточных вод отбирались на Минской очистной станции после первичного отстойника (исходная вода), после илоуплотнителя (иловая вода) и после обезвоживания илового осадка (фугат). В отобранных пробах воды концентрации фосфора колеблются в следующих пределах: исходная вода после отстойника – 4-10 мг Р/л, иловая вода – 20-70 мг/л, фугат – 100-160 мг/л.

В работе использовался доломит, который предварительно проходил термическую обработку, в результате которой получали каустический доломит. Процесс обжига заключался в выдерживании смеси доломита и поваренной соли (1 мас.%) в муфельной печи при температуре 500°C в течении 30 минут и дальнейшем повышении температуры до 650°C и выдерживании в течении 20 минут.

Для исследования кинетики удаления фосфатов каустическим доломитом использовались модельные растворы с концентрацией фосфатов 100 мг Р/л. Сорбент дозировали в растворы и выдерживали при периодическом перемешивании (доза – 10 кг/м³) затем отработанный материал отделяли фильтрованием. В фильтрате определяли остаточное содержание фосфатов спектрометрическим методом. На рисунке 1 представлены зависимости степени очистки для различных

фракций доломита. Как и ожидалось, доломит более мелкой фракции при равном времени контакта обеспечивает более высокую степень очистки.

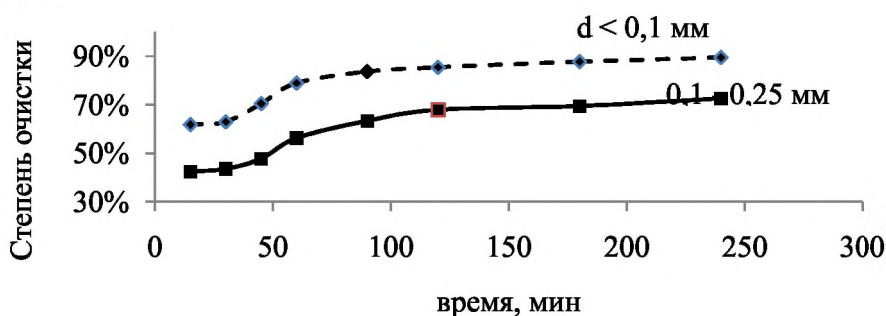


Рисунок 1 – Зависимость степени очистки от времени контакта сорбента со сточной водой

При проведении эксперимента по установлению эффективности очистки реальные сточные воды подвергались очистке, как с предварительным фильтрованием, так и без него. Фильтрование осуществлялось на мембранном фильтре, с размерами пор 0,2 мкм. Дозы шлака и каустического доломита составляли 2 кг/м³ для исходной воды и 10 кг/м³ для иловой и фугата.

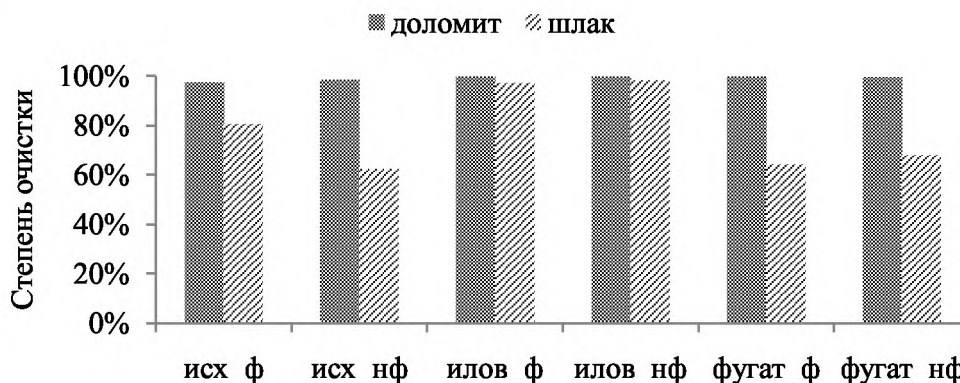


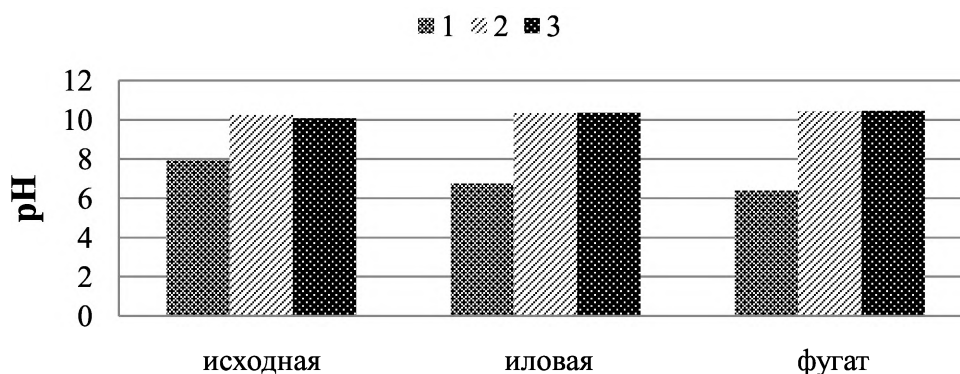
Рисунок 2 – степень очистки реальных сточных вод в зависимости от вида сточной воды

Результаты определения эффективности очистки сточных вод в зависимости от вида сточной воды при использовании каустического доломита и шлака представлены на рисунке 2.

Из диаграммы видно, что доломит позволяет достичь более высокой степени очистки. Установлено, что степень очистки фильтрованной и не фильтрованной сточной воды.

В ходе проведения эксперимента значительные изменения претерпело значение рНочищаемых сточных вод, что согласуется с из-

вестными данными [3]. На рисунке 3 представлена диаграмма показывающая изменение значения рН сточных вод до и после очистки. Как видно оно значительно увеличивается.



1 – начальная вода; 2 – после очистки (предварительно фильтрованная);
3 – после очистки (нефильтрованная)

Рисунок 3 – изменение значения рН сточных вод до и после очистки

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о:

– возможности применения шлака и каустического доломита для эффективной очистки сточных вод от фосфатов при их содержании 4–160 мг Р/л.

– целесообразности использования сорбционных материалов для очистки возвратных потоков очистных сооружений (иловая вода, фугат), а также в качестве фильтрующей загрузки и субстрата биогеохимических барьеров, полей фильтрации, гидрботанических площадок и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПРЕСТО – Эвтрофикация – общая проблема. [Электронный ресурс]. – 2016. Режим доступа: <http://www.prestobalticsea.eu> – Дата доступа: 26.04.2016.

2. Доломит — Горная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – 2016. Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/d/dolomit/> – Дата доступа: 26.04.2016.

3. Фильтрационная очистка сточных вод от фосфатов электроплавильным шлаком / Е.Г. Сапон, В.Н. Марцуль // Труды БГТУ – Минск, 2015. – с. 117–120.