



УДК 624.21



**КОВАЛЬ П.М.**

Канд. технічних наук, проф.,  
зав. каф., Національна академія  
образотворчого мистецтва і  
архітектури,  
м. Київ, Україна,  
e-mail: koval\_pm@meta.ua,  
тел.: +38 (050) 312-69-98,  
ORCID: 0000-0002-0040-5900



**СТОЯНОВИЧ С.В.**

Канд. технічних наук,  
ст. викл., Національна академія  
образотворчого мистецтва і  
архітектури,  
м. Київ, Україна,  
e-mail: serhiy\_st1985@meta.ua,  
тел.: +38 (050) 692-03-65,  
ORCID: 0000-0002-1363-7356



**ТРОФИМОВИЧ Н.В.**

Канд. технічних наук, доц.,  
Національна академія обра-  
зотворчого мистецтва і  
архітектури,  
м. Київ, Україна,  
e-mail: trofimovichnv@ukr.net,  
тел.: +38 (067) 647-23-91,  
ORCID: 0000-0002-4657-3424

## РОБОТА НА ЗГИН ЗБІРНО- МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ

### АНОТАЦІЯ

**Вступ. Аналіз досліджень та публікацій.** У статті визначена ефективність використання збірно-монолітних прогонових будов при будівництві мостів в Україні. Проаналізовано дослідження щодо роботи збірно-монолітних конструкцій різними авторами.

**Мета.** Метою даної роботи є визначення необхідності врахування стадійності роботи на згин збірно-монолітних залізобетонних прогонових будов мостів при їх розрахунку залежно від довжини прогону.

**Результати досліджень.** Проведено теоретичні дослідження збірно-монолітних залізобетонних прогонових будов із попередньо напружених збірних мостових балок типу «ЗВет-120» з довжинами прогонів від 9 до 33 м. У поперечному напрямку відстань між осями балок становить 1,6 м. Балки об'єднані між собою монолітною залізобетонною плитою товщиною 210 мм. Армування балок здійснюється попередньо напруженими канатами типу К-7 діаметром 12,8 мм. Розрахунки конструкцій виконували без врахування стадійності роботи на згин за чинними державними будівельними нормами будівництва ДБН В.2.3-14-2016 та із врахуванням стадійності згідно з положеннями розробленої авторами методики розрахунку залізобетонних збірно-

монолітних прогонових будов мостів. Аналізували зміну напружень бетону на нижній і верхній гранях балок залежно від стадії роботи та довжини прогону балок. Побудовано графіки зміни напружень бетону залежно від довжини прогону балок. Встановлено, що при довжинах прогонів балок 9 м врахування стадійності дає збільшення напруження до 13,2 %. При збільшенні прогонів різниця у результатах суттєво зростає і при прогонах балок 15 м напруження на 40 % більші при врахуванні стадійності, ніж без її врахування.

**Висновки.** Рекомендується розрахунок збірно-монолітних прогонових будов мостів при довжині прогонів більше 9 м обов'язково виконувати із врахуванням стадійності їх роботи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** міст, прогонова будова, балка, напруження, збірно-монолітний залізобетон.

### РАБОТА НА ИЗГИБ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

**КОВАЛЬ П.Н.** Канд. технических наук, проф.,  
зав. каф., Национальная академия изобразитель-  
ного искусства и архитектуры,  
г. Киев, Украина,  
e-mail: koval\_pm@meta.ua,  
тел.: +38 (050) 312-69-98,  
ORCID: 0000-0002-0040-5900



**СТОЯНОВИЧ С.В.** Канд. технических наук, ст. преподаватель, Национальная академия изобразительного искусства и архитектуры, г. Киев, Украина, e-mail: serhiy\_st1985@meta.ua, тел.: +38 (050) 692-03-65, ORCID: 0000-0002-1363-7356

**ТРОФИМОВИЧ Н.В.** Канд. технических наук, доц., Национальная академия изобразительного искусства и архитектуры, г. Киев, Украина, e-mail: trofimovichnv@ukr.net, тел.: +38 (067) 647-23-91, ORCID: 0000-0002-4657-3424

## АННОТАЦИЯ

**Введение. Анализ исследований и публикаций.** Определена эффективность использования сборно-монолитных пролетных строений при строительстве мостов в Украине. Проанализированы исследования работы сборно-монолитных конструкций различными авторами.

**Цель.** Целью данной работы является определение необходимости учета стадийности работы на изгиб сборно-монолитных железобетонных пролетных строений мостов при их расчете в зависимости от длины пролета.

**Результаты исследований.** Проведены теоретические исследования сборно-монолитных железобетонных пролетных строений из предварительно напряженных сборных мостовых балок типа «3Bet-120» длиной пролета от 9 до 33 м. В поперечном направлении расстояние между осями балок составляет 1,6 м. Балки объединены между собой монолитной железобетонной плитой толщиной 210 мм. Армирование балок осуществляется предварительно напряженными канатами типа К-7 диаметром 12,8 мм. Расчеты выполняли без учета стадийности работы на изгиб по действующим государственным строительным нормам ДБН В.2.3-14-2016 и с учетом стадийности согласно положениям, разработанным авторами методики расчета железобетонных сборно-монолитных пролетных строений мостов. Анализировали изменение напряжений бетона на нижней и верхней гранях балок в зависимости от стадии работы и длины пролета балок. Построены графики изменения напряжений бетона в зависимости от длины пролета балок. Установлено, что при длине пролетов балок 9 м учет стадийности дает напряжение до 13,2% больше, чем без учета стадийности. При увеличении пролетов разница в результатах существенно возрастает и при пролетах балок 15 м напряжение на 40% больше при учете стадийности, чем без ее учета.

**Выводы.** Рекомендуются расчет сборно-монолитных пролетных строений мостов при длине пролетов более 9 м обязательно выполнять с учетом стадийности их работы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** мост, пролетное строение, балка, напряжение, сборно-монолитный железобетон.

## BENDING BEHAVIOR OF PRECAST-MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE SPANS OF BRIDGES

**KOVAL P.M.** PhD, Prof., Head of a chair, National Academy of Fine Arts and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: koval\_pm@meta.ua, tel.: +38 (050) 312-69-98, ORCID: 0000-0002-0040-5900

**STOYANOVICH S.V.** PhD, Sen. Lecturer, National Academy of Fine Arts and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: serhiy\_st1985@meta.ua, tel.: +38 (050) 692-03-65, ORCID: 0000-0002-1363-7356

**TROFIMOVYCH N.V.** PhD, Ass. Prof., National Academy of Fine Arts and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: trofimovichnv@ukr.net, tel.: +38 (067) 647-23-91, ORCID: 0000-0002-4657-3424

## ABSTRACT

**Introduction.** Analysis of research and publications. The effectiveness of using precast-monolithic spans of bridges in Ukraine is defined. The investigations of precast-monolithic structures behavior by different authors are analyzed.

**Aim.** The aim of this paper is to determine the need to take into account the stages of bending behavior of precast-monolithic reinforced concrete spans of bridges at their calculation depending on the length of the span.

**Research results.** The theoretical study of precast-monolithic concrete reinforced concrete spans of prestressed precast bridge beams of «3Bet-120» type with the span length from 9 to 33 m is conducted. In the transverse direction, the distance between the axes of the beams is 1.6 m. The beams are interconnected by a monolithic reinforced concrete slab with a thickness of 210 mm. Reinforcement of beams is carried out by prestressed cables of K-7 type with a diameter of 12.8 mm. The calculations were performed without taking into account the stages of bending behavior according to the current norms in Ukraine DBN V.2.3-14-2016 and taking into account the stages in accordance with the provisions of the methodology developed by the authors for calculating the reinforced concrete precast-monolithic spans of bridges. The changes in the stresses of concrete on the lower and upper faces of the beams depending on the stages of behavior and the length of the



beams spans were analyzed. The graphs of changes in the stresses of concrete depending on the length of the beams spans were plotted. It is found out that at the length of the beams spans of 9 m if taking into account the stages, the obtained stress is up to 13,2 % higher than without taking into account the stages. With increasing the spans length, the difference in results significantly increases and for the length of the beams spans of 15 m the stress is by 40% higher when taking into account the stages than without it.

**Conclusions.** It is recommended that the calculation of precast-monolithic spans of bridges with the length of more than 9 m should be performed taking into account the stages of their behavior.

**KEY WORDS:** bridge, span, beam, prestressed, precast-monolithic reinforced concrete

## ВСТУП

В останні роки в Україні при будівництві нових та реконструкції старих мостів малих і середніх прогонів в основному застосовують прогонові будови зі збірно-монолітного залізобетону.

Виконані до цього часу дослідження показують ефективність використання збірно-монолітних прогонових будов мостів. Використання принципу збірно-монолітності дозволяє в ряді випадків забезпечити підвищення просторової жорсткості та довговічності, зменшення будівельної висоти мостів.

Імовірно, що при будівництві прогонових будов мостів з відносно невеликими прогонами (6 – 24) м, що переважно будувались до цього часу, вплив стадійності на роботу збірно-монолітних прогонових будов мостів був невеликий. Тому у нормах із проектування мостів [6] відсутні рекомендації щодо врахування стадійності роботи збірно-монолітних прогонових будов мостів при їх розрахунку. Але на сьогодні відбувся перехід до будівництва мостів переважно з прогонами (18 – 33) м, тому варто дослідити, як впливає стадійність роботи на напружено-деформований стан збірно-монолітних прогонових будов мостів. Тому заслуговують на увагу питання, пов'язані з дослідженням впливу стадійності роботи на напружено-деформований стан збірно-монолітних прогонових будов мостів в залежності від довжини прогону.

## АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

З моменту появи першої ідеї збірно-монолітних конструкцій різними вченими в різних країнах проводили ряд теоретичних і експериментальних досліджень цих конструкцій.

Ще в 1952 р. Н. А. Калашниковим було розроблено теоретичні основи розрахунку збірно-монолітних перерізів із використанням попередньо напружених збірних елементів за міцністю і загальні принципи проектування збірно-монолітних конструкцій прогонових будов мостів. Проведені в СоюздорНДІ

під керівництвом Н.А. Калашникова експерименти підтвердили нормальну роботу збірно-монолітних конструкцій, зв'язок в яких між монолітним і збірним бетонами забезпечувався тільки за рахунок зчеплення [1].

Питання жорсткості і тріщиностійкості збірно-монолітних конструкцій висвітлені в теоретичних і експериментальних роботах Н. А. Калашникова і Н. П. Филимоної [2], А. Б. Голишева [3], А. Є. Кузьмичова [4], В. П. Полищука, П. І. Кривошеєва, А. О. Буракаса [5]. Н. А. Калашников [1] один із перших запропонував формулу для визначення моменту виникнення тріщин у розтягнутій зоні, що враховує обтиск частини збірно-монолітного перерізу і навантаження на збірний елемент до омонолічування. Ця формула покладена в основу розрахунку тріщиностійкості мостових конструкцій [6]. На основі розрахункової формули і результатів випробувань Н. А. Калашникова та Н. П. Филимоної [2] було доведено, що послідовність виникнення тріщин у збірному і монолітному бетонах залежить від положення площини спряження. При зменшенні висоти збірного елемента знижується загальна тріщиностійкість усього перерізу.

Б. Г. Гнідцем в роботі [7] запропоновано, опрацьовано і перевірено в процесі експериментальних досліджень методологію випробувань збірно-монолітних нерозрізних попередньо напружених конструкцій прогонових будов мостів та їх стиків, що дало можливість вивчити особливості їх роботи і напружено деформований стан на різних стадіях монтажу і експлуатації.

Дослідження роботи контакту у збірно-монолітних конструкціях нерозрізних прогонових будов, що виконані Салом В. Ю. [8], підтвердили можливість широкої реалізації збірно-монолітних нерозрізних систем мостів із попередньо напруженими стиками.

На основі проведених досліджень Ковалем П.М. та Стояновичем С.В. були запропоновані алгоритми розрахунку збірно-монолітних прогонових будов автодорожніх мостів із урахуванням усіх стадій їх роботи [9], а також розроблено методику розрахунку залізобетонних збірно-монолітних прогонових будов мостів [10].

## МЕТА РОБОТИ

Визначити необхідність урахування стадійності роботи збірно-монолітних залізобетонних прогонових будов мостів при їх розрахунку залежно від довжини прогону.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Теоретично досліджено збірно-монолітну прогонову будову (рис. 1, а) з використанням збірних попередньо напружених залізобетонних мостових балок типу «3Bet-120» (рис. 1, б), довжиною 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 та 33 м. Габарит моста по ширині становить Г-10,5+2·0,75 м. У поперечному напрям-

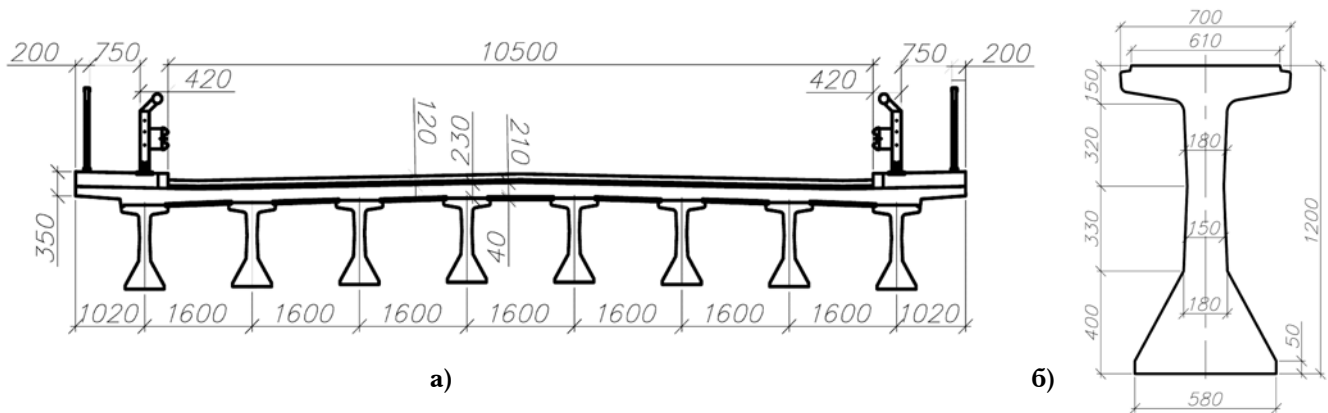


Рис. 1. Поперечні перерізи: а - прогонової будови моста, б - балки типу «3Bet-120»

ку відстань між осями балок становить 1,6 м. Балки об'єднанні між собою монолітною залізобетонною плитою проїзної частини товщиною 210 мм.

Армування балки типу «3Bet-120» здійснюється поздовжньою робочою арматурою: попередньо напружені канати типу К7 діаметром 12,8 мм (загальна кількість напруженої арматури для відповідного прогону збірної балки типу «3Bet-120» зведена в табл. 1), поздовжньою конструктивною – звичайна арматура Ø8 А400С та поперечною арматурою – звичайна арматура Ø8 - 12 А400С. Клас бетону балок за міцністю на стиск В40. Початкове напруження канатів перед бетонуванням становить 1200 МПа.

Клас монолітного бетону плити проїзної частини на стиск В35.

Розрахунок конструкції проводився з врахуванням та без врахування стадійності роботи балок згідно діючих норм [6] та з урахуванням положень, що наведені в [10].

На рис. 2 наведено зведені поперечні перерізи збірної балки (рис. 2, а) та збірної балки разом з монолітною плитою (рис. 2, б).

**Розрахунок збірної балки збірно-монолітної прогонової будови з врахуванням стадійності роботи.** Оскільки в процесі виготовлення та монтажу збірно-монолітної прогонової будови змінюються геометричні характеристики перерізу, то напруження в бетоні збірних балок необхідно визначати на кожній стадії їх роботи з врахуванням величин напружень на всіх попередніх стадіях.

Згідно з діючими нормами [6, 10, 11] виконали розрахунки величин напружень в бетоні на нижній та верхній гранях балок в залежності від довжини прогону:

- на стадії монтажу збірної балки (стадія 1) та бетонування монолітної плити (стадія 2), коли зусилля від власної ваги балки та ваги бетону монолітної плити сприймає тільки переріз збірної балки (табл. 2);

- на стадії влаштування дорожнього одягу (стадія 3) та експлуатації прогонової будови (стадія 4), коли зусилля від власної ваги усієї конструкції та дії тимчасового навантаження сприймає зведений переріз збірної балки разом з монолітною плитою (табл. 3).

На рис. 3 зображено графіки зміни напружень в бетоні на нижній та верхній гранях балок на кожній стадії їх роботи в залежності від довжини прогону.

**Розрахунок збірних балок збірно-монолітної прогонової будови без урахування стадійності роботи.** Визначення величини напружень у бетоні збірних балок збірно-монолітної прогонової будови виконували без урахування напружень, що виникають у бетоні балок до набирання бетоном монолітної плити заданої міцності. Навантаження від власної ваги балок, ваги бетону монолітної плити, ваги

Таблиця 1. Кількість напруженої арматури в балках типу «3Bet-120»

| Довжина балки L, м | 9,0 | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 21,0 | 24,0 | 27,0 | 30,0 | 33,0 |
|--------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Верхні канати, шт. | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
| Нижні канати, шт.  | 16  | 20   | 23   | 36   | 29   | 33   | 37   | 41   | 45   |

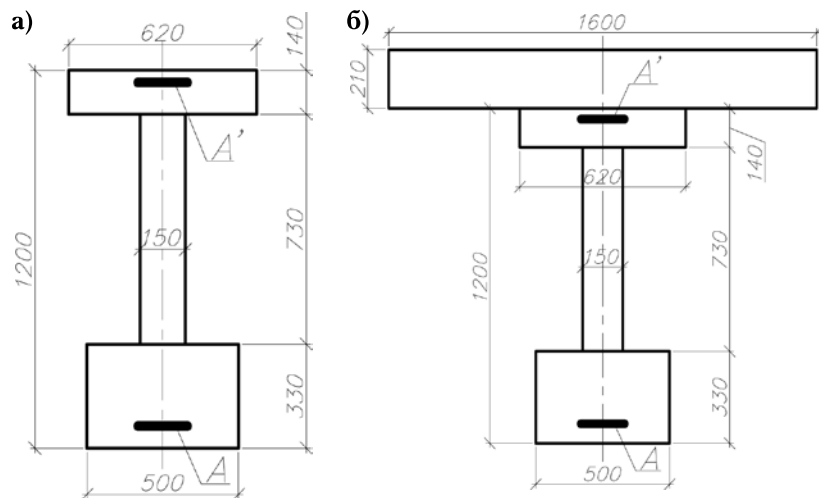


Рис. 2. Зведені перерізи: збірної балки (а), збірної балки об'єднаної з монолітною плитою (б), А – нижня арматура, А' - верхня арматура



дорожнього покриття та тимчасового навантаження сприймає збірно-монолітний переріз.

Отримано такі значення напружень у бетоні на нижній та верхній гранях балок (табл. 4).

Таблиця 2\*. Напруження в бетоні збірних балок від постійних навантажень до набору монолітним бетоном плити заданої міцності

| Довжина балки L, м  |                  | 9     | 12     | 15     | 18     | 21     | 24     | 27     | 30     | 33     |
|---|------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Стадія 1. Напруження від власної ваги збірної балки                             |                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Напруження  | $\sigma_n$ , МПа | -8,93 | -10,53 | -11,36 | -12,27 | -12,67 | -13,38 | -13,76 | -13,96 | -13,98 |
|   | $\sigma_e$ , МПа | -0,33 | -0,52  | -1,06  | -1,45  | -2,5   | -3,62  | -5,16  | -6,91  | -8,86  |
| Стадія 2. Напруження на стадії 1 + напруження від ваги монолітного бетону плити |                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Напруження  | $\sigma_n$ , МПа | -8,31 | -9,39  | -9,56  | -9,66  | -9,11  | -8,74  | -7,89  | -6,73  | -5,26  |
|   | $\sigma_e$ , МПа | -1,08 | -1,88  | -3,24  | -4,16  | -6,85  | -9,33  | -12,42 | -15,92 | -19,8  |

Таблиця 3\*. Напруження в бетоні збірних балок від постійних та тимчасових навантажень, прикладених після набору монолітним бетоном плити заданої міцності

| Довжина балки L, м   |                  | 9     | 12    | 15    | 18    | 21    | 24     | 27     | 30     | 33     |
|--|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Стадія 3. Напруження на стадії 2 + напруження від ваги дорожнього одягу    |                  |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| Напруження   | $\sigma_n$ , МПа | -8,1  | -9,02 | -8,97 | -8,81 | -7,94 | -7,22  | -5,98  | -4,36  | -2,41  |
|  | $\sigma_e$ , МПа | -1,14 | -2,0  | -3,43 | -4,9  | -7,24 | -9,84  | -13,07 | -16,73 | -20,79 |
| Стадія 4. Напруження на стадії 3 + напруження від тимчасового навантаження |                  |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| Напруження   | $\sigma_n$ , МПа | -6,23 | -6,37 | -5,59 | -4,76 | -3,2  | -1,8   | 0,16   | 2,69   | 5,54   |
|  | $\sigma_e$ , МПа | -1,74 | -2,86 | -4,54 | -6,24 | -8,82 | -11,67 | -15,16 | -19,14 | -23,55 |

Таблиця 4\*. Напруження в бетоні збірних балок при розрахунку збірно-монолітної прогонової будови без урахування стадійності роботи

| Довжина балки L, м   |                  | 9     | 12    | 15    | 18     | 21    | 24     | 27     | 30     | 33     |
|--|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Стадія 1. Напруження від власної ваги збірної балки та ваги монолітної плити |                  |       |       |       |        |       |        |        |        |        |
| Напруження   | $\sigma_n$ , МПа | -8,17 | -9,42 | -9,96 | -10,43 | -10,5 | -10,81 | -10,82 | -10,63 | -10,25 |
|  | $\sigma_e$ , МПа | -0,84 | -1,1  | -1,42 | -1,75  | -2,22 | -2,76  | -3,4   | -4,11  | -4,89  |
| Стадія 2. Напруження на стадії 1 + напруження від ваги дорожнього одягу      |                  |       |       |       |        |       |        |        |        |        |
| Напруження   | $\sigma_n$ , МПа | -7,97 | -9,05 | -9,36 | -9,57  | -9,33 | -9,29  | -8,9   | -8,27  | -7,41  |
|  | $\sigma_e$ , МПа | -0,91 | -1,22 | -1,62 | -2,03  | -2,6  | -3,27  | -4,05  | -4,92  | -5,87  |
| Стадія 3. Напруження на стадії 2 + напруження від тимчасового навантаження   |                  |       |       |       |        |       |        |        |        |        |
| Напруження   | $\sigma_n$ , МПа | -6,1  | -6,4  | -5,99 | -5,51  | -4,59 | -3,86  | -2,77  | -1,22  | 0,57   |
|  | $\sigma_e$ , МПа | -1,51 | -2,08 | -2,72 | -3,37  | -4,19 | -5,09  | -6,14  | -7,34  | -8,64  |

\* **Примітка:** знак „-” - стиск, знак „+” – розтяг;  $\sigma_n$  – напруження на нижній грані балок;  $\sigma_e$  – напруження на верхній грані.

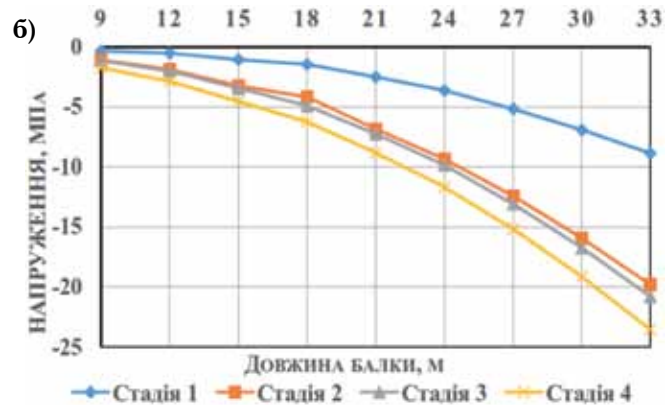
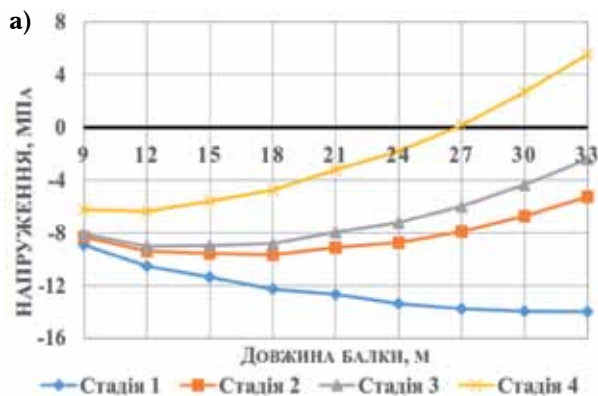




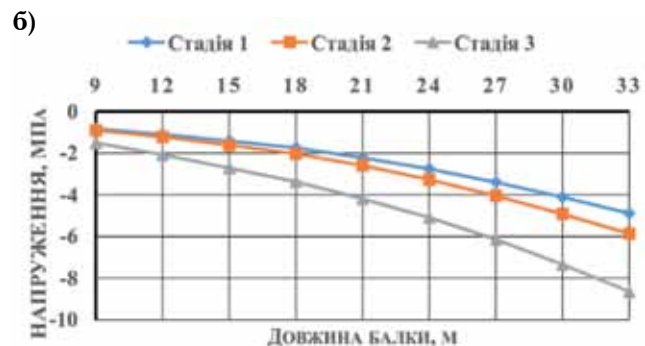
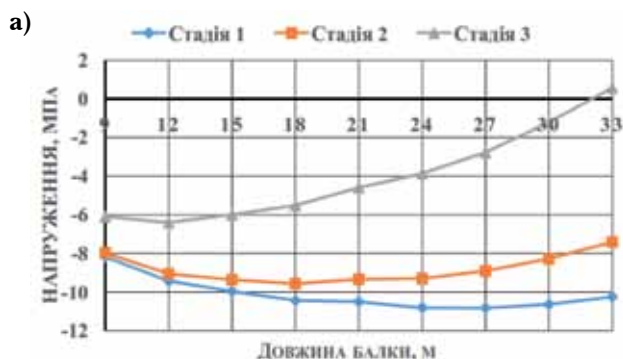
На рис 4 показано зміна напружень у бетоні на верхній та нижній гранях балок.

За отриманими результатами розрахунку збірних балок збірно-монолітної прогонової будови при врахуванні стадійності їх роботи

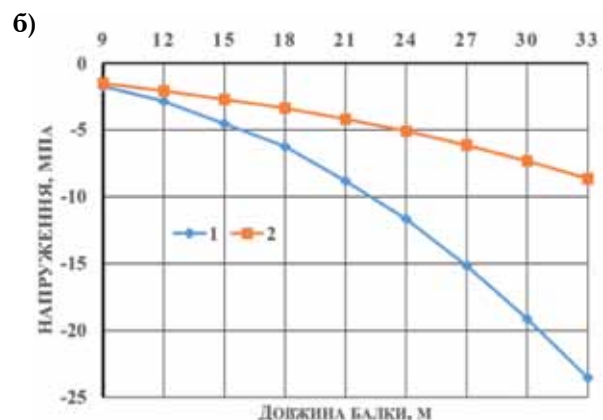
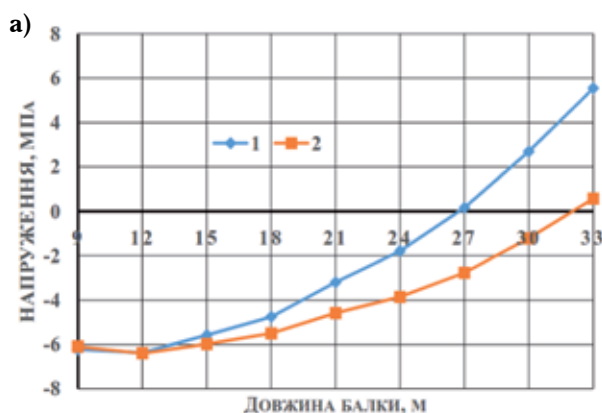
та без врахування стадійності були побудовані графіки залежності величини напружень у бетоні збірних балок від їх довжини при дії постійного та тимчасового навантажень (рис. 5).



**Рис. 3.** Зміна напружень у бетоні збірних балок (при врахуванні стадійності роботи): а) на нижній грані балок ( $\sigma_n$ ), б) на верхній грані балок ( $\sigma_v$ ), де стадія 1 – від власної ваги балки, стадія 2 – від власної ваги балки та монолітного бетону плити (без включення в роботу плити), стадія 3 – від власної ваги збірно-монолітного перерізу балки та дорожнього одягу, стадія 4 – експлуатація прогонової будови (від постійного та тимчасового навантажень)



**Рис. 4.** Зміна напружень у бетоні збірних балок (без урахування стадійності): а) на нижній грані балок ( $\sigma_n$ ), б) на верхній грані балок ( $\sigma_v$ ), де стадія 1 – від власної ваги балки та монолітного бетону плити (при включенні в роботу плити), стадія 2 – від власної ваги збірно-монолітного перерізу балки та дорожнього одягу, стадія 3 – експлуатація прогонової будови (від постійного та тимчасового навантажень)



**Рис. 5.** Зміна напружень у бетоні на: а) нижній грані балок ( $\sigma_n$ ), б) верхній грані балок ( $\sigma_v$ ), де 1 – крива зміни напружень в бетоні балок збірно-монолітної прогонової будови при врахуванні стадійності їх роботи; 2 – крива зміни напружень в бетоні балок збірно-монолітної прогонової будови без врахування стадійності їх роботи



## ВИСНОВКИ

Проаналізувавши результати теоретичних досліджень попередньо напруженої балки збірно-монолітної прогонової будови моста в залежності від довжини прогону, встановили:

- відмінності рівня напружень в бетоні балки при врахуванні стадійності її роботи та без врахування стадійності;
- суттєве збільшення величини напружень в бетоні балки при врахуванні стадійності роботи починається при її довжині 12 м;
- розрахунок без врахування стадійності роботи балки довжиною 9 м показує, що значення напруження на її верхній грані на 13,2% менші у порівнянні зі значеннями напружень в результаті розрахунку балки із врахуванням стадійності роботи;
- значення напружень в бетоні на верхній грані балки довжиною 12 м, в результаті розрахунку без врахування стадійності, вже на 27,2% менші, у балки 15 м – на 40% менші в порівнянні з відповідними значеннями напружень в бетоні балок за результатами розрахунку із врахуванням стадійності їх роботи;
- при довжині балки від 18 до 33 м різниця значень напружень в бетоні на її верхній грані, при порівнянні результатів розрахунку без врахування стадійності роботи та з врахуванням стадійності, зростає в рази, від 1,85 до 2,7.

Тому рекомендується розрахунок балок збірно-монолітних прогонових будов мостів при довжині прогону більше 9 м обов'язково виконувати з врахуванням стадійності їх роботи.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Калашников Н. А. Комбинированный напряженно-армированный бетон и возможности его применения в городских и автодорожных мостах / Калашников Н. А. – М.: МКХ РСФСР, 1952. – 172 с.
2. Калашников Н.А. Сборно-монолитные плитные пролетные строения / Н. А. Калашников, Н. Л. Филимонова. – М.: Автотрансиздат, 1961. – 104 с.
3. Проектирование и изготовление сборно-монолитных конструкций / [А.Б. Гольшев, В.П. Полищук, Я.Г. Сунгатуллин и др.]. – Киев: Будівельник, 1982. – 152 с.
4. Кузьмичев А. Е. Особенности расчёта сборно-монолитных конструкций по образованию трещин и по деформациям / А. Е. Кузьмичев // Предварительно напряжённые конструкции зданий и сооружений: Сб. научных трудов НИИЖБ. — М., 1981, — С. 96 — 107.
5. О расчёте сборно-монолитных предварительно напряжённых конструкций по образованию трещин / [П. И. Кривошеев, А. И. Буракас, В. П. Полищук, А. Б. Гольшев] // Бетон и железобетон. – 1968. – № 6. – С. 42–44.
6. Мости та труби. Правила проектування: ДБН В.2.3-14:2006. – [Чинні від 2007-02-01]. – Київ: Науково-видавничий центр "Інформавтодор", 2006. – П, 359 с. – (Буд. норми України).
7. Методика проведення випробувань дослідних конструкцій збірно-монолітних прогонових будов мостів / [Б. Г. Гнідець, В. І. Войціховський, І. Д. Кавацюк та ін.] // Теорія та практика будівництва: - Львів: Вісн. НУ «Львівська політехніка». – 2009. – № 655. – С. 52–57.
8. Сало В. Ю. Дослідження роботи контакту у збірно-монолітних конструкціях нерозрізних прогонових будов мостів / В. Ю. Сало, І. Ю. Думич // Теорія та практика будівництва. – Львів: Вісн. НУ «Львівська політехніка». – 2009. – № 655. – С. 257 – 261.
9. Коваль П. М. Алгоритми розрахунку збірно-монолітних прогонових будов автодорожніх мостів з урахуванням стадійності їх виготовлення та монтажу / П. М. Коваль, С. В. Стоянович // Галузеве машинобудування, буд-во: зб. наукових пр. – Полтава: Полтавський НТУ ім. Ю. Кондратюка, 2012. – Вип. № 3 (33). – С. 106–114.
10. Методика розрахунку залізобетонних збірно-монолітних прогонових будов мостів: М 03450778-735:2014. – Київ: Укравтодор, 2014. – 89 с.
11. Мости та труби. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2-15:2009. – [Чинні від 2010-03-01]. – Київ: ВП ВТД ВАТ ПТІ "Київоргбуд", 2009. – IV, 66 с. – (Буд. норми України).

Стаття надійшла до редакції 07.08.2017 р.