

Сформированная выше задача является задачей условной оптимизации. Переход от условной задачи (3) к безусловной осуществляется с помощью введения в целевую функцию $\tilde{\Phi}_0 = \Phi_0 + \sum h_i \cdot \omega_i$, штрафов $h_i = \max\{\Phi_i, 0\}, i = \overline{1,3}$, $h_i = \max\{f_i, 0\}, i = \overline{1,5}$.

Задачи безусловной оптимизации решались модифицированным методом Хука-Джевеса с преждевременным завершением вычислений.

Анализ полученных результатов показывает, что реализация найденных оптимальных управлений способствует сокращению расходных норм на греющий пар и электроэнергию и вследствие этого приводит к снижению себестоимости продукции.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОКЛЕЙКИ НА СВОЙСТВА БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ С ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ

А.К. Павлович, В.В. Горжанов, Е.В. Дубоделова, А.О. Новиков

Беларусь, Белорусский государственный технологический университет, г.Минск

Целлюлозно-бумажная промышленность выпускает большое количество бумаги разных видов, но не ко всем из них предъявляется требование долговечности. Это требование должны удовлетворять те виды бумаги, которые подлежат длительному хранению (бумага для документов, бумага для печати, а также некоторые виды рисовальной и чертежной бумаги и др.).

Основные направления развития производства бумаги для печати связаны с совершенствованием ее потребительских свойств, ростом показателей качества и необходимостью сохранения конкурентоспособности. Поэтому требования к потребительским свойствам бумаги для печати постоянно растут и обусловлены повышающимися требованиями к качеству печатной продукции, совершенствованием способов нанесения печати, появлением новой офисной техники и копировальных устройств. В связи с этим обеспечение устойчивости бумаги для офсетной печати к старению является актуальным.

Существенное влияние на процесс старения бумаги оказывают вид и химический состав используемых для ее изготовления волокнистых материалов, проклеивающих, наполняющих, окрашивающих веществ, присутствие кислот, солей металлов и прочих компонентов. Одним из способов повышения потребительских свойств бумаги является обработка бумаги проклеивающими составами. С помощью поверхностной обработки можно значительно снизить деформацию бумаги, придать ей прочность и влагопрочность, повышенные показатели водо- и жиронепроницаемости, сделать бумагу эластичной и устойчивой к истиранию [1].

Целью исследований было изучение влияния поверхностной проклейки на свойства бумаги для печати с повышенной долговечностью.

Для испытаний были использованы следующие образцы бумаги: бумага без поверхностной проклейки, бумага с поверхностной проклейкой ферментативным крахмалом, окисленным крахмалом и поливиниловым спиртом. Ускоренное старение образцов бумаги проводили в соответствии с ГОСТ 29331, часть 4 «Сухая тепловая обработка при температуре 120 и 150°C». Метод заключался в термообработке испытуемых образцов бумаги документной в закрытом термостате при 150°C в течение 24 часов (метод Б) и последующем сравнении свойств образца до и после термообработки. Образцы бумаги испытывали по следующим показателям: разрывное усилие, сопротивление раздиранию, разрывная длина, белизна, непрозрачность. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические и оптические показатели образцов бумаги до и после старения

Наименование показателя	Бумага без поверхностной проклейки		Бумага с поверхностной проклейкой					
			Бумага, проклеенная окисленным крахмалом		Бумага, проклеенная поливиниловым спиртом		Бумага, проклеенная ферментативным крахмалом	
	До старения	После старения	до старения	после старения	до старения	после старения	до старения	после старения
Разрывное усилие, Н	<u>45,1</u> <u>23,3</u>	<u>43,7</u> <u>22,2</u>	<u>52,3</u> <u>89,4</u>	<u>43,2</u> <u>75,5</u>	<u>49,2</u> <u>81,1</u>	<u>42,9</u> <u>67,6</u>	<u>57,1</u> <u>38,8</u>	<u>51,1</u> <u>36,6</u>
Сопrotивление раздиранию, кН/м	168	74	208	96	416	269	240	175
Непрозрачность, %	82,5	89,64	90,38	95,26	82,73	91,44	90,75	94,97
Разрывная длина, м	<u>4380</u> <u>2260</u>	<u>4250</u> <u>2160</u>	<u>3950</u> <u>6760</u>	<u>3270</u> <u>5670</u>	<u>3720</u> <u>6120</u>	<u>3240</u> <u>5100</u>	<u>4850</u> <u>3300</u>	<u>4350</u> <u>3110</u>
Белизна, %	78,8	74,8	91,51	61,83	73,42	54,54	81,4	78,4

Примечание: в числителе приведены значения показателя для машинного направления; в знаменателе – для поперечного

На основании экспериментальных значений из таблицы 1 были посчитаны потери механической прочности, белизны и термостойкости для всех образцов бумаги. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Потеря механической прочности, белизны и термостойкость образцов бумаги

Наименование показателя	Потеря механической прочности и белизны бумаги, %				Термостойкость бумаги, %			
	Бумага без поверхностной проклейки	Бумага, проклеенная ферментативным крахмалом	Бумага, проклеенная окисленным крахмалом	Бумага, проклеенная поливиниловым спиртом	Бумага без поверхностной проклейки	Бумага, проклеенная ферментативным крахмалом	Бумага, проклеенная окисленным крахмалом	Бумага, проклеенная поливиниловым спиртом
Разрывное усилие, Н	<u>3,10</u> <u>4,72</u>	<u>10,5</u> <u>5,7</u>	<u>17,4</u> <u>15,55</u>	<u>12,8</u> <u>16,65</u>	<u>96,9</u> <u>95,28</u>	<u>89,5</u> <u>94,3</u>	<u>82,6</u> <u>84,45</u>	<u>87,2</u> <u>83,35</u>
Сопrotивление раздиранию, кН/м	55,95	27,10	53,85	35,30	44,05	72,90	46,15	64,72
Разрывная длина, м	<u>2,97</u> <u>4,42</u>	<u>10,3</u> <u>5,8</u>	<u>17,22</u> <u>16,12</u>	<u>12,9</u> <u>16,7</u>	<u>97,03</u> <u>95,58</u>	<u>89,7</u> <u>94,2</u>	<u>82,78</u> <u>83,88</u>	<u>87,1</u> <u>83,3</u>
Белизна, %	5,08	3,7	32,43	25,72	94,92	96,3	67,57	74,28
Непрозрачность, %	-8,65	-4,65	-5,4	-10,53	108,65	95,35	105,4	110,53

Примечание: в числителе приведены значения показателя для машинного направления; в знаменателе – для поперечного

Как видно из таблиц 1 и 2, старение понижает качественные показатели бумаги для всех видов образцов. Значение практически всех показателей качества (кроме сопротивления раздиранию) после старения для бумаги без проклейки выше, чем для бумаги, проклеенной различными составами. Усредненное значение термостойкости бумаги с поверхностной проклейкой оказалось ниже термостойкости бумаги без поверхностной проклейки на 7–19%. При оценке влияния поверхностной проклейки на долговечность бумаги необходимо учитывать, что абсолютное значение показателей прочности бумаги с поверхностной проклейкой, а следовательно, и ее потребительские свойства, определенные этими показателями как до, так и после термостарения, суще-

ственно выше, чем у бумаги без поверхностной проклейки. Например, сопротивление раздиранию бумаги без поверхностной проклейки составляет до старения 168 мН, а после старения 74 мН, в то время как для бумаги с поверхностной проклейкой окисленным крахмалом эти значения составляют соответственно 208 и 96 мН, ПВС – 416 и 269 мН, ферментированным крахмалом – 240 и 175 мН. Поэтому можно утверждать, что поверхностная проклейка бумаги не снижает ее долговечность.

При сравнении данных для образцов, проклеенных ферментативным и окисленным крахмалом, а также поливиниловым спиртом, можно отметить, что меньше всего старению подвержена бумага, проклеенная ферментативным крахмалом. Для этих образцов потери механической прочности и белизны являются наименьшими, а термостойкость выше.

Для того чтобы объяснить влияние различных добавок в составе образцов на долговечность бумаги и объяснить приведенные выше данные, были получены термограммы с использованием термоаналитической системы ТА-4000 фирмы «MettlerToledo» (Швейцария) и рассчитаны энергии активации бумаги без поверхностной проклейки, ферментативного крахмала, окисленного крахмала и поливинилового спирта. Термограммы компонентов, используемых для проклейки, приведены на рисунке.

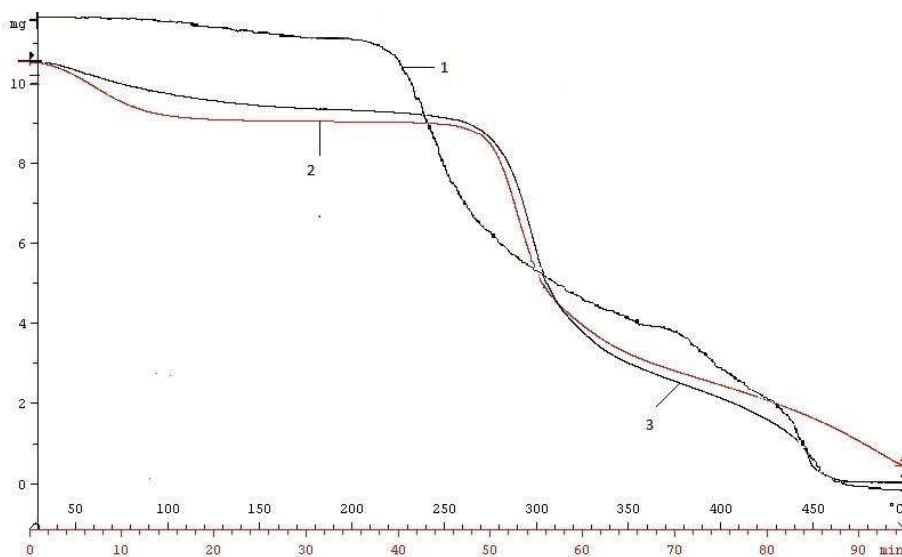


Рис. Термограммы образцов бумаги:

1 – поливиниловый спирт; 2 – окисленный крахмал; 3 – ферментативный крахмал

Кривые ТГА позволили определить энергию активации термоокислительной деструкции (E_d), которая рассчитывалась с применением метода Бройдо [2]. В результате были получены значения энергии активации термоокислительной деструкции (E_d) для образцов:

- без поверхностной проклейки $E_d=86,67$ кДж/моль;
- ферментативного крахмала $E_d=22,69$ кДж/моль;
- окисленного крахмала $E_d=14,42$ кДж/моль;
- поливинилового спирта $E_d=20,41$ кДж/моль.

Как видно из результатов расчета, энергия активации термодеструкции (E_d) добавок для проклейки образца ниже, чем E_d образца бумаги без поверхностной проклейки. С учетом того, что данные компоненты наносятся на поверхность бумаги, которая, в первую очередь, подвергается действию внешних факторов, способствующих старению, необходимо использовать вещества с более высокими значениями энергии активации – ферментативного крахмала и ПВС. Кроме того, при оценке влияния каждого конкретного вещества на долговечность бумаги необходимо руководствоваться тем уровнем значений показателей качества, который достигается при его использовании. Исходя из этих соображений, для изготовления долговечной бумаги можно рекомендовать использование для поверхностной проклейки состава на основе поливинилового спирта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евтюхов, С.А. Влияние химических и вспомогательных веществ на устойчивость к старению бумаги для офсетной печати / С.А. Евтюхов, Е.Г. Смирнова, Е.М. Лоцманова // Новое в химии бумажно-картонного производства и полиграфии: материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 29 – 32.

2. Альмяшев, В.И. Термические методы анализа: учеб. пособие / В.И. Альмяшев, В.В. Гусаров; под. ред. И.Б. Сенишевой. – Санкт-Петербург: СПбГЭТУ, 1999. – 40 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЩЕПЫ В УСЛОВИЯХ ОАО «АРХАНГЕЛЬСКИЙ ЦБК»

П.Д. Каргополов, Н.В. Бурмин

*Россия, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Архангельск*

К щепе для производства целлюлозы предъявляется ряд требований:

– для варки сульфатной целлюлозы марки Ц-2 содержание коры в щепе не должно превышать 3%;

– для варки нейтрально-сульфитной полуцеллюлозы марки Ц-3 содержание коры в щепе не должно превышать 1,5%.

Для оценки качества окорки с конвейера после рубительной машины через каждые 5-10 минут берутся навески щепы не менее 2 кг для каждой породы отдельно при определенной загруженности окорочного барабана. Из навески отделяют кору, взвешивают и определяют процентное содержание коры в общей массе навески.

Для достоверности результатов опытов проводят их статистическую обработку. Для этого определяются некоторые требуемые показатели [1].

Среднее арифметическое значение результатов наблюдений \bar{X} вычисляют по формуле

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (1)$$

где X_i – результат i -го наблюдения; n – число наблюдений, шт.

Среднее квадратичное отклонение S вычисляют по формуле.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}. \quad (2)$$

Коэффициент вариации V , %, характеризующий относительное рассеивание отдельных наблюдений, вычисляют по формуле

$$V = \frac{S}{\bar{X}} 100. \quad (3)$$

Ошибка среднего арифметического значения показывает, насколько может отклоняться от генерального (истинного) среднего значения среднее арифметическое, полученное по результатам наблюдений.

Ошибку среднего арифметического значения m вычисляют по формуле

$$m = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

где n – число наблюдений.

Относительную ошибку P , %, показатель точности среднего арифметического \bar{X} с вероятностью v , вычисляют по формуле

$$P = \frac{m}{\bar{X}} 100. \quad (5)$$

Если показатель точности не превышает 5 %, то результаты считаются достоверными.