

Н. В. Жолнерович, ст. преподаватель; Н. В. Черная, доцент; К. А. Лях, студент

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ МЕШОЧНОЙ БУМАГИ

Clause is devoted to studying of properties paper for bags glued in the neutral environment at presence of strengthening additives. Carried out researches have allowed to develop a way of manufacturing papers for bags with the raised physico-mechanical operational properties which complex estimation was carried out on absorption of energy at break, to explosive length of samples, rigidity at break and to module Junga. It is established, that application in a composition papers for bags of strengthening additive Melapret in quantity of 0,13% from a. d. f. In a combination with neutral prosticky with use of glutinous composition leads to increase of durability of a paper and allows to reach absorption of energy at explosiv 72 J/m², explosive length of 6500 m, module Junga 3,1 GPa and rigidity at break of 538 kN/m. Obtained data can be used at perfection of manufacturing techniques of packing kinds of a paper and a cardboard.

Введение. Бумага мешочная, предназначенная для изготовления многослойных мешков, является на сегодняшний день одним из наиболее массовых и прочных видов бумаги. При этом в современных условиях повышения экологичности производства и удешевления способов утилизации отработанной упаковки производство ее все возрастает [1–2].

Требования, предъявляемые к мешочной бумаге, должны учитывать весьма разнообразные условия изготовления и эксплуатации бумажных мешков. Однако создать универсальный вид бумаги, удовлетворяющий всех потребителей, практически невозможно, да и нецелесообразно. Специальные виды бумаги, отличающиеся или специфическими защитными, или хорошими печатными свойствами, или очень высокой прочностью, выпускаются по индивидуальным заказам. Бумага, обладающая защитными свойствами, применяется, как правило, только в качестве наружного или внутреннего слоев мешка.

Многослойная конструкция бумажного мешка позволяет достигать требуемых свойств готовых изделий, комбинируя несколько видов бумаги в различных сочетаниях. При этом все виды мешочной бумаги должны обладать достаточной прочностью, эластичностью и максимальной возможной равномерностью свойств.

Традиционно мешочная бумага изготавливается из небеленой сульфатной хвойной целлюлозы с добавлением в композицию проклеивающих материалов и вспомогательных упрочняющих добавок. Технология изготовления ее постоянно совершенствуется путем использования новых упрочняющих добавок, нанесения поверхностного покрытия с целью придания паро-, водо-, газонепроницаемости, ламинирования полиэтиленом и т. д.

Весьма важным для мешочной бумаги является обеспечение ее физико-механических свойств. Однако оценка качества мешочной бумаги по показателям статической прочности, которыми традиционно характеризуют качество бумаги, является недостаточной и требует определения также устойчивости бумаги к

ударным нагрузкам по динамической прочности вследствие особых условий эксплуатации данного вида продукции.

Поэтому поискам взаимосвязи между прочностью бумаги и мешков уделяется очень много внимания. В итоге проведенных в разных странах экспериментальных работ, исследователи пришли к единодушному выводу, что четкой зависимости между прочностью мешков и физико-механическими свойствами бумаги не существует [2]. Это вызвано различиями в условиях приложения нагрузки, конструктивными особенностями мешков и свойствами затаренного продукта.

В связи с тем что единая общепринятая методика оценки качества мешочной бумаги до сих пор не разработана, в технической документации разных государств данный вид бумаги характеризуется различными показателями, так как мнения о важности ее отдельных свойств не однозначны. При этом следует отметить, что лучшие образцы мешочной бумаги отличаются равномерностью свойств, большой плотностью, высоким удлинением, значительным сопротивлением раздиранию при относительно низкой воздухопроницаемости и не слишком высокой степени проклейки.

Свойства мешочной бумаги, в особенности прочность, значительно зависят от влажности бумаги. С увеличением влажности выше 12% растяжимость, эластичность бумаги возрастают, а прочность межволоконных сил связей ослабляется, что приводит к падению прочности во влажных условиях. Поэтому совершенствование технологии изготовления мешочной бумаги направлено на решение комплекса проблем, связанных с повышением как гидрофобных, так и прочностных свойств в сухом и влажном состояниях.

Основная часть. Одним из направлений совершенствования технологии изготовления мешочной бумаги и повышения ее качества является перевод процесса проклейки в нейтральную среду с одновременным применением вспомогательных упрочняющих добавок. В качестве добавки был выбран известный и достаточно широко

ко применяемый на бумажных и картонных предприятиях Республики Беларусь продукт под торговым названием Melapret, позволяющий одновременно придавать бумаге прочность как в сухом, так и во влажном состояниях, что является актуальным для мешочной бумаги.

В начальной стадии развития производства бумажных мешков на предприятиях стремились увеличить разрывную длину мешочной бумаги в соответствии с господствовавшим мнением о преобладающем влиянии сопротивления разрыву на прочность бумажных мешков. Однако одного показателя разрывной длины для оценки качества бумаги оказалось недостаточно.

Множество исследователей рекомендовали оценивать качество бумаги в первую очередь по ее способности поглощать энергию при растяжении до разрыва.

Поэтому целью работы являлось разработка способа изготовления мешочной бумаги, проклеенной в нейтральной среде с использованием упрочняющих добавок, путем сопоставительной оценки ее прочности по традиционным показателям (разрывная длина, влагопрочность) и по показателям, характеризующим динамическую прочность данного вида продукции (поглощение энергии при разрыве и модуль Юнга).

Для достижения цели в лабораторных условиях были изготовлены образцы мешочной бумаги массой 80 г/м^2 . Выбор массы 1 м^2 мешочной бумаги продиктован требованиями одновременного достижения прочности и эластичности. С одной стороны, повышение количества волокон на единицу площади прямо пропорционально увеличивает прочностные свойства бумаги, с другой стороны, увеличение массы 1 м^2 приводит к возрастанию жесткости и снижению эластичности бумаги.

Исследования проводились в соответствии с ортогональным рототабельным планированием [3]. План эксперимента включал 16 опытов, в каждом из которых было выполнено пять параллельных измерений.

В качестве независимых переменных были выбраны расходы проклеивающего вещества (X_1 , % от а. с. в.), коагулянта (X_2 , % от а. с. в.) и влагопрочной добавки (X_3 , % от а. с. в.).

В качестве волокнистого полуфабриката использовали сульфатную небеленую целлюлозу из хвойных пород древесины. Для проклейки бумаги в нейтральной среде применяли клеевую канифольную композицию ТМВС-2Н. В качестве критериев оптимизации были выбраны прочностные показатели качества мешочной бумаги: поглощение энергии при разрыве (Y_1 , Дж/м²), разрывная длина (Y_2 , м), жесткость при разрыве (Y_3 , кН/м), модуль Юнга (Y_4 , ГПа).

По экспериментальным данным были получены адекватные полиномиальные уравнения и построены двумерные сечения поверхности

отклика изменения прочностных свойств мешочной бумаги в зависимости от расходных и режимных параметров ее изготовления, представленные на рис. 1–4.

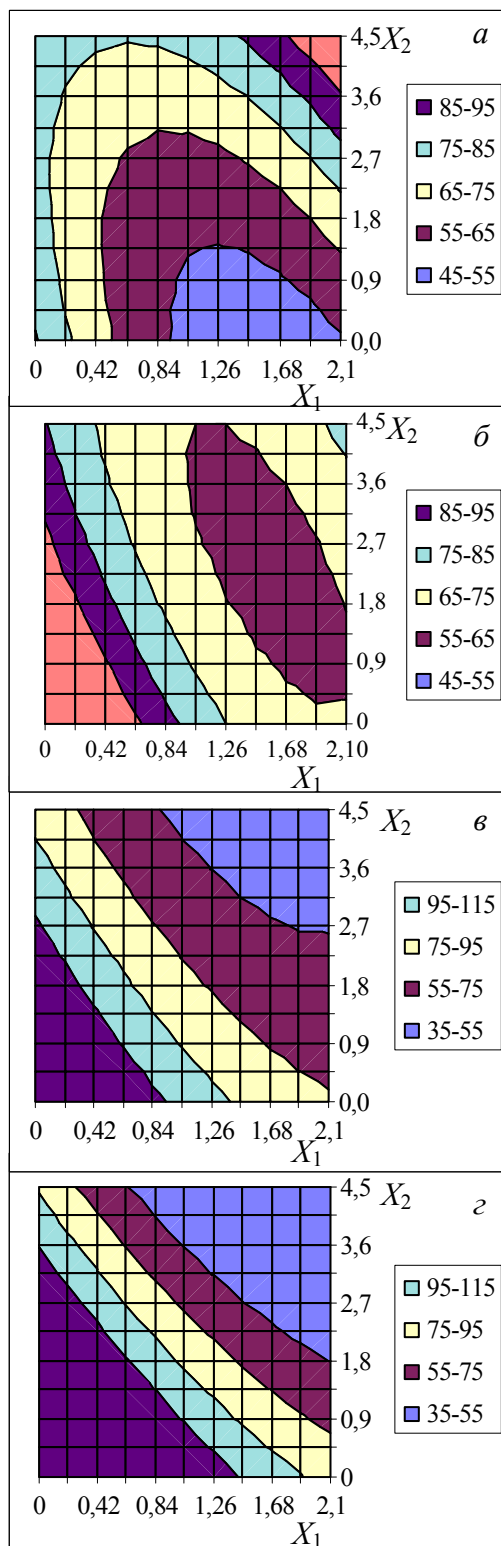


Рис. 1. Изменение поглощения энергии при разрыве в зависимости от условий изготовления образцов при расходе влагопрочной добавки, % от а. с. в.: а – 0; б – 0,05; в – 0,10; г – 0,15

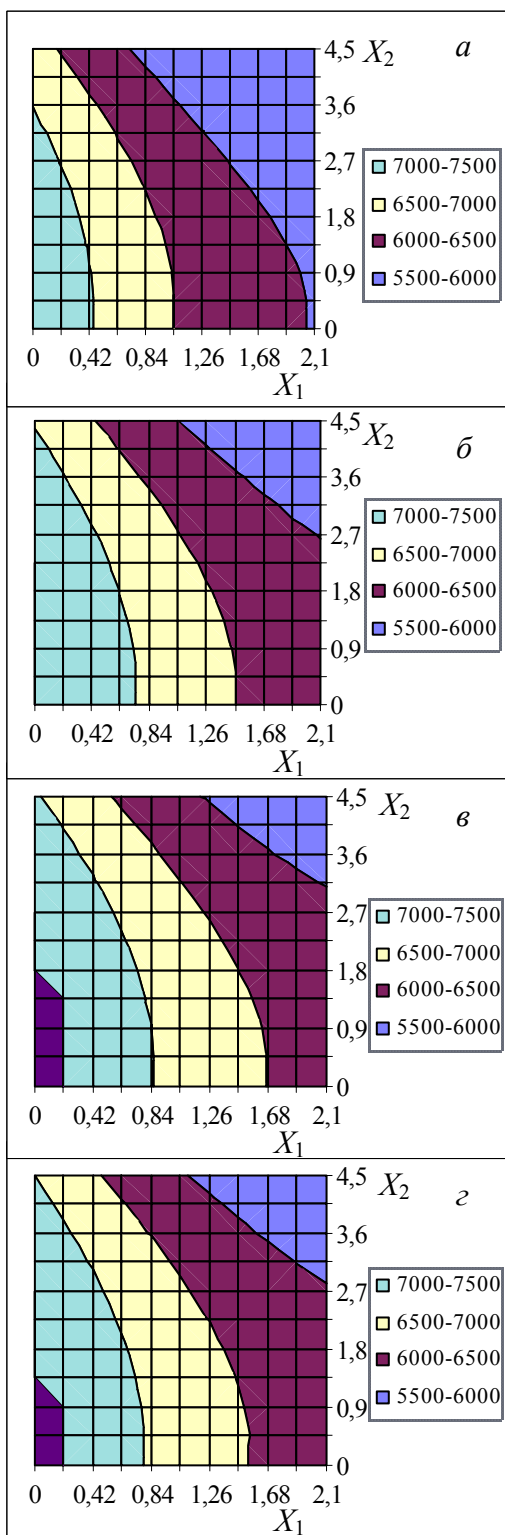


Рис. 2. Изменение разрывной длины, м, в зависимости от условий изготовления образцов при расходе влагопрочной добавки, % от а. с. в.: а – 0; б – 0,05; в – 0,10; г – 0,15

Как видно из рис. 1–2, при увеличении расхода проклеивающего материала поглощение энергии при разрыве и разрывная длина снижаются во всем исследуемом диапазоне расходов химикатов. При этом добавка в композицию влагопрочной смолы компенсирует паде-

ние прочности образцов, вероятно, вследствие образования дополнительного количества межволоконных сил связей. Однако интенсивность увеличения поглощения энергии при разрыве выше, чем увеличение разрывной длины.

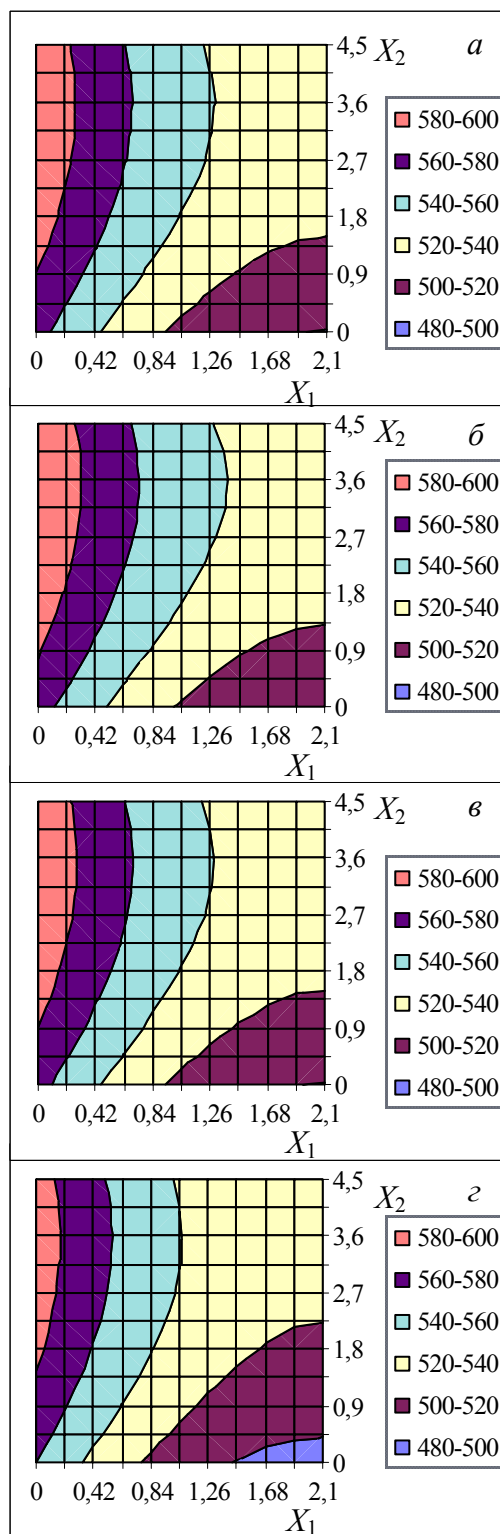


Рис. 3. Изменение жесткости при разрыве, кН/м, в зависимости от условий изготовления образцов при расходе влагопрочной добавки, % от а. с. в.: а – 0; б – 0,05; в – 0,10; г – 0,15

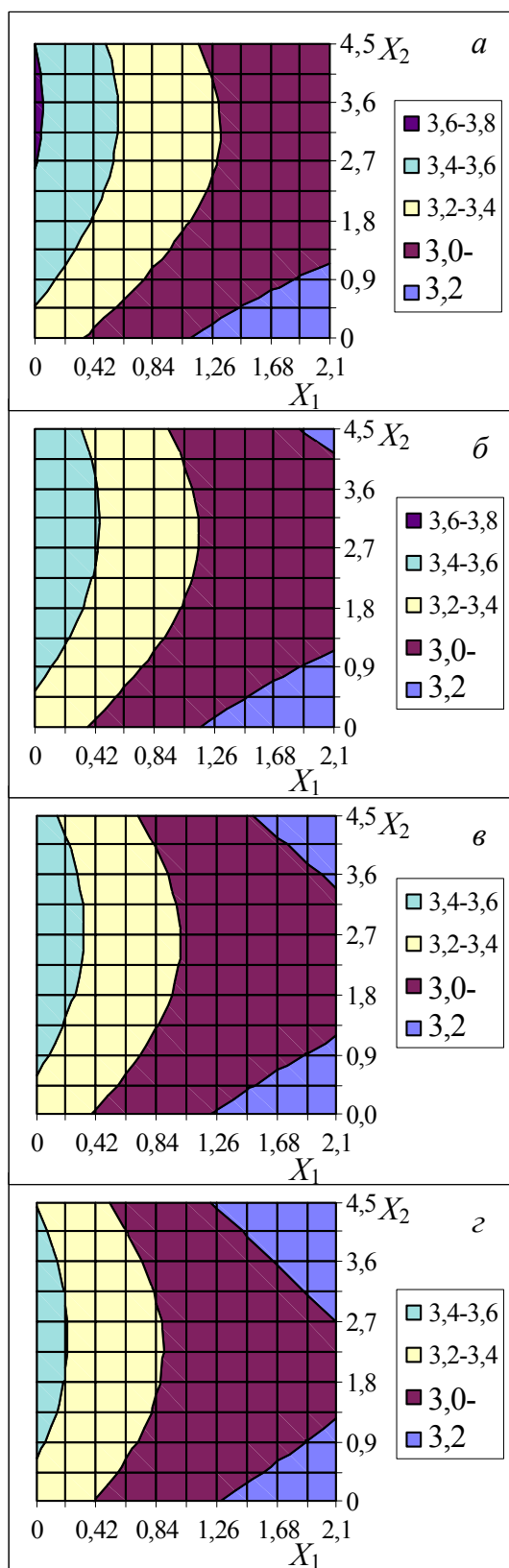


Рис. 4. Изменение модуля Юнга, ГПа, в зависимости от условий изготовления образцов при расходе влагопрочной добавки, % от а. с. в.: а – 0; б – 0,05; в – 0,10; г – 0,15

Сравнительный анализ полученных данных, представленных на рис. 3–4 показал, что при

добавлении как проклеивающего вещества в сочетании с коагулянтом, так и влагопрочной добавки наблюдается снижение эластичности бумаги, оцениваемой по показателю модуль Юнга, и повышение жесткости при разрыве.

Это, вероятно, связано с уменьшением количества контактов непосредственно между целлюлозными волокнами и является нежелательным для данного вида продукции. Поэтому расход упрочняющей добавки должен быть ограничен, чтобы обеспечить требуемый комплекс свойств данного вида продукции.

При этом требуемая впитываемость при одностороннем смачивании ($12\text{--}15\text{ г/м}^2$) достигалась при расходе клея $2,0\text{--}2,1\%$ и коагулянта $4,0\text{--}4,5\%$, т. е. при максимальных расходах, в исследуемом диапазоне.

Необходимо также отметить, что изменение влагопрочности полученных образцов наблюдалось в диапазоне от 8 до 16%, что позволяет использовать полученную бумагу в условиях повышенной влажности.

На основании полученных экспериментальных данных была выполнена оптимизация расходных параметров технологического процесса и разработан способ изготовления мешочной бумаги в нейтральной среде, позволяющий получить бумагу с высокими физико-механическими характеристиками при расходе клея $2,0\%$ от а. с. в., коагулянта $4,2\%$ от а. с. в. и упрочняющей добавки $0,13\%$ от а. с. в. При этом поглощение энергии при разрыве образцов составляло 72 Дж/м^2 , разрывная длина – 6500 м , модуль Юнга – $3,1\text{ ГПа}$ и жесткость при разрыве – 538 кН/м .

Закключение. Таким образом, установлено, что комплексная оценка качества мешочной бумаги по традиционным показателям с одновременным определением показателей, характеризующих динамическую прочность бумаги, является более эффективной и дает более полную картину об эксплуатационных возможностях данного вида продукции. На основании полученных данных разработан способ изготовления мешочной бумаги, проклеенной в нейтральной среде, с использованием проклеивающего вещества ТМВС-2Н и влагопрочной добавки Melapret.

Литература

1. Фляте, Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 679 с.
2. Андреев, Б. По данным 2005 года / Б. Андреев // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2006. – № 2. – С. 26–27.
3. Колесников, В. Л. Математические основы компьютерного моделирования химико-технологических систем / В. Л. Колесников. – Минск: БГТУ, 2003. – 312 с.