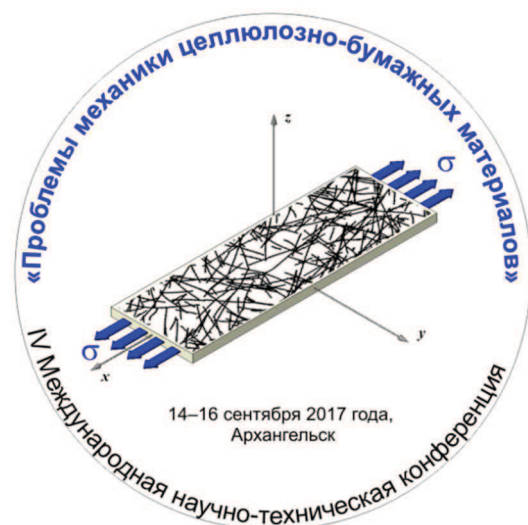




Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

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)*

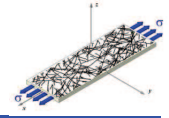
П 78 **Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов:**
материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. памяти про-
фессора В.И. Комарова (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) /
Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:
САФУ, 2017. – 377 с.
ISBN 978-5-261-01259

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 повышения уровня механических свойств технической целлюлозы, бумаги и картона; перспективы развития ресурсосберегающих способов получения бумаги и картона из рециркулируемого сырья; нанотехнологии 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



МНОГОСЛОЙНОСТЬ КАРТОНА КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

В.В. Гораздова, Е.В. Дернова

Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск, Россия

Представлены результаты комплексных лабораторных исследований многослойных образцов картона, направленных на повышение и регулирование характеристик прочности и деформативности целлюлозно-бумажных материалов.

MULTILAYER CARDBOARD AS A FACTOR OF REGULATION OF ITS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

V.V. Gorazdova, E.V. Dernova

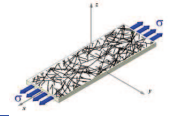
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

The results of integrated laboratory studies of multi-layer cardboard samples aimed at increasing and regulating the strength and deformation characteristics of pulp and paper materials are presented.

Известно, что прочность целлюлозно-бумажных материалов, и в частности картона, возрастает как при увеличении его массы 1 м^2 , так и при формировании в несколько слоев по сравнению с однослойным формированием. Многослойное формирование улучшает многие прочностные свойства картона без повышения 1 м^2 за счет сочетания более пухлого внутреннего слоя листа с уплотненными, прочными наружными слоями. Это объясняется тем, что в однослойном листе имеются локальные участки полотна с меньшей массой 1 м^2 , по которым и происходит его разрушение при приложении соответствующих нагрузок. С увеличением числа элементарных слоев вероятность наложения друг на друга этих слабых участков убывает и происходит выравнивание полотна по массе. Картон становится более равномерным по плотности, с высокими прочностными характеристиками. Таким образом, варьированием количества и качества слоев можно влиять на характеристики прочности и деформативности целлюлозно-бумажных материалов [1–3, 6].

В условиях конкуренции на рынке товаров народного потребления упаковка выполняет не только утилитарную функцию обеспечения сохранности товара, но и становится маркетинговым инструментом в борьбе за внимание потребителя.

Среди упаковочных картонов выделяют две основные группы.



К первой группе относят материалы для производства гофрированного картона – картон для плоских слоев (картон-лайнер) и бумага для гофрирования (флютинг).

Ко второй группе относят материалы, предназначенные для изготовления потребительской тары – коробок, пачек и других видов упаковки.

Упаковочные картоны должны отвечать таким основным требованиям, как высокая жесткость, каркасность, барьерные свойства, прочность.

Типичная структура имеет несколько слоев:

- мелованный – один или несколько (чаще два) слоев мелования;
- верхний – один или несколько слоев из качественного первичного сырья;
- средний – достаточно толстый слой из дешевого сырья (макулатура, механическая масса, небеленая целлюлоза, различные отходы производства), что дает возможность снизить стоимость картона без ухудшения его барьерных свойств;
- нижний – один или несколько слоев качественного сырья (беленая целлюлоза, небеленая целлюлоза, древесная масса, макулатура).

Общее правило: качество сырья уменьшается сверху до среднего слоя и увеличивается от него вниз.

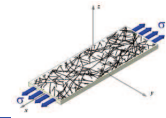
Картоны, содержащие макулатуру, несколько дешевле, однако они, как правило, менее жесткие. Целлюлоза повышенной прочности (крафт) используется для повышения уровня жесткости картона, его прочности и влагостойкости.

В настоящей работе исследовали влияние многослойного формования на характеристики прочности и деформативности модельных образцов картона.

С этой целью в лабораторных условиях изготавливали многослойные образцы картона при использовании следующих композиций отдельных слоев по волокну:

- полуфабрикаты высокого выхода (ПВВ): смесь хвойной ЦВВ и лиственной полуцеллюлозы при степени помола 18 и 24 °ШР и соотношении 30:70 соответственно;
- беленые виды целлюлозы (БЦ): смесь лиственной и хвойной сульфатных беленых целлюлоз при степени помола 30 °ШР и соотношении 50:50;
- макулатура марки МС-5Б (М): при степени помола 30 °ШР.

Размол массы проводили на лабораторной мельнице Йокро. Для оценки влияния многослойного формования на уровень физико-



механических характеристик картона изготавливали модельные одно-, двух-, трех- и четырехслойные образцы. Общая масса образцов, вне зависимости от количества элементарных слоев структуры, составляла 200 г/м^2 . Следовательно, при моделировании двухслойных образцов масса каждого элементарного слоя составляла 100 г, трехслойных – 66,7 г, четырехслойных – 50 г.

При моделировании многослойных образцов картона соблюдали указанное выше правило: внутренние слои образцов изготавливали из наиболее дешевого и низкокачественного сырья – макулатуры, а наружные слои – из высококачественных первичных полуфабрикатов.

Результаты испытаний представлены на рис. 1–3.

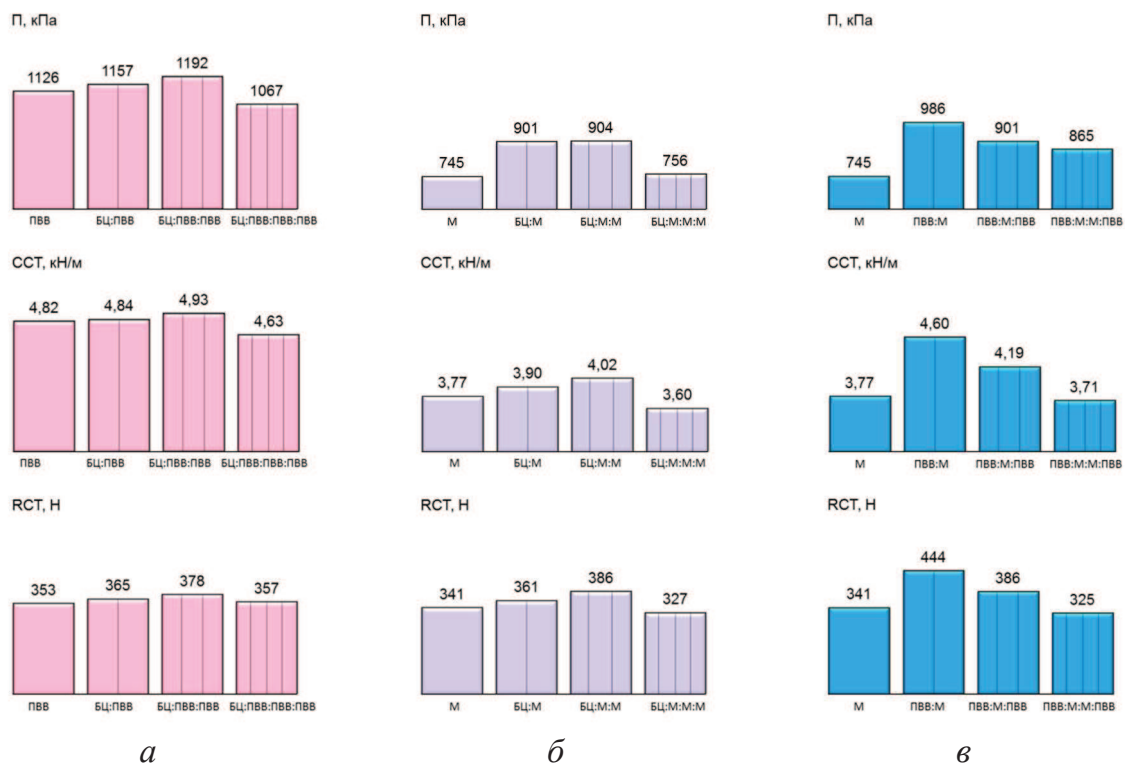
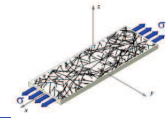


Рис. 1. Влияние количества слоев на стандартные физико-механические показатели картона: а – ПВВ+БЦ, б – М+БЦ, в – М+ПВВ

В целом установлено, что увеличение количества элементарных слоев в образцах картона, изготовленных только из первичных волокон (ПВВ+БЦ), благоприятно влияет на характеристики прочности и деформативности (рис. 1, а). Разрывная длина (L) и деформация разрушения (ϵ_p) растут во всем диапазоне увеличения элементарных слоев от одно- к четырехслойным. Сопротивление продавливанию (Π), сжатию (CCT , RCT) и излому (N) достигает максимальных значений лишь на трехслойных лабораторных образцах. Как известно, с увеличением до определенного предела



количества слоев в материале обеспечивается повышение равномерности просвета за счет наложения друг на друга слабых участков и выравнивания полотна по массе. Следовательно, картон становится более равномерным по плотности, с высокими прочностными характеристиками.

Показатель энергии внутренних связей по Скотт-Бонду (Scott, Дж/м²) при увеличении количества элементарных слоев в композиции картона также несколько повышается, что, по-видимому, обусловлено улучшением сцепления слоев в z-направлении при снижении их толщины.

Таким образом, оптимальными, с точки зрения комплекса указанных характеристик, являются трехслойные образцы.

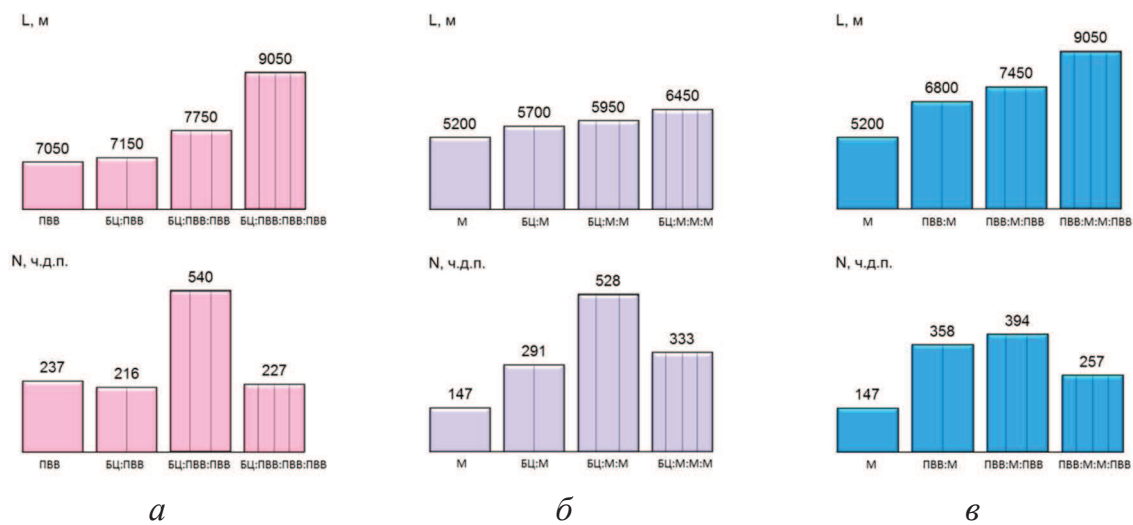
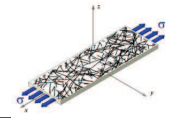


Рис. 2. Влияние количества слоев на показатели прочности картона:
 а – PBB+BC, б – M+BC, в – M+PBB

В то же время обнаружено, что увеличение количества элементарных слоев до четырех приводит к постепенному снижению трещиностойкости (на 20 %) при одновременном увеличении деформации разрушения. Данный факт, по-видимому, обусловлен двумя причинами. Во-первых, в данном случае при увеличении многослойности картона начинает преобладать влияние снижения межслоевых контактов. Во-вторых, необходимо учитывать, что в условиях лабораторного изготовления образцов (по сравнению с промышленными условиями формования на КДМ) соединение слоев происходит при более высокой сухости, а прессование производится при низком нерегулируемом давлении, вследствие этого образуются дефекты в местах соединения элементарных слоев.

При замене в композиции картона небеленых полуфабрикатов высокого выхода на макулатуру (рис. 1, б) можно отметить следующее.



Динамика изменения характеристик прочности, жесткости и деформативности при переходе от одно- к многослойным образцам аналогична предыдущему варианту, но более выражена с точки зрения прироста значений показателей. Это связано с тем, что в качестве однослойного образца, в данном случае, рассматривается картон из 100 % макулатуры. Переход к многослойным образцам (М+БЦ) и, следовательно, включение в состав картона элементарного слоя (покровного) из беленого волокна, приводит к закономерному повышению значений показателей на 7...20 %.

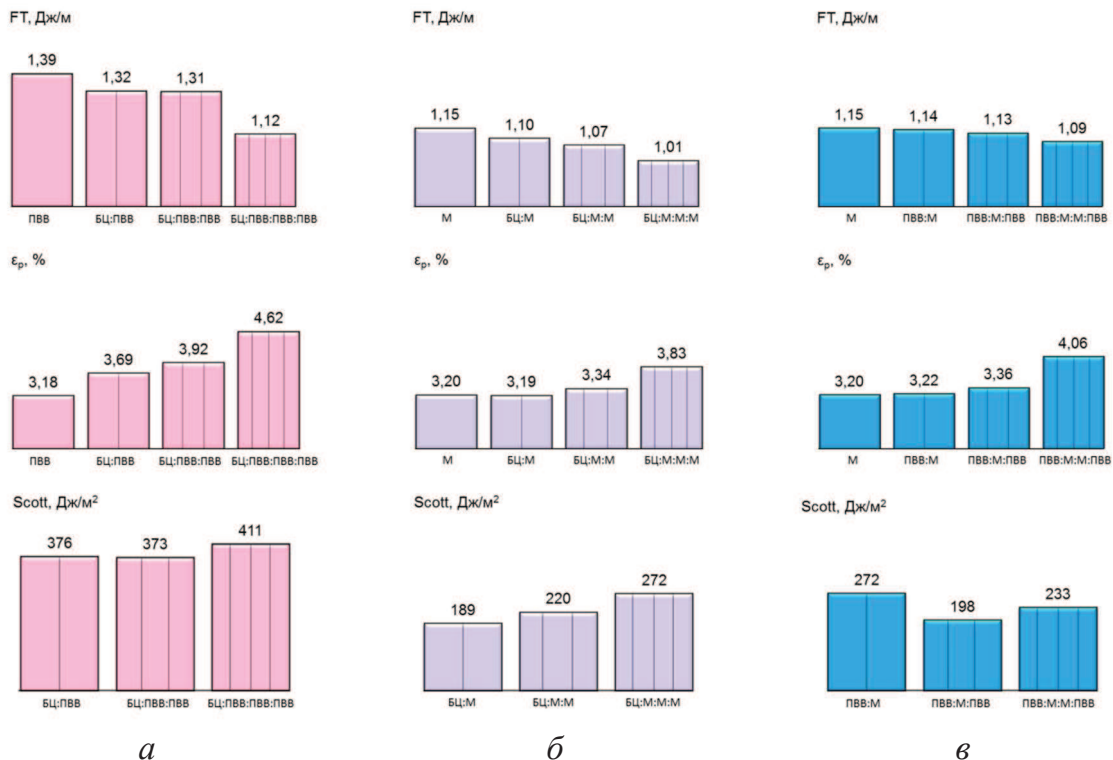
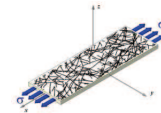


Рис. 3. Влияние количества слоев на показатели трещиностойкости и деформативности картона: *а* – ПВВ+БЦ, *б* – М+БЦ, *в* – М+ПВВ

С другой стороны, характеристики сопротивления продавливанию и сжатию (Π , $ССТ$) при замене первичных элементарных слоев на макулатурные закономерно снижаются на 16...25 %.

Результаты испытаний образцов третьего варианта – из полуфабрикатов высокого выхода и макулатуры (М+ПВВ), в свою очередь, занимают промежуточное положение между рассмотренными выше (рис. 1, *в*). Оптимальными с точки зрения комплекса физико-механических характеристик, в данном случае, являются двухслойные образцы. В случае рассмотрения трехслойных образцов, даже при снижении общей доли макулатурного волокна в композиции, наблюдается снижение показателей их качества. Это обусловлено возрастанием влияния перенапряжений, возникаю-



щих на границе раздела фаз между элементарными слоями, обладающими отличными друг от друга свойствами (макулатурное и первичное волокно высокого выхода).

В целом, прочностные свойства многослойных образцов картона зависят от прочности отдельных элементарных слоев, но вклад каждого различен. Свойства наружных слоев оказывают большее влияние на деформативность, чем на его прочность. В то же время при сопротивлении различным видам нагрузок ведущая роль принадлежит внутренним слоям.

Таким образом, продемонстрирована возможность моделирования (варьирования) количества и качества элементарных слоев картона для достижения требуемых бумагообразующих свойств.

Работа выполнена в инновационно-технологическом центре «Современные технологии переработки биоресурсов Севера» (Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова) при финансовой поддержке Минобрнауки России»

Список литературы

1. Вураско А.В., Агеев А.Я., Агеев М.А. Технология получения, обработки и переработки бумаги и картона: учебное пособие. Екатеринбург, 2011. 278 с.
2. Дулькин Д.А., Спиридонов В.А., Комаров В.И., Блинова Л.А. Свойства целлюлозных волокон и их влияние на физико-механические характеристики бумаги и картона: монография. Архангельск, 2011. 163 с.
3. Дулькин, Д.А. Развитие научных основ и совершенствование процессов технологии бумаги и картона из макулатуры: дис. д-ра техн. наук. - Архангельск, 2008. 382 с.
4. Комаров В.И., Гурьев А.В., Елькин В.П. Механика деформирования целлюлозных тароупаковочных материалов: учебное пособие. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. 171 с.
5. Комаров В.И. Деформация и разрушение волокнистых целлюлозно-бумажных материалов. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. 440 с.
6. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. 2. Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона. СПб.: Политехника, 2005. 423 с.
7. Хованский В.В., Дубовый В.К., Кейзер П.М. Технология бумаги и картона / под ред. проф. А.С. Смолина: учебное пособие. СПб: Изд-во ГОУВПО СПбГТУРП, 2010. 98 с.