УДК 655.281
© М. Шустикевич[1], 2012

ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГРАМ СТИСНЕННЯ ПАПЕРУ І КАРТОНУ ЗА ПАКЕТНИМ ЗРАЗКОМ

Наведено результати експериментальних досліджень діаграм стиснення паперу і картону за пакетним зразком.

Results over of experimental researches of diagrams of compression of paper and cardboard are brought on a package standard.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Оскільки відношення сили до деформації не є сталим, говорити про жорсткість у загальноприйнятому розумінні групи полімерних матеріалів (таких як папір, картон, гумотканинне полотнище) не коректно. Однозначно цю нелінійну залежність $\sigma(p) = f(\varepsilon)$[1] з достатньою точністю характеризують одночасно два коефіцієнти: E_y – модуль умовної пружності (оскільки матеріал не є чисто пружним) і n – показник степені, які визначаються із залежності $\sigma = E_y\left(\frac{\lambda}{\delta}\right)^n$. Тому оперуючи поняттями “жорсткості” ми використовуватимемо його для порівняльного аналізу значення деформацій в певному діапазоні тисків, що виникають в період друкування.

2. РЕЗУЛЬТАТИ І АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження з визначення жорсткості паперу і картону проводилися згідно методики [2] в статичних умовах на площині на спеціальному пристосуванні.

Дослідженню підлягали 33 різних види паперу та картону. Отримані значення E_y і n зведені в таблицю 1. При знятті діаграм стиснення використовували пакет аркушів паперу і картону товщиною наближено 1,0 мм. Тому в таблиці наведені товщина одного аркуша зразка і товщина пакету паперу.

На рис. 1 зображено типові діаграми стиснення $p=f(\varepsilon)$ досліджуваних паперів. Цифра зверху кривої відповідає порядковому номеру зразка в таблиці 1.

[1] Українська академія друкарства

Таблиця 1

Показники E_y і n для різних видів паперу і картону

Назва паперу (картону)	Виробник	Маса, г/м^2	Товщина аркуша δ, мм	Товщина пакету паперу, мм	n	E_y, МПа
1. Офсетний	Чехія	95	0,14	0,98	2,30	333,23
2.Книжково-журнальний	Сиктивкарський ЦПК	60	0,08	0,96	1,654	15,41
3.Galerie Art Gloss	Фінляндія	90	0,07	0,98	1,98	204,86
4.Офсетний	Сиктивкарський ЦПК	60	0,07	0,98	1,631	55,93
5.Офсетний	Советский ЦБК	70	0,08	0,96	1,419	20,28
6. Газетний	Жидачівський ЦПК	50	0,08	1,04	1,353	5,12
7.Supraart 2/LH	Чехія	120	0,10	1,0	2,128	429,17
8.Крейдований	Україна	115	0,09	0,99	1,841	141,35
9.Крейдований	м.Корюква	150	0,135	1,08	1,953	327,01
10. Крейдований	Фінляндія	115	0,09	0,99	2,361	427,85
11.Офсетний №1	Україна	140	0,16	0,96	1,963	307,88
12.Форзацний	Україна	120	0,17	1,02	2,244	220,0
13. Крейдований	Фінляндія	300	0,24	0,96	2,239	110,32
14. Крейдований	Фінляндія	200	0,19	0,95	2,118	629,01
15. Крейдований	Фінляндія	250	0,24	0,96	1,832	79,55
16.Етикетковий	Німеччина	80	0,07	0,98	2,646	454,07
17.Офсетний	Словаччина	160	0,195	0,98	2,551	223,22
18.Офсетний	Польща	120	0,15	1,05	2,053	304,82
19.Офсетний	Польща	80	0,125	1,0	1,877	242,11
20.Офсетний	Польща	100	0,12	0,96	2,085	161,65
21.Офсетний	Світогорський	65	0,085	1,02	1,835	457,2
22. Форзацний	Україна	100	0,12	0,96	2,296	86,91
23. Етикетковий	Чехія	70	0,07	0,98	2,486	134,87
24.Офсетний №1	Котлас	160	0,21	1,05	2,00	300,69
25.Газетний	Кондопога	51	0,08	1,04	1,444	11,42
26.Galerie Art Matt	Німеччина	115	0,10	1,0	2,039	466,1
Картон						
27.Grapher Art	Росія	205	0,26	1,04	1,714	26,56
28. Балтика	Росія	250	0,34	1,02	1,80	283,95
29. Стромпак	Росія	250	0,49	0,98	1,411	14,10
30. Харчовий	Україна	190	0,21	1,05	2,168	624,6
31. Балтика	Росія	450	0,62	1,24	1,853	306,07
32. Хром-ерзац	Обухів	350	0,41	1,23	1,794	59,46
33. Хром-ерзац	Україна	220	0,33	0,99	2,069	431,16

Для всіх паперів і картонів розраховано показник степеня n і умовний модуль пружності E_y за формулою

$$n = \frac{lg\frac{p_2}{p_1}}{lg\frac{\lambda_{m2}}{\lambda_{m1}}}; \; E_y = \frac{p_2}{\left(\frac{\lambda_{m2}}{\delta}\right)^n},$$

де λ – деформація паперу; δ – його товщина.

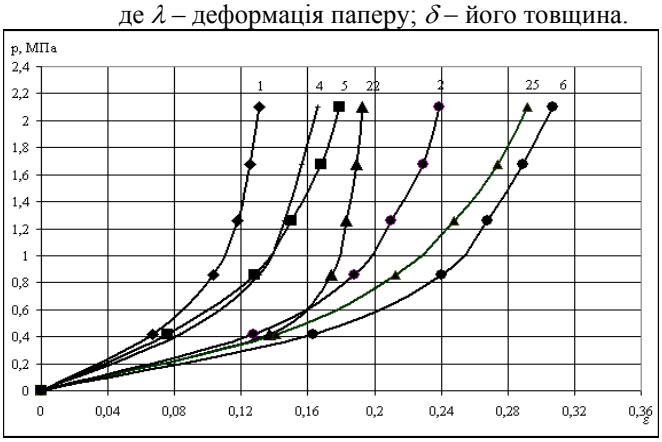

Рис. 1. Діаграма стиснення паперів p=f(ε)

Аналізуючи отримані значення відзначимо наступне. Інтенсивне збільшення деформацій усіх досліджуваних паперів спостерігалося при навантаженні до 0,8 МПа (для форзацного паперу – у межах до 0,5 МПа). При подальшому навантаженні у межах від 0,8 до 2,1 МПа (для форзацного паперу (№22) – у межах 0,45–2,1 МПа) інтенсивність збільшення деформації паперів різко знижувалась. Інтенсивне збільшення деформації паперу пояснюється тим, що на початковій стадії навантаження деформації відбувались за рахунок, в основному, розрихлених зовнішніх шарів паперу. При подальшому навантаженні інтенсивність деформації паперу зменшується, що пояснюється більшою щільністю серцевини паперу. Отримані результати показали, що жорсткість досліджуваних паперів змінюється в широкому діапазоні від 5,12 МПа (папір газетний, 50 г/м^2) до 629,0 МПа (папір крейдований, 200 г/м^2). На нашу думку можна стверджувати, що при друкуванні на жорстких паперах офсетних (№1, №4, №5) та форзацному (№22) для досягнення необхідної щільності контакту слід застосовувати м’які офсетні полотнища. Для м’яких паперів книжково-журнальному (№2) та газетних (№25, №6) задовільну якість друку можна отримати застосувавши

більш жорсткі полотнища, внаслідок чого може бути досягнено щільність контакту між робочою поверхнею полотнища та паперу при низьких значеннях тиску. При друкуванні на високогладких паперах (крейдованих, етикеткових) доцільно застосовувати жорсткі полотнища.

Окрім паперів аналогічні дослідження проводилися стосовно картонів (рис. 2). При навантаженні із зусиллям 0,8 МПа деформація усіх картонів, окрім харчового картону масою 190 г/м^2, зростає плавно у межах 0,1...0,175. Плавне зростання деформації харчового картону спостерігалось у межах до 0,12 при навантаженні 0,5 МПа, після чого при подальшому навантаженні (до 2,1 МПа) інтенсивність деформації значно зменшувалась і максимальне значення відносної деформації було рівне 0,15. Тобто, можна вважати, що даний картон відноситься до жорстких картонів. Аналогічний висновок можна зробити стосовно картонів Балтика 250 г/м^2, Балтика 450 г/м^2, хром-ерзац 220 г/м^2. Менш жорсткими є картони хром-ерзац 350 г/м^2, Graphe Art 205 г/м^2: при збільшенні навантаження від 0,8 до 2,1 МПа відносна деформація їх зросла у межах 0,16...0,195. Картоном з найм'якшими деформаційними характеристиками слід вважати картон Стромпекс 250 г/м^2: при збільшенні навантаження у межах від 0 до 2,1 МПа деформація плавно зростала і при 2,1 МПа приймала значення максимальної деформації ε = 0,24. Жорсткість досліджуваних картонів коливається в межах від 14,1 МПа (картон "Стромпекс", 250 г/м^2) до 624,6 МПа (картон харчовий, 190 г/м^2).

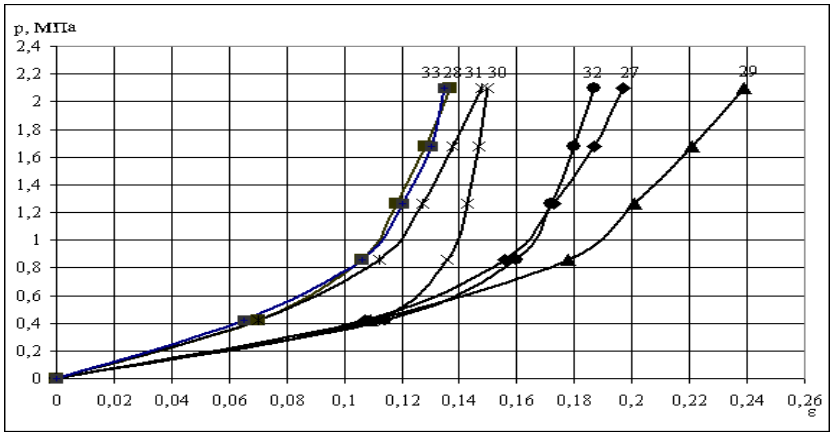

Рис. 2. Діаграма стиснення картонів p=f(ε)

3. ВИСНОВКИ

Поведені дослідження дозволили оцінити деформаційні характеристики різних сортів паперу і картону та визначити їх фізичні константи Еу і n. Внаслідок цього відібрані характерні зразки паперу і картону для проведення наступних експериментальних досліджень щільності контакту між офсетним полотнищем і папером. Отримані характеристики можуть бути використані при розрахунку силових навантажень, а також служити орієнтиром при застосуванні гумотканинних полотнищ.

1. Чехман Я.І., Сенкусь В.Т., Дідич В.П., Босак В.О. Друкарське устаткування. – Львів: УАД, 2005. – 468 с. 2. Чехман Я.І., Кравчук І.М., Шустикевич А.І., Шустикевич М.В. Дослідження умов визначення достовірних механічних характеристик гумотканинних полотнищ // Поліграфія і видавнича справа: Науково-технічний збірник. – Львів: УАД, 2004. – №41. – С.53–57.