

В.К. Дубовый, Г.И. Чижов, В.В. Хованский

Дубовый Владимир Климентьевич родился в 1967 г., окончил в 1991 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры целлюлозно-бумажного производства С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет около 40 печатных работ в области технологии бумаги и картона.



Хованский Владимир Валентинович родился в 1947 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии бумаги и картона С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет около 40 печатных работ в области технологии бумаги и картона.



ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ СВОЙСТВА ВЛАГОПРОЧНОСТИ В БУМАГЕ ИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

Экспериментально изучен механизм возникновения свойства влагопрочности в бумаге из минеральных волокон под влиянием добавок соединений алюминия в сочетании с тепловой обработкой готового материала.

Ключевые слова: бумага, минеральные волокна, соединения алюминия, влагопрочность, неорганическое связующее.

Известно [2], что добавка в бумажную массу соединений алюминия может в определенных условиях не только повысить прочность бумаги, но и придать ей постоянную влагопрочность. Одним из обязательных условий является кратковременная (в течение 1...10 мин) обработка бумаги при температуре 150...200 °С. Механизм приобретения термообработанной бумагой, содержащей соединения алюминия, свойства влагопрочности экспериментально не изучен. Существуют различные гипотезы возникновения влагопрочности в бумаге с добавками соединений алюминия. Одни исследователи [3] поддерживают гипотезу о том, что в процессе тепловой обработки бумаги, содержащей соединения алюминия, возникают не разрушаемые водой гемацетальные связи между целлюлозой и гemicеллюлозами, а образование этих связей катализируется ионами водорода и алюминия. Существует также мнение [5], что в среде, близкой к нейтральной, под воздействием повышенной температуры (150...200 °С) происходит структурная перестройка гидроксида алюминия, связанного с целлюлозой, в результате чего связи между волокнами становятся более прочными и могут противостоять воздействию воды, а это наряду с «ороговением» волокон, делает бумагу влагопрочной.

Было решено экспериментально проверить вторую гипотезу. В целях исключения влияния изменений, происходящих с целлюлозными волокнами

в процессе термообработки, в первой серии опытов было использовано ультратонкое стекловолокно (УСТВ). Это волокно, будучи гидрофильным и имея на поверхности ионы гидроксила, должно образовывать координационные связи с гидроксидом алюминия [1]. Предварительные опыты подтвердили это предположение, причем, как и в случае с целлюлозными волокнами, максимальная прочность отливок отмечена при pH 9,0...9,5. Прочность отливок, не содержащих соединений алюминия, была настолько мала, что они разрушались при попытке снять их с сетки листоотливного аппарата.

С помощью дериватографа было установлено [2], что взятые для опытов УСТВ не изменяют своих свойств при нагревании до 615 °С, после чего они плавятся. Следовательно, все изменения свойств отливок из УСТВ после термообработки при 150...200 °С могут быть связаны со структурной перестройкой гидроксида алюминия. Стекловолоконные волокна распускали в ролле при pH 3 в течении 15 с, поскольку именно в этих условиях они лучше всего диспергируются в воде. Образцы (масса 1 м² – 100 г) изготавливали на аппарате ЛА-М69 по общепринятой методике при pH 9,5. В качестве добавки использовали алюминат натрия.

Исследования проводили с применением факторного метода планирования эксперимента по плану первого порядка. Переменные факторы: расход алюмината натрия – X_1 (пределы варьирования от 10 до 30 % с интервалом варьирования 10 %), температура термообработки – X_2 (пределы варьирования от 150 до 200 °С с интервалом 25 °С), продолжительность термообработки – X_3 (пределы варьирования от 1 до 11 мин с интервалом 5 мин). Исследуемые параметры: разрывной груз в сухом Y_1 и влажном Y_2 состояниях, влапрочность Y_3 .

На основании реализации плана полного факторного эксперимента типа 2³ были получены соответствующие уравнения регрессии первого порядка и проведена их проверка на адекватность, закончившаяся положительно. Для лучшей наглядности уравнения были решены относительно изменения переменных X_1 , X_2 и X_3 в пределах от –1 до +1. На рис. 1, 2 дана их графическая интерпретация.

Рис. 1. Влияние расхода алюмината натрия и температуры термообработки (при $X_3 = 11$ мин) на разрывной груз бумаги в сухом (а) и влажном (б) состояниях при различной температуре: 1 – 200,0 °С; 2 – 187,5; 3 – 175,0; 4 – 162,5; 5 – 150,0 °С

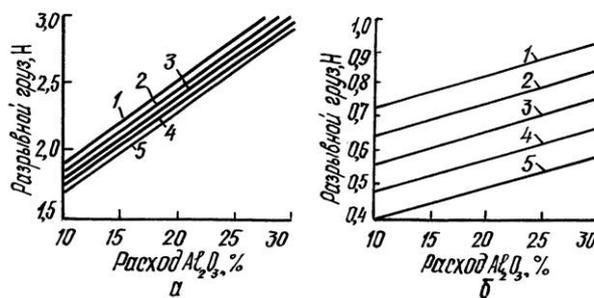
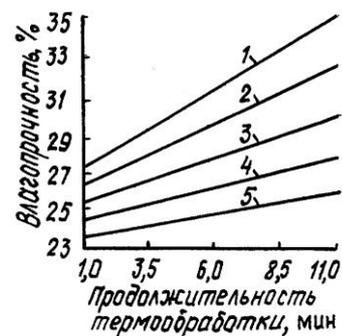


Рис. 2. Влияние продолжительности и температуры термообработки (при $X_1 = 10\%$) на влапопрочность образцов из стекловолокна (см. обозначения на рис. 1)

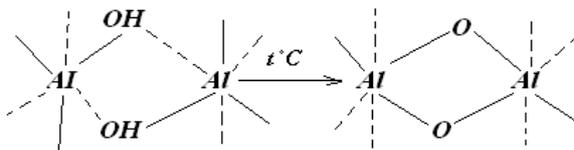


Анализ наблюдаемых закономерностей показывает, что разрывной груз у бумаги в сухом состоянии заметно возрастает при увеличении расхода добавки от 10 до 30 % и незначительно повышается с ростом температуры обработки от 150 до 200 °С, что косвенно свидетельствует о росте суммарной энергии связей гидроксида алюминия с волокнами.

Разрывной груз во влажном состоянии значительно (на 190 %) увеличивается при повышении температуры и в меньшей степени (на 150 %) с ростом расхода добавки алюмината натрия. Влапопрочность образцов определяется в первую очередь режимом тепловой обработки. На рис. 2 показано, что при увеличении температуры от 150 до 200 °С и продолжительности термообработки от 1 до 2 мин влапопрочность отливок, содержащих 10 % алюмината натрия, возрастает в 1,5 раза.

Таким образом, предположение о наличии зависимости между влапопрочностью бумаги и структурной перестройкой полядерных комплексов алюминия в процессе термообработки нашло экспериментальное подтверждение.

Переход в нерастворимое состояние связан с изменением структуры гидроксида алюминия, которое, по мнению [4], заключается в дегидратации, когда ионы алюминия связаны не гидроксильными, а оксомостиками.



Эта схема, по нашему мнению, является вполне вероятной, так как связь ионов алюминия посредством главных валентных сил через кислород должна быть более прочной, чем через гидроксильные группы. Если исходить из данных, полученных на дериватографе [2] то максимальная влапопрочность образцов, содержащих соединения алюминия, должна наблюдаться при 450...500 °С, когда происходит практически полная дегидратация гидроксида. Проверка показала, что термообработанные при 450 °С в течение 30 мин образцы из стекловолокна с добавкой 10 % алюмината на-

2. *Чижев Г.И.* Новые направления в использовании соединений алюминия при производстве бумаги: обзор. информ. (Целлюлоза, бумага, картон; вып. 3) / Г.И. Чижев. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984. – 49 с.

3. *Back E.L.* Reactions in Dimensional Stabilisation of Paper and Fibre Building Board by Heat - treatment / E.L. Back, L.E. Klinga //Svensk Papperstidn. – 1963. – Vol. 66, N19. – P.745 – 753.

4. *Erdey L.* Ein neues thermisches verfahren : die Derivations thermogavimetrie / L.Erdey, F.Paulik, G .Paulik // Acta Chem. Acad. Scient. Hungarical. – 1956. – N10. – S.1 – 3, 61 – 97.

5. *Hechler E.* Aluminiumsalze und ihre Bedeutung für die nassfestigkeit / E.Hechler // Wochenblatt für Papierfabrikation.– 1968. – N 21. – S. 161 – 165.

СПб ГЛТА
СПб ГТУ РП

Поступила 26.11.04

V.K. Dubovyj, G.I. Chizhov, V.V. Khovansky

**Study of Mechanism of Wet Strength Property Occurrence
in Paper Made of Mineral Fibers**

Mechanism of wet strength property occurring in paper made of mineral fibers under the influence of additives of aluminum compounds in combination with thermal treatment of the finished material has been studied experimentally.
