

В.К. Дубовый, Н.А. Криницин

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И ВИДА СВЯЗУЮЩЕГО НА ПРОЧНОСТЬ БУМАГИ ИЗ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН

Введение. Развитие современной науки и техники вызывает потребность в новых материалах, обладающих свойствами, не присущими природным материалам. Среди композиционных фильтровальных материалов особый интерес представляют материалы на основе минеральных волокон. Стекловолоконные волокна как отдельный класс минеральных волокон обладают такими ценными свойствами, как негорючесть, устойчивость к агрессивным средам, высокая прочность, а также электро- тепло- и звукоизоляционными свойствами. Однако подобные материалы не обладают достаточной технологической прочностью. [Дубовой, 2018] С целью решения этой проблемы в качестве связующих применяют полиядерные комплексы поливалентных металлов, в частности полиядерные комплексы алюминия [Дубовый, 2003].

Для изучения возможности использования в качестве связующего полиядерных комплексов титана в данной работе проведено исследование предела прочности при растяжении композиционных материалов полученных из стекловолоконных волокон, в которых в качестве связующего были использованы полиядерные комплексы алюминия и титана.

Методика исследования. Объекты исследования: продукты гидролиза соли хлорида титана (III), продукты гидролиза соли хлорида алюминия (III), стекловолоконное волокно марки М20 МТВ-025.

Подготовка к исследованию и исследование физико-механических показателей композиционных материалов выполнялось с применением аппаратов, приборов и методик, описанных в учебном пособии [Дубовый и др., 2006].

Лабораторные образцы стекловолоконистой бумаги листовой формы изготавливались из волокна марки М20 МТВ-025 [Щербак и др., 2018] с добавками связующего в заданных соотношениях. Исследования проводили на образцах массой 100 г/м^2 .

Для получения образцов стекловолоконистую суспензию готовили с учетом свойств стекловолоконного волокна – большой длины, хрупкости.

[Гутников и др., 2010]. Роспуск минерального волокна производился в воде на быстроходной мешалке при скорости 800 об/мин. Время диспергирования определено экспериментально и составило 8 мин, а концентрация массы 0,3%.

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

Подготовленную композицию перемешивали в течение 5 мин для равномерного распределения всех компонентов в массе. Лабораторные образцы 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 1 м².

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

Результаты исследования

Результаты исследования объемной плотности образцов представлены в табл. 1 и 2.

Данные из табл. 1 позволяют сделать вывод, что вне зависимости от рН отлива объемная плотность образцов возрастает с увеличением расхода связующего на основе полиядерных комплексов титана.

Данные из табл. 2 указывают на то, что повышение концентрации полиядерных комплексов в композите вне зависимости от их природы увеличивает объемную плотность образцов в щелочном диапазоне рН.

Результаты исследования, представленные на рис. 1, свидетельствуют о том, что при рН отлива 8 и расходе связующего на основе полиядерных комплексов титана до 10% показатель предела прочности при растяжении возрастает в 2 раза по сравнению с образцом, изготовленным без связующего. При дальнейшем увеличении расхода связующего на основе полиядерных комплексов титана с 10 до 30% показатель предела прочности достигает 1 МПа. С изменением расхода связующего на основе полиядерных комплексов алюминия с 10 до 30% показатель предела прочности при растяжении возрастает почти в 2 раза – с 0.4 до 0.78 МПа.

Таблица 1

Показатели объемной плотности образцов от расхода связующего на основе хлорида титана и pH отлива

Volumetric density of samples from the flow rate of the binder based on titanium chloride and pH casting

Содержание связующего, % Ti ₂ O ₃	Объемная плотность, кг/м ³		
	pH 8	pH 10	pH 12
0	19,2	19,2	19,2
5	21,7	21,7	21,7
10	27,8	27,0	27,8
15	30,3	28,6	29,4
20	31,3	29,4	30,3
25	33,3	31,3	32,3
30	35,7	34,5	35,7

Таблица 2

Показатели объемной плотности образцов от расхода связующего на основе хлорида алюминия и pH отлива

Volumetric density of samples from the flow rate of the binder based on aluminum chloride and pH casting

Содержание связующего, % Al ₂ O ₃	Объемная плотность, кг/м ³		
	pH 8	pH 10	pH 12
0	19,2	19,2	19,2
5	21,7	21,7	21,5
10	28,4	23,4	21,6
15	32,3	24,2	23,5
20	36,3	26,4	24,4
25	39,1	27,6	26,7
30	41,7	31,2	30,3

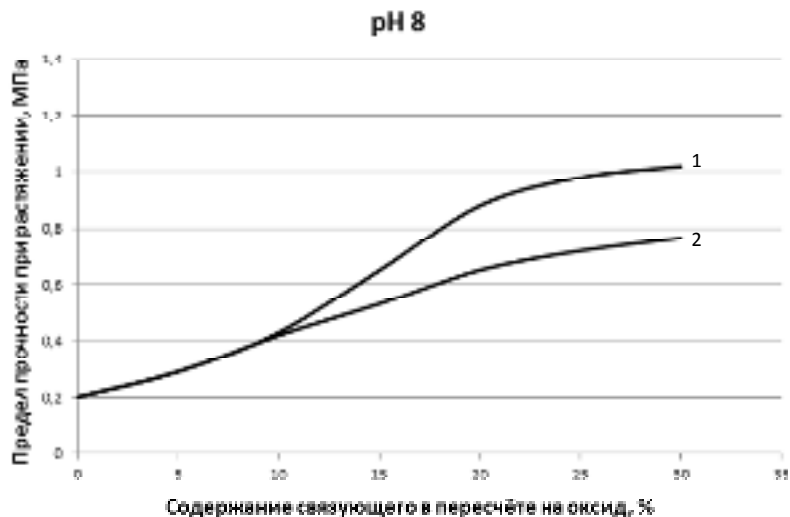


Рис. 1. Зависимость предела прочности при растяжении при pH 8 от содержания связующего с полиядерными комплексами Al (1) и Ti (2)

Fig. 1. Dependence of tensile strength at pH 8 on the content of binder with poly-d ceramic complexes Al (1) and Ti (2)

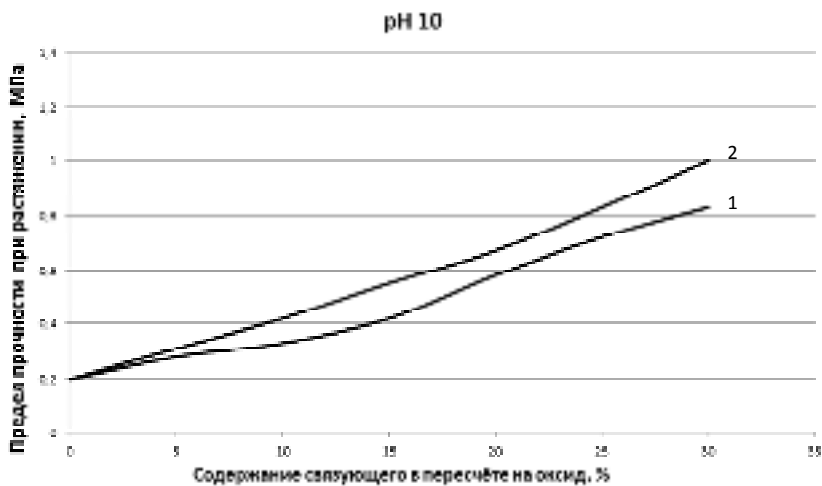


Рис. 2. Зависимость предела прочности при растяжении при pH 10 от содержания связующего с полиядерными комплексами Al (1) и Ti (2)

Fig. 2. Dependence of tensile strength at pH 10 on the content of binder with polynuclear complexes Al (1) and Ti (2)

Из данных, представленных на рис. 2 можно сделать вывод, что при pH 10 отлива и увеличении расхода связующего до 30% предел прочности при растяжении образцов на основе полиядерных комплексов титана проявляет схожую динамику роста с пределом прочности при растяжении материалов с использованием связующего на основе полиядерных комплексов алюминия. При расходе связующего 30% материал с применением комплексов титана при pH 10 отлива достигает прочности при растяжении 1 МПа, что соответствует пределу прочности при растяжении образцов на основе полиядерных комплексов алюминия при том же значении расхода связующего и pH 8 отлива.



Рис. 3. Зависимость предела прочности при растяжении при pH 12 от содержания связующего с полиядерными комплексами Al (1) и Ti (2)

Fig. 3. Dependence of tensile strength at pH 12 on the content of binder with poly-d ceramic complexes Al (1) and Ti (2)

Результаты, представленные на рис. 3, свидетельствуют о том, что при pH 12 отлива и расходе связующего на основе полиядерных комплексов алюминия до 15% показатель предела прочности при растяжении возрастает в 2 раза, по сравнению с образцом, изготовленным в отсутствие связующего. Следует отметить, что показатель предела прочности при растяжении для образцов с добавлением полиядерных комплексов алюминия при расходе связующего в 30% и увеличении pH с 8 до 12 снижается с 1 до

0,8 МПа. При достижении расхода связующего на основе полиядерных комплексов титана 30% показатель предела прочности при растяжении возрастает шестикратно, по сравнению с образцом без добавления связующего, – до 1,2 МПа.

Выводы

1. Установлено что объемная плотность образцов из микротонких стеклянных волокон марки М20 МТВ-025, связанных полиядерными комплексами алюминия и титана возрастает с увеличением расхода связующего вне зависимости от его природы и рН отлива.

2. С использованием в качестве связующего полиядерных комплексов титана предел прочности композиционного материала при растяжении значительно возрастает (с 0,8 до 1,2 МПа) при изменении рН отлива с 8 до 12 и расходе связующего 30%.

3. Использование в композиции материалов на основе микротонких стеклянных волокон в качестве связующего полиядерных комплексов алюминия способствует существенному росту прочности композита, однако увеличение рН отлива с 8 до 12 ведет к снижению предела прочности с 1 до 0,8 МПа при расходе связующего 30%.

Библиографический список

Дубовой Е.В. Бумага на основе стеклянных волокон для аппаратов охлаждения воздуха испарительного типа: [автореф. канд. дис.]. СПб.: СПбГУПТД, 2018.

Дубовый В.К. и др. Лабораторный практикум по технологии бумаги и картона: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 230 с.

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

Щербак Н.В., Дубовой Е.В. и др. Известия вузов. Лесной журнал. 2018. № 1. С 120–129. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.120

Гутников С.И., Лазорьяк Б.И., Селезнев А.Н. Стеклянные волокна: учеб. пособие для студентов по специальности «Композитные наноматериалы». М.: МГУ, 2010. 53 с.

References

Dubovoi E.V. Paper based on glass fibers for evaporative type air cooling apparatus: avtoref. cand. dis.. SPb.: SPbSUPTD, 2018

Dubovyy V.K. i dr. Laboratornyy praktikum po tekhnologii bumagi i kartona: ucheb. posobiye. SPb.: Izd-vo Politekh. un-ta. 2006. 230 p.

Dubovy V.K. Glass fibers. Properties and application. SPb.: Nestor, 2003. 130 p.

Shcherbak N.V., Dubovoi E.V. et al. Izvestiia Universities. Lesnoi zhurnal, 2018, no. 1, pp. 120–129. DOI: 10.17238 / issn0536-1036.2018.1.120

Gutnikov S.I., Lazoryak B.I., Seleznev A.N. Glass fibers: a textbook for students majoring in Composite Nanomaterials. Moscow: Moscow State University, 2010. 53 p.

Материал поступил в редакцию 02.06.2020

Дубовый В.К., Криницин Н.А. Влияние содержания и вида связующего на прочность бумаги из стеклянных волокон // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 244–251. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.244-251

Проведено исследование композиционного материала на основе минерального волокна с использованием в качестве связующего полиядерных комплексов металлов. Новизной и особенностью данного исследования является использование в качестве связующего для композиционного материала на основе стеклянных волокон полиядерных комплексов титана. Добавление связующего на основе полиядерных комплексов в композицию целесообразно в интервале 5–30% от массы волокна. Исследованный композиционный материал с добавлением в качестве связующего полиядерных комплексов титана имеет прочностные характеристики при pH отлива 10 и 12 выше, чем у материалов с добавлением полиядерных комплексов алюминия и обладает достаточной технологической прочностью. Полиядерные комплексы титана можно использовать как перспективные связующие для композиционных фильтровальных материалов на основе стеклянных волокон.

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

Duboviy V.K., Krinitin N.A. Effect of the content and type of binder on the strength of glass fiber paper. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2020, is. 232, pp. 244–251 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.244-251

The study of composite material based on mineral fiber using polynuclear metal complexes as a binder was carried out. The novelty and feature of this study is the use of polynuclear complexes of titanium as a binder for a composite material based on glass fibers. Adding a binder based on polynuclear complexes to the composition is advisable in the range of 5-30% by weight of the fiber. The studied composite material with the addition of polynuclear complexes of titanium as a binder has strength characteristic at pH levels 10 and 12, higher, than that of materials with the addition of polynuclear complexes of aluminum and has sufficient technological strength.

Polynuclear complexes of titanium can be used as promising binders for composite filter materials based on glass fibers.

Key words: glass fibers, composite materials, filter materials, polynuclear aluminum 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.

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

КРИНИЦИН Никита Антонович – аспирант кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. Меоса Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна.

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

KRINITZIN Nikita A. – postgraduate student of the Department of Nanostructured, fibrous and composite materials named after Meos St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design.

191186. nab. Moika River. 63. St. Petersburg. Russia. E-mail: krinnikita@yandex.ru