DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-1-4-11

*Свергузова С.В. *, доктор технических наук, профессор,
Сапронова Ж.А., доктор технических наук,
Святченко А.В.,*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия,
Том Отити, доктор философии, профессор, Нобелевский лауреат 2007 г.,
Университет Макерере, Уганда*

*Ответственный автор E-mail: pe@intbel.ru

АДСОРБЦИЯ ВЕРЕТЕННОГО МАСЛА НАТИВНЫМ И ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННЫМ ЛИСТОВЫМ ОПАДОМ КАШТАНОВ

Аннотация: широко распространенным и эффективным способом очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, является адсорбция. Для реализации этого способа одним из лучших сорбентов является активированный уголь. Однако, сорбенты на основе активированных углей имеют высокую стоимость и требуют дальнейшей регенерации, что значительно удорожает процесс водоочистки. Кроме того, при регенерации таких сорбционных материалов образуются вторичные токсичные отходы, которые тоже создают экологические проблемы. Поэтому разработка новых эффективных и недорогих сорбционных материалов, особенно на основе разнообразных отходов, являются актуальной задачей.

Для исследований мы использовали листовой опад деревьев рода конского каштана (лат. *Aesculus hippocastanum* L.). Конский каштан широко распространен в средней полосе Российской Федерации, стран СНГ, Южной Европы. По данным муниципальных городских служб только на территории города с населением около 400 тыс. человек произрастает примерно 5 тыс. каштановых деревьев, листовой опад которых ежегодно покрывает улицы и скверы. Листовой опад нигде не используется, вывозится на полигоны ТБО.

Проведено экстрагирование широко используемого в промышленности нефтепродукта – веретенного масла марки И-20А из модельных эмульсий нативным и термически модифицированным листовым опадом каштанов в качестве сорбционного материала. Исследованы физико-химические свойства листового опада, такие как насыпная плотность, влажность, зольность, pH водной вытяжки, удельная поверхность.

Перед экстрагированием листовой опад каштанов измельчали до размеров 3-5 мм. Термическую обработку проводили в сушильном шкафу типа СНОЛ и муфельной печи в интервале температур 100-500°C. Установлено, что в процессе термообработки удельная поверхность сорбционного материала увеличивается от 2,6 до 27,9 м²/г, изменяется структура микрорельефа поверхности в сторону повышения шероховатости и дефектности; сорбционный материал приобретает гидрофобные свойства. Рекомендованная температура термообработки 200°C. Эффективность очистки модельных эмульсий составляет 91%.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, адсорбция, водоочистка, листовой опад каштанов, эффективность очистки, эмульсия

Введение

Наиболее распространенными веществами загрязняющими мировую океан как известно является нефть и нефтепродукты. Они попадают туда в ходе различных процессов нефтедобычи, нефтепереработки и транспортировки, а также при аварии танкеров и буровых платформ, в ходе сброса балластных и нефтесодержащих вод [1]. В море загрязнение нефтью имеет разнообразные формы. Оно может покрывать поверхность воды тонкой пленкой в несколько сантиметров. Впоследствии возникает эмульсия «нефть в воде» или «вода в нефти». Со временем образуются нефтяные агрегаты тяжелой фракции нефти, способные долго находиться на поверхности моря. К плавающим агрегатам мазута присоединяются всевозможные мелкие животные, которыми питаются крупные млекопитающие и рыбы. Вместе с ними они проглатывают и нефть. По этой причине, одни насквозь пропитываются нефтью, вследствие чего, из-за неприятного вкуса и запаха, становятся не пригодными для пищи, другие гибнут [2, 3]. Значительное количество нефти находится в тонком поверхностном слое морской воды, которое играет большую роль для различных сторон жизни океана. Он выступает как «детский сад» для многих популяций. В нем сконцентрировано множество организмов. Между океаном и атмосферой нарушается газообмен из-за поверхностных нефтяных пленок. Претерпевают преобразования процессы выделения и растворения углекислого газа, кислорода, теплообмена, изменяется отражательная способность (альбедо) морской воды [4]. Поэтому снижение количества нефтепродуктов, которые поступают в окружающую среду, является актуальной задачей. Очистка сточных вод от нефтепродуктов в зависимости от их состава и концентрации осуществляется механическим, физико-химическим и биологическим способами с последующей доочисткой воды [5].

Адсорбция растворенных или эмульгированных органических веществ является основой большинства технологических процессов [6]. Суть адсорбционного метода заключается в осаждении на поверхности адсорбента загрязнений, находящихся в сточной жидкости. Адсорбент при этом добавляют в измельченном виде в очищаемую жидкость и перемешивают со сточной водой, далее вместе с загрязнениями его удаляют при помощи фильтрования или отстаивания. Однако, чаще очищенную воду пропускают через фильтр, содержащий адсорбент [7, 8]. Адсорбционная очистка используется в качестве метода предварительной очистки или самостоятельно, к примеру, если загрязняющие вещества биологически не разлагаются или являются сильно токсичными. [9]. К основному достоинству метода адсорбции относится высокая эффективность очистки сточных вод, которые содержат несколько веществ. Степень адсорбционной очистки может достигать 80-99 % и зависит от химической природы адсорбента, площади адсорбционной поверхности и ее доступности, включая состояние вещества в растворе и химическое строение [10, 11].

Общепризнанными и широко распространенными адсорбентами являются активированные угли [12]. Однако из-за высокой их стоимости, необходимости регенерации отработанных активных углей и образованием в связи с этим вторичных отходов – токсичных сточных вод – имеется актуальная необходимость разработки эффективных и недорогих сорбционных материалов, особенно получаемых на основе производственных и природных отходов [13].

Нами в качестве сорбционного материала использовался лиственный опад деревьев рода конского каштана (лат. *Aesculus hippocastanum* L.) собранный в период листопада. Данный род каштанов широко распространен в средней полосе России, странах СНГ, Южной Европе [14] и составляет значительную часть парковых и городских древесных насаждений, так как обладает высокими декоративными свойствами, неприхотлив в уходе и устойчив к неблагоприятным климатическим и микробиологическим воздействиям. Дерево имеет большую крону и обильный лиственный покров. По данным муниципальных городских служб только на территории города с населением около 400 тыс. человек произрастает примерно 5 тыс. каштановых деревьев, лиственный опад которых ежегодно покрывает улицы [15, 16]. В парках, скверах, в черте городской застройки лиственный опад убирается и вывозится на полигоны ТБО. Таким образом, ценный сорбционный природный возобновляемый материал нигде не применяется, а бесцельно выбрасывается, что с точки зрения использования природных ресурсов является крайне нерациональным.

В разных климатических зонах накопление биомассы ЛОК различно. На количество образование лиственной биомассы оказывают влияние тип насаждений (одиночный, групповой или аллейный), количество деревьев на единицу площади и возраст каждого дерева [17].

Материалы и методы

В качестве объектов исследования в работе использовались:

- модельные водные эмульсии, содержащие веретенное масло И-20А в концентрации 1 г/дм³;
- сорбционный материал на основе листового опада каштанов нативный (ЛОК-Н);
- сорбционный материал на основе термически модифицированного листового опада (ЛОК-М).

К сорбционным материалам, применяемым для извлечения нефтепродуктов из водных сред, предъявляются следующие требования: высокая сорбционная емкость, гидрофобность, экономическая рациональность.

В соответствии с вышесказанным исследовались физико-химические характеристики ЛОК: влажность, pH водной вытяжки, насыпная плотность, гидрофобность, зольность, удельная поверхность.

Для определения пористости и удельной поверхности ЛОК использовали метод газовой молекулярной адсорбции азота в монослое пористого вещества при низких температурах. Для реализации данного метода применяли прибор Sorbi-MS, который позволяет косвенно определить удельную поверхность сорбционного материала по заданному числу точек на изотерме адсорбции, построенной по линейному уравнению БЭТ. Классический линейный метод БЭТ позволяет исследовать образцы с размерами пор в интервале от 0,01 до 10 мкм для диапазона относительных парциальных давлений газа адсорбата $P/P_s = 0,05-0,20$ [18, 19]. В нашей работе проводилось исследование полной изотермы адсорбции в диапазоне относительных парциальных давлений $P/P_s = 0,01-0,99$ и десорбции $P/P_s = 0,99-0,40$. Температуры процессов составляли $T_1 = 173$ К и $T_2 = 72$ К для адсорбции и десорбции соответственно. Микроскопические исследования рельефа поверхности ЛОК проводили методом сканирующей электронной микроскопии на приборе TescanMira3 LMU.

Результаты и обсуждение

Исследованию подвергали образец ЛОК-Н и образцы ЛОК-М, термообработанные при температурах 200-500° С. Термообработку измельченного до размеров ≤ 5 мм ЛОК проводили в сушильном шкафу типа СНОЛ и муфельной печи типа LOIP. Результаты исследований физико-химических свойств ЛОК представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические свойства ЛОК

Table 1

Physical and chemical properties of chestnut tree waste (LOC)

Определяемый параметр	Обозначение	Размерность	Значение
Насыпная плотность	$\rho_{\text{нас}}$	кг/м ³	30
Влажность	W	%	4,80
Зольность	Z	%	1,2
pH водной вытяжки	pH	-	6

Значения величины удельной поверхности ($S_{\text{уд}}$) представлены в табл.2.

Таблица 2

Удельная поверхность образцов

Table 2

Sample specific surface area

Температура обработки, t, °C	Масса образца, г	Влажность, %	Константа БЭТ	Коэффициент корреляции	Удельная поверхность $S_{\text{уд}}$, м ² /г
100	0,385	4,80	2	0,4297	$2,6 \pm 1,6$
200	0,385	2,50	19	0,9857	$4,0 \pm 0,4$
300	0,454	3,00	48	0,9979	$17,6 \pm 0,6$
400	0,395	2,70	88	0,9991	$24,8 \pm 0,6$
500	0,434	2,40	46	0,9998	$27,9 \pm 0,4$

Как видно из результатов, представленных в табл. 2, с повышением температуры обработки образцов величина $S_{\text{уд}}$ ЛОК возрастает от 2,6 до 27,9 м²/г, т.е. в 10,7 раз. Очевидно, это связано с изменением формы и размеров частиц и увеличением пористости образцов.

Методом сканирующей электронной микроскопии были получены изображения микрорельефа поверхности частиц ЛОК. Из микрофотографий (увеличение 100 нм), представленных на рис. 1, следует, что при увеличении температуры термообработки поверхность частиц ЛОК становится более рельефной, развитой, увеличивается количество пор, впадин, неровностей, растет общая шероховатость поверхности и ее дефектность.

При извлечении из воды нефтепродуктов, жиров, масел большое значение имеет гидрофобность поверхности сорбционного материала. Установлено [20], что гидрофобные вещества лучше извлекаются из воды гидрофобными сорбционными материалами, а гидрофильные – гидрофильными сорбентами. Гидрофобные свойства ЛОК исследовали путем нанесения капли воды на поверхность сорбционного материала и наблюдения за процессом растекания капли.

Установлено [21], что на гидрофобных поверхностях капли не растекаются (рис. 2, а) и образуют большой краевой угол смачивания. На гидрофильной поверхности, наоборот, вода образует капли, которые имеют малый краевой угол и растекаются по поверхности (рис. 2, б).

В исследованиях капли воды наносили как на поверхность ЛОК-Н, так и на ЛОК-М, термообработанного при температуре 200 °С (ЛОК-М200). Из рис. 3 видно, что для капли, нанесенной на поверхность ЛОК-Н (рис. 3, а), заметно растекание, в то время как капля, нанесенная на поверхность ЛОК-М200 (рис.3, б) практически не растекается, края сохраняют выпуклую форму. Таким образом, следует, что ЛОК-Н обладает гидрофильными свойствами, а ЛОК-М200 – гидрофобными.

Рис. 1. Микрофотографии поверхности ЛОК
Fig. 1. Microphotographs of chestnut tree waste (LOC) surface

Рис. 2. Характеристика гидрофобных и гидрофильных свойств поверхности:
а) – гидрофобная поверхность; б) – гидрофильная поверхность
Fig. 2. Characteristic of hydrophobic and hydrophilic surface properties:
а) – hydrophobic surface; б) – hydrophilic surface

Рис. 3. Фото капель воды на поверхности ЛОК: а) ЛОК-Н; б) ЛОК-М200
Fig. 3. Water drops photo on the chestnut tree waste (LOC) surface: а) LOC-N; б) LOC-M200

Появление у ЛОК-М200 гидрофобных свойств увеличивает его сорбционную емкость по отношению к веретенному маслу и приводит к повышению эффективности очистки.

Для подтверждения высказанного предположения очистке подвергали модельные эмульсии, содержащие веретенное масло с концентрацией 1 г/дм^3 . К $0,1 \text{ дм}^3$ маслосодержащей эмульсии добавляли по $0,3 \text{ г}$ ЛОК, термообработанного в интервале температур $100\text{-}500^\circ \text{C}$. Содержимое реакционной емкости перемешивали в течение 10 мин, затем фильтровали через бумажный фильтр «белая лента», в очищенной модель-

ной эмульсии определяли остаточную мутность в единицах NTU (Nephelometric Turbidity Unit) на приборе HI 98703 [22, 23]. Эффективность очистки рассчитывали по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{NTU_{исх} - NTU_{кон}}{NTU_{исх}} \cdot 100\%,$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность очистки, %; $NTU_{исх}$ – исходная величина мутности; $NTU_{кон}$ – конечная величина мутности.

Влияние температуры термообработки ЛОК на снижение мутности показано на рис. 4., а эффективность очистки – на рис. 5.

Рис. 4. Влияние температуры термообработки ЛОК на мутность нефтесодержащей эмульсии
Fig. 4. The influence of the heat treatment temperature of the chestnut tree waste (LOC) on the turbidity of the oily emulsion

Рис. 5. Влияние температуры термообработки ЛОК-М на эффективность очистки
Fig. 5. The influence of the heat treatment temperature of the chestnut tree waste (LOC-M) on the cleaning efficiency

Как видно на рис. 3 высокая эффективность очистки (91 и 97%) достигается уже при температуре термообработки 200 и 300° С соответственно, при дальнейшем повышении температуры эффективность очистки практически не увеличивается.

Выводы

В ходе работы были определены физико-химические свойства ЛОК: насыпная плотность (30 кг/м³), влажность (4,80%), зольность (1,2%), pH водной вытяжки (6). Установлено, что в процессе термообработки значение удельной поверхности сорбционного материала увеличивается от 2,6 до 27,9 м²/г. Методом сканирующей электронной микроскопии были изучены изменения структуры микрорельефа поверхности ЛОК-Н и ЛОК-М в сторону повышения шероховатости и дефектности. Выявлены гидрофобные свойства ЛОК-М200.

Проведены исследования изменения мутности нефтесодержащей эмульсии в зависимости от температуры обработки ЛОК, а также зависимости эффективности очистки маслосодержащих эмульсий от температуры термообработки. Степень очистки данной нефтесодержащей эмульсии составила 91%.

Температура термообработки при 200° С является достаточной для достижения высокой эффективности очистки. Дальнейшее повышение температуры обработки ЛОК является нецелесообразным и приводит к неоправданным энергетическим затратам.

Литература

1. Shaikhiev I.G., Fazullin D.D., Mavrin G.V. Modified PTFE-PANI membranes for the recovery of oil products from aqueous oil emulsions // *Petroleum chemistry*. 2017. V. 57. №2. P. 165 – 171.
2. Yu L., Han M., He F. A review of treating oily wastewater // *Arabian Journal of Chemistry*. 2017. №10. P. 1913 – 1922.
3. Карагодина М.Н., Мишта В.П., Шайхиев И.Г. Особенности очистки сточных вод от нефтепродуктов // *Вестник Казанского технологического университета*. 2015. Т. 18. №5. С. 255 – 257.
4. Purification of wastewater, containing petroleum products, using polysulfo-namide membranes, treated with high-frequency plasma in argon and nitrogen / Fazullin D.D., Mavrin G.V., Shaikhiev I.G., Fedotova A.V., Dryakhlov V.O., Nizameyev I.R. // *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2017. V. 9. №1S. P. 1569 – 1580.
5. Галимова Р.З., Шайхиев И.Г., Гречина А.С. Очистка модельных сточных вод, содержащих фенол и формальдегид, отходами валяльно-войлочного производства в режиме динамической адсорбции // *Вестник Казанского технологического университета*. 2017. Т. 20. №21. С. 116 – 118.
6. Research of combined adsorption-coagulation process in treating petroleum refinery effluent / Wang B., Shui Y., Ren H., He M. // *Environmental Technology (United Kingdom)*. 2017. №38 (4). P. 456 – 466.
7. Starostina I.V., Stolyarov D.V., Kosukhin M.M. Carbonic and mineral adsorbent, produced of a slurry withdrawal of oil-extracting production // *Solid State Phenomena*. 2017. V. 265. P. 319 – 324.
8. Sabir S. Approach of cost-effective adsorbents for oil removal from oily water // *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2015. №45 (17). P. 1916 – 1945.
9. Смолова И.Н., Ахмадиева А.А., Гараньков И.Н. Адсорбционная очистка сточных вод от нефтепродуктов на природных сорбентах // *Актуальные вопросы современной науки: сб. научн. статей студенческой международной научн.-практ. заочной конф. (Уфа, 15 апреля, 2016г.)*, Уфа: УГУЭС, 2016. С. 142 – 145.
10. Исследование кинетики процессов адсорбции фенола отходами валяльно-войлочного производства / Р.З. Галимова, И.Г. Шайхиев, Г.А. Алмазова, С.В. Свергузова // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2016. №10. С. 179 – 184.
11. Благадырева А. М. Очистка сточных вод от нефтепродуктов отходами сахарной промышленности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Белгород, 2009. 20 с.
12. Sverguzoza S.V., Sapronova Zh.A., Starostina I.V. Disposal of synthetic surfactants-containing wastewater treatment sludge in the ceramic brick production // *Procedia Engineering*. 2016. V. 150. P. 1610 – 1616.
13. Сакалова Г.В., Свергузова С.В., Мальованный М.С. Эффективность очистки сточных вод гальванического производства адсорбционным методом // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2014. №4. С. 153 – 156.
14. Черпаков В.В. О бактериальном поражении *pseudomonas syringae* pv. *aesculi* конского каштана в Российской Федерации // *Актуальные проблемы лесного комплекса*. 2013. №37. С. 70 – 77.
15. Арефьев Ю.Ф., Мамедов М.М. Конский каштан (*Aesculus hippocastanum* L.) в условиях больших городов центрального Черноземья РФ: Междунар. научн.-практ. конф. «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск, 20-21 сентября, 2006г.), Красноярск: СибГТУ, 2006. С. 29 – 32.
16. Арефьев Ю.Ф., Мамедов М.М. О защите каштана (*Aesculus hippocastanum* L.) в городских насаждениях // *Охрана окружающей среды на территории муниципальных образований: матер. II Межрегион. научн.-практ. конф. (Воронеж, 30 мая, 2006г.)*, Воронеж: Кривичи, 2006. С.158 – 164.
17. Шаймарданова А.Ш. Очистка вод от ионов железа модифицированными сорбционными материалами на основе листового опада: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2017. 16 с.
18. Исследование пористости порошка оксида алюминия методом газзвлей полимолекулярной низкотемпературной адсорбции / И.В. Шутов., В.Е. Анкудинов, М.Д. Кривилев // *Вестник УдГУ*. 2014. №3. С. 42 – 47.
19. Удельная поверхность ультрадисперсных порошков керамики, полученных методом плазмохимического синтеза / Т.Ю. Саблина, И.Н. Севостьянова, А.Г. Мельникова // *Огнеупоры и техническая керамика*. 2007. №1. С. 11 – 13.
20. Фетисов Р.О. Сорбционная очистка сточных вод от СПАВ отходом производства сахарной промышленности – сатурационным осадком: автореф. канд. техн. наук. Белгород, 2015. 19 с.
21. Уразаев В. Гидрофильность и гидрофобность // *Технология в электронной промышленности*. 2006. №3. С. 33 – 36.
22. Свергузова С.В., Святченко А.В. Использование пыли электродуговых сталеплавильных печей для очистки модельных сточных вод производства соевого молока // *Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей природной среды: сб. научных трудов VI Междунар. научн.-практ. конф. Молодых ученых и специалистов (Харьков, 22-23 марта 2017 г.)*, Харьков: ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», 2017. С. 284 – 287.

23. Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. Использование листового опада каштанов для извлечения ионов никеля из растворов // Энерго- и ресурсосберегающие экологические чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докл. III Междунар. науч.-техн. конф. (Белгород, 14-15 нояб., 2017), Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. С. 84 – 89.

References

1. Shaikhiev I.G., Fazullin D.D., Mavrin G.V. Modified PTFE-PANI membranes for the recovery of oil products from aqueous oil emulsions. *Petroleum chemistry*. 2017. 57 (2). P. 165 – 171.
2. Yu L., Han M., He F. A review of treating oily wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*. 2017. 10. P. 1913 – 1922.
3. Karagodina M.N., Mishta V.P., Shajhiev I.G. Osobennosti ochistki stochnyh vod ot nefterproduktov. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2015. 18(5). P. 255 – 257. (rus.)
4. Fazullin D.D., Mavrin G.V., Shaikhiev I.G., Fedotova A.V., Dryakhlov V.O., Nizameyev I.R. Purification of wastewater, containing petroleum products, using polysulfo-namide membranes, treated with high-frequency plasma in argon and nitrogen. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2017. 9 (1S). P. 1569 – 1580.
5. Galimova R.Z., Shajhiev I.G., Grechina A.S. Ochistka model'nyh stochnyh vod, sodershashhih fenol i formal'degid, othodami valjal'no-vojlnochnogo proizvodstva v rezhime dinamicheskoy adsorbicii. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2017. 20 (21). P. 116 – 118. (rus.)
6. Wang B., Shui Y., Ren H., He M. Research of combined adsorption-coagulation process in treating petroleum refinery effluent. *Environmental Technology (United Kingdom)*. 2017. 38 (4). P. 456 – 466.
7. Starostina I.V., Stolyarov D.V., Kosukhin M.M. Carbonic and mineral adsorbent, produced of a slurry withdrawal of oil-extracting production. *Solid State Phenomena*. 2017. 265. P. 319 – 324.
8. Sabir S. Approach of cost-effective adsorbents for oil removal from oily water. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2015. 45 (17). P. 1916 – 1945.
9. Smolova I.N., Ahmadiyeva A.A., Garan'kov I.N. Adsorbciionnaja ochistka stochnyh vod ot nefteproduktov na prirodnyh sorbenta. Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki: sb. nauchn. ctatej ctudencheskoj mezhdunarodnoj nauchn.-prakt. zaochnoj konf. (Ufa, 15 aprelja, 2016g.), Ufa: UGUJeS, 2016. P. 142 – 145. (rus.)
10. Galimova R.Z., Shajhiev I.G., Almazova G.A., Sverguзова S.V. Issledovanie kinetiki processov adsorbicii fenola othodami valjal'no-vojlnochnogo proizvodstva. *Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova*. 2016. 10. P. 179 – 184. (rus.)
11. Blagadyreva A. M. Ochistka stochnyh vod ot nefteproduktov othodami saharnoj promyshlennosti: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. Belgorod, 2009. 20 p. (rus.)
12. Sverguзова S.V., Sapronova Zh.A., Starostina I.V. Disposal of synthetic surfactants-containing wastewater treatment sludge in the ceramic brick production. *Procedia Engineering*. 2016. 150. P. 1610 – 1616.
13. Sakalova G.V., Sverguзова S.V., Mal'ovanyj M.S. Jefferktivnost' ochistki stochnyh vod gal'vanicheskogo proizvodstva adsorbciionnym metodom. *Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova*. 2014. 4. P. 153 – 156.
14. Cherpakov V.V. O bakterial'nom porazhenii pseudomonas syringae pv. aesculi konskogo kashtana v Rosijskoj Federacii. Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. 2013. 37. P. 70 – 77. (rus.)
15. Aref'ev Ju.F., Mamedov M.M. Konskij kashtan (*Aesculus hippocastanum* L.) v uslovijah bol'shih gorodov central'nogo Chernozem'ja RF: Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukcija drevesnyh rastenij» (Krasnojarsk, 20-21 sentjabrja, 2006g.), Krasnojarsk: SibGTU, 2006. P. 29 – 32. (rus.)
16. Aref'ev Ju.F., Mamedov M.M. O zashhite kashtana (*Aesculus hippocastanum* L.) v gorodskih nasazhdenijah. Ohrana okruzhajushhej sredy na territorii municipal'nyh obrazovanij: mater. II Mezhregion. nauch.-prakt. konf. (Voronezh, 30 maja, 2006g.), Voronezh: Krivichi, 2006. P.158 – 164. (rus.)
17. Shajmardanova A.Sh. Ochistka vod ot ionov zheleza modificirovannymi sorbciionnymi materialami na osnove listovogo opada: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. Kazan', 2017. 16 p. (rus.)
18. Shutov I.V., Ankudinov V.E., Krivilev M.D. Issledovanie poristosti poroshka oksida aljuminija metodom gazvlj polimolekuljarnoj nizkotemperaturnoj adsorbicii. *Vestnik UdGU*. 2014. 3. P. 42 – 47. (rus.)
19. Sablina T.Ju., Sevost'janova I.N., Mel'nikova A.G. Udel'naja poverhnost' ul'tradispersnyh poroshkov keramiki, poluchennyh metodom plazmohimicheskogo sinteza. *Ogneupory i tehničeskaja keramika*. 2007. 1. P. 11 – 13. (rus.)
20. Fetisov R.O. Sorbciionnaja ochistka stochnyh vod ot SPAV othodom proizvodstva saharnoj promyshlennosti – saturacionnym osadkom: avtoref. kand. tehn. nauk. Belgorod, 2015. 19 p. (rus.)
21. Urazaev V. Gidrofil'nost' i gidrofobnost'. *Tehnologija v jelektronnoj promyshlennosti*. 2006. 3. P. 33 – 36. (rus.)

22. Sverguzova S.V., Svjatchenko A.V. Ispol'zovanie pyli jelektrodugovyh staleplavil'nyh pechej dlja ochistki model'nyh stochnyh vod proizvodstva soevogo moloka. Innovacionnye puti modernizacii bazovyh otraslej promyshlennosti, jenergo- i resursosberezhenie, ohrana okruzhajushhej prirodnoj sredy: sb. nauchnyh trudov VI Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. Molodyh uchenykh i specialistov (Har'kov, 22-23 marta 2017 g.), Har'kov: GP «UkrNTC «Jenergostal'», 2017. P. 284 – 287. (rus.)

23. Sverguzova S.V., Sapronova Zh.A., Svjatchenko A.V. Ispol'zovanie listovogo opada kashtanov dlja izvlecheniya ionov nikelja iz rastvorov. Jenergo- i resursosberegajushhie jekologicheskie chistye himiko-tehnologicheskie processy zashhity okruzhajushhej sredy: sb. dokl. III Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. (Belgorod, 14-15 nojab., 2017), Belgorod: BGТУ im. V.G. Shuhova, 2017. P. 84 – 89. (rus.)

*Sverguzova S.V. *, Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Sapronova Zh.A., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor),*

*Svyatchenko A.V.,
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia,
Tom Otiti, Professor, Doctor of Philosophy (Ph.D.), Nobel Laureate 2007,
Makerere University, Uganda*

*Corresponding author E-mail: pe@intbel.ru

ADSORPTION OF SPINDLE OIL BY NATIVE AND THERMAL MODIFIED CHESTNUT TREE WASTE

Abstract: adsorption is a widespread and effective way of treating sewage containing petroleum products. To implement this method, one of the best sorbents is activated carbon. However, sorbents based on activated coals are of high cost and require further regeneration, which significantly increases the cost of water treatment. In addition, during the regeneration of such sorption materials secondary toxic waste is formed, which also create environmental problems. Therefore, the development of new efficient and inexpensive sorption materials, especially on the base of a variety of wastes, is an urgent task.

For research, we used tree waste of the genus of horse chestnut (Latin *Aesculus hippocastanum* L.). Horse chestnut is widespread in the midland of the Russian Federation, CIS countries, Southern Europe. According to municipal services about 5.000 chestnut trees grow on the territory of a city with a population of about 400.000 people and tree waste of the trees covering streets and square every year. Tree waste is nowhere used and removed to landfills.

Extraction of I-20A spindle oil from model emulsions by native and thermal modified chestnut tree waste as a sorption material in industry was carried out because this oil is a widely used petroleum product. The physicochemical properties of tree waste, such as bulk density, humidity, ash content, pH of aqueous extract, specific surface area are studied.

Before extraction, the chestnut tree waste was ground to a size of 3-5 mm. Thermal treatment was carried out in a drying cabinet of the type SNOL and muffle furnace in the temperature range 100-500 °C. It is established that during the thermal treatment the specific surface area of the sorption material increases from 2.6 to 27.9 m²/g. The surface of micro relief structure changes in the direction of increasing roughness and defectiveness; sorption material acquires hydrophobic properties. The recommended thermal treatment temperature is 200 °C. The efficiency of cleaning model emulsions is 91%.

Keywords: oil, oil products, adsorption, water treatment, chestnut tree waste, cleaning efficiency, emulsions

Для цитирования: Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В., Том Отити Адсорбции веретеного масла нативным и термомодифицированным листовым опадом каштанов // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 4 – 11. DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-1-4-11

For citation: Sverguzova S.V., Sapronova Zh.A., Svyatchenko A.V., Tom Otiti Adsorption of spindle oil by native and thermal modified chestnut tree waste. Construction Materials and Products. 2018. 1 (1). P. 4 – 11. DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-1-4-11

Поступила в редакцию 5 декабря 2017 г.

Принята в доработанном виде 2 февраля 2018 г.

Одобрена для публикации 20 февраля 2018 г.

Received: December 5, 2017.

Revised: February 2, 2018.

Accepted: February 20, 2018.