

Ахметшина Алия Римовна

магистрант

Маврин Геннадий Витальевич

канд. хим. наук, заведующий кафедрой

Насыров Ильнар Абузарович

старший преподаватель

Набережночелнинский институт (филиал)

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)

федеральный университет»

г. Набережные Челны, Республика Татарстан

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Аннотация: твердые продукты пиролиза углеродосодержащих отходов (ТПП УСО) проявляют сорбционные свойства и могут использоваться для очистки сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов. Безреагентное удаление электролитов из ТПП посредством их обработки водой повышает их адсорбционную емкость. Эмиссию электролитов в водную фазу исследовали кондуктометрическим методом. В работе показано, что применение ультразвуковой обработки после встряхивания суспензии ТПП повышает эффективность деминерализации.

Ключевые слова: твердые продукты пиролиза, углеродосодержащие отходы, деминерализация, декантат, встряхивание, ультразвуковая обработка.

Получение сорбентов из отходов решает задачи не только природоохранного плана, но и отвечает ресурсо- и энергосбережению. Первоначально полученные продукты переработки отходов подлежат модифицированию с целью улучшения их потребительских свойств [2].

Извлечение электролитов из твердых продуктов пиролиза углеродосодержащих отходов (ТПП УСО) и березового активированного угля (БАУ), взятого в качестве образца сравнения, осуществляли реализацией ряда последующих

стадий: сначала пяти встряхиваний суспензии 5 г ТПП в 100 мл деионизированной воды с заменой воды после каждого встряхивания, потом четырех стадий ультразвуковой обработки суспензии 10, 20, 10 и 20 минут без замены воды и наконец выдержки в течении 16 часов. После каждой стадии проводили измерение удельной электропроводности (УЭП) и определение относительной минерализации (по NaCl) декантата с помощью кондуктометра «АНИОН-720».

Встряхивание выполняли на перемешивающем устройстве «ЛАБ-ПУ-02». Ультразвуковую обработку проводили на установке «Сарфир» при частоте 35 кГц.

Изменение минерализации декантата суспензий по стадиям процедуры вымывания электролитов показано на рис. 1. При каждом последующем встряхивании эмиссия ингредиентов солей в водную фазу суспензий заметно уменьшается, однако применение ультразвуковой обработки, когда встряхивание становится малоэффективным, позволяет интенсифицировать этот процесс.

Минерализация декантата происходит вследствие деминерализации ТПП УСО и БАУ под воздействием физических явлений при встряхивании водной суспензии и ультразвуковой её обработке. Величину деминерализации, отнесенную к 5 г образца ТПП и БАУ, рассчитывали по формуле:

$$Dm(\text{мг/г}) = \frac{Md \cdot V}{m}, \quad (1)$$

где $V = 0,1 \text{ л}$ – объем воды для суспензии в литрах, $m = 5 \text{ г}$ – масса образца ТПП в граммах.

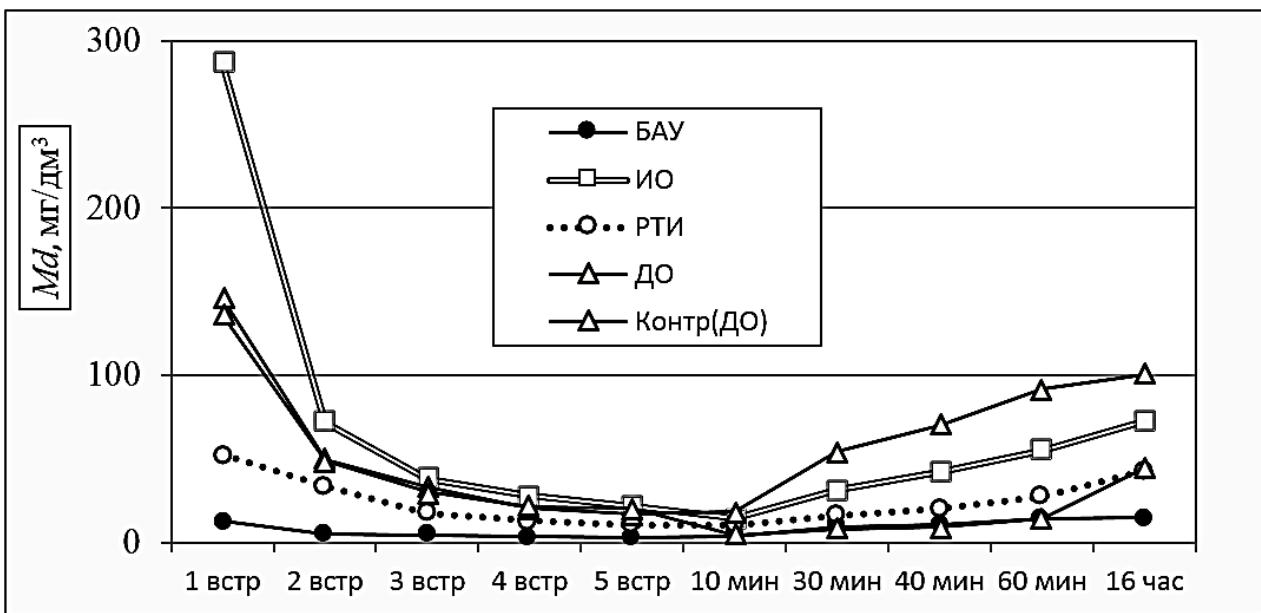


Рис. 1. Минерализация декантата супензии (5 г в 100 мл воды) при ступенчатой обработке ТПП УСО и БАУ (Md , мг/дм³) пятикратным встряхиванием, ультразвуковой обработкой (10, 30, 40 и 60 мин.) и шестнадцатичасовой выдержкой

Расчет деминерализации по нарастающей (Dm'), проводили сложением величины деминерализации по соответствующим стадиям, например:

$$Dm'(встр) = Dm^1 + Dm^{(2-5)}, \quad (2)$$

$$Dm'(УЗО) = Dm^5 + Dm^{(10-60)} \quad (3)$$

где индексы «1, 2–5» отвечают стадиям встряхивания, а «10–60» – стадиям УЗО.

Деминерализация Dm' по стадиям вымывания электролитов из ТПП возрастает так, как это показано на рис. 2.

Кривая «Контр(ДО)» отвечает деминерализации ТПП древесных отходов без проведения УЗО, а кривая «ДО» с УЗО, как во всех остальных случаях. На стадиях УЗО (рис.2) проявляется различие в величине деминерализации, что хорошо видно на рис.3, где по оси ординат отложена величина, представляющая собой разность:

$$\Delta Dm'(\text{ДО}) = Dm'(\text{ДО}) - Dm'(\text{Контр(ДО)}) \quad (4)$$

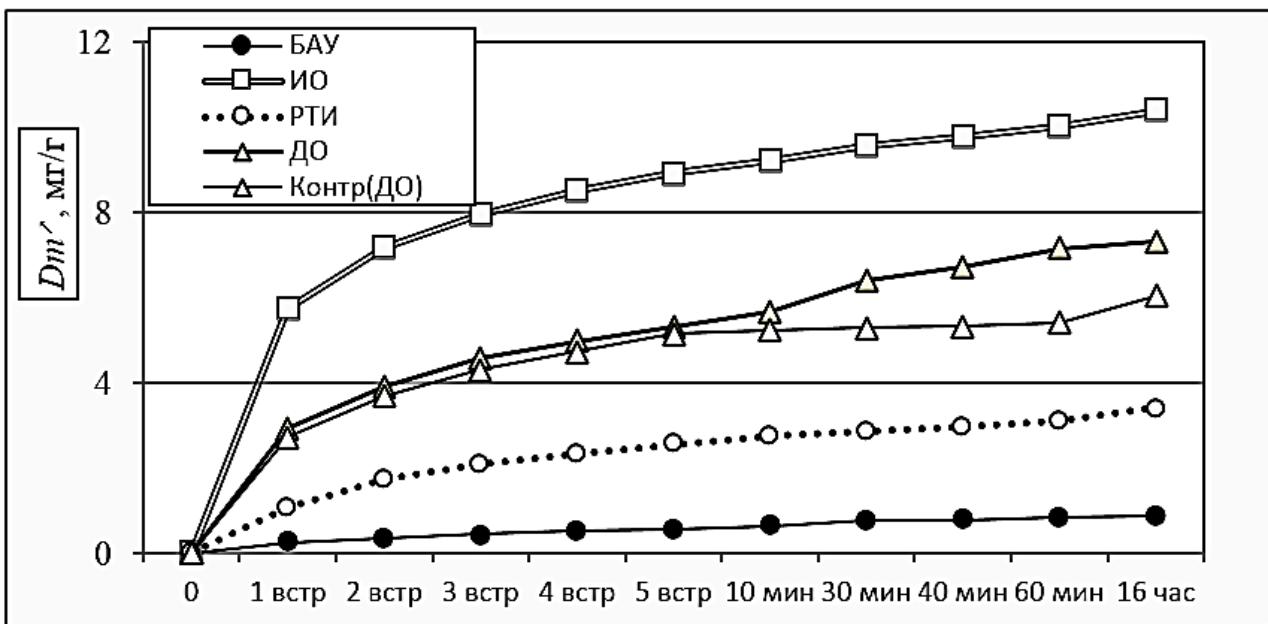


Рис. 2. Деминерализация ТПП УСО и БАУ по нарастающей (Dm' , мг/г) при пятикратном встряхивании супензий (5 г в 100 мл воды), ультразвуковой обработке (10, 30, 40 и 60 мин.) и шестнадцатичасовой выдержкой

На стадиях встряхивания различия для супензий двух образцов ТПП ДО естественно нет, но на стадиях УЗО разница для испытуемого образца (с УЗО) и контрольного (без УЗО) в величине Dm' значительна и имеет максимум при самом продолжительном проведении УЗО (60 мин.).

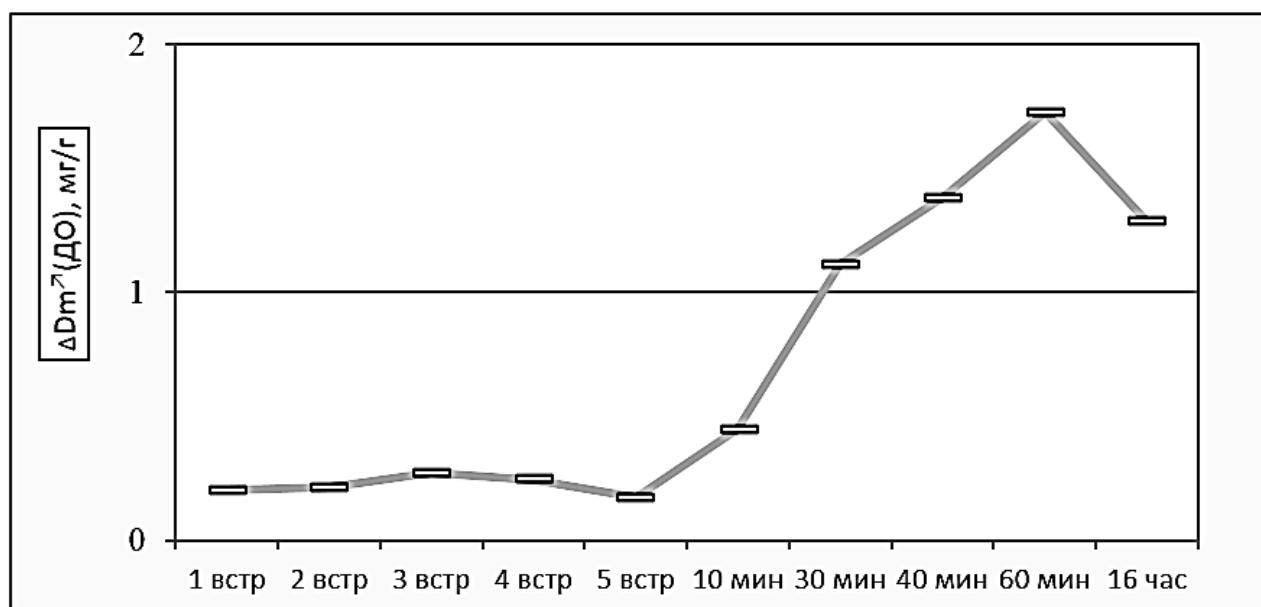


Рис. 3. Разница в нарастающей деминерализации ($\Delta Dm' (\text{ДО})$, мг/г) ТПП древесных отходов (ДО) при пятикратном встряхивании суспензий (5 мг в 100 мл) и ультразвуковой обработке ТПП в течение часа одной суспензии и контрольного образца ТПП ДО со встряхиванием и без ультразвуковой обработки

Данное обстоятельство подчеркивает значимость УЗО для более полного извлечения электролитов из ТПП УСО особенно тогда, когда встряхивание не обеспечивает желаемого объема трансфера ингредиентов из твердой фазы в жидкую.

Эффективность способа деминерализации ТПП УСО предлагается оценивать с учетом объема затраченной воды и времени на реализацию стадий процесса:

$$E_f(\text{мг/г}\cdot\text{л}\cdot\text{час}) = Dm/(V\cdot\Delta\tau) \quad (6)$$

где V объем воды в дм^3 , затраченной на стадии деминерализации ТПП, $\Delta\tau$ – время реализации данной стадии в часах.

При этом считаем, что эффективность будет возрастать с уменьшением количества использованной воды и уменьшением затраченного на реализацию стадии времени.

Изменение эффективности по стадиям предложенного способа деминерализации ТПП УСО E_f происходит согласно графику на рис.4

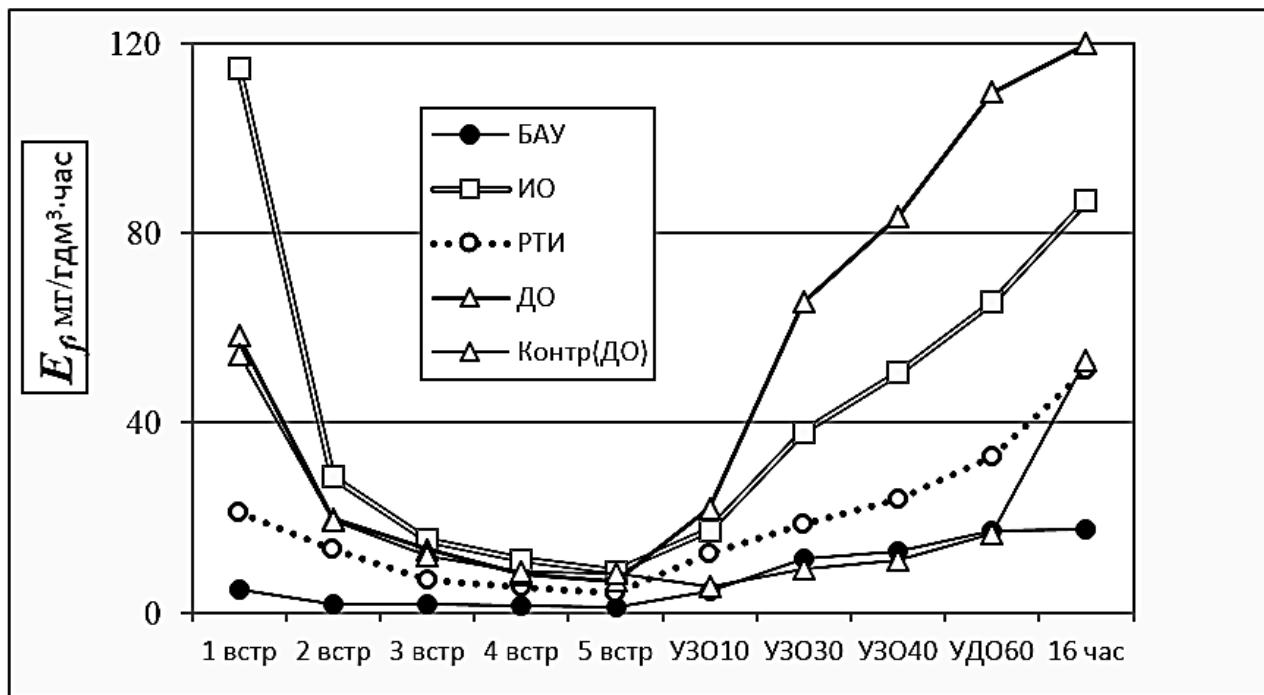


Рис. 4. Эффективность стадий деминерализации ТПП УСО и БАУ (E_f , мг/г·дм³·час) при ступенчатой обработке суспензии (5 г в 100 мл воды) пятикратным встряхиванием, ультразвуковой обработкой (10, 30, 40 и 60 мин.) и шестнадцатичасовой выдержкой

Таким образом, безреагентное удаление электролитов из ТПП УСО возможно обработкой водной суспензии ТПП встряхиванием и ультразвуковым воздействием с частичной заменой воды на стадиях встряхивания. Эффективность деминерализации снижается с каждым последующим встряхиванием и возрастает при увеличении продолжительности ультразвукового воздействия.

Список литературы

1. Nasyrov I.A. Sorption properties of pyrolysis products of sludge, wood waste and rubber waste for heavy metal ions / I.A. Nasyrov, G.V. Mavrin, A.R. Ahmetshina, I.A. Ahmadieva // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – 9(1S). – P. 1615–1625.
2. Ахметшина А.Р. Продукты пиролиза углеродсодержащих отходов, как вторичные энергетические и материальные ресурсы / А.Р. Ахметшина,

Б.В. Терентьева, И.А. Насыров, Г.В. Маврин, В.М. Ахметов // Энергосбережение. Наука и образование: Сборник докладов международной конференции (28 ноября 2017 г.) / Редкол. И.Х. Исрафилов [и др.]; под ред. д-ра техн. наук И.Х. Исрафилова. – Набережные Челны. Издательство-полиграфический центр Набережночелнского института К(П)ФУ, 2017. – С. 44–47.