

Испытания физико-механических свойств пленок проводились по ГОСТ 11262-80 и по ГОСТ 9550-81 в научно-исследовательском центре «Модифицированные полимеры» на разрывной машине Tinius Olsen H25KT.

Вначале исследовали пленки, полученные на основе ПВХ марок 7000, 293-285Д, 2НТ-11-285.

Установили, что предел прочности при растяжении всех исследуемых пленок соответствует требованиям ГОСТ 10354-82 и даже превышает их. Отмечено, пленки на основе ПВХ марок 7000 и 2НТ-11-285 в поперечном направлении в 3,4 - 3,7 раза прочнее, чем в продольном, а их относительное удлинение наоборот в 7,3 - 13,2 раз ниже, чем в продольном. Прочность при разрыве данных образцов продольном направлении существенно выше, особенно у ПВХ 2НТ-11-285. Неоднородность образцов этих пленок в продольном и поперечном направлениях, вероятно, являются следствием ориентации их структуры [1]. Ориентация пленок в поперечном направлении могла возникнуть в процессе выдувной экструзии в случае, когда коэффициент раздува пленки превышал коэффициент ее вытяжки.

В отличие от пленок на основе ПВХ марок 7000 и 2НТ-11-285, пленки на основе ПВХ 293-285 характеризуются более высоким пределом прочности в продольном направлении и низким в поперечном, что также указывает на их анизотропную структуру, но у этих пленок наблюдается продольная ориентация. Значения модуля текучести и предела текучести подтверждают наличие анизотропии указанных пленок.

Для модификации добавками ЛПНП марки 0320 были выбраны пленки, полученные на основе ПВХ марок 7000 и 293-285. Было обнаружено, что в целом, измеренные показатели свойств имеют стандартные значения. Однако, в присутствии ЛПНП, ориентация структурных элементов, по-видимому, сохраняется. Как отмечалось выше, наличие анизотропии объясняется технологическими причинами. В этой связи рекомендуется формование пленки осуществлять либо при более высоком давлении на расплав, что создается большей скоростью вращения червяка, либо повышением температуры пластикации в материальном цилиндре экструдера.

Введение ЛПНП в рецептуру пленки на основе ПВХ марки 293-285 практически не влияет на анализируемые физико-механические показатели. Таким образом, введение ЛПНП наиболее целесообразно в композицию на основе ПВХ марки 7000, чем в композицию на основе ПВХ 293-285.

Затем провели сравнительный анализ физико-механических свойств пленок на основе исходного полимера ПВХ марки 7000, композиции его с ЛПНП и с добавлением красителя и наполнителя (мела). Установлено, что введение красителя и наполнителя (мела) в состав пленки, модифицированной ЛПНП практически не изменяет предел прочности при разрыве в продольном направлении, а в поперечном увеличивает вдвое. Относительное удлинение при разрыве возрастает, несколько повышается модуль упругости, а предел текучести при этом практически не изменяется. В целом, степень неоднородности пленок снижается. Нужно отметить, что по всем измеренным показателям, кроме относительного удлинения в продольном направлении пленка соответствует требованиям ГОСТ 16338-85.

В заключении следует отметить, что модификация упаковочных пленок их ПВХ добавкой 15% ЛПНП, 1,5% красителя синего и 5% мела снижает их анизотропию и приводит к некоторому улучшению физико-механических свойств, что позволит варьировать их толщину без ухудшения свойств.

#### Список использованных источников

1. Андрианова Г. П. и др. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных, пленочных материалов и искусственной кожи [Текст]: учеб. для вузов / Г. П. Андрианова, К. А. Полякова, Ю. С. Матвеев. – Ч. 1 / Под общей редакцией Г. П. Андриановой. – М.: Колос, 2008. – 367 с.

УДК: 676.017+541.6

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗОВАННЫХ ОТХОДОВ ПАН-ВОЛОКОН НА СВОЙСТВА БУМАГИ

*Ешбаева У.Ж., доц., Тохиров Р.Ш., студ., Рафиқов А.С., проф.*

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

**Ключевые слова:** хлопковая целлюлоза, линт, гидролиз, отходы ПАН-волокон.

**Реферат.** В условиях фабрики “Toshkent qog’oz” на лабораторной установке получены образцы бумаги на основе хлопковой целлюлозы и отходов полиакрилонитрильного (ПАН) волокна (нитрон). Введение в бумажную композицию синтетических волокон приводит к ухудшению прочностных свойств. Для придания волокнам эластичности и упругости, улучшения совместимости с целлюлозой отходы ПАН-волокон подверглись предварительной обработке раствором гидроксида натрия. При обработке отходов в горячем щелочном растворе происходит частичный гидролиз нитрильных групп, что приводит к увеличению количества карбоксильных групп и делает их термодинамически более совместимым с хлопковой целлюлозой. При введении гидролизованных при 90°C ПАН-волокон в состав бумаги на основе хлопковой целлюлозы устойчивость к сопротивлению излому (двойным перегибам) улучшается более чем на 20%. Общий характер изменений морфологической структуры экспериментальных бумаг связан со значительной фибрилляцией синтетических волокон.

Хлопковая целлюлоза играет важнейшую роль среди волокнистых полуфабрикатов, используемых при производстве бумаги. Из хлопковой целлюлозы изготавливается высококачественная бумага [1]. Эта бумага имеет высокую впитываемость и поверхностную гладкость. Технология изготовления бумаги в промышленных масштабах из чистой хлопковой целлюлозы экономически нецелесообразна. Добавление в бумажную массу отходов текстильной и химической промышленности позволит решить проблему эффективного и рационального использования сырьевых ресурсов, устранить создавшийся дефицит полиграфических материалов, сэкономить дорогостоящую хлопковую целлюлозу и снизить себестоимость бумаги.

Известно, что при введении синтетических волокон в бумажную композицию, снижаются прочностные показатели бумаги. Связано это с особенностями строения макромолекул полимера и другими его свойствами [2]. Для обеспечения

прочного сцепления волокнистой массы как в увлажненном, так и в сухом состоянии, предлагается предварительная модификация синтетических волокон [3] и использование полимерных проклеивающих веществ [4].

Целью данной работы является использование химически обработанных волокнистых отходов местной промышленности для получения качественной бумаги из хлопковой целлюлозы, исследование зависимости физико-механических свойств экспериментальных бумаг от условий обработки ПАН-волокон.

При изготовлении экспериментальных образцов бумаг, в качестве основного волокнистого компонента использована хлопковая целлюлоза из линта. Вторым волокнистым компонентом являлись гидролизованные отходы ПАН-волокон. Частичный гидролиз ПАН-волокон осуществлен 5 процентным раствором NaOH. ПАН-волокна погружали в раствор NaOH при массовом соотношении волокна: раствор-1:3 и выдерживали при комнатной температуре в течении более трех часов. После этого проведен гидролиз при температурах 90°С в течении 4 часов. Затем волокна промывали в воде до нейтральной среды.

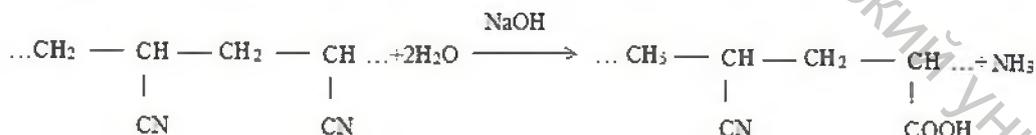
В бумажную массу вводили отходы ПАН-волокон и готовили из расчета получения отливок массой 80 г/м<sup>2</sup>. Отходы волокнистых компонентов вводили в количестве 5-20% от массы бумажной композиции. Изготовление опытных образцов бумаги и оценку их качества проводили в испытательном центре по целлюлозе, бумаге, картону и изделиям из них - УзРИЦ ЦБКИ, Акционерном обществе «Toshkent qog'ozlari» по утвержденному технологическому регламенту. Степень помола волокон целлюлозы составляла 60° Шоппера-Ринглера. Изготовление образцов производили обычным способом на лабораторном листоотливном аппарате «Werkstoff Prüfmaschinen» (Германия). При проведении исследований в бумажную массу вводилось проклеивающее вещество в количестве 0,5-2% от общей бумажной массы. Для получения лучшего эффекта проклейки необходимо поддерживать pH бумажной массы на уровне 4,5-5,0, для чего в качестве осаждающего реагента применялся сернокислый глинозем. Для оценки физико-механических свойств бумаги исследована зависимость разрывной длины и показателя излома от композиционного состава экспериментальных бумаг (таблица).

Таблица – Зависимость физико-механических свойств экспериментальных бумаг от содержания отходов нитрона

№	Композиционный состав			Разрывная длина, м	Излом, ч.д.п
	Хлопковая целлюлоза (линт), %	Отходы нитрона (ОН), %	ОН, гидролизованные в 5%-ном растворе NaOH		
1	100	-	-	3100	43
2	95	5	-	3016	41
3	90	10	-	2900	42
4	85	15	-	2811	43
5	80	20	-	2512	42
6	95	-	5	3300	43
7	90	-	10	3400	44
8	85	-	15	3650	47
9	80	-	20	3300	49
10	70	-	30	3210	48

Как видно из таблицы, при введении гидролизованных отходов ПАН-волокон разрывная длина увеличивается по сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна. При увеличении содержания необработанных отходов до 20% прочность значительно уменьшается, в отличие от композиции с гидролизованными волокнами, в которых прочность не снижается даже при 20% ном содержании.

Частичный гидролиз ПАН-волокон можно представить следующей схемой:



В результате гидролиза в макромолекулах образуются некоторое количество гидрофильных карбоксильных групп. Очевидно, есть две причины положительного влияния гидролиза на свойства бумаги. Во-первых, улучшается растворимость, хотя бы набухание гидролизованного нитрона в воде, что соответственно улучшает сцепляемость волокон и структуру композиции в целом. Во-вторых, карбоксильные группы участвуют в образовании межмолекулярных водородных связей в бумажном листе.

Микроскопический анализ проведено в сертификационной учебно-испытательной лаборатории "Centexuz" при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. Микроскоп Motic Images 2000 предназначен для получения увеличенного изображения материалов. Увеличение объекта x1, x4, увеличение окуляра x15, x12. Непосредственные наблюдения с использованием электронного микроскопа позволяют наглядно видеть, насколько тесны контакты между волокнами в бумаге, и свидетельствуют о реальных возможностях установления между волокнами водородных связей (рисунок).

На снимках поверхности гидролизованных волокон наблюдаются гранулярные образования матричных веществ, разрыхление внешней структуры волокон и в связи с этим – возможность перераспределения водородных связей и смыкания макромолекул волокна, что способствует повышению прочностных показателей.

Повышение температуры приводит к улучшению набухания, а также положительно влияет на изменения структурного состояния синтетических волокон, на их бумагообразующие свойства. Общий характер изменений морфологической структуры экспериментальных бумаг связан с значительной фибрилляцией волокон, их набуханием и образовани-

ем более прочных межволоконных связей при введении отходов нитрона, гидролизованных при 90<sup>0</sup>С. Структура поверхности бумаги становится более равномерной.

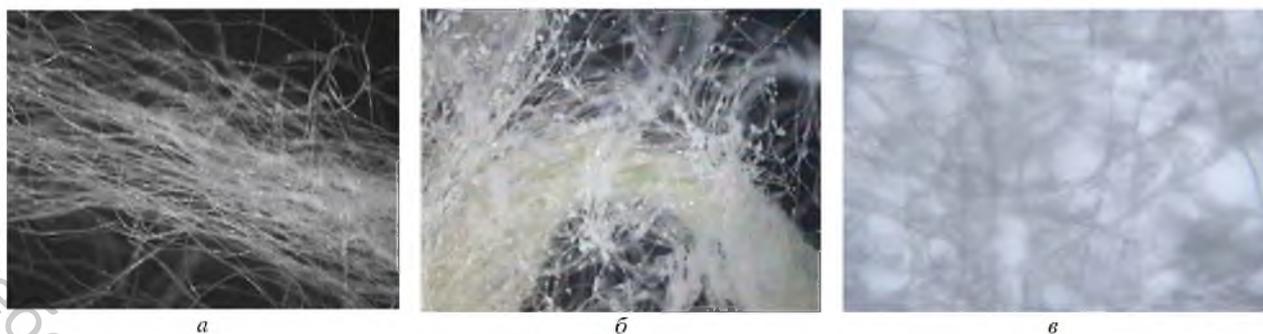


Рисунок – Электронно-микроскопические снимки волокон и поверхности бумаги. Необработанные ПАН-волокна (а); ПАН-волокна, гидролизованные при 90<sup>0</sup>С (б); поверхность бумаги, с включением гидролизованных ПАН-волокон (в).

Список использованных источников

1. Куркова Е.В., Иванов Г.Е. Бумага с повышенной влагопрочностью // Материалы I Международной научно-технической конференции «Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов». Архангельск, 2011. С.207.
2. Ешбаева У.Ж. Влияние волокнистых отходов на технологические свойства бумаги. Экологический вестник. Информационно-аналитический и научно-практический журнал Госкомприроды РУз. 2012 г. №8. 51-53 с.
3. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.А., Набиева И.А., Рафиков А.С. Свойства бумаги на основе хлопковой целлюлозы и модифицированных полиакрилонитриловых волокон // Целлюлоза, бумага, картон. 2014, №1. 58-61 с.
4. У.Ж.Ешбаева, А.С.Рафиков. Анализ бумаг с различными синтетическими связующими компонентами. // Полиграфия. Москва. 2012 г. № 8. 52-53 с.

УДК 541.64+128

**ГИДРОЛИТИЧЕСКОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ ЛАКТАМНОГО  
ЦИКЛА ВОЛОКНООБРАЗУЮЩЕГО СОПОЛИМЕРА  
АКРИЛОНИТРИЛА С N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМОМ,  
ПОЛУЧЕННОГО ПРИ УМЕРЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

*Исмаилов И.И., проф., Мирзаев У.М., доц.*

*Ташкентский государственный технический университет  
имени Абу Райхана Бериуни, г. Ташкент, Республика Узбекистан*

**Ключевые слова:** акрилонитрил, N-винилкапролактam, волокнообразующий сополимер.

**Реферат.** Показана возможность комплексно-радикальной сополимеризации акрилонитрила с N-винилкапролактamом при относительно низких температурах по донорно-акцепторному механизму в присутствии инициатора, где акрилонитрил играет роль электронодонора, а инициатор радикальной полимеризации перекись бензоила - электроноакцептора.

Спектральными методами (ИК- и ЯМР-спектроскопии) изучены структуры полученных волокнообразующих сополимеров.

Определены структурные свойства волокна, сформированного из синтезированных сополимеров акрилонитрила с N-винилкапролактamом с помощью сорбционного метода. Исследована эффективная вязкость  $\Delta E_v$  растворов сополимеров при различной температуре, напряжении со скорости сдвига. Вычислены значения энергии активации вязкого течения растворов сополимеров в диметилформамиде. Исследована сорбция паров воды сополимера акрилонитрила с N-винилкапролактamом.

Установлено, что вязкость концентрированных растворов волокнообразующих сополимеров акрилонитрила с N-винилкапролактamом зависит от температуры эксперимента. Растворы сополимера в диметилформамиде обладают отчетливо выраженной аномалией вязкостных свойств. На кривых течения обнаруживается начальный участок, соответствующий наибольшей ньютоновской вязкости  $\eta_n$  в условиях максимально неразрушенной структуры. Начиная со значений напряжения сдвига  $1,766 \cdot 10^3$  Па, наблюдается интенсивное разрушение лабильной структурной сетки, сопровождающейся переходом на ньютоновский режим течения и уменьшением значения эффективности, т.е. появляется структурная вязкость.

Показано, что полимераналогичным превращением сополимера акрилонитрила с N-винилкапролактamом можно получить хемосорбционные волокнистые материалы и тем самым придать ряд специфических свойств волокну, благодаря появлению реакционноспособных функциональных amino- и карбоксильных групп в структуре волокна.

Нами проводились исследования по сополимеризации акрилонитрила (АН) с N-винилкапролактamом (ВКЛ) в присутствии инициатора – перекиси бензоила (ПБ) при умеренных температурах по донорно-акцепторному механизму иницирования [1-3].