

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МАКУЛАТУРНЫХ
ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА С УЛУЧШЕННОЙ ПРОЧНОСТЬЮ
НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОАДАГУЛЯЦИИ ПЕПТИЗИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ
В ПРИСУТСТВИИ КАТИОННЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ**

Н.В. Черная¹, Н.И. Богданович²

¹Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

²Северный (Арктический) федеральный университет, Архангельск, Россия

Смещение процесса проклейки из традиционного режима гомотоагуляции в более эффективный режим гетероадагуляции позволяет уменьшить расход электролита в 4–5 раз и исключить упрочняющее вещество (0,8 % от а. с. в). Эффект ресурсосбережения усиливается за счет повышения удержания в структуре бумаги и картона волокон от 94,3 до 98,5 % и проклеивающих комплексов от 70,0 до 95,3–98,4 %.

**RESOURCE-SAVING METHOD FOR OBTAINING WASTE TYPES
OF PAPER AND CARDBOARD WITH IMPROVED STRENGTH BASED
ON HETEROADAGULATION OF PEPTIZED PARTICLES
IN THE PRESENCE OF CATIONIC POLYELECTROLYTES**

N.V. Chornaya¹, N.I. Bogdanovich²

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

²Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia

The shift of the sizing process from the traditional mode of homocoagulation to the more efficient mode of hetero-adagulation makes it possible to reduce the electrolyte consumption by 4–5 times and eliminate the hardening agent (0.8% of a.d.w.). The resource-saving effect is enhanced by increasing the retention of fibers in the structure of paper and cardboard from 94.3 to 98.5% and sizing complexes from 70.0 to 95.3–98.4%.

Современная тенденция развития целлюлозно-бумажной промышленности характеризуется, во-первых, постоянным наращиванием объемов производства неклееных и клееных видов бумаги и картона, отличающихся свойствами и областью применения, и, во-вторых, использованием недорогих и доступных вторичных волокнистых полуфабрикатов (макулатуры различных марок) вместо дорогих и дефицитных первичных (целлюлозы разных видов). Однако прочность макулатурных видов продукции уступают целлюлозосодержащим. При этом технология их получения сопровождается достаточно высоким содержанием в оборотных и сточных водах волокнистой мелочи и химических веществ (функциональных и процессных), что свидетельствует об их безвозвратных потерях.

Известные способы повышения прочности бумаги и картона, проклеенных в традиционном режиме гомотоагуляции, и снижения потерь волокнистого сырья (в основном в виде волокнистой мелочи) и проклеивающих комплексов основаны на дополнительном использовании различных соединений [1], оказывающих на бумажные массы упрочняющее и флокулирующее действие. Особое значение имеют катионные полиэлектролиты (слабоосновные и сильноосновные).

Одним из перспективных способов получения макулатурных видов бумаги и картона с улучшенной прочностью при одновременном сокращении потерь компонентов бумажных масс (волокнистой мелочи и проклеивающих комплексов) является, по нашему мнению, способ, основанный на смещении процесса проклейки из традиционного режима гомотоагуляции в более эффективный режим гетероадагуляции пептизированных частиц в присутствии катионных полиэлектролитов.

Отсутствие в научной и технической литературе информации об особенностях применения катионных полиэлектролитов (слабоосновных и сильноосновных) в технологии макулатурных видов бумаги и картона, проклеенных гидродисперсиями модифицированной канифоли в режимах гомотоагуляции и гетероадагуляции, обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Цель исследования – разработать ресурсосберегающий способ применения в технологии макулатурных видов бумаги и картона химических веществ (гидродисперсий модифицированной канифоли, электролитов и катионных полиэлектролитов).

Для исследования выбраны: 1) макулатура марки МС-2А (ГОСТ 10700-97); 2) гидродисперсия модифицированной канифоли (ГМК), полученная путем смешивания с водой пастообразного высокосмоляного канифольного продукта (ТУ РБ 00280198-029-97); 3) электролит (сульфат алюминия (ГОСТ 12966-85)); раствор электролита содержал $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ (85 %), $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}$ (10 %) и $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2^+$ (5 %); 4) катионные полиэлектролиты (КП): а) полиамидполиаминэпихлоргидриновая смола (далее – ППЭС) (ТУ РБ 300041455.021-2001); б) полидиметилдиаллиламмоний хлорид (далее – ПДМДААХ) (ТУ 2227-184-00203312-98); в) сополимер акриламида с метилхлоридом диметиламинопропилакриламида (далее – СА МХ ДМАПА) (ТУ 2216-001-40910172-98). Слабоосновным КП являлась ППЭС, а сильноосновными – ПДМДААХ и СА МХ ДМАПА. В отобранные пробы макулатурных суспензии (40 °ШР, 220 см³) последовательно вводили исследуемые химические вещества по следующим способам:

- последовательность 1: ГМК – электролит – КП;
- последовательность 2: ГМК – КП – электролит;
- последовательность 3: КП – ГМК – электролит.

Полученные бумажные массы представляли собой дисперсные системы, содержащие макулатурные волокна (включая волокнистую мелочь) и проклеивающие комплексы. Образованию последних способствовали коллоидно-химические взаимодействия [1], протекающие между отрицательно заряженными частицами дисперсной фазы ГМК (имели средний диаметр 200 нм и электрокинетических потенциал -25 мВ) и положительно заряженными формами гидроксосоединений алюминия.

Исследуемые дисперсные системы содержали постоянное количество ГМК и электролита, которое составляло 1,0 и 0,8 % от абсолютно сухого волокна (а. с. в.) соответственно. Они отличались, во-первых, содержанием слабоосновного (ППЭС) и сильноосновных (ПДМДААХ и СА МХ ДМ) КП (R), которое увеличивали от 0 до 0,05 % от а. с. в., и, во-вторых, способами получения за счет изменения последовательности введения в волокнистые суспензии функциональных (ГМК) и процессных (электролита и КП) веществ. Полученные дисперсные системы использовали для изготовления на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» образцов бумаги (80 г/м²) и элементарных слоев картона (80 г/м²); их прочность и характеризовали разрывной длиной.

Образцами сравнения являлись дисперсные системы и полученные из них образцы бумаги (80 г/м²) и элементарные слои картона (80 г/м²), полученные по существующей технологии путем введения в макулатурные суспензии химических веществ в количестве R_i , % от а. с. в., в следующей последовательности: ГМК ($R_1 = 1,0$) – электролит ($R_2 = 4,5$) – упрочняющее вещество ($R_3 = 0,8$) – КП ($R_4 = 0,3$).

Отличие разработанных дисперсных систем от традиционных состоит в осуществлении процесса проклейки в двух противоположных режимах: гетероадагуляции в присутствии КП (предлагаемая технология) и гомокоагуляции (существующая технология). При этом исследуемые КП оказывали не только флокулирующее действие на бумажные массы, но и пептизирующее действие на проклеивающие комплексы, образовавшиеся в обнаруженной нами первой области электролитной коагуляции ГМК.

Установлено (рис. 1–4), что способы получения дисперсных систем с использованием КП влияют на содержание сухих веществ в подсеточной воде S , мг/л, (рис. 1). Это можно объяснить повышением степени удержания в структуре образцов бумаги волокон (преимущественно волокнистой мелочи) $SУ_{в}$, %, (рис. 2, а–4, а) и проклеивающих комплексов $SУ_{пк}$, %, (рис. 2, б–4, б).

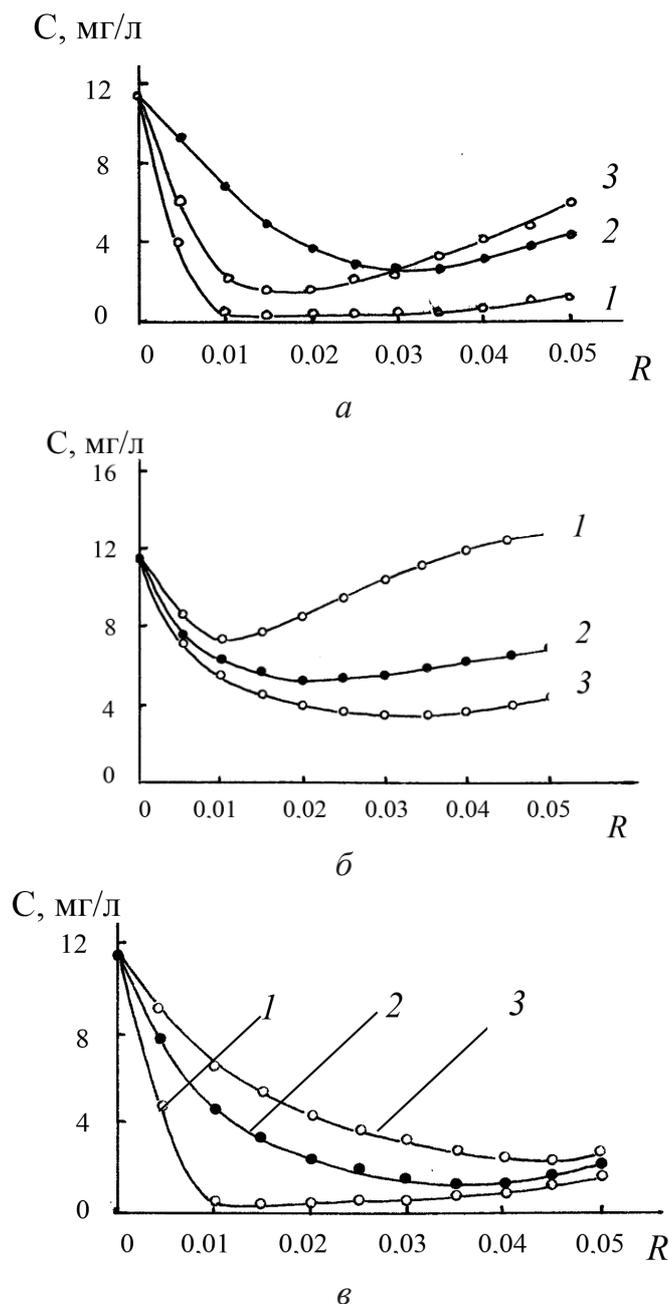


Рис. 1. Зависимости $C = f(R)$ при изменении содержания ППЭС (*a*), ПДМДААХ (*б*) и СА МХ МДАПА (*в*) в дисперсных системах и способов их получения: *a*, *б* и *в* – последовательности 1, 2 и 3 соответственно

Разработанная технология (последовательность 1) в отличие от существующей позволяет уменьшить соотношение ГМК : электролит от 1,0 : 4,5 до 1,0 : 0,8, а также сократить расход КП от 0,30 до 0,01–0,04 % от а. с. в. и исключить упрочняющее вещество ($R_3 = 0,8$ % от а. с. в.). Эффект ресурсосбережения усиливается за счет замены сильноосновных КП на слабоосновные и повышения удержания не только волокон $СУ_v$ от 94,3 до 98,5 %, но и проклеивающих комплексов $СУ_{пк}$ от 70,0 до 95,3–98,4 %.

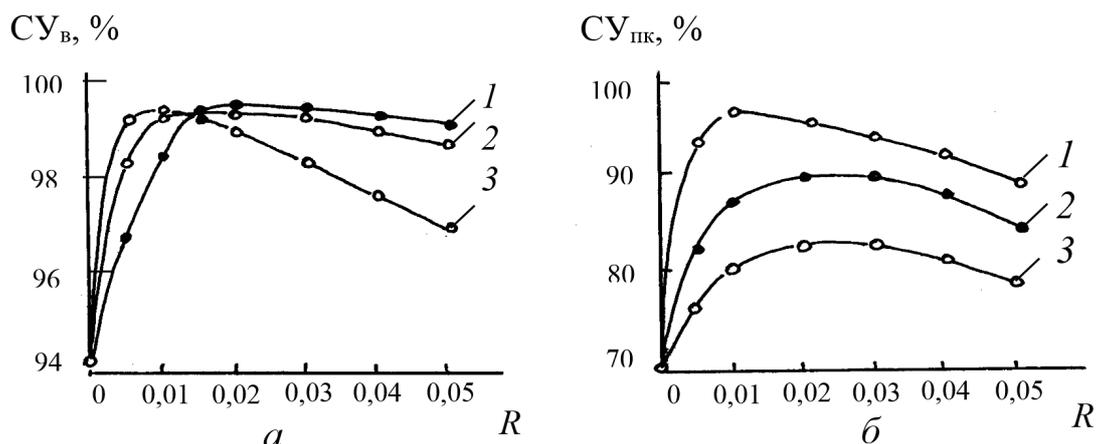


Рис. 2. Зависимости $SU_v = f(R)$ (а) и $SU_{пк} = f(R)$ (б) при изменении содержания ППС в дисперсных системах и способов их получения: 1, 2 и 3 – последовательности 1, 2 и 3 соответственно

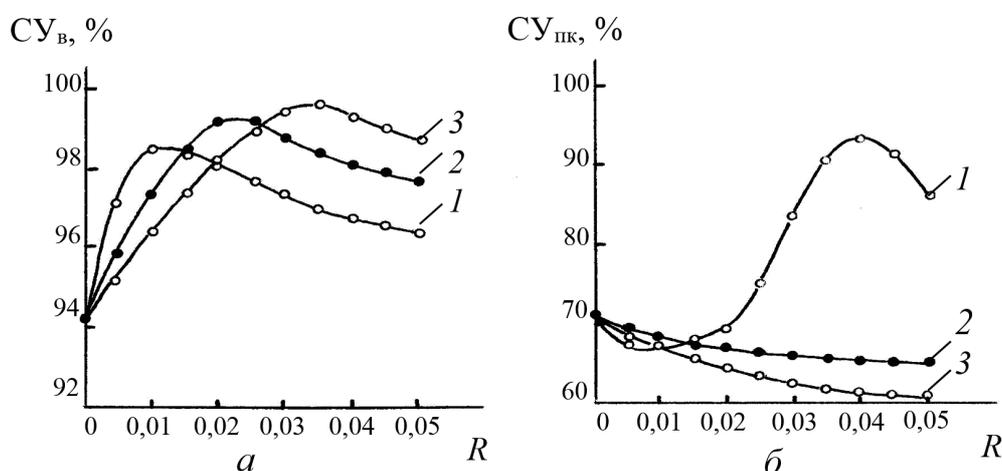


Рис. 3. Зависимости $SU_v = f(R)$ (а) и $SU_{пк} = f(R)$ (б) при изменении содержания ПДМДАХ в дисперсных системах и способов их получения: 1, 2 и 3 – последовательности 1, 2 и 3 соответственно

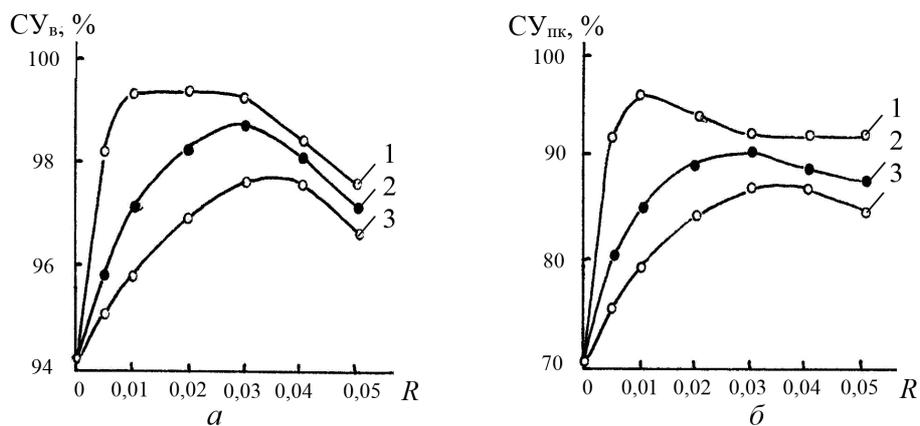


Рис. 4. Зависимости $SU_v = f(R)$ (а) и $SU_{пк} = f(R)$ (б) при изменении содержания СА МХ ДМАПА в дисперсных системах и способов их получения: 1, 2 и 3 – последовательности 1, 2 и 3 соответственно

Повышение (на 10–15 %) прочности бумаги и картона, полученных по разработанной технологии, достигается за счет максимального «сближения» волокон и уменьшения расстояния между ними.

Достижению положительных ресурсосберегающих эффектов способствуют изменения, происходящие в дисперсных системах. В особенности это относится к проклеивающим комплексам, для которых обеспечиваются следующие изменения: 1) снижение размеров от 4500–6000 нм (существующая технология, когда образуются коагуляты во второй области электролитной коагуляции ГМК) до 200–220 нм (разработанная технология, когда роль проклеивающих комплексов выполняют пептизированные частицы, полученные дезагрегированием коагулятов, образовавшихся в обнаруженной нами первой области электролитной коагуляции ГМК); 2) повышение электрокинетического потенциала от электронейтральных значений до +50 мВ; 3) обеспечение равномерности распределения монослоем на поверхности волокон и значительное снижение толщины гидрофобной пленки. Пептизирующиеся проклеивающие комплексы (разработанная технология) имеют размер 2000–3000 нм, когда соотношение ГМК : электролит изменяется от 1,0 : 0,6 до 1,0 : 0,8; при этом КП обеспечивает пептизацию таких комплексов и повышение электрокинетического потенциала образовавшихся пептизированных частиц от +35 до +50 мВ.

Таким образом, разработанный ресурсосберегающий способ получения макулатурных видов бумаги и картона основан на смещении процесса проклейки из традиционного режима гомокоагуляции в более эффективный режим гетероадагуляции пептизированных частиц в присутствии катионных полиэлектролитов (КП). Это позволяет уменьшить соотношение ГМК : электролит от 1,0 : 4,5 до 1,0 : 0,8, а также снизить содержание в дисперсной системе КП от 0,30 до 0,01–0,04 % от а. с. в. и исключить из бумажной массы упрочняющее вещество (0,8 % от а. с. в.). Эффект ресурсосбережения усиливается при замене сильноосновных КП на слабоосновные. Эффект ресурсосбережения усиливают повышение удержания в структуре бумаги и картона не только волокон от 94,3 до 98,5 %, но и проклеивающих комплексов от 70,0 до 95,3–98,4 %.

Список литературы

1. Черная Н.В., Шашок Ж.С., Усс Е.П., Дашкевич С.А., Мисюров О.А. Повышение эффективности проклейки волокнистых суспензий в нейтральной и слабощелочной средах (Обзор) // Труды БГТУ. Сер. 2. Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2023. № 1 (265). С. 36–64.