

Хорошо известно [1], что качество печатной продукции в значительной степени определяется характеристиками используемых расходных материалов. Ранее нами это было подтверждено при изучении свойств печатных красок разных производителей [2-4], а также при сопоставлении качества адгезионных соединений, получаемых при изготовлении книжной продукции [5]. Книга в твердом переплете – высшая форма полиграфической продукции – довольно сложный продукт, изготовление которого подразумевает использование различных технологических операций. Важной операцией брошюровочно-переплетных процессов производства книжной продукции является клеевое скрепление элементов переплетных крышек. С помощью клея осуществляется скрепление картона, из которого изготавливается переплетная крышка, с обложечной и форзацной бумагой или покровным материалом. Переплетные крышки после сборки состоят из нескольких слоев, имеющих различные толщину и влагосодержание, жесткость и коэффициент линейной усадки. Это обуславливает различную величину усадочных напряжений, которые, в конечном счете, определяют степень коробления (самопроизвольной деформации изгиба) переплетных крышек. Коробление основная причина брака переплетных крышек при изготовлении книжной продукции, затрудняющая полиграфическое оформление крышек и вставку в них блоков, снижающая надежность работы самонакладов при подаче крышки в автоматах, ухудшающая внешний вид готовой книги. На величину коробления переплетных крышек, как известно [6], влияют толщина картона, природа, концентрация и толщина слоя клея, а также тип картона, обложечной бумаги или покровного материала и анизотропность данных переплетных материалов. Решающим же фактором, определяющим степень коробления крышек, является количество влаги, внесенной с клеем. Вместе с тем в настоящее время литературе недостаточно данных для оптимального подбора расходных материалов, необходимых для изготовления качественных переплетных крышек. В этой связи цель настоящей работы – изучение кинетики сушки и качества клеевого скрепления картона с бумагой при изготовлении переплетных крышек. Объектами исследования являлись модельные адгезионные соединения – триплексы «картон + клей + бумага». Экспериментальная часть. Для исследования были выбраны жидкие типы клеев: желатиновый клей Брикол (ЖКБ), применяемый в крышкоделательных машинах, и поливинилацетатная дисперсия (ПВАД), которая используется при ручном изготовлении переплетных крышек, а также по два типа переплетного картона и обложечной бумаги [7]. В работе использовались ЖКБ, содержащий 60% основного вещества, применялся в виде 6-%-ного водного раствора, а ПВАД марки ДФ51/15В (ГОСТ 18992-80) представляла собой гомополимерную грубую дисперсную систему; переплетный картон одинаковой толщины (2 мм) марок ПКС (Балахна) (К-ПКС) и А (Сураж) (К-А); мелованная глянцевая бумага (МГБ) толщиной 0,10 мм и офсетная бумага с

припрессованной полипропиленовой пленкой (ОБПП) толщиной 24 мкм при общей толщине 0,15 мм. Плотность бумаги и картона в г/см³ рассчитывалась с учетом среднего значения их толщины, измеренной в соответствии с ГОСТ 427-75. Условная вязкость клеев определялась по ГОСТ 8420-74 при использовании вискозиметра типа ВЗ-4 и для обоих клеящих веществ была равна ~ 60 с. Из каждого вида картона и бумаги в машинном направлении вырезались полосы размером 15×180 мм. Склеивание и последующее отверждение склеенных образцов осуществлялись при комнатной температуре. В соответствии с ГОСТ 13525.19-91 определялась потеря веса переплетными материалами в процессе их сушки в термошкафу до постоянного веса при температуре 104°С. Их взвешивание осуществлялось на аналитических весах с точностью до 0,0002 г. Влагосодержание в образцах (W, %) рассчитывалось по формуле: $W = (G_0 - G_1) / G_0 \cdot 100$, где G_0 и G_1 — масса образцов соответственно до и после сушки, г. Для оценки величины коробления клеевых соединений картона с бумагой определялась стрела прогиба в соответствии с ГОСТ 427-75. За стрелу прогиба (С) принимается наибольший результат из четырех проведенных замеров. Производились не менее трех параллельных определений. Погрешность измерений не превышала 15%. Результаты и их обсуждение

Найденные значения плотности (ρ) и влагосодержания (W) переплетных материалов приведены в таблице 1.

Переплетный материал	ρ , г/см ³	W, %
К-А	0,6383	5,26
К-ПКС	0,6525	4,95
МГБ	1,1500	2,24
ОБПП	0,8500	2,83

Как видно из данных таблицы 1, плотность переплетных материалов возрастает в ряду К-А К-ПКС ОБПП МГБ, в котором наблюдается и соответствующее уменьшение величины их влагосодержания. МГБ при наибольшей плотности хуже впитывает в себя влагу из воздуха, поэтому и значение W в этом случае сравнительно меньше. Картон, в отличие от бумаги, обладает меньшей плотностью, что дает ему возможность более интенсивно впитывать в себя влагу и также интенсивно отдавать ее во время сушки. Кинетику сушки клеевых соединений картона с бумагой (триплексов), полученных при нанесении ЖКБ и ПВАД на сеточную сторону картона, иллюстрирует зависимость $\Delta m = f(t)$, показанная на рис. 1. а б

Рис. 1 Зависимость величины влагопотери от продолжительности процесса сушки, полученная для соединений картона с бумагой с помощью ЖКБ (а) и ПВАД (б), нанесенных на сеточную сторону картона: 1 К-А + МГБ; 2 – К-А + ОБПП; 3 – К-ПКС + МГБ; 4 – К-ПКС + ОБПП

Как видно, наблюдается рост влагопотери Δm с увеличением продолжительности процесса сушки до определенных постоянных значений (при $t = 3$ ч). Зависимость стрелы прогиба С, определяющей величину коробления, от продолжительности процесса сушки (t), полученная для соответствующих клеевых соединений картона с обложечной бумагой, показана на рис. 2. Судя по характеру кинетических зависимостей $C = f(t)$, также, как и в случае зависимости $\Delta m = f(t)$, значение стрелы прогиба в процессе сушки

возрастает, достигая определенной постоянной величины. Соответствующие зависимости получены и при нанесении клеящих веществ на лицевую сторону картона. Для анализа параметров, описывающих кинетику сушки и качество исследованных клеевых соединений, составлена таблица 2, в которой наряду со сравнительными значениями Δm и S приведены значения начальных скоростей их роста – соответственно $V\Delta m$ и V_S , найденные по тангенсам углов наклона начальных участков кинетических кривых к оси абсцисс.

а б Рис. 2 Зависимость стрелы прогиба от продолжительности процесса сушки, полученная для соединений картона с бумагой с помощью ЖКБ (а) и ПВАД (б), нанесенных на сеточную сторону картона: 1 К-А + МГБ; 2 – К-А + ОБПП; 3 – К-ПКС + МГБ; 4 – К-ПКС + ОБПП

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что скорость увеличения S в процессе сушки V_S заметно ($\sim$ в 4-12 раз) меньше скорости роста влагопотери $V\Delta m$. Минимальная скорость роста S клеевых соединений в процессе сушки наблюдается для триплекса К-ПКС + ПВАД + МГБ, а максимальная – в случае триплекса К-ПКС + ЖКБ + ОБПП. Следует отметить, что в случае применения ПВАД стрела прогиба S клеевых соединений значительно меньше ($\sim$ в 1,5-2,6 раза) при нанесении клея на сеточную сторону картона, чем на его лицевую сторону, что согласуется с известными литературными данными [6]. При использовании ЖКБ разница в значениях S при его нанесении либо на сеточную, либо на лицевую стороны картона незначительна. Меньше всего величина коробления зависит от типа переплетного картона, т.к. толщина и другие показатели К-А и К-ПКС отличаются незначительно. Если проследить изменение стрелы прогиба в зависимости от типа обложечной бумаги, то можно констатировать, что величина S заметно меньше (в 1,6-2,5 раза) при использовании обоих типов картона с МГБ, нежели с ОБПП при склейке с помощью как ЖКБ, так и ПВАД (при нанесении клея на сеточную сторону картона).

Таблица 2 Кинетические параметры процесса сушки и соответствующие значения стрелы прогиба клеевых соединений картона с бумагой

Материалы	Δm , %	$t = 3$ ч	$V\Delta m$, % / ч	S , мм	$t = 3$ ч	V_S , мм / ч
ЖКБ К-А+МГБ а) сетчатая сторона б) лицевая сторона	11,13 11,11	15,94 15,38	2,17 2,16	2,2 2,0	К-А+ОБПП а) сетчатая сторона б) лицевая сторона	11,39 11,24
12,24 11,10	2,58 2,83	1,0 2,5	К-ПКС+МГБ а) сетчатая сторона б) лицевая сторона	9,11 9,35	13,72 12,58	2,33 2,67
2,3 2,8	К-ПКС+ОБПП а) сетчатая сторона б) лицевая сторона	11,01 10,98	13,72 14,72	3,67 3,67	2,0 3,5	ПВАД К-А+МГБ а) сетчатая сторона б) лицевая сторона
9,43 10,67	14,88 11,92	0,75 1,92	0,5 2,0	К-А+БПП а) сетчатая сторона б) лицевая сторона	8,45 8,04	9,34 8,24
1,33 2,08	1,0 2,5	К-ПКС+МГБ а) сетчатая сторона б) лицевая сторона	9,77 10,26	15,82 16,66	0,57 1,17	0,3 0,8
К-ПКС+ОБПП а) сетчатая сторона б) лицевая сторона	9,29 9,02	12,72 11,76	1,42 1,75	1,0 2,0	Наибольшее же влияние на величину коробления (качество клеевых соединений) оказывает тип выбранного клея. Так, при скреплении одинаковых пар материалов величина S в случае	

применения ПВАД ~ в 2-4 раза меньше, нежели при использовании ЖКБ, что особенно заметно при склейке К-ПКС с МГБ. Наименьшие значения S зафиксированы в случае склейки обоих типов картона с МГБ при помощи ПВАД, а наибольшие – в случае триплекса К-ПКС + ЖКБ + ОБПП. Кроме того, экспериментально было установлено, что кинетика сушки клеевых соединений картона с обложечной бумагой определяется кинетикой сушки соответствующих типов картона с нанесенными клеевыми покрытиями и не зависит от кинетики сушки обложечной бумаги с названными покрытиями. Также обнаружено, что величина влагопотерь наиболее существенно влияет на качество клеевых соединений, полученных с помощью ЖКБ. Установленные закономерности могут быть полезны при выборе расходных материалов, используемых для изготовления качественных переплетных крышек