СРАВНЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ НАТИВНОЙ И ТЕРМООБРАБОТАННОЙ КОЖУРЫ АРАХИСА ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ НИКЕЛЯ

Свергузова С.В., доктор технических наук, профессор,
Шайхиев И.Г., доктор технических наук, профессор,
Хунади Л., аспирант,
Алейникова Н., студент,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра Высоких Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова

Аннотация: *в работе изложены результаты исследования возможности повышения сорбционной емкости кожуры арахиса после термообработки при температуре 300°С в течение 30 мин. Мировое производство арахиса составляет около 40 млн т на 2017-2018 г. Остающаяся после переработки арахиса кожура не используется и является невостребованным отходом. Для исследований был взят арахис, произрастающий в долине Алеппо (Сирия). Установлено, что после термообработки поверхность кожуры арахиса становится более рельефной, что улучшает ее сорбционные свойства. В ходе термообработки происходит обугливание растительных волокон, входящих в состав кожуры, в результате чего поверхность материала покрывается слоем сажи и приобретает черный цвет. Наибольшую интенсивность черная окраска имеет при термообработке именно при 300 °С. При более низких температурах обжига обугливание волокон происходит в недостаточной степени, а при более высоких, вероятно, происходит сгорание углеродного слоя с образованием CO_2.*

Ключевые слова: *очистка сточных вод, отходы, кожура арахиса, сорбционный материал*

COMPARISON OF SORPTION PROPERTIES OF NATIVE AND HEAT-TREATED PEANUT PEEL AGAINST NICKEL IONS

Sverguzova S.V., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Shaykhiev I.G., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Khunadi L., Postgraduate,
Aleynikova N., Student,
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

Abstract*: the paper presents the results of investigating the possibility of increasing the sorption capacity of peanut peel after heat treatment at 300°C for 30 minutes. World peanut production is about 40 million tons for 2017-2018. The peel remaining after peanut processing is not used and it is unused waste. For research peanuts*

were taken growing in the valley of Aleppo (Syria). It was established that after heat treatment, the peanut peel surface becomes more prominent, which improves its sorption properties. During the heat treatment, the charring of the plant fibers that make up the peel occurs, as a result of which the surface of the material is covered with a layer of soot and becomes black. The black color has the greatest intensity during heat treatment at 300 °C. At lower roasting temperatures, the carbonization of the fibers is insufficient.At higher temperatures, the carbon layer is burning with the formation of CO_2.

***Keywords**: sewage treatment, waste, peanut peel, sorption material*

Сорбционные способы широко используются при очистке природных и сточных вод от различных загрязняющих веществ. В последнее время в качестве сорбционных материалов предлагается применять самые разные отходы как минерального, так и растительного происхождения [1-5]. Одними из перспективных являются целлюлозосодержащие отходы [6-9]. Нами исследована возможность извлечения из водных сред ионов никеля с помощью кожуры арахиса.

Арахис – сельскохозяйственная культура, произрастающая в странах Южной Америки, Азии, Африки. Мировое производство арахиса составляет около 40 млн т на 2017-2018 г. Используется арахис для производства арахисового масла, кондитерских изделий, лекарственных и косметических препаратов и др. Остающаяся после переработки арахиса кожура не используется и является невостребованным отходом.

Для исследований был взят арахис, произрастающий в долине Алеппо (Сирия). Общий вид неизмельченного и измельченного арахиса показан на рис. 1.

а б

Рис. 1. Кожура арахиса: а – неизмельченная; б – измельченная

На рис. 2 представлены микрофотографии поверхности кожуры арахиса (КА), полученные с помощью электронного микроскопа TESCAN MIRA3, на которых хорошо просматривается развитая структура рельефа КА.

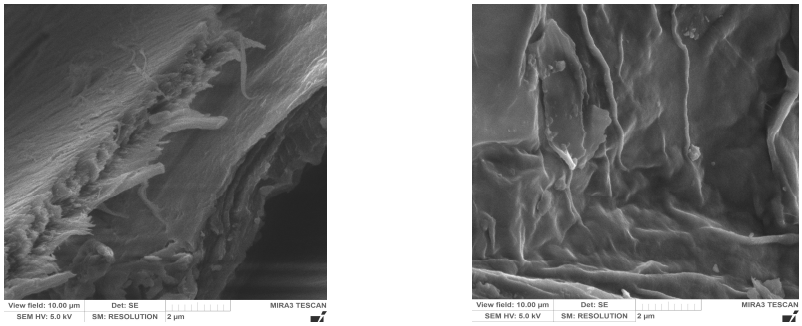

Рис. 2. Микрофотографии разных участков кожуры арахиса

Благодаря развитой поверхности и пористости КА должна обладать хорошими сорбционными свойствами.

В экспериментах использовали КА, измельченную ручным способом до размеров частиц 1-2 мм. Некоторые физико-химические свойства материала представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные физико-химические свойства кожуры арахиса

Определяемый параметр	Обозначение	Размерность	Значение
Насыпная плотность	$\rho_{нас}$	кг/м^3	48
Влажность	W	%	5,10
Потери при прокаливании	$П_{п.п}$	%	98,1
pH водной вытяжки	pH	-	6

Насыпную плотность, $\rho_{нас}$, определяли путем взвешивания известного объема КА и делением найденной массы на объем. Для определения pH водной вытяжки к 100 мл дистиллированной воды с pH≈7 добавляли 10 г КА, содержимое лабораторной емкости кипятили в течение 30 мин, фильтровали через бумажный фильтр, в фильтрате определяли значение pH на pH-метре.

Модельные растворы, содержащие ионы Ni^{2+}, готовили путем растворения соли $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ (х.ч.) в дистиллированной воде с pH=7.

Сорбционную емкость определяли следующим образом. К 100 мл модельного раствора добавляли расчетную навеску КА, перемешивали на механическом встряхивателе. Время установления равновесия составляло 24 часа. По истечении указанного срока содержимое лабораторных колб фильтровали через бумажный фильтр и в фильтрате определяли остаточную концентрацию ионов Ni^{2+}.

Сорбционная емкость рассчитывали по формуле:

$$A = (C_н – C_к)V / m,$$

где $C_н$ – начальная концентрация ионов в растворе, мг/л; $C_к$ – конечная концентрация ионов в растворе после равновесия, мг/л; V – объем раствора, л; m – масса навески, г.

Для повышения сорбционной емкости КА подвергали обжигу в муфельной печи при температуре 300^{o}C в течение 30 мин. При этом происходило частичное обугливание волокон, составляющих структуру арахиса и происходили изменения в сторону увеличения рельефности (рис. 3).

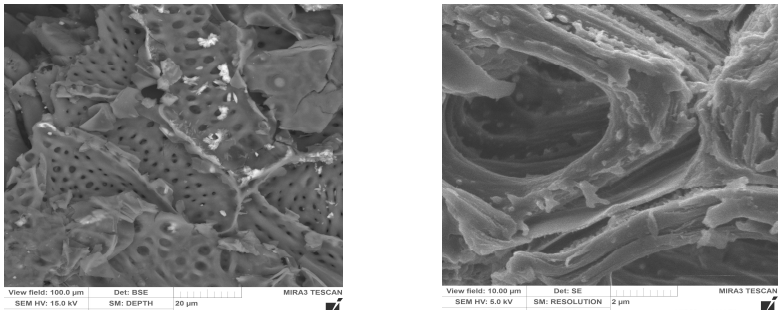

Рис. 3. Микрофотографии термомодифицированной кожуры арахиса

Сорбционную емкость термомодифицированной кожуры арахиса (ТКА) определяли аналогично описанному выше способом. Изотермы адсорбции для КА и ТКА представлены на рис. 4.

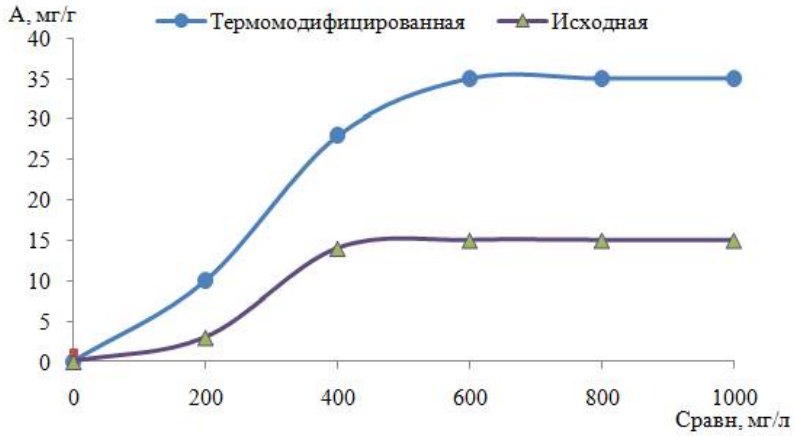

Рис. 4. Изотермы адсорбции ионов Ni^{2+} исходной и термомодифицированной кожурой арахиса

Как следует из рис. 4, сорбционная емкость ТКА составляет 35 мг/г, в то время как сорбционная емкость КА составляет 15 мг/г, что в 2,3 раза меньше по сравнению с ТКА.

Таким образом, для повышения сорбционной емкости кожуры арахиса имеется целесообразность ее термообработки при температуре 300°С в течение 30 мин, что даст возможность повысить эффективность очистки водных сред от ионов никеля.

Литература

1. Использование комплексных сорбентов на основе природных алюмосиликатов и техногенных отходов в глубокой очистке сточных вод / А.К. Адрышев, Н.В. Серая, А.А. Хайруллина, Г.К. Даумова и др. // Экологический вестник России. 2016. №6. С. 31 – 34.

2. Игнаткина Д.О., Заборская Т.А., Борисова Д.П. Композитный сорбент на основе растительного отхода производства и минерального сырья для очистки сточных вод // XXII Региональная конференция молодых ученых Волгоградской области: сб. докладов (Волгоград, 21-24 ноября 2017 г.). Изд-во: Волгоградский гос. техн. ун-т. 2017. С. 257 – 258.

3. Сапронова Ж.А., Свергузова С.В. Определение доли сорбционной составляющей в процессе очистки растворов от ионов Ni^{2+} и Cu^{2+} природными глинами // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. №7. С. 26 – 29.

4. Степанова С.В., Свергузова С.В., Шайхиев И.Г. Очистка модельных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов, шелухой пшеницы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №6. С. 183 – 186.

5. Свергузова С.В., Спирин М.Н. Очистка маслосодержащих сточных вод отходами производства сахара // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №5. С. 187 – 191.

6. Степанова С.В., Силайчева М.В. Физико-химические основы сорбционной очистки модельных вод от ионов железа (III) целлюлозосодержащими отходами // Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докладов междунар. науч.-техн. конф. (Белгород, 24-25 ноября 2015 г.). Изд-во: Белгородский гос. техн. ун-т им. В.Г. Шухова. 2015. С. 122 – 126.

7. Чиркова В.С., Собгайда Н.А., Рзазаде Ф.А. Сорбенты на основе отходов агропромышленного комплекса для очистки сточных вод // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. №20. С. 263 – 266.

8. Прохорова С.В., Степанова С.В. Сорбционная очистка модельных вод от нефти и нефтепродуктов с использованием целлюлозосодержащих отходов // Химия и инженерная экология (школа молодых ученых): сб. статей XVII Междунар. науч. конф. (Казань, 27-29 сентября 2017 г.). Изд-во: "Бриг". 2017. С. 309 – 311.

9. Балабанова М.Ю., Скляднев Е.В., Панов С.Ю. Разработка принципиальной схемы и исследование процесса очистки сточных вод с применением материалов на основе продукта химико-термической переработки целлюлозосодержащих отходов сахарной промышленности Сахар. 2019. №3. С. 20 – 24.

References

1. Ispol'zovanie kompleksnyh sorbentov na osnove prirodnyh alyumosilikatov i tekhnogennyh othodov v glubokoj ochistke stochnyh vod / A.K. Adryshev, N.V. Seraya, A.A. Hajrullina, G.K. Daumova i dr. // Ekologicheskij vestnik Rossii. 2016. №6. S. 31 – 34.

2. Ignatkina D.O., Zaborskaya T.A., Borisova D.P. Kompozitnyj sorbent na osnove rastitel'nogo othoda proizvodstva i mineral'nogo syr'ya dlya ochistki stochnyh vod // XXII Regional'naya konferenciya molodyh uchenyh Volgogradskoj oblasti: sb. dokladov (Volgograd, 21-24 noyabrya 2017 g.). Izd-vo: Volgogradskij gos. tekhn. un-t. 2017. S. 257 – 258.

3. Sapronova ZH.A., Sverguzova S.V. Opredelenie doli sorbcionnoj sostavlyayushchej v processe ochistki rastvorov ot ionov Ni2+ i Cu2+ prirodnymi glinami // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016. T. 20. №7. S. 26 – 29.

4. Stepanova S.V., Sverguzova S.V., SHajhiev I.G. Ochistka model'nyh stokov, soderzhashchih iony tyazhelyh metallov, sheluhoj pshenicy // Vestnik BGTU im. V.G. SHuhova. 2014. №6. S. 183 – 186.

5. Sverguzova S.V., Spirin M.N. Ochistka maslosoderzhashchih stochnyh vod othodami proizvodstva sahara // Vestnik BGTU im. V.G. SHuhova. 2014. №5. S. 187 – 191.

6. Stepanova S.V., Silajcheva M.V. Fiziko-himicheskie osnovy sorbcionnoj ochistki model'nyh vod ot ionov zheleza (III) cellyulozosoderzhashchimi othodami // Energo- i resursosberegayushchie ekologicheski chistye himiko-tekhnologicheskie processy zashchity okruzhayushchej sredy: sb. dokladov mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (Belgorod, 24-25 noyabrya 2015 g.). Izd-vo: Belgorodskij gos. tekhn. un-t im. V.G. SHuhova. 2015. S. 122 – 126.

7. CHirkova V.S., Sobgajda N.A., Rzazade F.A. Sorbenty na osnove othodov agropromyshlennogo kompleksa dlya ochistki stochnyh vod // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2015. T. 18. №20. S. 263 – 266.

8. Prohorova S.V., Stepanova S.V. Sorbcionnaya ochistka model'nyh vod ot nefti i nefteproduktov s ispol'zovaniem cellyulozosoderzhashchih othodov // Himiya i inzhenernaya ekologiya (shkola molodyh uchenyh): sb. statej XVII Mezhdunar. nauch. konf. (Kazan', 27-29 sentyabrya 2017 g.). Izd-vo: "Brig". 2017. S. 309 – 311.

9. Balabanova M.YU., Sklyadnev E.V., Panov S.YU. Razrabotka principial'noj skhemy i issledovanie processa ochistki stochnyh vod s primeneniem materialov na osnove produkta himiko-termicheskoj pererabotki cellyulozosoderzhashchih othodov saharnoj promyshlennosti Sahar. 2019. №3. S. 20 – 24.