

676
К60

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

КОЛЕСНИКОВ Виталий Леонидович

УДК 676.012.24.038

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА БУМАГИ И КАРТОНА
ПУТЕМ ГЕТЕРОДАДИ УЛЬЦИИ ЛАТЕКСОВ В
ВОЛОНИСТОЙ МАССЕ

05.21.03 - Химия, технология и оборудование
целлюлозно-бумажных производств

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Ленинград - 1986

Работа выполнена в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им.С.М.Кирова

- Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор
член-корреспондент АН Латв.ССР
В.С.Громов
- доктор технических наук, профессор
А.А.Леонович
- доктор химических наук, профессор
Ю.М.Чернобережский
- Ведущая организация - Научно-производственное
объединение УкрНПОбумпром

Защита состоится " 2 июня 198 7 г. в 10 часов на заседании специализированного совета Д 063.24.01 при Ленинградском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте целлюлозно-бумажной промышленности (198092, Ленинград, Л-092, ул.Ивана Черных, 4).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ленинградского ордена Трудового Красного Знамени технологического института целлюлозно-бумажной промышленности.

Автореферат разослан "27 марта 198 7 г.

Ученый секретарь
специализированного совета



В.В.Шаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Потребность целлюлозно-бумажной промышленности в лесном сырье в условиях дальнейшего наращивания мощностей и увеличения объемов производства в настоящее время уже не может, как ранее, удовлетворяться только высококачественной хвойной (еловой) древесиной без ущерба для природы. Поэтому с позиций единства социально-экономической, экологической и научно-технической политики Коммунистическая партия и Правительство СССР в решениях о перспективах развития страны на период до 2000 года поставили перед отраслью задачу рационального использования лесосырьевых ресурсов, увеличения содержания в композиции бумаги и картона древесной массы, макулатуры и целлюлозы из лиственных пород древесины. Эти полуфабрикаты существенно уступают хвойной целлюлозе, и их использование в производстве бумаги и картона приводит к снижению физико-механических показателей продукции, к увеличению обрывности бумажного полотна при его изготовлении на бумагоделательных машинах и уменьшению их рабочих скоростей. Минеральный наполнитель - важный компонент высоковоольных видов бумаги для печати, также снижает ее прочность, что в условиях увеличения доли лиственной целлюлозы в композиции особенно отрицательно влияет на качество продукции. В ближайшие годы должна быть также решена задача расширения ассортимента, улучшения качества и увеличения выпуска обоев и бумаги для бытовых нужд.

Одним из наиболее эффективных путей решения поставленных задач следует считать использование упрочняющих добавок в волокнистую массу. Перспективными добавками являются гидродисперсии высокомолекулярных веществ, в частности синтетические каучуковые латексы.

Существующая технология проклейки бумаги и картона основана на применении гидродисперсий канифоли и имеет целью не упрочнение, а гидрофобизацию продукции. Латексы от традиционного проклеивающего вещества отличаются во много раз меньшим соотношением "эмульгатор:дисперсная фаза", что приводит к совершенно иным параметрам процесса коагуляции их в волокнистой массе по целям, характеру и принципам управления. Поэтому закономерности, полученные при изучении канифольной проклейки бумаги и картона, не могут быть распространены на латексную, и эффективность латексной проклейки бумаги нельзя оценивать по аналогии с кани-

фольной проклейкой, где главным критерием выступает степень гидрофобности, а учитывать прочностные свойства бумаги, ее пластичность, эластичность, сопротивление истиранию и др. показатели качества.

Теория электролитной коагуляции латексов в отсутствие волокнистой массы детально разработана советскими и зарубежными учеными, но основные положения этой теории предназначены для применения в тех технологических процессах, где требуется выделение дисперсной фазы, а не фиксация ее на поверхности волокон.

Таким образом, научных знаний по канифольной проклейке бумаги и по электролитной коагуляции латексов к настоящему времени оказывается недостаточно для того, чтобы с максимальным эффектом использовать гидродисперсии высокомолекулярных веществ в качестве упрочняющих добавок в бумажную массу.

Чтобы создать теоретическую базу для разработки новых видов бумажно-картонной продукции и кардинального улучшения ее качества за счет применения дисперсий связующих веществ, необходимо решить главную научную проблему обеспечения гетероадагуляции латексов в волокнистой массе. Для этого надо изучить сущность коллоидно-химических явлений при взаимодействиях компонентов микрогетерогенной системы, выделить параметр, который обеспечит оперативное технологическое управление объектом, разработать алгоритм составления рецептур для получения бумаги и картона с требуемым набором свойств, создать технологическую схему с максимальной степенью водооборота, произвести необходимые инженерные и экономические расчеты. Принципиальное значение имеет выяснение механизма фиксации частиц осадка проклеивающих дисперсий на волокнах. Для разработки системы оперативного технологического управления и определения структуры потерь модифицирующих агентов необходимы данные о кинетике параллельно протекающих процессов сорбции поверхностно-активных веществ на каучуке, целлюлозе и наполнителе. Чтобы создать систему обратного водоснабжения максимальной степени замкнутости, необходимо решить научную проблему повышения агрегативной устойчивости дисперсий в условиях накопления электролитов в межволоконной жидкости или глубокой очистки рециркулирующих потоков от растворенных веществ.

Следовательно, интенсификация производства, расширение ассортимента и улучшение качества бумаги и картона могут быть достигнуты путем проведения комплексных исследований, разработки

системных математических моделей и их использования для решения задачи оптимизации технологии по экономическому критерию.

Работа соответствует научному направлению кафедры технологии древесных плит, пластмасс и бумаги Белорусского ордена Трудового Красного Знамени технологического института им. С.М. Кирова и выполнялась по важнейшей тематике Академии наук БССР № I-8 (№ г.р. 690I5042) "Исследовать химические и коллоидно-химические взаимодействия компонентов в процессах получения целлюлозы, бумаги и картона"; № I-II (№ г.р. 760I0507) "Провести анализ технологических схем производства бумаги и картона, разработать самоосушаемую систему оборотного водоснабжения предприятий, выпускающих клееные виды бумаги, и выдать рекомендации для проектирования таких систем"; № I-84 (№ г.р. 7506I303) "Разработать и предложить для внедрения алгоритмы оптимального управления технологическим процессом проклейки бумаги в массу".

Цель и задачи работы. Изучить механизм и скорости адсорбционных и электрокинетических взаимодействий компонентов микрогетерогенной системы при коагуляции латексов в волокнистой массе для решения научной проблемы обеспечения фиксации мелкодисперсных частиц осадка связующих веществ на поверхности волокон и разработать технологию использования упрочняющих добавок при производстве бумаги и картона с требуемым комплексом свойств и системой оборотного водоснабжения максимальной степени замкнутости.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать способы управления величиной и знаком заряда латексных частиц в волокнистой массе, пути и средства направленного изменения гранулометрического состава частиц осадка каучука и фиксации их на поверхности волокон;

- создать систему оперативного технологического управления качеством готовой продукции на базе изучения и математического описания кинетики основных и побочных коллоидно-химических взаимодействий компонентов системы при проклейке бумаги и картона латексами различных видов;

- создать технологическую схему производства бумаги и картона с латексной проклейкой и максимальной степенью водооборота;

- разработать алгоритм составления оптимальных рецептур латексных проклеивающих смесей для получения бумаги и картона с

требуемым комплексом свойств;

- провести технико-экономический анализ и оптимизацию технологии бумаги и картона с латексной проклейкой.

Научная новизна. Новыми в диссертации являются следующие основные положения и результаты:

- разработан метод коллоидно-химического регулирования процесса коагуляции латексов в водно-волоконистой массе, сущность которого заключается в научно обоснованном предсказании такой величины расхода поверхностно-активных веществ, вводимых в систему в качестве регуляторов, которая увеличивает степень адсорбционной насыщенности латексов в момент коагуляции от начальной до оптимальной, с учетом кинетики адсорбции ПАВ на разнородных поверхностях раздела фаз и обеспечивает гетероадагуляцию латексов в волоконистой массе;

- установлен факт перезарядки волокон целлюлозы положительно заряженными частицами латекса, причем впервые обращено внимание на то, что возможность осуществления фиксации частиц латекса на волокнах, находящихся в изоэлектрическом состоянии, оказывается важным средством для расширения ассортимента бумажно-картонной продукции, так как при взаимодействии нейтральных частиц с нейтральными исчезают ограничения по количеству модифицирующего агента, которое может быть закреплено на единице поверхности волокон в режиме гетероадагуляции;

- впервые методом термосенсибилизации достигнута гетероадагуляция микрогетерогенной системы при коагуляции латексов в волоконистой массе с использованием в качестве теплочувствительных коагулянтов дифильных веществ неионогенного типа, которые теряют растворимость или денатурируют в растворе при нагревании;

- установлено, что способностью осуществлять оптимальное коллоидно-химическое регулирование латексной проклейки бумаги и картона обладают поверхностно-активные вещества как ионогенного, так и неионогенного типа;

- найдено, что все подобные друг другу кривые зависимостей основных показателей процесса латексной проклейки бумаги и картона и физико-механических свойств готовой продукции, расположенные в разных областях факторного пространства, будучи построенными для разных технологических условий в координатах "относительный расход коллоидно-химического регулятора - относительная величина показателя", сливаются в одну, подчиняющуюся закону

кубической параболы, что указывает на общность свойств всех латексов с коллоидно-химической точки зрения.

Основные методические положения работы. Методической основой работы являлись специально спланированные и проведенные эксперименты. При составлении многофакторных планов эксперимента использованы принципы проективных геометрий и полей Галуа, позволяющие минимизировать число опытов для получения полиномиальных моделей с заданной точностью аппроксимации. При описании и исследовании кинетики адсорбционных явлений, протекающих в батарее реакторов смешения компонентов бумажной и картонной массы, использованы дифференциальные и критериальные уравнения. Данные, характеризующие коллоидно-химические процессы, получены с применением современных методов и приборов для физико-химического анализа (газожидкостных хроматографов, УФ-спектрографов, тензиометров и др.). Все результаты подвергались статистической обработке с определением границ доверительных интервалов при заданной доверительной вероятности. Адекватность полученных математических моделей устанавливалась по соответствующим критериям.

При моделировании и проведении вычислительных экспериментов широко использовались математические методы и электронно-вычислительная техника. Сопоставление расчетных и фактических данных устанавливает их хорошую согласуемость.

Практическая значимость результатов работы. Применение латексов в качестве связующих веществ позволяет достичь заданных значений показателей качества бумаги и картона при повышенном содержании в композиции макулатуры, древесной массы и целлюлозы из лиственных пород древесины, что дает возможность более рационально и экологически более совершенно использовать лесные ресурсы страны.

Коллоидно-химическое регулирование процесса коагуляции латексов в волокнистой массе и деминерализация оборотной воды стабилизирует качество бумаги и картона и минимизирует удельные энерготехнологические затраты.

Реализация работы в промышленности. Разработана и Слонимским КБЗ внедрена технология латексной проклейки нового вида влагопрочной обоевой бумаги (ТУ 13-7309005-606-83), позволяющая получать тисненые и гофрированные обои пониженной массоемкости, хорошо сохраняющие рельеф после выклейки, и до 65% повысить содержание в композиции древесной массы.

Методики расчета накопления загрязнений в материальных потоках бумажно-картонного производства внедрены в ВПОбумпроме и Гипробуме.

Комплекс разработанных автором программ для ЭВМ используется в учебном процессе при подготовке инженеров для отрасли в курсе "Применение математических методов и вычислительной техники в технологии целлюлозно-бумажного производства", в курсовом и дипломном проектировании, а также при проведении деловых игр в Белорусском технологическом институте имени С.М.Кирова.

Апробация работы. Материалы диссертации рассматривались на научно-технических совещаниях Мпбумпрома, в отраслевых научно-исследовательских и проектных организациях, а также доложены на одной международной и девяти всесоюзных конференциях. По результатам работы сделано 27 докладов на ежегодных научно-технических конференциях Белорусского технологического института им.С.М.Кирова. Обоснованность выводов и рекомендаций отражена в соответствующих документах, приложенных к диссертации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 50 работ, в том числе получено 15 авторских свидетельств на изобретения.

Объем и структура диссертации. Диссертация включает 484 страницы, в том числе 241 страниц машинописного текста, 78 рисунков, 47 таблиц, библиография (64 с.) - 608 ссылок на литературные источники, 54 страницы приложений, которые содержат акты внедрения, распечатки разработанных и использованных программ для ЭВМ и другие документы.

Автор защищает:

- метод коллоидно-химического регулирования процесса коагуляции латексов в водно-волоконистых суспензиях с помощью поверхностно-активных веществ или полиэлектролитов, обеспечивающий фиксацию мелкодисперсных частиц осадка на поверхности волокон;

- метод управления величиной и знаком заряда частиц гидродисперсий связующих веществ в условиях проклейки или в массе бумаги и картона, заключающийся в обеспечении агрегативной устойчивости в изoeлектрическом состоянии за счет введения дивильных кеионогенных веществ и последующей перезарядке продуктами гидролиза сульфата алюминия или катионными полиэлектролитами;

- технологическую схему производства бумаги и картона с

латексной проклейкой и системой обратного водоснабжения максимальной степени замкнутости, включающую узел деминерализации и узел подготовки технологической воды с контролируемым и регулируемым солевым составом, предотвращающие вредное влияние на коагуляцию латексов в волокнистой массе загрязнений, накапливающихся в рециркулирующих потоках;

- систему оперативного технологического управления качеством бумаги и картона на базе расчета оптимального расхода коллоидно-химического регулятора с учетом кинетики параллельно протекающих адсорбционных процессов при латексной проклейке бумаги и картона в статических и динамических условиях;

- алгоритм составления оптимальных рецептур латексных проклеивающих смесей, использующий функцию желательности, для получения бумаги и картона с требуемым комплексом свойств;

- алгоритм оптимизации технологии бумаги и картона с латексной проклейкой, обеспечивающий получение продукции заданного качества и минимизацию стоимости материальных и энергетических затрат при различном содержании электролитов, накапливающихся в рециркулирующих потоках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Закономерности электролитной коагуляции водных дисперсий эластомеров, детально изучены в работах Б.В.Дерягина, И.Ф.Ефремова, Ю.Ф.Чернобережского, Р.Э.Неймана, Б.А.Догодкина и др., однако присутствие в системе растительного волокна с лабильными характеристиками и своеобразный состав дисперсионной среды (межволоконной жидкости) с компонентами обратной воды делают его отличия настолько существенными, что к изучению такой системы следует подходить с совершенно новых позиций.

Представляет теоретический и практический интерес проследить за тем, как изменяется содержание осадка каучука в структуре бумаги и картона при проклейке в массе латексом с одинаковым расходом, если в системе присутствуют различные количества поверхностно-активных веществ.

Установлено, что как степень удержания каучука в бумаге, так и размер частиц его осадка существенно зависят от содержания поверхностно-активных веществ в системе. Причем существуют понятия ресурса управления процессом латексной проклейки и оптимальных расходов поверхностно-активных веществ. Следует также отметить, что расходы ионогенных ПАВ выше оптимального дела-

ют латексную проклейку бумаги и картона неуправляемыми, но возможным процессом, в отличие от подобной ситуации, когда применяются неионогенные ПАВ. В этом случае латексная проклейка вообще терлет смысл.

Если в силу особенностей свойств ИПАВ, которые химически не взаимодействуют с коагулянтами, размер частиц осадка каучука экспоненциально уменьшается при увеличении в системе их содержания, асимптотически приближаясь к среднему размеру частиц исходного товарного латекса, то ИПАВ вступают в химическую реакцию с сульфатом алюминия, образуя нерастворимый осадок в виде рыхлых хлопьев различного гранулометрического состава в комплексе с частицами каучука из латекса. При оптимальных расходах ИПАВ частицы образующегося осадка проклеивающих веществ характеризуются наименьшими размерами и способны фиксироваться на поверхности целлюлозных волокон за счет проявления электростатических сил. Расходы ИПАВ больше оптимального приводят к существенным изменениям в механизме удержания клеевых осадков, делая доминирующими чисто механические силы удержания частиц в структуре полотна при прохождении их через фильтрующий слой на сетке отливной машины.

Несомненную важность с прикладной точки зрения представляют данные о вкладе различных латексов в увеличение прочности бумажного листа. Поскольку величина показателей прочности тесно связана со степенью удержания каучука, которая, в свою очередь, зависит от количества присутствующих в системе поверхностно-активных веществ, в эксперименте принимали участие как несколько типов латексов, так и несколько типов поверхностно-активных веществ.

Анализируя результаты испытаний опытных образцов бумаги, проклеенных разными латексами с одинаковым расходом каучукового вещества от массы волокон целлюлозы, но с разными ПАВ, можно сделать следующие заключения: во-первых, применение поверхностно-активных веществ существенно влияет на упрочняющую способность полимерных веществ из латексов; во-вторых, упрочняющая способность латексов зависит от того, с какими ПАВ они скомбинированы; в-третьих, чтобы определить условия, при которых пара "латекс - ПАВ" проявляет максимальное упрочняющее действие, необходимо найти оптимальный расход ПАВ для каждого конкретного случая.

Получены три семейства кривых в координатах "разрывная длина опытных образцов бумаги - расход неизоногенного поверхностно-активного вещества" при различных расходах каучукового вещества и различных степенях помола целлюлозы. Нельзя не обратить внимание на наличие закономерных сдвигов абсцисс точек перегиба на кривых, соответствующих максимальным значениям выходной величины, при переходе от одного расчетного расхода каучука к другому и при изменении степени помола целлюлозы. Причина перемещения точек максимумов кривых заключается в том, что в микрогетерогенной системе, которую представляет собой проклеиваемая латексом волокнистая масса, устанавливается лабильное адсорбционное равновесие между количествами ПАВ, удерживаемыми поверхностями раздела фаз (волокнами, наполнителями и каучуковыми глобулами) и расположенными в межволоконной жидкости. Поэтому при разработке технологического режима латексной проклейки бумаги и картона учтены динамические свойства системы в отношении возможности перехода части молекул с поверхности латексных частиц в окружающую среду при разбавлении, или на поверхность целлюлозы при увеличении степени помола массы, или на поверхность частиц наполнителя, если повышается расчетная зольность бумаги.

Для того, чтобы обеспечить осуществление латексной проклейки бумаги или картона в оптимальном режиме, необходимо изменением расхода поверхностно-активного вещества компенсировать возмущения, приводящие к нарушению установившегося равновесия, при котором вокруг частицы латекса располагается строго определенное, требуемое для осуществления процесса гетероадагуляции, количество поверхностно-активных веществ. Поэтому вещества, обладающие поверхностной активностью и добавляемые в систему при латексной проклейке бумаги и картона, предложено называть коллоидно-химическими регуляторами. Этот термин введен также и для того, чтобы присутствующие ПАВ различать по функциям и химическому строению: если эмульгатор задается в латекс при его производстве и обеспечивает его агрегативную устойчивость при транспортировке и хранении, то коллоидно-химический регулятор добавляется в латекс дополнительно и обеспечивает его гетероадагуляцию в массе при проклейке. Чаще всего эмульгатор и коллоидно-химический регулятор (ИХР) отличаются по химическому строению и свойствам.

С точки зрения выяснения механизма процесса гетероадагуляции проклеивающих дисперсий в волокнистой массе весьма важное значение имеют сведения об электрокинетических потенциалах взаимодействующих поверхностей. Особое место занимает условие взаимности зарядов растительных волокон и каучуковых глобул.

На рис. 1 и 2 представлены зависимости дзета-потенциала частиц 10%-ных каучуковых латексов ДВХБ-70 и Л-7 в зависимости от различного содержания в латексах неионогенного ПАВ ТИМ Шкопау W-OF (аналог отечественного ОП-10) и различных расходов различных по природе перезаряжающих агентов. Аппликацией для рис. 1 служил расход классического для отрасли коагулянта сульфата алюминия, а для рис. 2 - расход катионного водорастворимого полиаминопиридиноэпихлоргидринного полиэлектролита (КП), в котором отношение полиэтилен:полиамин:пиридин:эпихлоргидрин равнялось 1:1:1:1.

На обоих рисунках величина ∇R ребра основания плоского параллелепипеда, пристроенного слева по шкале Reg от 0 до R_0 , характеризует область агрегативной неустойчивости латексов при воздействии на них электролитов или полиэлектролитов. Неионогенные поверхностно-активные вещества, адсорбируясь на границе раздела фаз, вследствие дифильности и химической инертности обеспечивают коллоидную защиту присутствующих дисперсий, начиная от расходов Reg , численно равных R_0 , поэтому появляется возможность проследить за процессом изменения электрофизических характеристик частиц во всем интересующем диапазоне изменения содержания в системе перезаряжающего агента любой природы.

Общим для двух обсуждаемых рисунков является гладкость и непрерывность рассматриваемых функций и, что особенно важно, в обоих случаях поверхность пересекает плоскость нулевого потенциала, то есть устанавливается факт перезарядки латексных частиц. Схожесть процессов отмечается также в тенденции снижения величины дзета-потенциала при увеличении расхода поверхностно-активного вещества, что может быть связано с постепенным заполнением свободных участков на поверхности каучуковых глобул молекулами ПАВ при адсорбции их из дисперсионной среды и с уменьшением доли фиксированных там же макромолекул полиэлектролитов или продуктов гидролиза сульфата алюминия, которые не разрушают образованную ИПАВ структуру.

Обращает на себя внимание и различия в поведении систем, особенно недостижимость изовалентрического состояния при исполь-

Электрокинетический потенциал частиц латекса Л-7
 в зависимости от расхода ТИМ Шкопау W-O-F и
 $Al_2(SO_4)_3$

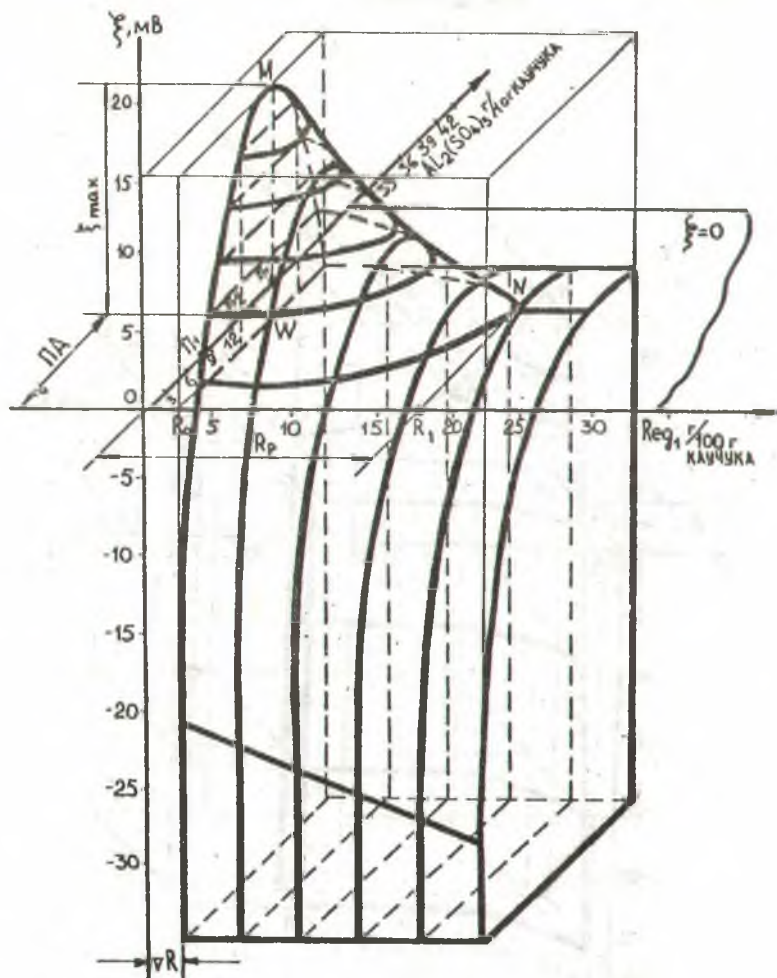


Рис. I

зовании органического перезаряжающего агента. Если выделить область факторного пространства при больших расходах КВП и НПВ (R_{eg}) на рис.2, то кривые КА (в) и АМ (с) перенесутся при экстраполяции параллельно самим себе и займут положение соответственно LC (ξ) и $\mathcal{N}B(\varrho)$. В результате выделится параллелепипед с основаниями EFGH и ABCD, высота которого будет соответствовать предельной величине электрокинетического потенциала частиц данной дисперсии, ниже которой цифровые значения показателя теоретически исключаются.

Объяснение замеченной особенности следует, видимо, искать в различном механизме адсорбции перезаряжающих агентов на поверхности каучуковых глобул совместно с молекулами НПВ и заводского ионогенного стабилизатора. Сульфат алюминия разрушает эмульгатор товарного латекса, разрешая адсорбцию молекул НПВ на осадок, которые при полном насыщении прекращают концентрирование на сфере положительно заряженных частиц оксисолей алюминия или его коллоидной гидроокиси. Прибор в этом случае регистрирует изоэлектрическое состояние системы. Макромолекулы полиэлектролита химически не взаимодействуют с защитным веществом; заданным в латекс при эмульсионной полимеризации, поэтому их адсорбция происходит поверх защитного слоя, образованного молекулами ПАВ на поверхности фазового вещества дисперсии, с его уплотнением и достройкой молекулами КВП. При этом величина заряда сначала нейтрализуется, а затем перекрывается за счет продолжающейся адсорбции полиэлектролита.

Точки перегиба на изолиниях $R = \text{const} (R_0 \leq R \leq R_1)$ рис.1 объясняются лабильностью строения амфотерного соединения, которым является $Al_2(SO_4)_3$, и различной перезаряжающей способностью образующихся продуктов при сопровождающем процессе изменения pH.

Ресурс управления величиной дзета-потенциала латексных частиц ограничивается по абсциссе от R_0 до R_1 , по аппликате от Π_0 до Π_2 для рис.1 и $> \Pi_1$ для рис.2. Оптимальным управлением являются координаты точки W (R_0, Π_1).

Развитие теории латексной проклейки бумаги и картона неотделимо от вопроса о принципах закрепления каучуковых частиц на поверхности целлюлозных волокон. Прочный фундамент для управления технологическим процессом дает информация о природе сил взаимодействующих микрообъектов. Если фиксация происходит только за счет электростатического притяжения отрицательно заряжен-

ной поверхностью целлюлозы положительно заряженных частиц проклеивающих агентов, то с уверенностью можно предположить, что это взаимодействие прекратится после взаимной нейтрализации зарядов, и единица поверхности волокна способна закрепить предельное, относительно небольшое количество осадка. Если и дальше развивать это предположение, то выходит, что возможность создания новых видов бумаги и картона за счет применения больших расходов агентов вообще исключается, так как избыток все равно окажется в оборотной и сточной воде.

Чтобы подтвердить или опровергнуть это предположение, был поставлен опыт, дающий возможность проследить за величиной и знаком дзета-потенциала целлюлозы в процессе ее взаимодействия с положительно заряженными частицами специально изготовленного во ВНИИСКе опытного латекса СКС-65 ($\text{pH} = 4,5$; $\alpha = 37,3 \cdot 10^{-6}$ $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$; $\zeta = +38$ мВ). По результатам этого опыта видно, что величина электрокинетического потенциала целлюлозы действительно уменьшается до нуля, но процесс взаимодействия на этом не заканчивается, а идет дальше и стабилизируется в положительной области.

Установленный факт перезарядки волокон целлюлозы частицами каучуковых латексов позволяет сделать несколько важных выводов.

Во-первых, продолжающаяся фиксация каучуковых частиц на электронейтральной поверхности целлюлозных волокон указывает на то, что эта фиксация происходит за счет сил Ван-дер-Ваальса и избыточной поверхностной энергии.

Во-вторых, концентрирование плюс-зарядов латексных частиц на нейтральной поверхности целлюлозы обеспечивает волокнам электроположительные свойства и приводит впоследствии к оттапливанию одноименных зарядов вместе с частицами латексов.

В-третьих, из всевозможных комбинаций взаимодействующих заряженных и электронейтральных частиц, взаимодействия нейтральных частиц осадка каучука с заряженными или нейтральными волокнами оказываются наиболее предпочтительными, так как не имеют ограничения по количеству предназначенного для закрепления проклеивающего вещества на поверхности волокнистого материала.

Для создания принципиально новых видов продукции, где расход каучукового вещества из латекса может составлять 200-

300 и более кг на тонну, в диссертации разработан метод теплочувствительной коагуляции латексов в волокнистой массе, дающий возможность получать в межволоконной жидкости агрегативно устойчивые дисперсии с электронеЙтральными частицами. Сущность этого метода заключается в следующем. В латекс в избыточном количестве, так, чтобы степень адсорбционной насыщенности его частиц достигла 100%, добавляется нежонотенное поверхностно-активное вещество, которое должно быть химически инертно и растворимо в холодной воде, но терять растворимость при нагревании. Такими свойствами обладают, например, метилцеллюлоза, поливинилметилловый эфир, "сольвары" (неполностью омыленные поливинилацетаты), ОП-7, алкоксиацетаты поливинилового спирта и др. Молекулы этих веществ на поверхности каучуковых глобул образуют структурно-механический барьер, который обеспечивает агрегативную устойчивость латекса после того, как в него вводится любой электролит, например $Al_2(SO_4)_3$. В результате химического взаимодействия этого электролита с эмульгатором товарного латекса ликвидируется двойной электрический слой на поверхности латексных частиц, так как в результате этого взаимодействия образуется водонерастворимый продукт. Подготовленный таким образом латекс вводится в волокнистую массу и равномерно распределяется по всему ее объему. Наличие структурно-механического барьера из молекул ППАВ не дает слипаться не только частицам каучука друг с другом, но и налипать им на волокна целлюлозы. Гетероадагуляцию микрогетерогенной системы обеспечивает нагревание волокнистой массы с добавленным в нее латексом. Поэтому перечисленные поверхностно-активные вещества можно назвать теплочувствительными коагулянтами. В диссертации описанная идея имеет количественные оценки.

В диссертации содержатся также результаты экспериментальных исследований основных технологических факторов комбинированной латексной проклейки бумаги и картона. Проведена оценка влияния свойств 9 видов волокнистых материалов, II типов синтетических каучуковых латексов, 8 представителей коллоидно-химических регуляторов, различных полимерных добавок к латексным проклеивающим смесям, несколько типов коагулянтов, состава оборотных вод и расхода наполнителя. Полученные зависимости разнообразных свойств бумаги и картона от указанных факторов в диссертации представлены на 63 рисунках и в 25 таблицах.

Наиболее важным итогом этого этапа работы являются реко-

мендации применять такие компоненты проклеивающих смесей, которые выполняют одновременно несколько функций. Например, полиаминоэпихлоргидридные полиэлектролиты являются не только перезаряжаемыми, но и шивающими агентами, способными вступать в химическое взаимодействие с полимерами латексов; сульфированные мочевиноформальдегидные смолы могут выполнять не только роль коллоидно-химических регуляторов, но и выступать в качестве веществ, увеличивающих влагостойкость бумаги и картона. Эффективными оказываются также добавки в виде водных дисперсий реакционноспособных полимеров, например, блокированных полиизоцианатов, способных при температуре сушки химически соединиться с гидроксильными и карбоксильными группами целлюлозы, коллоидно-химического регулятора и каучукового вещества латекса.

Чувствительность латексов к электролитам, присутствующим в волокнистой массе до введения в нее проклеивающих веществ, усугубляет трудности в организации использования оборотных вод. Особенно это касается сульфата алюминия, всегда присутствующего в рециркулирующих потоках. Установлено, что увеличение концентрации $Al_2(SO_4)_3$ в массе до введения в нее латекса с 0,005 до 0,02% снижает разрывную длину опытных образцов бумаги с 3400 до 1150 м (при расходе каучука из латекса СКН-40 ИХ в количестве 50 кг на тонну), ухудшает степень проклейки на 33%, влагостойкость падает с 27 до 13%.

Чтобы избежать длительного и дорогостоящего случайного перебора компонентов при составлении латексных проклеивающих смесей, в диссертации разработана формализованная процедура оптимизации рецептур проклеивающих составов для получения бумаги и картона с заданным набором свойств. В основу разработанной процедуры положена функция желательности. Настройка на оптимизацию условий производства нового вида продукции осуществляется перемещением, раздвиганием или сужением соответствующих подвижных шкал на оси абсцисс этой функции. Для математического описания в работе выделено 13 основных факторов, влияющих на составление оптимальных рецептур: X(1) - природа целлюлозы; X(2) - природа латекса; X(3) - природа коллоидно-химического регулятора; X(4) - природа коагулянта; X(5) - природа волокнистой добавки; X(6) - природа полимерной добавки; X(7) - степень помола целлюлозы; X(8) - расход проклеивающей смеси; X(9) - расход коллоидно-химического регулятора; X(10) - концентрация

массы при проклейке; X(II) – доля волокнистой добавки в композиции; X(II2) – доля полимерной добавки в проклеивающей смеси; X(II3) – расход наполнителя (каолин).

Качество продукции оценивалось по восьми показателям: У(1) – разрывная длина; У(2) – влагопрочность; У(3) – впитываемость воды при одностороннем смачивании; У(4) – сопротивление излому; У(5) – растяжимость; У(6) – белизна; У(7) – зольность; У(8) – объемный вес.

Каждый фактор признано рациональным варьировать на трех уровнях, кроме X(2) и X(3), для которых число уровней варьирования удвоено. Чтобы каждый из шести видов латексов был испытан с каждым из шести участвующих в эксперименте коллоидно-химических регуляторов, весь эксперимент повторен четырежды. Таблично заданная функция состоит из 13 столбцов независимых переменных, 8 столбцов выходных величин и 108 строк.

С помощью разработанного алгоритма в диссертации найдены оптимальные рецептуры латексных проклеивающих смесей для семи видов бумаги – обойной, мешочной, шпагатной, салфеточной, типографской, основы для шпифшкурки, обложечной. Рецептура для обойной бумаги испытана и внедрена на Слонимском КБЗ.

Отличительной особенностью разработанной в диссертации технологической схемы для производства бумаги и картона с латексной проклейкой, является наличие двух новых узлов – узла деминерализации оборотной воды и узла подготовки технологической воды с контролируемым и регулируемым солевым составом. Узел деминерализации введен в схему для того, чтобы удалить накапливающиеся в системе при увеличении степени водооборота растворенные соли алюминия и предотвратить гомокоагуляцию проклеивающих дисперсий, которая имеет место, если смесь вводить в волокнистую массу, уже содержащую коагулянт. В этом случае равномерно перемешивания латекса во всем объеме массы не достигается, и он гомокоагулирует в момент соприкосновения двух жидкостей. Удаление солей алюминия из оборотной воды, идущей на разбавление целлюлозы при роспуске, устраняет отмеченный недостаток и позволяет снизить расходы проклеивающих веществ. Узел подготовки технологической воды призван частично разгрузить и удешевить работу узла деминерализации, так как в нем осуществляется смешение максимально возможного количества неочищенной оборотной воды с необходимым количеством воды глубокой очистки так,

чтобы суммарные затраты денежных средств на деминерализацию и оплату расходов компонентов латексной проклеивающей смеси были бы минимальны.

В основу системной математической модели технологии латексной проклейки бумаги и картона положен мультипликативный принцип многократного расчета многокомпонентных материальных балансов через любые промежутки времени, например, через отрезок времени, равный времени выработки одной тонны продукции.

Связь между составом потоков и режимными параметрами осуществляется комплекс полиномиальных моделей, описывающих степени удержания каждого компонента волокнистой массы в структуре полотна при отливе в зависимости от степени помола, композиции, расходов латекса и коллоидно-химического регулятора, содержания сульфата алюминия в массе до введения в нее проклеивающих веществ. Зависимость свойств готовой продукции от состава материальных потоков описывает второй комплекс полиномиальных моделей. В алгоритм, имитирующий работу БДМ и КДМ во времени, введен оптимизирующий блок, в котором поступающая информация обрабатывается, и в случае рассогласования расчетных значений показателей качества продукции с заданным методом случайного локального поиска многократно решается компромиссная задача оптимизации с выдачей необходимых корректирующих импульсов на управляющие факторы. Параметры оптимизации, входящие в системную математическую модель технологии комбинированной латексной проклейки бумаги и картона, подразделяются на регламентированные (качество продукции, композиция волокнистой массы), возмущающие (концентрация сульфата алюминия в межволоконной жидкости до введения в массу проклеивающих веществ), управляющие (расход латекса, расход коллоидно-химического регулятора, степень помола целлюлозы, оптимальное количество оборотной воды, которое необходимо подвергнуть деминерализации). В качестве критерия оптимальности использована себестоимость единицы продукции (сумма материально-энергетических затрат), которую подлежит минимизировать.

В качестве конкретного примера приводятся результаты оптимизации технологии латексной проклейки влагопрочной обойной бумаги, которая испытана и внедрена на Слонимском КЗБ ПО "Белбумпром".

Оптимальное оперативное управление технологическим про-

цессом латексной проклейки бумаги и картона должно быть направлено на решение центральной проблемы - обеспечения гетероадагуляции латекса в волокнистой массе. Главным управляющим фактором, компенсирующим все возмущения, которые в процессе работы оказывают влияние на объект, является определение и поддержание на требуемом уровне расхода коллоидно-химического регулятора. Критерием оптимальности при определении направления и величины управляющего импульса через заданные промежутки времени выбрана степень адсорбционной насыщенности частиц латекса поверхностно-активным веществом, при которой обеспечивается гетероадагуляция. Главная технологическая операция, определяющая эффективность процесса латексной проклейки бумаги и картона, - это подготовка латекса к коагуляции в волокнистой массе, осуществляемая в батарее реакторов смешения, поэтому ее работа выбрана в качестве объекта управления. Теоретической и информационной базой системы оперативного технологического управления процессом латексной проклейки бумаги и картона является математическое описание адсорбционных явлений, происходящих в волокнистой массе, при введении в нее латексов, наполнителей и коллоидно-химических регуляторов.

Скорость адсорбции ПАВ на поверхности частиц каучука, целлюлозы и наполнителя рассматривается как результат действия прямого и обратного процессов (сорбции и десорбции), а также с учетом двухстадийности взаимодействия компонентов: массопереноса в фазах и преодоления поверхностного барьера.

Методика, разработанная и описанная в диссертации, позволяет рассчитывать расход коллоидно-химического регулятора, который создает в водной фазе микрогетерогенной системы необходимую концентрацию и движущую силу адсорбции для достижения установленного значения степени адсорбционной насыщенности каучуковых частиц за отведенное среднее время их пребывания в батарее реакторов с учетом гидродинамической обстановки и разных скоростей параллельно протекающих процессов адсорбции ПАВ на каучуке, целлюлозе и каолине, основываясь на экспериментальных данных проведенных кинетических исследований и дифференциальных уравнениях Файнермана,

Сущность разработанной методики схематически сводится к тому, что сначала дифференциальные уравнения, характеризующие кинетическую и диффузионную стадии адсорбционного процесса ПАВ,

переводятся в конечно-разностные:

$$K_1 = \frac{\Theta_{3L} \cdot C_{RT} \cdot A_{10}'}{C_{RT}' \cdot A_{10}} \left[\left(1 - \frac{\Theta_{3L} \cdot C_{RT} \cdot A_{10}'}{C_{RT}' \cdot A_{10}} \right) - \exp\left(-\frac{E_{\alpha} + E}{RT}\right) \right] \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{\Theta_{3L} \cdot C_{RT} \cdot A_{10}' \cdot S_{OR2} \cdot N}{C_{RT}' \cdot A_{10} \cdot M_2 \cdot \exp(E_{\alpha}/RT)} \left[1 - \frac{\exp\left(-\frac{E_{\alpha} + E}{RT}\right)}{M_2 \cdot C_{RT} \cdot A_{10}' (1 - \Theta_{3L})} \right] \quad (2)$$

где: $[A_{10}', C_{RT}', A_{10}, C_{RT}]$, $[A_{10}, C_{RT}, A_{10}', C_{RT}']$, $[A_{10}, C_{RT}, A_{10}, C_{RT}]$, $[A_{10}, C_{RT}, A_{10}, C_{RT}]$ — координаты двух точек на экспериментальных кинетических кривых "С_{RT}-А₁₀", "С_{RT}-А₁₀", "С_{RT}-А₁₀", на отрезках между которыми получены начальные приращения Θ_{3L} , Θ_{3L} , Θ_{3L} ; Θ_{3L} , Θ_{3L} , Θ_{3L} — приращения степеней адсорбционной насыщенности частиц латекса, целлюлозы и наполнителя за промежутки времени $\Delta\tau$; E_{α} , E — энергия активации и теплота адсорбции ПАВ на соответствующей границе раздела фаз; R — универсальная газовая постоянная; T — термодинамическая температура; S_{OR2} — молекулярная площадка ПАВ в насыщенном слое; M_2 — молекулярная масса коллоидно-химического регулятора; N — число Авогадро; C_{RT} — текущая концентрация коллоидно-химического регулятора.

Зная пары значений K_1 и K_2 для каждого вида сорбентов (каучука, целлюлозы и наполнителя), определяются соответствующие коэффициенты адсорбции ПАВ:

$$K_L = \frac{K_{1L} \cdot K_{2L}}{K_{1L} + K_{2L}}; \quad K_{\text{ц}} = \frac{K_{1\text{ц}} \cdot K_{2\text{ц}}}{K_{1\text{ц}} + K_{2\text{ц}}}; \quad K_{\text{н}} = \frac{K_{1\text{н}} \cdot K_{2\text{н}}}{K_{1\text{н}} + K_{2\text{н}}} \quad (3)$$

Очевидно, что реальная (а не удельная), скорость адсорбционных процессов будет пропорциональна величине поверхности каждого вида сорбентов, присутствующей в зоне батареи реакторов, поэтому:

$$K_L' = K_L \cdot S_{L\tau\tau\tau\tau}; \quad K_{\text{ц}}' = K_{\text{ц}} \cdot S_{\text{ц}\tau\tau\tau\tau}; \quad K_{\text{н}}' = K_{\text{н}} \cdot S_{\text{н}\tau\tau\tau\tau} \quad (4)$$

Откуда суммарная скорость параллельно протекающих адсорбционных процессов

$$K_0 = K_L' + K_{\text{ц}}' + K_{\text{н}}' \quad (5)$$

Текущие значения степеней адсорбционной насыщенности частиц каждого вида сорбентов:

$$\left. \begin{aligned} \Theta_{LT} &= \Theta_{LT} + \frac{K'_L}{K_0} \cdot \Delta T \\ \Theta_{CT} &= \Theta_{CT} + \frac{K'_C}{K_0} \cdot \Delta T \\ \Theta_{HT} &= \Theta_{HT} + \frac{K'_H}{K_0} \cdot \Delta T \end{aligned} \right\} (6)$$

После приращения времени $\tau = \tau + \Delta \tau$ и получения выражений функций FL , FC и FH , аппроксимирующих экспериментальные данные по кинетике адсорбции ПАВ на границе раздела фаз, рассчитываются приращения Θ_{3L} , Θ_{3C} и Θ_{3H} за время $\Delta \tau$ в текущих условиях:

$$\Theta_{3L} = \left[\frac{(1-A_{1L})(\tau - \tau \cdot A_{10} + FL \cdot \Theta_{LT} - FL \cdot A_{10} + A_{10} - A_{10} \cdot A_{10})}{\tau - \tau \cdot A_{10} + FL \cdot \Theta_{LT} - 2 \cdot FL \cdot A_{10}} - A_{10} \right] / \tau (7)$$

Далее процесс расчета по формулам (1)-(7) многократно повторяется до тех пор, пока Θ_{LT} , Θ_{CT} и Θ_{HT} не пробегут все значения по кинетическим кривым от τ_0 до $\tau_{заг}$.

Поскольку до сих пор расчет велся с ориентацией на реакторы идеального вытеснения, в которых процесс адсорбции имеет протяженность во времени, а реальный процесс латексной проклейки бумаги и картона будет осуществляться в реакторах смешения, в которых изменение концентрации сорбтива происходит рывком, то для вычисления величины этого скачка необходимо определить константы скоростей адсорбции коллоидно-химического регулятора на частях каучука, целлюлозы и наполнителя. Для этого на кинетических кривых $\tau - \Theta_{LT}$, $\tau - \Theta_{CT}$, $\tau - \Theta_{HT}$ необходимо выбрать по две точки, координаты которых будут положены в основу расчета констант скоростей адсорбции. K_{vL} , K_{vC} и K_{vH} рассчитываются по формуле:

$$K = \frac{1}{\tau_0 - \tau_1} \ln \frac{\Theta_{max} - \Theta_1}{\Theta_{max} - \Theta_2} (8)$$

Для вычисления величины адсорбции коллоидно-химического регулятора на каждом виде сорбентов за среднее время пребывания в зоне реакторов $\bar{\tau}$ используется уравнение формальной кинетики для параллельно протекающих процессов в реакторах идеального смешения:

$$\Gamma_{LT} = \frac{K_{VL} \cdot \bar{\tau} \cdot W_{LT}}{[1 + (K_{VL} + K_{VЦ} + K_{VN}) \bar{\tau}]} \quad (9)$$

Аналогичным образом вычисляются $\Gamma_{ЦТ}$ и $\Gamma_{НТ}$ для целлюлозы и наполнителя. Теперь не представляет труда вычислить текущее значение степени адсорбционной насыщенности частиц латекса A_{LT} по-верхностно-активным веществом:

$$A_{LT} = 100 (A_{LO} \cdot W_{LT} + \Gamma_{LT}) / W_{LT} \quad (10)$$

W_{LT} — масса каучуковых частиц латекса, присутствующих в реакторах за время $\bar{\tau}$.

Если A_{LT} не достигла величины заданной степени адсорбционной насыщенности латексных частиц A_{L3ag} , при которой обеспечивается гетероадагуляция микрогетерогенной системы, то дается приращение расходу КХР: $P_R = P_R + \Delta P_R$, и весь расчет повторяется сначала до достижения A_{L3ag} . Это и будет оптимальный расход коллоидно-химического регулятора.

Чтобы облегчить использование результатов на производстве, после проведения вычислительного эксперимента на математической модели адсорбционных процессов, протекающих в волокнистой массе при введении в нее латексов и коллоидно-химических регуляторов, была получена номограмма в сопряженных квадрантах для графического определения оптимального расхода КХР в зависимости от расхода латекса БСК-65/3 (РЛ), начальной степени адсорбционной насыщенности латексных частиц (A_{LO}), концентрации волокнистой массы (CM), массы квадратного метра бумаги или элементарного слоя картона (МКБМ), рабочей скорости бумагоделательной (картоноделательной) машины (МАШ) и степени помола волокнистой массы (РАЗМ).

В В О Д И

I. Решена научная проблема обеспечения фиксации мелкодисперсных частиц ос. ца синтетических каучуковых латексов, на макроповерхности различных волокон при коагуляции их электролитами или полиэлектролитами в водно-волокнистых суспензиях, имея важное народнохозяйственное значение, позволяющая при сохранении уровня требований к качеству бумаги и картона увеличивать в их композиции содержание древесной массы, макулатуры и целлюлозы из лиственных пород древесины или за счет целенаправленно-

го подбора соответствующих видов латексов, коллоидно-химических регуляторов, коагулянтов и волокон получать различные виды высококачественной бумажной и картонной продукции со специальными свойствами.

2. Показано, что для гетероадагуляции в волокнистой массе пригодны латексы, исходная степень адсорбционной насыщенности частиц которых эмульгатором не более 80%.

3. Доказано, что основным условием обеспечения гетероадагуляции латексов в волокнистой массе является необходимость размещения в поверхностных слоях каучуковых глобул определенного количества поверхностно-активных веществ, образующих в момент введения коагулянта степень адсорбционной насыщенности частиц латекса 80-85% для неионогенных ПАВ и 90-95% для ионогенных ПАВ, примененных для коллоидно-химического регулирования.

4. Разработан метод управления величиной и знаком электрокинетического потенциала частиц синтетических каучуковых латексов при коагуляции их в волокнистой массе, заключающийся во введении в латекс необходимого и достаточного количества поверхностно-активных веществ или растворимых полимеров неионогенного типа, обеспечивающих коллоидную защиту и сохранение агрегативной устойчивости латексов в изоэлектрическом состоянии, и последующей перезарядке их частиц солями алюминия или катионными полиэлектролитами.

5. Найдено, что при взаимодействии положительно заряженных частиц латексов с отрицательно заряженными целлюлозными волокнами за счет электростатических сил на одном квадратном метре поверхности волокон в режиме гетероадагуляции может быть зафиксировано не более 0,04 г осадка каучука.

6. Установлено, что процесс закрепления частиц осадка каучука на поверхности волокон при коагуляции латекса в массе происходит не только при условии разноименности зарядов, но и в изоэлектрическом состоянии за счет проявления поверхностных сил, причем в этом случае в структуре бумаги и картона в режиме гетероадагуляции может быть закреплено неограниченное количество каучука.

7. Предложен и разработан метод теплочувствительной коагуляции латексов в волокнистой массе, обеспечивающий гетероадагуляцию микрогетерогенной системы.

8. Получены закономерности изменения показателей качества

бумаги и картона в зависимости от основных факторов латексной проклейки; при этом установлено, что на свойства продукции наибольшее влияние оказывает природа и расход компонентов латексных смесей, степень помола и концентрация массы при проклейке, отрицательно сказывается присутствие электролитов в волокнистой массе до введения в нее проклеивающих веществ.

9. Разработан алгоритм составления оптимальных рецептур латексных проклеивающих смесей для получения бумаги и картона с требуемым комплексом свойств, позволяющий для конкретного заданного вида продукции определять наиболее подходящий вид латекса, коллоидно-химического регулятора, перезаряжающего агента, их расходы, а также состав по волокну и степень помола целлюлозы.

10. Разработана технологическая схема бумажного и картонного производства с латексной проклейкой, в которую для предотвращения вредного действия накапливающихся в рециркулирующих потоках электролитов, типа сульфата алюминия, предложено и обосновано включить узел деминерализации оборотной воды и узел подготовки технологической воды с контролируемым и регулируемым солевым составом.

11. Разработана система оперативного технологического управления процессом латексной проклейки бумаги и картона, которая учитывает установленные и математически описанные закономерности параллельно протекающих адсорбционных взаимодействий коллоидно-химического регулятора с компонентами микрогетерогенной системы, кинетику коагуляции латекса в волокнистой массе, факторы, влияющие на показатели качества продукции.

12. Проведен технико-экономический анализ технологии латексной проклейки влагопрочной обойной бумаги путем вычислительного эксперимента на разработанной системной математической модели, позволяющей имитировать в динамике основные условия работы бумагоделательных и картоноделательных машин с системой оборотного водоснабжения максимальной степени замкнутости, найдены оптимальные условия производства указанного вида бумаги, в том числе количество оборотной воды, которую необходимо подвергнуть деминерализации.

13. Разработана технология комбинированной латексной проклейки нового вида влагопрочной обойной бумаги (ТУ 13-7309005-606-83), из которой получают тисненые и гофрированные грунтованные печатные обои пониженной массеомкости с содержанием

в композиции не менее 60% древесной массы, хорошо сохраняющие рельеф после выклейки. Технология внедрена на Слонимском КБЗ, Минской обойной фабрики и Гомельском БЛЗ.

Основное содержание работы отражено в следующих публикациях:

1. Колесников В.Л. Каучуковые латексы как проклеивающие агенты бумаги и картона.- Изв.ВУЗов. Лесной ж., 1977, № 6, с.116-120.

2. Колесников В.Л. Использование оборотных вод в производстве клееных видов бумаги.- Бумажная пром-сть, 1974, № 10, с.8-10.

3. Колесников В.Л. Система оборотного водопользования максимальной степени замкнутости при производстве бумаги и картона с комбинированной латексной проклейкой.- Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Комплексное и рациональное использование лесных ресурсов". Минск, 1985, с.285-286.

4. Колесников В.Л. Адсорбционные процессы при латексной проклейке бумаги в массе к задаче ее оптимизации.- Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Перспективы производства и применения латексов для бумажной и текстильной промышленности". Воронеж, 1974, с.42-44.

5. Колесников В.Л., Перекальский Н.П., Рейзинь Р.Э. Исследование свойств синтетических каучуковых латексов в присутствии дифильных неионогенных веществ.- Известия АН Латв.ССР. Сер.хим., 1967, № 6, с.740-743.

6. Товстошкурова Д.У., Колесников В.Л., Бокарева Н.М. Об адсорбционном взаимодействии компонентов при проклейке высокозольных бумаг.- В кн.: Исследования в области технологии бумаги / Сборник трудов ЦНИИБ: Лесная пром-сть, 1977, вып.13, с.150-157.

7. Мызникова П.Ф., Колесников В.Л., Товстошкурова Д.У. Электрокинетические свойства латексных смесей для проклейки в массе бумаги и картона.- Общая и прикладная химия, 1972, № 4, с.178-183.

8. Колесников В.Л., Мызникова П.Ф., Товстошкурова Д.У. Адсорбционное взаимодействие компонентов при проклейке бумаги и картона синтетическими каучуковыми латексами.- Общая и прикладная химия, 1970, № 3, с.188-194.

9. Белогуров П.Ф., Колесников В.Л., Жонина Т.А. Влияние добавок полимерно-минеральных составов на механические свой-

ства покровного слоя коробочного картона марки "А".- Изв.вузов. Лесной х., 1985, № 3, с.85-89.

10. Товстошкурова Д.У., Колесников В.Л. Проклейка высокозольной бумаги дисперсиями высокомолекулярных веществ.- В кн.: Исследования в области производства бумаги/Сборник трудов ЦНИИБ: Лесная пром-сть, 1975, вып.10, с.9-17.

11. Колесников В.Л., Товстошкурова Д.У. Исследование процесса проклейки в массе высокозольных видов бумаги.- В кн.: Исследования процессов технологии бумаги/ Сборник трудов ЦНИИБ: Лесная пром-сть, 1974, вып.9, с.44-52.

12. Колесников В.Л., Царенкова А.С., Гридшко Г.С. Определение содержания фенола в технологических потоках бумажных фабрик при производстве бумаги, проклеенной 2,4-толуилендиизоцианатом, блокированным фенолом.- Химия и химическая технология, 1980, № 15, с.68-71.

13. Валендо П.Ф., Курлович А.В., Кузнецова Ю.М., Колесников В.Л. Влияние природы эмульгаторов на агрегативную устойчивость парафиновых эмульсий.- Химия и химическая технология, 1975, № 9, с.130-135.

14. Кузнецова Ю.М., Валендо П.Ф., Колесников В.Л. Исследование процесса коагуляции латексных проклеивающих смесей в присутствии волокнистой массы.- Химия и химическая технология, 1975, № 9, с.136-141.

15. Гридшко Г.С., Колесников В.Л. Применение пиролитической ГЖХ для количественного определения содержания каучука в технологических потоках при производстве картона с латексной проклейкой.- В кн.: Хроматографический анализ в химии древесины/ Рига; Зинатне, 1975, с.323-335.

16. Колесников В.Л., Ермоленко И.Н., Люблинер И.П., Симхович Б.С. О путях уменьшения стоков картонно-бумажного производства с помощью волокнистого сорбента.- В кн.: Охрана окружающей среды/Республиканский межведомственный сборник, Минск, 1984, вып.3, с.49-54.

17. Колесников В.Л., Гридшко Г.С., Холькин Ю.И. Применение метода пиролитической газо-жидкостной хроматографии для контроля проклейки бумаги и картона синтетическими латексами.- Обшая и прикладная химия, 1970, вып.2, с.32-33.

18. Ермоленко И.Н., Колесников В.Л., Люблинер И.П. Организация материальных потоков предприятий, вырабатывающих клеенные виды бумаги с использованием волокнистых ионообменных фильтров в качестве локальных очистных устройств.- Тезисы докладов Пер-

вой всесоюзной конференции по вопросам безотходного промышленного производства, Москва, 1977, с.12-13.

19. Товстошкурова Д.У., Колесников В.Л., Бокарева Н.М. Об исследовании совместных процессов проклейки и наполнения при производстве высокозольных видов бумаги.- В кн.: Материалы Всесоюзной конференции "Основные направления по разработке новых видов бумаги для печати", Москва, 1974, с.22-24.

20. Колесников В.Л., Цыбаков Н.Е. Математическая модель процесса канифольной проклейки бумаги в массе.- Изв.вузов. Лесной ж., 1974, № 4, с.118-122.

21. Колесников В.Л., Раскина Б.З. О влиянии некоторых факторов на расход коагулянта при латексной проклейке бумаги в массе.- Изв.вузов. Лесной ж., 1973, № 3, с.106-110.

22. Колесников В.Л., Рейзиньш Р.Э. Коагуляция синтетических латексов в присутствии неионогенных веществ в волокнистых суспензиях.- В кн.: Промышленность искусственной кожи, М., 1965, сер.12, инф.9(36), с.16-19.

23. Цыбаков Н.Е., Колесников В.Л. Математическая модель электрокинетического потенциала целлюлозных волокон при проклейке.- Изв.вузов. Лесной ж., 1974, № 3, с.110-112.

24. Колесников В.Л., Царенкова А.С. Модификация свойств бумаги и картона составами с изоцианатным связующим.- Изв. вузов. Лесной ж., 1977, № 3, с.107-110.

25. Симхович Б.С., Гридюшко Г.С., Зильберглейт М.А., Колесников В.Л. Методика определения ионов алюминия в промышленных водах с помощью дифференциальной спектрофотометрии.- Химия и химическая технология, 1982, вып.17, с.20-22.

26. Валендо П.Ф., Колесников В.Л., Шевченко Ю.М. Изучение свойств полимерных перезаряжающих агентов латексных проклеивающих смесей.- Химия и химическая технология, 1975, № 8, с.137-145.

27. Валендо П.Ф., Колесников В.Л., Белогуров П.Ф., Голутвина Л.А. Разработка технологии латексной проклейки мешочной бумаги.- Химия и химическая технология, 1975, № 8, с.146-153.

28. Гридюшко Г.С., Холькин Ю.И., Колесников В.Л. Анализ бумаг с латексной проклейкой методом пиролитической газожидкостной хроматографии.- Общая и прикладная химия, 1970, № 2, с.19-23.

29. Перекальский Н.П., Колесников В.Л. Коагуляция синтетического латекса на растительном волокне теплочувствительным коагулянтом.- В кн.: Химические и физические свойства волокнистых

материалов. Рига: Зинатне, 1963, с.65-71.

30. Бережная М.И., Колесников В.Л. О стабилизации концентрации сульфата алюминия в напорном ящике при проклейке бумаги.- В кн.: Совершенствование технологии производства бумаги и картона / Сборник трудов ВНИИБ. Л., 1979, с.23-26.

31. Колесников В.Л., Малыгин В.С. Оптимальное управление процессом канифольной проклейки бумаги в массе с использованием коллоидно-химического регулятора.- Изв.вузов. Лесной ж., 1978, № 1, с.110-113.

32. Колесников В.Л., Гридишко Г.С., Курлович А.В., Белогуров П.Ф. Оптимизация проклейки водонепроницаемого картона с использованием пиролитической ГЖХ.- Изв.вузов. Лесной ж., 1975, № 6, с.118-124.

33. Темрук В.И., Колесников В.Л. Разработка алгоритмов структурного анализа технологических систем картонно-бумажного производства.- Изв.вузов. Лесной ж., 1979, № 2, с.103-110.

34. Колесников В.Л., Жонина Т.А., Пятибратова И.Н. Номограмма для оперативного управления процессом проклейки писчей бумаги.- Изв.вузов. Лесной ж., 1981, № 6, с.98-100.

35. Колесников В.Л., Цыбаков Н.Е. Математическая модель процесса канифольной проклейки бумаги в массе.- Изв.вузов. Лесной ж., 1974, № 4, с.118-122.

36. Черная Н.В., Колесников В.Л., Гридишко Г.С. Свойства оборотного брака бумаги с латексной проклейкой.- Изв.вузов. Лесной ж., 1985, № 2, с.71-74.

37. Черная Н.В., Колесников В.Л., Гридишко Г.С. Рациональная технологическая схема утилизации оборотного брака бумаги с латексной проклейкой.- Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Комплексное и рациональное использование лесных ресурсов", Минск, 1985, с.308-309.

38. Темрук В.И., Колесников В.Л. Разработка материалосберегающих технологических систем бумажно-картонного производства с применением ЭВМ.- Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Комплексное и рациональное использование лесных ресурсов", Минск, 1985, с.311-312.

39. Колесников В.Л., Гридишко Г.С., Курлович А.В., Ковалев В.И. Применение пиролитической газожидкостной хроматографии для определения оптимального состава проклеивающей смеси при производстве водонепроницаемого картона с латексной проклейкой.- Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Перспективы производ-

ства и потребления латексов для бумажной и текстильной промышленности". Воронеж, 1974, с.39-40.

40. Колесников В.Л., Раскина Б.З., Малицкая Л.Ю. Применение синтетических каучуковых латексов для проклейки бумаги в массе. - Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Перспективы производства и потребления латексов для бумажной и текстильной промышленности". Воронеж, 1974, с.41-42.

41. А.С.№ 583228 (СССР). Проклеивающий состав для бумажной массы / Авт.изобр.П.Ф.Валендо, В.Л.Колесников, А.П.Глазунов, А.П.Немиров. - Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1977, № 45.

42. А.С.№377462 (СССР). Способ изготовления бумажной массы / Авт.изобр.В.Л.Колесников, Д.У.Товстокурова, В.С.Малыгин, Н.Л.Леонтьев. - Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1973, № 18.

43. А.с.№ 459551 (СССР). Состав для проклейки бумажной массы/ Авт.изобр.Ю.П.Клюев, И.В.Перташень, А.И.Ламоткин, П.И.Мандрукевич, К.П.Лукашевич, В.Л.Колесников, А.В.Курлович, И.Н.Белова, В.И.Юхнова, З.Л.Чистякова. - Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1975, №5.

44. А.с.№ 958564 (СССР). Способ непрерывного производства бумаги и картона/ Авт.изобр. В.Л.Колесников, И.Н.Ермоленко, Ф.Н.Капуцкий, И.П.Люблинер, Б.С.Симхович, Я.В.Никитин, В.П.Семенов, А.С.Бовин, П.Ф.Белогуров, Н.Е.Савгира, Б.С.Мозжухин, Н.Г.Макаров. - Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1982, № 34.

45. А.с.№ 594231 (СССР). Состав для изготовления фильтрующего картона/ Авт.изобр.В.Л.Колесников, Г.М.Горский, А.С.Царенкова. - Откр.пром.обр.тов.зн., 1978, № 7.

46. А.с.№ 553321 (СССР). Состав для изготовления влагопрочной бумаги и картона/ Авт.изобр. В.Л.Колесников, А.С.Царенкова. - Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1977, № 13.

47. А.с.№ 170282 (СССР). Способ проклейки волокнистой массы/ Авт.изобр. А.И.Калниньш, В.Л.Колесников, Н.П.Перекальский, Р.Э.Рейзинь. - Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1965, № 8.

48. А.с.№ 240472 (СССР). Способ получения влагопрочных бумаг и картонов / Авт.изобр. П.Ф.Мызникова, В.Л.Колесников, Н.П.Перекальский, Р.Э.Рейзинь, В.В.Орехов, Б.Д.Корольков, Н.Л.Леонтьев. - Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1969, № 12.

49. А.с.№ 359329 (СССР).Масса для изготовления влагопрочных бумаги и картонов/Авт.изобр.В.Л.Колесников, Л.З.Жалковская. -Откр.изобр.пром.обр.тов.зн., 1972, № 35.

50. А.с.№ 306217 (СССР). Способ проклейки бумажной массы

/Авт.изобр.В.Л.Колесников, В.С.Малыгин. - Откр.изобр.пром.обр.
тов.зн., 1971, № 19.



Сдано в производство 30.10.86. Подписано к печати 29.10.86.
М.18921. Тираж 100 экз. Объем 2,0 п.л. Заказ 429. БЕСПЛАТНО.

Ротаприт ЛТИ ЦБП, 198092, Ленинград, ул.Ивана Чернык, 4