

BADANIA EKSPERYMENTALNE WYRYWANIA ARKUSZA Z WARSTWY KLEJOWEJ GRZBIETU KSIĄŻKI

Georgij PETRIASZWILI*, Yuriy PYRYEV*

*Zakład Technologii Poligraficznych, Instytut Mechaniki i Poligrafii, Politechnika Warszawska, ul. Konwiktorska 2, 00-217 Warszawa

i.petriaszwili@wip.pw.edu.pl, y.pyryev@wip.pw.edu.pl

Streszczenie: Produkowane obecnie urządzenia do oceny wytrzymałości książek różnią się konstrukcją oraz parametrami testowania opraw, co skutkuje różnymi wynikami badań wytrzymałości tych samych opraw zbadanych na różnych aparatach testujących. Jednym z najważniejszych parametrów wpływającym na wynik pomiaru jest kąt otwarcia książki. W pracy przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych wpływu kąta otwarcia oprawy na wynik wytrzymałości sklejonej książki. Uzyskane wyniki badań eksperymentalnych umożliwiają uwzględnienie wpływu kąta otwarcia oprawy na wynik oceny wytrzymałości przy badaniach opraw na różnych maszynach testujących.

1. WSTĘP

Dla czytelnika oprócz zawartości kupowanej książki niemalże znaczenie ma jej szata graficzna oraz jakość wykonania oprawy. Najgorsze co może spotkać miłośnika książki jest to, kiedy kupiony egzemplarz praktycznie rozpada się w rękach. Żeby nie zdarzali się przypadki wytwarzania książek nietrwałych, nazywanych przez użytkowników „jednorazowymi”, producenci książek muszą przestrzegać wymagania technologiczne oraz sprawić regularny nadzór nad jakością produkcji.

Pośród różnych znanych w przemyśle poligraficznym sposobów oprawiania można wydzielić trzy, najbardziej rozpowszechnione: szycie wkładów niemi, drutem i łączenie klejowe.

Poskładkowe szycie wkładów niemi stosowane jest przy wytwarzaniu opraw o wysokiej wytrzymałości z długim okresem intensywnego użytkowania. Oprawy szyte niemi charakteryzują się również bardzo dobrą otwieralnością. Niestety koszty wytwarzania takich opraw są wysokie. Technologia szycia drutem jest najtańszą, jednak stosuje się ją przeważnie przy produkcji cienkich broszur i folderów.

Technologia bezszyciowego klejowego łączenia wkładów książek z całkowitym ścinaniem złamów (tzw. *Perfect Binding*) jest obecnie najszerzej stosowaną technologią oprawiania w przemyśle poligraficznym. Niestety, w odróżnieniu od wkładów sztych niemi, oprawy łączone klejowo charakteryzują się mniejszą wytrzymałością i gorszą otwieralnością.

2. PODSTAWA BADAŃ

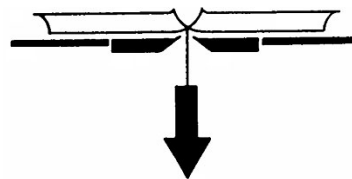
Wytrzymałość opraw klejonych zależy od wielu czynników: grubości i struktury papieru, typu użytego kleju i jego lepkości podczas oprawiania, rodzaju stosowanej okładki, parametrów obróbki grzbietów, warunków suszenia oraz prasowania i in. Zmienność parametrów w procesie oprawiania, obróbka wkładów składających się z różnych

rodzajów papierów, szczególnie powlekanych - sprawdzają kwalifikacje najlepszych operatorów maszyn. Oczywiście są pewne opracowane zalecenia technologiczne, ale zdarzają się przypadki gdy dokładne przestrzeganie tych zaleceń nie gwarantuje otrzymanie opraw o wysokich parametrach wytrzymałościowych. Wszystko to przemawia za tym, że cały ciężar odpowiedzialności leży na operatorach maszyn oprawiających, które nie zawsze są odpowiednio wykształcone w tym kierunku, a wytwarzanie jakościowych opraw niejednokrotnie porównuje się z „dziełem sztuki”. Taką niepewną sytuację potęguje fakt wydawania tytułów o co raz mniejszych nakładach i w krótkich terminach, co może uniemożliwić operatorom szybkobieżnych maszyn dostosować optymalne warunki obróbki wkładów do właściwości stosowanych materiałów.

Nowa sytuacja na rynku wymaga dobrej współpracy i wzajemnego porozumienia się pomiędzy Wydawcą a Drukarzem. Dotyczy to również porozumienia się na płaszczyźnie wytrzymałości opraw łączonych klejowo. Ocena wytrzymałości opraw jedynie w oparciu o brak reklamacji i doświadczenie, przy zastosowaniu „ręcznych” metod jest całkowicie subiektywna, niepowtarzalna i nie stanowi żadnej podstawy do jakichkolwiek porównań.

Do oznaczeń za pomocą specjalistycznej aparatury pomiarowej wytrzymałości opraw łączonych klejowo stosowane są różne metody: sposób *Pull Test*, czyli wyrywania pojedynczej kartki oraz *Flex Test* – test na kartkowanie.

Badanie na wyrywanie kartki polega na określeniu wartości siły obciążającej kartkę oprawy przy której nastąpi wyrywanie kartki (Rys. 1).



Rys. 1. Schemat przeprowadzenia badania na wyrywanie kartki *Pull Test* (Clark, 1997)

Za wynik ostateczny wytrzymałości na wyrywanie karetek przyjmuje się średnią wytrzymałość z poszczególnych prób w przeliczeniu na długość linii grzbietu, obliczoną w N/cm.

Podczas testu na kartkowanie (rys. 2) badana kartka jest mocowana stoliku i poddawana wstępnemu obciążeniu o wartości 1N/cm.



Badana kartka

Rys. 2. Schemat przeprowadzenia badania na kartkowanie Flex Test (Clark, 1997)

Następnie stolik lub kartka jest wprowadzana w ruch dookoła linii grzbietowej. Badanie określa liczbę podwójnych wahań kartki (kąt wachania 120°) w miejscu połączenia z grzbietem wkładu. Próba kończy się w momencie wyrwania kartki z grzbietu oprawy. Za wynik ostateczny przyjmuje się średnią liczbę kartkowań z poszczególnych prób.

W celu sprawdzenia czy oprawa spełnia wymagania wytrzymałościowe uzyskane wartości porównuje się z wartościami granicznymi.

W Polsce, zgodnie z normą BN-89/7451-07, zaproponowany podział opraw łączonych klejowo na cztery grupy wytrzymałościowe:

I grupa – są to oprawy złożone, grubością od 3 do 30 mm i okresie intensywnego użytkowania 3 lata; wytrzymałość na wyrywanie powinna być nie mniej niż 9 N/cm, a wytrzymałość na kartkowanie – nie mniej niż 2000 kartkowań.

II grupa – są to oprawy proste, grubością od 3 do 20 mm i okresie intensywnego użytkowania nie mniej niż jeden rok; wytrzymałość na wyrywanie powinna być nie mniej niż 7 N/cm, a wytrzymałość na kartkowanie – nie mniej niż 1000 kartkowań.

III grupa – są to oprawy proste o okresie intensywnego użytkowania poniżej jednego roku; wytrzymałość na wyrywanie powinna być nie mniej niż 5 N/cm, a wytrzymałość na kartkowanie - nie mniej niż 600 kartkowań.

IV grupa – są oprawy proste druków jednorazowego użytku; wytrzymałość na wyrywanie powinna być nie mniej niż 4 N/cm, a wytrzymałość na kartkowanie - nie mniej niż 200 kartkowań.

Badanie Flex Test jest mniej popularne od badania Pull Test. Wpływ ma na to długi czas badania oraz duży rozrzut otrzymanych wyników testu na kartkowanie (Clark, 1997). Obecnie uważa się badanie na wyrywanie arkusza standardową metodą oceny wytrzymałości skleionej oprawy.

Ponieważ do tej pory nie zostały ustalone międzynarodowe europejskie standardy określające wytrzymałość opraw, w każdym kraju stosuje się swoje normy (Tab. 1).

Obecnie na rynku dostępne są różne urządzenia, przeznaczone do oceny wytrzymałości opraw metodą Pull Test.

Urządzenia pomiarowe są niezwykle proste w obsłudze, pozwalają na szybkie testowanie opraw w warunkach produkcyjnych. Niestety, wszystkie urządzenia różnią się konstrukcyjnie oraz parametrami testowania opraw, co skutkuje różnymi wynikami badań wytrzymałości tych samych opraw zbadanych na różnych aparatach testujących.

Jednym z najważniejszych parametrów wpływających na wynik wytrzymałości książki jest kąt otwarcia oprawy podczas wykonania badania wyrywania arkusza. W dostępnych na rynku aparatach testowych oprawa podczas badania może być otwarta z różnymi kątami – od 80° do 180°, co wpływa na końcowy wynik pomiaru.

Celem tej pracy było określenie wpływu kąta otwarcia oprawy na średni wynik wytrzymałości książki.

Tab. 1. Normy określające wytrzymałość opraw na wyrywanie karetek w wybranych krajach (Clark, 1997)

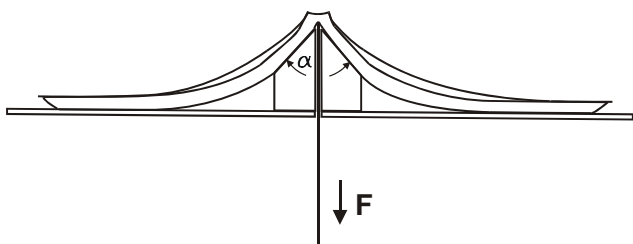
	Wynik Pull Test	Ocena wytrzymałości
Wielka Brytania	do 5,00 N/cm	nie do przyjęcia
	5,00-7,25 N/cm	zadawalająca
	7,25 - 9,00 N/cm	dobra
	powyżej 9,00 N/cm	bardzo dobra
Niemcy dla klejów hot melts	do 4,50 N/cm	nie do przyjęcia
	4,50 - 6,20 N/cm	zadawalająca
	6,20 - 7,20 N/cm	dobra
	powyżej 7,20 N/cm	bardzo dobra
dla klejów PUR, dyspersyjnych	do 5,50 N/cm	nie do przyjęcia
	5,50 - 6,50 N/cm	zadawalająca
	6,50 - 7,50 N/cm	dobra
	powyżej 7,50 N/cm	bardzo dobra
Stany Zjednoczone Ameryki	do 3,50 N/cm	nie do przyjęcia
	3,50-4,37 N/cm	zadawalająca
	4,37-6,12 N/cm	dobra
	6,12 - 7,00 N/cm	bardzo dobra
	powyżej 7,00 N/cm	doskonała

3. WYNIKI BADAŃ

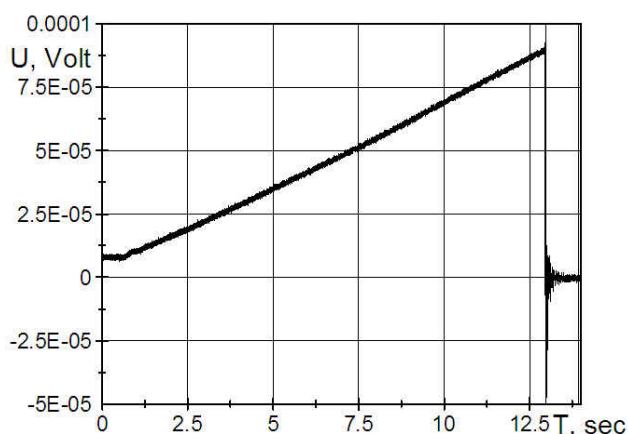
Do wykonania badań eksperymentalnych został wykorzystany aparat Martini Tester z zmodernizowanym systemem mocowania opraw. Zmodernizowana konstrukcja stołu pomiarowego umożliwiła przeprowadzenie badań wyrywania karetek z kątami otwarcia opraw $\alpha = 60^\circ, 80^\circ, 100^\circ, 120^\circ, 140^\circ, 160^\circ$ i 180° (Rys. 3).

W celu rejestracji przebiegu wyrywania kartki z grzbietu oprawy system pomiarowy aparatu testowego został wyposażony w czujniki podłączone do komputerowego układu pomiarowego zbudowanego z modułów elektronicznych produkowanych przez firmę National Instruments (USA). Sygnał pomiarowy był rejestrowany za pomocą programu komputerowego LabView SignalExpress, a uzyskane dane były opracowywane przez program DIAdem.

Na Rys. 4. przedstawiono typowy oscylogram komputerowej rejestracji siły wyrywania arkusza z grzbietu oprawy.

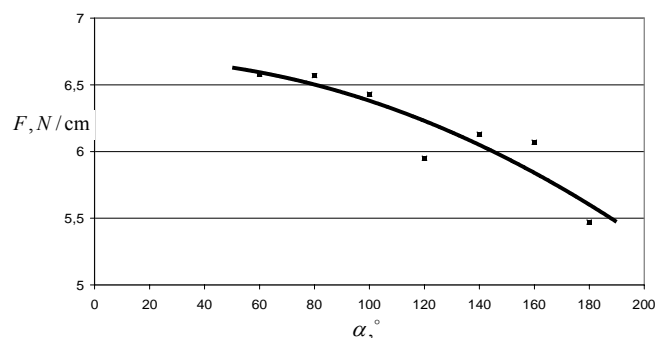


Rys. 3. Schemat mocowania oprawy podczas badań z różnymi kątami otwarcia α , F – siła wyrywania arkusza



Rys. 4. Oscylogram rejestracji w postaci napięciowej U siły wyrywania F arkusza z grzbietu oprawy

Badania wykonano w trzech niezależnych seriach badawczych. W każdej serii, przy różnych kątach otwarcia książki, zbadano wytrzymałość 140 opraw wykonanych z różnych rodzajów papieru i zaklejonych klejem termotopliwym.



Rys. 5. Wpływ kąta otwarcia oprawy na wytrzymałość klejowego połączenia przy badaniu *Pull Test*

Jak widać z wykresu (Rys. 5), kąt otwarcia oprawy ma znaczny wpływ na wynik oceny wytrzymałości sklejo-nej książki. Uzyskane wyniki badań eksperymentalnych umożliwiają uwzględnienie wpływu kąta otwarcia oprawy na wynik oceny wytrzymałości przy badaniach opraw na różnych maszynach testujących. Wyniki badań eksperymentalnych potwierdzają wnioski z wyników badań teoretycznych oceny wytrzymałości opraw (Petriaszwili i Pyryev, 2008).

3. WNIOSKI

Dzięki uwzględnieniu wpływu kąta otwarcia opraw na wynik wytrzymałości książek, badanych na różnych aparatach testujących, staje się możliwym obiektywny nadzór za parametrami wytrzymałościowymi książek, co pozwoli uniknąć możliwe nieporozumienia pomiędzy Wydawnictwami a Drukarniami posiadającymi odmienne konstrukcję aparatów testujących, co może przyczynić się do podniesienia wytrzymałości produkowanych książek łączonych klejowo.

LITERATURA

1. Clark T. (1997), *Bookbinding with adhesives*, 3Rev. McGraw-Hill, London.
2. Petriaszwili G., Pyryev Yu. (2008), Analysis of a model of the adhesive layer between two sheets of paper, *Journal of Vibroengineering*, Vol. 10, No 3, 282-284.

EKSPERYMENTAL INVESTIGATIONS OF THE PULLING OUT THE SHEET FROM THE BOOK SPINE ADHESIVE LAYER

Abstract: Currently produced devices to evaluate the durability of books differ in design and testing parameters, which result in different value of the strength of the same books tested at different test apparatus. One of the most important parameters affecting the measurement result is the opening angle of the book. The research study investigated the influence of the angle of opening book on the *Pull Test* value of durability of the book spine adhesive layer.

The results of experimental studies allow to learn the influence of the angle of opening book for the strength value of the books tested on different testing machines.