

4. ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ. БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 62-784.43

В.К. Дубовый, Г.А. Сулов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СОРБЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИКРОТОНКИХ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН

Введение. Новые наукоемкие технологии являются движущей силой развития промышленности, создания материально-технической базы экономической безопасности государства и комфортной социальной среды. В этом плане производство минеральных волокон и изделий из них решает многие задачи развития основных отраслей: авиакосмической, радиоэлектронной, атомной, металлургической, машиностроительной, энергетической, оборонной, химической, строительной, транспортной, биотехнологической, фармацевтической, а также в сельском хозяйстве [Дубовый, 2003; Материалы из нетрадиционных видов волокон, 2020]. Сорбционные материалы – это один из возможных способов применения бумагоподобных композитов на основе минеральных волокон.

Одной из основных проблем при производстве сорбционных бумагоподобных композиционных материалов на основе минеральных волокон является получение высоких прочностных характеристик при сохранении эксплуатационных свойств. В настоящее время композиты на основе минеральных волокон находят широкое применение во многих отраслях науки и промышленности таких, как нано-, био-, и сверхкритические технологии, энергетика, медицина, транспорт, электроника и многих других.

Минеральные волокна обладают целым комплексом уникальных свойств: термо-, хемо-, биостойкость, устойчивость к воздействию агрессивных сред, но в отличие от волокон растительного происхождения не обладают способностью к связеобразованию [Щербак, 2018]. Поэтому для достижения требуемых прочностных характеристик композиты на основе минеральных волокон необходимо использовать связующие в зависимости от условий эксплуатации и потребительских характеристик. В связи с этим

целью работы явилось исследование упрочнения бумагоподобных композиций на основе минеральных волокон с использованием органических и неорганических связующих [Дубовый, 2006].

Объекты исследования и методики

Объекты исследования:

- продукты гидролиза соли сульфата алюминия (III);
- продукты гидролиза соли хлорида алюминия (III);
- сульфатная небеленая целлюлоза;
- стеклянное волокно марки М20 МТВ-025;
- цеолит MFI 100.

Подготовка и исследование физико-механических показателей композиционных материалов выполнялось с применением аппаратов, приборов и методик, описанных в учебном пособии (Лабораторный практикум по технологии бумаги и картона: В.К. Дубовый и др. СПб.: Политехн. ун-т, 2006. 230 с.).

Лабораторные образцы стекловолкнистой бумаги листовой формы изготавливались из волокна марки М20 МТВ-025 [Щербак, 2018] с добавками связующего в заданных соотношениях. Исследования проводились на образцах массой 80 г/м².

Для получения образцов стекловолкнистую суспензию готовили с учетом свойств стеклянного волокна – большой длины, хрупкости [Гутников, 2010]. Роспуск минерального волокна производился в воде на быстроходной мешалке, при скорости 800 об/мин. Время диспергирования было определено экспериментально и составило 8 мин, а концентрация массы 0,3%.

Сульфатная небеленая целлюлоза, после замачивания в течение 6 часов распускалась в лабораторном дезинтеграторе при 1500 об/мин в течение 5 мин, после чего отправлялась в размалывающий аппарат. Размол целлюлозы проводился при концентрации целлюлозной массы 15 г в 1,7 л воды в течение 10 мин, после чего замерялась степень помола.

В качестве сорбента использовался цеолит марки MFI 100. Для подготовки суспензии сорбента взвешивается 10 г цеолита и помещается в мерный стакан. Далее цеолит разбавляется дистиллированной водой до 2 литров и помещается под мешалку, для обеспечения равномерного и полного распределения цеолита в суспензии. Скорость вращения мешалки 600 об/мин.

Получение образцов с упрочняющими агентами проводили путем добавления к суспензии волокна предварительно рассчитанного количества соли титана или алюминия по соответствующему оксиду, а pH отлива регулировали 1 н раствором NaOH [Дубовый, 1998].

Подготовленную композицию перемешивали в течение 5 мин для равномерного распределения всех компонентов в массе. Лабораторные образ-

цы изготавливали на листоотливном аппарате «Rapid-Kothen». Волокнистую массу разбавляли в формующей колбе до 8 л. Полученный образец помещали в сушильную камеру аппарата «Rapid-Kothen» и сушили до постоянной массы одного квадратного метра.

Полученные образцы кондиционировались по ГОСТ 13523–78 и измерялась их толщина (ГОСТ 27015–86), чтобы с её учетом пересчитать измеренное на вертикальной разрывной машине «Hounsfield» разрывное усилие образцов (Н) по ГОСТ ИСО 1924-1–96 в предел прочности при растяжении (МПа).

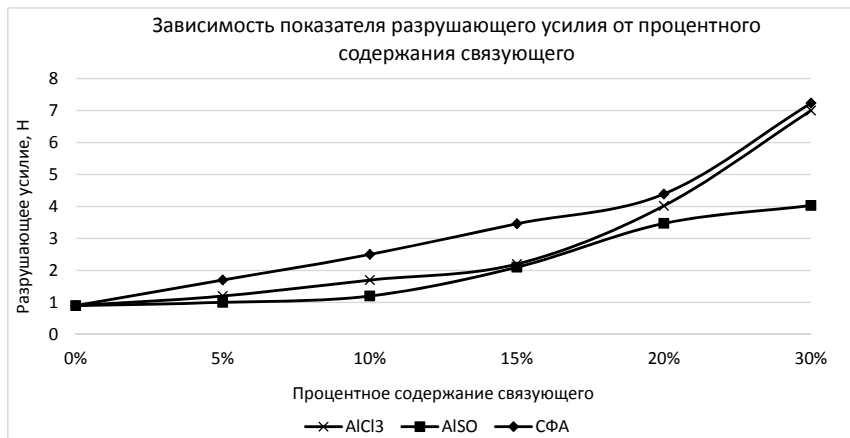
Результаты и обсуждения. Результаты исследования разрушающего усилия образцов представлены в таблице.

Показатели разрушающего усилия образцов от расхода связующего
Indicators of the destructive force of samples from the binder consumption

Содержание связующего, %	Разрушающее усилие, Н		
	AlCl ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	СФА
0	0,90	0,90	0,90
5	1,22	1,01	1,71
10	1,72	1,21	1,50
15	2,21	2,13	3,46
20	4,02	3,47	4,39
30	7,00	4,03	7,23

На рисунке представлены результаты исследования влияния содержания вида связующего в композиционном сорбционном материале на показатель разрушающего усилия.

Так же проводились исследования влияния вида и процентного содержания связующего на термостойкость материала, в связи с тем, что материал подобного назначения часто используется в условиях повышенных температур. В частности, исследуемый материал требует стойкости при температурах около 300 °С. Для проверки показателя термостойкости образцы композита помещались в муфельную печь и выдерживались при температуре 300 °С в течение 30 мин. По истечении времени в материале, при приготовлении которого использовалась целлюлоза в качестве связующего, наблюдалось значительное снижение прочностных характеристик. Это связано с выгоранием связующего при высоких температурах. У материала с использованием неорганического связующего такой тенденции не наблюдалось.



Зависимость показателя разрушающего усилия от процентного содержания связующего в композиционном сорбционном материале на основе стеклянных волокон марки МТВ-0,25.

Dependence of the destructive force index on the percentage of binder in the composite sorption material based on glass fibers of the MTV-0.25 brand

Выводы:

1. При использовании целлюлозы в качестве связующего приводит к увеличению разрушающего усилия, что в целом свидетельствует о том, что целлюлоза в качестве связующего оказывает положительное влияние на композит. Однако термостойкость материала при использовании целлюлозы недостаточна, потому что температура горения целлюлозы 219 °С, а требуемая термостойкость материала 300 °С.

2. Полиядерные комплексы алюминия в качестве связующего для композиционного материала положительно влияют на исследуемые характеристики бумажных образцов. Наблюдается увеличение разрушающего усилия. В то же время термостойкость материала остается высокой.

3. Данные зависимостей свидетельствуют о том, что при использовании хлорида алюминия для приготовления полиядерных комплексов, влияние на показатель разрушающего усилия выше, чем для сульфата алюминия.

Библиографический список

Безлаковский А.И., Дубовый В.К., Сысоева Н.В., Коваленко В.В. Связеобразование в системе «минеральное волокно – минеральное связующее» // Материалы XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Волгоград, 2011. С. 32.

Дубовый В.К. Стеклообразные волокна. Свойства и применение. СПб.: Нестор, 2003. 130 с.

Дубовой Е.В. Бумага на основе стеклянных волокон для аппаратов охлаждения воздуха испарительного типа: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбГУПТД, 2018. 16 с.

Дубовый В.К. Бумагоподобные композиционные материалы на основе минеральных волокон: дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2006. 370 с.

Дубовый В.К. Фильтровальные материалы на основе минеральных волокон для сверхтонкой очистки газоздушных сред: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбГЛТА, 1998.

Материалы из нетрадиционных видов волокон: технологии получения, свойства, перспективы применения: монография / под ред. А.В. Вураско. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2020. 225 с.

Щербак Н.В., Дубовой Е.В., Лоренгель М.А., Смолин А.С. Моделирование композиции сепараторной бумаги из минерального и растительного сырья для повышения прочности и впитывающей способности // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018. № 1. С. 120–129. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.120

References

Bezlakovskiy A.I., Duboviy V.K., Sysoeva N.V., Kovalenko V.V. Svyazobrazovanie V sisteme «mineral fiber-mineral binder». *Materials of the XIX Mendeleev Congress on General and applied chemistry*. Volgograd, 2011. P. 32. (In Russ.)

Duboviy V.K. Glass fibers. Properties and application. SPb.: Nestor, 2003. 130 p. (In Russ.)

Dubovoi E.V. Paper based on glass fibers for evaporative type air cooling apparatus: dis. ... kand. tekchn. nauk. SPb.: SPbSUPTD, 2018. 16 p. (In Russ.)

Duboviy V.K. Paper-Like composite materials based on mineral fibers: dis. ... d-ra tekhn. nauk. SPb., 2006. 370 p. (In Russ.)

Duboviy V.K. Filter materials based on mineral fibers for ultrafine cleaning of gas-air environments: dis. ... kand. tekchn. nauk. St. Petersburg: SPbGLTA, 1998. (In Russ.)

Shcherbak N.V., Dubovoi E.V. et al. Modelirovaniye kompozitsii separatornoy bumagi iz mineralnogo i rastitelnogo syria dlya povysheniya prochnosti i vpituyayushchey sposobnosti IVUZ. *Lesnoi zhurnal*, 2018, no. 1, pp. 120–129. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.120. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 03.11.2020

Дубовый В.К., Суслов Г.А. Исследование прочности сорбционных композиционных материалов на основе микротонких стеклянных волокон // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 233. С. 221–227. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.233.221-227

Исследуется влияние минерального и органического связующего на термостойкость и показатель разрушающего усилия композиционных сорбционных материалов на основе стеклянных волокон. Рассматриваемый материал используется для сорбции органических соединений при низких концентрациях. Изучение влияния на эти два показателя вызвано тем, что материал, описываемый в настоящей статье, требует определенной технологической прочности и должен выдерживать температуры 300 °С. Для достижения требуемых параметров для материала исследовались три типа связующего: 1. Полиядерные комплексы алюминия, полученные в результате гидролиза хлорида алюминия; 2. Полиядерные комплексы алюминия, полученные в результате гидролиза сульфата алюминия; 3. Сульфатная небеленая целлюлоза. По результатам исследования было выявлено наиболее подходящее связующее для сорбционного композиционного материала и определено оптимальное процентное содержание этого связующего.

Ключевые слова: стеклянные волокна, композиционные материалы, фильтровальные материалы, полиядерные комплексы сульфата алюминия, полиядерные комплексы хлорида алюминия, связующие.

Duboviy V.K., Suslov G.A. Strength Study of Sorption Composites Based on Microfine Glass Fibers. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoi Akademii*, 2020, is. 233, pp. 221-227 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2020.233.221-227

Discusses the influence of mineral and organic binders on the heat resistance and the index of the destructive force of composite sorption materials based on glass fibers. This material is used for sorption of organic compounds at low concentrations. Consideration of the impact on these two indicators is caused by the fact that the material described in this article requires a certain technological strength and must withstand temperatures of 300 °C. To achieve the required parameters for the material, three types of binder were studied: 1. Polynuclear complexes of aluminium, obtained by hydrolysis with aluminium chloride; 2. Polynuclear complexes of aluminium, obtained by hydrolysis of aluminium sulfate; 3. Sulfate unbleached cellulose. According to the results of the study, the most suitable binder for the sorption composite material was identified and the optimal percentage of this binder was determined.

Key words: glass fibers, composite materials, filter materials, titanium polynuclear complexes, aluminum poly-nuclear complexes, binders.

ДУБОВЫЙ Владимир Климентьевич – профессор кафедры технологии бумаги и картона Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, доктор технических наук, профессор.

198095, ул. Ивана Черных, д. 4, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: dubovy2004@mail.ru

DUBOVY Vladimir K. – DSc (Technical), Professor, Department of Paper and Cardboard Technology, St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Professor.

198095. Ivan Chernykh str. 4. St. Petersburg. Russia. E-mail: dubovy2004@mail.ru

СУСЛОВ Глеб Александрович – аспирант кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов имени Меоса Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна.

191186, наб. реки Мойки, д. 63, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: q2m1q@mail.ru

SUSLOV Gleb A. – PhD student of the Department of Nanostructured, fibrous and composite materials named after Meos St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design.

191186. Moika River emb. 63. St. Petersburg. Russia. E-mail: q2m1q@mail.ru