

мерной и от двумерной к одномерной. Максимум погрешности лежит в первой трети общего времени нагрева объекта до температуры среды. При расчетах нагрева (охлаждения) даже для объектов с небольшим соотношением длины к диаметру (от 1,5) при заданной температуре нагрева объекта, близкой к температуре теплоносителя (отношение 0,8–1), можно использовать двумерные модели вместо трехмерных.

Работа выполнялась в рамках договора с Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований на выполнение фундаментальной (поисковой) научно-исследовательской работы.

Литература

1. Золотухин Н. М. Нагрев и охлаждение металла, М., 1973.
2. Лыков А. В. Теория теплопроводности, М., 1967.

S. V. KORNEEV

FIELD OF 1-D, 2-D AND 3-D HEATING AND COOLING MODELS APPLICATION

Summary

As a result of traced effort there were shown:

Taking into account heating (cooling) time horizon, a precision of the task dimensionality reduction essentially differs, requisite consider a dimension option of heating (cooling) task modelling processes.

In case of transfer from 3-D to 2-D task a precision of the task dimensionality reduction is practically two times less than one with transfer from 2-D to 1-D task using the same aspect ratio.

A precision superior limit is situated in a first one third of gross heating time right up to ambient temperature.

A transfer from 3-D to 2-D model will be applicable if the aspect ratio is small (1.5) and a subject heating temperature is close to a coolant temperature (ratio 0.8÷1).

УДК 338,45:676

*А. В. КОСТЮКЕВИЧ, П. А. ЧУБИС, Н. В. ЧЕРНАЯ,
А. И. ЛАМОТКИН*

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Введение. К печатным видам бумаги относится газетная бумага. В республике Беларусь планируется организация выпуска газетной бумаги на строящемся заводе в г. Шклове. Постоянный рост производственных мощностей типографий в результате высокого спроса на печатную продукцию делает актуальной задачу выработки бумаги для печати на предприятиях нашей республики по ресурсосберегающей технологии. Для улучшения печатных свойств бумаги практикуется применение в ее композиции древесной массы. Волокна древесной массы, являющиеся продуктом механической переработки древесины, содержат все компоненты, имеющиеся в природной древесине. Это накладывает отпечаток на бумагообразующие свойства волокон древесной массы, которые в отличие от волокон целлюлозы являются хрупкими и жесткими. Они имеют неправильную форму и меньшую длину. При введении в композицию бумаги эти волокна обычно уменьшают ее механическую прочность, гладкость, сомкнутость и долговечность. Пухлость бумаги при этом повышается.

Актуальной нерешенной проблемой при производстве бумаги для печати является проблема удержания мелковолоконистой фракции. Присутствие древесной массы обеспечивает бумаге требуемые печатные свойства. Однако в технологии изготовления бумаги существуют следующие трудности. Во-первых, невысокая степень удержания волокон древесной массы в структуре бумаги приводит к неоправданным потерям волоконистого сырья за счет частичного удаления его с регистровой водой на сеточном столе бумагоделательной машины. Во-вторых, высокое время обезвоживания бумажной массы снижает производительность бумагоделательной машины. В-третьих, древесная масса снижает прочность бумаги для печати.

К перспективным способам решения проблем ресурсосбережения относится способ, основанный на использовании катионных полиэлектролитов. Последние широко применяются при производстве массовых и специальных видов бумаги. Однако проблема повышения эффективности использования катионных полиэлектролитов в композиции бумаги для печати до настоящего времени оставалась нерешенной.

Применение новых технологий при производстве бумаги для печати позволяет получать продукцию с улучшенными физико-механическими свойствами. При производстве такой бумаги будут минимизироваться потери волокна, что положительно отразится на экологичности такого производства и позволит эконо-

мать волокнистый полуфабрикат. Время обезвоживания при производстве печатной бумаги в присутствии катионных полиэлектролитов снижается, что позволяет увеличить скорость бумагоделательной машины и, следовательно, повысить ее производительность.

Целью данного исследования является повышение экономии волокнистых полуфабрикатов и снижение себестоимости бумаги для печати на основе изучения влияния катионных полиэлектролитов на степень удержания мелковолокнистой фракции, время обезвоживания и физико-механические показатели качества производимой продукции.

Методика. В ходе исследования необходимо решить такие основные задачи, как повышение физико-механических показателей бумаги для печати, снижение потерь волокна и соответственно уменьшение содержания взвешенных веществ в регистровой воде.

Для решения данных задач были изготовлены и испытаны образцы бумаги для печати массой 45 г/м². Образцы бумаги для печати получали путем смешивания 1,0%-ных волокнистых суспензий, содержащих волокна целлюлозы (Ц) и древесной массы (ДМ). Соотношение Ц:ДМ составляло 30:70. Процесс подготовки массы состоял из двух стадий. На первой проводили роспуск волокнистых полуфабрикатов в дезинтеграторе марки БМ-3 при концентрации волокнистой массы 1,4%. Для этого навески целлюлозы (22,0 г) и древесной массы (22,0 г) помещали в дезинтегратор, в который и добавляли 1500 см³ воды. Продолжительность роспуска составляла 15 мин. На второй стадии подготовки проводили размол волокнистых материалов в лабораторном ролле при концентрации 1,0%. В течение 2 мин проводили размол без нагрузки. Затем устанавливали требуемую нагрузку. После достижения необходимой степени помола (в °ШР) снимали нагрузку, выключали электродвигатель и массу переносили из ролла в подготовленную емкость.

Степень помола массы определяли на аппарате СР-2 (типа Шопера-Риглера). Принцип работы прибора основан на разной скорости отдачи воды волокнистой суспензией различного помола при обезвоживании ее на сетке. За степень помола принимали разность между количеством воды, взятой для анализа волокнистой суспензии, и количеством воды, вытекшей через широкое боковое отверстие. При этом 10 мл воды соответствует 1 °ШР. В ходе исследований целлюлозную массу размалывали до 60 °ШР, древесную массу – до 40 °ШР [1, 3, 5]. В подготовленную волокнистую суспензию заданной композиции дозировали расчетное количество катионных полиэлектролитов, выполняющих роль флокулирующих и упрочняющих добавок.

В качестве катионных полиэлектролитов использовали Водамин 115 (ТУ 22787-232-27), Фенопол (ТУ 4545-4457-9821) и Праестол 611 ВС (ТУ 2216-001-40910172). Содержание катионного полиэлектролита в бумажной массе увеличивали от 0 до 1% от абсолютно сухого волокна (С, % от а. с. в.) [2, 4].

Образцы бумаги изготавливали на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (Германия, фирма «Ernst Naage») по стандартной методике.

Для полученных образцов бумаги были определены разрывная длина (Y_1 , м), разрушающее усилие в сухом состоянии (Y_2 , Н), разрушающее усилие во влажном состоянии (Y_3 , Н), влагонепрочность (B , %), абсолютное удлинение в сухом состоянии (Y_4 , мм), абсолютное удлинение во влажном состоянии (Y_5 , мм), время обезвоживания бумажной массы (T , с), степень удержания волокна ($C_{уд}$, %) и содержание взвешенных веществ в регистровой воде ($C_{в.в.}$, мг/л) [3, 6, 7]. За результат испытания принимали среднее арифметическое пяти измерений. Результаты исследований представлены в таблице.

Показатели качества бумаги для печати

| С, % от а. с. в. | Y_1 , м | Y_2 , Н | Y_3 , Н | B , % | Y_4 , мм | Y_5 , мм | T , с | $C_{в.в.}$, мг/л | $C_{уд}$, % |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|------------|------------|---------|-------------------|--------------|
| <i>Водамин 115</i> | | | | | | | | | |
| 0 | 1725 | 11 | 1,2 | 11,0 | 2,7 | 3,2 | 10,0 | 130 | 80 |
| 0,25 | 1765 | 14 | 1,6 | 11,5 | 3,0 | 3,4 | 9,5 | 118 | 82,3 |
| 0,50 | 1860 | 18 | 1,3 | 7,2 | 3,3 | 3,7 | 8,9 | 118 | 82,3 |
| 0,75 | 2460 | 21 | 1,8 | 8,6 | 3,5 | 3,9 | 7,6 | 118 | 82,3 |
| 1,00 | 2765 | 19 | 1,2 | 6,3 | 3,6 | 4,4 | 7,2 | 120 | 82 |
| <i>Праестол 611 ВС</i> | | | | | | | | | |
| 0 | 1740 | 11 | 1,3 | 11,2 | 2,7 | 3,2 | 10,0 | 130 | 80 |
| 0,25 | 1970 | 13 | 1,7 | 13,0 | 3,2 | 3,6 | 7,3 | 115 | 82,8 |
| 0,50 | 2015 | 17 | 1,4 | 8,2 | 3,5 | 3,8 | 7,2 | 117 | 82,5 |
| 0,75 | 2575 | 19 | 1,8 | 9,5 | 3,5 | 4,1 | 7,2 | 120 | 82 |
| 1,00 | 2835 | 21 | 1,3 | 6,2 | 3,8 | 4,6 | 7,3 | 120 | 82 |
| <i>Фенопол</i> | | | | | | | | | |
| 0 | 1745 | 10 | 1,2 | 12,0 | 2,6 | 3,2 | 10,0 | 130 | 80 |
| 0,25 | 1975 | 14 | 1,5 | 11,0 | 3,1 | 3,5 | 9,8 | 118 | 82,3 |
| 0,50 | 2250 | 16 | 1,4 | 8,8 | 3,3 | 3,7 | 9,6 | 120 | 82 |
| 0,75 | 2550 | 17 | 1,7 | 10,0 | 3,4 | 4,1 | 9,9 | 120 | 82 |
| 1,00 | 2675 | 16 | 1,4 | 8,8 | 3,5 | 4,2 | 10,0 | 118 | 82,3 |

Результаты и обсуждение. Из приведенных результатов можно сделать вывод о том, что в композицию газетной бумаги целесообразно вводить катионный полиэлектролит Праестол 611 ВС в количестве 0,25% от а. с. в. При этом повышаются Y_1 от 1740 до 1975 м, Y_2 – от 11 до 13 Н, Y_3 – от 1,3 до 1,7 Н, B – от 11,2 до 13,0%, Y_4 – от 2,7 до 3,2 мм, Y_5 – от 3,2 до 3,6 мм, а T , наоборот, уменьшается от 10,0 до 7,3 с.

В результате были получены следующие значения физико-механических показателей:

разрывная длина 1975 м;

разрушающее усилие в сухом состоянии 13 Н;

разрушающее усилие во влажном состоянии 1,7 Н;

влагопрочность 13%;

абсолютное удлинение в сухом состоянии 3,2 мм;

абсолютное удлинение во влажном состоянии 3,6 мм;

время обезвоживания 7,3 с.

Установлено, что при использовании Водамина 115 и Фенопола содержание взвешенных веществ снизилось до 118 мг/л, а при использовании Праестола 611 ВС составило 115 мг/л. Это позволило повысить степень удержания волокна до 82,8% при использовании Праестола 611 ВС и до 82,3% при использовании Водамина 115 и Фенопола.

Таким образом, было исследовано влияние катионных полиэлектролитов Водамин 115, Праестол 611 ВС, Фенопол на потери волокна и соответственно содержание взвешенных веществ в регистровой воде. Установлено, что наилучшие эффекты достигаются при использовании катионного полиэлектролита Праестол 611 ВС в количестве, равном 0,25% от а. с. в., что позволило повысить разрывную длину и удлинение во влажном состоянии на 13%, разрушающее усилие во влажном состоянии, влагопрочность и удлинение в сухом состоянии на 18%. Время обезвоживания при этом снизилось на 30%, а потери волокна сократились от 20 до 17,2%.

Литература

1. Горські Г. М. Тэхналогія паперы і кардону. Мн., 2003.
2. Фляте Д. М. Тэхналогія бумажы / Учебнік для вузав. М., 1990.
3. Черная Н. В. // Весці. НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2006. № 1. С. 111–115.
4. Черная Н. В. Проклейка бумажы і картона гидродисперсіямі модыфіцыраванай канифолі в рэжыме гетэроадагуляцыі пептызіраваных частіц: Авторэф. дис. ... д-ра тэхн. навук. Мн., 2007.
5. Фляте Д. М. Бумагаобразующие свойства волокнистых материалов. М., 1990.
6. The effect of drying stress and polyelectrolyte complexes on the strength properties of paper // Journal of pulp and paper science. 2006. Vol. 32, N 1. P. 9–13.
7. The effect of molar mass and charge density of cationic polyacrylamide on the flocculation of dissolved and colloidal substances in thermomechanical pulp water // Journal of pulp and paper science. 2006. Vol. 32, N 1. P. 43–46.

A. V. KOSTYUKEVICH, P. A. CHUBIS, N. V. CHERNAYA, A. I. LAMOTKIN

TECHNOLOGY OF THE PAPER SAVING UP RESOURCES FOR THE PRINTING

Summary

There are the following difficulties in the technology of paper: low degree of deduction of wood pulp fibers with water register on a net table leading to unjustified losses of fibrous raw material. High time loss of water reduces productivity of a papermaking machine; the wood pulp reduces durability of paper. The aim of the work is to downturn of the charge of fibrous semifinished items, to decrease the cost price of paper on the basis of studying cationic polyelectrolyte influence on the degree of deduction of fine fiber fractions. Vodamin 115, Fenopol and Praestol 611 VS have been used as cationic polyelectrolyte. The charge of cationic polyelectrolyte increased from 0 up to 1% of absolutely dry fiber. It is established, that the best effects are reached while using cationic polyelectrolyte Praestol 611 VS in the quantity equal to 0,25% of a. d. f., that has allowed to raise physico-mechanical parameters by 10–18%. Thus losses of the fiber are reduced from 20 up to 17,2%.

УДК 537.534.2

Д. А. КОТОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НИЗКОВОЛЬТНОГО РАЗРЯДА В СКРЕЩЕННЫХ $E \times H$ ПОЛЯХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск

Введение. Различные типы ионно-лучевых и ионно-плазменных систем с $E \times H$ разрядом широко используются для технологических применений [1–3]. В вакуумных процессах обработки поверхности и синтеза тонкопленочных слоев существуют ограничения по энергии ионов, плотности тока и распределению плотности тока пучка ионов, что связано с физическими возможностями существующих разрядных систем [2, 3].