

DOI 10.36074/logos-13.03.2026.022

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ІЗОТРОПНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК ПРИ ЗМІННОМУ ЗОВНІШНЬОМУ ТИСКУ

Тодчук Володимир Олександрович¹

¹. канд. техн. наук, доцент
УКРАЇНА

Дослідження стійкості ізотропних циліндричних оболонок при дії зовнішнього тиску, який змінюється вздовж утворюючих по лінійному закону, проводилось на спеціально виготовленій установці, схема якої показана на рис. 1.

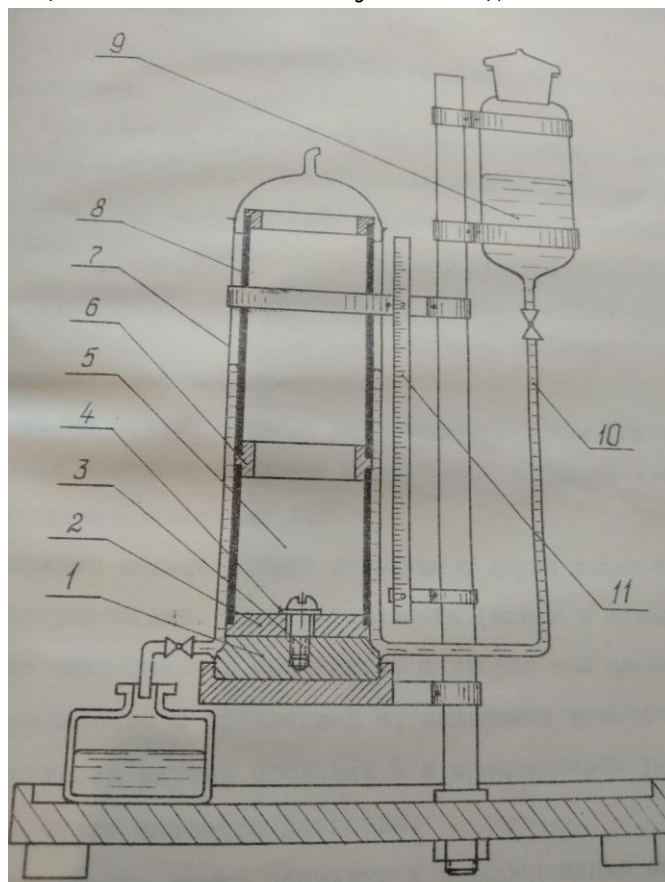


Рис. 1.

섹션 13.

GENERAL MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING

Це експериментальне дослідження було виконано з метою:

- виявлення залежності величини критичного зовнішнього тиску від нерівномірності напруження оболонок;
- вивчення процесів хвилеутворення при вичерпанні стійкості оболонок;
- перевірки достовірності запропонованих автором формул.

Дослідження проводилися на 12, виготовлених з листового матеріалу ($E=12,75 \cdot 10^{10}$ Па) за допомогою спеціальних шаблонів.

Для забезпечення торцям оболонки кругової форми і щільного прилягання обшивки, опорні кільця виготовлялись на токарному станку з великою точністю.

Нижнє кільце 2 має невеликий отвір для гвинта 3, за допомогою якого оболонка 5 кріпилась в скляному посуді 7 до нерухої вставки 1.

Верхнє кільце 6 було наскрізним з двома точно обробленими поверхнями. Одна поверхня (як і в кільці 2) служила для з'єднання з обечайкою, а друга – з циліндром 8, який, разом з прокладкою 4, виключає можливість попадання ртуті в середину оболонки 5 і забезпечує умови для отримання чисто зовнішнього тиску.

З'єднання стику обечайки і приєднання її до опорних кілець здійснювалося за допомогою клею БФ – 6.

Лінійний зовнішній тиск вздовж образотворчих створювався гідростатично за допомогою ртуті. Ртуть поступала із скляної посудини 9 через гнучкий шланг 10 в скляну посудину 7.

Таблиця 1

№	R/h	L/R	j	$\frac{P_{кр}^e}{P_{кр}^o}$	$\frac{P_{кр}^e}{P_{кр}}$
1	500	1,84	0,296	1,661	0,957
2	500	1,84	0,288	1,771	0,992
3	500	1,84	0,303	1,682	0,936
4	500	1,84	0,303	1,692	0,936
5	500	1,84	0,301	1,694	0,942
6	500	1,84	0,288	1,771	0,992
7	500	1,84	0,295	1,728	0,962
8	500	1,84	0,299	1,706	0,948
9	500	1,84	0,289	1,761	0,985
10	500	1,84	0,291	1,750	0,978
11	500	1,84	0,294	1,727	0,961
12	500	1,84	0,291	1,750	0,978

Рівень замірявся за допомогою вимірювальної шкали 11.

Вичерпання стійкості фіксувалось візуально по падінню рівня ртуті.

Перехід оболонок від прямолінійної до криволінійної форми рівноваги здійснювався стрибком з утворенням (по всій поверхні) вм'ятин з максимальним прогином зрушеним у бік найбільшої інтенсивності навантаження.

В таблиці 1 приведено зіставлення експериментальних даних з розрахунками для випадку коли торці оболонок жорстко закріплені.

В таблиці 1 використані наступні позначення:

- $P_{кр}^e$ - максимальний експериментальний тиск;
- P_{min}^e - мінімальний експериментальний тиск;
- $P_{кр}$ - теоретичний критичний тиск; при нерівномірному нагріванні;
- $P_{кр}^o$ - теоретичний тиск при рівномірному нагріванні;

$$- j = 1 - \frac{P_{min}^e}{P_{кр}^e} \cdot P_{кр} = \frac{\sqrt[4]{\left(1 - j + \frac{9}{35}j^2\right)\left(1 - j + \frac{483}{1925}j^2\right)^3}}{1 - 1,5j + \frac{1463}{1925}j^2 - 0,13j^3} 1,53P_{кр}^o;$$

$$P_{кр}^o = \frac{4}{3} \frac{\sqrt[4]{3D^3 Eh\pi^4}}{L^4 R^6} - \text{формула Папковича.}$$

Висновки

1. Нерівномірність зовнішнього тиску вздовж твірних оболонок сильно впливає на його критичне значення.

2. Запропоновані формули дозволяють достатньо точно вираховувати критичне значення зовнішнього тиску, який змінюється по лінійному закону вздовж твірних.

