

The research of cotton wastes for the purpose of activated carbons obtaining
Sartova K.¹, Kambarova G.², Sarymsakov S.³, Borkoev B.⁴, Salieva K.⁵
(Republic of Kyrgyzstan)

Исследование отходов хлопчатника (gossypium)
с целью получения активных углей
Сартова К. А.¹, Камбарова Г. Б.², Сарымсаков Ш.³, Боркоев Б. М.⁴, Салиева К. Т.⁵
(Кыргызская Республика)

¹Сартова Кудумкан Абдыкеримовна / Sartova Kulumkan Abdykerimovna - кандидат химических наук, доцент,
кафедра химической инженерии,
Кыргызско-Турецкий университет «Манас»;

²Камбарова Гульнара Бексултановна / Kambarova Gulnara Beksultanovna - кандидат химических наук,
старший научный сотрудник;

³Сарымсаков Шайдылда / Sarymsakov Shaidylda - кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник,
лаборатория биофизической химии,
Институт химии и химической технологии НАН КР;

⁴Боркоев Бакыт Маметисакович / Borkoev Bakyt Mаметисакович - кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой;

⁵Салиева Калипа Талипбаевна / Salieva Kalipa Talipbaevna - кандидат химических наук, доцент,
кафедра химической инженерии,
Кыргызско-Турецкий университет «Манас», г. Бишкек

Аннотация: в статье рассматривается вопрос получения активных углей (АУ) из отходов хлопчатника (Gossypium) путем пиролиза биомассы хлопчатника при 500-800°C. Исследованы химико-технологические свойства продуктов, образующихся в процессе пиролиза. Изучены сорбционные свойства полученных карбонизатов.

Abstract: the issue of receiving of activated carbons (AC) from the cotton wastes (Gossypium) by the cotton biomass carbonization at 500-800°C was considered in this article. The chemical and technological properties of the products obtained in the carbonization process were studied. The sorption properties of the carbonizates.

Ключевые слова: отходы хлопчатника, карбонизация, адсорбционная способность.

Keywords: cotton wastes, carbonization, adsorptivity.

УДК 662.732:661.183

Активные угли (АУ) играют немаловажную роль в различных отраслях промышленности. Они находят широкое применение, особенно в пищевой промышленности, в очистке питьевой воды и отработанных сточных вод.

Для достижения определенной степени чистоты почти все органические продукты можно очищать с помощью АУ. Так, например, в пищевой промышленности АУ используются в производстве сахара, в процессе рафинирования, а также в процессе дезодорирования пищевых жиров и масел. АУ используется для улучшения вкуса и удаления неприятных запахов в ликероводочном производстве, для извлечения дубильных веществ в виноделии и пивоварении, а также во многих других отраслях пищевой и фармацевтической промышленности [1, 2].

Исследования последних лет [3-8] показали, что углеродные сорбенты для очистки сточных вод от различного вида токсикантов можно получать на основе природных полимеров. Сырьем для них могут служить отходы деревообрабатывающей промышленности – щепы, лигнин, кора [4], целлюлоза [5], отходы пищевой промышленности, полученные при комплексной переработке сырья биогенного происхождения [6], плодовые косточки, шелуха, скорлупа, пустые стручки сельскохозяйственных культур [7, 8].

Ранее нами были [9, 10] изучены химический состав биомассы (общая масса, стебли, коробочки и корни) хлопчатника для установления их пригодности в получении углеродных адсорбентов и химических продуктов. Установлено, что по своему химическому составу биомасса хлопчатника вполне удовлетворяет требованиям производства, предъявляемым для получения углеродных адсорбентов, так как она является низкосольным, малосернистым сырьем с высоким выходом летучих веществ.

При выборе адсорбционных материалов исследователи руководствуются такими параметрами, как величина сорбции, стоимость, доступность, нетоксичность, эффективность, возможность применения вторичных материальных ресурсов, экологическая безопасность утилизации насыщенных адсорбентов.

В соответствии с выше перечисленными критериями наиболее привлекательными являются адсорбенты из отходов растительного сырья. Неограниченные запасы этих материалов, их дешевизна, простая технология получения, довольно высокие адсорбционные, ионообменные и фильтрационные

свойства адсорбентов стимулируют исследования, направленные на получение новых адсорбционно-активных материалов из растительного сырья.

В Кыргызстане имеются богатейшие ресурсы ежегодно возобновляемого растительного сырья - кукурузные початки, шелуха подсолнечника и риса, стебли табака, биомасса хлопчатника и другие дикорастущие растения и т. д.

В связи с этим представляет интерес изучение отходов хлопчатника для получения на их основе активных углей.

Первым этапом процесса получения углеродных адсорбентов является пиролиз сырья с получением карбонизатов. Целью данной работы было проведение карбонизации отходов хлопчатника (**Gossypium**) при температуре 500-800°C, исследование химико-технологических свойств продуктов, полученных в процессе карбонизации и изучение их сорбционных свойств.

Исследуемую биомассу хлопчатника сушили при комнатной температуре до постоянного веса. Биомассу разделили на части – общая масса, стебли, коробочки. Из каждой части отбирали пробу. Эти пробы после измельчения до 0,25–1,5 мм подвергались анализу в соответствии с существующими методиками [11].

Карбонизацию биомассы хлопчатника проводили при различных температурных режимах (500–800°C). Пиролиз вели в реакторе, изготовленном из жаростойкой нержавеющей трубки. Объем реактора 400 см³. Нагрев велся электрообогревательной печью. Температура регулировалась термопарой. Разовая загрузка до 100 г исходного сырья.

Выход продуктов разложения при карбонизации приведен в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, выход твердых остатков (карбонизатов) с увеличением температуры пиролиза уменьшается. Выход пирогенетической воды во всех пробах, кроме коробочки, колеблется в пределах 30-33 %. Выход смолы в различных частях хлопчатника увеличивается с ростом температуры нагрева и достигает 22 %. Это относительно высокий показатель, что дает возможность применять полученные смолы в качестве химического сырья. Объем образующегося газа достигает 20 %, а из коробочки – 33 %. Такой высокий выход позволит применять газ в качестве бытового топлива или при производстве синтез-газа.

Таблица 1. Выход продуктов пиролиза биомассы хлопчатника в зависимости от температуры, %

Проба, T °C пиролиза	Твердый остаток	Смола	Пироген. вода	Газ+потери
Общая масса				
500	40,15	14,55	31,22	14,08
600	33,14	17,15	33,16	16,56
700	31,72	19,48	32,25	16,55
800	26,92	22,91	33,23	16,94
Стебли				
500	35,32	13,24	31,21	20,23
600	32,08	16,34	31,66	19,92
700	28,43	20,34	30,52	20,71
800	26,14	22,12	31,23	20,51
Коробочка				
500	32,54	17,23	18,12	32,11
600	30,41	18,15	18,13	33,31
800	27,99	20,51	18,21	33,29

В процессе пиролиза улавливали продукты разложения и анализировали их химический состав. Для определения химических и адсорбционных свойств карбонизатов использовали известные методики [12, 13].

Наибольший интерес представляет карбонизат – как исходное сырье для получения, активированного угля. Характеристика карбонизатов, полученных при различных температурах из биомассы хлопчатника, приведена в табл. 2.

Таблица 2. Химико-технологическая характеристика карбонизатов, %

Температура пиролиза, °C	W ^a , %	A ^d , %	V ^{daf} , %	C ^{daf} , %	H ^{daf} , %
Общая масса					

исходная	8,67	4,66	79,51	52,23	6,94
500	4,63	11,05	15,33	86,03	4,62
600	2,08	13,93	13,78	88,03	3,89
700	2,69	14,79	10,72	88,97	3,29
800	1,02	17,38	8,95	91,33	2,30
Стебли					
исходная	8,29	5,12	78,89	52,19	6,70
500	3,66	14,57	10,0	84,33	3,73
600	3,01	15,96	8,23	89,39	3,52
700	3,07	17,97	5,88	90,20	2,69
800	3,76	19,58	6,60	93,08	2,05
Коробочка					
исходная	8,98	7,92	75,15	54,83	6,31
500	6,63	24,75	15,47	65,76	4,40
600	4,32	25,04	14,73	83,92	3,04
700	4,57	27,83	13,65	87,65	2,46
800	4,68	28,29	13,90	91,41	1,97

По сравнению с исходным сырьем, в карбонизатах увеличивается зольность с повышением температуры пиролиза, что объясняется выгоранием органической массы. В процессе карбонизации происходит основная потеря массы из-за выделения во время пиролиза углеродсодержащих низкомолекулярных летучих веществ и смолистых продуктов, что приводит к снижению содержания летучих веществ в карбонизатах с увеличением температуры пиролиза.

По результатам элементного анализа видно, что в процессе пиролиза изменяется химический состав образующихся карбонизатов: увеличивается содержание углерода с повышением температуры с 50-54 % до 90-93 %, а количество водорода снижается с 6 % до 1,9-2,3 %.

Карбонизаты исследовали по параметрам, характеризующим пригодность их в качестве материала для получения углеродного сорбента. Например, промышленные АУ марки БАУ-А и БАУ-ОА имеют суммарный объем пор по воде не менее 1,4-1,6 г/см³, насыпную плотность не более 0,540 г/см³, а адсорбционную активность по йоду не менее 50-60 %. Характеристика карбонизатов, полученных из биомассы хлопчатника, приведена в табл. 3.

Таблица 3. Характеристика карбонизатов

Проба, Т°С	Насыпная плотность, г/см ³	Суммарный объем пор, см ³ /г
Общая масса		
500	0,376	0,705
600	0,393	1,661
700	0,458	1,318
800	0,472	1,432
Стебли		
500	0,387	0,607
600	0,424	1,136
700	0,441	1,692
800	0,328	1,889
Коробочка		
500	0,442	1,028
600	0,506	1,109
800	0,384	1,214

Суммарный объем пор в карбонизатах увеличивается с повышением температуры, насыпная плотность увеличивается до 700°С, а при 800°С вновь понижается (табл. 3).

Важной характеристикой адсорбентов является адсорбционная активность, которая представлена в табл. 4.

Таблица 4. Адсорбционная активность карбонизатов

Проба, Т°С	Выход карбонизата из биомассы, %	Адсорбционная активность по йоду, %
Общая масса		

500	40,08	14,85
600	33,44	16,93
700	31,50	18,78
800	29,91	34,95
Стебли		
500	33,30	13,64
600	32,08	15,04
700	28,53	20,17
800	26,14	28,53
Коробочка		
500	32,00	37,21
600	30,41	31,90
800	7,99	31,90

Из приведенных данных табл. 4 видно, что с увеличением температуры карбонизации увеличивается адсорбционная активность по йоду и составляет у общей массы 34,95 %, но еще не достигает тех показателей, которые должны быть у промышленных активных углей. За исключением коробочки, у которой активность равна 32–37 %. Адсорбционная способность по метиленовому голубому у всех образцов - 150 мг·г⁻¹. Это дает возможность использовать карбонизаты из коробочки в качестве сорбента для очистки [14] сточных вод без дополнительной активации.

Выводы

1. Проведена термическая карбонизация биомассы хлопчатника при температуре 500-800°C и изучена характеристика полученных карбонизатов, показана возможность получения высокообуглероженных углеродных адсорбентов.

2. Исследована адсорбционная активность карбонизатов, которая с ростом температуры карбонизации увеличивается до 35-37 %, что характерно для промышленных образцов АУ марки ДАК, а значит карбонизаты, полученные из коробочки, можно использовать в качестве адсорбентов без их дополнительной активации.

Литература

1. *Тарковская И. А.* Сто профессий угля. Киев: Наукова Думка, 1990. 147 с.
2. *Кинле Х., Бадер Э.* Активные угли и их промышленное применение. Л.: 1984. 215 с.
3. *Gregorio Grini.* // Prog. Polym. Sci. 2005. V. 30. P. 38-70.
4. *Далимова Г. Н., Штырлов П. Ю., Якубова М. Р.* // Химия природ. соединений. 1998. № 3. С. 362-363.
5. *Непенин Н. Н., Непенин Ю. Н.* Технология целлюлозы. М., 1994. Т. 3. 466 с.
6. *Беляев Е. Ю., Беляева Л. Е.* // Химия в интересах устойчивого развития. 2000. № 8. С. 763-772.
7. *Никифорова Т. Е., Козлов В. А.* // ЖПХ. 2008. Т. 81. № 2. С. 428-433.
8. *Ставицкая С. С., Миронюк Т. И., Картель Н. К. и др.* // ЖПХ. 2001. Т. 74. № 4. С. 531-536.
9. *Камбарова Г. Б., Сартва К. А., Сарымсаков Ш. С.* Получение углеродных адсорбентов из отходов хлопчатника // Вестник КГУ им. И. Арабаева. Бишкек. 2011. С. 72-77.
10. *Сартва К. А., Камбарова Г. Б., Сарымсаков Ш. С.* Исследование отходов хлопчатника Gossypium в качестве сырья для получения химических продуктов // Тезисы докладов международной научной конференции. Санкт-Петербург. 2010. С. 94.
11. *Авгушевич И. В., Броновец Т. М. и др.* Стандартные методы испытания углей. М. 2008. 370 с.
12. *Пономарев В. Г., Иоакимис Э. Г., Монгайт И. Л.* Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. М.: Химия, 1985. 256 с.
13. *Кольшикин Д. А.* Активные угли: Справочник. Л.: Химия, 1985. 56 с.
14. *Смирнов А. Д.* Сорбционная очистка воды. Л.: Химия, 1982. 168 с.
15. Патент на изобретение № 2359903.