

С. 40 - 42. [2]. Львов А.И., Куров В.С. Расчет колебаний давления на оборотной частоте смесительного насоса при массоподаче на БДМ // Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства: Межвуз. сб. науч. тр. / СПб. ГТУРП. - СПб., 1996. - С. 42 - 44. [3]. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. - М.: Наука, 1996. - 480 с. [4]. Хронин Д.В. Колебания в двигателях летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1980. - 296 с.

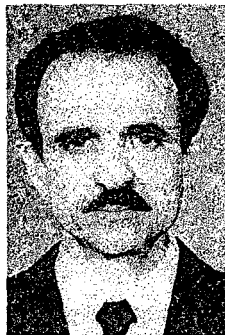
Поступила 22 июля 1996 г.

УДК 676.41/6

*А.В. КАНАРСКИЙ*

Волжский научно-исследовательский институт  
целлюлозно-бумажной промышленности

Канарский Альберт Владимирович родился в 1946 г., окончил в 1975 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, заместитель директора по научной работе Волжского НИИЦБП, директор Волжского гидролизно-дрожжевого завода. Имеет более 120 печатных трудов в области адсорбции и применения адсорбентов из растительных полимеров; механической, химической и биохимической переработки однолетних растений и древесины; управления научными и производственными коллективами, занимающимися созданием новой техники и технологии.



### **ВЛИЯНИЕ РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СВОЙСТВА ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА**

Определено влияние регенерированной хлопковой целлюлозы, получаемой обработкой фильтровальных видов бумаги и картона серной кислотой с последующей промывкой и сушкой, на физико-механические свойства готового продукта. Показана взаимосвязь образования регенерированной целлюлозы со структурой исходного материала. Установлена целесообразность применения фильтровальных материалов, содержащих регенерированную целлюлозу, в биотехнологических производствах.

The influence of the recovered cotton pulp, manufactured by treating filter kinds of paper and board with sulphuric acid, followed by washing and drying, upon their physical and mechanical properties of the final product has been defined. The interaction of forming the recovered pulp and the structure of the initial material has been revealed. The expediency of using filter, recovered pulp – containing materials in biotechnological industries has been stated.

Применение связующих в технологии фильтровальных видов бумаги и картона обусловлено приданием этим материалам необходимых прочностных свойств. При этом жесткая фиксация связующими компонентов в структуре материала исключает их миграцию при фильтровании и, соответственно, вторичное загрязнение фильтрата компонентами, вымываемыми из бумаги и картона потоком фильтруемой жидкости. Пропитка фильтровальных видов бумаги и картона связующими позволяет исключить набухание целлюлозы при контакте с фильтруемой средой и, следовательно, сохранить характеристики поровой структуры материала, повысить ресурс его работы и производительность фильтрования.

Связующие используют для направленного регулирования поверхностных свойств пор в фильтровальных видах бумаги и картона. В частности, регулирование величины и знака дзета-потенциала и смачиваемости поверхности пор путем осаждения на их поверхности связующих позволяет увеличить адсорбцию и адгезию молекул и частиц из фильтруемой среды и тем самым повысить задерживающую способность материала. Однако применяемые в настоящее время для упрочнения и модификации фильтровальных видов бумаги и картона связующие не являются биологически инертными, что ограничивает их использование в биотехнологических производствах. В процессе стерилизации и фильтрования связующие разрушаются и их фрагменты загрязняют готовый продукт [5].

Известно, что для получения пергамента бумагу обрабатывают серной кислотой определенной концентрации с последующей ее промывкой водой. При этом бумага приобретает повышенную прочность в сухом и влажном состоянии и барьерные свойства, которые сохраняются после стерилизации паром. Изменение свойств бумаги объясняют наличием в регенерированной целлюлозе амилоида, который, видимо, играет роль связующего [7]. Так как амилоид является биологически инертным веществом, то представляет определенный интерес изучить возможность использования регенерированной указанным выше способом целлюлозы в фильтровальных видах бумаги и картона для биотехнологических производств.

Ранее проведенные исследования показали, что фильтрующие свойства бумаги и картона, обработанных серной кислотой, зависят от вида и степени помола целлюлозы, концентрации и температуры серной кислоты, продолжительности пропитки, условий промывки материала

от кислоты. Установлено, что свойства фильтровального материала, обработанного серной кислотой, зависят от свойств не только целлюлозы, но и других компонентов, входящих в его состав. В частности, показаны существенные различия в фильтрующих и механических свойствах обработанного серной кислотой картона, содержащего стеклянные волокна и диатомит [4].

В настоящей работе представлены результаты исследований, отражающих влияние регенерированной целлюлозы на свойства фильтровальных видов картона и бумаги, содержащих полипропиленовые волокна. Выбор полипропиленовых волокон обусловлен их хемостойкостью, в частности кислотостойкостью, биологической инертностью и достаточной для стерилизации термостойкостью, что делает целесообразным их применение в фильтровальных материалах для биотехнологических производств. Влияние полипропиленовых волокон во взаимосвязи со свойствами хлопковой целлюлозы на физико-механические свойства фильтровальных видов бумаги и картона показано ранее [3].

В экспериментах использовали хлопковую целлюлозу (ГОСТ 595-73), которую размалывали в ролле при концентрации 1,3...1,5 % до степени помола 25, 30, 35 °ШР. Полипропиленовое волокно (ТУ 6-06-536-76) нарезали длиной 3,6 и 9,0 мм, распускали в ролле и перемешивали 15 мин с размолотой хлопковой целлюлозой. Массовую долю полипропиленовых волокон в составе бумаги и картона варьировали от 5 до 30 %. В указанных условиях исключались флокуляция и флотация полипропиленовых волокон при формировании листа. Масса 1 м<sup>2</sup> бумаги и картона при отливе изменялась от 50 до 200 г. Образцы бумаги и картона обрабатывали серной кислотой концентрацией 63, 64, 65 и 66 % в течение 2 с при температуре  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ , промывали до нейтральной реакции и высушивали контактным способом. Методом ртутной порометрии изучали влияние обработки серной кислотой на объем пор и их распределение по размерам в бумаге и картоне [6]. Физико-механические свойства бумаги и картона оценивали стандартными методами: массу 1 м<sup>2</sup> бумаги и картона – по ГОСТ 12432-77; сопротивление потоку воздуха – по ГОСТ 25099-82; скорость прохождения воды – по ГОСТ 12290-80; сопротивление продавливанию – по ГОСТ 13525.8-78; максимальный размер пор – по ГОСТ 21956-82.

Физико-механические свойства образцов фильтровального картона, содержащего регенерированную хлопковую целлюлозу и полипропиленовые волокна, представлены в табл. 1.

Анализ этих данных позволяет сделать вывод о том, что образование регенерированной хлопковой целлюлозы в картоне в результате его обработки серной кислотой с последующей промывкой и сушкой приводит к снижению толщины и увеличению сопротивления продавливанию. Снижение максимального размера пор в картоне увеличивает его гидравлическое сопротивление: показатель сопротивления потоку воздуха возрастает, а скорость прохождения воды уменьшается.

Таблица 1  
Физико-механические свойства фильтровального картона при различном содержании полипропиленовых волокон до и после обработки серной кислотой

Массовая доля полипропилена новых волокон в картоне, %	Концентрация серной кислоты, %	Толщина, мм	Сопротивление потоку воздуха, кПа	Скорость прохождение воды, дм <sup>3</sup> /(мин · м <sup>2</sup> )	Сопротивление продавливанию в сухом состоянии, МПа	Максимальный размер пор, мкм
5	-	0,52	0,16	1890	0,06	25,7
	63	0,50	0,16	1500	0,07	21,5
	64	0,48	0,32	750	0,11	19,9
	65	0,48	0,70	280	0,19	18,7
10	66	0,45	1,41	70	0,34	16,0
	-	0,60	0,08	2080	0,06	33,4
	63	0,55	0,07	2370	0,08	32,4
	64	0,55	0,16	1710	0,08	28,6
15	65	0,55	0,30	530	0,15	25,0
	66	0,48	0,83	230	0,23	21,7
	-	0,63	0,08	3360	0,05	48,4
	63	0,61	0,09	3000	0,05	47,0
20	64	0,60	0,15	2600	0,08	41,6
	65	0,58	0,34	1510	0,14	42,5
	66	0,54	0,56	890	0,15	34,9
	-	0,66	0,05	3500	0,05	50,0
	63	0,66	0,06	3390	0,06	49,7
	64	0,66	0,08	3300	0,07	47,3
	65	0,60	0,10	1880	0,16	42,6
	66	0,61	0,38	1170	0,19	37,6

Примечание. Степень помола целлюлозы 25 °ШР; масса 1 м<sup>2</sup> картона 200 г.

66	0,61	0,38	1170	0,19	37,6
----	------	------	------	------	------

Примечание. Степень помола целлюлозы 25 °ШР; масса 1 м<sup>2</sup> картона 200 г.

Таблица 2

**Изменение физико-механических свойств фильтровальной бумаги при прессовании и обработке серной кислотой**

Условия обработки	Суммарный объем пор в интервале радиусов 1...29 мкм, см <sup>3</sup> /г	Распределение, %, суммарного объема пор по интервалам средних радиусов, мкм			Толщина, мм	Сопротивление потоку воздуха, кПа	Скорость прохождения воды, дм <sup>3</sup> /(мин·м <sup>2</sup> )	Сопротивление продавливанию в сухом состоянии, МПа
		1...6	7...12	13...29				
Без прессования:								
без обработки кислотой	1,31	20	25	56	0,38	0,040	2700	0,06
с обработкой кислотой	1,12	39	29	32	0,37	0,085	2220	0,09
С прессованием:								
без обработки кислотой	1,28	23	27	50	0,28	0,064	2640	0,05
с обработкой кислотой	1,08	48	29	23	0,27	0,221	1900	0,09

Примечания. 1. Состав бумаги: 70 % хлопковой целлюлозы со степенью помола 25 °ШР и 30 % полипропиленовых волокон; масса 1 м<sup>2</sup> бумаги 100 г. 2. Удельное давление прессования 5 МПа; концентрация серной кислоты для обработки 64 %.

Введение в состав картона полипропиленовых волокон приводит к увеличению толщины картона и снижению его механической прочности. Увеличивается максимальный размер пор и, соответственно, снижается гидравлическое сопротивление картона. С ростом доли пропиленовых волокон в картоне интенсивность влияния регенерированной хлопковой целлюлозы на его физико-механические свойства снижается. Об этом можно судить по изменению скорости прохождения воды, которая у образцов картона, содержащего 5 % полипропиленовых волокон и обработанного серной кислотой концентрацией 66 %, в 27 раз ниже, чем у необработанного. После обработки серной кислотой у образцов, содержащих 20 % полипропиленовых волокон, показатель скорости прохождения воды снижается в 3 раза.

Можно предположить, что образование регенерированной целлюлозы и ее влияние на физико-механические свойства бумаги и картона взаимосвязано с объемом и размером пор в исходном материале - основе. Это предположение подтверждено экспериментально. Образцы бумаги и картона прессовали, тем самым изменяя объем пор в этих материалах, потом их обрабатывали серной кислотой, промывали и сушили. Основные результаты исследований образцов бумаги представлены в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2, обработка образцов бумаги-основы серной кислотой приводит к снижению суммарного объема пор и их перераспределению по размерам. В частности, увеличивается содержание пор размером 1...6 мкм. Снижение суммарного объема пор в образцах после предварительного прессования способствует увеличению доли пор размером 1...6 мкм до 48 %.

При обработке бумаги-основы серной кислотой образование регенерированной целлюлозы вызывает также и изменение поверхностных свойств пор в картоне. При фильтрации через образцы фильтровального картона и бумаги, содержащие регенерированную целлюлозу, вирусно-аллантаоисной жидкости установлена избирательная адгезия белка поверхностью пор картона по сравнению с вирусами. Гидрофобные коллоидные частицы белка интенсивно прилипают к гидрофобной поверхности регенерированной целлюлозы. Эффективность отделения белка от вируса в данном случае достигает 40 %.

Следует отметить, что фильтровальные виды бумаги и картона, содержащие регенерированную целлюлозу, не изменяют своих фильтрующих свойств после стерилизации паром, из них не вымываются компоненты как в растворенном виде, так и в виде фрагментов волокон.

Таким образом, применяя в фильтровальных видах бумаги и картона регенерированную целлюлозу, можно направленно регулировать их эксплуатационные свойства и использовать для фильтрации в биотехнологических производствах [1, 2].