

Анотація. Проаналізовано проблеми, пов'язані з реконструкцією великопанельних будинків, побудованих за типовими проектами. Розглянуто питання, пов'язані з вибором параметрів розрахункових схем великопанельного будинку.

Ключові слова: великопанельний будинок, реконструкція, розрахункова схема.

Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.

УДК 69.624.04

Крюкова О.С.¹⁷, асистент
кафедри КТБ
Національний авіаційний
університет, м. Київ, Україна

**АНАЛІЗ ЗМІНИ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО
СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ СИЛОСУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ТЕХНІЧНОГО
ОБСТЕЖЕННЯ**

Люба будівельна система для забезпечення надійності своєї роботи повинна знаходитись у стані рівноваги. Кожна система зазнає зовнішніх та внутрішніх впливів, що призводять до зміни характеру роботи її частин, який описується напружено – деформованим станом системи. Характеристиками НДС є внутрішні зусилля конструкцій. Розраховуючи зусилля у конструкції на момент її проектування можна відстежити їх зміну під час експлуатації. Норми проектування відображають деякі значення нормативних характеристик конструктивних елементів (допустима ширина розкриття тріщин, допустимий

¹⁷ © Крюкова О.С.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

відсоток армування залізобетонних елементів, допустимі прогини балок, допустимі крени споруд тощо.) Ці значення визначені для комплексу однотипних за характером роботи споруд з відповідними експлуатаційними умовами. На практиці ж кожна споруда є особливою, з певною історією будівництва, конкретними умовами спорудження та експлуатацією. Тому постає задача відстеження зміни характеристик НДС конструкцій з метою встановлення їх гранично допустимого значення. З допомогою сучасних розрахункових комплексів, що використовують в своєму апараті чисельні методи розрахунку будівельних конструкцій, рішення цієї задачі стає можливим.

Після певного періоду експлуатації споруди, зокрема силосів, всі її конструктивні елементи підлягають обстеженню з метою визначення їх працездатності. Першочерговим виявляється аналіз факторів, що можуть призвести до зміни цих характеристик. До таких факторів відносяться: режим та технологія будівництва споруди; кліматичні умови будівництва та експлуатації; геологічні умови; режим експлуатації; навантаження та впливи на споруду [1].

Детальний аналіз цих факторів дає змогу виділити основні з них та спростити створення моделей споруд для програмного розрахунку.

Важливим показником зміни НДС– конструктивних елементів споруди є наявність дефектів в цих спорудах, з аналізу яких можна зробити висновок про негативні фактори експлуатації споруди.

Тому задача визначення зміни характеристик напружено-деформованого стану системи зводиться до технічного (візуального та інструментального) огляду

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

споруди з фіксування дефектів конструкцій та визначення допустимих розрахункових навантажень. Моделювання конструкцій виконується з відповідним розподілом навантажень, з якого й визначаються значення конкретних зусиль.

Критерієм оцінки непрацездатного стану споруди приймається ступінь зміни характеристик його напружено – деформованого стану. Цим критерієм обрано найбільше кутове переміщення споруди (крен споруди).

Метою роботи є визначення стану елеватору та надання відповідних пропозицій за отриманими результатами. Для цього необхідно визначити **наступні задачі**:

- спираючись на дані експериментальних та теоретичних досліджень встановити впливи, які призводять до зменшення працездатного стану споруди;
- створити розрахункову схему силосу, з допомогою якої можна отримати величини зміни переміщень споруди під дією впливів, які з більшою ймовірністю призводять до деформації споруди;
- надати пропозиції щодо зменшення ступеню аварійності споруди.

Для вирішення поставленої задачі стосовно типового силосного корпусу СКС – 3 та з урахуванням специфіки програмного апарату розрахункового комплексу «Ліра 9.2» алгоритм має наступний вигляд (рис 1).

Апарат розрахункового програмного комплексу «Ліра 9.2» передбачає ділення конструкції на певну кількість кінчених елементів. Постає задача створення моделі найбільш наближеної до реальної споруди. Для створення такої моделі необхідно провести аналіз роботи конструктивних елементів досліджуваного об'єкту.



Рис. 1 – Алгоритм визначення ступеню аварійності силосу СКС – 3

Досліджуваний елеватор було розроблено за типовим проектом 702 – 4 тип 3. Проектування здійснювалось у 1966 р. Проект передбачав силосний корпус типу СКС-3 з уніфікованими об'ємно-планувальними рішеннями – восьмирядний силосний корпус ємкістю 17300 т.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

Будівля елеватора великих розмірів і середньої складності з технологічним процесом, який не здійснює великого впливу на архітектурне середовище та об'ємно-планувальні рішення. В основі зазначеного елеваторного корпусу лежить використання уніфікованих об'ємно-планувальних і конструктивних рішень збірних індустриальних залізобетонних конструкцій. Уніфікація здійснена на основі методики відкритої системи типізації і базується на єдиному підході до правил призначення основних параметрів споруд, розташуванню координаційних осей і суворого дотримування правил прив'язки до них несучих і огорожувальних конструкцій. Об'ємно-планувальне рішення будівлі елеватора відповідає функціонально-технологічному призначенню.

У плані будівля прямокутна з головними розмірами: по повздовжнім осям «А»—«К» – 24,0 м; по поперечним осям «1»—«13» – 36,0 м; висотою 41.4 м. Архітектурно-конструктивним рішенням будівлі елеватору є несучий залізобетонний каркас із сіткою колон 3,0х3,0м, несучими залізобетонними колонами (по першому рівню на відмітці 6,000 м) суцільним перерізом 490х490 мм та опертими на них залізобетонними воронками. У повздовжньому та поперечному напрямках осей прийнята «матеріальна» прив'язка колон.

Фундаменти споруди – палі об'єднані монолітною залізобетонною плитою – ростверком на якій розташовані «стакани» під колони.

По залізобетонним воронкам від позначки 6,300 м налаштовані саги у 12 рядів повздовж, 8 рядів поперек на 24 яруси до позначки 35,400 м. Вище позначки 35,440 розташоване робоче приміщення.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

Зовнішні та внутрішні вертикальні огорожуючі конструкції розроблені в залежності від прийнятої схеми каркасу та відносно технологічної схеми виробництва. Зовнішніми огорожувальними конструкціями є стінові керамзитобетонні панелі розташовані по першому рівню на відмітці від 0,000 до 6,000 м. В місцях рядових та кутових з'єднань стінових панелей використана цегляна кладка товщиною 380мм. Внутрішніми огорожувальними конструкціями є цегляні стіни товщиною 380-250 мм та залізобетонні панелі. Вздовж будівлі передбачено стрічкове скління.

Головною задачею проведеного технічного обстеження було зібрання інформації про стан конструкцій з метою їх подальшого використання в алгоритмі розрахунку НДС силосу.

Під час технічного огляду будівлі виявлені наступні дефекти в споруд: контрольними геодезичними вимірами кренів зовнішніх стін у двох взаємно перпендикулярних осьових напрямках (метод координування нижньої та верхньої точок стіни, метод похилого візування, виконаних високоточним теодолітом 2Т2 № 1036), було встановлено відхилення 350 мм (рис.2) при допустимих значеннях кренів для даної споруди 4 мм; відхилення вісей від проектного положення; та зниження марки колон підсилосного поверху.

Для створення розрахункової схеми були визначені навантаження, що діють на стінки силосу у відповідності до рекомендованих нормами:

- на середні колони $P_1 = 2500 \text{ Па} = 0,25 \text{ тс}$;
- на кутові зовнішні колони $P_2 = 625 \text{ Па} = 0,0625 \text{ тс}$;
- на зовнішні колони $P_3 = 1250 \text{ Па} = 0,125 \text{ тс}$.

Після зібрання отриманих даних та проведення відповідних розрахунків створюється розрахункова схема для спеціалізованого програмного комплексу.

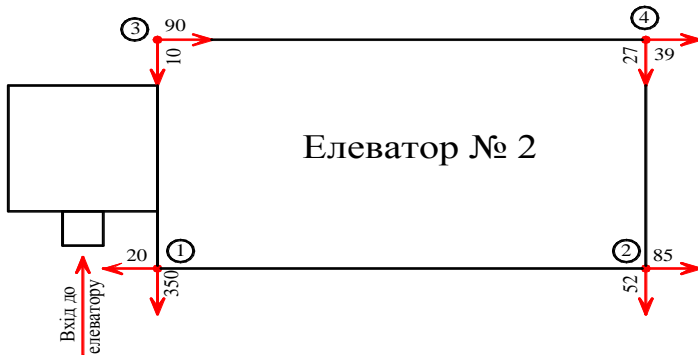


Рис. 2 – Визначення кренів кутів споруди елеватора № 2

Метою створення тестової схеми – є встановлення її працездатності шляхом порівняння отриманих розрахункових характеристик із їх значеннями, що отримані в ході технічного обстеження. Таким порівняльним критерієм виступає переміщення верхнього кута споруди, значення якого підпадає у проміжок 170 – 350 мм.

Тестова розрахункова схема повинна відповідати дійсному стану споруди: мати дійсні відстані між координаційними вісями, мати визначені міцності колон та витримувати проектні навантаження.

Таким чином створюється наступна розрахункова схема. Силосний корпус це просторова конструкція яка має 6 степенів свободи. Кожну частину силосу замінюємо еквівалентною спрощеною схемою. За рекомендаціями колони представляємо у вигляді стійок, що заділані у фундамент на пружній основі. Оскільки фундаментом є палі, що поєднуються монолітною плитою ростверком, колони

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

моделюємо як стрижні із жорстким закріпленням в місцях з'єднання із фундаментом.

Для залізобетонних силосних корпусів допускається силосну частину вважати абсолютно жорсткою. Тому силосну частину моделюємо із об'ємних елементів жорстко з'єднаних між собою. Днище силосу та надсилосне перекриття моделюємо з допомогою плити (пластина), що має товщину 3см. Сталевий каркас надсилосної галереї складено двотавровими балками. Покриття галереї – у вигляді плити.

Таким чином розрахункова схема являє собою просторову раму, яка знаходиться на фундаментній монолітній плиті. Просторова рама тотожна системі колон, які жорстко з'єднані із фундаментною монолітною плитою та лійкам силосів, які замінені для розрахунку на тонкі плити (навантаження, що передаються на колони від лійки силосів не мають суттєвого впливу на перевірку міцності колон). Стінки силосів в розрахунковій схемі представлені як балки-стінки, на які передаються горизонтальні навантаження від тиску сипкого матеріалу. [2]

Важливим розрахунковим параметром, що впливає на стійкість конструкції, є жорсткість конструктивних елементів. З допомогою жорсткості елементів вводяться в схему силосу експериментальні міцності колон. Жорсткість інших елементів приймається рівними рекомендованим за нормами проектування

Таким чином, тестова схема складається з даних технічного обстеження (відстані між вісями в обох напрямках, міцність колон) та визначених розрахункових навантажень. З отриманих результатів бачимо, що при використанні даних, отриманих шляхом технічного

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

обстеження, переміщення критичного кута споруди становить 245 мм (за умови рівномірно розподіленого навантаження по всіх силосних чарунках). За даними геодезичної зйомки переміщення кута коливається в межах 170 – 350 мм (проміжок обумовлений обстеженням силосного корпусу при безперервній роботі). Отримані в результаті значення переміщення кута знаходяться у визначеному проміжку. Отже заміна реальних конструкцій тотожними кінченими елементами, з яких складена розрахункова схема, виконана вірно.

Першочерговою задачею алгоритму є визначення впливу руйнувань на НДС конструктивних елементів силосу та встановлення найбільш руйнівного фактору впливу на ці конструкції.

Розрахункова схема при визначенні проектного переміщення створюється на базі тестової схеми. Відмінність полягає лише у відстанях між повздовжніми й поперечними вісями (силосний корпус СКС-3 при проектуванні та спорудженні має шаг вісей 3000x3000 мм в обох напрямках) та міцність колон однакова по всій площі силосного корпусу (марка бетону В30). Силосні чарунки завантажені максимально й рівномірно по всій площі.

В результаті розрахунку отримані переміщення в усіх напрямках та в усіх точках споруди. Їх значення знаходяться в межах 1-2 мм. З урахуванням вище вказаних нормативних значень кренів споруди, робиться висновок про правильність створеної схеми та відповідну якість виконаних робіт.

Наступним кроком запропонованого алгоритму є встановлення впливу факторів зміни міцності несучих елементів на зміну НДС споруди за умови її нормальної експлуатації.

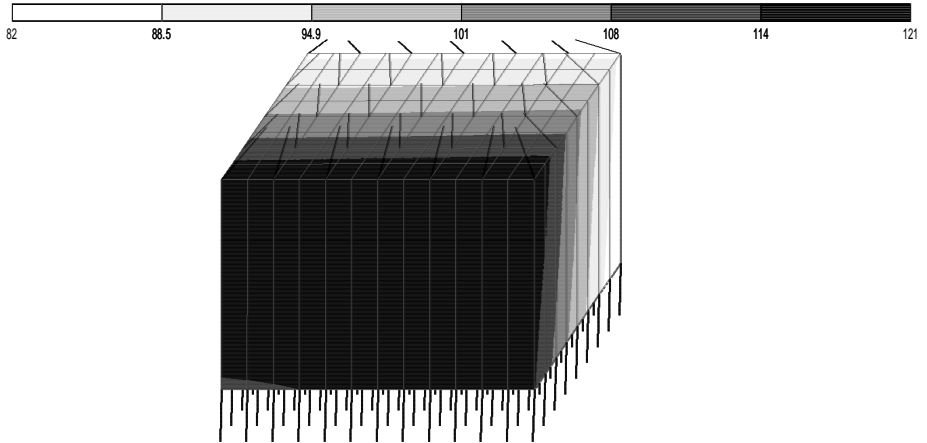


Рис. 3. – Ізополя переміщень нормативної схеми з урахуванням фактичних міцностей колон.

Отримане максимальне переміщення становить 121 мм. Це значення є недопустимим. Отже такі конструкції потребують негайного підсилення.

Порівнюючи отримані дані з даними тестової схеми та даними геодезичного обстеження постає задача визначення критичного фактору впливу на споруду, яке призводить до виникнення максимального переміщення кута у 350 мм. При такому значенні кута споруда знаходиться в частково працездатному стані.

Проаналізувавши отримані дані та досвід дослідження аварій силосних корпусів критичним фактором, що призвів до перед аварійного стану споруди є вважаємо невідповідність завантаження силосного корпусу технологічним схемам. Найбільш критичною схемою завантажень є (рис.4).

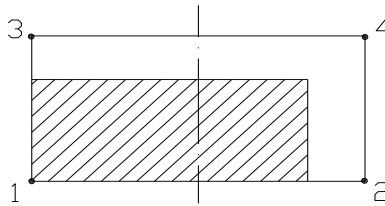


Рис. 4– Схема завантаження силосного корпусу

При даній схемі завантаження переміщення тестового кута споруди становить 309 мм. Головною метою усунення непрацездатного стану споруди є усунення небезпечних факторів впливу, тобто відповідних схем перерозподілу сипкого матеріалу. При відповідних схемах значення переміщення верхнього кута повинно підпадати у проміжок 121–245 мм. Проміжок враховує невідповідність відстаней між колонами проектним значенням.

Враховуючи вище зазначене пропонується завантаження силосного корпусу проводити за чотири ступенями завантаження: I ступінь – об'єм завантаження 100%; II ступінь – об'єм завантаження 90%; III ступінь – об'єм завантаження 80%; IV ступінь – об'єм завантаження 40%. Відповідно до цих ступенів запропоновані наступна схема навантаження силосного корпусу (рис. 5).

Висновки. Створений алгоритм визначення напружено – деформованого стану конструкцій силосних корпусів дає можливість відстежувати зміну розрахункових параметрів з метою надання цим конструкціям визначення працездатності. Запропонований алгоритм базується на двох підходах:

- 1 – технічне обстеження стану несучих конструкцій силосів;
- 2– розрахунок конструкцій спеціалізованими програмними засобами.

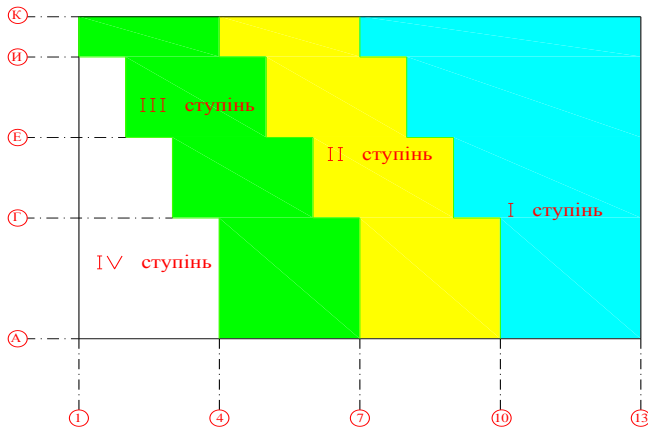


Рисунок 5 – Схема перерозподілу сипкого матеріалу в силосі

Для реалізації запропонованого алгоритму не потрібно припинення роботи елеватору та необхідний мінімальний набір вихідних даних. Даний алгоритм може використовуватись при розрахунку збірних залізобетонних силосів квадратного перерізу незалежно від місць розташування випускних отворів. Введенням у розрахунок відповідних схем на розрахункових навантажень за даним алгоритмом можна розраховувати круглі в плані силоси із збірного залізобетону.

Список використаної літератури

1. Молодченко Г.А. Надежность сооружений силосного типа. – Харьков: ХОП НТО Стройиндустрии, ХПСНИИП, 1981. – 52 с.
2. Молодченко Г.А., Попельных В.Н., Довнар Ч.С. Реконструкция хранилищ для сыпучих материалов: Учебное издание. – Харьков: ХОП НТО Стройиндустрии, ХИИКС, 1989. – 68 с.

Анотація. У роботі висвітлено основні критерії розрахунку інженерних силосів типу СКС – 3. Розкрито вплив даних, отриманих завдяки технічному обстеженню споруди, на виникнення недопустимих

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

напружень та переміщень в споруді. Зафіксовані дефекти та пошкодження силосних конструкцій, отриманих під час експлуатації споруди.

Проведено детальний аналіз вихідних даних, що можуть використовуватись при створенні розрахункової схеми силосу. Побудовано алгоритм визначення напружено – деформованого стану несучих конструкцій силосного корпусу на базі якого можна спостерігати їх зміну з урахуванням історії завантаження силосу. Створені розрахункові схеми силосу, урахуванням специфіки програмного комплексу «Ліра» та доведена достовірність результатів, отриманих завдяки вказаним схемам. Досліджено вплив навантаження на зміну параметрів НДС несучих силосних конструкцій та визначенні схеми розташування сипкого матеріалу, при яких виникають найбільші деформації в цих конструкціях. Розроблені схеми зниження НДС несучих конструкцій силосу з метою усунення непрацездатного стану об'єкту до початку проведення ремонтних робіт.

Ключові слова: силос, підсилосні конструкції, несуча здатність, напружено – деформований стан.

Анотація. В статтю охарактеризовані основні критерії розрахунку силосових типів СКС – 3. Обозначено вплив даних, отриманих при технічному обстеженні споруд, на формування недопустимих напружень і переміщень в об'єкті в час його експлуатації.

Проведен детальний аналіз вихідних даних, які можуть використовуватись при створенні розрахункової схеми силосу. Побудовано алгоритм визначення напружено – деформованого стану несучих конструкцій силосного корпусу на базі якого можна відслідковувати їх зміну з урахуванням історії завантаження силосу. Створені розрахункові схеми силосного корпусу з урахуванням специфіки програмного комплексу «Ліра» і доведена достовірність результатів, отриманих завдяки вказаним схемам. Досліджено вплив навантаження на зміну параметрів НДС несучих силосних конструкцій і визначені схеми розміщення сыпучого матеріалу, при яких виникають найбільші деформації в цих конструкціях. Розроблені схеми зниження НДС несучих конструкцій силосу з метою усунення непрацездатного стану об'єкту до початку проведення ремонтних робіт.

Ключевые слова: силос, подсилосные конструкции, несущая способность, напряженно – деформированное состояние.

Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.