



УДК 389.1

ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ПРОДАВЛЮВАННЮ ПАПЕРУ НА ПРИЛАДАХ ТИПУ 8036

Г.К. Ленюк, кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник АТ "Інститут паперу", м. Київ



Подается таблица коэффициентов коригування для визначення опору продавлюванню паперу з використанням приладів, що призначені для випробування картону. Наведено приклади.

There is presented the table of correction coefficients for determination of bursting strength of paper by means of the instruments designed for cardboard testing. The examples are included.

Зі зростанням ринкових відносин і попиту на картонну тару набувають певного значення параметри опору продавлюванню паперу та картону, причому одночасно загострюється одвічне питання технологів щодо правомірності використання приладів для випробування на продавлювання картону стосовно паперу [1].

Останнім часом актуальності питанню додає рекомендація стандартів щодо переходу до випробування картону на приладах, що призначені для випробування паперу, у разі неперевищення опору продавлюванню картону величини 600 кПа [2, 3].

У роботі [4] було намічено шлях вирішення проблеми, але інтерес до неї не вщухає, тому автор розв'язує задачу, подаючи таблицю коефіцієнтів коригування у діапазоні практичних випробувань, які проводять технологи.

Враховуючи, що тиск у гідравлічній системі приладу передається на паперовий зразок та гумову мембрану пропорційно їх жорсткості, коригування показів базового приладу 8036, що призначений для випробування картону, в разі вимірювання опору продавлюванню паперу проводиться за формулою

$$p_1 = 1,067 \left(1 - \frac{1}{\frac{C_n}{C_{гк}} + 1} + \frac{1}{\frac{C_n}{C_m} + 1} \right) p, \quad (1)$$

де p_1 – дійсне (скориговане) значення опору продавлюванню паперу; $1,067 = 3,15^2/3,05^2$ – безрозмірний коефіцієнт, в якому 3,15 та 3,05 – відповідно діаметри робочих отворів базового приладу 8036 та базового приладу 8035, призначеного для ви-

пробування на продавлювання паперу, см; p – показ приладу 8036; C_n – жорсткість зразка паперу,

$$C_n = \frac{E_n h_n^3}{12(1 - \mu_n)};$$

E_n – модуль пружності паперу, $E_n = 25000$ кг/см²; h_n – товщина зразка паперу, см; μ_n – коефіцієнт Пуассона для паперу, $\mu_n = 0,25$; $C_{гк}, C_{гк}$ – жорсткості гумової мембрани для приладів, що призначені для випробування паперу і картону відповідно,

$$C_{гк} = \frac{E_r h_{гк}^3}{12(1 - \mu_r)}; \quad C_{гк} = \frac{E_r h_{гк}^3}{12(1 - \mu_r)};$$

E_r – модуль пружності гуми, $E_r = 10,0$ кг/см²; $h_{гк}$ – товщина гумової мембрани для приладу, що призначений для випробування паперу; $h_{гк} = 0,07$ см (для приладу 8035); $h_{гк}$ – товщина гумової мембрани для приладу, що призначений для випробування картону, $h_{гк} = 0,17$ см (для приладу 8036); μ_r – коефіцієнт Пуассона для гуми, $\mu_r = 0,5$.

Коефіцієнти коригування, що обчислені за формулою (1), наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Товщина паперу h , см	Коефіцієнт коригування K
0,015	0,631
0,016	0,672
0,017	0,710
0,018	0,745
0,019	0,777
0,020	0,806
0,021	0,833
0,022	0,856
0,023	0,877
0,024	0,895
0,025	0,911
0,026	0,926
0,027	0,939
0,028	0,951
0,029	0,961
0,030	0,970

У табл. 2 наведено приклади використання коефіцієнтів коригування.

Границі відносної похибки скоригованих значень опору продавлюванню p_1 не перевищують $\pm 7,9\%$, якщо істинними вважати результати ви-

Таблиця 2

Найменування матеріалу	Опір продавлюванню за приладом 8036 p , кг/см ²	Опір продавлюванню за приладом 8035, кг/см ²	Товщина зразка h , см	Коефіцієнт коригування K	Скориговане значення опору продавлюванню, p_i , кг/см ²
Папір для гофрування ГОСТ 7377-85	2,85	2,24	0,018	0,745	2,12
Папір для гофрування ГОСТ 7377-85	4,31	3,55	0,019	0,777	3,35
Картон КТ-20-50, 180 ТУ У 21.1-05509659-026-2005	5,44	4,61	0,025	0,911	4,96
Картон К-1-200 ГОСТ 7420-89	6,49	5,78	0,029	0,961	6,24

Таблиця 3

Найменування матеріалу	Опір продавлюванню за приладом 8036 p , кг/см ²	Опір продавлюванню за приладом 8035, x , кг/см ²	Виправлений результат $p_i^* = \frac{p-a}{b+1}$, кг/см ²	Абсолютна різниця $p_i^* - x$, кг/см ²	Відносна похибка δ , %
Папір для гофрування ГОСТ 7377-85	2,85	2,24	2,18	-0,06	-2,7
Папір для гофрування ГОСТ 7377-85	4,31	3,55	3,60	0,05	1,4
Картон КТ-20-50, 180 ТУ У 21.1-05509659-026-2005	5,44	4,61	4,69	0,08	1,7
Картон К-1-200 ГОСТ 7420-89	6,49	5,78	5,71	-0,07	-1,2

*Примітка. Відповідно до [5] $a=0,5952$; $b=0,0327$.

мірювання опору продавлюванню приладом 8035. Разом із тим, границі відповідної похибки результату вимірювання опору продавлюванню становить, згідно з [1], $\pm 9\%$, отже запропоновану таблицю коефіцієнтів коригування можна рекомендувати для вживання.

З іншого погляду, чинниками розходжень показів приладів 8036 і 8035 на однакових зразках є суто сталі геометричні величини їхніх робочих отворів та гумових мембран, а отже, можна припустити наявність лінійних систематичних відхилень показів, які слід визначити і скоригувати за схемою, що подається в [5].

Результати обчислень наведено в табл. 3.

Результати обчислення за формулою поправленого результату

$$p_i^* = 0,986p - 0,576 \quad (2)$$

переконливо підтверджують припущення про лінійну залежність систематичної складової відхилень показів приладів, а найбільше, за формулою (2), значення відносної похибки становить $-2,7\%$.

Значне підвищення точності, здобуте за формулою (2), яка є альтернативою формулі (1), поясню-

ється тією обставиною, що формула (1) побудована на середніх значеннях модулів пружності.

Список літератури

1. Полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Метод определения сопротивления продавливанию: ГОСТ 13525.8-86. – (Государственный стандарт СССР).
2. Папір. Визначення опору продавлюванню: ДСТУ ISO 2758:2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – (Національний стандарт України).
3. Картон. Визначення опору продавлюванню: ДСТУ 2759:2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – (Національний стандарт України).
4. Ленюк Г.К. Повірка приладів для визначення опору продавлюванню паперу та картону з використанням контрольних зразків / Г.К. Ленюк // Український метрологічний журнал. – 2002. – № 3. – С. 57–58.
5. Ленюк Г.К. Усунення лінійних систематичних похибок з результату вимірювань / Г.К. Ленюк // Там само. – 2007. – № 4. – С. 53–54.