

Контрольный образец бетона без отходов с низкокачественным гравием	ЩЦ 400	420	Песок	625	6,05
	Вода	190	Кр.зап.	0	
	В\Ц	0,42	гравий	1085	
	Всего	2320			
Образец бетона с крупным ЛШ, заменяющим гравий	ЩЦ 400	420	Песок	625	8,95
	Вода	190	Кр.зап.	542,5	
	В\Ц	0,42	Гравий	542,5	
	Всего	2320			

Из таблицы выше можно сделать вывод, что применение добавок из отходов при изготовлении бетона увеличивает его прочность на 10% в случае с гравием высокого качества и на 48% в случае с гравием высокого качества [5].

Добавление к строительному раствору добавки из ТПП ОАШ не приводит к увеличению загрязнения водных вытяжек, а при добавлении в состав в качестве добавки ЛШ приводит к увеличению прочности материала. Это говорит о возможности применения продуктов пиролиза для изготовления продукции с полезными свойствами – колерной добавки к бетонным изделиям, а ЛШ – упрочняющего компонента [6, с. 12-13].

Список литературы

1. Исследование возможности применения метода пиролиза для утилизации нефтяных отходов.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ztbo.ru/o-tbo/lit/pererabotka-promishlennix-otxodov/pererabotka-neftesoderzhshix-otxodov> (Дата обращения: 08.12.2021).

2. ИТС 15-2016 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов))» - Бюро НТД, Москва, 2016, с. 4

3. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

4. ГОСТ 10181-2014 Смеси бетонные. Методы испытаний.

5. ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия (с поправкой).

6. Бетон и бетонные конструкции // Зоткин А.Г. – Москва, Издательство Феникс, 2012. – с. 12-13

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ ТВЁРДЫХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА

Щербинин Никита Святославович

Магистрант второго года обучения, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», гр. 3201311, г. Набережные Челны.

Шарипов Николай Сергеевич

Магистрант второго года обучения, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», гр. 3201311, г. Набережные Челны.

Калимуллин Рустам Ильдарович

Магистрант второго года обучения, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», гр. 3201311, г. Набережные Челны.

Маврин Геннадий Витальевич

Заведующий кафедрой, к.н. (доцент), Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны.

MINERALIZATION OF WATER EXTRACT OF SOLID PYROLYSIS PRODUCTS

Shcherbinin Nikita Svyatoslavovich

Second year master's student of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga) Federal University, Group №3201311, Naberezhnye Chelny.

Sharipov Nikolay Sergeevich

Second year master's student of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga) Federal University, Group №3201311, Naberezhnye Chelny.

Kalimullin Rustam Ildarovich

Second year master's student of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga) Federal University, Group №3201311, Naberezhnye Chelny.

Mavrin Gennadii Vitalevich

Head of department, Ph.D. (associate professor); Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga) Federal University, Naberezhnye Chelny.

АННОТАЦИЯ

В данной работе предлагается применение кондуктометрического метода измерения минерализации водной вытяжки твёрдых продуктов пиролиза углеродсодержащих отходов (далее ТПП УСО) и непосредственная деминерализация самих отходов.

В результате проведённой работы демонстрируется непосредственная эмиссия загрязняющих веществ, представляющих собой различные соли, минеральные вещества и тяжелые металлы, в водную фазу.

ABSTRACT

This paper proposes the use of a conductometric method for measuring the salinity of a water extract of solid pyrolysis products of carbon-containing waste (next SPP) and direct demineralization of the waste itself.

As a result of the work carried out, the direct emission of pollutants, which are various salts, minerals and heavy metals, into the aqueous phase is demonstrated.

Ключевые слова: ДВ - Дистиллированная вода; ПП - продукты пиролиза; ТПП УСО - твёрдые продукты пиролиза углеродсодержащих отходов; БАУ - березовый активированный уголь; ИО - иловые осадки; ДО - древесные опилки; РТИ - отработанные автомобильные покрышки; КУПОсП – куриный помёт с подстилкой; Глина - глино-песчаная смесь; УЗО – ультразвуковая обработка.

Key words: DW - Distilled water; PP - pyrolysis products; SPP - solid pyrolysis products of carbon containing wastes; BAC - birch activated carbon; SP - silt precipitation; SD - sawdust; UCT - used car tires; CM - chicken manure; Clay - clay-sand mixture; UST - ultrasonic treatment.

В данной работе предлагается применение кондуктометрического метода измерения минерализации водной вытяжки твёрдых продуктов пиролиза углеродсодержащих отходов (далее ТПП УСО) и непосредственная деминерализация самих отходов. Таким образом можно определить общее количество загрязняющих веществ в составе карбонизатов. За счёт процесса встряхивания и ультразвуковой обработки модулируются естественные процессы омыwania ТПП УСО дождевой водой при их размещении на полигонах хранения отходов. В результате чего можно составить заключение о том, каковы будут масштабы загрязнения окружающей среды при длительном хранении ТПП УСО в местах размещения отходов, в частности определить концентрацию минеральных компонентов, вымываемых из карбонизатов и переходящих в почву, подземные и грунтовые воды.

Поскольку значения УЭП водного раствора определяются присутствием в растворе частиц электролита (солей), кондуктометрия предоставляет возможность по величине УЭП находить относительную минерализацию воды (обычно по NaCl) [1, с. 3]. По величине минерализации водной вытяжки из материала можно судить о количественной эмиссии

минеральных компонентов из твердых продуктов пиролиза (ТПП) УСО в водную фазу.

Средства измерения УЭП, кондуктометры, удобны и просты в применении. Процедура измерения УЭП не сложная и оперативная, так как равновесие в воде у поверхности электрода кондуктометра устанавливается быстро.

Измерения проводили на следующих ступенях процесса вымывания минеральных компонентов (солей) из твердых объектов исследования:

1) встряхивание первоначально образованной суспензии в течение 20 минут на встряхивателе (кратко: «1 встр»);

2) выдерживание суспензии в течение 16 часов без внешнего воздействия («16 час»);

3) декантирование суспензии, добавление к осадку свежей деионизированной воды до объема суспензии в 100 мл, встряхивание обновленной суспензии в течение 20 минут («2 встр»);

4) ультразвуковая обработка суспензии в течение 30 минут («УЗО₃₀»);

5) ультразвуковая обработка суспензии в течение 10 минут (итого 40 минут ультразвука) («УЗО₄₀»);

6) ультразвуковая обработка суспензии в течение 20 минут (итого 60 минут ультразвука) («УЗО₆₀»), представленная на рисунке 1.

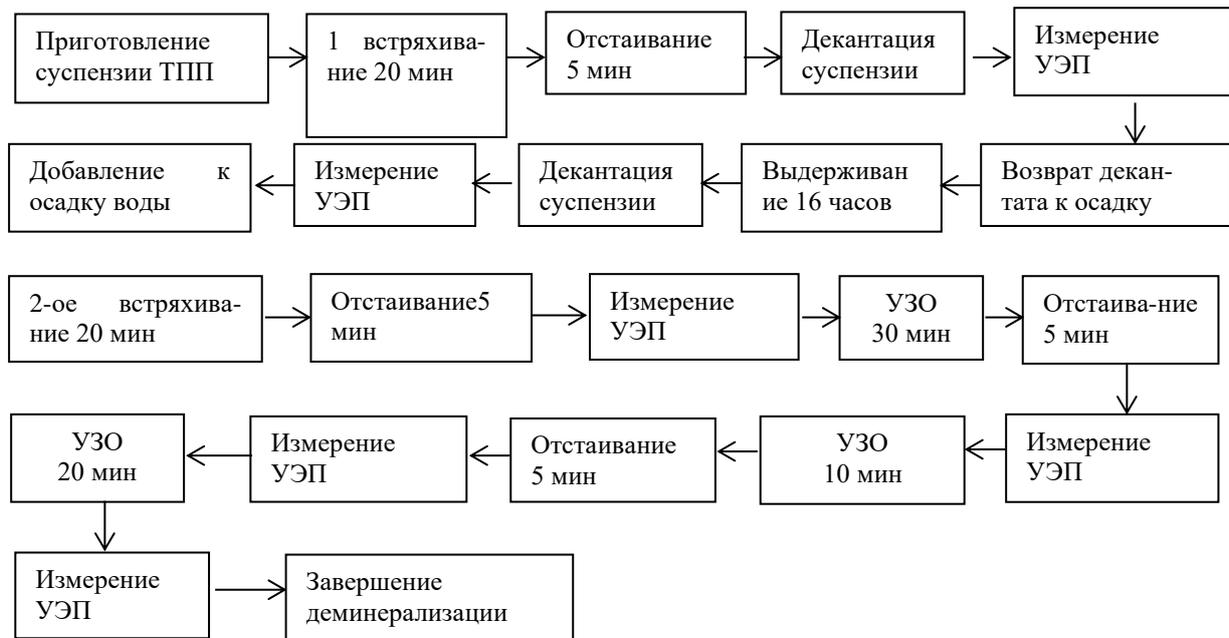


Рисунок 1. Стадии деминерализации твердых продуктов пиролиза углеродсодержащих отходов

В таблице 1 приведены результаты кондуктометрического измерения водной фазы суспензий 1 грамма березового активированного угла (БАУ) и ТПП УСО – иловых осадков (ИО), древесных опилок (ДО), отработанных автомобильных покрышек (РТИ), куриного помета с подстилкой (КУПОсП) и глино-песчаной смеси

(глина) после встряхиваний, выдерживаний и ультразвуковой обработки. Согласно данным таблицы 1 по мере протекания процессов эмиссии солей из твердых объектов наблюдается увеличение минерализации водной фазы суспензии за исключением перехода от ступени «16 час» к ступени «2 встр».

Таблица 1

Удельная электропроводность (УЭП) и рассчитанная по NaCl минерализация (M_{NaCl}) декантата суспензии (1г в 100 мл деионизированной воды) березового активированного угла (БАУ) и твердых продуктов пиролиза углеродсодержащих отходов – иловых осадков (ИО), древесных опилок (ДО), отработанных автомобильных покрышек (РТИ), куриного помета с подстилкой (КУПО) и глино-песчаной смеси (глина) после встряхиваний, выдерживаний и ультразвуковой обработки

ТПП		БАУ	КУПОсП	ИО	ДО	РТИ	Глина
Встряхивание 20 мин. а)	УЭП, мкСм/см	8,8	892	143,5	37,2	114,8	90,5
	M_{NaCl} , мг/дм ³	4	434	67,9	17,3	53,8	42,3
Выдерживание 16 час	УЭП, мкСм/см	16,1	1018	196,5	72,2	135,5	138,9
	M_{NaCl} , мг/дм ³	7,7	498	92,7	33,7	63,5	65,6
Встряхивание 20 мин. б)	УЭП, мкСм/см	3,9	90	27,8	20,4	31	17,2
	M_{NaCl} , мг/дм ³	1,8	42,1	12,9	9,6	14,3	8,0
УЗО ₃₀	УЭП, мкСм/см	8,7	116,1	44,3	24,4	34	34,6
	M_{NaCl} , мг/дм ³	3,96	54,4	20,8	11,3	15,71	16,2
УЗО ₄₀ в)	УЭП, мкСм/см	10,1	122	35,1	25,8	36,2	38,3
	M_{NaCl} , мг/дм ³	4,5	57	16,32	11,9	16,9	17,6
УЗО ₆₀ г)	УЭП, мкСм/см	11,5	132,6	40,6	32,4	44,8	57,1
	M_{NaCl} , мг/дм ³	5,2	61,7	18,9	15,1	20,4	26,4

Примечание: а) первое встряхивание (1 встр); б) второе встряхивание (2 встр); в) ультразвуковая обработка суспензии в течение 10 минут, а учетом ступени «УЗО₃₀» 40 минут; г) ультразвуковая обработка суспензии в течение 20 минут, а учетом ступеней «УЗО₃₀» и «УЗО₄₀» - 40 минут.

Выдерживания суспензии без воздействия извне рассчитана по формуле:

$$Md(16 \text{ час}) = M_{NaCl}(1 \text{ встр}) - M_{NaCl}(16 \text{ час}), \quad (1)$$

Для остальных ступеней:

$$Md(1 \text{ встр}) = M_{NaCl}(1 \text{ встр}), \tag{2}$$

$$Md(2 \text{ встр}) = M_{NaCl}(2 \text{ встр}) - M_{NaCl}(16 \text{ час}), \tag{3}$$

$$Md(U3O_{30}) = M_{NaCl}(U3O_{30}) - M_{NaCl}(2 \text{ встр}), \tag{4}$$

$$Md(U3O_{40}) = M_{NaCl}(U3O_{40}) - M_{NaCl}(U3O_{30}), \tag{5}$$

$$Md(U3O_{60}) = M_{NaCl}(U3O_{60}) - M_{NaCl}(U3O_{40}), \tag{6}$$

Таблица 2

Минерализация декантата по ступеням (*Md*) суспензии (1г в 100 мл деиониз-рованной воды) березового активированного угля (БАУ) и ТПП УСО – иловых осадков (ИО), древесных опилок (ДО), отработанных автомобильных покрышек (РТИ), куриного помета с подстилкой (КУПО) и глино-песчаной смеси (глина) после встряхиваний, выдерживаний и ультразвуковой обработки

Показатель ступень ТПП	Минерализация декантата по ступеням (<i>Md</i> , мг/дм ³)						
	вода	1 встр	16 час	2 встр	УЗО ₃₀	УЗО ₄₀	УЗО ₆₀
БАУ	0,4	4	3,67	1,84	2,12	0,56	0,70
ИО	0,4	67,9	24,8	12,9	2,85	0,57	2,58
ДО	0,4	42,3	23,3	8,02	8,13	1,45	8,78
КУПО	0,4	434	64	42,1	12,3	2,6	4,70
РТИ	0,4	17,3	16,4	9,6	1,74	0,51	3,26
Глина	0,4	53,8	9,7	14,3	1,41	1,19	7,50

Общая картина изменения минерализации *Md* водной фазы суспензий БАУ и ТПП УСО приведена на диаграмме рисунка 2.

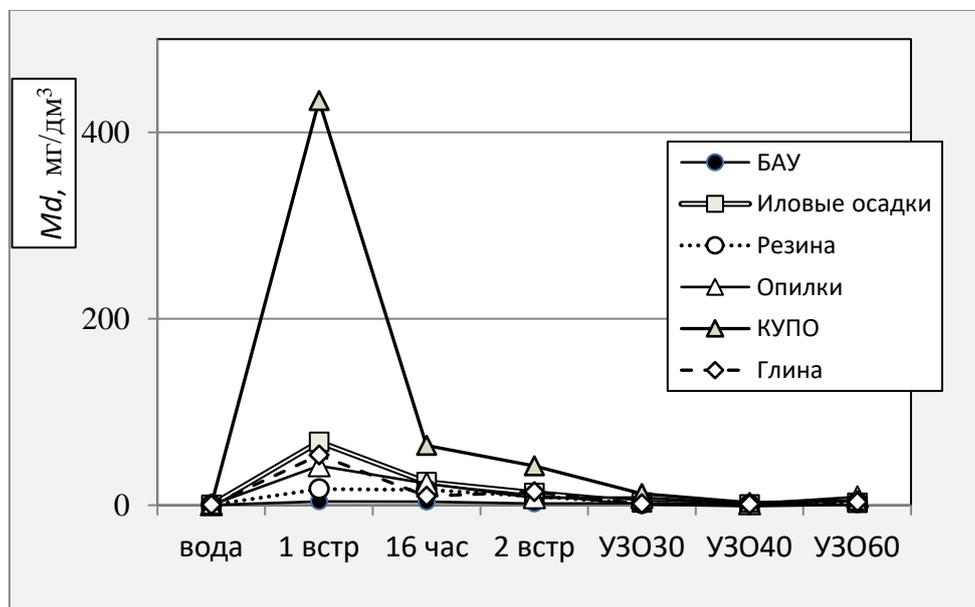


Рисунок 2. Изменения в ступенчатой минерализации декантата БАУ и ТПП (*Md*, мг/дм³) при реализации способа «2 встряхивания, 1 выдерживание и 1 час УЗО, 1 г» (суспензия из 1 мг ТПП или БАУ в 100 мл деионизированной воды)

На начальных ступенях данного способа вымывания солей наибольшее значение имеют ступени встряхивания, превосходящие в сумме по объемам эмиссии ступень выдерживания. Остаточное количество солей на заключительных ступенях вымывается более эффективно ультразвуковой обработкой суспензии. При этом от

начальных ступеней вымывания солей к конечным уменьшается размах между максимальной и минимальной минерализациями *Md* водной фазы суспензий различных ТПП. Вероятно, вымывание малого и конечного количества солей из ТПП посредством ультразвуковой обработки имеет

общий характер, то есть имеет значение для ТПП всех исследованных в работе УСО.

Деминерализацию Dm (обессоливание, как необходимую процедуру для активирования ТПП в потенциальный сорбент) выразим в единицах $мг$ соли на 1 грамм образца ТПП, то есть как « $мг/г$ ». В таком случае деминерализация по ступеням рассчитывается из ступенчатой минерализации Md декантата согласно формуле:

$$Dm = Md \cdot V / m_{ТПП} \quad , (7)$$

где V - объем деминерализованной воды, взятой для обработки образца ТПП в $дм^3$, $m_{ТПП}$ - масса образца взятого ТПП, в $граммах$.

Результаты расчета величины Dm приведены в таблице 3.

Таблица 3

Деминерализация БАУ и ТПП по ступеням (Dm) в суспензии (1г в 100 мл деионизированной воды) БАУ и ТПП УСО – иловых осадков иловых полей ООО «Челныводоканал» (ИО), отработанных автомобильных покрышек (РТИ), древесных опилок (ДО), куриного помета с подстилкой (КУПО) и глино-песчаной смеси (глина) после встряхиваний, выдерживаний и ультразвуковой обработки (способ: «2 встряхивания, 1 выдерживание, 1 час УЗО, 1г в 100мл»)

Показатель Ступень ТПП	Деминерализация БАУ и ТПП по ступеням (Dm , $мг/дм^3$)						
	Dm^0	1 встр	16 час	2 встр	УЗО ₃₀	УЗО ₄₀	УЗО ₆₀
БАУ	0	0,4	0,367	0,184	0,212	0,056	0,070
ИО	0	6,79	2,48	1,29	0,285	0,057	0,258
РТИ	0	1,73	1,64	0,96	0,174	0,051	0,326
ДО	0	4,23	2,33	0,80	0,813	0,145	0,878
КУПО	0	43,4	6,4	4,21	1,23	0,260	0,470
Глина	0	5,38	0,97	1,43	0,141	0,119	0,350

Более всего деминерализация происходит на первой ступени «1 встр» со встряхиванием на протяжении 20 минут. Последующее длительное выдерживание суспензии на протяжении 16 часов в отсутствии внешнего воздействия (вторая ступень:

«16 час») также связано с заметной потерей твердыми образцами солей. Оставшиеся минеральные вещества удаляются из ТПП ультразвуковой обработкой.

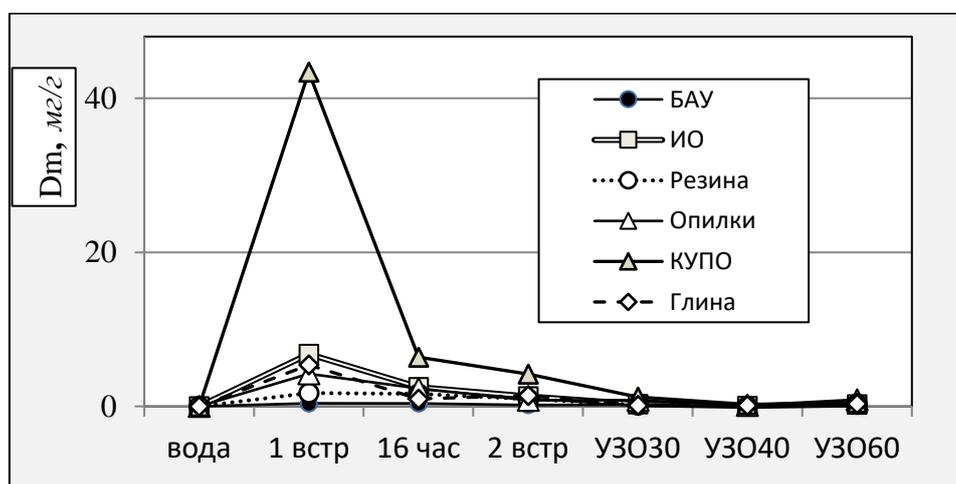


Рисунок 4. Изменения в ступенчатой деминерализации 1 г БАУ и ТПП в 100 мл деионизированной воды (Dm , $мг/г$) при реализации способа «2 встряхивания, 1 выдерживание и 1 час УЗО, 1 г»

Диаграмма для ступенчатой деминерализации Dm (рисунок 4) идентична диаграмме для Md на рисунке 2. Более всего деминерализация происходит на первой ступени «1 встр» со встряхиванием на протяжении 20 минут. Последующее длительное выдерживание суспензии на протяжении 16 часов в отсутствии внешнего воздействия (вторая ступень: «16 час») также связано с заметной потерей твердыми образцами солей. Оставшиеся минеральные

вещества удаляются из ТПП ультразвуковой обработкой.

Таким образом демонстрируется непосредственная эмиссия загрязняющих веществ, представляющих собой различные соли, минеральные вещества и тяжелые металлы, в водную фазу. Что даёт представление о потенциальном загрязнении окружающей среды при хранении отходов твёрдых продуктов пиролиза

углеродсодержащих отходов на полигонах и свалках без их изначальной деминерализации.

Список литературы:

1. Кондуктометрия. Кондуктометрическое и высокочастотное титрование: Метод. указ. к лаб. работам / Сост. Стифатов Б. М., Рублинецкая Ю. В. – Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2017. - 12 с.