



## ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНОЇ КОРЕЛЯЦІЇ ОПОРУ РОЗРИВУ І ОПОРУ РОЗДИРАННЮ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ У ПОПЕРЕЧНОМУ ДО МАШИННОГО НАПРЯМКУ

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



*Пропонується алгоритм визначення лінійної кореляції параметрів на прикладі кореляції опору розриву і опору роздиранню паперу та картону у поперечному до машинного напрямку.*

*The algorithm to determine parameters linear correlation by the example of correlation values for tensile and tearing strength of paper and board transversely to machine direction is proposed.*

У технічних умовах технологи подають параметр опору роздиранню паперу [1] переважно у поперечному до машинного напрямку, і, враховуючи пряму залежність опору роздиранню від міцності волокон та їхнього зв'язку у кромці лінії зрізу, а також ту обставину, що опір розриву під час розтягування [2] також визначається виключно міцністю волокон зразка і їхнього зв'язку, можна припустити існування лінійної кореляції опору роздиранню і опору розриву.

На прикладі параметрів опору роздиранню паперу та картону і опору розриву під час розтягування у поперечному до машинного напрямку запропонуємо метод визначення лінійної кореляції, користуючись алгоритмом, який був задіяний

автором [3] для усунення лінійних систематичних похибок з результатів вимірювань.

За результатами експериментальних досліджень опору розриву і опору роздиранню паперу та картону у поперечному до машинного напрямку за методом [3] обчислено залежність опору роздиранню від опору розриву у поперечному до машинного напрямку (табл. 1).

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{12205,9}{5} = 2441,18; \quad [R^2] = 39405467,3; \\ (\overline{N-R}) &= -\frac{11851,2}{5} = -2370,24; \\ [R(N-R)] &= -38263981,4; \\ a &= \frac{n(\overline{N-R})[R^2] - [R(N-R)]n\bar{R}}{n[R^2] - (n\bar{R})^2} = \\ &= \frac{5(-2370,24) \cdot 39405467,3 - (-38263981,4) \cdot 5 \cdot 2441,18}{5 \cdot 39405467,3 - (5 \cdot 2441,18)^2} = 0,9224; \\ b &= \frac{n[R(N-R)] - n^2\bar{R}(\overline{N-R})}{n[R^2] - (n\bar{R})^2} = \\ &= \frac{5(-38263981,4) - 5^2 \cdot 2441,18(-2370,24)}{48043341,69} = -0,9713. \end{aligned}$$

Таблиця 1

Залежність  $R^*$  від  $N$ , обчислена за методом [3]

Найменування матеріалу	Зусилля розриву $N$ , Н	Опір роздиранню $R$ , мН	$R^2$	$(N-R)$	$R(N-R)$	Поправлений результат $R^* = \frac{N-a}{b+1}$ , мН	Абсолютна різниця $(R^*-R)$ , мН	Відносна похибка $\delta$ , %
Папір 45	10,6	275,7	76010,5	-265,1	-73088,1	337,4	61,7	22,4
Картон 140	40,7	1620,6	2626344,4	-1579,9	-2560385,9	1386,9	-233,7	-14,4
Картон 300	92,0	2888,1	8341121,6	-2796,1	-8075416,4	3175,4	287,3	9,9
Картон 350	88,2	3069,4	9421216,4	-2981,2	-9150495,3	3042,9	-26,5	-0,9
Картон 420	123,2	4352,1	18940774,4	-4228,9	-18404595,7	4263,2	-88,9	-2,0
$\Sigma$		12205,9	39405467,3	-11851,2	-38263981,4			

Результати обчислення за формулою поправленого результату

$$R^* = \frac{N-a}{b+1} = -\frac{a}{b+1} + \frac{1}{b+1}N = -32,1 + 34,843N \quad (1)$$

підтверджують припущення щодо існування лінійної кореляції опору розриву і опору роздиранню у поперечному до машинного напрямку і дозволяють визначити зв'язок між ними у вигляді функції.

Для зручного використання отриманої інформації експрес-методом в табл. 2 наведено відповідні значення опору розриву і опору роздиранню в поперечному до машинного напрямку, обчислені за формулою (1).

Таблиця 2  
Значення  $R^*$ , обчислені за [3] і формулою (1), відповідно до  $N$

Зусилля розриву $N$ , Н	Опір роздиранню у поперечному напрямку $R^*$ , мН	Зусилля розриву $N$ , Н	Опір роздиранню у поперечному напрямку $R^*$ , мН
10	316,3	70	2406,9
15	490,5	75	2581,1
20	664,8	80	2755,3
25	839,0	85	2929,6
30	1013,2	90	3103,8
35	1187,4	95	3278,0
40	1361,6	100	3452,2
45	1535,8	105	3626,4
50	1710	110	3800,6
55	1884,3	115	3974,8
60	2058,5	120	4149,1
65	2232,7	125	4323,3

У табл. 3 наведено значення  $R^*$  у машинному та поперечному до машинного напрямках, що відповідають одному зусиллю розриву. Дані графі 2 запозичено зі статті [4].

Порівнюючи дані табл. 1–3 із даними [4], можна зробити висновок, що для одного матеріалу відношення зусиль розриву і опору роздиранню у машинному та поперечному до машинного напрямках є величина одного порядку, тобто

$$\frac{N_M}{N_P} \approx \frac{R_{П}^*}{R_M^*},$$

Таблиця 3  
Значення  $R^*$  у машинному та поперечному до машинного напрямках, що відповідають одному зусиллю розриву

Зусилля розриву $N$ , Н	Опір роздиранню у машинному напрямку $R_M^*$ , мН	Опір роздиранню у поперечному напрямку $R_P^*$ , мН	Відношення $R_{П}^* / R_M^*$
70	545,1	2406,9	4,4
75	512,5	2581,1	5,0
80	574,4	2755,3	4,8
85	535,5	2929,6	5,5
90	603,7	3103,8	5,1
95	618,4	3280	5,3
100	633,0	3452,2	5,5
105	647,6	3626,4	5,6
110	662,3	3800,6	5,7
105	676,9	3974,8	5,9
120	691,6	4149,1	6,0
125	706,2	4323,3	6,1

що може зацікавити виробників певних видів паперів і картонної тари.

Повертаючись до ілюстрованого алгоритму визначення лінійної кореляції, зазначимо, що він легко програмується і коригує дані  $N$ , незалежно від їхнього характеру, на лінійну складову таким чином, щоб різниця скоригованих значень  $R^*$  і вихідних даних  $R$  була мінімальною.

#### Список літератури

1. Напівфабрикати волокнисті та папір. Метод визначення опору роздиранню: ДСТУ 3368-96 (ГОСТ 13525.3-97) (ISO 1974-90). – [Чинний від 1997-09-26]. – К.: Держстандарт України, 1998. – 13 с. – (Державний стандарт України).
2. Папір та картон. Визначення міцності під час розтягування. Частина 1. Метод навантажування з постійною швидкістю: ДСТУ 2334-94 (ГОСТ ИСО 1924/1-96). – [Чинний від 1996-07-30]. – К.: Держстандарт України, 1997. – 9 с. – (Державний стандарт України).
3. Ленюк Г.К. Усунення лінійних систематичних похибок з результатів вимірювань / Г.К. Ленюк // Український метрологічний журнал. – 2007. – № 4. – С. 53–54.
4. Ленюк Г.К. Вимірювання опору роздиранню паперу і картону / Г.К. Ленюк // Упаковка. – 2013. – № 4. – С. 12–14.