

Адаменко В.М., асп.

(Київський національний університет будівництва і архітектури)

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ЗГИН В ДВОХ ПРОТИЛЕЖНИХ НАПРЯМКАХ

Запропонована та виконана модернізація існуючого дослідницького стандарту до можливості випробування залізобетонних плит, що згинаються в двох протилежних напрямках. Розроблена методика проведення експериментальних досліджень, що дає змогу технічно реалізувати випадок завантаження залізобетонних плит різнознаковим моментним навантаженням різної інтенсивності та тривалості.

Зростання темпів монолітного будівництва, тенденція поступової відмови від будівництва збірних одноступінних будівель і перехід до будівництва житла та громадських будівель на основі оригінальних проектів з монолітного залізобетону актуалізує питання вдосконалення відповідних методів розрахунку. Особливо це стосується залізобетонних монолітних безбалкових перекриттів, плитних фундаментів, плитних мостових конструкцій, суцільних плитних ростверків, стін бункерів, силосів та резервуарів тощо, питома вага яких в будівлях та спорудах досить суттєва. Неврахування умов реальної роботи матеріалів таких конструкцій при проектуванні приводить до їх невинуватеного переармування та як наслідок значного зростання вартості будівництва, зважаючи, що при відносно невеликих відсотках армування залізобетонні плитні конструкції потребують значної кількості арматурної сталі.

Відомі експериментальні дослідження, що підтверджують основні положення теорії розрахунку залізобетонних плит з тріщинами, були зорієнтовані, в основному, на вивчення роботи прямокутних та круглих плит, защемлених або шарнірно опертих по контуру повністю або частково [1]. Навантаження, зокрема, прикладалося по балковому типу. Утворення тріщин заданого напрямку досягалося за рахунок відповідної орієнтації арматурних стержнів та зміни величини погонного армування в різних напрямках, що дало можливість вивчити поведінку залізобетонних плит на ділянках з тріщинами, розташованими під кутом до стержнів арматурної сітки, а також перевірити формули теорії розрахунку для ділянок плит, для яких площадки появи тріщин можуть не співпадати з площадками дії головних моментів.

Розробка та проведення експериментальних досліджень з допомогою дослідницького стандарту [2] дозволили прослідкувати роботу фрагментів залізобетонних плит в ширшому діапазоні та розглянути випадок роботи плит, що згинаються в двох напрямках. Завантаження плит виконувалося з

допомогою важелів, однак вирішення вузлів спірання завантажуючих важелів та система упорних і розподільчих траверс не могли гарантувати передачу рівномірно - розподіленого моментного навантаження.

Дослідницький стенд [3], що було реалізовано на кафедрі залізобетонних і кам'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури, дає можливість прикладати до досліджуваних фрагментів плит рівномірно розподілені моменти по чотирьом сторонам одночасно, моменти попарно різні за інтенсивністю, враховуючи випадок прикладення до експериментальної плити циклічних навантажень. Застосування в якості завантажуючих та опорних пристроїв гідравлічних домкратів дозволяє системі не перешкоджати вільному деформуванню досліджуваної плити, прикладаючи при цьому незмінне рівномірно-розподілене моментне навантаження. Слід відзначити, що конструкція дослідницького стенду [4] не дозволяє моделювати роботу фрагментів залізобетонних плит, що згинаються в двох протилежних напрямках.

Виникнення тріщин різних напрямків, одночасно на нижній та верхній поверхнях плити, є одним з найскладніших випадків тріщиноутворення, поява яких зумовлена дією різнознакового моментного навантаження [1] і задача удосконалення відповідних методів експериментальних досліджень є досить актуальною. Таким чином, для випадку одночасного згинання залізобетонних плит в двох протилежних напрямках фактично відсутній експериментальний матеріал, що міг би бути використаний для повноцінного проектування та оцінки несучої здатності залізобетонних елементів, що працюють в такому напруженому стані.

Розробка методики експериментальних досліджень залізобетонних плит, що згинаються в двох протилежних напрямках, була виконана на основі конструктивної бази дослідницького стенду [4]. Згідно з принциповою схемою завантаження досліджуваного зразка (рис.1), було виготовлено та встановлено дві додаткові опорні рами (рис.2), що сприймають навантаження від опорних домкратів.

Модернізація дослідницького стенду внесла суттєві корективи як в процес проведення експериментальних досліджень, так і в конструктивні вирішення вузлів та розподіл контурів гідравлічної системи.

Для проведення експерименту, досліджувана залізобетонна плита, з допомогою важелів, фіксувалася на нижніх опорних домкратах, що об'єднані в один контур, по принципу з'єднаних посудин. Сприйняття опорних реакцій іншого напрямку здійснюється верхніми опорними домкратами, що об'єднані в другий контур. Єдиний контур гідросистеми завантажувальних домкратів дозволяє прикладати рівномірно-розподілене навантаження одночасно, як в одному так і в іншому напрямку. Для контролю величин опорних реакцій та прикладеного навантаження, як і в [4], застосовувалися динамометри типу ДОСМ-3.

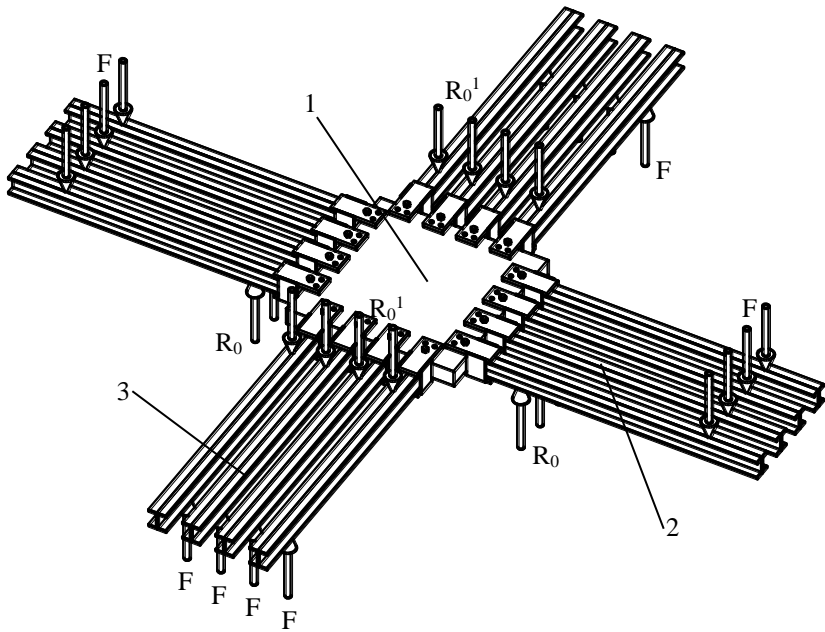


Рис. 1. Принципова схема завантаження досліджуваної плити

1 – досліджувана плита; 2 – завантажуючі важелі прямого напрямку; 3 – завантажуючі важелі зворотного напрямку;

Завантаження плит виконувалося покроково. Тривалість витримування навантаження кожного кроку визначалася необхідністю стабілізації показників, та часом потрібним для зняття відліків по приладам, фіксації та вимірювання ширини розкриття тріщин і складала близько 20...25 хвилин. Гідростанція дослідницького стенду додатково обладнана редуктором плавного регулювання тиску в системі, що дозволяє поступово збільшувати навантаження та вибирати оптимальну швидкість завантаження досліджуваних зразків плит.

Вирішення вузла передачі навантаження від завантажуючих важелів до плити виконано з допомогою зварювання, для чого на закладних деталях залізобетонної плити додатково передбачені відгини. Такий крок зумовлений насамперед значним збільшенням несучої здатності фрагментів залізобетонних плит.

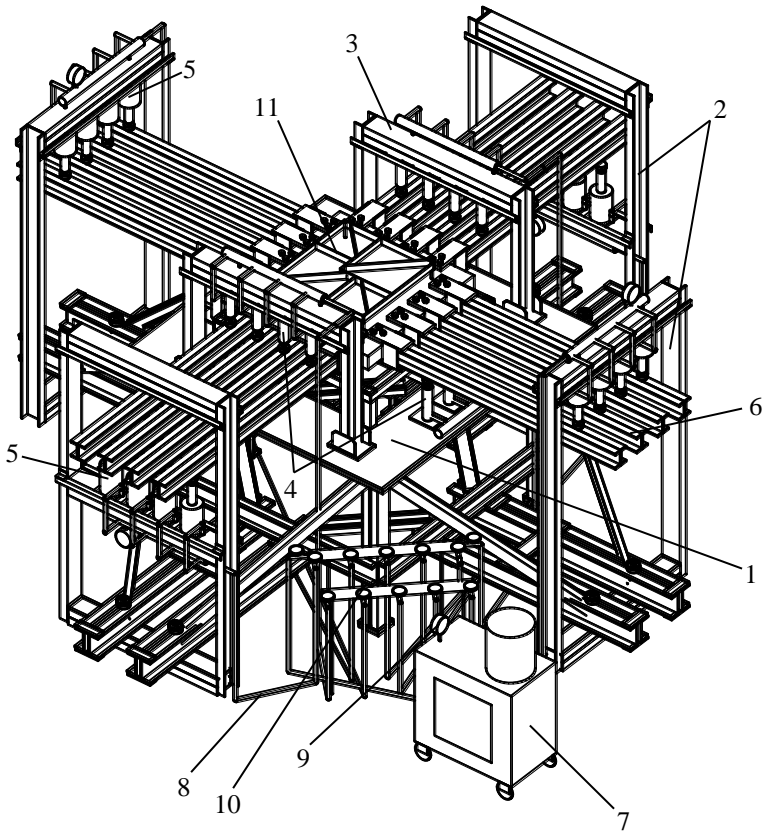


Рис. 2. Принципова схема експериментального стенду

1 – базова станина; 2 - рама кріплення завантажуючих домкратів; 3 – рама кріплення опорних домкратів; 4 - опорний домкрат; 5 - завантажуючий домкрат; 6 – завантажуючий важіль; 7 - гідростанція (200 атм.) з автоматичною підтримкою заданого тиску в гідравлічній системі; 8 - маслопровід високого тиску; 9 – манометр; 10 – вентиль; 11 – рамка фіксації індикаторів;

При одних і тих же характеристиках плит, порівняно з випадком згину в двох однакових напрямках вона зростає в 2...3 рази.

Вимірювання прогинів плити здійснювалося з допомогою індикаторів годинникового типу ИЧ-10МН з ціною поділок 0,01 мм., що фіксувалися на спеціально розробленій рамці (відмінній від [4]).

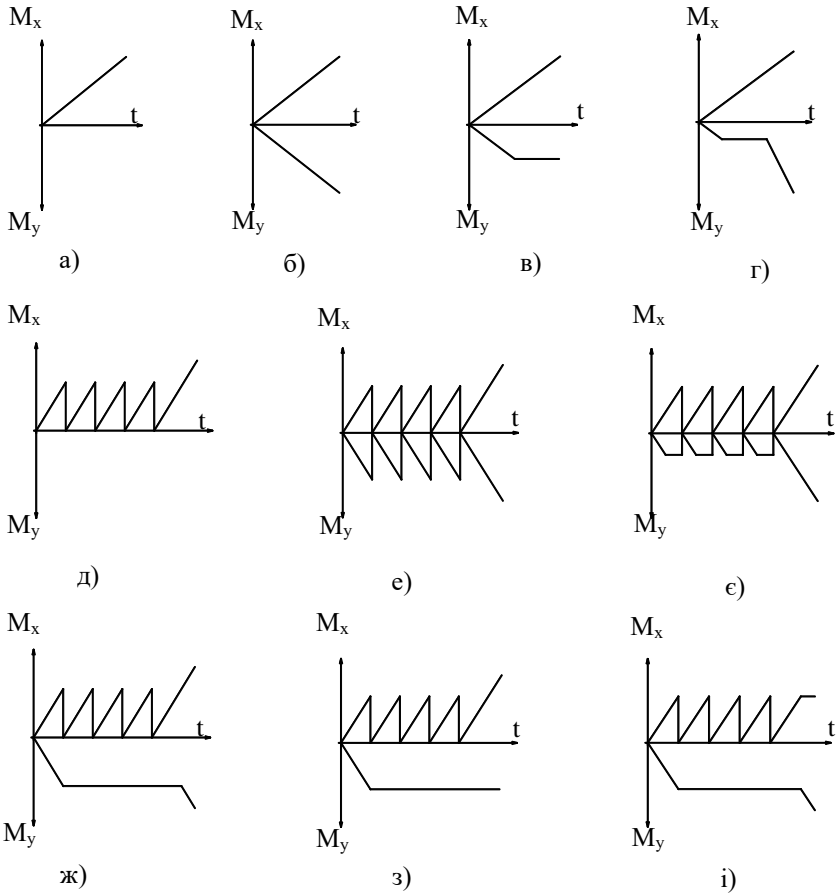


Рис. 3. Основні схеми можливих завантажень

а) – завантаження по балковому типу; б) – завантаження в двох протилежних напрямках; в) – те ж, при постійному завантаженні іншого напрямку; г) – те ж, з руйнуванням в двох напрямках; д) – циклічні завантаження по балковому типу; е) – циклічні завантаження в двох протилежних напрямках; е) – те ж, різної інтенсивності; ж, з і) – циклічні та постійні завантаження в різних напрямках, з руйнуванням, відповідно, по двох, одному та іншому напрямках;

Конструкція даної рамки забезпечує необхідну жорсткість та дає можливість розмішувати індикатори довільно, враховуючи крок арматурної сітки. Спирання рамки прийнято в трьох точках залізобетонної плити, відносно яких і отримують величини прогинів.

Особлива увага приділялася відстеженню послідовності появи тріщин. Вимірювання ширини розкриття тріщин виконувалося з допомогою оптичного мікроскопу, з ціною поділок 0,05 мм.

Закономірність зміни величин відносних деформацій бетону та арматури досліджувалася з допомогою тензорезисторів. Відповідні показники фіксувалися з допомогою тензометричної системи СИИТ-3, що забезпечує точність вимірювань $1 \cdot 10^{-6}$. Тензометричні давачі, з базою 50 мм., були наклеєні як на верхній так і на нижній поверхні плити. Причому схема їх розміщення розроблялася з врахуванням закономірностей утворення сітки тріщин. Для вимірювання відносних деформацій арматури наклеювалися тензорезистори з базою 10 та 20 мм.

Принцип випробовування залізобетонних плит, що згинаються в двох протилежних напрямках, та додатково, використання для експериментальних досліджень залізобетонних плит реверсивних домкратів, що ще належить реалізувати, захищено патентом [5].

Таким чином можна зробити висновок, що проведена модернізація дослідницького стенду та розроблена методика випробування дозволяють проводити експериментальні дослідження залізобетонних плит, що згинаються в двох протилежних напрямках, використовуючи при цьому всі переваги конструктивного вирішення дослідницького стенду [4]. Результати експериментальних досліджень свідчать про високі експлуатаційні характеристики стенду, його повну відповідність поставленим цілям і задачам. Можливість проведення циклічних випробовувань тривалий час, велика точність передачі прикладеного навантаження та контроль опорних реакцій значно розширюють діапазон наукових пошуків.

1. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. –М.: Стройиздат, 1976. – С. 208.
2. Крипак В.Д., Ибрагим Мохамед И. Патент № 1811603. Стенд для испытания плит, изгибаемых в двух направлениях. Госкомизобретений, 1992.
3. Кріпак В.Д., Шинкарюк Ю.М. Патент № 48726 А. Спосіб Кріпака-Шинкарюка досліджень залізобетонних плит, що працюють на згин в двох напрямках, та пристрій для його здійснення. Україна, 15.08.2002, Бюл. №8.
4. Кріпак В.Д., Шинкарюк Ю.М., Адаменко В.М. Стенд для експериментальних досліджень залізобетонних плит, що згинаються в двох напрямках //Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наукових праць. Вип.9. –Рівне: УДУВГП, 2003. –С.245-250.
5. Кріпак В.Д., Шинкарюк Ю.М., Адаменко В.М. Патент № 60606 А. Універсальний стенд для досліджень залізобетонних плит. Україна, 15.10.2003, Бюл. №10.