

УДК 676.2.03

Ж. В. Бондаренко, м. н. с.;
Г. М. Горский, профессор

БУМАЖНЫЙ ФИЛЬТРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВОЛОКОН

The article examines the influence of the proportion of leaf and conifer cellulose and the extent of grinding of the fibre on the properties of the paper filtering material based on floral fibres. It shows the effect of wet-resistant resin on the properties of the above-mentioned material.

Фильтрация - процесс разделения неоднородных систем при помощи пористых перегородок, которые задерживают одни фазы этих систем и пропускают другие. Эффективность этого процесса во многом зависит от правильного выбора пористой фильтровальной перегородки.

В настоящее время применяют разнообразные по свойствам фильтровальные перегородки. В частности, зернистые слои песка, диатомита, угля; хлопчатобумажные или шерстяные ткани, а также ткани из синтетических волокон; сетки из волосяных или металлических нитей; пористые перегородки из кварца, спекшегося стеклянного или металлического порошка, а также из твердой резины (эбонита); бумажные фильтрующие материалы.

Большое место в этом ряду занимают бумажные фильтрующие материалы, которые изготавливают из растительных, минеральных и химических волокон с использованием связующих и сорбентов [1]. Данные материалы используют для очистки воздуха, пищевых и медико-биологических жидкостей, топлива, жидкостей для гидравлических систем и жидких смазочных материалов, технологических растворов полимеров.

До настоящего времени в Республике Беларусь бумажные фильтрующие материалы изготавливают с введением в композицию большого количества асбестовых волокон, являющихся регулятором пористости материала. Асбестовые волокна обладают определенным электрокинетическим потенциалом и развитой удельной поверхностью [2]. Эти показатели асбеста характеризуют его сорбционную способность по отношению к гидрозолям и аэрозольям. Однако фильтрующий материал, содержащий асбестовые волокна, не всегда обладает достаточной механической прочностью и удовлетворительной степенью очистки. Волокна асбеста в процессе фильтрации вымываются

и вторично загрязняют фильтрат. Кроме того, асбестовые волокна канцерогенны. Поэтому их присутствие в фильтрующих материалах, используемых, в частности, для фильтрации пищевых жидкостей, нужно ограничивать, а еще лучше - избегать вообще.

Цель работы – изучить возможность получения бумажных фильтрующих материалов для фильтрации пищевых жидкостей на основе растительных волокон.

Целесообразность применения целлюлозных волокон в композиции бумажных фильтрующих материалов определяется, прежде всего, их структурно-геометрическими и поверхностными свойствами, которые можно изменять механической или химической обработкой. Целлюлозу получают из воспроизводимого растительного сырья и, следовательно, ее применение в составе бумажных фильтрующих материалов в любой экономической структуре будет эффективнее, чем использование минеральных волокон.

Таблица 1
Влияние расхода хвойной целлюлозы на свойства бумажного фильтрующего материала

Композиция, %			Объемная масса, г/см ³	Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	Сопротивление потоку воздуха, Па	Скорость прохождения воды, дм ³ /(мин·м ²)	Коэффициент проскока латексных частиц
Хлопковая целлюлоза	Лиственная целлюлоза	Хвойная целлюлоза					
20	80	-	0,71	15	58,8	1955	67
20	70	10	0,71	16	58,6	2305	71
20	60	20	0,75	25	58,7	2005	69
20	50	30	0,74	26	58,8	2165	93
20	40	40	0,75	31	49,0	2105	71
20	30	50	0,80	32	68,4	1605	67
20	20	60	0,75	44	58,6	1005	76
20	10	70	0,85	26	68,2	1525	74
20	-	80	0,83	35	68,6	1905	74

В работе было изучено влияние расхода и степени помола волокон из древесной целлюлозы на свойства фильтрующего материала. В табл. 1 представлены показатели фильтрующего материала при изменении расхода хвойной целлюлозы от 0 до 80%. В данной композиции содержание хлопковой целлюлозы и степень помола целлюлозы были

постоянными. Следовательно, свойства фильтрующего материала зависели от соотношения между хвойной и лиственной целлюлозой в его композиции

Полученные данные показали, что увеличение в композиции бумажного фильтрующего материала доли лиственной целлюлозы приводит к уменьшению объемной массы, закономерному падению прочности и сопротивления потоку воздуха и увеличению скорости прохождения воды через материал. Наоборот, увеличение расхода хвойной целлюлозы в такой композиции изменяет эти показатели в обратном направлении. Таким образом, появляется возможность путем регулирования композиционного состава целенаправленно создавать бумажные фильтрующие материалы, удовлетворяющие тем или иным требованиям.

Влияние степени помола хвойной целлюлозы на свойства бумажного фильтрующего материала представлено в табл. 2.

Таблица 2

Влияние степени помола хвойной целлюлозы на свойства бумажного фильтрующего материала

Степень помола целлюлозы, °ШР			Объемная масса, г/см ³	Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	Сопротивление потоку воздуха, Па	Скорость прохождения воды, дм ³ / (мин. м ²)	Кoeff. проскока латексных частиц
Хлопковой	Лиственной	Хвойной					
17	16	5	0,75	43	58,8	1005	76
17	16	20	0,78	35	58,8	2005	74
17	16	25	0,79	40	68,6	1515	69

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что увеличение степени помола волокон хвойной целлюлозы приводит к некоторому снижению прочности материала. Вероятно, такое воздействие размола целлюлозных волокон на прочность можно объяснить влиянием двух процессов, протекающих при этом. Первый из них – укорочение волокна, приводящее к снижению прочности материала. Второй – снижение пористости материала, чему способствует уменьшение размеров волокна и увеличение их удельной поверхности в процессе размола. Уменьшение диаметра пор и общей пористости материала обуславливает увеличение его прочности вследствие фактического уменьшения площади сечения и увеличения сил связи. Вероят-

но, при увеличении степени помола целлюлозы до 20 °ШР преимущественное влияние оказывает снижение прочности материала из-за укорочения волокон целлюлозы, поэтому прочность материала несколько снижается. При увеличении степени помола целлюлозного волокна до 25 °ШР большее влияние на свойства материала оказывает общая пористость материала, которая снижается и влечет за собой увеличение его прочности. Однако показатели прочности остаются ниже, чем при использовании целлюлозных волокон со степенью помола 15 °ШР. Образование мелкопористой структуры материала способствует повышению задерживающей способности материала, о чем свидетельствует снижение коэффициента проскока латексных частиц.

Для фильтрующего материала, используемого для очистки жидкостей, важное значение имеет показатель влагопрочности, характеризующий степень сохранения прочности материала в сухом состоянии при его намокании. Для придания влагопрочности фильтрующему материалу на основе растительных волокон использовали полиамид-полиамин-эпихлор-гидридную смолу (ППЭС), которую получают путем реакции эпихлоргидрина с основными низкомолекулярными полиамидами, являющимися производными ненасыщенных алифатических двухосновных кислот, таких, как адипиновая или янтарная, и полиалкиленполиаминов (диэтиленамин или тетраэтиленамин) [3]. Достоинством ППЭС является большой катионный заряд, способность к поперечному сшиванию и понижение растворимости в отсутствие кислых катализаторов. Последнее свойство дает возможность использовать эту смолу при нейтральном значении pH, что способствует развитию прочности бумажного материала и снижению коррозионности оборудования. Модели механизма придания влагопрочности с помощью ППЭС сводятся главным образом к двум теориям: “защиты” и “упрочнения” [4]. Теория “защиты” утверждает, что имеется структура смолы вокруг и внутри волокон, которая ограждает гемицеллюлозы от дополнительного набухания и водопоглощения. Таким образом, защищается часть связей, и лист сохраняет начальную прочность. Во второй теории утверждается, что между волокнами целлюлозы устанавливаются химические связи. Возможно также упрочнение существующих водородных связей через различные механизмы и образование ковалентных связей с гидроксилами целлюлозы.

В качестве примера установлено влияние ППЭС на свойства бумажного фильтрующего материала, содержащего в композиции 60% хвойной целлюлозы и по 20% лиственной и хлопковой целлюлозы. Полученные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние расхода ППЭС на свойства бумажного фильтрующего материала

Расход влагопрочной смолы, % а.с.в.	Объемная масса, г/см ³	Разрушающее усилие в сухом сост., Н	Влагопрочность, %	Сопротивление потоку воздуха, Па	Скорость прохождения воды, дм ³ / (мин·м ²)	Кoeff. проскока латексных частиц
0	0,75	25	8,9	58,8	1005	76
0,25	0,72	26	26,2	39,2	3210	50
0,50	0,62	29	31,0	39,2	3410	48
1,00	0,56	28	32,0	39,2	2890	18
1,25	0,58	27	34,3	39,2	2505	40
1,50	0,52	32	31,3	39,2	1925	33

Увеличение расхода ППЭС в композиции оказывает влияние как на прочностные, так и на фильтрующие показатели материала. При введении смолы в композицию бумажного фильтрующего материала прочность его возрастает при одновременном улучшении фильтрующих показателей: снижаются объемная масса материала, сопротивление потоку воздуха и коэффициент проскока латексных частиц.

ППЭС оказывает существенное влияние на показатели прочности материала в сухом и во влажном состоянии. Наиболее интенсивно показатель влагопрочности материала возрастает при малом (до 0,5%) расходе смолы, а затем этот показатель стабилизируется. Это можно объяснить изменением соотношения двух видов механизмов ("защиты" и "упрочнения") в структуре бумажного фильтрующего материала, при возрастании содержания смолы в его композиции, и снижением доли волокон, несущих основную нагрузку. Вероятно, при малом расходе смолы преобладает реакция образования сетки из поперечно сшитых молекул смолы (образуются связи "смола-смола"), а при увеличении содержания смолы свыше 0,5% в большей степени проявляется образование поперечных связей "целлюлоза-смола-целлюлоза". В этом случае оказывает влияние в небольшой степени также снижение доли волокон, несущих основную нагрузку. Оптимальное соотношение этих факторов наблюдается при расходе влагопрочной смолы в количестве 1% от массы а. с. в. В этом случае материал достигает влагопрочности свыше 30%.

Анализ зависимости коэффициента проскока латексных частиц от расхода смолы показывает, что увеличение расхода смолы до 1% приводит к снижению этого показателя, а дальнейшее увеличение содержания смолы – к его росту. Вероятно, при расходе смолы 1% от массы а. с. в. образуется "сетка" из поперечно сшитых молекул смолы и целлюлозы, способствующая наибольшему удержанию латексных частиц в толще фильтрующего материала. При расходе смолы в количестве 1% от массы а. с. в. материал обладает низким сопротивлением потоку воздуха и достаточно высокой скоростью прохождения воды.

Полученные данные позволяют сделать вывод о возможности получения бумажных фильтрующих материалов из растительных волокон. На свойства такого материала влияет степень помола исходных компонентов и их соотношение в композиции бумажного фильтрующего материала. Для повышения влагопрочности такого материала в его композицию необходимо вводить влагопрочную смолу в количестве 1% от массы а. с. в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канарский А. В. Фильтровальные виды бумаги и картона для промышленных технологических процессов.- М.: Экология, 1991.
2. Залеская Н. П., Соколова М. В. Производство асбестовых бумаг, картона, фильтрующих материалов.- М.: Химия, 1989.
3. Минасян Ш. О. Вспомогательные вещества для придания бумаге влагопрочности. (Обзор). - М., 1977.
4. Coleman A., Miller T. F., Pollart K. A., Waisanen C., Farley C. E. Poliamide resins for wet strengthening of paper// Techn. Assoc. Pulp. and Pap. Ind (TAPPI). - 1983.-P.31-34.