

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Николаева Л. А., Аджигитова А. А.

Казанский государственный энергетический университет
420066, республика Татарстан, город Казань, Красносельская улица, 51
e-mail: aigul-83@mail.ru

Аннотация. В статье показана актуальность проблемы вторичного использования органических отходов. Рассмотрены исследования по адсорбционной очистке сточных вод от ионов меди органическими отходами дилерской компании по доставке пищевых продуктов. Построена изотерма адсорбции. По результатам исследований были сделаны выводы о целесообразности предварительного использования в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора и использовании полученной золы в качестве адсорбента ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: сточные воды, органические отходы, сорбционный материал, ионы тяжёлых металлов

Деятельность многих промышленных предприятий часто приводит к загрязнению окружающей среды сточными водами, содержащими в своём составе вредные вещества, оказывающие и в небольших количествах довольно серьёзное негативное воздействие на здоровье человека и состояние биосферы в целом [2].

Важной экологической проблемой является загрязнение поверхностных вод ионами тяжелых металлов, токсическое воздействие которых на живые организмы приводит к нарушению протекания ферментативных реакций [1].

Одним из распространённых способов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов являются сорбционные и ионообменные методы. В связи с этим возрастает необходимость получения наиболее дешёвых сорбентов с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными характеристиками. [2].

Особый интерес представляют сорбенты, изготовленные из вторсырья. Такие материалы могут решить комплексную проблему очистки воды и утилизации отходов.

За последние 10-15 лет были изучены сорбционные свойства большого количества различных отходов производства и потребления, как в исходном виде, так и модифицированных.

Сырьё, применяемое для сорбции ионов тяжелых металлов, представлено неограниченным набором различных материалов растительного происхождения – шишками, опилками, листьями, семенами, плодами и стеблями различных растений, корой лиственных и хвойных пород деревьев, жмыхами и шротами, скорлупой орехов, шелухой, свекловичным жомом, кожурой фруктов, соломой, травянистыми и водными растениями, торфом. А также илом, морскими водорослями, биомассой бактерий, дрожжей; грибов, и др. [2].

Сегодня большое количество отходов органического происхождения образуется не только на стадии производства, но и на стадии реализации пищевых продуктов. На рынках, в магазинах, компаниях по доставке продуктов питания ежемесячно образуются тонны отходов из продуктов, потерявших потребительские свойства. Такие отходы, как правило, вывозятся на свалки и полигоны что, естественно, сопровождается как экологическим ухудшением окружающей среды, так и существенными экономическими потерями от упущенных возможностей переработки вторичных материальных ресурсов, извлекаемых из отходов [3].

По статистике, органические отходы, попадающие на свалку, по интенсивности являются третьим источником выделения парниковых газов, влияющих на изменение климата. Процесс распада биоразлагаемых продуктов происходит на свалках в условиях нехватки кислорода и сопровождается выделением свалочного газа, который в свою очередь состоит из метана (CH_4), углекислого газа (CO_2) и азота (N_2) [4].

Дилерская компания ООО «Глобал Групп» специализируется на доставке продуктов питания в столовые, кафе, рестораны и другие предприятия общепита. Это, как правило, продукты, в дальнейшем используемые для приготовления пищи для посетителей. В процессе деятельности компании ежемесячно образуется около 25 тонн отходов органического происхождения. Это некондиционные продукты и продукты, потерявшие потребительские качества (поврежденные микроорганизмами).

Анализ состава отходов ООО «Глобал Групп» показал, что основную массу отходов (92,5%) составляют зелень, овощи и фрукты.

В качестве первичной переработки нами было выбрано использование органических отходов в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора. Полученную после сжигания золу планируется использовать в качестве адсорбента тяжелых металлов.

В качестве примера рассмотрим эксплуатацию котла-утилизатора, работающего на твердых отходах, АО «Марийский целлюлозно-бумажный комбинат».

Были произведены расчеты котла-утилизатора и токсичности образовавшейся золы. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Для проведения экспериментальных исследований нами были взяты овощи, фрукты, зелень, потерявшие потребительские свойства (частично пораженные грибом плесени). Материал измельчался и высушивался в течение двух недель при температуре от 0 до $+10^{\circ}C$.

Полученный материал высушили при температуре 105-110 °С до постоянного веса. Измельчили и просеяли до размера от 0,01 до 0,09 мм.

Таблица 1 – Характеристики расчета котла-утилизатора ДКВр-10-13, переведенного на альтернативные виды топлива, АО «Марийский целлюлозно-бумажный комбинат» и токсичности золы

Характеристики расчета	Значение
Влажность топлива, %	3
Объем теоретически необходимого воздуха для сжигания 1 кг органических отходов, м ³ /кг	3,67
Действительный расход воздуха на 1 кг органических отходов, м ³ /кг	4,037
Массовый расход воздуха, кг/кг	4,74
Теоретический объем продуктов сгорания, м ³ /кг	4,27
Объем дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу, м ³	1,32
Выбросы твердых частиц в дымовых газах, т/год (г/с)	24,44 (77,5)
Выброс оксидов углерода, т/год (г/с)	424,51 (1346,11)
Валовый выброс оксидов азота в пересчете на диоксид азота, т/год (г/с)	21,44 (67,99)
Валовый выброс оксидов серы в пересчете на диоксид серы, т/год (г/с)	2049,11 (6497,69)
КПД брутто котла, %	84,1
Общий расход топлива, кг/с	0,341
Расчетный расход топлива с учетом потери тепла от механической неполноты горения, кг/с	0,321
Степень опасности золы для окружающей среды	93,59 (класс опасности IV)

Для оценки адсорбционной способности материала по отношению к катионам меди нами были проведены исследования на модельных растворах меди $CuSO_4 \times 5H_2O$ концентрацией 1000 мг/дм³. Исследования адсорбции ионов меди проводили в статическом режиме. Оценка адсорбционной способности сорбента по отношению к растворенным ионам меди проводилась с помощью изотермы адсорбции. Методом переменных навесок и постоянной концентрации получена изотерма адсорбции.

Одновременно в пять конических колб наливали 100 мл модельного раствора и добавляли навески разных масс. По истечении 6 часов перемешивания на магнитных мешалках отделяли от раствора с помощью бумажного фильтра и определяли концентрацию Cu^{2+} в фильтрате.

Полученная изотерма адсорбции представлена на рисунке 1.

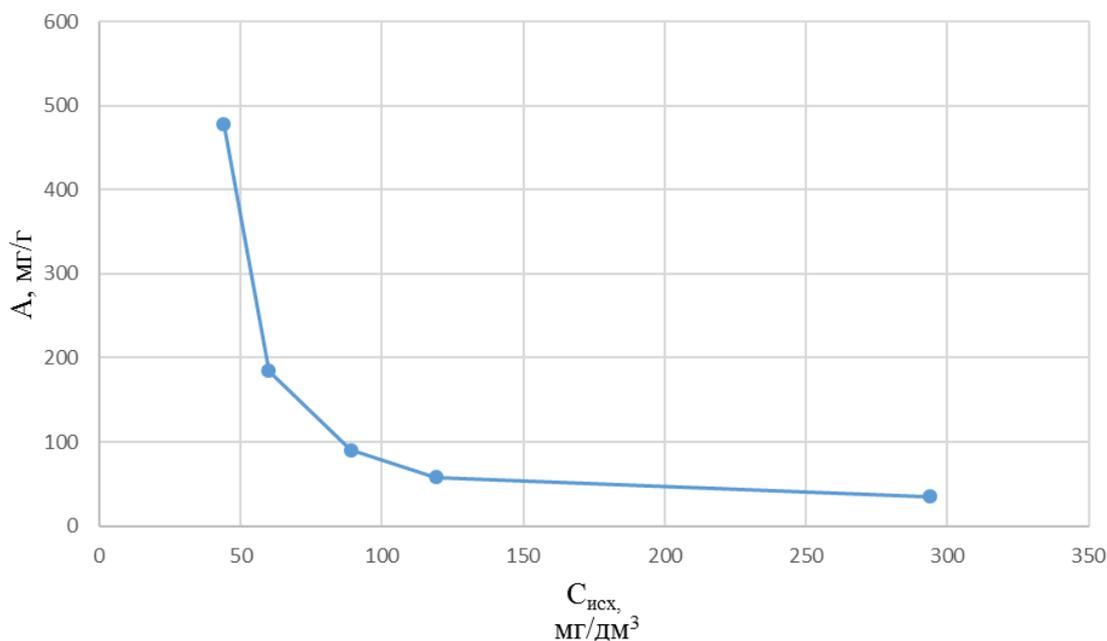


Рисунок 1 – Изотерма адсорбции ионов Cu^{2+} органическими отходами

Для промышленных предприятий важное значение имеет адсорбция растворенных тяжелых металлов, исследованная в динамических условиях.

В эксперименте используется модельный раствор с исходной концентрацией растворенных ионов меди 1,35 мг/дм³. Исследования проводили в фильтровальной стеклянной колонке с внутренним диаметром 2,5 см. Высота слоя загрузки составляет 20 см, масса – 54,38 г, скорость фильтрования – 3,5 м/ч.

Через загрузку CM пропускаются равные объемы модельной смеси порциями по 1 дм³. «Проскок» фиксируется на уровне 0,005 мг/дм³ и появляется в фильтрате при пропускании 163,62 дм³ смеси. Полное

насыщение сорбционного материала происходит при пропускании 210,38 дм³ смеси. Процесс сорбции прекращали, когда концентрация ионов меди в фильтрате достигала значений концентрации на входе в фильтр.

Полученный после использования в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора продукт может найти применение в качестве адсорбента в гальваническом производстве, где образуются сточные воды, загрязненные тяжелыми металлами, представляющие большую опасность для окружающей среды и человека.

На сегодняшний день необходимы дальнейшие детальные исследования по изучению свойств отходов органического происхождения, в том числе и модифицированных, для использования их в качестве сорбентов при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Таким образом, к изучению процессов сорбции тяжелых металлов природными материалами из возобновляемого сырья органической природы проявляется большой интерес. Обуславливается это тем, что органические отходы являются перспективными и экономически выгодными сорбентами для очистки от ионов тяжелых металлов водных растворов, имеющих различный состав, начиная от сточных вод промышленных предприятий до природных вод и пищевых систем [2]. Также экономически выгодным является использование органических отходов в качестве энергетического ресурса.

Литература:

1. Митракова Т.Н. Применение материалов естественного происхождения для сорбционной очистки сточных вод от ионов меди (II). Дис. ... кандидата технических наук: 03.02.08 / Митракова Татьяна Николаевна; [Место защиты: Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина], Москва, 2017, 126 с.
2. Петухова Ю.Н., Ильина С.И., Фурсенко А.В., Носырев М.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью сорбентов. *Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)*, 2019, №7(64), с. 51–54.
3. Соломин И.А. Организация системы управления муниципальными органическими отходами. *Природообустройство*, 2019, №2, с. 60-64.
4. Сопова М.Н., Воздействие несанкционированных свалок на компоненты окружающей среды (на примере г. Абакана). *Наукабезграниц*, 2019, №12 (40), с. 107-110.

USE OF CONSUMER WASTE IN WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES FROM HEAVY METAL IONS

Nikolaeva L. A., Adzhigitova A. A.
Kazan State Power-Engineering University
51 Krasnoselskaya street, Kazan, Republic of Tatarstan, 420066
email: aigul-83@mail.ru

Abstract. The article shows the relevance of the problem of recycling of organic waste. Studies on adsorption treatment of waste water from copper ions by organic waste of a food delivery company are considered. Adsorption was studied under static conditions. The adsorption isotherm is constructed and the oxidability is determined. Based on the research results, conclusions were made about the feasibility of pre-incineration of waste in a waste recovery boiler with energy production and the use of the resulting ash as an adsorbent of heavy metal ions.

Keywords: waste water, organic waste, sorption material, heavy metal ions.