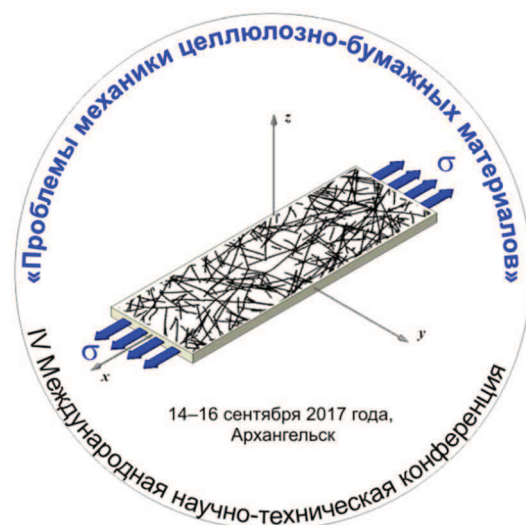




Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

# ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ



## МАТЕРИАЛЫ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА В.И. КОМАРОВА

14–16 сентября 2017 г.

Архангельск  
2017

УДК 676.017  
ББК 35.77  
П 78

Составитель – **Я.В. Казаков**

*Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда  
фундаментальных исследований (проект № 17-08-20431\17)*

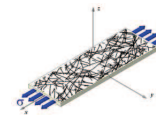
П 78        **Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов:**  
материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. памяти про-  
фессора В.И. Комарова (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) /  
Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:  
САФУ, 2017. – 377 с.  
ISBN 978-5-261-01259

Представлены материалы докладов по фундаментальным и  
прикладным исследованиям в области механики целлюлозно-  
бумажных материалов по следующим направлениям: физические  
основы и методы оценки механического поведения целлюлозно-  
бумажных материалов; новые технологические решения для повы-  
шения уровня механических свойств технической целлюлозы, бума-  
ги и картона; перспективы развития ресурсосберегающих способов  
получения бумаги и картона из рециркулируемого сырья; нанотех-  
нологии в получении новых видов целлюлозы и бумагоподобных  
материалов.

УДК 676.017  
ББК 35.77

ISBN 978-5-261-01259

© Северный (Арктический)  
федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова, 2017



## ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРТОНА ДЛЯ ПЛОСКИХ СЛОЕВ ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА И МЕШОЧНОЙ БУМАГИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАТИОН-АНИОННОЙ АКРИЛАТНОЙ СИСТЕМЫ УПРОЧНЕНИЯ: ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ

**М.Е. Романов<sup>1</sup>, У. Цибульский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>БКТ-Сервис, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>BIM Finland OY, Коувола, Финляндия

*В работе рассмотрены теоретические и экспериментальные исследования влияния катионной и анионной смол упрочнения на физико-механические показатели мешочной бумаги и картона для плоских слоев гофрированного картона из целлюлозной, макулатурной и смешанной композиции.*

## IMPROVING OF MECHANICAL PROPERTIES OF CORRUGATED BOARD LINER AND SACK PAPER BY MEANS OF CATION-ANION ACRYLATE SYSTEM OF STRENGTHENING. CASE STUDY

**M.E. Romanov<sup>1</sup>, Udo Zibulski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>BKT-Service, Saint-Petersburg, Russia

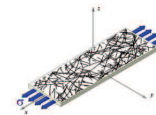
<sup>2</sup>BIM Finland OY, Kouvola, Finland

*Theoretical and experimental studies of cation and anion strengthening resins influence on mechanical properties of sack paper and corrugated board liner produced from pulp, recycled pulp, and mixed stock composition.*

В настоящее время упаковка из бумаги и картона остается одним из наиболее востребованных продуктов на потребительском рынке. Очень интересной особенностью упаковочного рынка не только в России, но и в мире является ярко выраженная тенденция к переходу на экологически чистые и хорошо утилизируемые материалы. Эта, во многом имиджевая составляющая упаковки как продукта, порой имеет первостепенное значение при выборе упаковочного материала.

Большинство видов бумаги и картона выпускается на основе вторичного сырья. Проблемы использования вторичного волокна и связанные с ними трудности достижения стабильных физико-механических показателей известны и хорошо изучены. В этой связи проблема упрочнения макулатурных видов бумаги и картона остается актуальной.

Рынок мешочной бумаги считается одним из наиболее перспективных в сегменте упаковочных бумаг. Здесь прослеживается обратная тен-



денция – вытеснение полимерных материалов. Основные отрасли потребления мешочной бумаги – пищевая промышленность и промышленность строительных материалов.

При выполнении данной работы перед нами стояли следующие производственные задачи:

1) упрочнение картона содержащего в композиции до 70 % макулатуры;

2) упрочнение мешочной бумаги на бумагоделательной машине, которая переоборудована из машины для производства флутинга без установки специального оборудования для производства мешочной бумаги.

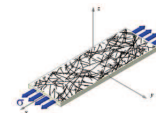
Наиболее простым, доступным и экономически целесообразным способом решения указанной проблемы является применение в композиции бумаги вспомогательных добавок с направленным упрочняющим действием. В настоящее время основным упрочняющим средством являются катионные крахмалы разного происхождения и различной степени замещения. При этом применение крахмалов ограничено в определенной области ввиду их удельных расходов и электрокинетических характеристик композиций массы. Повышение расходов крахмалов ограничено их низким удержанием и малым катионным зарядом и приводит к достаточно сильной микробиологической активности в массоподводящей системе и оборотных водах бумажных машин. В настоящее время многие производства склоняются к использованию синтетических упрочняющих полимеров и ищут альтернативу применения крахмалов.

Для решения поставленных задач была предложена катион-анионная акрилатная система упрочнения, основанная на продуктах BIM DS 2795 (анионная смола прочности) и BIM DS 2801 (катионная смола прочности) компании «BIM Finland» OY.

Продукты серии BIM DS представляют собой разветвленные полимеры, содержащие катионные и анионные группы, а также большое количество упрочняющих функциональных групп.

Совместное действие данных продуктов способствует балансу необходимой катионной потребности в системе, надежному закреплению полимеров на волокнах бумажной массы и конечному упрочнению бумажного полотна после сушки за счет содержащихся в полимерах функциональных групп карбоксильного и гидроксильного характера.

Продукты серии BIM DS благодаря своей разветвленной структуре способны обеспечивать дополнительное связеобразование между волокна-



ми в момент когда расстояние слишком велико для образования водородных связей. Кроме того они усиливают обычные связи сформированные между волокнами в ходе сушки, обеспечивая дополнительную прочность в сухом состоянии.

Следует отметить, что при использовании катион-анионной системы упрочнения бумаги и картона необходим контроль катионной и анионной потребности при дозировании полимеров для обеспечения наиболее полного закрепления катионных и анионных смол, а, следовательно, функциональных упрочняющих групп на волокнах композиции массы и в полотне;

### 1. Упрочнение картона, содержащего до 70 % макулатуры в композиции

Основной показатель, на который было обращено наше внимание – это сопротивление сжатию на коротком расстоянии по (*SCT*), кН/м.

Нами было проведено лабораторное исследование непосредственно на предприятии. Параметры и композиция при отборе массы представлены в табл. 1.

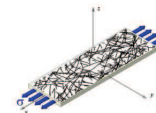
Таблица 1. Параметры БДМ и композиция при отборе массы на исследование.

| Параметр                                   | Значение |
|--|----------|
| Картон, г/м <sup>2</sup>                   | 125      |
| Производительность, т/ч                    | 6,8      |
| Макулатура, %                              | 70       |
| Сульфитная небеленая хвойная целлюлоза, %  | 30       |
| АКД, кг/т                                  | 12,3     |
| Смола прочности во влажном состоянии, кг/т | 3,0      |
| Пенегаситель, кг/т                         | 0,22     |

Перед отбором массы на исследования были проведены замеры катионной потребности в массоподводящей и оборотной системе БДМ (табл. 2).

Таблица 2. Катионная потребность (КП) массы (существующая ситуация)

| Место измерения                    | КП, мкг-экв/л |
|------------------------------------|---------------|
| Приёмный бассейн хвойной целлюлозы | -130          |
| Приёмный бассейн макулатуры        | -190          |
| Композиционный бассейн             | -195          |
| Машинный бассейн                   | -172          |
| БПУ                                | -192          |
| Напорный ящик                      | -144          |
| Сборник оборотной воды             | -148          |



Из табл. 2 видно, что система отрицательно заряжена.

Далее были проведены лабораторные испытания образцов с применением катион-анионной акрилатной системы упрочнения в машинном бассейне. Режимы и катионная потребность после применения системы упрочнения представлены в табл. 3.

Таблица 3. Катионная потребность (КП) массы при различных дозировках системы упрочнения

| Продукт        |         | Удельный расход, кг/т | КП после дозирования, мкг-экв/л | КП после дозирования, мкг-экв/л |
|----------------|---------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Холостая проба |         | 0                     | -170                            | -170                            |
| 1 вариант      | DS 2795 | 2                     | -250                            | -                               |
|                | DS 2801 | 2                     | -                               | -20                             |
| 2 вариант      | DS 2795 | 3                     | -320                            | -                               |
|                | DS 2801 | 3                     | -                               | -10                             |
| 3 вариант      | DS 2795 | 5                     | -470                            | -                               |
|                | DS 2801 | 4                     | -                               | -40                             |

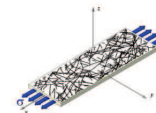
Для оценки результатов были изготовлены отливки массой 125 г/м<sup>2</sup>. Полученные образцы анализировались по показателям сопротивление продавливанию и сопротивление сжатию короткого образца (*SCT*). Степень помола целлюлозной массы в машинном бассейне при отборе составил 35 °ШР.

Таблица 4. Механические свойства испытанных образцов

| Вариант                     | Химикаты                                | Продавливание, кПа | <i>SCT</i> , кН/м |
|-----------------------------|---|--------------------|-------------------|
| Холостая проба              |   | 4,1                | 3,3               |
| 1 вариант                   | BIM DS 2801 + BIM DS 2795<br>(2+2 кг/т) | 4,5                | 3,7               |
| <b>Процент изменения, %</b> |   | <b>9,8</b>         | <b>12,1</b>       |
| 2 вариант                   | BIM DS 2801 + BIM DS 2795<br>(3+3 кг/т) | 4,7                | 4,1               |
| <b>Процент изменения, %</b> |   | <b>14,6</b>        | <b>24,2</b>       |
| 3 вариант                   | BIM DS 2801 + BIM DS 2795<br>(4+5 кг/т) | 5,1                | 4,9               |
| <b>Процент изменения, %</b> |   | <b>24,3</b>        | <b>48,5</b>       |

## 2. Упрочнение мешочной бумаги марки М 70.

Перед нами поставлена задача – увеличение физико-механических показателей мешочной бумаги. Нами была проведена лабораторная работа



непосредственно на предприятии. Параметры БДМ и композиция при отборе массы представлены в табл. 5.

Таблица 5. Параметры БДМ и композиция при отборе массы на исследование

| Параметр                                   | Величина |
|--|----------|
| Мешочная бумага, г/м <sup>2</sup>          | 80       |
| Производительность, т/ч                    | 6,3      |
| Хвойная небеленая целлюлоза, %             | 100      |
| Канифольный клей, кг/т                     | 15       |
| Полиоксихлорид алюминия*, кг/т             | 100      |
| Смола прочности во влажном состоянии, кг/т | 3,0      |
| Пеногаситель, кг/т                         | 0,3      |

\*Предприятие для нейтрализации суспензии хвойной целлюлозы собственного производства и для создания условий псевдонейтральной проклейки (рН 6,0) использует большие количества оксихлорида алюминия (15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Перед отбором массы на исследования были проведены замеры катионной потребности в массоподводящей и оборотной системе БДМ (табл. 6). Замеры показали, что коллоидная система имеет достаточно большую анионную потребность и находится в перезаряженном состоянии, волокна целлюлозы и мелочи заряжены положительно.

Таблица 6. Катионная потребность (КП) массы (существующая ситуация)

| Место измерения                    | КП, мкг-экв/л |
|------------------------------------|---------------|
| Приёмный бассейн хвойной целлюлозы | -120          |
| Композиционный бассейн             | -150          |
| Машинный бассейн                   | +580          |
| БПУ                                | +400          |
| Напорный ящик                      | +350          |
| Сборник оборотной воды             | +410          |

В данном случае видно, что система сильно положительно заряжена (высокая анионная потребность). Это позволяет дозировать только анионную упрочняющую смолу ВIM DS 2795, второй катионный компонент не требуется. Анионная смола ВIM DS 2795 будет эффективно осаждаться на волокнах и мелочи композиции бумажной массы.

Далее были проведены лабораторные испытания образцов с применением анионной акрилатной системы упрочнения в машинном бассейне. Режимы и анион/катионная потребность после применения системы упрочнения представлены в табл. 7.

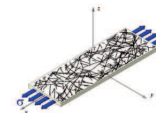


Таблица 7. Анион/катионная потребность массы

| Продукт        |         | Удельный расход,<br>кг/т | КП после дозирования,<br>мкг-экв/л |
|----------------|---------|--------------------------|------------------------------------|
| Холостая проба |         | 0                        | +580                               |
| 1 вариант      | DS 2795 | 4                        | +180                               |
| 2 вариант      | DS 2795 | 6                        | +10                                |
| 3 вариант      | DS 2795 | 8                        | -25                                |
| 4 вариант      | DS 2795 | 10                       | -80                                |

Для оценки результатов были изготовлены отливки массой 80 г/м<sup>2</sup> при дозировании анионной смолы прочности с расходом 10 кг/т (4 вариант). Полученные образцы анализировались по всем основным физико-механическим показателям для мешочной бумаги. Степень помола целлюлозной массы в машинном бассейне при отборе составила 40 °С. Результаты представлены в табл. 8.

Таблица 8. Физико-механические показатели образцов для мешочной бумаги

| Характеристика                                       | Холостая проба | Опытная проба | % изменения |
|--|----------------|---------------|-------------|
| Разрушающее усилие, Н                                | 62             | 67,3          | 8,4         |
| Разрывная длина, м                                   | 4960           | 5380          | 8,4         |
| Деформация при разрушении, %                         | 1,6            | 2             | 25,8        |
| Прочность при растяжении, кН/м                       | 4,14           | 4,49          | 8,4         |
| Поглощение энергии при растяжении, Дж/м <sup>2</sup> | 44,36          | 56,47         | 27,3        |

#### Выводы.

1. Применение катион-анионной акрилатной системы упрочнения позволяет значительно увеличить физико-механические показатели картона из макулатуры.
2. Применение катион-анионной акрилатной системы упрочнения позволяет значительно увеличить физико-механические показатели мешочной бумаги на машине, не имеющей специального оборудования для производства таковой.
3. Практическое применение поликатионных и полианионных добавок требует индивидуального подхода в зависимости от поставленной задачи и конкретной бумагоделательной машины.