

Міністерство освіти Азербайджанської Республіки
Міністерство освіти і науки України

Азербайджанський архітектурно-будівельний університет
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

BUILDING INNOVATIONS – 2020

Збірник наукових праць
за матеріалами

III Міжнародної
азербайджансько-української
науково-практичної конференції

1 – 2 червня 2020 року

Баку – Полтава 2020

Пічугін С.Ф., д.т.н., професор

ORCID 0000-0001-8505-2130 e-mail pichugin.sf@gmail.com

Оксененко К.О., аспірант

ORCID 0000-0002-5171-3583 e-mail shvadchenkokate@gmail.com

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ І РОЗРАХУНКУ СТАЛЕВИХ СПІРАЛЬНО-ФАЛЬЦЕВИХ СИЛОСІВ

Розглянуто конструкцію сталевих спіральньо-фальцевих силосів та спосіб формування циліндричного корпусу. Проілюстрована загальна конструкція спіральньо-фальцевого силосу. Описані особливості фальцевого замку, його геометрія та розташування. Проаналізована специфіка конструкції спіральньо-фальцевого силосу, яка впливає на їх напружено-деформаційний стан. Розглянуті нормативні документи, що регламентують питання проектування сталевих силосних ємностей на території України. Перераховані основні навантаження та впливи, які приймаються при розрахунку силосів. Наведена основна формула перевірки загальної міцності стінки силоса та розшифровані її складові.

Ключові слова: силос, спіральньо-фальцевий силос, фальцевий замок, напружено-деформаційний стан

Pichugin S.F., DSc, Professor

ORCID 0000-0001-8505-2130 e-mail pichugin.sf@gmail.com

Oksenenko K.O., graduate student

ORCID 0000-0002-5171-3583 e-mail shvadchenkokate@gmail.com

National University " Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic "

FEATURES OF STRUCTURES AND CALCULATION OF STEEL SPIRAL-FOLD SILOS

The construction of steel spiral-fold silos and the method of forming a cylindrical body are considered. The general design of a spiral-fold silo is illustrated. Features of the folding lock, its geometry and location are described. The specifics of the construction of spiral-fold silo, which affects their stress-strain state, are analyzed. The standard documents which regulates the design of steel silo tanks on the territory of Ukraine are considered. The main loads and influences which are accepted at calculation of silos are listed. The basic formula of check of the general durability of a wall of a silo is resulted, the components of the formula are decrypted.

Keywords: silo, spiral-fold silos, folding lock, stress-strain state.

Металеві ємнісні конструкції для зберігання різних видів сипучих матеріалів є одними з найбільш розповсюджених типів будівельних конструкцій. До них відносяться бункери та силоси, які використовуються в усіх галузях промисловості, сільськогосподарської та транспортної сфери [1 – 2].

Одним з найбільш прогресивних типів тонкостінних просторових конструкцій є високоіндустріальні та економічні металеві силоси спіральньо-фальцевого типу [3]. Однак розвиток цих прогресивних конструкцій стримується через відсутність досліджень напружено-деформованого стану цих оболонок, оскільки ці конструкції мають ряд специфічних особливостей, а саме наявність ребра фальцевого типу.

Конструкція спіральньо-фальцевого циліндричного силосу формується за

допомогою спеціального обладнання, яке навиває металевий штрипс шириною 495мм та товщиною 2-4мм по спіралі з одночасним формуванням фальцевого ребра замкнутого типу. Фальцевий замок розташований ззовні стінки силосу під незначним кутом до горизонтальної площини і утворює кільцеві ребра. Фальцеві ребра висотою l_0 , складаються з верхньої та нижньої половинки, які відрізняються своєю геометрією, жорсткістю та піддатливістю. Крок кільцевих ребер 365мм (рис 1).

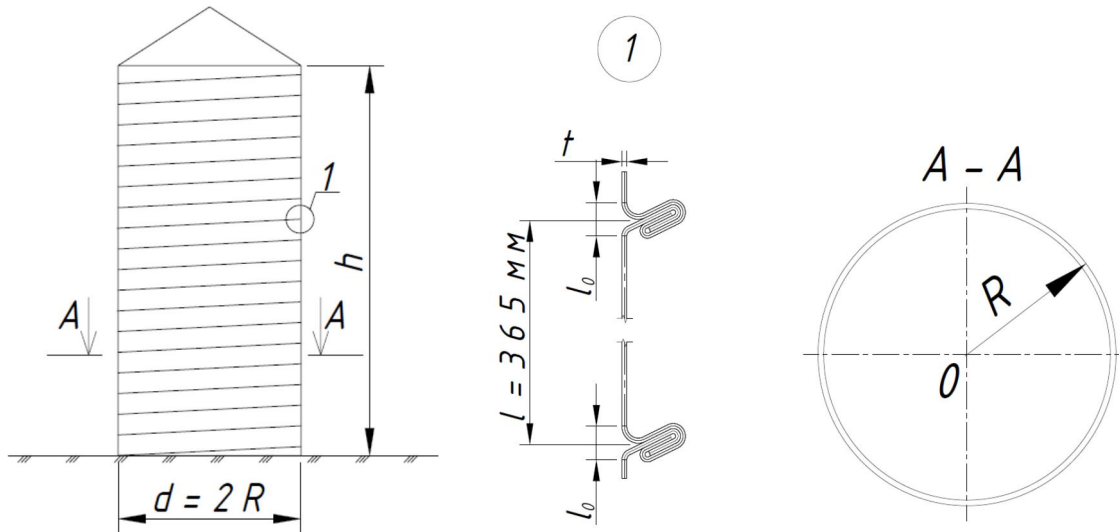


Рисунок 1 – Конструкція спіраль-фальцевого силоса

Специфіка конструкції спіраль-фальцевого силосу, яка впливає на їх напружено-деформаційний стан, полягає в наступному:

- ребра розміщуються по спіралі, але під незначним кутом нахилу витка, близько 1° ;
- вказані ребра фальцевого типу працюють в умовах складного напруженого стану, вони підвищують жорсткість конструкції оболонки силосу на розтяг та згин в кільцевому напрямку;
- досить частий крок витків фальцевого ребра та малий кут їх нахилу дозволяє розглядати їх як систему близько розташованих горизонтальних ребер, а напружений стан заповненого силосу як осесиметричний.

Основним нормативним документом в Україні, що регламентує питання проектування металевих конструкцій, в тому числі тонкостінних оболонок є ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Цей документ містить загальні рекомендації, щодо оцінки міцності та стійкості оболонок кручення.

Іншим нормативним документом в Україні, що регламентує питання проектування сталевих силосних ємностей, класифікацію їх конструкцій, визначення навантажень та зусиль в елементах є ДБН В.2.2-8-98 Підприємства, будівлі та споруди по зберіганню та переробці зерна, який був виданий на заміну СНиП 2.10.05-85 Підприємства, здания и сооружения по хранению и переработке зерна.

Розрахунок спіраль-фальцевих силосів детально розглянутий в [4]. В [4] прийнята розрахункова схема, у випадку заповненого силосу, може розглядатись на всі навантаження вказані в ДБН, як в простій так і в більш уточненій постановці.

Навантаження і впливи, прийняті при розрахунку спіраль-фальцевих силосів: горизонтальні та вертикальні (за рахунок тертя) навантаження від тиску сипких матеріалів з врахуванням центрального вивантаження силосу; власна вага конструкції; навантаження від снігу на покриття; вплив температури; навантаження від термопідвісок; навантаження від тиску вітру (для незаповненого силосу).

Перераховані навантаження, за виключенням власної ваги, відносяться до тимчасових (довготривалих та короткочасних).

При побудові розрахункової моделі використовується безмоментна теорія розрахунку тонкостінних конструкцій [5].

Розрахунок на міцність відповідно до ДБН В.2.6-198:2014 виконується за формулою:

$$\frac{g_m}{R_y g_c} \sqrt{s_x^2 - s_x s_y + s_y^2 + 3t_{xy}^2} \leq 1;$$

де s_x та s_y - нормальні напруження у двох взаємно перпендикулярних напрямках;

t_{xy} - дотичні напруження у точці стінки оболонки, яка розглядається;

g_c - коефіцієнт умов роботи конструкції, згідно з таблицею 5.1 ДБН В.2.6-198:2014.

g_m - коефіцієнт надійності за матеріалом, згідно з таблицею 7.2 ДБН В.2.6-198:2014.

Висновки:

1. Розглянуто конструкцію сталевих спіральньо-фальцевих силосів.
2. Проаналізована специфіка конструкції спіральньо-фальцевого силосу, яка впливає на їх напружено-деформаційний стан.
3. Розглянуті нормативні документи України, що регламентують питання проектування сталевих силосних ємностей.

Література

1. *Silo types and construction by / McCalmont, J. R, 1939. – 69 p.*
2. *Silos: Fundamentals of Theory, Behaviour and Design 1st Edition by C.J. Brown (Editor), J. Nielsen (Editor), 2011. – 856 p.*
3. *Xaver Lipp [Інтернет ресурс]. – Режим доступу – <https://xaver-lipp.com/>.*
4. *Пособие по проектированию предприятий, зданий и сооружений по хранению и переработке зерна: пособие к СНиП 2.10.05-85/ЦНИИпромзернопроект. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 145 с.*
5. *Амиро И. Я., Ребристые цилиндрические оболочки/И.Я. Амиро, В.А. Заруцкий, П.С. Поляков. – Киев: Наукова думка. 1973. – 248 с.*