

УДК 624.012.45

к.т.н. Адаменко В.М.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МОНОЛІТНОГО РЕБРИСТОГО ПЕРЕКРИТТЯ СИЛОСУ

Розроблено та реалізовано методику експериментальних досліджень деформованого стану монолітного ребристого перекриття під час циклів завантаження – розвантаження існуючого силосу для зберігання цукру – піску. Отримано нові експериментальні дані прогинів балок і плит монолітного ребристого перекриття під час циклів завантаження – розвантаження силосу.

Ключові слова: монолітне ребристе перекриття, прогин, силос.

Вступ. Для монолітних ребристих перекриттів силосів характерна робота при значних корисних навантаженнях, циклічності їх прикладення, що призводить до появи залишкових деформацій в арматурі, активізації розвитку тривалих процесів із циклами завантаження – розвантаження силосів.

Для таких споруд, враховуючи їх специфіку, у процесі експлуатації можливе перевантаження перекриттів, що особливо актуально для випадків, коли при зведенні монолітних конструкцій мали місце порушення технології виконання робіт і застосування матеріалів невідповідної якості, та як наслідок – невідповідність фактичної несучої здатності перекриттів проектній.

Постановка проблеми. Монолітні ребристі перекриття силосів працюють переважно при повних проектних навантаженнях, які супроводжуються циклічністю їх прикладення, при цьому, у процесі експлуатації можливі їх тимчасові перевантаження.

Діючі норми ДБН В.2.6-98:2009 [1, 2] (із 2011р.) та ДСТУ Н Б EN 1992-1-1:2010 [3] (із 2013р.) несуть у собі нове нормативне поле для України, бо з одного боку положення норм [3] реалізують європейську традицію, а з іншого, норми [1, 2] ґрунтуються на деформаційному методі, який має суттєві відмінності від раніше діючих норм СНиП, та відповідно потребують особливої уваги для їх кваліфікованого впровадження у практику будівництва.

Таким чином, у зв'язку із введенням нових норм ДБН [1, 2] і ДСТУ Н Б EN [3], та необхідністю забезпечення надійності і конструктивної безпеки перекриттів силосів, що працюють в складних умовах циклічного завантаження – розвантаження, актуальною є задача отримання нових експериментальних даних деформованого стану балок і плит монолітних ребристих перекриттів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розрахунок монолітних перекриттів з урахуванням особливостей роботи залізобетону, досить ґрунтовно розроблений в теорії деформування залізобетону з тріщинами М.І.Карпенка [4]. Ряд положень даної теорії включені в Руководство [5] та використовуються сучасними програмними комплексами, поряд із іншими деформаційними моделями (наприклад ДБН [1]), для підбору армування плит та оцінки напружено – деформованого стану конструкцій.

В питаннях вивчення міцності, деформативності та тріщиностійкості залізобетонних плит накопичено значний експериментальний матеріал, проте, вказані дослідження проведені переважно для фрагментів або невеликих за розмірами плит. Експериментальні дані натурних досліджень конструкцій існуючих будівель і споруд, зокрема монолітних ребристих перекриттів, у науковій літературі представлені обмежено.

Цілі статті. Розробити та реалізувати методика експериментальних досліджень деформованого стану монолітного ребристого перекриття під час циклів завантаження – розвантаження існуючого силосу для зберігання цукру – піску. Отримати нові експериментальні дані прогинів балок і плит монолітного ребристого перекриття під час циклів завантаження – розвантаження силосу.

Виклад основного матеріалу. Експериментальна частина роботи виконувалася на силосі для зберігання 500 тис. кН цукру – піску. Принципово, силос складається із підсилосного поверху, який виконано із монолітного залізобетону; власне силосу, який являє собою циліндричну сталеву несучу конструкцію із внутрішніми ребрами жорсткості; надсилосного бункеру; галереї подавання цукру; палевого фундаменту з ростверком.

Залізобетонне ребристе перекриття, є складовою частиною підсилосного поверху, і являє собою монолітну конструкцію діаметром 46 м, яка складається із монолітної залізобетонної плити товщиною 430мм, обрамленої по зовнішньому контуру кільцевою балкою (Бк1) висотою 955мм, монолітних балок (Б1...Б9) висотою 770мм, розміщених по сітці колон із кроком 4,0х4,0м.

Монолітна залізобетонна плита, армована нижньою і верхньою основними сітками Ø22 А400С, крок 200мм, у двох напрямках; нижніми додатковими сітками Ø12, 14, 18 А400С, крок 200мм, у двох напрямках; верхніми додатковими сітками Ø25 А400С, крок 90мм, у двох напрямках. Поперечна арматура передбачена у вигляді каркасів із арматури Ø12, 18 А400С, крок 200мм, які розміщені у прибалкових зонах перекриття.

Монолітні балки центральної частини перекриття (Б9), висотою 770мм і шириною 600мм, та монолітні балки крайніх чарунок перекриття (Б1...Б8), висотою 770мм і шириною 700мм, армовані прольотною Ø20, 22, 25, 28 А400С, опорною Ø20 А400С та поперечною арматурою Ø18 А400С (крок 100 і 200мм).

Кільцева балка (Бк1), висотою 955мм, шириною 700мм, армована прольотною арматурою Ø 28 А400С, опорною арматурою Ø 25 А400С та поперечною арматурою Ø 14 А400С (крок 200мм).

Відповідно до проектної документації, монолітне ребристе перекриття запроєктоване із бетону класу С20/25. На основі додатково проведених обстежень, за допомогою приладу неруйнівного контролю ОНИКС-2.5, встановлено, що міцність бетону елементів перекриття відповідає класам бетону С16/20 і С20/25.

Дослідна частина роботи, враховуючи масштабність даної споруди і тривалість циклу завантаження – розвантаження силосу (10 місяців), включала отримання експериментальних величин прогинів та ширини розкриття тріщин монолітних балок центральної частини перекриття (типу Б9) під час двох циклів завантаження – розвантаження силосу. Таким чином, експериментальні дослідження були розділені на два етапи, тривалістю 6,5 та 10 місяців.

Відповідно до розробленої методики, вимірювання прогинів монолітних балок і плит виконували за допомогою індикаторів годинникового типу (хід штоку 0...10мм). Індикатори фіксували за допомогою жорстких стійок, які були закріплені від зміщення, та встановлювалися в нижній розтягнутій зоні, посередині балок (рис.1). Ширину розкриття тріщин контролювали на нижній та бічній (на рівні центра ваги арматури) поверхнях за допомогою оптичного мікроскопу МПБ-2.

Експериментальні дослідження 1-го етапу, виконували для двох груп балок. Для 1-ї групи балок початок відліків індикаторів встановлено при завантаженні силосу 256680кН, для 2-ї групи балок – при завантаженні силосу 282350кН. За період даного циклу, силос було завантажено до 400120кН цукру – піску. Після досягнення даного пікового навантаження, силос поступово розвантажувався, і на момент закінчення досліджень, завантаження силосу склало 185920кН. Сумарно, фіксацію відліків індикаторів виконували на протязі 6,5 місяців. Періодичність знімання показників – 5 разів на тиждень. Таким чином, 1-й етап досліджень хоча і охоплював більшу частину циклу завантаження – розвантаження силосу, проте був не повним.

У таблиці 1 приведені дослідні прирости прогинів, отримані на 1-му етапі досліджень, для 1-ї групи балок: при початкових (256680кН), пікових (400120кН) і кінцевих після розвантаження (256680кН) навантаженнях, та для 2-ї групи балок: при початкових (282350кН), пікових (400120кН) і кінцевих після розвантаження (282350кН) навантаженнях.

Із аналізу приростів прогинів табл.1, впливає, що після досягнення пікового навантаження, при його поступовому зменшенні прогини продовжують зростати, для балок 1-ї групи, у середньому на 40%, для балок 2-ї

групи, у середньому на 46%, тобто, спостерігається поступовий перерозподіл зусиль у конструкціях.



Рис.1. Розміщення стійок із закріпленими індикаторами годинникового типу по центру балок ребристого перекриття силосу

Табл.1.

Дослідні прирости прогинів балок, мм

1-ша група балок					2-ша група балок				
№ балки	Завантаження силосу, кН				№ балки	Завантаження силосу, кН			
	256 680	400 120	381 250... 315 240	256 680		282 350	400 120	387 370... 304 630	282 350
1	0	0,394	0,546	0,342	10	0	0,259	0,460	0,451
2	0	0,386	0,496	0,311	11	0	0,309	0,365	0,217
3	0	0,290	0,423	0,263	12	0	0,205	0,272	0,270
4	0	0,369	0,482	0,412	13	0	0,349	0,365	0,296
5	0	0,360	0,49	0,365	14	0	0,359	0,425	0,380
6	0	0,321	0,58	0,500	15	0	0,328	0,550	0,432
7	0	0,301	0,434	0,350	16	0	0,308	0,490	0,400
8	0	0,425	0,519	0,318					
9	0	0,383	0,525	0,321					

Загалом, характер отриманих кривих прогинів і величин ширини розкриття тріщин добре співвідносяться із відповідними розрахунковими величинами, та дозволили більш якісно підготувати та провести дослідження 2-го етапу (на протязі 10 місяців).

Висновки:

1. Розроблено та реалізовано методіку експериментальних досліджень деформованого стану монолітного ребристого перекриття існуючого силосу для зберігання цукру – піску під час циклу завантаження – розвантаження (1 етап);
2. Отримані нові експериментальні дані прогинів балок монолітного ребристого перекриття під час неповного циклу завантаження – розвантаження силосу (1 етап; 6,5 місяців);
3. Підготовлені і проводяться експериментальні дослідження 2-го етапу.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд, 2011. – 71 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд, 2010. – 166 с.
3. ДСТУ Н Б EN 1992-1-1:2010 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд. – 312 с.
4. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976. – 204 с.
5. Руководство по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1975. – 192с.

АННОТАЦИЯ

Разработана и реализована методика экспериментальных исследований деформированного состояния монолитного ребристого перекрытия во время циклов загрузки – разгрузки существующего силоса для хранения сахара – песка. Получены новые экспериментальные данные прогибов балок и плит ребристого перекрытия во время циклов загрузки – разгрузки силоса.

Ключевые слова: монолитное ребристое перекрытие, прогиб, силос.

ABSTRACT

Experimental test procedure of strained state of monolithic slab-stringer system in time of existing sugar silo loading unloading cycle is created and realized. New experimental data of deflections of monolithic floor beams and slabs in time of silo loading unloading cycle are obtained.

Keywords: slab-stringer system, deflection, silo.