

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ**

**УДК 676.223-036.745-655.344.017**

**ЕШБАЕВА УЛБОСИН ЖАМАЛОВНА  
САОДАТОВ АЗИЗБЕК АЪЗАМЖОНОВИЧ  
НИШАНОВ АКБАРЖОН МУХАМАТЖАНОВИЧ**

**БУМАГА  
С ВВЕДЕНИЕМ  
СИНТЕТИЧЕСКИХ  
ВОЛОКОН**

**МОНОГРАФИЯ**

**Наманган 2021**

*Ешбаева Улбосин Жамаловна, Саодатов Азизбек Аъзамжонович и Нишанов Акбаржон Мухаматжанович **Бумага с введением синтетических волокон.** -Наманган, 2021г. -81 стр.*

*В монографии проанализированы потребление и производство бумаги за годы независимости Узбекистана, обобщены экспериментальные данные производства картонно-бумажной продукции с использованием в ее композиции волокнистых полуфабрикатов из отходов текстильной промышленности. Показано, что для увеличения потребления бумаги на душу населения нужно расширять получение волокнистых полуфабрикатов из различных источников растительного сырья. Установлено, что использование волокнистых полуфабрикатов из текстильных отходов в композиции с хлопковой целлюлозой расширяет сырьевую базу предприятий отрасли, улучшает показатели качества конечной продукции и удовлетворяет всем требованиям стандартов. Обобщены результаты экспериментальных исследований авторов по использованию синтетических волокон в бумажной композиции.*

*Монография предназначена для учёных и специалистов, работающих в области целлюлозно-бумажных и полиграфических промышленности, а также может быть использована в учебном процессе для подготовки бакалавров и магистров при освоении специальных дисциплин.*

**Ответственный редактор:**  
*Рафиков Адхам Салимович*

**Рецензенты:**  
*Жураев А.Х., Дахканов З.К.*

Разрешено в печать решением Ученого совета Наманганского инженерно-технического института Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2021 года

## **АННОТАЦИЯ**

*В монографии проанализированы потребление и производство бумаги за годы независимости Узбекистана, обобщены экспериментальные данные производства картонно-бумажной продукции с использованием в ее композиции волокнистых полуфабрикатов из отходов текстильной промышленности. Показано, что для увеличения потребления бумаги на душу населения нужно расширять получение волокнистых полуфабрикатов из различных источников растительного сырья. Установлено, что использование волокнистых полуфабрикатов из текстильных отходов в композиции с хлопковой целлюлозой расширяет сырьевую базу предприятий отрасли, улучшает показатели качества конечной продукции и удовлетворяет всем требованиям стандартов. Обобщены результаты экспериментальных исследований авторов по использованию синтетических полимеров в бумажной композиции.*

## **THE ABSTRACT**

*In the monographs, consumption, paper manufacture for years of independence of Republic Uzbekistan are analyzed, with use in its composition of fibrous half-finished products experimental data of manufacture of paper production are generalized from vegetative raw materials and a waste of the textile industry.*

*It is shown that for increase in consumption of a paper per capita it is necessary to expand reception of fibrous half-finished products from various sources of vegetative raw materials.*

*It is established that use of fibrous half-finished products from textile waste in a composition with cotton cellulose expands a raw-material base of the enterprises of branch, improves indicators of quality of end production and meets all requirements of standards.*

*Results of experimental researches of authors on use of synthetic polymers in a paper composition are generalized.*

## **ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ**

*Испытательный центр по целлюлозе, бумаге,  
картону и изделиям из них -*

*Акционерное общества «Toshkent qog'ozlari»* УзРИЦ ЦБКИ

*Хлопковая целлюлоза из лinters* ХЦЛ

*Полиакрилонитрильные волокна* ПАН-волокна

*Отходы нитрона* ОН

*Отходы синтетических волокон* ОСВ

*Модифицированные отходы нитрона* МОН

*Гидролизированные отходы нитрона* ГОН

*Отходы ацетатных волокон* ОАВ

*Градусы Шоппера-Ринглера* °ШР

## **ВВЕДЕНИЕ**

Производство целлюлозно-бумажной продукции постоянно увеличивается, и в настоящее время в мире производится свыше 403 млн. тонн бумаги и картона. Средний рост мирового потребления картонно-бумажной продукции в период до 2025 года составит 2,1%, при этом производство возрастет до 500 млн. тонн [1]. На сегодняшний день в мире усугубляется дефицит древесных ресурсов, поэтому производство бумажной продукции с использованием волокнистых отходов и их внедрение в полиграфии является актуальной проблемой. В этой области определенные успехи достигнуты в США, Китае, Индии, Бразилии, в странах Южной Америки и Восточной Европы.

За годы независимости нашей страны особое внимание уделяется комплексной переработке волокнистого сырья до готового изделия. В Республике выполнены определенные работы по созданию бумажной и картонной продукции с использованием местного сырья. В частности, с учетом дефицитности древесной целлюлозы, проведены ряд научно-исследовательских работ по получению и прогнозированию качества, печатных свойств бумаг из коротковолокнистых отходов шелка, топинамбура, тополя, кенафа, стеблей и коробочек хлопчатника, пшеничной соломы и др. [1].

Задачи освоения принципиально новых видов продукции и технологий, обеспечение конкурентоспособности национальных товаров на внутреннем и внешнем рынках указаны в Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021годах [2]. В этой связи уделяется повышению производительности производства бумаги, картона, целлюлозно-композиционных материалов с использованием местных волокнистых отходов и обеспечению конкурентоспособности продукции, путем усовершенствования оказались наиболее целенаправленным перспективным методом.

В мировой практике особое значение приобретает совершенствование исследований по созданию бумажной продукции из альтернативного и вторичного сырья. В этом направлении: проведение целевых научных исследований по созданию технологии получения новых видов бумаг с удовлетворительными физико-механическими свойствами с использованием волокнистых отходов, образующихся на промышленных предприятиях с целью экономия догоростоящего целлюлозного сырья, установление теоретических основ и закономерностей взаимодействия различных волокон между собой, с полимерами и красками, являются важными задачами.

В мире в результате исследований по получению бумаги с введением природных, синтетических и вторичных волокон, совершенствованию теории взаимодействия бумаги с красками достигнуты ряд научных достижений, в частности: созданы машины для литья бумаги с широкими технологическими возможностями (Thai Kraft Paper Industry, Германия), разработана технология производства бумаги на основе вторичного сырья (Voith C-bar, Германия, Chenmig, Финляндия, США, Швеция, Франция, Китай), создана теория взаимосвязи физико-механических свойств бумаги и системы “бумага-краска” (Heinbach, Bergische University Wuppertal, Dortmund Technical University, Германия, Московский Государственный университет печати и Всероссийский научно-исследовательский институт полиграфии, Россия, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан) [3-4].

Проводятся научные исследования по разработке техники и технологии для бумажной и полиграфической промышленности по ряду приоритетных направлений. В частности, разработка технологий получения бумаги для бумажной и полиграфической промышленности с добавлением в целлюлозу природных, химических и вторичных волокнистых отходов, улучшение качества и повышение прочностных характеристик бумаги, содержащей волокнистые отходы путем введения

новых полимерных проклеивающих веществ, разработка методов улучшения печатно-технических свойств бумаги.

В настоящее время значительные результаты по получению целлюлозы из волокнистых материалов и совершенствованию технологии производства бумаги различного ассортимента, исследованию взаимосвязи состава и физико-механических свойств бумаги достигнуты в работах ряда ученых. В том числе: Забелина Л.В., Вураско А.В., Барбаш В.А., Моисеева Б.Н., Варепо Л.Г., Рахманбердиева Г.Р., Примкулова М.Т., Алимовой Х.А., Горского М.Г., Иванова С.Н., Перкальского Н.П., Терентьева И., Kunst F, Ovens J., Klein K., Okamuba C., Inakaga X., Gutman B.B., Kobayasi Takushti, Takeda Hiroshi, Lerman S.I., Pirati G. И др. Значительный вклад в развитие методологических основ полиграфических технологий и теории взаимодействия системы «краска – запечатываемый материал» внесли ученые Дерягин Б.В., Климова Е.Д., Козаровицкий Л.А., Korte K., Фляте Д.М., Шахкельдян Б.Н., Tollenaar D., Zettelmayr A.S. и др.

Несмотря на наличие значительного количества работ по отдельным исследованиям, отсутствуют данные по использованию текстильных модифицированных отходов ПАН-волокна нитрон при изготовлении бумаги, влияния модифицированных волокнистых отходов и полимерных проклеивающих веществ на структуру бумажной композиции, параметров бумажного производства и на качество печати.

Монография является актуальной, так как направлена на поиск получения бумаги, содержащей хлопковую целлюлозу из линта и отходы химических волокон, научное обоснование рациональной композиции и изучение возможности использования её в полиграфии; определение закономерности формирования свойств бумаги из отходов химических волокон для офсетной печати и определение их влияния на механическую прочность; повышения прочности экспериментальных видов бумаг путем введения в бумажную массу синтетической проклейки; способ защиты

ценного вида бумаги путем введения различных волокнистых компонентов.

Данная монография в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в постановлении первого Президента Республики Узбекистан ПП №-916 «О дополнительных мерах по стимулированию внедрения инновационных проектов и технологий в производство» и ПП №-1442 от 15 декабря 2010 года «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан» и ПП №-117 от 8 июля 2005 года «О дополнительных мерах по развитию информационно-коммуникационных технологий», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

# **ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ С ВВЕДЕНИЕМ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН**

## **1.1. Синтетический полимер – волокнистый компонент и проклеивающее вещество композиционной бумаги**

К началу 21 века объём мирового производства различных видов бумаги превысил 400 миллионов тонн, при величине её потребления на душу в среднем по миру свыше 50 кг в год [5].

На объем прогнозируемого к 2020 году мирового производства полуфабрикатов потребуется 1,5-1,7 млрд. м<sup>3</sup> древесного сырья, или около 50% современного общемирового производства древесины в освоенных лесах [6]. Наиболее интенсивный рост потребления наблюдается в Китае, США, Японии, ФРГ, Канаде, Финляндии, Швеции, Республике Корея, Франции, Италии, в России и составляет для этих стран приблизительно 6 % в год. Китай является мировым лидером не только по производству бумаги, но и по объемам потребления и импорта бумаги и изделий из нее [7].

В настоящее время мировая бумажная промышленность использует более 600 видов бумаг. Анализ рынка целлюлозно-бумажной продукции [8] показывает, что за последние 10–15 лет наиболее массовыми видами являются бумага для печати и тароупаковочные целлюлозно-композиционные материалы. Из 403 млн. т картонно-бумажной продукции около 41 % составляют тароупаковочные материалы, 42 % – бумага для печати (11 % – газетная, 31 % – белые виды) и 6 % – санитарно-гигиеническая бумага. При этом наиболее быстрыми темпами растет потребление бумаги для печати – чисто целлюлозной мелованной и немелованной.

Быстрые темпы развития, которые обусловлены непрерывно возрастающим спросом на бумажную продукцию, имеют ряд серьезных трудностей. Древесная целлюлоза является одним из важнейших исходных материалов в бумажной промышленности. Однако, в условиях Республики

Узбекистан древесная целлюлоза является дефицитным сырьем, отсутствуют достаточные площади с хвойными и лиственными деревьями. Получение целлюлозы или целлюлозной массы из древесины связано со значительным расходом воды [9-11].

В Узбекистане нет достаточных запасов древесины, что определяет актуальность производства волокнистых полуфабрикатов из недревесного растительного сырья в бумажной промышленности. Пока в Республике для производства бумаги и картона используют привозную целлюлозу и макулатуру. Но высокая стоимость привозной древесной целлюлозы, и тенденция к ухудшению качества макулатурной бумаги, свидетельствуют о необходимости поиска новых видов целлюлозосодержащего сырья. Для производства целлюлозы важным источником сырья является использование в качестве альтернативного древесной целлюлозе, получаемая из однолетних травянистых и многолетних растений. В то же время страна обладает значительными ежегодно возобновляющимися запасами целлюлозосодержащего сырья местных однолетних растений (хлопок, улюк, рисовая и пшеничная солома, гуза-пая и т.д.), пригодных для производства целлюлозы [12].

Следует подчеркнуть, что ежегодное количество однолетних целлюлозосодержащих растений и их отходов составляет около 1200 тыс. тонн (рисовая солома не менее 300 тыс. тонн, пшеничная солома 350 тыс. тонн, хлопковый линт 120-150 тыс. тонн, гуза-пая 600-650 тыс. тонн) [13-14]. Из пшеничной соломы получают два вида волокнистых полуфабрикатов: грубая масса с выходом до 65-70%, которая используется для производства картона, гофрированной и оберточной бумаги, волокнистых плит и т.п., а также целлюлоза выхода 35-45%, которая в беленом и небеленом видах в композиции с древесной целлюлозой применяется для производства различных писчих, печатных и других видов высококачественной бумаги. Обычно в композицию такой бумаги

включается до 75-80% соломенной целлюлозы и 20-25% целлюлозы из хвойной древесины [15].

В Узбекистане ежегодно накапливается не менее 300 тыс. тонн, рисовой соломы, которая уничтожается после сбора риса и которая является дешевым целлюлозосодержащим сырьем для получения бумаги. Целлюлоза из рисовой соломы не обладает удовлетворительными прочностными свойствами, однако она характеризуется, как и целлюлоза из соломы гречихи, высокими впитывающими и сорбционными свойствами. Прочностные характеристики целлюлозы из соломы гречихи и овса значительно выше, чем целлюлозы из соломы риса. Они соответствуют по ряду показателей требованиям, предъявляемым к целлюлозе сульфатной блененой из лиственной древесины, что позволяет рекомендовать полученную целлюлозу в качестве композиции для производства различных видов бумаг [12,16].

Однолетнее целлюлозосодержащее сырье в виде пшеничной, рисовой соломы, гуза-пай, кенафа и др. по сравнению с хлопковым волокном характеризуется значительным содержанием легкогидролизуемых полисахаридов (гемицеллюлоз) в количестве 13-25%, оказывающих благоприятное действие при производстве бумажного полотна и картона технического назначения (оберточная бумага, тарный, обувной и др. картон). Облагороженная целлюлоза (блененая), полученная из этого сырья может широко использоваться при выработке (взамен древесной) более высококачественных видов бумаги (писчая, тетрадная и др.) [16].

Бумага из однолетних волокнистых культур - конопли, льна и кенафа - обладает высокой прочностью и износоустойчивостью, в связи с чем используется, главным образом, для печати банкнот; папиросная и копировальная бумага также изготавливаются преимущественно из конопляного или льняного волокна [15].

Несмотря на наличие значительной сырьевой базы, в последнее время, исследователями и технологами ведутся интенсивные поиски новых

видов целлюлозосодержащего сырья для получения целлюлозы и на ее основе бумаги и бумажных изделий. В результате исследований ученых Ташкентского химико-технологического института внедрен новый в мировой практике метод получения бумаги из местного сырья – топинамбура.

В настоящее время существуют обширные плантации топинамбура в Берунийском районе Республики Каракалпакстан и Кибрайском районе Ташкентской области. Из клубней топинамбур, известного как земляная груша, получают глюкозно-фруктозный сироп лекарственного препарата - инулина для лечения больных диабетиков. После использования клубней остается надземная часть топинамбура (в виде стеблей), которая, не находя до настоящего времени использования, сжигается. Однако, исследованиями показано, что в стеблях топинамбура имеется около 50 % целлюлозы [17]. Из целлюлозы, полученной из топинамбура, можно получить бумагу и бумажные изделия. Физико-химическими и механическими исследованиями продуктов, полученных на основе целлюлозы топинамбура, показано, что она является перспективным сырьем для бумаги.

Поиск альтернативных источников бумажного сырья встает всё более и более остро и целлюлозные отходы солодки оказываются одним из наиболее перспективных растений на эту роль. В республике Узбекистан, в бассейне реки Амударьи произрастает один из видов солодки — солодка голая. Солодка уральская распространена в восточных и южных областях Казахстана, Киргизии, а также в южных степных районах Западной и Восточной Сибири. Солодка–многолетнее травянистое растение, подземная масса которого несравнимо превышает массу стеблей. С годами корневая система солодки занимает большие пространства: быстро растущие побеги её могут тянуться на десятки метров, выбрасывая из своих почек стебли на поверхность земли.

В солодковой целлюлозе имеется значительное количество лигнина, что является существенным её недостатком приводящим к - относительно низкой белизне по сравнению с хлопковой целлюлозой. Основная причина реверсии белизны солодковой целлюлозы и бумаги на её основе - изменение в структуре лигнина. Вместе с тем в солодковой целлюлозе содержится достаточное количество экстрактивных веществ, которые вызывают снижение белизны и ее стабильности [18].

Хлопок – древнейшее культурное растение. Его выращивали в Индии и Китае еще за три тысячи лет до нашей эры. В наше время хлопок возделывают на полях более полусотни стран. Особенно широко распространено это растение в Индии, США, Китае, Бразилии и странах Центральной Азии. Мировое производство хлопка составляет 18—20 млн. т в год. В Узбекистане ежегодно образуется на хлопковых полях до 4 млн. тонн стеблей хлопчатника [19]. Хлопковые волокна – самые прочные и чистые среди природных волокон, состоят из альфа-целлюлозы более чем на 90 %. Естественная длина волокон в хлопковой коробочке колеблется от 10 до 60 мм при ширине 0,02...0,04 мм. Длина волокон линтера короткого подпушка, покрывающего семена, составляет 10...15 мм. Средняя длина волокон в бумаге составляет приблизительно 1...2 мм в зависимости от характера и степени помола. Волокна хлопка характеризуются наибольшей длиной, вследствие чего полученная из данного сырья бумага обладает наибольшей прочностью на разрыв. Бумага, получаемая из хлопкового сырья, используется для получения банкнотов, чеков и других банковских бумаг высокой прочности [19].

В хлопкоочистительных производствах выделяется 100-120 тыс. тонн отходов, которые могут служить ценным сырьем для различного назначения [21]. Сырьем для производства целлюлозы является хлопковый линт, отход хлопкоперерабатывающей промышленности. Штапельный хлопковый линт (делинт) перерабатывается в целлюлозу в беленом и

небеленом виде, пригодную для получения бумаг и картона различного назначения.

Хлопковый линт содержит (в ммоль/г) 0,0040 альдегидных и 0,0020 карбоксильных групп. По сравнению с древесной целлюлозой хлопковый линт обладает значительными преимуществами: повышенной степенью чистоты, повышенной степенью белизны и меньшим количеством гемицеллюлоз [22-23]. Получение таких видов целлюлозы из местного сырья позволит сократить объем поставок более дорогостоящей древесной целлюлозы из стран ближнего и дальнего зарубежья, сэкономит валютный фонд республики. Усовершенствование процесса получения бумаги на основе целлюлозы из местного сырья—хлопкового линта является импорто- и ресурсосберегающим.

Технология изготовления бумаги в промышленных масштабах из хлопковой целлюлозы экономически нецелесообразна. Добавление в бумажную массу отходов текстильной и химической промышленности позволит решить проблему эффективного и рационального использования сырьевых ресурсов, сэкономить дорогостоящую хлопковую целлюлозу, снизив себестоимость бумаги, значительно сократить потребность в завозе бумаги извне.

Как известно, в Республике Узбекистан ежегодно выпускается более 14 тыс. тонн синтетического ПАН-волокна «нитрон», которое вырабатывается из тройного сополимера (92,5% акрилонитрила, 6,0% метилакрилата, 1,5% итаконовой кислоты) мокрым роданидным способом в виде штапельного волокна и жгута. При этом 25% выпускаемых волокон используется в народном хозяйстве республики, остальные 75% экспортируются [24].

Нитрон широко используется в производстве текстильных полотен, пряжи, трикотажных изделий, применяющихся для изготовления верхнего трикотажа, ковров, плательных и костюмных тканей. В производстве из-за нарушений в технологическом регламенте, при пуске и наладке

оборудования, а также по другим причинам накапливается определенное количество брака – отходов ПАН–волокна. Использование отходов хлопкоочистительной и текстильной промышленности поможет решить также важную экологическую проблему утилизации этих отходов. Следовательно, одним из направлений экономики сырьевых ресурсов и охраны окружающей среды является повышение уровня использования вторичных ресурсов взамен первичного сырья.

В данной работе разработан комплекс научно-технических и технологических работ по созданию новых видов бумаг, содержащих отходы хлопкоочистительной и текстильной промышленности Узбекистана. В основу исследования положен материал по разработке и применению бумаг в полиграфии.

Работу по применению синтетических волокон в производстве бумаги проводили ряд исследователей во многих странах мира, М.Г.Горский, С.Н.Иванов и Н.П.Перекальский, в Америке Ф.Кунц и Ж.Овенс, в Германии К.Клейн [25].

По данным [25] в бумаге из синтетических волокон силы связи между волокнами существенно отличаются от сил связи в обычной бумаге, состоящей из растительных волокон. Синтетические волокна не обладают способностью к образованию водородных связей, которые в основном определяют силы связи между размолотыми волокнами целлюлозы в бумажном листе. Поэтому при использовании синтетических волокон для изготовления бумаги обычно приходится прибегать к особым методам производства.

Автор работы [26] объясняет, что, вводимые в бумажную целлюлозную массу синтетических волокон, снижают прочностные показатели бумаги. Гидрофобные макромолекулы полимера не взаимодействуют с водой в отличие от целлюлозы, которая интенсивно набухает в водной среде и поэтому в водной дисперсии бумажной массы происходит образование отдельных флуктуаций –комочков, приводящих к

образованию нерегулярной комковой бумажной массы и, в конечном результате, нерегулярной по структуре бумаги. Чем больше вводится гладкого гидрофобного волокна, тем ниже прочность получающегося бумажного листа. Однако, недостаточная когезионная прочность синтетических волокон не обеспечивает высокую механическую прочность бумаги.

Вместе с тем разработанный американской фирмой Кимберли Кларк Ко вид бумаги под названием тексопринт при высоком содержании в композиции синтетических волокон в сочетании с волокнами белой сульфатной целлюлозы обладает хорошими печатными свойствами. Это достигается следующим образом. Отлитое на плоскосеточной бумагоделательной машине полотно пропитывается эластомерным латексом, к которому добавлен диоксид титана с общей массой, составляющей до 60% от массы основы. После удаления с поверхности избытка латекса полотно высушивается и на него наносится покровный слой из наполнителя (каолина, диоксида титана) и связующего. Затем полученный материал подвергается каландрированию. Тексопринт отличается стабильностью размеров и равномерной толщиной. Он хорошо воспринимает печатную краску, гибок, несминаем, устойчив к воздействию воды, жира и масел. Для увеличения устойчивости этого материала к царапинам на его поверхность можно нанести слой лака или же покрыть поверхность ацетатной или полиэтиленовой пленкой, что увеличит долговечность материала. Тексопринт выпускается с массой 113, 158, 197 и 267 г/м<sup>2</sup> [27].

В Японии разработаны методы изготовления так называемой синтетической целлюлозы и бумаги из нее. Под синтетической целлюлозой подразумеваются целлюлозоподобные продукты, полученные из комбинации синтетических полимеров, например полистирола и полиэтилена, полистирола и сополимера стирола с акрилонитрилом, полиэтилена и сополимера винилхлорида с винилацетатом и др.

Компоненты этих комбинаций смол не вполне смешиваются друг с другом даже в процессе экструзии при нагревании. После отверждения полученный продукт подвергается горячей вытяжке, разрезанию на отрезки длиной 0,3-2,5 см или 5 см и размолу, при котором наблюдается некоторое расщепление волокон, имеющих толщину в 3 денье. Известны и другие способы получения синтетической целлюлозы, а также модификации описанного выше способа [28].

Несмотря на расщепленность волокон синтетической целлюлозы, бумага, изготовленная с использованием этих волокон, уступает обычной бумаге по показателям механической прочности из-за отсутствия водородной связи между фрагментами волокон. Плотность бумаги из синтетической целлюлозы в 3-4 раза меньше, чем обычной, и составляет 0,25-0,3 г/см<sup>3</sup>. При толщине в 0,7 мм воздухопроницаемость бумаги примерно в 3000 раз превышает воздухопроницаемость обычной бумаги той же толщины. Она отличается также высокоупругими свойствами, проявляющимися в большей степени у бумаги повышенной толщины [29].

С. Окамуба и Х. Инагаки приводят данные о некоторых видах бумаги, также изготовленной из синтетических волокон и получившей название бумага па пилон. Подобная бумага изготавливается различными методами с применением в качестве диспергатора натриевой соли полиакриловой кислоты. Для получения бумаги используются полиамидные волокна типа найлона или волокна ПВС, которые смешиваются с волокнами из поливинилового спирта. Последние обладают способностью набухать в холодной и растворяться в горячей воде. В процессе сушки на горячих сушильных цилиндрах они прочно связывают между собой волокна найлона или винилона. Указывается на возможность применения в качестве связующего бутадиенстирольного латекса или поливинила ацетатной эмульсии [30].

Некоторые из синтетических волокон могут фибриллироваться при размолу, что способствует образованию сил связи в готовом листе бумаги.

Известно также об отливе бумаги из волокон, находящихся в среде органического растворителя. Последний лишь слегка размягчает поверхность волокон, не растворяя их полностью, что дает возможность при уплотнении листа в прессовой части машины и в процессе его сушки получить прочную связь между волокнами [25].

Исследованием бумагообразующих свойств фибриллирующихся полиакрилонитрильных волокон занимался С. И. Лерман [31]. С помощью инфракрасной спектрографии установлено, что в процессе бумагообразования эти волокна образуют вторичные связи. Образованию этих связей способствует свойство волокон фибриллироваться и подвергаться значительной усадке при нагреве в водной среде. Установлению адгезионных связей между волокнами способствуют происходящие при сушке термомеханические изменения, а также частичное растворение поверхности полиакрилонитрильных волокон остатками растворителя волокон — диметилформамида, также обнаруженного на волокнах методом инфракрасной спектроскопии.

По литературным данным [32], солевой метод связывания синтетических волокон при изготовлении на их основе бумаги нашел применение в работах многих зарубежных исследователей. В частности, Г. Прати и С. Пачетти [33], используя метод «внутренней» связи, обрабатывали бумагу из 100%-ного найлонового волокна 4%-ным раствором  $\text{CaCl}_2$ . Волокна в лабораторном ролле размалывали до длины примерно 4 мм. После разбавления размолотой массы до концентрации, равной 0,4%, и добавления 0,1% карбоксиметилцеллюлозы из нее отливали листы бумаги, которые сушили на подкладке из целлюлозной бумаги и обрабатывали раствором  $\text{CaCl}_2$ .

Исследования П. А. Демченкова [34] показали, что для получения прочного бумажного листа из смеси хлопковых и синтетических волокон в качестве связующего для пропитки можно использовать натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы, поливиниловый спирт (ПВС),

поливинилацетатную эмульсию (ПВА) и дивинилстирольный латекс СКС-30. Наибольшее повышение прочности из них обеспечивают ПВС и латекс. Последний, кроме того, сообщает бумаге высокую степень проклейки и влагопрочность, поэтому он пригоден для изготовления прочных видов бумаги типа картографической. Из синтетических волокон указанный автор рекомендует использование волокон лавсана, которые образуют наиболее прочную бумагу с минимальной деформацией при увлажнении. В другой своей работе тот же автор отмечает, что использование поливинилспиртовых волокон в композиции бумаги при их содержании 10-15% способствует значительному повышению сопротивлений бумаги излому и раздиранию при некотором снижении удержания в бумаге минерального наполнителя. Оптимальное количество волокон винола в композиции бумаги 20-25%.

Сочетание пластических масс с растительными волокнами для выработки бумаги с целью придания ей специфических свойств находит все большее развитие. Известно, например, что введение в бумажную массу небольшого количества особого вида пластмассы в виде мелких частиц, которые при нагревании бумажного полотна во время его сушки увеличивают свой диаметр в 5-10 раз, приводит к получению бумаги с пухлой структурой при малой массе 1 м<sup>2</sup>. Этот новый вид бумаги дает возможность сэкономить 25-40% древесины, расходуемой на изготовление обычной бумаги аналогичного назначения [35].

Для получения прочного бумажного листа из смеси хлопковых и синтетических волокон в качестве связующего для пропитки можно использовать натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы. Наибольшее повышение прочности бумажного полотна обеспечивает латекс. Последний, кроме того, сообщает бумаге высокую степень проклейки и влагопрочности, поэтому он пригоден для изготовления прочных видов бумаги. Все связующие вещества могут быть введены в массу или нанесены на поверхность бумаги [36].

Так как применение ряда синтетических полимеров и синтетических волокон способствует упрочнению бумаги и повышению ее долговечности, оказалось целесообразным их использование для изготовления различных видов реставрационной бумаги. В настоящее время, благодаря успехам химии высокомолекулярных соединений, удалось выбрать некоторые полимерные материалы, применение которых наиболее полно удовлетворяет требованиям, предъявляемым к реставрационной бумаге различного назначения [37].

Вопросами выбора высокомолекулярных связующих и технологией их применения для производства бумаги на основе синтетических волокон занимаются многие исследователи: Р. Гундерсен, Г. Арледтер, А. Хотопеленау, Д. Гринрод, Г. Малькольм, Д. Итон, Р. Маэмацу, Б. Марэк и другие.

Основным химическим средством повышения прочности бумаги являются природные крахмалы. Они проявляют присущие им связующие свойства, которые в значительной степени регулируются модификацией крахмалов [38]. Наряду с крахмалопродуктами применяются синтетические связующие полимерные смолы различной химической природы.

Полиакриламидные катионные и анионные смолы достаточно хорошо известны положительным влиянием на прочностные свойства бумаги [39]. Упрочняющие свойства полиакриламидная смола проявляет в сочетании с полиоксихлоридом алюминия, который активизирует ее удержание и реакционную способность в бумажной массе.

В работе [40] рассмотрены механизмы упрочнения структуры бумаги, в том числе с использованием новых синтетических добавок на основе поливиниламина, процессом проклейки массы. Представлен анализ факторов с примерами из практики, влияющих на результаты проклейки с клеями на основе алкилкетендимеров, выполнены исследования реакции алкилкетендимеров с различными волокнистыми композициями [41].

Как известно [42], проклейку в кислой среде выполняют в подавляющем случае канифольным клеем при сушке. В процессе проклейки канифольным клеем наряду с гидрофобизацией, при которой повышается степень проклейки и уменьшается впитывающая способность, имеет место ослабление межволоконных связей и повышение пористости бумаги, что приводит к уменьшению механической прочности и деформации, а в некоторых случаях—к жесткости. При сильной проклейке повышается скручиваемость бумаги. Величина проклейки бумаги—основы колеблется от 0,25 до 2 мм [43].

Авторы работы [44], показывают, что в связи с непрерывным ростом производства бумаги и дефицитностью канифоли в настоящее время очень остро стоит вопрос по замене ее различными видами синтетических веществ, среди которых наибольший интерес представляют такие, как нефтеполимерные смолы, димеры алкилкетенов, сополимеры акриловой кислоты и др.

В работе [45] автор показал, что для получения прочного бумажного листа в качестве связующего для пропитки можно использовать поливиниловый спирт и латекс. Применяемые в производстве связующие вещества также влияют на структуру бумаги не только за счет своей природы и формы применения, но и, главным образом, за счет количества и характера распределения в волокнистой основе.

В работах [46,47] отмечено, что при введении в бумажную массу латекса в количестве 0,5-2% от веса волокна бумага приобретает гибкость, лучшую растяжимость и большую прочность как в сухом, так и во влажном состоянии, сохраняет достаточно хорошую впитывающую способность. Употребление большого количества латекса сопряжено со значительными трудностями. Возможно загрязнение оборудования вследствие выпадения грубодисперсных частиц, ухудшение обезвоживания и большие потери со сточными водами.

В качестве проклеивающих веществ следует использовать димеры алкилкетена, нейтральные латексы, некоторые восковые дисперсии и другие проклеивающие вещества, применение которых возможно при рН не ниже 6,5. Указана последовательность введения в бумажную массу химикатов: клей, карбонат кальция, алюминат натрия и сульфат алюминия. Отношение сульфата алюминия к алюминату натрия в пересчете на содержание  $Al_2O_3$  должно составлять 1:2 до 2:3 в зависимости от рН производственной воды. Полученная подобным образом бумага, помимо высоких печатных свойств благодаря нейтральной среде, будет отличаться долговечностью [48].

Ранее В.В. Лапин с соавторами [49] пришли к выводу, что остаточный крахмал сохраняет свойства слабого упрочняющего агента, так как удаление при ферментативной обработке крахмального связующего привело к снижению показателей прочности бумаги на 6,8 %.

Автор работы [50] объясняет, что введение в бумажную композицию стирол-акрилатной дисперсии приводит к снижению вязкости. Снижение температуры приводит к незначительному росту вязкости полимерной системы и не вызывает роста отношения максимальной ньютоновской вязкости к минимальной.

Нереактивные синтетические проклеивающие материалы придают бумаге гидрофобные свойства по типу и механизму канифольной проклейки (за счет коллоидного осаждения специально приготовленных эмульсий или дисперсий и удержания частиц коагулюма на поверхности растительных волокон за счет адсорбционных или электростатических сил). Этот класс соединений значительно обширнее и включает вещества различного типа (синтетические кислоты, нефтяные смолы, полимерные клеи и др.).

Для реактивных синтетических проклеивающих материалов характерно то, что образовавшиеся химические связи прочно удерживают

на поверхности волокон частицы проклеивающего материала, характеризующегося хорошими гидрофобными свойствами [51].

Кремнийорганические соединения придают бумаге не только требуемые гидрофобные свойства, но и улучшают такие специальные показатели качества, как антиадгезионность, химическую и термическую стойкость. Этими свойствами в полной мере обладают силиконизированные виды бумаги, как называют их после обработки кремнийорганическими соединениями. В последние годы в технологии производства бумаги широко применяется этот класс синтетических проклеивающих материалов.

Нефтеполимерные смолы являются эффективными заменителями канифоли. Они получили широкое распространение благодаря доступности и дешевизне исходного сырья, и достигаемым эффектам при проклейке бумаги. По составу и строению молекул эти заменители отличаются от канифоли, но из-за низкой степени полимеризации смеси различных углеводов они являются термопластичными канифолеподобными смолами и по многим физико-механическим свойствам (температуре размягчения, пластичности, вязкости, клейкости) сходны с природной канифолью [52,53].

Эффективность использования синтетических каучуковых латексов значительно возрастает в результате снижения гранулометрического состава частиц осадка каучука и, следовательно, увеличения степени их удержания в структуре бумажного полотна. Это достигается целенаправленным изменением физико-химических свойств каучуковых частиц путем введения в их структуру расчетных количеств коллоидно-химических регуляторов, в качестве которых целесообразно использовать поверхностно-активные вещества. При этом кинетика процесса электролитной коагуляции синтетических каучуковых латексов в водно-волоконистых суспензиях оказывает существенное влияние на технологию

их применения для проклейки бумаги и физико-механические показатели готовой продукции [54].

Бумага для офсетной печати обязательно должна быть высококлееной. При этом способе печати бумага смачивается увлажняющим раствором в местах, соответствующих пробельным элементам формы. В этих местах волокна бумаги поглощают воду и набухают. При многокрасочной печати, когда бумага несколько раз проходит печатные валы, влагосодержание может увеличиться значительно. Это может заметно сказаться на изменении размеров листа в поперечном направлении волокон, и в конечном счете привести к несовмещению красок. В связи с этим к гидрофобности структуры офсетной бумаги предъявляются очень высокие требования [55].

Для изготовления специальных видов бумаги применяются синтетические волокна преимущественно из найлона, дакрона и орлона длиной от 3 до 6 мм и диаметром в 20 мкм. Эти волокна гидрофобны и приготовить из них суспензию в воде трудно. Размолотая масса (вернее, масса, приготовленная из волокон, укороченных до нужной длины) хранится в металлических бассейнах при концентрации 1%. В случае применения композиции синтетических волокон и целлюлозы сначала размалывают синтетические волокна, а затем в размолотую массу добавляют целлюлозу (примерно 25% в композиции) при перемешивании в течение около 30 мин. Связующее вводится на бумагоделательной машине путем пропуска бумажного полотна через ванну с латексом или раствором синтетической смолы. При выработке бумаги из одних только синтетических волокон связующее вводится в клеильный пресс или при помощи sprays. [56].

Известен способ защиты бумаги от подделки деловых и ценных бумаг путем введения в ее композицию термочувствительного состава, изменяющего окраску в результате влияния на бумагу физических или химических воздействий. В данном случае, введение защитных элементов

в бумагу следует проводить на стадии подготовки композиции, из которой затем изготавливается бумага-основа [57].

Эффективным средством защиты бумажной основы документов являются синтетические волокна, которые позволяют реализовать одновременно несколько элементов защиты. Носителем основного элемента защиты являются цвет волокна и его люминесцентные свойства, дополнительными элементами защиты выступают особая форма поперечного сечения волокна, ферромагнитные свойства и др. [58].

Защитные элементы вводят в композицию документной бумаги на различных стадиях подготовки бумажной массы к отливу. Распространенные средства защиты: водяные знаки, волокна (ворсинки, люминесцирующие под действием УФ-облучения, металлизированные, магнитные, селективно отражающие в ИК-области спектра), металлизированные полоски, планшетки, химическая защита, флуоресцентные частицы, радиоактивные микрочастицы, муаровый эффект. [59,60].

Защитные волокна – это вводимые в бумажную массу тонкие и относительно длинные (от 4 до 6-8 мм) синтетические или хлопковые волокна. Они могут располагаться как в толще бумаги, так и на ее поверхности. Изменяя цвет и состав вводимых волокон, можно существенно разнообразить защитные возможности, при этом каждая партия бумаги будет иметь свои отличительные признаки [61,62].

В работе [63] показано, что бумага может содержать защитные волокна, полученные путем равномерного окрашивания натурального или синтетического волокна видимой или невидимой флуоресцентной краской. Однако, такие одноцветные (монохроматические) защитные волокна обладают ограниченной эффективностью с точки зрения предотвращения подделок. Более высокими защитными возможностями в этом случае обладают флуоресцирующие волокна, которые при облучении источником внешней засветки светятся в видимой или инфракрасной области спектра.

Бумага с окрашенными в массу флуоресцентными красителями позволяет в отдельных случаях вести на них печатание с экономией в краскопрогонах [64]. Широкая гамма цветов свечения позволяет подобрать индивидуальный цвет или несколько цветов свечения. Возможно комбинировать несколько волокон с разным цветом свечения или выбрать волокна с комбинированным свечением [65].

Авторами [66-68] описаны многоцветные защитные волокна, полученные с помощью способа, включающего операции: размещение маски на участке волокна и окрашивание открытого участка волокна первой краской, перемещение маски на окрашенный участок, в результате чего открывается для воздействия неокрашенный участок, окрашивание неокрашенного участка волокна второй краской и резка волокна на отрезки нужной длины для получения многоцветных защитных волокон, обладающих повышенной степенью защиты.

Автор работы [69] предложил для защиты бумаги от подделки, способ подготовки бумажной массы из профилированных окрашенных и неокрашенных синтетических волокон, прочно удерживаемых в массе. Для получения профилированного волокна для введения в бумажную массу, требуются специальные фильеры для его формирования, в результате происходит необходимое сцепление указанных волокон с хлопковыми волокнами. [70].

Х.А.Алимова в своей работе [71], посвященной разработке безотходной технологии натурального шелка, детально анализировала образующиеся отходы, указала на причину их возникновения и предложила технологию более глубокой переработки натурального шелка. Однако, особенность технологии переработки натурального шелка такова, что образование волокнистых отходов производства неизбежно. Поэтому автор особое внимание обращает на разработку методов целенаправленного использования отходов, совершенствованию процесса шелкопрядения и расширения областей применения этих отходов. Так,

например, разработан и предложен способ использования отходов натурального шелка в производстве ценных сортов бумаги [72,73].

Анализ литературных данных показывает, что на нашем рынке есть самые разные виды дешевых отходов текстильных производств. Поэтому весьма актуален поиск наилучших и доступных технологий, которые позволили бы добиться снижения объемов отходов и использования их в качестве сырья для изготовления необходимой в республике востребованной бумаги.

В то же время использование каждой новой добавки требует всестороннего изучения различных факторов технологического процесса. Целью данной работы является разработка ряда технологий переработки некоторых отходов, загрязняющих окружающую среду, создающих определенные проблемы во всех регионах Узбекистана и рекомендаций по их внедрению.

В рамках анализа обзора, касающегося изучения свойств и их влияния на качество печатных систем, значительное место занимает проблема выяснения характера впитывания краски в бумагу. Отмечен ряд работ, направленных на изучение свойств поверхности различных видов бумаги, красочных композиций, их взаимодействия в процессе печати и влияния на цветовой охват систем печати и качество готового оттиска. Как мы видим, бумага делится на разные виды и сорта, но любая бумага обладает своими печатно-техническими свойствами. Оценка показателей качества особенно важна на разных стадиях процесса производства оборудования и расходных материалов и призвана контролировать качество готовой продукции по полученным отпечаткам.

Результаты анализа отдельных исследований позволяют сделать общий вывод о том, что впитывание краски в бумагу можно рассматривать как процесс взаимодействия двух полидисперсных систем бумаги и пигмента с гомогенной жидкостью—связующим веществом. Степень поглощения связующего бумагой зависит от формы и взаимного

расположения кривых распределения размеров пор бумаги и частиц пигмента.

Анализ литературных данных показал, что количество публикаций в области получения бумаги, содержащей химические волокна, исчисляется сотнями. Не умаляя заслуг всех экспериментаторов и практиков, особо важно отметить вклад, который внесли исследования следующих ученых: Фляте Д.М., Горский М.Г., Иванов С.Н., Перкальский Н.П., Кунц Ф., Овенс Ж. и др.

Для целлюлозно-бумажной промышленности решение этих задач связано с разработкой и внедрением ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий, позволяющих значительно увеличить производство готовой продукции и повысить её качество. Целью данной монографии является анализ эффективности технологий переработки отходов, создающих одинаковые проблемы во всех регионах Узбекистана и разработка рекомендаций по их внедрению. Использование более дешевых источников сырья будет способствовать увеличению выпуска бумаги. На базе этого полиграфическая промышленность сможет значительно расширить ассортимент необходимой ей печатной бумаги со значительно более стабильными свойствами для офсетной и цифровой печати.

Развитие научного направления и создание наукоемкой технологии позволит осуществить импортозамещение при одновременном увеличении глубины переработки исходного сырья. Данная монография предусматривает освоение производства экспорториентированной целлюлозы из хлопкового линта бумаг различного назначения, позволяющих сократить объем поставок более дорогостоящей древесной целлюлозы и бумаги из стран ближнего и дальнего зарубежья и создать собственную технологию по выпуску бумаги из целлюлозы с более высоким выходом и минимальными технико-экономическими затратами на их основе.

В нашей стране в области создания бумаги из отходов синтетических волокон делаются только первые шаги и основное усилие в научных исследованиях направлено на разработку оптимальной технологии ее изготовления. В связи с расширением области применения в производстве новых видов бумаги возникает необходимость изучения зависимости ее печатно-технических свойств, в первую очередь нормализации режима печатного процесса, удовлетворяющего специфическим требованиям листовой офсетной и цифровой печати.

## **ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУМАГ С ВВЕДЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДОВ НИТРОНА**

### **2.1. Технология формирования бумаги**

Бумага представляет собой композицию, состоящую из волокнистых, минеральных, связующих и других компонентов. Процесс формования и свойства бумаги зависят как от природы и свойств отдельных компонентов, так и от явлений, происходящих на границах их раздела.

При исследовании эффективности технологических операций, а именно: подготовки, резки, диспергирования ОСВ, смешиваний и др., предлагается схема, представленная на рис. 2.1.

Технология производства бумаги с добавлением синтетических волокон принципиально не отличается от производства бумаги из растительных волокон. Они гидрофобны, не набухают в воде и не фибриллируются при размоле. Синтетические волокна имеют свои специфические особенности: они заключаются в необходимости резки волокон на определенную длину, изыскания способов получения устойчивых суспензий, выборе связующих веществ для обеспечения связи между волокнами в процессе формирования бумаги, ее отделки [26. 34 стр].

Синтетические волокна, выпускаемые для текстильной промышленности, обладают извитостью, что необходимо для переработки их в пряжу. Использование таких волокон для производства бумаги невозможно. Во время перемешивания, соединяясь друг с другом, они образуют хлопья, узелки, жгуты, которые препятствуют равномерному формованию бумаги. Поэтому для изготовления бумаги необходимо использовать ОСВ, нарезанные на определенную длину. Прочность изготавливаемой бумаги существенно зависит от длины используемых ОСВ.

Модификация ОСВ предусматривает химическую обработку с целью преобразования функциональных групп волокон [113].

Подготовка волокнистых компонентов несколько отличается в зависимости от предназначения офсетной бумаги. В данной технологии для производства офсетных бумаг (рис.2.1) необходимо использовать химически модифицированные ОСВ. Модификация заключается в обработке ОН с раствором ОНШ или 3-5%-ным раствором щелочи.



**Рис. 2.1. Технология производства офсетных бумаг на основе хлопковой целлюлозы из линта и отходов синтетического волокна**

Для сохранения устойчивости суспензии ОСВ в воде необходимо введение добавок для повышения вязкости дисперсионной среды, что используются для повышения агрегатной устойчивости коллоидных систем. Для гидрофилизации ОСВ применяются смачиватели (некаль, КМЦ, изобутиловый спирт, смачиватели ОП-7, ОП-10 и др).

Обработка ОСВ в растворе поверхностно-активного вещества при 60-70<sup>0</sup>С в течение 30 минут, затем промывка горячей и холодной водой.

Обработанные ОСВ подвергают размолу в присутствии воды в размалывающих аппаратах периодического действия. При размоле в водной среде обработанные ОСВ укорачиваются до 2-12 мм. [26]. Каждому виду отходов синтетического волокна можно подобрать конструкцию и технические режимы измельчителя-диспергатора. Смешивание компонентов осуществляется в гидроразбавителе, отлив бумаги—традиционным способом. Остальные технологические процессы – сушка, прессование, охлаждение, каландрирование, формирование рулона и упаковка не отличаются от традиционного способа, утвержденного технологического регламента. При выборе наполнителя мы отдали предпочтение каолину, поскольку он является одним из наиболее дешевых и доступных наполнителей, с другой стороны—улучшает физико-химическое сродство бумаги по отношению к краске. Проклеивающим веществом экспериментальных бумаг служили канифоль и полимерные проклеивающие вещества. В соответствии с поставленной задачей, при отливке образцов изменялся композиционный состав бумаги.

## **2.2. Физико-механические свойства экспериментальных бумаг**

Ранее [4] было показано, что, частичная замена целлюлозных волокон химическими позволяет получить принципиально иной материал, по сравнению с традиционной бумагой. Свойства готовой бумаги определяются, прежде всего, свойствами исходной волокнистой суспензии. Наибольший интерес при технологическом прогнозировании механических свойств бумажного листа представляет взаимосвязь прочности исходной волокнистой суспензии и готовой бумаги [103].

В данном разделе работы систематизируются сведения о влиянии структуры бумаги с добавками химических волокон на ее физико-

механические свойства, а также обобщаются результаты исследований их свойств.

Работа проводится с целью правильного выбора добавки текстильных волокнистых отходов в целлюлозной композиции и определения вида и количества их соотношений с природной целлюлозой, а также выявления оптимальных условий для производства печатной бумаги с заранее заданными технологическими показателями. В качестве волокнистого сырья применяли отходы нитрона, ацетата, капрона и вискозы. Но главным отличием этих волокон является их принципиально различная структура. При производстве бумаги с введением в бумажную массу различных волокнистых добавок основное различие композиционных систем заключается в механизме связывания волокон в бумажном листе. Изучение указанных аспектов значительно облегчит задачу выработки печатной бумаги на основе природных и химических волокон.

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'ozı» по утвержденному технологическому регламенту. Прочность бумаги, состоящей из нескольких компонентов, трудно предсказать заранее, она определяется прочностью, как индивидуальных волокон, так и прочностью межволоконных связей. В исследованиях было изучено их влияние на прочностные показатели бумаги. В табл. 2.1 приведены результаты изготовленных вариантов экспериментальных бумаг.

Бумага изотропна, а адгезионная прочность определяется водородными связями, возможностью контактов между частицами выделяющейся фазы за счет водородных связей, а также, вследствие гидрофобных взаимодействий между неполярными участками макромолекул [104]. Известно, что качественное и количественное изменение состава волокнистой массы приведет к существенным

изменениям в свойствах бумаги. Варьируя этим показателем, можно добиться самых неожиданных результатов.

Таблица 2.1

**Влияние соотношения ХЦЛ и ОСВ на прочностные свойства бумаги.  
Степень помола 60<sup>0</sup> ШР.**

№ п/п	Композиционный состав, %		Разрывная длина, м			
			Добавки отходов волокон			
	ХЦЛ, %	ОСВ, %	ацетатное	капроновое	вискозное	ОН
1	100	0	3682			
2	98	2	3654	3630	3658	3624
3	95	5	3439	3434	3634	3565
4	90	10	3390	3026	3626	3471
5	85	15	3274	2898	3608	3314
6	80	20	3032	2502	3602	2949
7	75	25	2581	2420	3581	2424
8	70	30	2502	2300	3508	2105

Из приведенных (в табл. 2.1) данных видно, что межволоконные силы связи в бумаге при добавлении химических волокон, независимо от вида волокна и их функциональных групп непрерывно снижались, причем больше – при применении капронового волокна. Изменение сил межволоконных связей оказывает существенное влияние на показатели прочности.

Относительно стабильные результаты получены при введении отходов волокон ацетатных, а особенно вискозных волокон. Ацетатное волокно содержит некоторое количество ОН-групп, которые могут образовывать водородные связи с ОН группами целлюлозы. По-видимому, это имеет особое значение для прочности бумаги, разрывная длина бумажных композиций при введении в бумажную массу 20% отходов ацетатного волокна снижается всего на 15%. Ацетатные волокна, хотя фибриллируются, но неспособны образовывать прочные межволоконные связи. В целом введение отходов ацетатных волокон в бумажную массу

способствует получению более качественной бумаги, чем при введении отходов капрона даже при традиционном способе ее получения.

Большой интерес для бумажной промышленности представляют собой вискозные волокна, приближающиеся по свойствам к хлопку, так же, как и к целлюлозе, из которой получают вискозу, содержащей гидрофильные –ОН группы. С одной стороны, вискоза сохраняет основные свойства, присущие химическим волокнам. Введение вискозных волокон в качестве 20% в композицию бумаги механическая прочность уменьшилась на 2%. С увеличением доли вискозного волокна в композиции до 25% разрывная длина бумаги уменьшается всего на 3%, так как число фибрилл на волокнах, дает дополнительные связи в бумажном листе. Однако, вискоза дорогостоящее и привозное сырье.

Наблюдаются и некоторые отличия в поведении различных волокон в составе бумаги. Отрицательные результаты показали бумаги, содержащие капроновые и нитроновые волокна. Это связано с тем, что они не набухают в воде, не фибриллируются при размоле и не дают прочной связи в структуре листа.

Взаимодействие между целлюлозой и поверхностью волоконцев химического волокна может быть осуществлено за счет химического взаимодействия между функциональными группами макромолекул компонентов; донорно–акцепторного взаимодействия между атомами или группами атомов в макромолекуле каждого из компонентов. Частным случаем этого взаимодействия является образование водородных связей или Ван–дер–ваальсовых сил межмолекулярного взаимодействия на границе раздела компонентов [29].

Оценка механической прочности при неизменной массе  $\approx 80 \text{ г/м}^2$  неоднозначна и показала, что введение волокнистых отходов капрона в пределах 20% приводит к снижению прочностных показателей бумаги на 32%, введение отходов нитрона в тех же количествах приводит к снижению прочностных показателей бумаги на 20%. Введение

волокнистых отходов капрона в пределах 25% приводит к снижению прочностных показателей бумаги на 34%, введение отходов нитрона в тех же количествах приводит к снижению прочностных показателей бумаги на 28%. Согласно техническим требованиям к бумаге для офсетной печати, разрывная длина должна составлять не менее 2200 м (O'zDSt 1066:2005). Этим требованиям может соответствовать экспериментальная бумага, содержащая до 25% ОН.

Сравнение полученных показателей позволяет сделать вывод, что в целом включение химических волокон приводит к снижению прочностных показателей бумаги. Это можно объяснить тем, что при введении ОСВ разрушается надмолекулярная структура целлюлозы в результате разрыва межмолекулярных водородных связей, а также из-за различий молекулярных масс, полидисперсности и полярности макромолекул синтетических полимеров и целлюлозы. Эти данные согласуются с литературными данными [29].

Проведенный анализ показывает пути оптимального выбора структуры волокнистой основы для изготовления тех или иных видов бумаги. Систематическое изучение введения различных химических волокон в композицию бумаги позволяет нам в дальнейшем остановиться на составах, содержащих до 25% волокнистых отходов нитрона. Бумага из ОН обнаружила удовлетворительную разрывную длину. Для Республики актуальным является использования отходов ПАН волокон [105]. ПАН-волокна являются самыми простыми и доступными из всех химических волокон. Дальнейшие эксперименты и комплексное изучение различных вариантов по использованию в бумажном производстве ОН были продолжены в данной исследовательской работе. Исследовалось влияние на свойства бумаг природы, количества, линейной плотности, длины ОСВ и степени помола ХЦЛ.

### **1.2.1. Исследование влияния линейной плотности волокна нитрон на физико-механические свойства бумаги**

При рассмотрении влияния формы волокон на механические свойства бумаги следует учитывать и их извитость, определяемую числом витков на единицу длины волокна.

Особое влияние на механические свойства волокон оказывает их плотность. Как отмечалось ранее, плотность (или диаметр) волокна оказывает существенное влияние на жесткость волокна при изгибе вследствие увеличения момента инерции волокна относительно его нейтральной оси. Общеизвестно явление упрочнения тонких нитевидных образцов различных веществ по сравнению с объемными образцами.

ОАО «Навоиазот» выпускает ПАН-волокна «нитрон» хлопкового типа с линейной плотностью 0,33 и 0,17. В исследовании были использованы эти волокна с целью определения влияния линейной плотности синтетических волокон и их соотношений в композиции на показатели механической прочности получаемой композиционной бумаги [106]. Предполагалось, что свойства бумаг с различными плотностями можно определить из характеристик каждого вида волокон в пропорции к его содержанию в смеси. Причем, если компоненты незначительно различаются по свойствам и плотностям, зависимости выражаются линейной связью. При существенном различии линейной плотности компонентов прямолинейная зависимость не выдерживается. Определены прочностные свойства экспериментальных бумаг, в которых изменяются массовые соотношения ХЦЛ и отходов ПАН-волокон, при этом количество наполнителей и проклеивающих веществ остается неизменным (табл.2.3 и 2.4), степень помола целлюлозы составляет 60<sup>0</sup>ШР, масса отливок  $\approx 80$  г/м<sup>2</sup>.

Как видно из табл. 2.2 для отливок, содержащих ОН с линейной плотностью 0,17 текс, в количестве 15%, прочность уменьшается на 13%, с введением 20% ОН прочность уменьшается на 22%. При увеличении

содержания синтетических волокон снижается содержание межволоконных связей между целлюлозными волокнами и, как следствие, наблюдается уменьшение разрывных усилий в два раза.

**Таблица 2.2**

**Зависимость механических свойств экспериментальных бумаг, от содержания ОН, 0,17 текс**

№ п/п	Композиционный состав, %		Зольность, %	Излом, п	Разрывные	
	ХЦЛ	ОН			усилие, Н	длина, L, м
1	100	0	3,7	41	44	3682
2	95	5	4,5	24	39	3590
3	90	10	4,5	19	36	3302
4	85	15	4,6	19	35	3181
5	80	20	4,7	19	25	2858
6	75	25	4,8	15	25	2736
7	70	30	5,1	17	24	2607
8	60	40	5,4	16	15	2339
9	50	50	5,5	14	16	1809
10	40	60	6,0	12	12	1754
11	30	70	6,5	11	11	919
12	20	80	6,6	10	10	447

Примечание: Ошибка опыта  $\pm 10\%$

Как видно из табл. 2.3 для отливок, содержащих 15% ОН с линейной плотностью 0,33 текс, прочность уменьшается на 21%, с введением 20% на 25%. В отличие от бумаг, полученных с добавкой волокон из ОН с линейной плотностью 0,17 текс, композиции, содержащие волокна с линейной плотностью 0,33 текс, имеют меньшие прочностные показатели разрывной длины. Следовательно, чем тоньше волокно, тем больше прочность бумаги, содержащей его.

При сравнительном исследовании бумагообразующих свойств отходов с линейной плотностью 0,17 текс и 0,33 текс установлен общий характер изменения основных свойств волокнистого материала в процессе отливки.

Таблица 2.3

**Зависимость механических свойств экспериментальных бумаг,  
от содержания ОН, 0,33 текс**

№ п/п	Композиционный состав, %		Зольность, %	Излом, п	Разрывные	
	ХЦЛ	ОН			усилие, Н	длина, L, м
1	100	0	3,7	41	44	3682
2	95	5	4,7	39	41	3504
3	90	10	4,7	39	29	3020
4	85	15	4,8	37	30	2900
5	80	20	4,9	36	25	2760
6	75	25	4,9	30	24	2500
7	70	30	5,2	26	23	2409
8	60	40	5,5	16	23	2129
9	50	50	5,8	16	15	1388
10	40	60	7,2	14	11	709
11	30	70	7,6	12	12	923
12	20	80	7,8	10	10	264

Показатель сопротивления бумаги излому является одним из существенных показателей, характеризующих механическую прочность бумаги. Способность бумаги выдерживать многократные перегибы, обусловлена её пористой структурой. При изгибе внешняя сторона испытывает деформацию растяжения, а внутренняя – сжатия. При многократных перегибах количество разрывов постепенно увеличивается, что приводит к потере прочности и разрыву [29].

С введением в массу бумаги 5% ОН с линейной плотностью 0,17 текс устойчивость к сопротивлению излому (двойным перегибам) уменьшается на 15%, а с добавлением 10% тех же волокон – уменьшается на 18%.

С добавлением 5% ОН 0,33 текс устойчивость к сопротивлению излому (двойным перегибам) уменьшается на 34%, с добавлением 10% на 42%. Показатель сопротивления излому в большой степени зависит от сил сцепления между волокнами. Видимо, ОН с линейной плотностью 0,17

текст, лучше набухают в воде и увлажняются, что и приводит к более сильному механическому сцеплению волокон.

Вводимые волокнистые отходы, вклиниваясь между волокнами целлюлозы разрывают водородные связи, что приводит к некоторому уменьшению прочностных показателей, особенно при использовании более толстых волокнистых отходов. Оценка прочностных показателей позволяет сделать вывод о целесообразности включения в состав бумаги отходов ПАН-волокон с меньшей линейной плотностью.

Установлено, что прочность тонких волокон во много раз превышает прочность объемных образцов из тех же самых полимерных или неорганических материалов. Волокна с меньшей линейной плотностью образуют более плотную структуру бумаги с минимальными расстояниями между функциональными группами целлюлозы ( $-OH$ ) и нитрона ( $-COOH$ ). В водной среде возникают водородные связи, уплотняющие структуру бумажного листа, что приводит к более сильному механическому сцеплению, и в результате к получению бумаг с лучшими прочностными свойствами.

### **2.2.2. Влияние длины волокон отходов нитрона на свойства бумаги**

Как известно, на равномерность и устойчивость волокнистой суспензии оказывают влияние длины волокон. Производство бумаги из отходов ПАН-волокон связано с рядом затруднений, которые вызваны применением длинных и по своей природе гидрофобных синтетических волокон, не обладающих межволоконными связями. Поэтому качество бумаги в большей степени зависит от условий формирования и длины волокон [107]. Исследована зависимость разрывной длины и показателя излома экспериментальных бумаг от длины волокон отходов нитрона (табл. 2.4).

Прочность изготавливаемой бумаги существенно зависит от длины используемых волокон. С увеличением длины волокон до 14-15 мм затрудняется процесс диспергирования их в воде, что приводит к

ухудшению структуры бумаги на 33%. Равномерное распределение волокон в бумаге является одним из важных факторов, от которого зависит ее прочность и внешний вид.

**Таблица 2.4**

**Зависимость механических свойств экспериментальных бумаг от длины нитроновых волокон**

Средняя длина ОСВ, мм (лин. пл. 0,17 текс)	Разрывная длина, м	Разрывное усилие, Н	Излом, ч.д.п.
14-15	2010	20	40
13-12	2151	21	44
12-10	2554	25	46
10-8	2749	27	42
8-6	3014	30	44
5-4	3068	31	46
4-2	3004	30	48

По данным табл. 2.4 с уменьшением длины до 5-4 мм ОСВ увеличиваются все показатели механической прочности: разрывная длина и разрывное усилие на 50%, и излом на 15%.

Полученные данные показывают, что, необходимо использовать ОСВ с определенной длиной (2-12 мм) по табл. 2.4. С другой стороны, следует обратить внимание на дисперсность по длине волокон. Волокна должны иметь одинаковую длину, так как даже небольшое отклонение от однородности длины волокон способствует хлопьеобразованию при диспергировании [104].

Бумага очень гигроскопична, поэтому она отличается большой адсорбционной способностью и при изменении атмосферных условий легко поглощает влагу [108]. Изменение влажности бумаги всегда сопровождается ее деформацией. В результате деформации происходит изменение линейных размеров листа. В полиграфии деформация бумаги вызывает искажение контура изображения, смещение граней рисунка и

изменение цветового тона при многокрасочной печати. Относительная деформация при увлажнении в поперечном направлении не должна превышать 2,3%.

**Таблица 2.5**

**Зависимость относительной деформации бумаг после их увлажнения и высушивания от длины волокон**

Средняя длина ОСВ, мм	Относительная деформация по направлениям, %			
	После увлажнения		После высушивания	
	Машинное	Поперечное	Машинное	Поперечное
14-15	0,59	2,2	-0,79	-1,20
13-12	0,69	2,1	-0,99	-1,19
12-10	0,59	1,8	-0,89	-1,28
10-8	0,61	1,7	-0,97	-1,25
8-6	0,59	1,9	-0,99	-1,09
5-4	0,61	1,7	-0,97	-1,25
4-2	0,59	1,9	-0,99	-1,09

С целью выяснения зависимости относительной деформации от длины волокон, проведены исследования методом определения деформации бумаги при увлажнении. По стандартному методу осуществляется измерение линейных размеров образца бумаги при помощи контрольной измерительной линейки до и после получасового замачивания её в дистиллированной воде, а также после сушки образца в сушильном шкафу в течение 30 минут (табл. 2.5).

Как видно из данных табл. 2.5, наибольшей деформации после увлажнения подвержены образцы бумаг в поперечном направлении, которая не превышает допустимых норм. В машинном направлении деформация незначительна.

Проведенными исследованиями установлено, что при использовании более коротких и однородных по длине волокон процесс формирования бумаги улучшается. При получении бумаги с более длинными синтетическими волокнами наблюдается образование комков в процессе

изготовления, прочность бумаги понижается. Поэтому, для изготовления качественной бумаги рекомендуется введение в состав бумажной массы синтетические волокна, нарезанные на определенную длину  $\approx 2-12$  мм (табл. 2.4). Эти данные согласуются с литературными данными [26].

### **2.2.3. Влияние степени помола на прочностные свойства бумаг**

В технологическом цикле производства бумаги подвергаются специальной обработке в различных процессах, главным из которых является размол [109]. В процессе размола стремятся придать волокнистому материалу необходимый фракционный состав с тем, чтобы обеспечить при отливе на бумагоделательной машине требуемую структуру и плотность бумажного листа. От степени дисперсности волокнистой суспензии, расщепления волокон и обработки их поверхности, зависит энергия межволоконных связей и, следовательно, механическая прочность и многие другие свойства бумажного полотна [104].

Размол заключается в интенсивной гидромеханической обработке волокон в специальных мельницах с целью максимального усиления их природных свойств, для наиболее благоприятного межволоконного связеобразования и формирования структуры бумаги. Добавляемые в волокнистую массу химические волокна, процессы размола, прессования и сушки вносят свой вклад в изменение свойств волокон. Поэтому дальнейшее углубление знаний о процессах, протекающих в структуре химических волокон под воздействием факторов технологии, приводящих к ухудшению свойств, для возможности восстановления их до удовлетворяющих значений, представляется задачей актуальной.

С целью исследования влияния степени помола на прочностные свойства новых бумаг, нами были получены отливки образцов, содержащих в разной степени размолотые волокна ХЦЛ и отходы ПАН-волокон (нитрон). Зависимость степени помола от времени размола (40 мин) является линейной как для чистой ХЦЛ, так и для композиции,

содержащей отходы ПАН–волокна. Причем в начале размола в гидроразбавителе уменьшение размеров частиц происходит более интенсивно (табл. 2.6).

**Таблица 2.6**

**Влияние степени помола на время размола исследуемых бумаг**

№ п/п	Время размола, мин	Степень помола массы, °ШР	Излом, ч.д.п.	Средняя длина ОСВ, мм (лин.пл. 0,17 текс)	Плотность бумаги, г/см <sup>3</sup>
1	15	30	28/25	11,63/12,15	0,68/0,69
2	22	40	30/29	9,48/9,08	0,68/0,70
3	30	50	38/32	7,25/6,05	0,68/0,72
4	40	60	45/40	4,05/3,01	0,69/0,72
5	52	70	43/41	1,99/1,89	0,69/0,74
6	65	80	42/38	0,78/0,68	0,69/0,74

Примечание: Числитель-бумага на основе ХЦЛ (100%);  
Знаменатель-бумага на основе ХЦЛ (75%) и ОН (25%)

При размоле волокнистой массы в незначительной степени укорачиваются волокна, уменьшается толщина бумаги, плотность незначительно увеличивается. Процесс сопровождается увеличением объема волокна, что способствует росту эластичности. Выявленный факт представляется важным для технологического процесса. Сильно гидратированные и набухшие волокна способны полнее задерживаться на формирующей сетке, формировать более плотную и объемную структуру бумажного листа. Положительные и отрицательные аспекты гидратации и набухания волокна следует учитывать в технологическом процессе. Прессование влажных отливок бумаги приводит к увеличению ее объемной массы и при этом пропорционально ей увеличивается прочность связи единичного волокна в листе, вследствие уплотнения структуры листа.

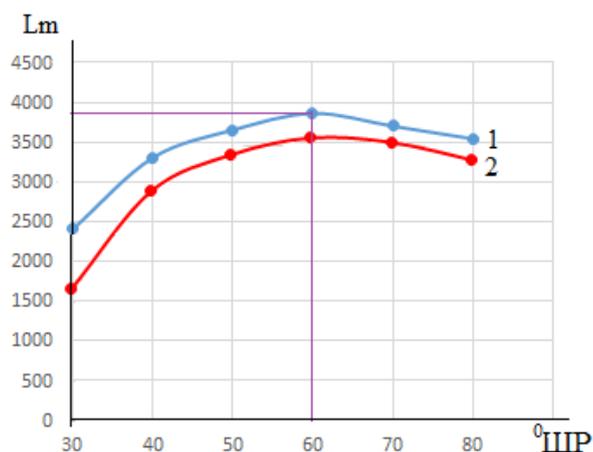
С увеличением степени помола увеличивается фибриллирование волокна. Межволоконные силы связей 100% ной ХЦЛ имеют более высокие значения, что свидетельствует о лучшей подготовленности

поверхности ее волокон к образованию связей по сравнению с композиций целлюлозы и ОН при одинаковой степени помола.

Величина водородных сил связи зависит от числа свободных гидроксильных групп, которая увеличивается по мере раскрытия внешней поверхности волокна. Поэтому на прочность связи волокна в листе оказывает влияние площадь внешней поверхности волокон целлюлозы.

Как известно, степень размола бумажной массы оказывает существенное влияние на физико-механические характеристики готовых отливок. Нами проведены графические исследования зависимости разрывной длины от степени помола бумажной композиции (рис. 2.2).

Как установлено, разрывная длина бумаги быстро растет в первой стадии размола, достигая максимума при степени помола около 60–70 °ШР, а затем начинает снижаться. Кроме фибриллирования и гидратации при размоле происходит неизбежное укорачивание волокон. Поэтому для оценки процесса размола определяют несколько характеристик: степень помола, среднюю длину волокна и величину межволоконных сил связи. При более длительном размоле волокна укорачиваются ниже критического значения и прочность бумаги снижается.



**Рис. 2.2. Зависимость разрывной длины от степени помола композиции.**

**1 – ХЦЛ 100%; 2 - на ХЦЛ 75% и ОН 25%**

Примерно также изменяется сопротивление бумаг излому. Но для бумаги с ОН эта зависимость достигает максимума несколько раньше, т. е. при несколько меньшей степени помола целлюлозы.

Характер изменения прочности отливок можно объяснить качественными изменениями волокнистой массы при размоле (рис. 2.2). На первой стадии размола (до 40–50 °ШР) наблюдается интенсивный прирост градуса помола по °ШР при сравнительно незначительном укорочении волокон. На второй стадии размола после 50–60 °ШР наблюдается менее интенсивный прирост градуса помола по °ШР со значительным увеличением количества мелких волокон, что естественно сказывается на прочности отливок т.е. происходит улучшение прочностных показателей.

Анализ полученных данных позволил выявить следующие обобщенные закономерности и тенденции:

Установлено, что оптимальный помол ХЦЛ с добавлением в бумажную массу ОН для выработки офсетных видов бумаги должен составлять 60 °ШР (рис. 2.2). Повышение прочностных характеристик бумаг на основе ХЦЛ и ОН наблюдается до определенной степени помола, дальнейший помол приводит к ухудшению свойств механических характеристик бумаги. Характер зависимостей указывает на различное поведение массы в главных процессах технологии. Потенциал прироста бумагообразующих свойств видится во фракционировании волокнистой массы по дисперсности. Границы степени помола фракций должны быть установлены в зависимости от природы волокнистой массы.

Таким образом, использование отходов текстильной и химической промышленности, в том числе синтетических волокон, частично решает проблему дефицита сырья для производства бумаги в Республике Узбекистан. Широкому внедрению синтетических волокон в производство бумаги препятствует снижение бумагообразующей способности волокнистой массы, уменьшение количества межмолекулярных водородных связей в бумажном листе и в итоге ухудшение свойств бумаги в целом. Для уменьшения негативного влияния химических волокон на свойства бумаги предложено проведение предварительной подготовки их

поверхности. Подготовка заключается в проведение химической модификации ОН с целью преобразования функциональных групп, придания гидрофильности и фибриллируемости волокнам.

### **2.3. Бумага на основе ХЦЛ и модифицированного раствором отходов натурального шелка ПАН–волокон**

Взаимосвязь прочности волокнистых систем в производстве бумаги, свойства бумаги определяются, прежде всего, свойствами исходной волокнистой суспензии. Как показали предыдущие исследования, регулирование длины химических волокон и технологических параметров получения бумаги способствует оптимизации свойств бумаги с включением химических волокон. Это не приводит к существенному изменению сил связей между целлюлозными и химическими волокнами, значительному улучшению свойств бумаги. Задача заключается в увеличении количества водородных связей, которые в основном определяют силы связи между размолотыми волокнами целлюлозы в бумажном листе. Решение задачи видится в проведении предварительной химической модификации макромолекул поверхности синтетических волокон с целью образования функционально-активных групп.

Для обеспечения прочного сцепления волокнистой массы как в увлажненном, так и в сухом состоянии, нами проведены исследования по введению в бумажную композицию модифицированного ПАН–волокна (нитрон). На кафедре «Химическая технология» ТИТЛП разработана технология получения новых типов модифицирующих агентов на основе отходов натурального шелка, и технология модификации ими волокна нитрон [110].

Свежесформованное ПАН–волокно обрабатывается раствором ОНШ. Процесс растворения ОНШ осуществлялся следующим образом: отходы шелка тщательно перемешивают с растворителем, состоящим из 25%-ного водного раствора хлористого кальция и глицерина в соотношении 85:15, модуль ванны 1:10. Поднимают температуру раствора

до 116°C и при этой температуре растворяют натуральный шелк без перемешивания в течение двух часов, после чего при интенсивном перемешивании продолжают процесс еще 6-8 часов. Подпитку производили каждые 20 минут раствором отходов натурального шелка с массовой долей 1,25%. Обработанные и сформированные волокна подаются в сушильный агрегат и упаковываются.

Модифицированные волокна нитрона -образцы НШ погружали в обрабатывающий раствор и, перемешивая содержимое, постепенно повышали температуру от комнатной до 80 -90°C, выдерживали в этих условиях 3-5 минут и сливали жидкость из емкости. НШ промывали трижды горячей и холодной водой, высушивали и подвергали резке.

Получены образцы экспериментальных бумаг на основе ХЦЛ и модифицированных ПАН-волокон по разработанной технологии. Для изучения характера взаимодействия модифицированных ПАН-волокон с целлюлозой проведены ИК-спектроскопические исследования исходных волокон и полученной бумаги (рис.2.3).

В ИК-спектрах обнаружены характеристические полосы поглощений целлюлозы [111]. Полоса поглощений при 3414 см<sup>-1</sup> относится к валентным колебаниям ОН-связей, а при 2900 см<sup>-1</sup> – к валентным колебаниям СН-групп. Полоса поглощений при 1432 см<sup>-1</sup> относится к деформационным колебаниям СН<sub>2</sub>- и СН-групп, а при 1317–1372 см<sup>-1</sup> и 1164 см<sup>-1</sup> к деформационным колебаниям ОН- и СН-групп.

Полоса поглощений при 1114 см<sup>-1</sup> относится к ассиметричным валентным колебаниям пиранового кольца. Валентные колебания СОС-мостика имеют полосу поглощений при 1059 см<sup>-1</sup> (ассиметричные) и 912 см<sup>-1</sup> (симметричные). Полосы поглощений в области 560–708 см<sup>-1</sup>, скорее всего, относятся к деформационным колебаниям ОН-групп и скелетным колебаниям С-С связей или к поглощению пиранового кольца.

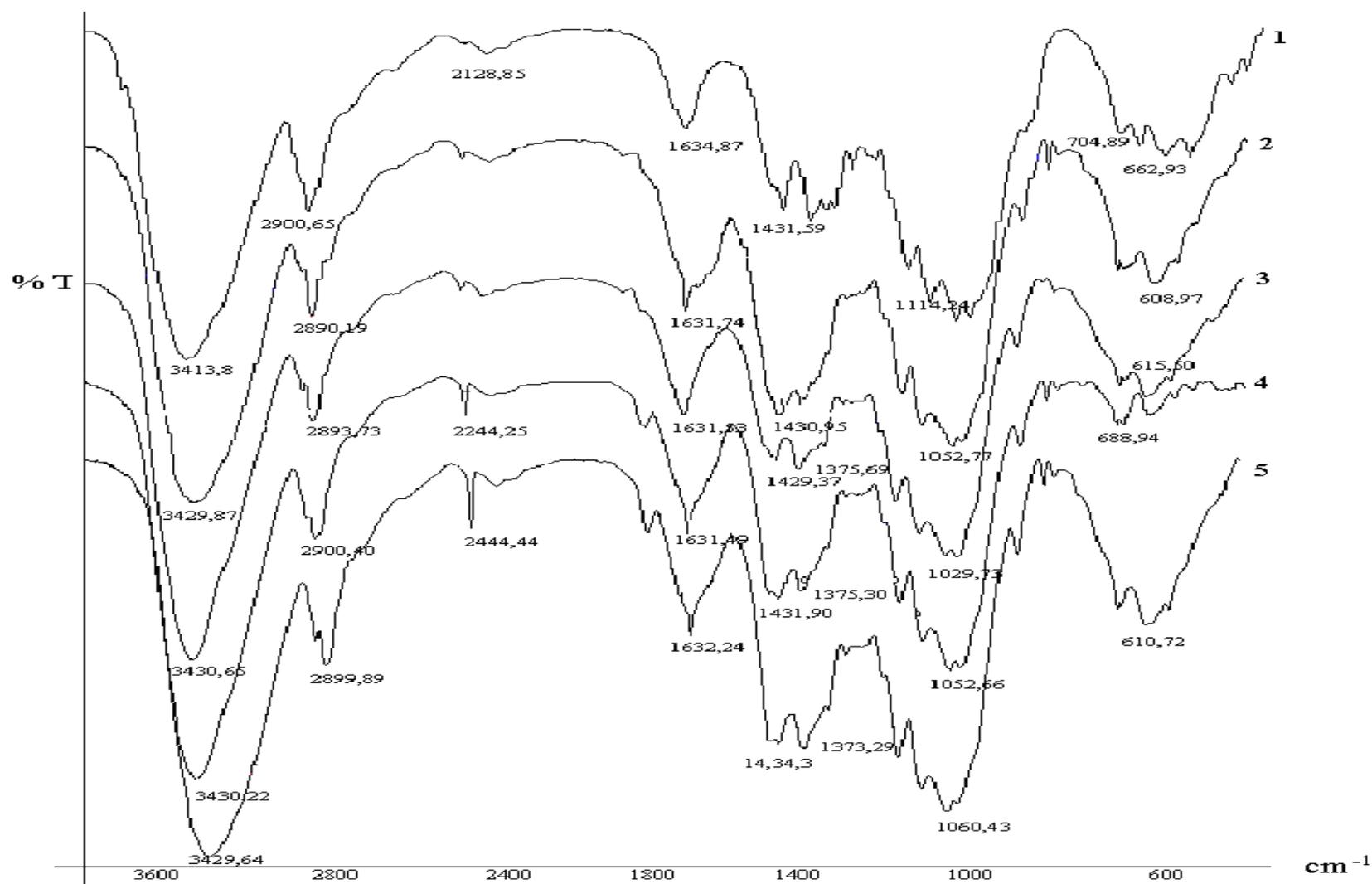


Рис. 2.3. ИК-спектры образцов бумажной композиции на основе ХЦЛ, содержащей 1-0%, 2-5%, 3-10%, 4-15%, 5-20% МОН от бумажной массы

Полосу поглощений при  $\sim 1635 \text{ см}^{-1}$  относят к колебаниям молекул адсорбированной воды. Все спектры содержат большое число резких полос, что связано с наличием больших областей высокой молекулярной упорядоченности. В спектрах составов, содержащих модифицированные ПАН волокна можно заметить следующие изменения. Полоса поглощений валентных колебаний гидроксильных групп в области  $3414 \text{ см}^{-1}$  смещается в высокочастотную область примерно на  $16 \text{ см}^{-1}$ . Видимо, этому способствует появление в системе N–H–связей, карбоксильных групп и изменение характера межмолекулярных водородных связей.

Появляется новая полоса поглощения в области  $2244 \text{ см}^{-1}$ , которая относится к валентным колебаниям нитрильных групп ПАН. С увеличением содержания ПАН–волокон интенсивность полосы поглощения в  $2244 \text{ см}^{-1}$  закономерно возрастает.

Полоса поглощений в области  $2890\text{-}2900 \text{ см}^{-1}$  считается ответственной за аморфную область целлюлозы, а полоса поглощений в области  $1370\text{-}1375 \text{ см}^{-1}$  – за кристаллическую. Чем больше интенсивность сигнала (площадь, разграниченная спектральной и базовой линиями) тем больше, соответственно, степень кристалличности целлюлозы. В спектрах модифицированных образцов наблюдается расщепление полосы при  $2890 \text{ см}^{-1}$  и изменение формы и интенсивности полос поглощений при областях  $1317\text{-}1432 \text{ см}^{-1}$ .

Видимо, происходит уменьшение степени кристалличности композиции, что приводит к некоторому ухудшению её физико-механических свойств. Появление новых межмолекулярных связей в случае введения МОН в некоторой степени компенсирует уменьшение степени кристалличности.

Для выяснения влияния новых межмолекулярных связей на физико-механические свойства композиционной бумаги проведены сравнительные исследования свойств бумаги с введением необработанных отходов нитрона и МОН (табл. 2.7).

Таблица 2.7

**Зависимость физико-механических свойств экспериментальных бумаг от состава композиции**

Показатели	Варианты								
	Необработанные отходы ПАН-волокон					МОН			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество МОН в бумажной массе, %	0	5	10	15	20	5	10	15	20
Количество ХЦЛ в бумажной массе, %	100	95	90	85	80	95	90	85	80
Разрывная длина, м	3682	3585	3471	3314	2949	3634	3626	3608	3506
Разрывное усилие, Н	31,0	31,0	32,0	26,0	15,0	31,0	31,8	30,4	30,0
Излом, ч.д.п.	44	48	54	64	66	44	45	42	40
Зольность, %	4,0	4,3	4,6	4,6	4,9	4,3	4,6	4,7	4,9

Сравнение полученных показателей позволяет сделать вывод, что в целом включения синтетических волокон приводят к снижению прочностных показателей бумаги, но в разной степени. Оценка механической прочности при неизменной массе  $\approx 80 \text{ г/м}^2$  неоднозначна и показала, что при введении волокнистых отходов до 20%, прочностные показатели бумаги снижаются на 20%, однако, эти показатели остаются в пределах, предусмотренных нормативными документами на офсетную бумагу [O'zDS 1114:2006].

Сравнение свойств показывает, что в характере изменения исследуемых показателей имеются существенные различия. При увеличении содержания, МОН свыше 15%, разрывная длина композиционной бумаги уменьшается на 2%, но остается на уровне, равном для бумаги на основе чистой ХЦЛ. Введение в бумажную композицию МОН до 20% приводит к снижению прочностных показателей бумаги всего на ~5%.

ОНШ, используемые для модификации ПАН-волокон, содержат в своем составе различные полярные функциональные группы - гидроксильные, карбоксильные, аминогруппы и другие. Макромолекулы натурального шелка связываются с волокнами нитрона за счет водородных

и ковалентных связей [111-112]. Они же, видимо, образуют дополнительные водородные и ковалентные связи с целлюлозой. Таким образом, белковые макромолекулы натурального шелка выполняют функцию связывающего компонента целлюлозы с синтетическими волокнами.

Сущность использования МОН заключается не только в изначальном придании каких-либо свойств собственно волокну, но и в придании новых, уникальных свойств композиции волокно - бумага. Применение в бумажной массе смеси МОН с ХЦЛ открывает новые возможности и свойства бумаги.

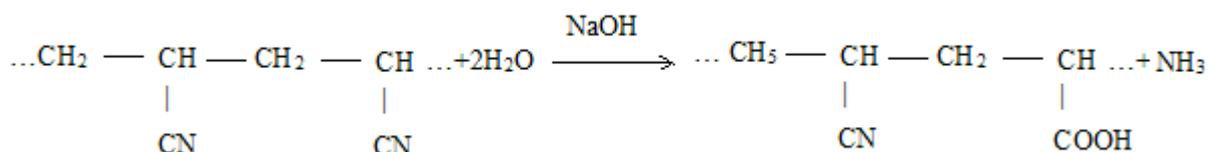
В этой связи полученные результаты прочностных свойств экспериментальных бумаг можно считать положительными. Введение в бумажную композицию МОН улучшают фибриллярную структуру целлюлозы, вступают с ним в химическое взаимодействие на уровне водородных связей.

Применение МОН позволяет значительно повысить механическую прочность бумаги за счет улучшения формирования бумаги, которая имеет более равномерный просвет, снижается ее разносторонность.

#### **2.4. Бумага на основе гидролизованных химических волокон**

Ещё один способ модификации химических волокон – это осуществление гидролиза боковых функциональных групп макромолекул. Следующие исследования проведены с целью частичного щелочного гидролиза нитроновых и ацетатных волокон [113].

Частичный гидролиз ПАН волокон можно представить следующей схемой:



Частичный гидролиз ПАН волокон осуществлен 3 и 5 процентными растворами NaOH. ПАН волокна погружали в раствор NaOH при

массовом соотношении волокно: раствор 1:3 и выдерживали при комнатной температуре в течение более трех часов. После этого проведен гидролиз при температурах 60 и 90<sup>0</sup>С в течение 4 часов. Затем волокна промывали в воде до нейтральной среды. В результате гидролиза в макромолекулах образуются гидрофильные карбоксильные группы. Очевидно, есть две причины положительного влияния ГОН на свойства бумаги. Во-первых, улучшается растворимость, хотя бы набухаемость 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.

Исследованы некоторые физико-механические свойства бумажной композиции с применением гидролизованных химических волокон при различном соотношении волокнистых компонентов (табл. 2.8).

**Таблица 2.8**

**Зависимость прочностных свойств экспериментальных бумаг, от содержания ГОН при 60<sup>0</sup>С**

№	Композиционный состав, %				Разрывная длина, м	Излом, ч.д.п
	ХЦЛ	ОН	ГОН в 3%-ном растворе NaOH	ГОН в 5%-ном растворе NaOH		
1	100		-	-	3100	42
2	95	5	-	-	3016	41
3	90	10	-	-	2900	42
4	85	15	-	-	2811	43
5	80	20	-	-	2512	42
6	95		5	-	3100	41
7	90		10	-	3050	44
8	85		15	-	3060	46
9	80		20	-	2900	45
10	95		-	5	3150	42
11	90		-	10	3100	43
12	85		-	15	3050	47
13	80		-	20	3000	46

Как видно из табл. 2.8, при увеличении содержания необработанных отходов до 20%, прочность уменьшается на 19%. При введении ГОН при 60° в 3% ном растворе NaOH отходов ПАН волокон 10% разрывная длина бумаги уменьшается на 2% по сравнению со 100% ХЦЛ, но увеличивается на 5% по сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна.

При введении в бумажную массу ГОН в 3%–ном растворе NaOH при 60° порядка 20%, разрывная длина бумаги уменьшается на 6% по сравнению со 100%–ной ХЦЛ, но увеличивается на 15% по сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна.

При введении в бумажную массу ГОН в 5%–ном растворе NaOH при 60° отходов ПАН–волокон в количестве 10%, разрывная длина бумаги так же, как и у бумаги из 100% ХЦЛ. По сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна, прочность увеличивается на 6%.

При введении в бумажную массу ГОН в 5%–ном растворе NaOH при 60° до 20%, разрывная длина бумаги уменьшается всего на 3% по сравнению с бумагой из 100% ХЦЛ. По сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна, прочность увеличивается на 19%.

При введении в бумажную массу ГОН при 90° в 3%–ном растворе NaOH в количестве 10% от массы разрывная длина бумаги увеличивается на 3% по сравнению со 100% ХЦЛ, по сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна, прочность увеличивается на 10%.

При введении в бумажную массу ГОН в 3%–ном растворе NaOH при 90° в количестве 20% от массы разрывная длина бумаги увеличивается на 6% по сравнению с чистой ХЦЛ, а по сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна, прочность увеличивается на 30%.

Таблица 2.9

**Зависимость прочностных свойств экспериментальных бумаг, от содержания ОН, гидролизованных при 90<sup>0</sup>С**

№	Композиционный состав, %			Разрывная длина, м	Излом, ч.д.п
	ХЦЛ,	ГОН в 3%-ном растворе NaOH	ГОН в 5%-ном растворе NaOH		
1	100	-	-	3100	43
2	95	5	-	3150	50
3	90	10	-	3200	48
4	85	15	-	3200	45
5	80	20	-	3300	42
6	70	30	-	3230	42
7	95	-	5	3300	43
8	90	-	10	3400	44
9	85	-	15	3650	47
10	80	-	20	3300	49
11	70	-	30	3210	48

При введении в бумажную массу ГОН при 90<sup>0</sup> в 5% – ном растворе NaOH в количестве 10% от общей волокнистой массы, разрывная длина бумаги увеличивается на 10% по сравнению с прочностью бумаги из 100%-ной ХЦЛ, в сравнении с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна разрывная длина бумаги увеличивается на 17% (табл.2.9).

Увеличение температуры гидролиза отходов ПАН–волокон от 60<sup>0</sup>С до 90<sup>0</sup>С и повышение концентрации раствора NaOH от 3 до 5% приводит к возрастанию прочностных свойств бумаги.

Так, при введении гидролизованных при 90<sup>0</sup> в 5% ном растворе NaOH отходов ПАН–волокон в количестве 15% от общей волокнистой массы, разрывная длина увеличивается на 18% по сравнению с таким же показателем для бумаги из 100% ХЦЛ, по сравнению с композицией, содержащей необработанные синтетические волокна увеличивается на

30%. Дальнейшее увеличение температуры гидролиза и концентрации раствора NaOH не приводит к улучшению прочностных свойств бумаги.

Как и ожидалось, повышение температуры гидролиза приводит к увеличению степени гидролиза, что непосредственно отразилось на физико-механических свойствах бумаги (табл.2.10) При этом, концентрация раствора щелочи меньше влияет на прочностные свойства бумаги, чем температура гидролиза. При увеличении температуры количество гидролизованных нитрильных групп значительно увеличивается. Увеличение удельной доли карбоксильных групп способствует повышению степени набухания волокон.

При полном испарении воды (под действием нагрева и давления) модифицированные ПАН-волокна связываются между собой и с волокнами целлюлозы, чем и объясняется высокая прочность полотна. Дальнейшие исследования проведены с целью комбинированного использования необработанных и гидролизованных ПАН-волокон (табл. 2.10).

**Таблица 2.10**

**Зависимость прочностных свойств экспериментальных бумаг от содержания отходов необработанных и ГОН при 60<sup>0</sup>С**

№	Композиционный состав, %				Разрывная длина, м	Излом, ч.д.п
	ХЦЛ	ОН	ГОН в 3%-ном растворе NaOH	ГОН в 5%-ном растворе NaOH		
1	95	2,5	2,5	-	3100	44
2	90	5	5	-	3090	43
3	80	10	10	-	2970	42
4	80	15	5	-	2800	40
5	95	2,5	-	2,5	3150	45
6	90	5	-	5	3180	46
7	80	10	-	10	3000	45
8	80	15	-	5	2900	43

Из табл. 2.10 видно, что введение в бумажную массу, как ОН, так и смесей, гидролизованных в 3% ном растворе NaOH в количестве 20% от всей массы, приводит к снижению разрывной длины бумаги на 10%.

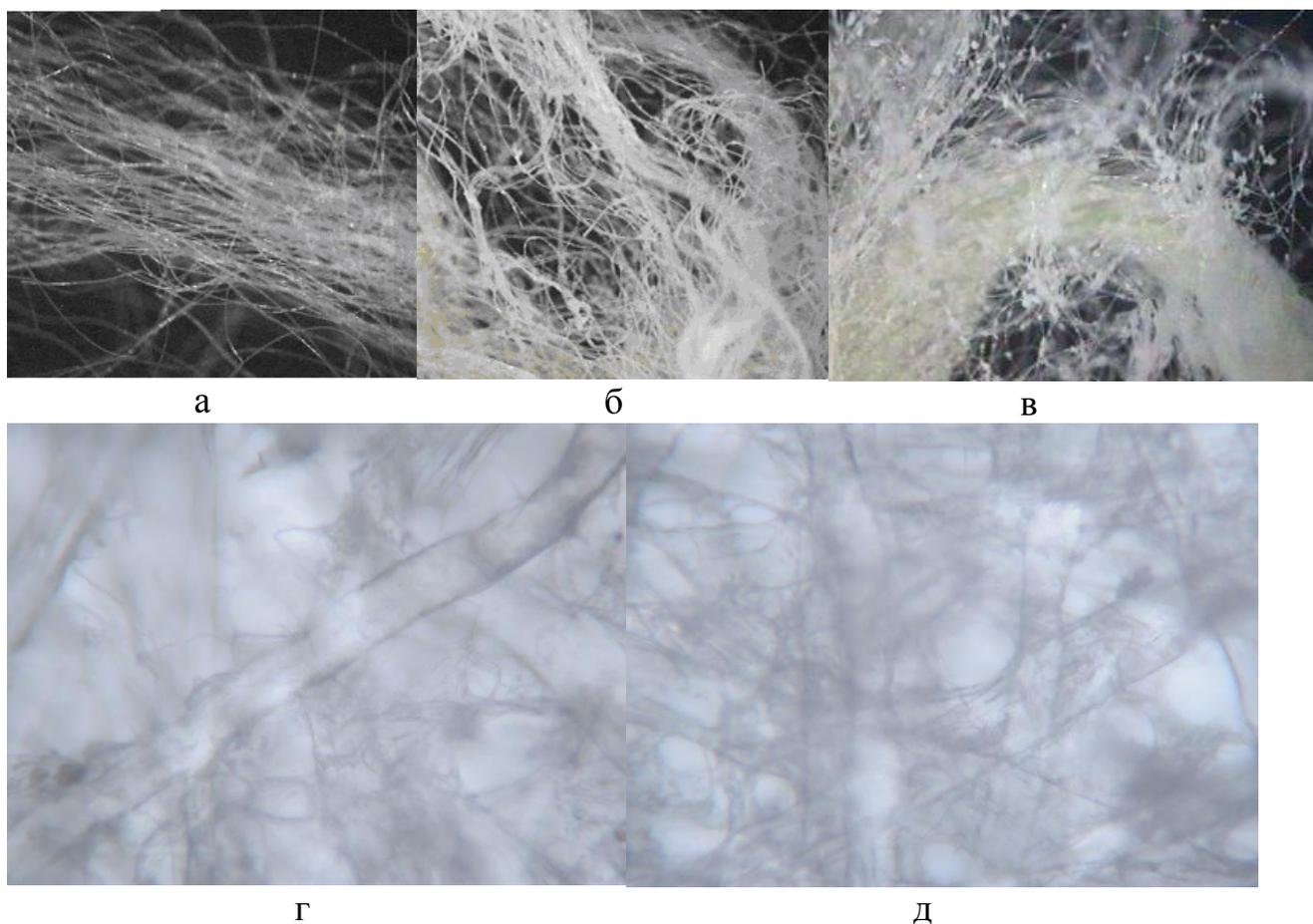
Введение в бумажную массу, как ОН, так и смеси, гидролизованной в 5%-ном растворе NaOH в количестве 20% от всей массы, приводит к снижению разрывной длины бумаги на 3%, эти показатели остаются в пределах, предусмотренных нормативными документами на офсетную бумагу [O'zDS 1114:2006].

Композиционная бумага с добавкой смешанных синтетических волокон имеет прочностные показатели такие же, как и у бумаги, содержащей гидролизованные при 60<sup>0</sup>С ПАН–волокна. Необработанные гидрофобные волокна, вклиниваясь в надмолекулярную структуру бумажного полотна, уменьшают количество межмолекулярных адгезионных и водородных связей.

С целью исследования структуры поверхности волокон проведен микроскопический анализ. Непосредственные наблюдения с использованием электронного микроскопа позволяют наглядно видеть, насколько тесны контакты между волокнами в бумаге и свидетельствуют о реальных возможностях образования между волокнами водородных связей.

На образцах бумаги, полученных с введением в композицию гидролизованных волокон, наблюдаются гранулярные образования матричных веществ, разрыхление внешней структуры волокон и в связи с этим, появляющаяся возможность перераспределения водородных связей и смыкания макромолекул волокна, что способствует повышению прочностных показателей (рис. 2.4 б, в).

Повышение температуры приводит к улучшению набухания, а также положительно влияет на изменение структурного состояния синтетических волокон, на их бумагообразующие свойства (рис. 2.4 г, д).



**Рис. 2.4. Электронно–микроскопические снимки волокон и поверхности бумаги Необработанные ПАН-волокна (а); ПАН-волокна, гидролизованные при 60<sup>0</sup>С (б) и 90<sup>0</sup>С (в); поверхность бумаги, с включением ПАН-волокон, гидролизованных при 60<sup>0</sup>С (г) и 90<sup>0</sup>С (д) (микроскопы с увеличением в 200 раз)**

Общий характер изменений морфологической структуры экспериментальных бумаг связан со значительным фибриллированием волокон, их набуханием и образованием более прочных межволоконных связей (особенно при введении гидролизованных при 90<sup>0</sup>С –ОН). Это подтверждается также лучшим набуханием обработанных волокон (рис. 2.4 б, в). Структура поверхности бумаги становится более равномерной.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

–частичный щелочной гидролиз ПАН-волокон с образованием карбоксильных групп способствует их набуханию в водно-дисперсной композиции.

–увеличение степени набухания улучшает адгезию между синтетическими и хлопковыми волокнами. Одновременно образуются

дополнительные водородные связи между карбоксильными группами гидролизованного нитрона и гидроксильными группами целлюлозы.

В результате таких структурных преобразований улучшаются физико-механические свойства бумажной композиции на основе ХЦЛ и гидролизованных отходов ПАН-волокон.

Дальнейшие исследования проведены с целью использования в бумажной композиции модифицированных ацетатных волокон. Ацетатные волокна вырабатывают из смеси ди- и триацетата целлюлозы, в которых гидрофильные, примерно 80% полярных гидроксидных групп целлюлозы, замещены на гидрофобные и менее полярные ацетатные группы.

Несмотря на интенсивное развитие производства ацетатных волокон, известные их виды еще обладают рядом недостатков, следует отметить, прежде всего, повышенную жесткость и недостаточную эластичность этих волокон. Для придания волокнам эластичности и упругости ОАВ подверглись предварительной обработке раствором гидроксида натрия. При обработке ОАВ в горячем щелочном растворе происходит частичный гидролиз ацетатных волокон [114].

Частично гидролизованные ацетатные волокна оказались более упругими и эластичными, чем необработанные волокна. Физико-механические свойства бумаги оценивались, прежде всего, разрывной длиной и показателем излома. В табл. 2.11 приведена зависимость этих показателей от состава изготовленных вариантов экспериментальных бумаг.

Необработанные отходы ацетатных волокон, вклиниваясь между целлюлозными волокнами, разрывают водородные связи, что приводит к уменьшению на 13% прочностных показателей. Полученная с введением таких волокон бумага, имеет более высокую пористость и небольшую прочность, где связь волокон в бумажном листе, в основном, обуславливается переплетением между собой толстых неэластичных фибрилл.

Таблица 2.11

**Зависимость прочностных свойств экспериментальных бумаг от волокнистого состава, содержащего ОАВ**

№	Волокнистый состав, масс, %				Разрывная длина, м	Излом, ч.д.п
	ХЦЛ	ОАВ	ГОН в 5%-ном растворе NaOH при 60 <sup>0</sup> С ОАВ	ГОН в 5%-ном растворе NaOH при 90 <sup>0</sup> С ОАВ		
1	100		-	-	3100	42
2	95	5	-	-	3025	43
3	90	10	-	-	2932	44
4	85	15	-	-	2710	42
5	80	20	-	-	2530	40
6	95		5	-	3000	46
7	90		10	-	2951	49
8	85		15	-	2800	52
9	80		20	-	2700	51
10	95		-	5	3000	45
11	90		-	10	3050	48
12	85		-	15	3000	49
13	80		-	20	2900	52

Как видно из полученных данных (табл. 2.11), при введении в бумажную массу 20% обработанных волокнистых отходов, наблюдается уменьшение прочностных показателей бумаги на 18%. Этому способствует повышение эластичности химических волокон и увеличение числа гидроксильных групп в гидролизованных образцах.

При введении гидролизованных при 90<sup>0</sup> в 5%-ном растворе NaOH ОАВ в количестве 20%, разрывная длина уменьшается на 3% по сравнению с прочностью бумаги из 100%-ной ХЦЛ. По сравнению с композицией, содержащей необработанные искусственные волокна, эти показатели остаются в допустимых пределах.

С повышением температуры гидролиза количество гидроксильных групп в ОАВ и соответственно суммарная прочность межмолекулярных связей в бумажном листе увеличивается на 20%. Добавка необработанных ОАВ не влияет на устойчивость к излому бумаги, тогда как гидролизованные образцы ОАВ приводят к повышению устойчивости

бумаги к изгибу. При введении в бумажную массу гидролизованных (как при 60<sup>0</sup>С, так и при и 90<sup>0</sup>С) ОАВ устойчивость к сопротивлению излому (двойным перегибам) и прочностные показатели увеличиваются примерно на 20%. Показатель сопротивления излому в большой степени зависит от сил сцепления между волокнами и эластичности макромолекул. Полученные результаты подтверждают улучшение эластичности и увеличение связывающих групп с введением гидролизованных ОАВ.

Ранее был установлен факт существенного ухудшения прочностных свойств бумаги при введении необработанных ОН. Поэтому возможность комбинированного использования ОН и гидролизованных ОАВ явилось предметом дальнейших исследований. В бумажную композицию вводились при различном соотношении ОН и ГОАВ (табл. 2.12).

**Таблица 2.12**

**Зависимость прочностных свойств экспериментальных бумаг от волокнистого состава, содержащего ОН и ГОАВ**

№	Волокнистый состав, масс, %				Разрывная длина, м	Излом, ч.д.п
	ХЦЛ	ОН	ГОАВ в 5%-ном растворе NaOH при 60 <sup>0</sup> С ОАВ	ГОАВ в 5%-ном растворе NaOH при 90 <sup>0</sup> С ОАВ		
1	100	-	-	-	3100	42
2	95	2,5	2,5	-	3000	44
3	90	5	5	-	2900	41
4	80	10	10	-	2700	34
5	80	15	5	-	2300	32
6	95	2,5	-	2,5	3050	46
7	90	5	-	5	2900	45
8	80	10	-	10	2880	42
9	80	15	-	5	2400	39

Как видно из данных табл. 2.12, прочностные свойства бумаги, при совместном введении 20% ОН и гидролизованных ОАВ, уменьшаются на 25%, что практически одинаково с этими показателями при введении в бумажную массу гидролизованных ОАВ.

К сожалению, показатель излома бумаги ухудшается при комбинированном введении химических волокон. Причем степень ухудшения на 24% возрастает при увеличении 15% массовой доли ОН. Ухудшение устойчивости образцов бумаги к многократным перегибам объясняется уменьшением эластичности и межмолекулярного сцепления макромолекул различной природы. Макромолекулы ПАН-волокон уменьшают количество межмолекулярных водородных связей, что приводит к уменьшению на 26% как разрывной длины, так и устойчивости к излому.

Положительное влияние на прочность бумажной композиции гидролизованных ОАВ оказалось недостаточным для компенсации отрицательного влияния макромолекул нитрона. Таким образом, при изготовлении бумаги для офсетной печати дорогостоящая ХЦЛ может быть частично заменена синтетическими волокнами и их отходами. Использование отходов ПАН-волокон в составе бумажной композиции приводит к ухудшению физико-механических свойств. Модификация полиакрилонитрила раствором ОНШ и частичный щелочной гидролиз нитроновых и ацетатных волокон существенно компенсирует потерю прочностных и деформационных свойств. Изменяется степень кристалличности композиции, образуются новые межмолекулярные связи.

Использование отходов текстильной промышленности в составе композиции бумаги позволяет нивелировать целый ряд объективных причин, затрудняющих возможность производства бумажной продукции на отечественных предприятиях, решить проблему бумаг для офсетной печати широкого потребления. На наш взгляд другим источником улучшения физико-механических свойств бумаги, с введением химических волокон является использование полимерных проклеивающих веществ в составе бумажной композиции. Следующий раздел посвящается обсуждению результатов исследований в этом направлении.

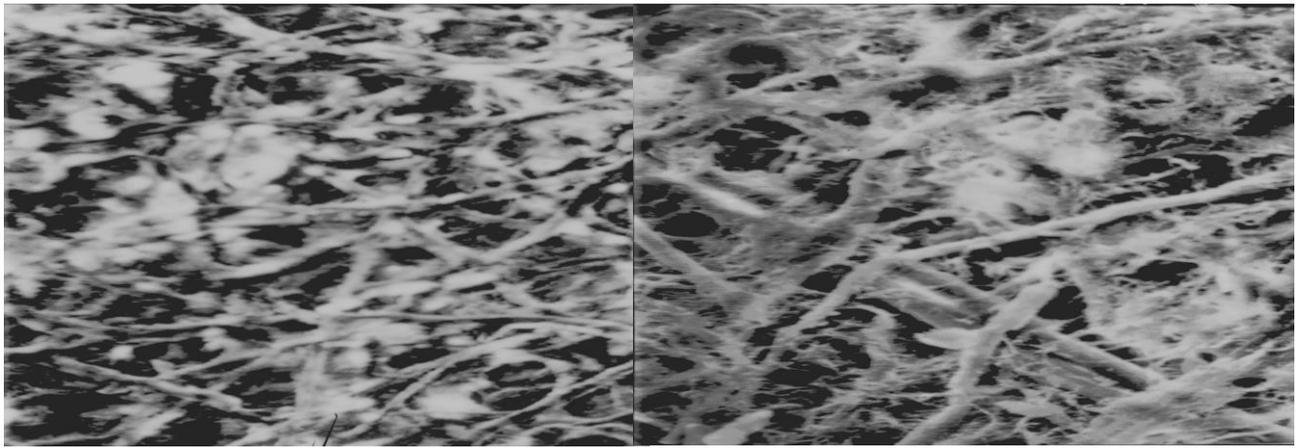
## **2.5. Микроскопическое исследование новых видов бумаг из синтетических волокон**

На структуру бумаги, ее прочность, и на распределение связей в бумаге оказывает влияние характер переплетения между собой. Особое влияние на механические свойства волокон оказывает их прочность [115]. В исследованиях особое внимание уделено приданию бумаге специфических свойств, улучшению качества бумаги, увеличению разрывной длины и улучшению внешнего вида.

Найдены два альтернативных способа решения этой проблемы: замена проклеивающего вещества или предварительная обработка отходов нитрона. Полученные результаты показывают, что, как введение ГОН и МОН в композиции бумаги, способствуют увеличению механической прочности.

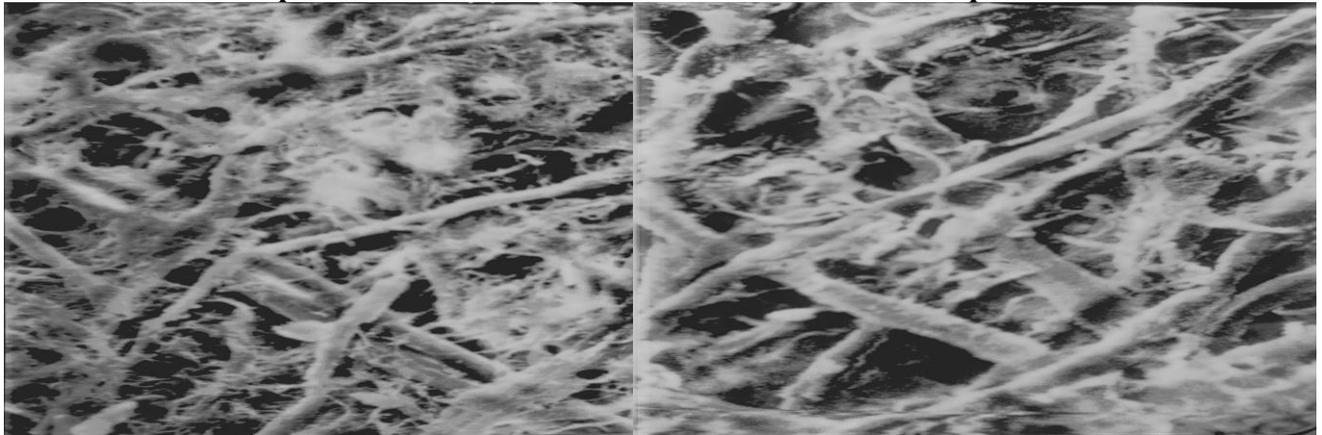
Бумагообразующие свойства композиции бумаги в значительной степени определяются такими показателями, как структура поверхности волокнистой массы, их размеры, однородность, а также состав и распределение химических компонентов в клеточной стенке. В понятие «структура бумаги» включаются не только совокупность ее ингредиентов и связей между ними, но также и геометрия (структура) поверхности листа.

Чтобы получить полное представление о взаимосвязи структурных характеристик и бумагообразующих свойств волокон, необходимо комплексное исследование морфологических факторов, в том числе и ультраструктуры волокон. Прочность бумажного листа обуславливается наряду с морфологическими и химическими факторами, связанными с содержанием основных компонентов клеточной стенки; физико-химическими свойствами, степенью набухания, а также прочностью отдельных волокон.



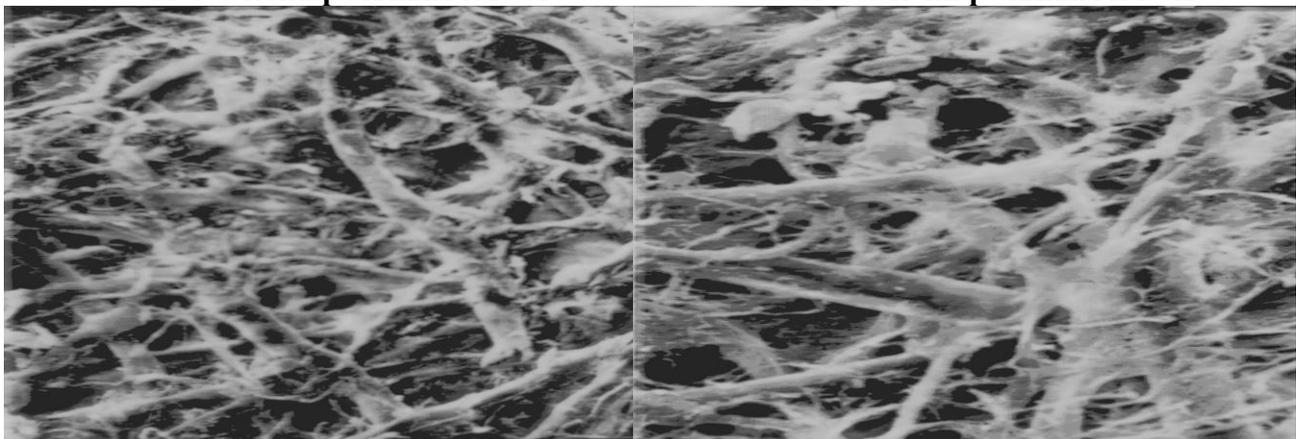
**1. 100 % ХЦЛ, проклейка в массе канифольным клеем**

**2. 90% ХЦЛ и 10% ОН, проклейка в массе канифольным клеем**



**3. 85% ХЦЛ и 15% ОН, проклейка в массе канифольным клеем**

**4. 80% ХЦЛ и 20% ОН, проклейка в массе канифольным клеем**



**5. 85% ХЦЛ и 15% МОН, проклейка в массе канифольным клеем**

**6. 85% ХЦЛ и 15% ГОН, проклейка в массе канифольным клеем**

**Рис. 2.5. Микрофотографии поверхности полученных бумаг на основе ХЦЛ с добавлением синтетических волокон (микроскопы с увеличением в 200 раз)**

При рассмотрении строения бумаги нельзя обойти факторы, связанные с хорошо известными из коллоидной химии поверхностными явлениями. Для качественной оценки равномерности и плотности распределения текстильных отходов в составе бумаги использован микроскопический метод анализа.

Результаты анализа микрофотографий показывают, что они согласуются с результатами ранее проведенных нами физико-механических исследований. Синтетические волокна не размалываются, скорее укорачиваются при размоле. Синтетические волокна имеют менее слабые контакты между собой в бумаге, более плотную и менее разрушенную структуру поверхности. При дальнейшем увеличении содержания синтетических волокон, по-видимому, снижается суммарное количество межволоконных связей между целлюлозными волокнами и, как следствие, наблюдается уменьшение прочностных показателей.

Видно, что с добавлением в бумажную массу отходов синтетических волокон более 20%, смесь представляет собой очень грубую композицию волокон, которая не позволяет получать бумагу с равномерной структурой, существенно изменяет поверхность бумаги и имеет низкие показатели разрывной длины (рис.3.6).

Обнаружено изменение бумажной структуры с добавлением волокон МОН и ГОН. Наблюдаются тесные контакты между волокнами в бумаге, это свидетельствует о реальных возможностях установления между волокнами водородных связей. Наряду с волокнами, поверхность которых в значительной степени подвергнута фибрилляции, встречаются волокна с неразрушенной складчатой поверхностью.

В результате образуется густая сетка, что способствует росту внутренней поверхности волокна и увеличению числа межволоконных водородных связей. Одновременно с переплетением микрофибрилл образуются многочисленные фибриллярные связи между волокнами и внутри волокон. Видимо, механизм адгезии природными волокнами

синтетических полимеров заключается в образовании густой хаотической сетки из макро- и микрофибрилл с многочисленными межволоконными связями. Введение в бумажную композицию обработанных отходов положительно влияет на наноструктуру межслойной поверхности в композиции бумаги. В результате улучшаются физико-механические свойства и структура бумаги.

## **ВЫВОДЫ:**

Всеобщая компьютеризация, перевод учебной, научно-технической, производственной, публицической, общественно-популярной информации на электронные носители не смогли уменьшить использование бумаги в повседневной жизни. Мировая целлюлозно-бумажная промышленность неуклонно развивается, динамично растет объем производства бумаги и картона. В этой связи все более остро ощущается нехватка традиционного сырья – древесной целлюлозы для выпуска бумажной продукции, особенно в странах с небольшими площадями лесов и деревьев. Самый высокий темп роста потребления бумаги и картона ожидается в развивающихся странах, в том числе в Республике Узбекистан.

С учетом дефицита древесного сырья для Узбекистана перспективно широкое использование недревесных видов сырья различных травянистых растений, отходов переработки сельскохозяйственных культур, химической и текстильной промышленности, бытовых отходов для производства бумажной продукции.

Компоненты и отходы множество различных недревесных культур и растений хлопковый линт, гуза – пая, хлопковая шелуха, пшеничное и рисовая солома, стебли кукурузы и топинамбура, солодки, тростник, кенаф и другие могут использоваться для изготовления бумаги. В настоящее время разработаны составы и технология производства бумаги из перечисленных однолетних растений. Производство целлюлозы из недревесных однолетних растений производится преимущественно щелочными способами варки - натронным и сульфатным. Легкая растворимость лигнина однолетних растений в щелочных варочных растворах позволяет при натронной варках применять меньшие количества щелочи и более низкую температуру.

Хлопковая целлюлоза является дорогостоящим сырьем. Технология изготовления бумаги в промышленных масштабах из хлопковой

целлюлозы экономически нецелесообразна, но добавление в бумажную массу отходов текстильной и химической промышленности позволит решить проблему эффективного и рационального использования сырьевых ресурсов, сэкономить дорогостоящую хлопковую целлюлозу.

Авторы данной монографии разработали состава, и технология производства бумаги на основе целлюлозы хлопкового линта с введением отходов синтетических волокон.

При механическом смешивании целлюлозы с синтетическими волокнами физико-механические свойства композиции ухудшаются. Путем улучшения свойств композиции целлюлозы с синтетическими волокнами является предварительная модификация синтетического волокна, либо его привитая сополимеризация к целлюлозе. При введении белковых макромолекул в целлюлозу улучшается фибриллярная структура, образуются новые донорно-акцепторные связи и в волокне нитрона образуются новые водородные и ковалентные связи, изменяется степень кристалличности и упорядоченность макромолекул целлюлозы.

Установлено, что использование волокнистых полуфабрикатов из недревесного растительного сырья и текстильных отходов в композиции с хлопковой целлюлозой расширяет сырьевую базу предприятий отрасли, улучшает показатели качества конечной продукции и удовлетворяет всем требованиям стандартов. Обобщены результаты экспериментальных исследований авторов по использованию синтетических волокон в бумажной композиции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Jaakko P. World paper markets up to 2020. Executive report 2005 / Jaakko Pöyry consulting, 2005. 241 p.
2. УП №-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегией действий дальнейшему развитию Республики Узбекистан».
3. <http://www.securitypaper@buzton.com>
4. Ешбаева У.Ж. Печатно-технические свойства новых видов бумаг, содержащих химические волокна: Дисс. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Ташкент. ТИТЛП. 2008. –136 с.
5. Исследование рынка бумаги. Электронный ресурс. / <http://www.vniki.ru/>
6. Хаггблом Р. Прогноз развития мировой ЦБП // Мир бумаги. – Москва, 2000. №7-8 – С. 2-4.
7. Anne Brunila. Challenges for the global forest industry. Lappeenranta University of Technology. –Finland, 2006. – 12 p.
8. Махотина Л. Г. Современные тенденции в технологии бумаги для печати // Целлюлоза. Бумага. Картон. – Москва, 2008. – № 3. – С. 52-55.
9. <http://www.podrobno.uz>.
- 10.Фляте, Д.М. Свойства бумаги. Изд. 3-е. –М.: Лесн. пром-сть, 1986.-680 с.
- 11.Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С. Бумага из альтернативного и вторичного сырья. Монография. –Ташкент: Tafakkur gulshoni. 2015.-112 с.
- 12.Нугманов О.К., Григорьева Н.П., Лебедев Н.А. Структурный анализ травяной целлюлозы // Химия растительного сырья. – Москва, 2013. – № 1 – С.29–37.
- 13.Вураско А.В., Дриккер Б.Н. и др. Ресурсосберегающая технология получения целлюлозы при комплексной переработке соломы риса // Химия растительного сырья. – Москва, 2007. – № 2. – С.21-25.
- 14.Барбаш В.А., Трембус I.В., Гапон О.С. Тарный картон и писчая бумага из соломенных волокнистых полуфабрикатов // Упаковка. – Москва, 2009. –№ 6. – С. 18-20.

15. Миркамилов Ш. М. Создание научных основ технологии производства и переработки целлюлозы из низкосортного хлопкового сырья: Дисс. на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Ташкент, 1997. –382 с
16. Теа.В. Вураско, А.Р. Галимова, Б.Н. Дрикер, Е.А. Мозырева. Получение целлюлозных материалов при комплексной переработке отходов сельскохозяйственных культур: IV Всерос. научн. конф. «Химия и технология растительных веществ»-Сыктывкар, 25-30 июня 2006.-С. 334
17. Рахманбердиев Г.Р., Мурадов М.М. Разработка технологии получения целлюлозы из растений топинамбура (*helianthus tuberosus* l) пригодной для химической переработки // “Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар” илмий электрон журнали. - Ташкент, 2011. - № 2.-С1-11.
18. Бабаханова Х.А. Создание системы «сырьё-бумага-оттиск», обеспечивающей заданные печатные свойства бумаги, содержащей вторичные волокнистые материалы: Дисс.на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Ташкент. ТИТЛП, 2016. –200 с.
19. Тиллашайхов М.С., Сайфутдинов Р. Миркамилов Ш.М. Изменение структуры стеблей хлопчатника в процессах его переработки на целлюлозу // Тез. докл.Респ.конф.молодых учен, и спец. – Ташкент. 1988.– С.85
20. Миркамилов Ш.М, Тиллашайхов М.С. Сайфутдинов Р. Синтетические закономерности химической обработки растительного сырья-греблей хлопчатника // Узб. хим. журнал. – Ташкент. 1988. – №4. – С.72-74
21. Kurkova, E. Ivanov G. Paper with increased wet-strength. NS IST iterantional conference. The issues in mechanics of pulp-and-paper materials. – Russia. Arkhangelsk, 2011. – P. 13–17,
22. Анохин.А.П. Бессернистые методы выделения целлюлозы из стеблей хлопчатника и возможности ее использования: Автореф. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Ташкент. 1984. –16 с
23. Усманов Л.Д, Разиков К.Х, Маркомов К.М, Кадыров А.Н, Сидиков А. Структурные особенности линта и целлюлозы из тонкого и

- средеволокнистого хлопка // Сб. науч. трудов. АН Тадж. Р. 1982. –Т.25. –№ 2. – С. 92-96.
24. Хамраев Н.Х. Таркибида пахта-нитрон толалари тенг, ниқобланган тўқималарни гул босишга тайёрлаш технологиясини ишлаб чиқариш. Дисс. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. –Ташкент. ТИТЛП. 2005. –116 с.
25. Горский Г.М. Разработка метода производства бумаги с применением синтетических волокон и исследование её свойства: Дисс.на соис. уч. степ. канд.тех.наук. Л., 1966. –126 с.
26. Гутман Б. Б., Янченко Л. Н., Гуревич Л. И., Бумага из синтетических волокон. – Москва. МГУП, 1971. –128 с.
27. Е.Г. Смирнова и др. Долговечность целлюлозных материалов для производства печатных видов бумаги // Целлюлоза. Бумага. Картон. – Москва, 2007. – № 12. – С. 33–35.
28. Кобаяси Такушти Такэда Хироси, Ттанака Кадзуми Торэ к.К. Способные к фибрилляции синтетические волокна для производства бумаги. Яп. пат. кл. 42 Д2 (Д01F 6/44, №51-45691, заявл. 2.08.73, №48-86384, опубл. 4.12.76).
29. Листратенко В.И. Исследование печатных свойств синтетической бумаги: Дисс.на соис. уч. степ. канд.тех.наук. – Москва, МПИ, 1969. –125 с.
30. Синтетические бумаги: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.5ka.ru/1/28618/1.html>.
31. Исследование рынка бумаги. Электронный ресурс. / <http://www.vniki.ru/>.
32. <http://documentation-ru.narod.ru/Izobretenie-bumagi-i-sovershenstvovanie-eyo-proizvodstva-bci.html>
33. Учебник для онлайн. <http://silverlib.ru/uchebniki-onlayn/uchebnik-dlya-vuzov-onlayn-14.html>
34. Бумага из синтетических волокон. <http://no-index.Ru/stati/bumaga/bumaga-iz-sinteticheskix-volokon.html>. Опубликовано: 13.09.2014.
35. [www.centro-agro.ru](http://www.centro-agro.ru)

- 36.Реферат. Целлюлозно-бумажное производство. Электронный ресурс.  
<http://coolreferat.com/16615>
- 37.Akim E. L. Interaction of cellulose and other polysaccharides with water systems // Chemistry of polysaccharides; book editor G. E. Zaikov. — VSP.- 2005. - 370 p.
- 38.Пермяков Н.С. Адгезия и когезия. Крахмал и крахмальный клей // Гофрокартон от сырья до печати: сб. науч. тр. 2-й МНПК. – Санкт-Петербург, 2008. С. 6–19.
- 39.Осипов П.В. Технология и механизмы упрочнения внутренней структуры бумаги и картона // Новое в химии бумажно-картонного производства и полиграфии: сб. науч. тр. МНПК. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 18–23.
- 40.Осипов П.В. Эффективное использование химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона: Автореф. на соис. уч. степ. док. тех. наук. – С.Петербург, 2012. -31 с.
- 41.А.Ю. Мандре, Л.Г. Махотина, А.Л. Аким. Исследование влияния различных видов АКД на степень проклейки бумаги для офисной техники // Целлюлоза Бумага. Картон. – Москва, 2003. – № 11-12. – С.26-30.
- 42.Колесников В.Л. Повышение качества бумаги и картона путем гетероадагуляции латексов в волокнистой массе: Автореф. на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Санкт-Петербург, 1986. -31 с.
- 43.Denbrok C.A., Peacock B. Wet-end charge measurement using streaming current online titrators. / – TAPPI, 1999,- vol.82.- №10
- 44.Крылатов Ю.А., Страх А.К. Получение и особенности использования проклеивающих материалов на основе канифоли и ее заменителей / Обзор, информ. Современные проблемы химии и химической промышленности. НИИТЭХИМ, – Москва, 1981. -№ 19. -53 с.
45. Вураско А.В. Технология получения, обработки и переработки бумаги и картона. – Екатеринбург, 2011. – 272 с.

46. Реферат: Целлюлозо–бумажное производство электронный ресурс. [ronl.ru](http://ronl.ru) Все темы рефератов. – Москва, Производство. 183013
47. Новейшие достижения в технологии мелования. Электронный ресурс. / OMYA seminar developments. – Санкт-Петербург, 2005. - P. 11-16.
48. Евтюхов С.А., Смирнова Е.Г., Лоцманова Е.М. Влияние химических и вспомогательных веществ на устойчивость к старению бумаги для офсетной печати // Новое в химии бумажно-картонного производства и полиграфии: тр. междунар. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 29–32.
49. Герцевна М.Л. Научные основы создания многослойных целлюлозных композиционных материалов для высококачественной упаковки: Автореф. на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Санкт Петербург. 2009. – 33 с.
50. Hugener P., Burri P. Ground calcium carbonat for enhanced paper properties. // OMYA, Pluss-staufe AG. – Санкт-Петербург, 2002. - P. 1-6.
51. Пузырев С.А. и др. // Нефтеполимерные смолы для проклейки бумаги//. Обзор. – Москва: ВНИПИЭИлеспром, 1979. - 24 с.
52. Nutbeem C., Husband J., Prestor J. The role of pigments in controlling coating structure Text. / C. Nutbeem, J. Husband, J. Prestor // PITA coating conference. – Bradford (Great Britain), 2005, - P. 97-102.
53. Иванченко И.В. Высоконаполненная бумага на основе проклеивающих дисперсий: Дисс. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Москва, 1998.-133 с.
54. Дубовый В.К. Стекланные волокна. Свойства и применение. – Санкт-Петербург. Нестор, 2003. - 130 с.
55. Лосева Л.А., Менченков А.А. Патент RU 2191701 кл. В 42 D 15/00
56. Браун Э., Мюллер Й. и др. Патент RU 2161092 кл. В 42 D 15/00
57. Фролов М.В. Защитные метки с оптическими эффектами // Известия ВУЗов. Проблемы полиграфии и издательского дела.–М. МГУП, 2004.- №4.-С.68-74.

58. Кислухин, С. Защита официальных бумаг, бланков и документов от подделки в Республике Беларусь // Банкаўскі веснік. 2002. – № 6. – С. 36–40.
59. Кендалл Р.Е. Доклад на 14-ой европейской конференции по вопросам подделки банкнот. – Hague, 1991. – С. 7
60. Ларионов В.Г., Скрыпникова М.Н. Как защититься от подделки. // Маркетинг в России и зарубежом. – Москва, 2001. - №3. – С. 25.
61. Генис А.В., Архипов М.С., Крылов А.Л., и др. Волокнистый материал для защиты бумаги от подделки. RU, 2217542. 22.08.2002
62. Л.С. Корочкин. Комплексная технология защиты ценных бумаг: Автореф на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Минск, 2005. – 31 с.
63. Способ изготовления защитной нити: пат. 2188268 RU, МПК D 21 Н 21/42, В 42 D 15/00, В 41 М 3/14 / Дзонг-Киу Ким, Йонг-Хван Парк; заявитель Корея Секьюрители Принтинг Энд Минтинг Корпорейшн. № 2000124869/12; заявл. 26.02.99; опубл. 27.08.2002 // Патенты России. Сводный индекс. RU 15.01.1994-27.03.2010.
64. Пашков М, Скрыпникова М, Шершнева Е. Фальсификация денежных знаков, ценных бумаг, документов, фирменных продуктов развитых стран. Масштабы, последствия, средства защиты. – Москва: Фонд милиции, 2001. С. 14.
65. Микушев А.Е., Голомазова М.П., Вязалов С.Ю. и др. Окрашенное химическое многофиламентное волокно для защиты бумаги от подделки: пат. 2217543 RU, МПК D 21 Н 21/40, D 21 Н 21/42, В 42 D 15/00, В 44 F 1/12/; заявитель Объединение «Гознак». – № 2002122542/12; заявл. 22.08.02; опубл. 27.11.03 // Патенты России. Сводный индекс. RU 15.01.1994-27.03.2010. [Электронный ресурс]: описания полезных моделей. Электрон. текстовые дан. – М.: ФГУ ФИПС, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

66. Кузьменкова Н.В и др. Технологии получения окрашенных химических волокон для защиты ценных бумаг // Материалы, технологии, инструменты. – Москва, 2012. – Т. 17, № 1. – С. 83–87.
67. Шарифулин М. Защита прежде всего. // Publish. Москва, 2000. -№7. - С.21.
68. Сыцко, В. Е. Технологии получения окрашенных химических волокон для защиты ценных бумаг // Полимерные композиты и трибология: Материалы международной научно-технической конференции, Гомель, 27-30 июня 2011 г. / Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, – Гомель, 2011. – С. 208
69. Алимova X.A. Основы безотходной технологии переработки натурального шелка: Дисс.на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Ташкент. ЦНИХпром, 1994. – 261 с.
70. Гуламов А.Э. Технология подготовки отходов шелка для производства бумаги: Дисс.на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Ташкент. ТИТЛП. 1997. – 138 с.
71. Бабаханова X.A. Печатно-технические свойства бумаг с компонентами волокон шелка и кенафа: Дисс.на соис. уч. степ. канд.тех.наук. –Ташкент. ТИТЛП. 2000. –130 с.
72. V.leontiev. The Correlation of Paper Nonuniformity to Print Quality: Syestematik Approash. “Printing Technology”. The International Conference. – Russia. St.Peterburg, June 26-30, 2006. – p.27
73. Фляте Д.М., Комарова В.И., Паулера Н. Взаимосвязи состава бумаги и факторов ее производства. – Архангельск, 2002. –440 с.
74. Наумов В.А. Кинетика впитывания уайт-спирита различными видами бумаги. Сообщение 1. Теоретическое введение // Изв. вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела. –Москва. МГУП, 2007, -№ 3. -С.35-38
75. Чиликина Г.С. Текстурные характеристики полиграфических видов бумаги и картона: Автореф. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Москва. МГУП, 2008. -16 с.

76. Казарцев Е.С., Нечипоренко Н.А., Новичихин И.А. Влияние корректирующих добавок на реологические характеристики офсетных красок для листовой печати // Полиграфия. Москва, 2005. - №5. - С. 100-102.
77. Ness C., Götttsching L. Formation of paper and mottling of solid prints // Papier, – Paris. France, 1996. - Vol. 50, № 3. – P. 110-118.
78. Kajanto I.M., Effect of formation on print quality: Interdependence between local grammage and print density, Paper presented at 24th EUCERA Conference. Print held 8-11. May at Sweden, Stockholm, 1990. -P.381-396.
79. Варепо, Л.Г. Модель абсолютного качества печатного оттиска. // Фундаментальные исследования. – Москва, 2007. - №12. - Ч.2. - С. 365–366.
80. Козлов М.Г. Метрология и стандартизация. Санкт-Петербург: Изд-во «Петербургский институт печати», 2001. -156 с.
81. Потапова К.В. Кластерная арифметика // Publish. – Москва, 2004. - №9. - С. 57-62.
82. Костюк И.В. Об эффективности применения адаптивного растривания для изображений различного типа. // Известия ВУЗ ов. Издат. дело и полиграфия. – Москва. МГУП, 2010. – №4. – С. 66-72.
83. Макеева Т.А. Об исследовании воспроизведения штрихового изображения в системе поэлементной обработки // Материалы VII Междунар. конф. 24-25 декабря 2001 г. – Тез. докл. – Москва. МГУП, 2001. - С. 82-83.
84. Дунаев, Д. В. Совершенствование печатных свойств бумаги в процессе ее производства // Целлюлоза. Бумага. Картон. – Москва, 2006, – № 6. – С.41-43.
85. Варепо, Л.Г. Моделирование переноса краски в зоне печатного контакта // Известия вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела. – Москва. МГУП, 2012. – № 3. – С. 9–19.

86. Буланов И.А. Разработка рекомендаций по выбору системы «бумага-краска» для печати на листовых офсетных машинах: Автореф. на соиск. уч. степ. канд. тех. наук. – М.: МГУП. 2011. – 24 с
87. Дуйшембиев, Б.Т. Офсет без увлажнения: история, проблемы, решения. // Бишкек КГТУ Известия. – Бишкек, 2008. – № 13. – С. 99-106.
88. Дуйшембиев, Б.Т. Анализ тест-объекта баланс серых тонов для оценки качества печатной продукции в сухом офсетном печатном процессе // Изв. ВУЗ ов. Издат. дело и полиграфия. – Москва. МГУП, 2010. – №5. – С.21-34.
89. Костюк, И.В. Об эффективности применения адаптивного растривания для изображений различного типа. // Известия ВУЗ ов. Издат. дело и полиграфия. – Москва. МГУП, 2010. – №4. – С. 66-72.
90. Голунов, А.В. К вопросу улучшения качества воспроизведения изображений полиграфическим способом. // Омский научный вестник. Приборы, машины и технологии. – Омск, 2010. – №3 (93). – С. 231-235.
91. Хмельницкий А. К., Модели и оценки влияния свойств бумаги на качество полиграфической продукции: Автореф. на соиск. уч. степ. док. тех. наук. – Санкт-Петербург. 2004. – 16 с.
92. ISO 12647-2: 2004. Graphic technology – Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints. – Part 2: Offset lithographic processes. – Germaniya, 2012. – 19 p
93. Голунов, А.В., Варепо, Л.Г. Контроль качества поверхности запечатываемого материала и оценка его влияния на цветовой охват печатной системы // Качество, стандартизация, контроль: теория и практика: Матер. 11-й Междунар. науч.-практ. конф. – Киев: АТМ Украины, 2011. – С. 21–23.
94. Варепо, Л.Г. Влияние на расширение цветового охвата печатной системы микрогеометрии поверхности запечатываемого материала. // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – Омск, 2012. – № 3 (113). – С. 353–359.

95. Будникова О. А. Расширение цветового охвата в процессе листовой офсетной печати путём подбора компонентов печатной системы: Автореф. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Москва. МГУП, 2012. –16 с.
96. Немировский В.Б. Предобработка изображений одномерными точечными отображениями. // Известия Томского политехнического университета. Т39. – Томск, 2011. – №5. – С. 107
97. Кекелидзе, Г.Н. Основные характеристики печатных красок, их влияние на технологический процесс печати и качество оттисков // Технология и техника друкарства. – Киев. ВПИ НТУУ «КПИ», 2003. – №1. – С. 91-99.
98. Makhotina L.G. New trends in surface treatment and analysis of office paper. // EWLP 2002 conference Turku. – Finland, 2002. –P. 409-412.
99. Farell M., Chen J., Lauber D. Alberta Newsprint analyzes process, sheet property impacts on printing // - Pulp & Paper. – Canada, 2002. Vol. 76, № 9.- P. 49-52.
100. Буланов А.К., Андреев Ю.С., Сафонов А.В. Градационная характеристика и светорассеяние для растровых изображений, полученных на различных тканях методом переводной термопечати. // Полиграфия – Москва, –1992. – № 5. – С. 51-53.
101. Parker J.R. The Measurement of Printing Roughness // Tappi. 1991. №12. P.56-58.
102. Bernie J.P., Romanetti J.L., Douglas J.M. Use of components of formation for predicting print quality and physical properties of newsprint // 86th Annual meeting Pulp and Paper Technical Association of Canada, - Montreal, Que, – Canada, 2000. – P. 285-291.
103. У.Ж.Ешбаева. Влияние волокнистых отходов на технологические свойства бумаги // Экологический вестник. –Ташкент, 2012.–№8–С.51-53.
104. Иванов С. Н. Технология бумаги: учеб. пособие для вузов. 3-е изд., перераб. - М.: Школа бумаги, 2006. – 646 с.

105. Ешбаева У.Ж. Печатно - технические свойства новых видов бумаг, содержащих химические волокна: Автореф. на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Ташкент. ТИТЛП. 2008. – 16 с.
106. Ешбаева У.Ж., Камалова С.Р., Рафиков А.С. Влияние линейной плотности вводимых волокон на физико –механические свойства бумаги. // Проблемы текстиля. – Ташкент, 2012. – №1. – С. 53 -56.
107. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С. Влияние длины волокон отходов нитрона на свойства бумаги. // Композиционные материалы. –Ташкент, 2015. – №1. – С. 8-9.
108. Вилсон А. Что полиграфист должен знать о бумаге. – Москва. Принт-Медиа, 2005. –376 с.
109. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С., Аскарлов М. Влияние степени помола на прочностные свойства бумаг из отходов синтетического волокна. // Доклады АН РУз. – Ташкент, 2013. –№5. – С. 37 -39.
110. Набиева И.А. Модификация волокна нитрон отходами натурального шелка, и разработка технологии отделки смесовых материалов на его основе: Дисс. на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Ташкент. ТИТЛП, 2010. –264 с.
111. 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. – Москва, 2014. – №1. – С.58 -61.
112. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С., Аскарлов.М.А. Бумага на основе хлопковой целлюлозы и модифицированных полиакрилонитриловых волокон // Химический журнал Казахстана. – Казахстан, 2016. №1. – С. – 82–87.
113. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С. Ибрагимов А. Бумага на основе хлопковой целлюлозы и гидролизированных отходов. // Полиграфия. – Москва, 2014. – №10. – С. 45-47.

114. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С., Ибрагимов А.Т. Бумага с введением гидролизованных отходов ацетатных волокон // Проблемы текстиля. – Ташкент, 2015. – №1. – С.62–66.
115. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С. Микроскопические исследования новых видов бумаг из синтетических волокон. // Композиционные материалы. – Ташкент, 2014 – №4. – С. 15-18.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1 СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ С ВВЕДЕНИЕМ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ	
1.1 Синтетический полимер – волокнистый компонент и проклеивающее вещество композиционной бумаги	8
1.2 Взаимодействие бумаги с красками и оценка качества полиграфических оттисков	26
Глава 2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУМАГ С ВВЕДЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДОВ НИТРОНА	
2.1. Технология формирования бумаги	38
2.2. Физико-механические свойства экспериментальных бумаг	40
2.2.1. Исследование влияния линейной плотности волокна нитрон на физико-механические свойства бумаги	45
2.2.2. Влияние длины волокон отходов нитрона на свойства бумаги.	48
2.2.3. Влияние степени помола на прочностные свойства бумаг	51
2.3. Бумага на основе ХЦЛ и модифицированного раствором отходов натурального шелка ПАН волокон	55
2.4. Бумага на основе гидролизированных химических волокон	60
2.5. Микроскопическое исследование новых видов бумаг из синтетических волокон	63
Выводы	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	69
ОГЛАВЛЕНИЕ	81