

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ СВИНЦА МОДИФИЦИРОВАННЫМ ОТРАБОТАННЫМ КИЗЕЛЬГУРОМ

© 2018 Е.Ю. Руденко, С.Ю. Бейбулатов, Г.С. Муковнина, В.В. Бахарев

Самарский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 12.09.2018

Изучена возможность использования отработанного кизельгура, являющегося отходом пивоварения, модифицированного различными веществами для очистки сточных вод от свинца. На большее количество свинца из сточных вод способен удалять сорбент на основе модифицированного кизельгура, обработанного гидроксидом натрия.

Ключевые слова: отходы пивоварения, модифицированный отработанный кизельгур, сточные воды, очистка, свинец.

Отработанный кизельгур, содержащий раковины диатомовых водорослей и различные органические соединения, извлеченные при производстве пива в процессе его фильтрации, является одним из основных крупнотоннажных отходов пивоваренной промышленности. Отработанный кизельгур вывозят на полигоны, регенерируют, используют в качестве удобрения, в производстве строительных материалов [1], для очистки промышленных сточных вод от красителей и гербицидов [2-6], нефти и ионов меди [7-9]. Однако, остается актуальной проблема поиска более рациональных и экономически выгодных способов утилизации или вторично использования данного отхода пивоварения.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – изучение очистки сточных вод от свинца модифицированным отработанным кизельгуром. Задачи исследования: изучить влияние модификации отработанного кизельгура щелочами, кислотами и другими веществами на очистку модельных растворов сточных вод от свинца.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использовали отработанный кизельгур, полученный на одном из пивоваренных *Руденко Елена Юрьевна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология».*

E-mail: e_rudenko@rambler.ru

Бейбулатов Семен Юрьевич, магистрант факультета пищевых производств.

E-mail: sema.bejbulatoff@mail.ru

Муковнина Галина Сергеевна, кандидат химических наук, доцент кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология».

E-mail: galinatukovnina@yandex.ru

Бахарев Владимир Валентинович, доктор химических наук, доцент, декан факультета пищевых производств. E-mail: fpp@samgtu.ru

предприятий Самарской области, и высушенный в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

Для химической модификации навеску сухого отработанного кизельгура массой 25 г помещали в колбу вместимостью 250 мл и добавляли 200 мл раствора вещества, используемого для модификации. Для модификации применяли 10 %-ные водные растворы гидроксидов натрия и калия, щавелевой, серной, азотной и соляной кислот, аммиака, трилона Б и сульфата алюминия. Содержимое колбы перемешивали на магнитной мешалке при комнатной температуре в течение 30 мин с частотой вращения 1000 об/мин. Затем содержимое колбы подвергали вакуумной фильтрации через складчатый бумажный фильтр «красная лента». Осадок переносили в фарфоровую чашку и высушивали в сушильном шкафу при температуре 130 °С до постоянной массы.

При очистке модельных растворов сточных вод навеску сухого модифицированного кизельгура массой 10 г помещали в колбу вместимостью 250 мл и добавляли 150 мл модельного раствора ионов свинца концентрацией 0,1 мг/л или 0,5 мг/л. Содержимое колбы перемешивали на магнитной мешалке при комнатной температуре в течение 30 мин с частотой вращения 1000 об/мин. Затем содержимое колбы отфильтровывали через складчатый бумажный фильтр «красная лента». В качестве контроля использовали отработанный кизельгур, высушенный при температуре 105 °С.

Остаточную концентрацию ионов свинца в модельных растворах сточных вод после очистки модифицированным отработанным кизельгуром определяли дитизионовым методом [10].

Эксперименты проводили в трехкратной повторности, исследования каждой пробы осуществляли в трех повторностях. Математическую обработку результатов проводили с применением программы «Excel». При обсуждении

результатов учитывали статистически достоверные различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Модифицирование различными веществами в разной степени увеличивает способность отработанного кизельгура адсорбировать свинец из сточных вод (рис. 1, 2).

Очистка модельных растворов сточных вод с помощью сухого отработанного кизельгура, модифицированного раствором гидроксида калия, позволяет удалить в 1,14-1,25 раза больше ионов свинца, по сравнению с контролем. Применение для очистки модельных растворов сточных вод сухого отработанного кизельгура, модифицированного раствором гидроксида натрия, позволяет удалить в 1,54-13,33 раза больше ионов свинца, чем в контроле. Очевидно,

отработанный кизельгур, модифицированный гидроксидом натрия, приобретает способность сорбировать ионы свинца в большей степени, чем отработанный кизельгур, модифицированный гидроксидом калия. В проведенных ранее исследованиях было отмечено повышение сорбционной способности отработанного кизельгура в результате его активации растворами щелочей по отношению к красителям и гербицидам [2-4], а также к ионам меди [8, 9].

Результаты исследований свидетельствуют о том, что, сухой отработанный кизельгур, модифицированный азотной кислотой, способен сорбировать ионы свинца в большей степени, чем отработанный кизельгур, модифицированный серной кислотой. В свою очередь, отработанный кизельгур, обработанный серной кислотой, может поглотить больше ионов свинца из модельных растворов сточных вод, чем сухой отработанный кизельгур, модифи-

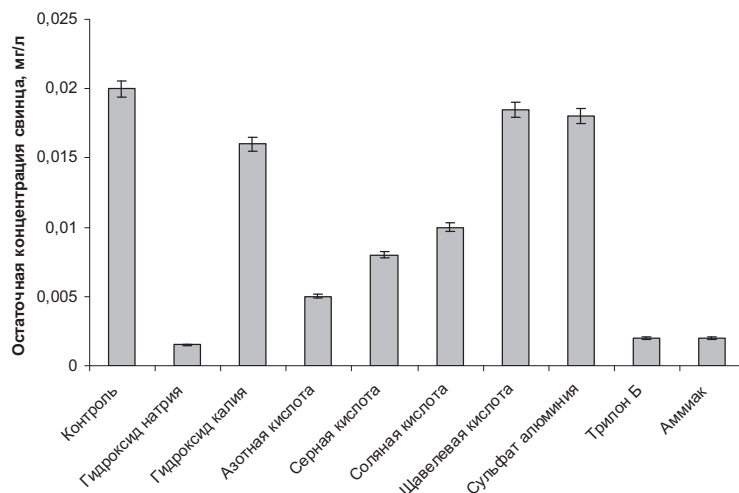


Рис. 1. Остаточная концентрация свинца в модельных растворах сточных вод, имеющих начальную концентрацию свинца 0,1 мг/л, очищенных отработанным кизельгуром, модифицированным различными веществами

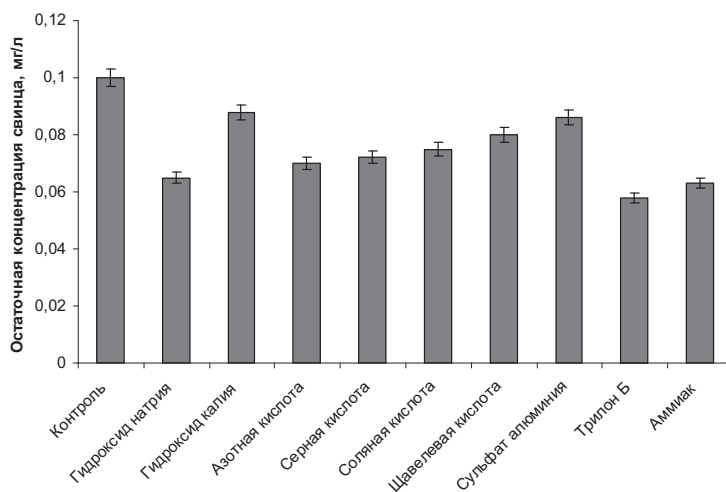


Рис. 2. Остаточная концентрация свинца в модельных растворах сточных вод, имеющих начальную концентрацию свинца 0,5 мг/л, очищенных отработанным кизельгуром, модифицированным различными веществами

цированный соляной кислотой. Модификация сухого отработанного кизельгура раствором соляной кислоты позволяет получить сорбент, способный удалить в 1,33-2 раза больше ионов свинца из модельных растворов сточных вод, чем контрольный образец отработанного кизельгура, высушенный при температуре 105 °С. Применение сухого отработанного кизельгура, модифицированного раствором серной кислоты, позволяет при очистке модельных растворов сточных вод удалить в 1,39-2,5 раза больше ионов свинца, чем в контроле. Очистка модельных растворов сточных вод с помощью отработанного кизельгура, модифицированного раствором азотной кислоты, дает возможность удалить в 1,43-4 раза больше ионов свинца, по сравнению с контролем. Повышение сорбционных свойств отработанного кизельгура в результате его активации растворами различных кислот ранее было отмечено в работах некоторых исследователей [4, 5].

Очистка модельных растворов сточных вод отработанным кизельгуром, модифицированным обработкой растворами щавелевой кислоты и сульфата алюминия позволяет в процессе очистки модельных растворов сточных вод удалить в 1,08-1,25 раза и в 1,11-1,16 раза соответственно больше ионов свинца по сравнению с контролем соответственно. Модифицирование сухого отработанного кизельгура раствором аммиака позволяет получить сорбент, способный поглотить из модельных растворов сточных вод в 1,59-10 раз больше ионов свинца, чем контрольный образец сухого отработанного кизельгура. Сорбент, полученный путем модификации отработанного кизельгура раствором трилона Б, удаляет из модельных растворов сточных вод в 1,72-10 раз больше ионов свинца, чем контрольный немодифицированный отработанный кизельгур.

Механизм удаления загрязняющих веществ при очистке сточных вод при помощи глинистых материалов, является достаточно сложным. Некоторые исследователи полагают, что он включает ван-дер-ваальсовы взаимодействия сорбента с развитой поверхностью силикатных микрокристаллов и кулоновское взаимодействие положительно заряженных участков поверхности сорбента с заряженными и поляризованными молекулами сорбируемого на нем вещества [11]. По-видимому, модификация гидроксидом натрия и аммиаком в наибольшей степени способствует формированию таких центров взаимодействия на поверхности отработанного кизельгура. В случае с трилоном Б наиболее вероятным можно считать механизм комплексообразования с прикрепившимися к поверхности кизельгура молекулами этилендиаминтетрауксусной кислоты.

ВЫВОДЫ

Отработанный кизельгур, являющийся отходом пивоварения, модифицированный различными веществами, можно применять для очистки сточных вод от свинца. Наибольшей способностью удалять ионы свинца в процессе очистки модельных растворов сточных вод обладает отработанный кизельгур, модифицированный раствором гидроксида натрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко Е.Ю. Биоремедиация нефтезагрязненных почв органическими компонентами отходов пищевой (пивоваренной) промышленности: дис. ... д-ра биол. наук. – Самара, 2015. – 352 с.
2. Tsai W.T., Hsien K.J., Yang J.M. Silica adsorbent prepared from spent diatomaceous earth and its application for removal of dye from aqueous solution // J. Colloid Interface Sci. – 2004. – V. 275. – P. 428 – 433.
3. Tsai W.T., Hsien K.J., Lai C.M. Chemical activation of spent diatomaceous earth by alkaline etching in the preparation of mesoporous adsorbents // Ind. Eng. Chem. Res. – 2004. – V. 3. – P. 7513 – 7520.
4. Tsai W.T., Hsien K.J., Chang Y.M., Lo C.C. Removal of herbicide paraquat from an aqueous solution by adsorption onto spent and treated diatomaceous earth // Bioresour. Technol. – 2005. – V. 96. – P. 657 – 663.
5. Tsai W.T., Lai C.M., Hsien K.J. Characterization and adsorption properties of diatomaceous earth modified by hydrofluoric acid etching // J. Colloid Interface Sci. – 2006. – V. 297. – P. 749 – 754.
6. Tsai W.T., Hsu H.C., Su T.Y., Lin K.Y., Lin C.M. Removal of basic dye (methylene blue) from wastewaters utilizing beer brewery waste // J. Hazard. Mater. – 2008. – V. 154. – P. 73 – 78.
7. Ващенко, В.В. Изучение возможности очистки сточных вод от нефти отработанным кизельгуром / В.В. Ващенко, Е.Ю. Руденко, В.В. Бахарев, Г.С. Муковнина, В.В. Ермаков // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – Т. 19. – № 5. – С. 36 – 39.
8. Руденко Е.Ю., Бахарев В.В., Муковнина Г.С., Бейбулатов С.Ю., Макарова А.А., Макеева Е.Н., Шакиров Д.П. Возможность использования отработанного кизельгура для очистки сточных вод от меди // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Т. 18. – № 5. – С. 24 – 28.
9. Руденко Е.Ю., Бахарев В.В., Муковнина Г.С., Макарова А.А., Бейбулатов С.Ю., Макеева Е.Н., Шакиров Д.П. Влияние различных способов термохимической активации отработанного кизельгура на процесс очистки сточных вод от меди // Экология промышленного производства. – 2017. – № 1 (97). – С. 18 – 21.
10. ПНД Ф 14.1:2.54-96. Методика выполнения измере-

ний массовой концентрации свинца в природных и очищенных сточных водах фотометрическим методом с дитизином. – М: МООСипР РФ, 2004. – 18 с.

11. Климов Е.С., Бузаева М.В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. –Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 201 с.

SEWAGE TREATMENT FROM LEAD THE MODIFIED FULFILLED KIESELGUHR

© 2018 E.Yu. Rudenko, S.Yu. Beybulatov, G.S. Mukovnina, V.V. Bakharev

Samara State Technical University

Possibility of use of the fulfilled kieselguhr which is a waste of brewing, modified by various materials for sewage treatment from lead is studied. The sorbent on the basis of the kieselguhr treated by oxyhydroxide of sodium is capable to delete the considerable quantity of lead from sewage.

Keywords: brewing waste, modified fulfilled kieselguhr, sewage, purification, lead.

Elena Rudenko, Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Technology of Alimentary Productions and Biotechnology.

E-mail: e_rudenko@rambler.ru

Semen Beybulatov, Undergraduate at the Faculty of Food Manufactures. E-mail: sema.bejbulatoff@mail.ru

Galina Mukovnina, Candidate of Chemistry, Assistant professor of chair at the Department of Technology of Alimentary Productions and Biotechnology.

E-mail: galinamukovnina@yandex.ru

Vladimir Bakharev, Doctor of Chemical Sciences, Dean at the Faculty of Food Manufactures.

E-mail: fpp@samgtu.ru