

УДК 624.012.45:692.5

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.280519.63.437

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНОГО НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ПЛОСКИХ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПЕРЕКРИТТІВ

ЗЕЗЮКОВ Д. М.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,
МАХІНЬКО М. М.², канд. техн. наук, доц.,
БУЦЬКА О. Л.³, канд. техн. наук, доц.,
КОТОВ М. А.⁴, канд. техн. наук, доц.

^{1*} Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: denis.zezjukov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7451-992X

² Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia2785@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

³ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: Buckaya_elen@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4377-3746

⁴ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Анотація. Постановка проблеми. Останнім часом набула широкого поширення конструктивна система із застосуванням рамного та рамно-в'язевого каркасів зі збірними залізобетонними елементами (плоскі збірно-монолітні перекриття). У конструкції каркаса використовуються монолітні або збірні колони і збірно-монолітне плоске перекриття. Конструктивне рішення являє собою плоский диск перекриття, що складається зі збірних багатопустотних плит, що примикають в одному рівні до монолітних несучих ригелів (умовних ригелів), за допомогою бетонних шпонок, розмішених у відкритих по торцях плит круглих пустотах і виконаних монолітно з несучими ригелями. Великий інтерес представляє робота стиків торців плит з несучими ригелями. Здається, що внизу в вищевказаних стиках діють деформації стиснення, як наслідок роботи багатопустотних плит в складі диска перекриття на вигин з упором в несучі ригелі відповідно до гіпотези плоских перетинів що має впливати на напружений стан елементів багатопустотних плит перекриттів. Встановлено, що розподіл основних напружень на розтяг та стиск у поздовжньому центральному перерізі багатопустотних плит перекриттів, що затиснуті через отвори в лінійній та фізично нелінійній задачі, на основі проведених досліджень, неоднаковий. У лінійній та фізично нелінійній постановці задачі показано, що розподіл основних стискаючих напружень відрізняється за своєю природою. Доведено, що у випадку лінійної задачі в чверті проліту багатопустотних плит перекриттів існує зона нульових напружень, яка є границею між розподілом основних стискаючих напружень в нижньому краю і верхньому краю перерізу елемента, при цьому в нелінійній постановці задачі зона нульової напруги відсутня. Виявлено, що під впливом арочного ефекту початковий згинальний момент в середніх отворах від дії розподіленого навантаження частково зменшується.

Ключові слова: збірно-монолітні перекриття; залізобетонні елементи; рамні та зв'язків каркаси; арочний ефект

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФАКТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОСКИХ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

ЗЕЗЮКОВ Д. М.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,
МАХІНЬКО Н. Н.², канд. техн. наук, доц.,
БУЦКАЯ Е. Л.³, канд. техн. наук, доц.,
КОТОВ Н. А.⁴, канд. техн. наук, доц.

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: denis.zezjukov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7451-992X

² Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia2785@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

³ Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: Buckaya_elen@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4377-3746

⁴ Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Аннотация. Постановка проблемы. В последнее время получила широкое распространение конструктивная система с применением рамного и рамно-связевого каркасов со сборными железобетонными элементами (плоские сборно-монолитные перекрытия). В конструкции каркаса используются монолитные или сборные колонны и сборно-монолитное плоское перекрытие. Конструктивное решение представляет собой плоский диск перекрытия, состоящий из сборных многпустотных плит, примыкающих в одном уровне к монолитным несущим ригелям (условным ригелям), с помощью бетонных шпонок, расположенных в открытых по торцам плит круглых полостях и выполненных монолитно с несущими ригелями. Большой интерес представляет работа стыков торцов плит с несущими ригелями. Представляется, что внизу в вышеуказанных стыках действуют деформации сжатия, как следствие работы многпустотных плит в составе диска перекрытия на изгиб с упором в несущие ригели согласно гипотезе плоских сечений, что должно влиять на напряженное состояние элементов перекрытий.

Ключевые слова: *сборно-монолитные перекрытия; железобетонные элементы; рамные и связей каркасы; арочный эффект*

TO THE DETERMINATION OF THE ACTUAL STRESS STATE OF THE ELEMENTS OF FLAT PRECAST-MONOLITHIC SLABS

ZEZIUKOV D.M.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
MAKHINKO M.M.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
BUTSKA O.L.³, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
KOTOV M.A.⁴, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

^{1*} Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: denis.zeziukov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7451-992X

² Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kolia2785@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5541-8672

³ Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: Buckaya_elen@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4377-3746

⁴ Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Abstract. Problem statement. Recently, a constructive system with the use of frame and frame-based frameworks with precast reinforced concrete elements (flat precast-monolithic slabs) has been widely spread. The design of the frame uses monolithic or prefabricated columns and prefabricated monolithic flat slabs. A constructive solution is a flat floor slab consisting of precast hollow-core slabs adjacent in one level to monolithic bearing girders (conditional girders), using concrete dowels located in round cavities open at the plate ends and made monolithically with bearing girders. The work of the joints of the ends of the plates with bearing girders is of great interest. It appears that below in the above mentioned joints there are deformations of compression, as a result of the work of hollow-core slabs as the part of the floor slab for bending with an emphasis on bearing crossbars according to the hypothesis of flat sections that should affect the stressed state of the slab elements. It is established that the distribution of the main tensile and compressive stresses in the longitudinal central section of the multi-tensile plates clamping through the apertures in the linear and physically nonlinear problem, based on the performed studies, is not the same. In the linear and physically nonlinear formulation of the problem one can see that the distribution of the main compressive stresses is different by nature. Thus, in the case of a linear problem in the quarter of the slab, there is a zone of zero stresses, which is the boundary between the distribution of the main compressive stresses in the lower edge and the upper passage of the section of the element. In the nonlinear formulation of the problem, the zero-voltage zone is absent. Under the influence of the arched effect, the initial bending moment in the middle bores under the action of the distributed load is partially reduced.

Keywords: *precast-monolithic slabs; reinforced concrete elements; frame and braced framework; arched effect*

Постановка проблеми та аналіз публікацій. Несні конструкції багатопверхових будівель проектуються, в основному, монолітними у вигляді рамно-в'язевих систем. Останнім часом набула значного поширення конструктивна система із застосуванням рамного та рамно-в'язевого каркасів зі збірними залізобетонними елементами (плоскі збірно-монолітні перекриття). Інноваційна архітектурно-конструктивно-технологічна система розроблена в ДВНЗ ПДАБА (патенти № 3017, № 63024, № 23418, № 24122). У конструкції каркаса використовуються монолітні або збірні колони і збірно-монолітне плоске перекриття. Конструктивне рішення являє собою плоский диск перекриття, що складається зі збірних бага-

топустотних плит, які примикають в одному рівні до монолітних несних ригелів (умовних ригелів) (рис. 1) за допомогою бетонних шпонок, розміщених у відкритих по торцях плит круглих пустотах і виконаних монолітно з несними ригелями.

Висота перерізу несних ригелів для зменшення витрат металу на їх армування збільшена на товщину стяжки підлоги (50 мм) і становить 270 мм при товщині плит перекриттів 220 мм.

Збірні попередньо-напружені плити розміщені групами в кожному осередку перекриття між сусідніми несними і в'язевими ригелями (рис. 2) і об'єднані між собою між плитними швами замонолічування.



Рис. 1. Монтаж збірно-монолітного перекриття / Fig. 1. Mounting of monolithic overlappings

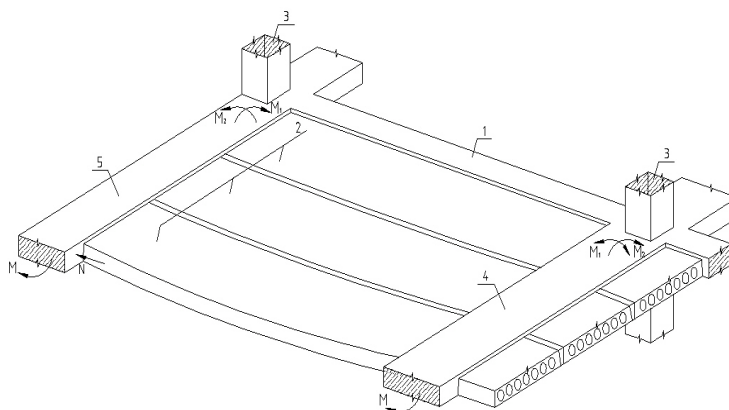


Рис. 2. Осередок плоского збірно-монолітного перекриття. Схеми діючих згинальних моментів у ригелях: 1 – в'язевий ригель; 2 – збірна багатопустотна плита; 3 – колона; 4 – середній ригель; 5 – крайній ригель; N – розпірне зусилля; M – згинальний момент в прольоті; M1 – опорний згинальний момент; M2 – опорний згинальний момент в поперечному напрямку / Fig. 2. The center of the flat monolithic overlap. Schemes of existing bending moments in the crossbars: 1 – elongated bolt; 2 – coarse hollow slab; 3 – column; 4 – middle bolt; 5 – extreme bolt; N – spatial forces; M – bending moment in flight; M1 – reference bending moment; M2 – the reference bending moment in the transverse direction

В'язеві ригелі розташовані по осях колон паралельно довжині плит перекриття на всю довжину осередку секції. Поздовжнє робоче армування ригелів арматурою класу А500С без попереднього напруження.

Великий інтерес являє робота стиків торців плит із несучими ригелями. Бачиться, що внизу у вищевказаних стиках діють деформації стиснення, як наслідок роботи багатопустотних плит у складі диска перекриття на вигин з упором в несні ригелі відповідно до гіпотези плоских перетинів.

На підставі теоретичних даних проведено дослідження для визначенню аркового ефекту в багатопустотних плитах перекриття.

Мета статті - розвиток методів раціонального проектування залізобетонних конструкцій багатопверхових будівель рамної та рамно-в'язевої конструктивних систем зі збірно-монолітними перекриттями на основі дослідження напруженого стану з визначенням аркового ефекту в збірних багатопустотних плитах і його вплив на напружений стан головних ригелів плоского збірно-монолітного перекриття.

Виклад матеріалу. Розрахунок напружено-деформованого стану багато-

пустотних панелей перекриття як елементів плоского збірно-монолітного перекриття виконаний в лінійній та фізично-нелінійній постановці. У другому випадку схема плити виконана за допомогою фізично-нелінійних об'ємних скінченних елементів.

Арматурні включення у плитах визначаються відсотками армування як відношення площі арматури до площі поперечного перерізу скінченного елемента за напрямками головних осей конструкції X, Y, Z.

Для пов'язання фізично-нелінійної задачі проведений кроково-ітераційний розрахунок. Кроковий процесор дозволяє отримати напружено-деформований стан з урахуванням нелінійних ефектів матеріалів конструкції [4]. На кожному кроці проводиться оцінювання напружено-деформованого стану багатопустотних плит.

Інформація про напружено-деформований стан багатопустотних плит аналізувалася після кожного завантаження з коефіцієнтом 0,5, тобто кожне завантаження було поділене на два кроки. Один крок становив $0,12 \text{ т / м}^2$.

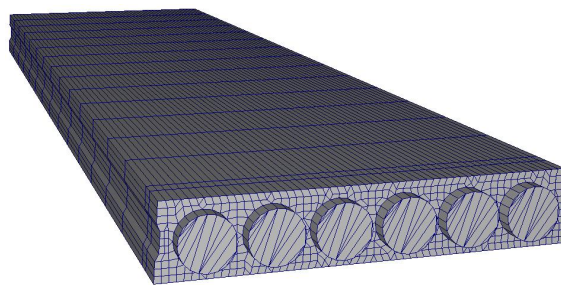


Рис. 3. Модель плити зі шпонками (150 мм в тілі плити) /
Fig. 3. Model plate with keyboards (150 mm in the body of the slab)

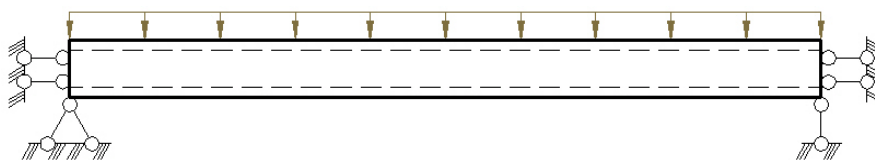


Рис. 4. Розрахункова схема плити, затисненої по пустотам /
Fig. 4. The calculation scheme of the plate, clamped in cavities

Розрахунки напружено-деформованого стану багатопустотних панелей перекриття як елемента плоского збірно-монолітного

перекриття виконаний у програмному комплексі ЛІРА САПР на основі методу скінченних елементів.

Аналіз результатів досліджень.

Установлено, що розподіл головних розтяжних і стискних напруг по N_z (σ_z) у поздовжньому центральному перетині затисненої по отворах багатопустотної плити у разі лінійної і фізично-нелінійної задачі, виходячи з проведених досліджень, набирають такого вигляду (рис. 5).

За лінійної і фізично-нелінійної постановки задачі можна бачити, що розподіл головних стискних напружень має різний характер. Так, у разі лінійної задачі у чверті прольоту плити присутня зона нульових напруг, яка є кордоном між розподілом голов-

них стискних напружень у нижньому краї і верхній пролітній частині перерізу елемента.

У випадку нелінійної постановки задачі зона нульових напруг у вищевказаній ділянці з рис. 5 б) відсутня. На відміну від результатів розв'язання лінійної задачі в зоні нульових напруг діють стискні зусилля інтенсивністю в діапазоні $-94,3...+188,7$ т/м². Розподіл головних стискних напруг, таким чином, має зв'язний характер, і розподіляється по подовжньому перерізу елемента у вигляді аркового обрису (рис. 5 б).

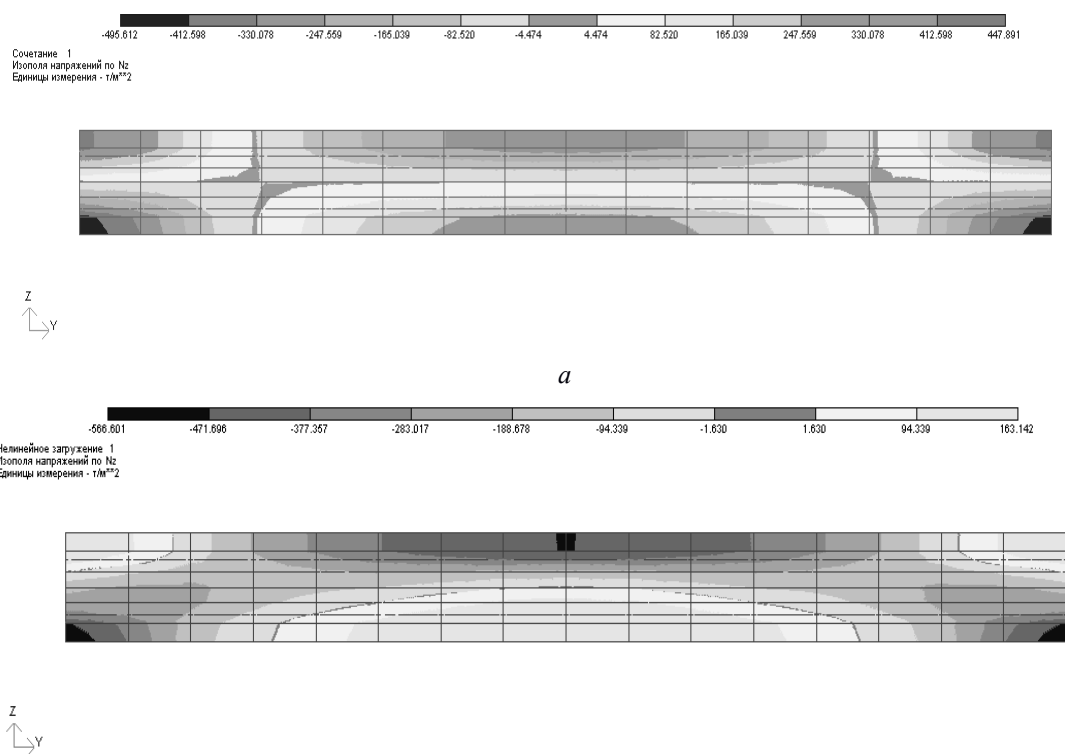


Рис. 5. Розподіл головних розтяжних стискних напружень N_z у поздовжньому центральному перерізі затисненої по отворах багатопустотної плити для розв'язання а) лінійної задачі; б) нелінійної задачі / Fig. 5. Distribution of main tensile compressive stresses N_z in the longitudinal central section of the multi-hollow slabs clamping on the openings: a) a linear problem; b) a nonlinear problem

Крім того, значення напруг за лінійної і нелінійної постановки складають відповідно для стиснутої і розтягнутої зон $-495,61...+477,89$ т/м²; $-566,6...+163,14$ т/м². І якщо напруги стиснення під час лінійного розрахунку відхиляються в межах 12,5 %, то напруги розтягнення різняться до 70 %, що свідчить про неможливість проведення аналізів за результатами розрахунку лінійної задачі через настільки великі відхилення.

Зв'язний характер розподілу головних стискних напружень, отриманий шляхом нелінійного розрахунку багатопустотних плит, свідчить про виникнення аркового ефекту.

Середні несні ригелі перетином 900×270 мм у плоскому збірно-монолітному перекритті сприймають поздовжній реактивний розпір від багатопустотних плит перекриття внаслідок їх обмежених

деформацій за допомогою ригелів. Цей ефект виникає від дії вертикального навантаження на збірні плити, які працюють в умовах поперечного вигину.

Реактивні розпирні зусилля, що передаються плитами перекриття на середні головні ригелі, викликають появу в їх перетинах згинальних моментів зворотного знака, при цьому початковий момент у середніх ригелях від дії розподіленого навантаження частково зменшується.

Від повороту опорних перерізів багатопустотних плит перекриття, відповідно до гіпотези плоских перетинів, зумовлених появою дотичних напружень між монолітною шпонкою і збірно багатопустотною плитою в середніх ригелях, виникають деформації стиснення, які спричинюють їх вигин (рис. 6). Негативні згинальні моменти в середніх несних ригелях - це наслідок вигину від виникнення в плитах аркового ефекту.

За впливу розподіленого навантаження багатопустотні плити працюють з обмеженням переміщення нижньої зони,

внаслідок чого виникає розпир. При цьому через виникнення дотичних напружень між монолітними шпонками і полками збірної плити, а також від розпирного зусилля N у нижній частині плити, в опорних зонах середніх ригелів, у поперечному напрямку, виникають згинальні моменти M_2 (рис. 2) з максимальною інтенсивністю. У разі несиметричного навантаження момент M_2 в поперечному напрямку опорних перетинів середнього ригеля діє до поздовжньої осі ригеля зі зменшенням інтенсивності до протилежної грані перерізу.

З аналізу розрахунку останнього ригеля перекриття, на відміну від середнього ригеля, що перебуває під бічним обтисненням плитами з обох граней, крайній ригель сприймає односторонній бічний розпир від багатопустотних плит. Така робота викликає складне деформування крайнього ригеля, вигнута вісь якого не є плоскою кривою, внаслідок чого крайні ригелі плоского збірно-монолітного перекриття працюють на косий згин.

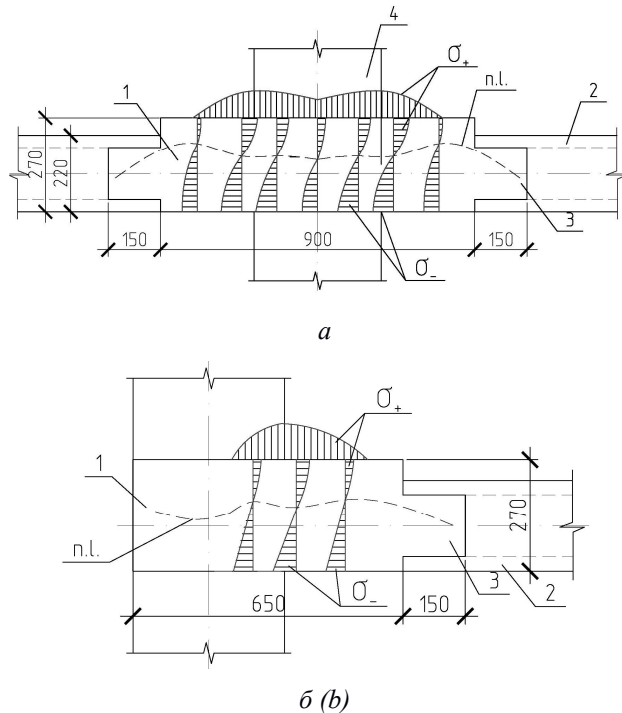


Рис. 6. Напруги в короткому напрямку опорних перетинів ригелів плоского збірно-монолітного перекриття при обпиранні плит через шпонки: а) середнього; б) крайнього;

1 - ригель; 2 - збірна багатопустотна плита; 3 - шпонка; 4 - колона; $\sigma +$ - розтяжні напруги; $\sigma -$ - стискні напруги; н. л. - нейтральна лінія / Fig. 6. Voltages in the short direction of the reference crossings of the cross-beam flat monolithic overlappings in the trampling of slabs through the keys: a) the middle; b) the extreme; 1 - bolt; 2 - coarse hollow slab; 3 - keys; 4 - column; $\sigma +$ - tensile stresses; $\sigma -$ - compressive stresses; н. л. - neutral line

На підставі числового моделювання та аналізу отриманих у результаті даних із рисунка 6 а, б, встановлено, що у верхніх опорних зонах середніх і крайніх ригелів плоского збірно-монолітного перекриття від впливу аркового ефекту в багатопустотних плитах, у поперечному напрямку, діє згинальний момент на відстані $\frac{1}{4}$ прольоту від опор зі зменшенням його інтенсивності до прольоту, який викликає напруження розтягу.

Висновки. На основі проведених досліджень створено ефективний варіант модельного виконання розрахункових схем плит перекриттів у складі плоского збірно-

монолітного перекриття для будівництва багатопверхових каркасних споруд, максимально наближений до реальної роботи конструкцій цієї системи.

Виявлено особливості напружено-деформованого стану елементів плоского збірно-монолітного перекриття - багатопустотних плит, визначений арковий ефект у багатопустотних плитах перекриття, як елементів плоского збірно-монолітного перекриття.

Установлено, що за впливу аркового ефекту початковий згинальний момент у середніх ригелях від дії розподіленого навантаження частково зменшується.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савицкий Н. В. Инновации в расчёте плоского сборно-монолитного перекрытия / Н. В. Савицкий, Д. М. Зезюков // Theoretical Foundations of Civil Engineering. Polish-Ukrainian-Lithuanian Transactions. – Варшава, 2009. – Вып. 17. – С. 485–488.
2. Мордич А. И. Сборно-монолитная каркасная система МВБ-01 с плоскими перекрытиями для зданий различного назначения : монография / А. И. Мордич. – БелНИИС. – Минск : Минсктиппроект, 1999. – 234 с.
3. Патент України на корисну модель № 23425 «Спосіб улаштування збірно-монолітного залізобетонного перекриття» / М. В. Савицький, В. С. Магала, В. А. Чернець, О. В. Рабіч, Ю. Г. Чумак, І. І. Куліченко, О. М. Пшінько, Т. Д. Нікіфорова, О. Г. Зінкевич, О. Л. Токар. (Зареєстр. 25.05.2007).
4. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа : монография / [А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер]. – Киев : Изд-во «Сталь», 2002. – 158 с.
5. Савицкий Н. В. Инновации в расчёте плоского сборно-монолитного перекрытия / Н. В. Савицкий, Д. М. Зезюков // Theoretical Foundations of Civil Engineering. Polish-Ukrainian-Lithuanian Transactions. – Варшава, 2009. – Вып. 17. – С. 485–488.
6. Савицкий Н. В. Особенности армирования главных ригелей плоского сборно-монолитного перекрытия / Н. В. Савицкий, Д. М. Зезюков. – Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2009. – № 50. – С. 458–462.
7. Савицкий Н. В. Особенности расчёта напряженно-деформированного состояния ригелей плоского сборно-монолитного перекрытия / Н. В. Савицкий, Д. М. Зезюков // Проблемы современного бетона и железобетона: в 2 ч. – Ч. 1. Бетонные и железобетонные конструкции. – Минск : Минсктиппроект, 2009. – С. 361–368.

REFERENCES

1. Savickij N.V. and Zezyukov D.M. *Innovacii v raschyote ploskogo sborno-monolitnogo perekrytiya* [Innovation in the calculation of a flat precast-monolithic floor]. Theoretical Foundations of Civil Engineering. Polish-Ukrainian-Lithuanian Transactions. – Warsaw: 2009. Vol. 17. -pp. 485-488 (in Russian).
2. Mordich A.I. *Sborno-monolitnaya karkasnaya sistema MVB-01 sploskimi perekrytiyami dlya zdaniy razlichnogo naznacheniya* [Assembly-monolithic frame system MVB-01 with flat floors for buildings of various purposes]. BelSRI, Minsk : Minsktipproekt, 1999, 234 p. (in Russian).
3. Savic'kij M.V., Magala V.S., Chernec' V.A., Rabich O.V., Chumak YU.G., Kulichenko I.I., Pshin'ko O.M., Nikiforova T.D., Zinkevich O.G. and Tokar O.L. *Patent Ukrainy na korysnu model' №23425 «Sposib ulashtuvannya zbirno-monolitnoho zalizobetonnoho pere-kryttya»* [Patent of Ukraine to utility model No. 23425 "Method of arrangement of monolithic reinforced concrete overturning"]. Registry May 25, 2007. (in Ukrainian).
4. Perel'muter A.V. and Slivker V.I. *Raschetnye modeli sooruzhenij i vozmozhnost' ih analiza* [Design models of structures and the possibility of their analysis]. Kyiv : Stal' Publ., 2002, 158 p. (in Russian).
5. Savickij N.V. and Zezyukov D.M. *Innovacii v raschyote ploskogo sborno-monolitnogo perekrytiya* [Innovation in the calculation of a flat precast-monolithic floor]. Theoretical Foundations of Civil Engineering. Polish-Ukrainian-Lithuanian Transactions. Warsaw, 2009, vol. 17, pp. 485–488. (in Russian).

6. Savickij N.V. and Zezyukov D.M. *Osobennosti armirovaniya glavnyh rigelej ploskogo sborno-monolitnogo perekrytiya* [Features of the reinforcement of the main girders of a flat precast-monolithic overlap]. *Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, Materials Science, Engineering]. 2009, no. 50, pp. 458–462. (in Russian).
7. Savickij N.V. and D.M. Zezyukov. *Osobennosti raschyota napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya rigelej ploskogo sborno-monolitnogo perekrytiya* [Features of the calculation of the stress-strain state of the crossbars of a flat precast-monolithic floor]. *Problemy sovremennogo betona i zhelezobetona* [Problems of Modern Concrete and Reinforced Concrete]. Sat. in 2 parts, p. 1 “Concrete and reinforced concrete structure”. Minsk : Minskiproekt, 2009, pp. 361– 368. (in Russian).

Надійшла до редакції: 07.04.2019 р.