

УДК 054.666

Н.В. ЛЕВЧУК, М.В. ВАСИЛЕВСКАЯ

Беларусь, Брест, БрГТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОЛОКОН БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ ПРИ УМЯГЧЕНИИ ВОДЫ

На период до 2020 г. прогнозируется обеспечение всего населения Беларуси питьевой водой нормативного качества в количестве 170 л/сут [1]. В долгосрочных прогнозах объемы водопотребления рассчитываются по перспективным нормам, учитывающим возможность совершенствования технологических процессов, методов и устройств, внедрения безводных технологий и современного оборудования, а также развития оборотных и бессточных систем водоснабжения.

Учитывая потребности населения, объемы водопотребления на хозяйственно-питьевые и коммунальные нужды постоянно растут и, в связи с этим, регулируются нормами хозяйственно-питьевого водопотребления на одного жителя. Потребности промышленности определяются с учетом

лимитов отпуска воды, рассчитанных, исходя из нормативов объемов воды, приходящихся на единицу продукции, пожаротушение, санитарно-технические нужды предприятия и др. В прогнозируемый объем водопотребления на сельскохозяйственные нужды включаются потребности в воде сельского населения и животноводства, а также сельскохозяйственных производств по переработке сельхозсырья. Увеличение объемов водопотребления неминуемо приводит к увеличению объемов сточных вод, повышению степени их загрязнения и, как следствие, загрязнению и истощению природных источников водоснабжения.

Для предотвращения истощения водных ресурсов, улучшения качества подземных и поверхностных вод, производятся организационно-технические мероприятия по улучшению качества очистки сточных вод различными методами.

Среди многочисленных методов и сооружений для очистки сточных вод особое место занимает сорбционная очистка. Это физико-химический метод очистки природных и сточных вод, основанный на поглощении примесей из окружающей среды твердым телом, жидкостью или газом. В результате адсорбции веществ на поверхность твердого сорбента под действием его силового поля переходят молекулы растворенных в воде примесей. В качестве сорбентов применяют природные сорбционные материалы, отходы некоторых производств, активные угли и синтетические сорбенты.

Эффективными сорбентами являются активные угли различных марок. Пористость этих углей составляет 60–75 %, а удельная поверхность 400–900 м²/г. Адсорбционные свойства активных углей в значительной мере зависят от структуры пор, их величины, распределения по размерам. Поры по размерам подразделяют на три вида: макропоры размером от 0,1–2 мкм, переходные размером 0,004–0,1 мкм, микропоры размером менее 0,004 мкм. Макропоры и переходные поры играют роль транспортирующих каналов, а сорбционная способность активных углей определяется в основном микропористой структурой. Растворенные вещества, имеющие размеры частиц менее 0,001 мкм, заполняют объем микропор сорбента.

Для адсорбционных процессов в водной среде синтезированы полимерные пористые материалы на основе стирола и дивинилбензола. Эти сорбенты отличаются меньшей энергией связи, чем активные угли, но они легче поддаются регенерации растворителями [2].

Поиск и исследование новых адсорбционных материалов с учетом образования и увеличения количества загрязняющих веществ, а также регенерация, утилизация или дальнейшее использование адсорбентов оста-

ются актуальной задачей в области экологии, водоснабжения, водоотведения и строительства.

Природные пористые материалы, такие как торф, активные глины, производственные отходы, зола, коксовая мелочь, силикагели, алюмогели, обладают малой сорбционной способностью, которая характеризуется количеством поглощаемого вещества на единицу объема или массы сорбента.

К природным материалам, наиболее распространенным в окружающей среде, относится большинство изверженных пород, из которых могут быть получены агрегаты, сложенные тончайшими волокнами. Эти агрегаты легко расщепляются на составляющие их волокна. Такой материал может быть использован в качестве адсорбционно-фильтрующей загрузки фильтров различной конструкции.

Базальты (аналоги габбро) – самые распространенные излившиеся породы. В состав базальтов входят полевой шпат и значительное количество минералов. Базальты имеют темно-серый или почти черный цвет. Структура базальта может быть стекловатой или скрытокристаллической, предел прочности при сжатии достигает 500 МПа. Однако при наличии трещин и пор прочность материала значительно понижается. Базальты очень твердые и хрупкие, что затрудняет их обработку [3].

В последние годы в строительстве для получения дисперсно армированных бетонов в качестве высокодисперсных волокнистых наполнителей широко используют базальтовую и полимерную фибры. Результаты по изучению проницаемости бетонных образцов, армированных такой фиброй, для водорастворимых ионов подтверждают участие дискретных волокон фибры в процессах структурообразования.

Учитывая вышеизложенный материал, были проведены предварительные исследования адсорбционно-фильтрующих свойств базальтовой фибры:

1. Пластины базальтовой фибры предварительно перемалывались в мельнице до получения болеедисперсно-волокнистой структуры. Затем в растворы $(Ca(OH)_2, CaSO_4)$ различной концентрацией ионов кальция Ca^{2+} добавляли волокна фибры, перемешивали и оставляли на сутки. По соответствующей методике определяли концентрацию кальция в растворе до и после выдержки. Количественное определение водорастворимых ионов кальция проводили титриметрическим методом с трилоном Б в присутствии сухой индикаторной смеси кислотного хромового темно-синего Т при $pH \approx 9,5$. Для этого пипеткой на 50 мл отбирают пробы анализируемой жидкости в конические колбы для титрования, приливают 5 мл аммонийной буферной смеси (для поддержания pH на определенном уровне), сухую индикаторную смесь кислотного хромового темно-синего Т

(на кончике шпателя) до розовой окраски разбавляют дистиллированной водой до объема 100 мл и сразу титруют 0,05 н раствором трилона Б, приготовленного по фиксаналу, до перехода окраски в синюю (без примесей фиолетового). По показаниям бюретки определяют объем раствора трилона Б, пошедший на титрование. Для каждой пробы проводят не менее 3 титрований и по среднему объему трилона Б рассчитывают нормальность ионов кальция в пробе по формуле:

$$C_n(\text{Ca}^{2+}) = C_{\text{трилона}} \cdot V_{\text{трилона}} / V_{\text{пробы}} \quad (1).$$

2. Через слой фильтрующей загрузки с измельченными волокнами фибры пропускали воду, содержащую ионы Ca^{2+} . Концентрацию ионов кальция определяли по той же методике до и после фильтрования. Скорость фильтрации составляла 0,24 л/ч.

Предварительные результаты исследования адсорбционных свойств фибры показали, что волокна базальтовой фибры задерживают ионы кальция. Их концентрация уменьшается и в растворах, и в жесткой воде, что способствует ее умягчению. Концентрация ионов кальция Ca^{2+} в растворе, содержащем сульфат кальция CaSO_4 , уменьшилась после пребывания в течение суток в растворе измельченных волокон фибры в среднем на 28 %; концентрация ионов кальция Ca^{2+} в растворе, содержащем гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, – в среднем на 15 %. Концентрация ионов кальция Ca^{2+} после фильтрации через слой измельченных волокон базальтовой фибры в жесткой воде уменьшилась на 10 %.

В дальнейшем использованный адсорбент целесообразно применять как армирующий материал для создания модифицированных бетонных композитов. Полученные экспериментальные данные дают возможность предположить использование волокон фибры в качестве сорбента других водорастворимых ионов, что, в свою очередь, позволит оценить коррозионную стойкость бетонных конструкций при строительстве подземных очистных сооружений в условиях воздействия химически агрессивных жидких сред. В волокнистой, поровой структуре волокон фибры накапливаются водорастворимые ионы, которые при химическом взаимодействии с минералами цементного клинкера составом самой фибры и различными добавками в бетоне создают условия для формирования новых кристаллических структур, обуславливающих прочность бетонов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шимова, О. С. Основы экологии и энергосбережения: учеб. пособие / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский, О. В. Сви́дерская / под ред. О. С. Шимовой. – Минск : БГЭУ, 2011. – 227 с.

2. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. для ВУЗов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2006. – 704 с.

3. Строительное материаловедение : учеб. пособие / под общ. ред. В. А. Невского. – Изд. 3-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 588 с.