

УДК 624.014

## **МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ (МЕМБРАН) СИЛОСІВ**

**В.С. Шебанін**, доктор технічних наук, професор

**Л.П. Шебаніна**, кандидат технічних наук, доцент

**В.Г. Богза**, кандидат технічних наук, доцент

Миколаївський державний аграрний університет

*У статті розглянуто методику розрахунку оболонкових конструкцій (мембран) силосів з урахуванням нелінійності діючого навантаження від зерна. Розглянуто дві марки сталі – фінську та вітчизняну.*

**Ключові слова:** силос, пружно-деформований стан, мембрана, несуча здатність.

Основне завдання досліджень зводиться до забезпечення двох основних вимог до конструкцій силосів – надійності їх експлуатації, ефективності їх виготовлення та збірки із застосуванням болтових з'єднань.

Питання технології виготовлення та монтажу конструкцій з болтовими з'єднаннями сьогодні ще не вирішено у повному обсязі і об'єм їх застосування в Україні складає десь 30%, що значно відстає від об'єму застосування їх у високорозвинутих країнах, де він складає більше 75%.

У процесі виконання досліджень планується удосконалити існуючі технічні рішення з оформленням матеріалів на отримання патентів.

Розрахункову схему силосу наведено на рис.1. Конструкцію силосу змодульовано із прямокутних кінцевих елементів.

Розрахунок виконувався за допомогою обчислювального комплексу SCAD, розробки Українського інституту досліджень навколишнього середовища та ресурсів, версія 7.29, 2001 р.

Загальна кількість вузлів у розрахунковій схемі дорівнює 876, а кількість кінцевих елементів – 2288. Такий розподіл є достатнім для задовільної точності розрахунку, тобто пружно-

деформований стан (ПДС) у розглянутій моделі буде незначно відрізнятися від дійсного.

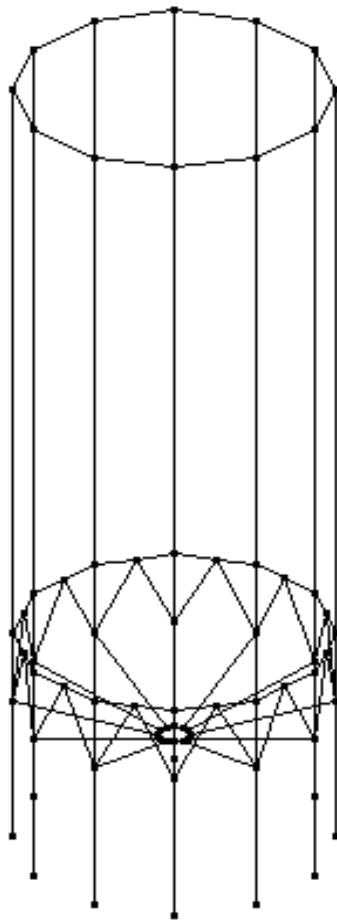


Рис. 1. Розрахункова схема силосу

Розрахунок виконувався на дію навантаження від власної конструкції силосу, навантаження від снігу та вітру, технологічних навантажень від зерна, відповідно до вимог ДБН В.2.2-8-98 та матеріалів досліджень [1-7], без урахування навантажень від кабелів термопідвісок та транспортерних галерей.

Особливістю цієї конструкції силосу є те, що вона буде знаходитися під впливом напруження незалежно від того, діє чи ні зовнішнє навантаження на конструкцію. Застосування цього стану для елементів каркасу силосу дозволяє регулювати зусилля у всіх елементах, не встановлюючи окремі додаткові попередньо-напружені елементи.

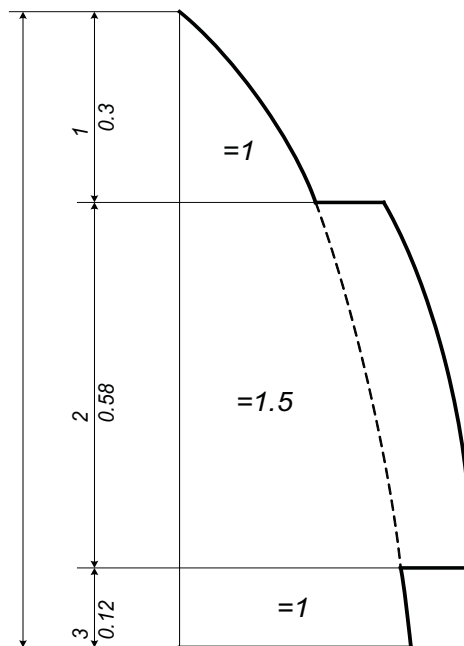


Рис. 2. Номограма розподілу горизонтального тиску

Розподіл горизонтального тиску зерна на мембрану у вертикальній площині приймався згідно з номограмою на (рис. 2), яка була одержана на підставі експериментальних досліджень, виконаних Тахтамишевим С.Г. [6] ще у 1940 році. Нелінійність тиску зерна у горизонтальній площині не враховувалася, тому що доки не відомі чисельні значення такого розподілу і її причини. Це можна визначити тільки на ґрунті проведення комплексу натурних багаторічних випробувань.

У табл. наведено значення пружно-деформованого стану елементів розрахованого силосу при використанні двох марок сталі – RAGAL380 (Фінляндія) та С245 (Україна).

За даними виконаного розрахунку можна зробити попередній висновок, що напруги в елементах силосу не перевищують значення розрахункового опору матеріалу.

Для розроблення практичної методики розрахунку було використано матеріали теоретичних та експериментальних досліджень, наведених у роботах [1-7].

Циліндрична поверхня силосу в робочій стадії знаходиться у напруженому стані розтягу, завдяки чому значно підвищується міцність системи. Зона контакту циліндричної та конус-

ної частин, як показали теоретичні дослідження, має значно більшу деформативність, ніж інші зони.

Для перевірки граничної зони на відрив матеріалу ребра з отвором пропонується використовувати формулу

$$N_b \leq R_{un}(a-d/2) \geq t, \quad (1)$$

де  $a$  – відстань вздовж дії зусилля від краю ребра до центру отвору.

Таблиця

### Значення пружно-деформованого стану елементів силосу

№ Ярусу	Y, м	PH, тс/м <sup>2</sup>	N, тс	sX, кгс/см <sup>2</sup>	sY, кгс/см <sup>2</sup>	Рекомендовані товщини мембран, мм	
						Сталь RAGAL380	Сталь С245
1	1.2	0.49	-0.57	231	24	1.4	1.7
2	2.4	0.97	-1.23	591	47	1.1	1.4
3	3.6	1.42	-1.98	886	57	1.1	1.4
4	4.8	1.85	-2.77	1127	63	1.1	1.4
5	6.0	2.26	-3.51	1343	49	1.2	1.4
6	7.2	2.65	-4.27	1488	19	1.3	1.5
7	8.4	3.02	-5.04	1610	-57	1.4	1.6

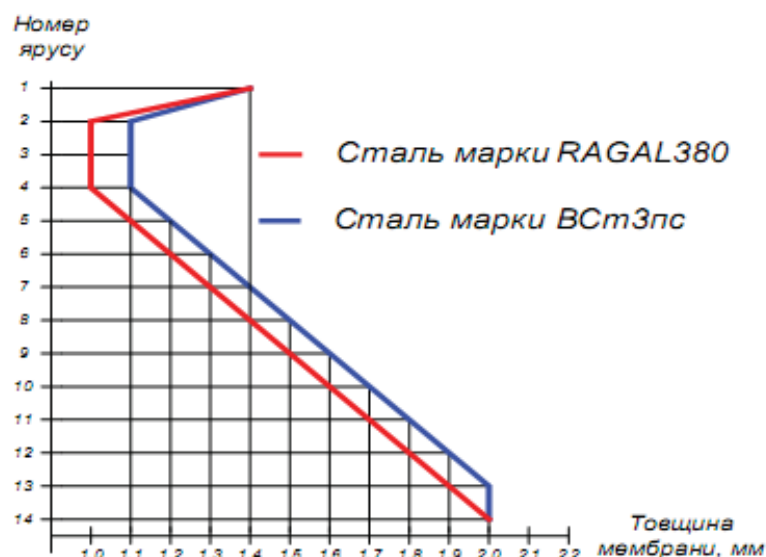


Рис. 3. Залежність товщини мембрани силосу залежно від висоти ярусу.

У порівнянні зі звістними рішеннями [1] несучу здатність розглянута конструкція має на 13-19% більшу.

У порівнянні зі звістними рішеннями [1] розглянута конструкція має більшу несучу здатність на 13-19%.

### **Висновок.**

Аналіз результатів розрахунків показує, що несуча здатність мембрани перевищує несучу здатність примикаючих стержнів.

Література:

1. Лихтарников Я.М. Расчет стальных конструкций : справочное пособие / Я.М. Лихтарников, В.М. Клыков, Д.В. Ладыженский — К. : Будівельник, 1976. — 352с.
2. Левченко В.Н. Исследование технико-экономических показателей стальных вертикальных цилиндрических резервуаров, мокрых газ-гольдеров, бункеров и вопросы их оптимизации : автореферат диссертации., 1973 — 345с.
3. Теренин Б.М. Расчет илиндрических оболочек на симметричные нагрузки по методу начальных параметров / Б.М. Теренин. — М. : Стройиздат, 1949 — 14с. (Труды лаборатории строительной механики ЦНИПС).
4. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический / Под редакцией А.А. Уманского — М. : Госстройиздат, 1960. — 1040с.
6. Тахтамышев С.Г. Давление сыпучих тел в силосах / С.Г. Тахтамышев — М. : Стройиздат, 1940 — 12с. (Сборник трудов ЦНИПС, вып.2 — 3).
7. Кропп Л.И. Обработка и хранение семенного зерна / Л.И. Кропп — М. : Колос, 1974. — 232с.