

УДК 624.953:624.07

ОСОБЛИВОСТІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВЕРТИКАЛЬНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ПРИ ВІТРОВОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Єгоров Є. А.¹, д. т. н., проф., Івченко Ю. В.², к. т. н.,
Ковтун-Горбачова Т. А., к. т. н., доц.

¹evg_egorov@ukr.net, ²ivchenko.yuliia@pdaba.edu.ua

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Вступ, аналіз стану проблеми, постановка задачі. Згідно з розробленими на сьогодні типовими рішеннями сталевих вертикальних циліндричних резервуарів об'єм резервуарів вказаного типу складає 100–50 000 м³. Одним з основних несучих елементів вертикальних резервуарів є циліндрична стінка. Для резервуарів різного об'єму геометричні параметри стінки мають наступні відношення: $l/r = 0,6 \div 2,5$; $r/t = 600 \div 3800$ (l , r , t – довжина, радіус і товщина циліндричної стінки). Таким чином, циліндрична стінка резервуарів відноситься до класу дуже тонкостінних оболонок. Несуча здатність циліндричної стінки резервуару визначається її міцністю і стійкістю. Враховуючи той факт, що при експлуатації на резервуар діє цілий комплекс стискаючих навантажень: власна вага конструкцій стінки і покрівлі, вага снігу, вакуум і вітрове навантаження – можна зробити висновок, що для таких конструкцій проблема стійкості є однією з найважливіших. І питання стійкості циліндричної стінки при зовнішньому тиску, зокрема, при вітровому навантаженні, потребують більш детального вивчення.

Згідно норм проектування [1] вітрове навантаження на споруди циліндричної форми представляє собою нерівномірний зовнішній тиск із активною (стискальною) зоною по периметру оболонки, яка становить приблизно 30° в залежності від геометричних параметрів стінки, і пасивною (розтягнутою) зоною, що діє на решту периметра оболонки.

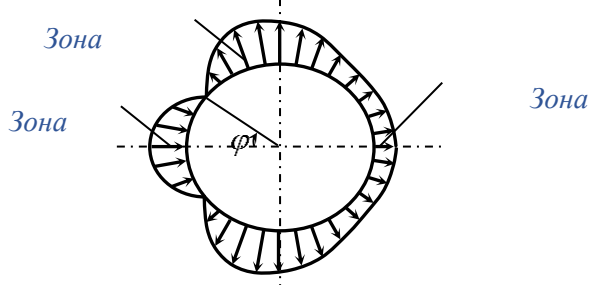


Рис. 1. Схема дії вітрового тиску на циліндричну оболонку

При розрахунку резервуарів на стійкість нерівномірний вітровий тиск замінюється рівномірним зовнішнім тиском – еквівалентним вакуумом, який обчислюється за формулою:

$$q_{crw} = q_{eqv} = k \cdot q_w,$$

де q_w – максимальне значення вітрового тиску; k – коефіцієнт, який приймається $k = 0,5$ для всіх вертикальних циліндричних резервуарів незалежно від їх геометричних параметрів [2].

Таке подання вітрового навантаження не враховує дійсної кінетики змін геометричної форми поверхні стінки резервуару, яке, у свою чергу, залежить від дійсної геометрії кожного конкретного резервуару і може суттєво впливати на критичне значення q_{crw} .

Мета роботи. Враховуючи вищевикладене, у роботі проводиться дослідження особливостей кінетики напружено-деформованого стану циліндричних оболонок при вітровому тиску різної інтенсивності з урахуванням його фактичного розподілення [1] з метою отримання якісної картини розподілу напружень і деформацій у циліндричній стінці резервуару.

Зміст досліджень. Рішення задачі деформування виконувалось у лінійній постановці для циліндричних оболонок з такими геометричними параметрами: $r/t = 1500$, $l/r = 0,8 \div 1,6$, що відповідає геометричним параметрам вертикальних резервуарів об'ємом 1 000–30 000 м³. У якості граничних умов розглядалось шарнірне (варіант 1) і жорстке (варіант 2) закріплення обох торців оболонки. Рішення задачі проводилось для декількох завантажень оболонки вітровим тиском різної інтенсивності: $q_w = (0,2; 0,4; 0,8; 1,2) \cdot q_{cr}$, де q_{cr} – критичне значення рівномірного зовнішнього тиску.

Така постановка задачі дозволила дослідити особливості напружено-деформованого стану циліндричних оболонок при вітровому тиску як при малих значеннях зовнішнього навантаження, так і при значеннях тиску, близьких до критичних, що є важливим з позицій стійкості оболонок.

Виявлено, що вже при самому слабкому вітровому тиску загальна картина деформацій оболонок має яскраво виражений хвильовий характер (рис. 2), що і є головним фактором щодо формування величини q_{crw} .

Висновки. Початковий характер деформування тонкостінних оболонок при вітровому навантаженні (при інтенсивності, значно меншій критичній), а саме хвильові відхилення їх поверхні, може суттєво впливати на загальну стійкість, бо навіть при незначній величині таких відхилень їх параметри можуть бути дуже близькими до параметрів власної форми втрати стійкості оболонок. Це потребує проведення додаткових досліджень з коригування інженерних оцінок критичного вітрового тиску q_{crw} .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ : Мінбуд України, 2006. 75 с.
2. ВБН В.2.2-58.2-94. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа. Відомчі будівельні норми України. Київ : Держкомнафтогаз, 1994. 98 с.