

УДК 624.012

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРХНЬОЇ ПОЛИЦІ  
МОНОЛІТНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПОРОЖНИСТОЇ  
ПЛИТИ НА ПРОДАВЛЮВАННЯ**

*І. Мельник, к. т. н., В. Сорохтей, наук. співробітник,  
М. Козак, інженер, Т. Приставський, аспірант  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Постановка проблеми.** Монолітні плоскі залізобетонні перекриття все ширше використовують у будівлях різного призначення. За значних прольотів суттєвою проблемою є власна вага монолітних перекриттів. Для її зменшення все частіше використовують порожниноутворювальні вставки [1-3].

До вставок, які забезпечують найбільшу порожнистість монолітних залізобетонних перекриттів, належать трубчасті вставки розвинутих форм (квадратні, прямокутні) з тонкостінними полицями.

Незважаючи на дедалі частіше використання плоских монолітних перекриттів зі вставками, досліджень їх складного напружено-деформативного стану в перерізах із порожнинами недостатньо, а дослідження на можливе продавлювання за місцевої дії зосередженого навантаження не проводили.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження продавлювання залізобетонних плит мають майже столітню історію. Серед останніх досліджень варто виділити праці А. Іванова [4], С. Клованича та В. Шеховцова [5]. Експериментальні результати цих та інших авторів дали змогу виявити вплив таких чинників, як: міцність бетону, наявність або відсутність моментів, геометрія плит і ділянок передавання навантаження, відстань від опор до штампу, типи штампів, армування, нагельний ефект в арматурі, форма поверхні піраміди продавлювання, послідовність і характер тріщиноутворення тощо.

**Постановка завдання.** Завдання нашого дослідження – провести експериментальні дослідження верхньої неармованої полиці на продавлювання за різної незначної товщини полиці, що може мати місце під час відхилення положення за висотою порожниноутворювальних вставок, за недотримання технології виконання робіт тощо.

**Виклад основного матеріалу.** Для експериментального дослідження було виготовлено два дослідні зразки загальною довжиною 1,22 м, шириною – 0,53 м, висотою перерізу – 0,26 м.

Дослідні зразки були армовані сіткою у нижній полиці з поздовжньою робочою арматурою діаметром  $\varnothing 12$  (крок стрижнів – 75 мм) та поперечною – діаметром  $\varnothing 12$  класу А500С з кроком 600 мм. З'єднання арматури в арматурній сітці виконували контактним зварюванням.

Як порожниноутворювальні вставки використовували пінополістирол із розмірами поперечного перерізу  $160 \times 160$  мм.

Для приготування бетону використовували портландцемент марки М300, пісок середньої крупності, щебневий заповнювач фракції 5-20 мм. Бетонну суміш вкладали безпосередньо у форми. Ущільнення бетонної суміші проводили на вібростолі. Після теплової обробки дослідних зразків у пропарювальних камерах пінополістирол був вибраний, утворивши в результаті порожнини. Фактична міцність бетону на час випробувань становила 19,5 МПа. Верхню полицю на кожному з отворів порізали в поперечному напрямі на п'ять частин. Загальний вигляд дослідних зразків після виготовлення показано на рис. 1.

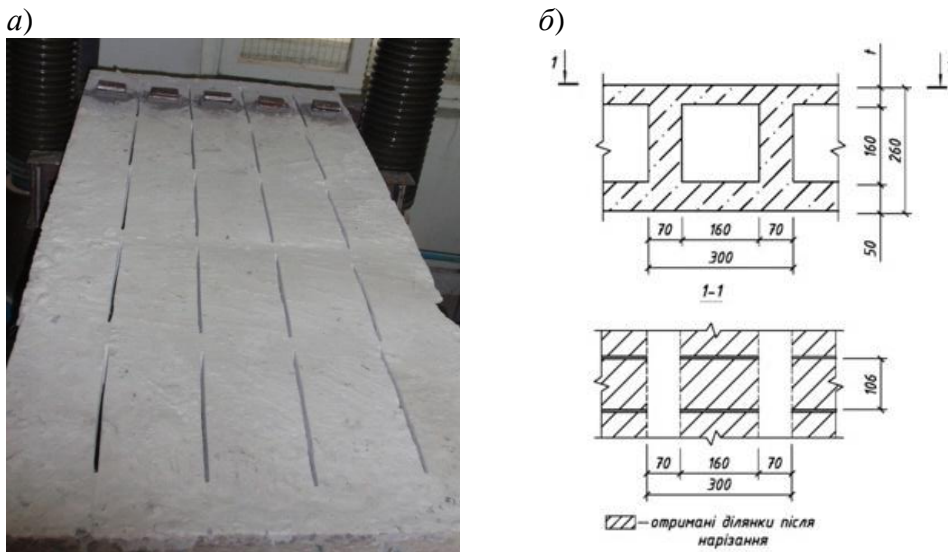


Рис. 1. Загальний вигляд згори (а) та геометричні розміри дослідних зразків (б).

Випробування верхньої полиці плити дослідних зразків проводили в лабораторії ДП МОУ «Львівський завод збірних конструкцій» за допомогою гідравлічного пресу марки П-125. Схема випробувань подана на рис. 2.

На зразок виставляли металеві пластини на цементно-піщаному розчині марки  $\sim$  М 100 для вирівнювання контактних площин із полицею плити. Також до бокових граней ребер плити були змонтовані швелери №14 на цементно-піщаному розчині марки  $\sim$  М 100, які скріплювали між собою

тяжами (рис. 2б). Їх робота полягала у сприйнятті горизонтального розпору, який виникав від вертикального навантаження.

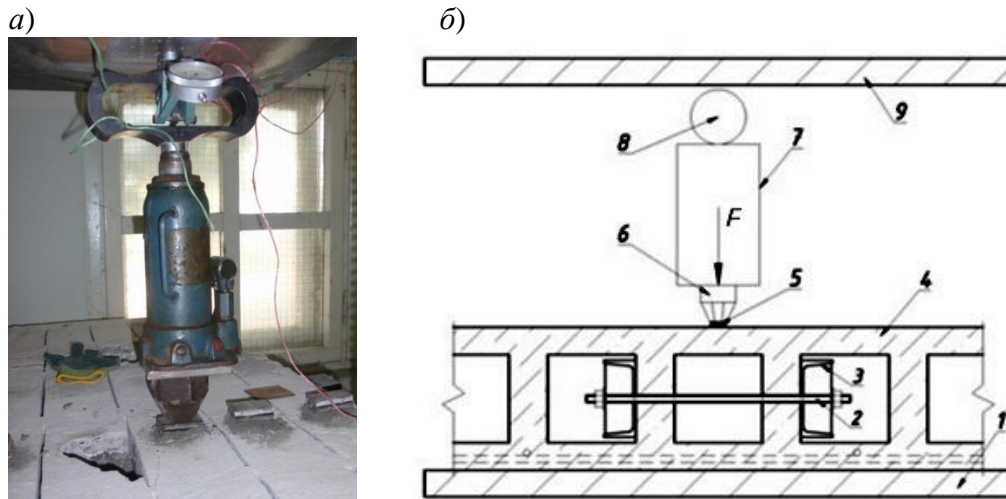


Рис. 2. Загальний вигляд (а) і схема випробування дослідних зразків (б):  
 1 – нижня плита пресу; 2 – тяж; 3 – швелер № 14; 4 – дослідний зразок;  
 5 – пластина металева (штамп); 6 – передавальний конусний елемент;  
 7 – домкрат гідравлічний; 8 – динамометр; 9 – верхня плита пресу.

Загалом було випробувано 30 фрагментів верхньої бетонної полиці. Залежно від характеру руйнування їх можна згрупувати на шість типів.

*Тип руйнування № I:* Руйнування площі полицьки становить  $>75\%$ , але не по всій ширині. Спостерігається утворення тріщини з двох боків біля ребер плити (рис. 3а);

*Тип руйнування № II:* Руйнування площі полицьки становить  $>75\%$ . Спостерігається утворення тріщини біля ребра  $P1$  та зріз із напрямом від прикладання сили до ребра  $P2$  (рис. 3б);

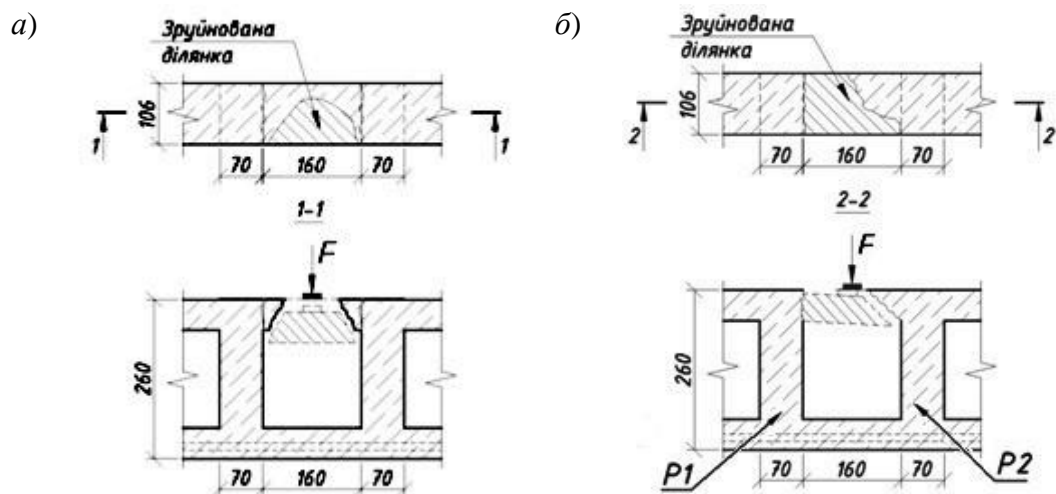


Рис. 3.Схеми руйнування за типами I (а) і II (б).

*Тип руйнування № III:* Руйнування площі полицки становить 50-75%. Спостерігається утворення тріщини біля ребра  $P1$  та зріз у напрямі від прикладання сили до ребра  $P2$  (рис. 4а);

*Тип руйнування № IV:* Руйнування площі полицки становить 50-75%. Спостерігається утворення тріщини біля двох ребер та зріз у напрямі від прикладання сили до ребра  $P1$  (рис. 4б).

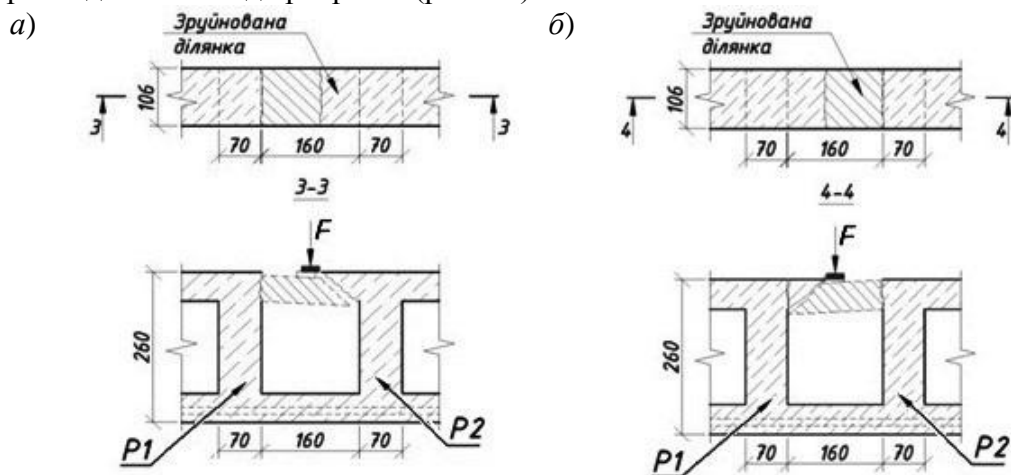


Рис. 4.Схеми руйнування за типами III (а) і IV (б).

*Тип руйнування № V:* Руйнування площі полицки становить 50-75%. Спостерігається утворення тріщини біля двох ребер і поява тріщини в

нижній зоні верхньої полиці у поперечному напрямі. Також характерним є зріз у напрямі від прикладання сили до ребра  $P1$  (рис. 5а);

*Тип руйнування № VI.* Руйнування відбувається у вигляді піраміди продавлювання, бічні грані якої нахилені під кутом приблизно  $45^\circ$  до її основи (рис. 5б).

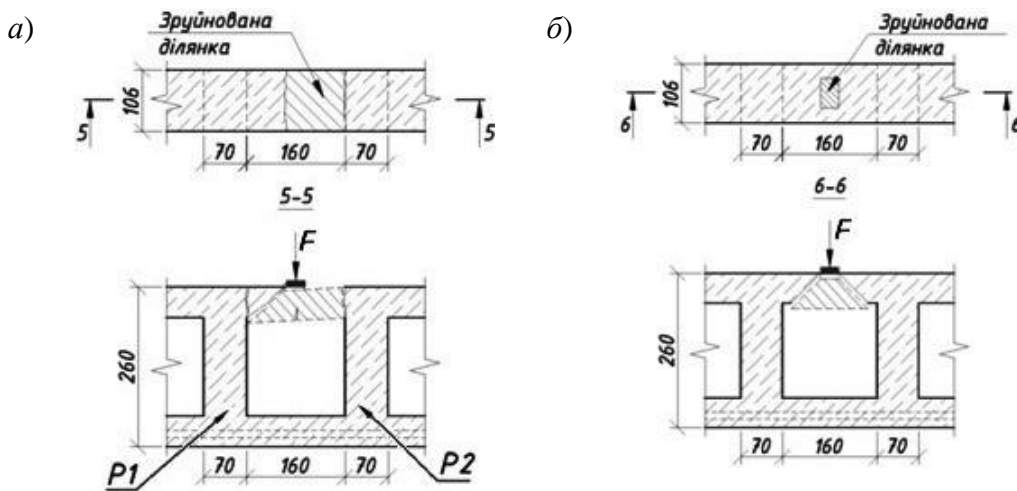


Рис. 5. Схеми руйнування за типами III (а) і IV (б).

На рис. 6 показано загальний графік залежності руйнівного навантаження від товщини бетону верхньої полиці  $t$ , яке змінюється від 5кН (0,5 тс) за  $t = 20$  мм до 31кН ( $\approx 3,1$  тс) за  $t = 47 - 48$  мм.

**Висновки.** Експериментальні дослідження показали, що навіть за незначної товщини (20-30 мм) міцність верхньої неармованої полиці за штампа  $3 \times 5$  см є значною (9,5-16 кН) і достатньою для сприйняття випадкових зосереджених навантажень. За товщини полиці 40-50 мм величина продавлюючої сили становить 18,5-31 кН.

Виявлений під час випробувань характер руйнування фрагментів полиці плит був різним і не завжди відповідав класичній схемі продавлювання за обрисом (формою) піраміди.

Особливості напружено-деформованого стану верхньої полиці порожнистої плити за дії зосередженого навантаження необхідно враховувати за одночасної дії основного експлуатаційного навантаження (згин у двох площинах із виникненням двовісного напруженого стану в полиці тощо).

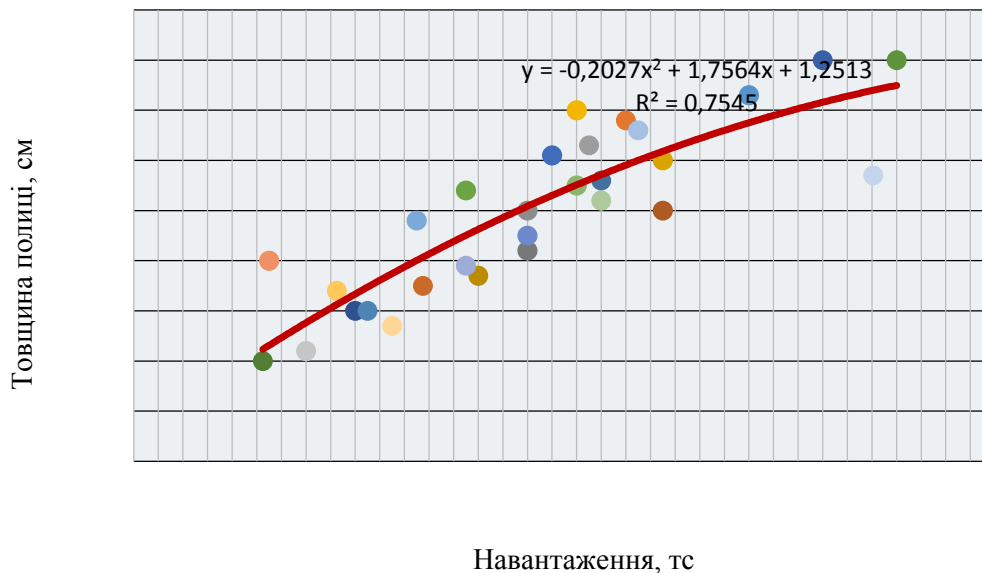


Рис. 6. Графік залежності навантаження продавлювання від товщини полиці.

#### Бібліографічний список

1. Мельник І.В. Спосіб виготовлення пустотілих бетонних і залізобетонних виробів / І.В. Мельник // Деклараційний патент на винахід. – Державний департамент інтелектуальної власності; Бюл. №7-П від 15.12.2000 р.  
Мельник І.В. Конструктивні рішення плоских монолітних залізобетонних перекриттів з ефективними вставками і експериментальне дослідження їх фрагментів / І.В. Мельник, В.М. Сорохтей // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. – 2006. – Вип. 14. – С. 253-260.  
Євстаф'єв В.І. Полегшені багатошарові перекриття для архітектурно-будівельних систем з широким кроком несучих конструкцій / В.І. Євстаф'єв : автореф. дис. к.т.н. – К., 2004. – С. 18.  
Иванов. А. Расчет прочности плоских плит перекрытий без поперечной арматуры монолитных каркасных зданий на продавливание / А. Иванов, А. Залесов // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 2003. – С. 200-205.  
Клованич С.Ф. Продавливание железобетонных плит: натурный и численный эксперименты / С.Ф. Клованич, В.И. Шеховцов. – Одесса, 2011. – С. 6-9.

#### Мельник І., Сорохтей В., Козак М., Приставський Т. Експериментальні дослідження верхньої полиці монолітної залізобетонної порожнистої плити на продавлювання

Подано методику експериментальних досліджень верхньої полиці фрагментів монолітної залізобетонної плити під час завантаження штампом однакових розмірів. Описано характер руйнувань і результати міцності на продавлювання за різної товщини верхньої неармованої полиці.

**Ключові слова:** монолітна порожниста залізобетонна плита, бетонна полиця, продавливання.

**Melnyk I., Sorohtey V., Kozak M., Prystavskyy T. Experimental research on bursting top shelf monolithic reinforced concrete hollow slab**

A methodology of experimental research of upper shelf pieces monolithic concrete slab at boot stamp of the same size was posted. The nature of the damage and bursting strength results for different thickness of the unreinforced upper shelf were described.

**Key words:** hollow monolithic concrete slab, concrete shelf, bursting.

**Мельник И., Сорохтей В., Козак М., Приставский Т. Экспериментальные исследования верхней полки монолитной железобетонной пустотной плиты на продавливание**

Предоставлено методику экспериментальных исследований фрагментов монолитной железобетонной плиты во время загрузки штампом одинаковых размеров. Описано характер разрушения и результаты прочности на продавливание при различной толщине верхней неармированной полки.

**Ключевые слова:** монолитная пустотная железобетонная плита, бетонная полка, продавливания.