

УДК 628.316

Свергузова С.В. д-р техн. наук, проф.,  
Шайхиев И.Г. д-р техн. наук, проф.,  
Хунади Л., асп.,  
Алейникова Н.А., асп.,  
Бомба И.В., студ.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

### ИЗВЛЕЧЕНИЕ КРАСИТЕЛЯ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО ИЗМЕЛЬЧЁННОЙ КОЖУРОЙ АРАХИСА

*В работе исследована возможность использования измельчённой кожуры арахиса для извлечения из водных сред красителя метиленового голубого (МГ). Комплексные эксперименты были проведены с нативной и термообработанной кожурой арахиса. Установлена зависимость эффективности очистки от таких важных технологических параметров как температура термообработки сорбционного материала (кожуры арахиса), рН водной среды, длительность контакта с сорбционным материалом.*

*Установлена доза сорбционного материала, рН и условия термообработки кожуры арахиса, обеспечивающие высокую эффективность очистки. Результаты исследований показывают, что максимальное удаление красителя МГ наблюдается при добавлении 1 г кожуры арахиса, обожжённой при 350 °С к 0,1 дм<sup>3</sup> модельного раствора, содержащего начальную концентрацию МГ, равную 25 мг/дм<sup>3</sup>, рН раствора при этом составляет 6,5, длительность контакта 30 минут.*

*Ключевые слова: кожура арахиса, краситель метиленовый голубой, эффективность очистки.*

Экологическое состояние водных объектов и качество их вод напрямую зависит от уровня загрязнённости сбрасываемых в них сточных вод. К одним из распространённых загрязняющих веществ, повсеместно поступающих в водные объекты, относятся красители. Красители широко используются в красильно-отделочных производствах предприятий лёгкой промышленности для окрашивания изделий из шерстяных, хлопковых, льняных, целлюлозных и полиамидных волокон, кожи и меха. Красители используют также в различных отраслях промышленности – производстве резинотехнических изделий, пластических масса, товаров бытовой химии и т.д. [1].

Ассортимент красителей, используемых в промышленности, постоянно расширяется. Однако красители относятся к довольно токсичным веществам [2], и одним из самых трудноудаляемых загрязняющих веществ из воды [3].

Критерием загрязнённости сточных вод, содержащих красители, при сбросе в водоёмы, является ухудшение качества природных вод вследствие изменения их органолептических свойств, появление вредных веществ для человека, животных, птиц, кормовых и промысловых организмов, а также нарушение процесса самоочищения и санитарного режима поверхностных источников [4]. Например, содержание загрязняющих веществ в сточных водах предприятий меховой промышленности столь велика, что в случае поступления последних в водный объект могут произойти необратимые процессы, включая полное разрушение в сложившейся экосистеме.

Окрашенные сточные воды влияют на кислородный режим водоёма вследствие поглощения солнечного света и нарушение фотосинтеза и биологические процессы в водоёме [5]. Установлено, что красители при концентрации более 0,1 мг/дм<sup>3</sup> влияют на кислородный режим воды, ХПК, БПК, процессы аммонификации и нитрификации. Многие красители вызывают отравление рыб в результате аккумуляции в жабрах и нарушение газообмена. В связи с этим возникает необходимость очистки сточных вод, содержащих красители для предотвращения их негативного воздействия на гидрохимические режимы водных объектов.

Для очистки сточных вод от красителей используют разнообразные методы, которые условно можно разделить на три группы.

Первая группа – это методы, основанные на извлечении загрязнений в осадок или флотошлам путём сорбции на гидроксидах металлов, образующихся при реагентной обработке.

Вторая группа включает сепаративные методы, такие как сорбция на активных цепах и макропористых ионитах, обратный осмос, ультрафильтрация, пенная сепарация, электрофлотация.

Третья группа объединяет деструктивные методы, основанные на глубоких превращениях органических молекул в результате редокспроцессов [6].

Широкое распространение получили сорбционные методы [7]. Сорбционная очистка сточных вод от красителей в настоящее время принадлежит к числу наиболее эффективных и распространённых [8]. Однако, несмотря на множество разнообразных способов очистки сточных вод от красителей, описанных в литературе, поиск эффективных и экономически оправданных сорбционных материалов является актуальной задачей.

Перспективным направлением, развивающимся в последнее время во многих странах мира, является использование в процессах

водоочистки различных промышленных и сельскохозяйственных отходов [9-14].

Цель данной работы – исследование сорбционных свойств измельчённой кожуры арахиса по отношению к органическому загрязнителю-красителю метиленовому голубому (мг).

Эффективность сорбционного извлечения органического загрязнителя во многом зависит от величины удельной поверхности сорбционного материала, сорбционной емкости и наличия пор в материале.

Для улучшения рельефно-структурных свойств кожуры арахиса и повышения ее сорбционной емкости исходную кожуру арахиса (КА), измельченную до размеров частиц 1-2 мм, обжигали при 150 оС (КА150), 250 оС (КА250) и 350 оС (КА350). Физико-химические характеристики полученных материалов указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики кожуры арахиса

Показатели	Ед. изм	КА <sub>исх</sub>	КА <sub>150</sub>	КА <sub>250</sub>	КА <sub>350</sub>
Насыпная плотность, $\rho_{нас}$	кг/м <sup>3</sup>	72,0	83,4	89,6	90,2
Истинная плотность, $\rho_{ист}$	кг/м <sup>3</sup>	154,0	185,0	202,0	204,0
Влажность, w	%	8,8	1,2	0,2	0,18
Потери при прокаливании, п.п.п.	%	82,3	35,7	32,6	31,3
рН водной вытяжки	-	7,8	9,2	10,3	10,4

Микрорельеф поверхности нативной и обожженной кожуры арахиса показан на рисунке 1.

Для определения необходимой и достаточной температуры обжига модификации исходного материала и получения материала с наиболее высокими сорбционными свойствами, было проведено сравнение эффективности очистки модельных сточных вод полученными материалами: КА-150, КА-250, КА-350.

Для этого в колбы объемом 250 мл помещали 100 мл модельных сточных вод и прибавляли по 0,3; 0,5; 1,0 г каждого материала соответственно. Образовавшуюся смесь встряхивали в течение 30 минут, фильтровали через бумажный фильтр, определяли остаточную концентрацию МГ фотоколориметрическим методом и рассчитывали эффективность очистки. Результаты представлены на рисунке 2.

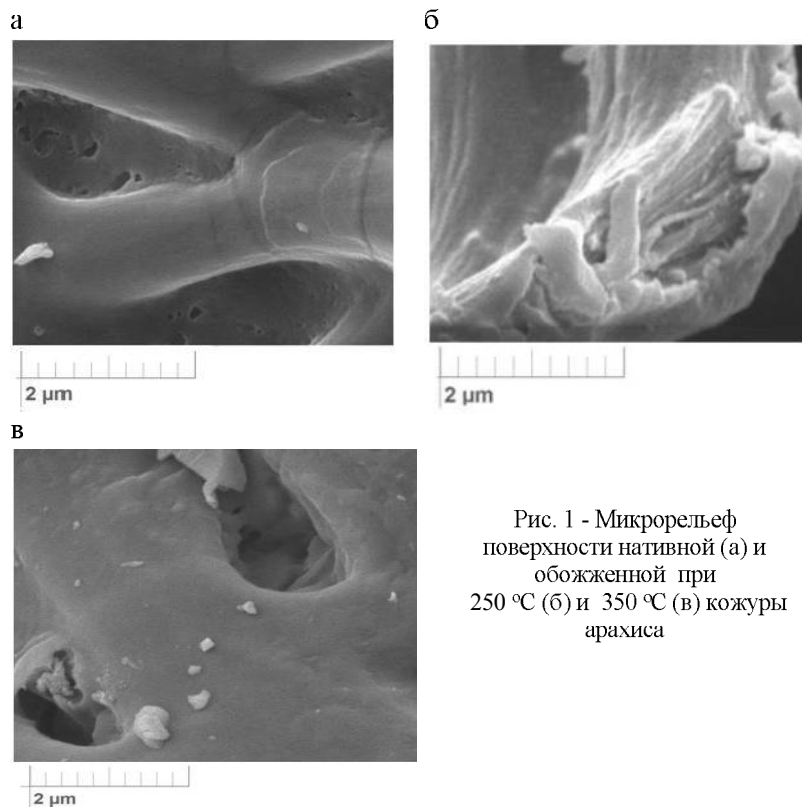


Рис. 1 - Микрорельеф поверхности нативной (а) и обожженной при 250 °С (б) и 350 °С (в) кожуры арахиса

При одинаковой массе (1 г.) добавляемых материалов, времени воздействия  $\tau = 30$  мин, исходной концентрации  $C_{исх} = 25$  мг/дм<sup>3</sup>, максимальную эффективность очистки показал материал КА-350.

На графике видна зависимость роста эффективности от повышения температуры обжига. Следовательно, для дальнейшего исследования целесообразно рассматривать обожжённый материал КА-350, как наиболее эффективный.

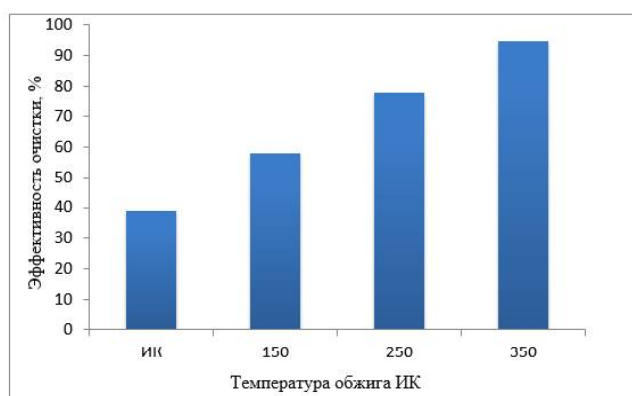


Рис.2 - Эффективность очистки сточной воды в зависимости от температуры обжига модификатами: КА-150, КА-250, КА-350, ИК – исходная кожура арахиса.

Как известно, масса сорбционного материала оказывает значительное влияние на эффективность протекания процесса очистки. Недостаток сорбционного материала может привести к низкой эффективности очистки вследствие неполного извлечения компонентов из раствора, а избыток может привести к перерасходу сорбционного материала. В связи с этим важным видится точное определение требующейся массы сорбционного материала, которая будет наиболее рациональной при протекании процесса очистки сточных вод.

Для определения достаточного и необходимого количества сорбционного материала с наиболее высокими сорбционными свойствами проводилось сравнение эффективности очистки модельных вод по различным материалам. Для этого в колбы объемом 250 мл помещали 100 мл модельных сточных вод и прибавляли по: 0,1; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 г. материалов (ИК) и обожженного при температурах 250 оС (КА-250) и 350 оС (КА-350) соответственно. Концентрация исходного раствора  $C_{исх} = 25 \text{ мг/дм}^3$ . Образовавшуюся смесь встряхивали в течение 30 минут, затем раствор фильтровали через бумажный фильтр, определяли остаточную концентрацию метиленового голубого фотоколориметрическим методом и рассчитывали эффективность очистки.

Повторность проведения экспериментов – трехкратная. Результаты приведены на рисунке 3.

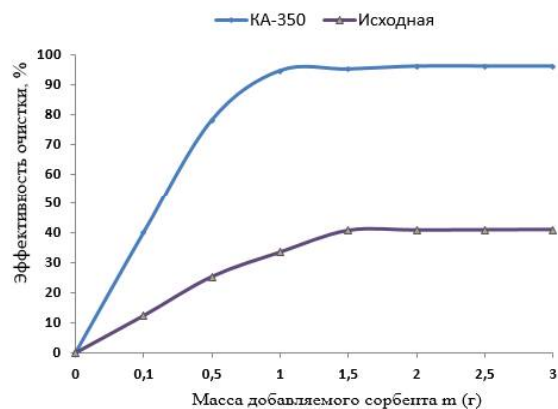


Рис. 3 - Зависимость эффективности очистки сточной воды от вида сорбционного материала: термически модифицированной, КА-350 и ИК

Из графика, представленного на рисунке 3, следует, что при условии исходной концентрации МГ  $C_{исх} = 25 \text{ мг/дм}^3$ , времени воздействия  $\tau = 30 \text{ мин}$ , в интервале масс добавляемого сорбционного материала от 0,5 до 1,5 г наблюдается увеличение эффективности очистки раствора, затем интенсивность роста эффективности значительно снижается и после добавления массы КА, равной 2 г, эффективность очистки увеличивается всего лишь на 2-3 %.

Термообработка скорлупы арахиса при температуре 350 оС повышает эффективность очистки растворов, содержащих краситель метиленовый голубой. При исходной концентрации МГ, равной 25 мг/дм<sup>3</sup> и времени контакта материала КА с раствором, равном 30 мин, эффективность очистки достигает 95%, в то время как для исходной кожуры арахиса (КА) она не превышает 38%.

Таким образом, термообработка кожуры арахиса при температуре 350оС позволяет увеличить эффективность извлечения красителя метиленового голубого из водных сред в 2,5 раза, что составляет 95% при эффективности извлечения красителя исходной кожурой арахиса не более 38%. Масса добавляемого сорбционного материала при этом составляет 1 г на 100 см<sup>3</sup> модельного раствора, содержащего 25 мг/дм<sup>3</sup> красителя МГ.

#### Библиографический список

1. Лисичкин Г.В., Человек и среда обитания. / Лисичкин Г.В., ЧерновН.Н. М. -: Мир, 2003. - 166 с.

2. Кривошеин Д.А., Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков. / Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л. - М.: Высшая школа, 2003. - 155с.
3. Fazullin D.D., Infrared Spectroscopic Studies of the PTFE and Nylon Membranes Modified Polyaniline / Fazullin D.D., Mavrin G.V., Sokolov M.P., Shaikhiev I.G. // Modern Applied Science. - 2015. - Vol. 9. No. 1. - P. 242-249.
4. Shaikhiev I., Effect of parameters of the corona discharge treatment of the surface of polyacrylonitrile membranes on the separation efficiency of oil-in-water emulsions / Shaikhiev I., Dryakhlov V.O., Nikitina M. Yu., Galikhanov M.F., Shaikhiev T.I., Bonev B.S. // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. - 2015. - Vol. 51. No. 4. - P. 406-411.
5. Shaikhiev I., Intensification of breaking of water-in-oil emulsions by membranes treated in the area of corona discharge or in the plasma flow / Shaikhiev I., Dryakhlov V., Shaikhiev T., Zagidullina I. // Bulgarian Chemical Communications. - 2015. - V. 47, Special Issue B. - P. 109-115.
6. Nenov V., Effluent treatment of olive oil production using membranes processed in the field of corona discharge / Nenov V., Shaikhiev I., Bonev B., Dryakhlov V., Safina G., Nazmieva A. // Annual Assen Zlatarov University, Burgas, Bulgaria. - 2015. - v. XLIV (1). - P. 48-52.
7. Свергузова С.В., Некоторые особенности коагуляционной очистки воды с помощью пены электросталеплавильного производства / Свергузова С.В., Суханов Е.В., Сапронова Ж.А., Фомина Е.В., Денисова Л.В., Сапронов Д.В. // Экология и промышленность России. - 2017. - Т. 21. № 1. - С. 24-29.
8. Sapronova Z.A., Disposal of Synthetic Surfactants-Containing Wastewater Treatment Sludge in the Ceramic Brick Production / Sapronova Z.A., Svergzuzova S.V., Starostina I.V. // Procedia Engineering. - 2016. - Vol. 150. - P. 1610-1616.
9. Svergzuzova S.V., Copper and nickel substances extraction from water mediums by waste of disaccharide production / Svergzuzova S.V., Lupandina N.S., Sapronova Z.A., Lesovik V.S. // Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2014. - Т. 9. № 8. - С. 310-315.
10. Porozhnyuk L.A., The use of aluminum-containing waste for aqueous media purification from the compounds of hexavalent chromium / Porozhnyuk L.A., Svergzuzova S.V., Sapronova Z.A. // Research Journal of Applied Sciences. - 2014. - Т. 9. № 12. - С. 1206-1210.
11. Свергузова С.В., Сорбционная очистка нефтесодержащих сточных вод с помощью отходов сахарной промышленности. / Свергузова С.В., Юрченко В.А., Сапронова Ж.А. - Харьков: ХНАДУ, 2014. - 128 с.
12. Сапронова Ж.А., Очистка сточных вод предприятий молокоперерабатывающей промышленности. / Сапронова Ж.А., Лесовик В.С., Свергузова С.В., Юрченко В.А. - Харьков: ХНАДУ, 2014. - 144 с.
13. Сапронова Ж.А., Очистка сточных вод от соединений тяжелых металлов. / Сапронова Ж.А., Свергузова С.В., Лупандина Н.С., Тарасова Г.И., Юрченко В.А. - Харьков: ХНАДУ, 2014. - 130 с.
14. Гомес М.Ж., Ультрафиолетовая активация природных глин Ангольских месторождений для повышения их сорбционной активности в процессах

водоочистки/ Гомес М.Ж., Сапронова Ж.А., Свергузова С.В. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. - 158 с.

УДК 628.316.12

Сомин В.А., д-р техн. наук, доц.  
Комарова Л.Ф., д-р техн. наук, проф.  
Куталова А.В., студ.

(АлтГТУ им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия)

### **К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШИШЕК СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

*Древесные отходы могут быть использованы в качестве сырья для получения сорбентов. В работе представлены результаты исследований по очистке воды от ионов меди на материалах из шишек сосны обыкновенной, как нативных, так и модифицированных различными способами. Изучены процессы кинетики и статистики сорбции на указанных материалах, на основании чего определены наиболее эффективные для извлечения ионов меди.*

*Ключевые слова: сорбент, тяжелые металлы, сорбция, загрязнитель, водные ресурсы, органические отходы, шишки сосны обыкновенной.*

Одной из наиболее острых экологической проблем является загрязнение водных объектов соединениями тяжелых металлов, которые негативно влияют на компоненты окружающей среды, в том числе на организмы животных и человека. Это связано не только с высокой токсичностью металлов, но и с их способностью аккумулироваться в организмах и производить мутагенный эффект.

Наиболее полно удалить соединения металлов из воды позволяют физико-химические методы очистки, в частности, ионный обмен и сорбция. При этом к их явным недостаткам можно отнести строгость в поддержании параметров очистки, а также необходимость тщательной предварительной подготовки воды. Кроме того, современные иониты и адсорбенты имеют весьма значительную стоимость. В этой связи актуальным является поиск доступного сырья с высокими сорбционными характеристиками, которое может быть использовано для целей водоочистки.

Анализ литературных данных показал, что за последнее десятилетие возросло число публикаций, посвященных исследованиям свойств сорбентов, полученных на основе природного сырья, в том числе из отходов заготовки хвойных пород деревьев [1].

В частности, для очистки воды от ионов меди предложено использовать скорлупу кедровых орехов после прокаливания на воздухе при температуре (290-300)°С. Полученный углеродистый материал