



Рисунок 2 – Причинно-следственная диаграмма «Повышение качества тары из полимеров»

В результате проведенных исследований подтверждено, что постренное обучение с использованием предлагаемых циклических ступенчатых усложнений методов визуализации знаний в значительной степени способствует формированию мышления и повышению усвоения учебного материала. Процесс обучения идет более интенсивно и достигается более высокий уровень знаний в сравнении с традиционной технологией обучения.

Литература

1. <https://vizual.club/2017/06/10/periodic-tablica-metodov-vizualizacii/> Периодическая таблица методов визуализации.
2. Кузьмич В.В. Технологии визуализации в упаковочном производстве. Монография – Мн., БНТУ, 2014, – 397 с.

УДК 676

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ И ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ВИДОВ КАРТОНА И БУМАГИ.

Кузьмич В.В.¹, Карпунин И.И.¹, Шункевич В.О.¹, Черная Н.В.²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

²Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

Организации сбора макулатуры и повышению эффективности ее переработки для производства широкого ассортимента бумажной и картонной продукции в каждой стране уделяется большое внимание. Это связано прежде всего с дефицитностью и высокой стоимостью первичного волокнистого сырья, представляющего собой различные виды целлюлозы [1], полученной из хвойных и лиственных пород древесины по сульфитным, щелочным и комбинированным способам. Дальнейшая отбелка и облагораживание выпускаемых видов небеленой целлюлозы расширяет области ее применения, что позволяет производить разнообразные виды бумажной и картонной продукции [2] для различных отраслей промышленности – полиграфической, фармацевтической, пищевой, строительной, автомобильной, автотракторной и т. д.

Получение клееных видов бумаги и картона основано на том, что в волокнистую суспензию последовательно вводят проклеивающее и упрочняющее вещества. Применяемые химические вещества представляют собой бинарную систему, от состава которой и содержания присутствующих веществ зависят гидрофобность и прочность бумаги и картона.

Для придания бумаге и картону требуемой степени гидрофобности применяют два основных класса соединений: 1) различные виды модифицированной канифоли; 2) синтетические (преимущественно на основе димеров алкилкетенов (далее – АКД) и ангидрида алкенилтантарной кислоты (далее – АСА)). Достижимые эффекты гидрофобизации объясняют различными механизмами. В каждом случае неоспоримым фактом является то, что процессы гидрофобизации и упрочнения являются конкурирующими. Это связано с тем, что повышение степени гидрофобизации бумаги и картона сопровождается, как правило, нежелательным снижением их прочности.

Механизм придания бумаге и картону гидрофобизирующего эффекта эмульсиями АКД и АСА заключается в химической реакции присутствующих в них активных функциональных групп с гидроксильными группами целлюлозных волокон. Отличие проклейки эмульсиями АКД и АСА заключается в скорости протекающих реакций (скорости «созревания» проклейки): проклейка эмульсиями АКД требует длительного времени «созревания» и достигает 20...40%, а проклейка эмульсиями АСА – 80...100%.

Неоднородный и постоянно изменяющийся состав различных марок макулатуры по волокну не позволяет установить закономерности влияния

расходов применяемых синтетических эмульсий АКД и АСА на удержание их в структуре бумаги и картона. Поэтому до сих пор не решена основная научная проблема – повышение эффективности химического взаимодействия частиц дисперсной фазы АКД и АСА с макулатурными волокнами.

К перспективным способам решения проблем, возникающих при проклейке волокнистых суспензий (целлюлозных и макулатурных) с использованием синтетических эмульсий АКД и АСА, относится способ, основанный, во-первых, на повышении равномерности распределения на волокнах образовавшихся гидрофобных эфиров и, во-вторых, на максимальном сохранении первоначальной прочности клееных видов бумаги и картона или на компенсации ее потери за счет дополнительного использования минимального (оптимального) количества полимерных соединений, оказывающих на их структуру упрочняющее действие.

Предлагаемый режим процесса проклейки с использованием канифольной дисперсии в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц обеспечивает формирование на поверхности волокон равномерной гидрофобной пленки, сформированной из монослоя мелкодисперсных проклеивающих комплексов (пептизированных частиц). Для получения такой гидрофобной пленки необходимо последовательно осуществить в волокнистых суспензиях (целлюлозных и макулатурных) следующие стадии и обеспечить протекание необходимых процессов и коллоидно-химических взаимодействий, включающих принципиально *новые*:

– на первой стадии после введения в волокнистую суспензию, содержащую частицы дисперсной фазы ВДМК, первой порции раствора электролита, имеющего рН 2,0...4,3, протекают коллоидно-химические взаимодействия между частицами дисперсной фазы канифольной дисперсии и $Al(OH)_6^{3+}$, $Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$ и $Al(H_2O)_4(OH)_2^+$; образовавшиеся коагулымы агрегируются и формируют *коагуляты, способные к пептизации (дезагрегированию)*;

– на второй стадии после последующего введения второй порции электролита протекает *процесс пептизации коагулятов*; образуются новые проклеивающие комплексы в виде мелкодисперсных положительно заряженных пептизированных частиц; пептизирующее действие на коагуляты оказывают гексаакваалюминиевые ионы $Al(OH)_6^{3+}$;

– на третьей стадии пептизированные частицы равномерно распределяются монослоем и прочно фиксируются на поверхности волокон за счет электростатического взаимодействия; этот процесс представляет собой *гетероадагуляцию пептизированных частиц*;

– на четвертой стадии по стандартным технологиям осуществляются процессы сначала обезвоживания проклеенной массы, а затем прессования;

– на пятой стадии, когда происходит сушка бумаги (картона) и их термообработка при 115–120°C [3], сначала завершается процесс удаления воды из их структуры, а затем протекают процессы спекания и плавления мелкодисперсных пептизированных частиц с образованием на поверхности волокон *равномерной тонкой гидрофобной пленки*.

Получение высококачественных видов бумаги и картона базируется на проявлении наиболее эффективных механизмов проклейки макулатурных масс и применении наилучших бинарных систем «проклеивающее вещество – проклеиваемое вещество». К перспективным проклеивающим веществам относятся высокосмоляные канифольные дисперсии. Эффективность их применения значительно повышается при смещении процесса проклейки волокнистых суспензий (в особенности макулатурных) из традиционного режима гомокоагуляции в более эффективный режим гетероадагуляции пептизированных частиц, что позволяет сэкономить 20–40% проклеивающего вещества, сократить расходы электролита и упрочняющего вещества в 1,5–2,0 и 1,6–1,8 раза, а также уменьшить энергозатраты на производство высококачественной бумажной и картонной продукции на 2–3% за счет снижения температуры ее сушки на 15–20°C.

Литература

1. Черная, Н.В. Технология производства сульфитной целлюлозы : учеб. пособие для студентов учреждений образования по специальности «Химическая технология переработки древесины» / Н.В. Черная. – Минск : БГТУ, 2012. – 351 с.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов / Всероссийский научно-исследовательский институт целлюлозно-бумажной промышленности. – СПб.: Политехника, 2004. – 316 с.
3. Chernaya, N.V. Reduction of energy consumption of paper- and cardboard machines while production of glued paper and cardboard / N.V. Chernaya, V.L. Fleisher, N.I. Bogdanovich // Лесной журнал, 2019, №5, с. 188–193.