

Особо следует отметить работу над дипломами инженерными и магистерскими – еженедельно проводятся со студентами дипломные семинары. В отличие от отечественных университетов, которые пытаются организовать образовательный процесс в соответствии с Болонской декларацией, но не могут отказаться от бумажных зачетов.

Самым позитивным шагом в Беларуси, сделанным для повышения уровня ВПО, создания современной системы обучения и увеличения потенциала экономического роста, является предоставление Всемирным банком 20 мая 2020 года займа в размере 109,01 млн евро на Проект модернизации системы высшего образования в Беларуси (Belarus Higher Education Modernization Project P167992). В рамках проекта с 2020 по 2025 годы студентам и преподавателям ежегодно будут создаваться более качественные условия обучения, будет проведена модернизация и оснащение современным оборудованием учебно-лабораторной базы в 18 учреждениях высшего образования Беларуси, а в ряде учреждений будет проведен капитальный ремонт и реконструкция зданий.

Выводы. Система ВПО и научных исследований в области водоснабжения и канализации нуждается в реформировании, нацеленном на внедрение в полном объеме принципов Болонского процесса. В учебный и исследовательский процесс университетов необходимо внедрять, по опыту передовых стран, современные инновационные технологии в области водоснабжения и канализации, открыть специальность «Инженерия окружающей среды» со специализацией «Водоснабжение и канализация» с целью подготовки практико-ориентированной магистров-инженеров и создать региональные научно-образовательные центры «Строительство и эксплуатация водохозяйственных систем» на базе БНТУ, БГТУ, БрГТУ, БелГУТ и ПГУ и предприятий водопроводно-канализационного хозяйства.

Список литературы

1 Доклад о перспективном развитии национальной системы образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://president.gov.by/ru/news_ru/view/doklad-o-perspektivax-razvitiya-natsionalnoj-sistemy-obrazovaniya-20404/. – Дата доступа : 03.03.2021.

2 Экономический словарь-справочник. – М. : Просвещение, 1985.

3 Финансовый словарь проекта «Финам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.finam.ru/dictionary. – Дата доступа : 25.02.2021.

УДК 628.162.5

ЖИТЕНЁВ Б.Н., СЕНЧУК Д.Д.
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ

БРИКЕТИРОВАННОГО ТОРФА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*Брестский государственный технический университет,
Республика Беларусь, gitenev@tut.b, senchuk.d.d@mail.ru*

Одними из опаснейших стойких загрязнений водных объектов являются ионы тяжелых металлов: кадмия, свинца, меди, железа, марганца, никеля, из которых наиболее токсичными являются кадмий и свинец.

Кадмий в промышленном использовании широко применяется в качестве защитного покрытия металлов от коррозии. Сплавы кадмия с незначительными добавками меди, никеля и серебра применяют для изготовления подшипников автомобильных, авиационных и судовых двигателей. Никель-кадмиевые аккумуляторы применяются в мобильных телефонах и прочих электронных устройствах. Кадмий, а также его соединения характеризуются как канцерогенные вещества.

В настоящее время ведутся активные исследования по методам очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов с применением новых композиционных сорбентов. При этом одним из перспективных направлений является применение технологий сорбционной очистки сточных вод с использованием торфа. Наличие в Республике Беларусь значительных запасов торфа создает реальные предпосылки для выпуска дешевых, экологически безопасных сорбентов на основе модифицированного брикетированного торфа.

Цель работы – исследовать сорбционные свойства брикетированного торфа для удаления ионов железа Fe^{+3} , кадмия Cd^{+2} , свинца Pb^{+2} и меди Cu^{+2} из сточных вод.

В процессе исследований использовались физико-химические, технологические, математические методы. Эксперименты производились с использованием торфобрикетов производства торфобрикетного завода «Гатча-Осовское», расположенного в Жабинковском районе Брестской области.

В качестве ионов тяжелых металлов использовались ионы железа Fe^{+3} , кадмия Cd^{+2} , свинца Pb^{+2} и меди Cu^{+2} . В стакан помещали 100 мл раствора и добавляли 10 г гранул торфа. Затем суспензию перемешивали с помощью механических мешалок в течении 3, 5, 10, 20, 40, 60 минут. Растворы фильтровали через бумажный фильтр и определяли остаточное содержание ионов железа Fe^{+3} , кадмия Cd^{+2} , свинца Pb^{+2} , меди Cu^{+2} .

Анализ пробы модельного раствора на содержание Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} выполняли с помощью анализатора вольтамперометрического АВА-3. В качестве индикаторного электрода использовали твердый вращающийся электрод из углеродного материала (углеситалл), в качестве электрода сравнения – хлор-

серебряный электрод, вспомогательный электрод – редоксиметрический электрод. Анализируемую пробу растворяли в фоновом хлоридном растворе. Для определения содержания Fe^{+3} использовали фотометрический метод с использованием роданида калия KSCN .

Предварительно изучалась зависимость эффекта очистки от крупности зерен брикетированного торфа. Исследовали эффективность сорбции для гранул средних размеров 1, 2, 3 и 4 мм при продолжительности контакта 60 минут. Было выявлено, что с увеличением крупности гранул сорбента эффективность сорбции снижается, это является следствием того, что уменьшается площадь межфазовой границы между сорбентом и раствором. Дальнейшие исследования выполнялись с гранулами размером около 1 мм.

Наиболее эффективно процесс сорбции ионов брикетированным торфом протекал в течение 20 минут контакта, затем он замедлялся. В течение 20 минут удаляется до 97–98 % ионов Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} и до 60 % ионов Fe^{+3} и практически наступает сорбционное равновесие. Степень достижения равновесия F показывает, какая часть общего количества вещества сорбируется к данному моменту времени, и для брикетированного торфа она составила при продолжительности контакта 40 минут для кадмия (II), свинца (II) и меди (II) 0,99, для железа (III) 0,71. Наиболее быстро происходит сорбция свинца (II), затем кадмия (II), меди (II) и наконец железа (III).

Для выяснения механизма сорбции ионов кадмия Cd^{+2} , свинца Pb^{+2} , меди Cu^{+2} и железа Fe^{+3} брикетированным торфом результаты экспериментов были обработаны с помощью уравнений диффузионной кинетики.

Кривые сорбции для ионов Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} и Fe^{+3} на начальном этапе описываются прямыми, следовательно, диффузия в пленке раствора вносит вклад в общую скорость процесса. При дальнейшем контакте графики сорбции ионов искривляются. Согласно литературным данным, это свидетельствует о том, что диффузия в зерне сорбента контролирует общую скорость процесса. В случае химического взаимодействия торфа с ионами тяжелых металлов вклад в кинетику может вносить стадия собственно химической реакции между сорбируемым ионом и функциональными группами поглотителя. Поэтому для выявления вклада химической стадии при описании сорбционного процесса брикетированным торфом использовали модели псевдопервого и псевдовторого порядка.

Для установления модели, оптимально описывающей сорбцию на брикетированном торфе, сравнивались коэффициенты корреляции псевдопервого и псевдовторого порядка. Установлено, что сорбция ионов Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} и Fe^{+3} наиболее точно описывается моделью псевдовторого порядка.

Выводы. Установлено, что эффективность сорбции снижается с увеличением крупности зерен брикетированного торфа. С помощью уравнений диффузионной и химической кинетики установлено, что процесс сорбции идет в диффузионном режиме, при этом вклад в общую скорость процесса вносит стадия химического взаимодействия ионов металла с функциональными группами торфа. Установлена возможность использования брикетированного торфа в качестве сорбента для очистки сточных вод от ионов кадмия, свинца, меди и железа.

Список литературы

1 **Житенев, Б.Н.** Исследование сорбционных свойств брикетированного торфа для очистки сточных вод от ионов кадмия, свинца и меди / Б.Н. Житенев, А.Д. Гуринович, Д.Д. Сенчук // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – Вып. 11. – С. 1534–1545.

2 **Житенёв, Б.Н.** Исследование сорбционных свойств брикетированного торфа для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Б.Н. Житенёв, Д.Д. Сенчук // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, геоэкология. – 2019. – № 2 (104) / – С. 61–65.

3 **Дремичева, Е.С.** Изучение кинетики сорбции на торфе ионов железа (III) и меди (II) из сточных вод / Е.С. Дремичева // Вестник Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. – 2017. – Т. 58. – № 4.

УДК 543.3(569.3)

ЗАРАКЕТ АХМАД

ГЛУБИННАЯ ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ВОДЫ КАРАУНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЛИВАНЕ

Lebanese university, Бейрут, Ливан, zaraketahmad@gmail.com

Актуальность работы. Качество воды в Ливане – это важнейший и тревожный вопрос, который заслуживает беспокойства, так как большинство водных источников загрязнены, особенно поверхностные. Это будет серьезной проблемой, если статус-кво в отношении качества воды в Ливане останется без каких-либо изменений. Не будет преувеличением сказать, что более 50 % ливанской воды загрязнено.

Существует много аспектов ухудшения качества воды в Ливане, включая главным образом органические и химические загрязнения, а также проблемы мутности. Эта проблема обострилась в последние несколько десятилетий, ко-