

## **ЗБІРНІ КАРКАСИ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ З НЕРЕГУЛЯРНОЮ СІТКОЮ І ЗМІННОЮ ВИСОТОЮ ПОВЕРХІВ**

*Ó Гнідець Б. Г., 2017*

У будівництві багатоповерхових будинків різного призначення, впродовж багатьох попередніх десятиліть застосовувались переважно збірні типові каркаси з регулярною сіткою колон і постійною висотою поверхів. Такі типові збірні і нетипові каркаси, мають низку недоліків, зокрема різнотипність збірних елементів, складність у монтажі, висока трудомісткість і вартість будівництва. Щоб уникнути цих недоліків, запроєктовано і розроблено нову систему каркасів з нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів. У цій системі каркасів прийнята нова, відмінна від типових та інших відомих, схема поділу рам каркасів на збірні елементи, а саме поділ на великорозмірні однотипні елементи ригелів і колон. Такі однотипні великорозмірні елементи каркасу з'єднуються між собою у вузлах і стикуються в багатопрогонові не у вузлах, а в зонах нульових моментів у прогонах ригелів або колон. Однотипність збірних елементів ригелів і колон нових каркасів створює умови для виготовлення всіх типорозмірів на одній технологічній лінії на заводах або на місці будівництва.

**Ключові слова:** каркас, багатоповерхові системи, будинки, збірні елементи, вузли, з'єднання, перекриття.

**B. Hnidets**

Lviv Polytechnic National University,  
Department of Roads and Bridges

## **PRECAST CARCASSING RISE BUILDINGS WITH IRREGULAR GRIDS AND VARIABLE HEIGHT OF FLOORS**

*Ó Hnidets B., 2017*

In the construction of multi-storey buildings for different purposes, for many previous decades mostly typical prefabricated frame with a regular grid of columns and a constant height a floors were used. Such typical prefabricated and custom frames have several disadvantages, complexity of installation and connection of nodes frames, diverse nature technology of prefabricated elements, high complexity and cost of construction. To avoid these drawbacks a new system of frames with irregular grid of columns and variable height floors. In this system was designed and developed of frameworks was adopted a new, distinct from other known and typical, causes, scheme of division frames for prefabricated elements, namely the division into identical elements efficiently large beams and columns. These are the same type efficiently large frame elements are interconnected in nodes and joined into multi-span system not in the knots, but in the points of zero moments in the span of beams or columns. The same type of prefabricated elements of beams and columns for new frames creates conditions for manufacturing all types and sizes on the same production line at the factory or at the construction site. A new constructive system of frames with unregular grid and variable height of floors for multi-storey buildings are developed and proposed. It allows us to avoid the drawbacks of typical and well-known untypical systems of frames and to achieve high technical effects after introduction.

**Key words:** frame, multi-storey system, buildings, prefabricated elements, nodes, joins, floors.

**Вступ.** У сучасному будівництві багатоповерхових житлових, громадських і промислових будинків та будівель різного іншого призначення широко застосовують різні каркасні системи з залізобетону, а також з металу і дерева.

При цьому з використанням залізобетону для житлового багатоповерхового будівництва застосовують переважно монолітні конструкції, а збірні і збірно-монолітні відносно в меншій кількості. Як відомо із досвіду будівництва минулого століття в Україні для промислових і громадських будинках широко застосовувались переважно типові конструкції каркасів серій ИИ-20 і ИИ-04, а в житлових будинках типові збірні каркаси використовувались рідко.

**Аналіз відомих досліджень і публікацій.** Конструкції збірних типових і нетипових монолітних каркасів багатоповерхових будинків різного призначення широко описані в технічній літературі: підручниках [1], наукових статтях, періодичних виданнях в Україні і за кордоном [2, 3], монографіях [4], посібниках [5]. Більша частина систем і конструкцій відомих каркасів з використанням різних матеріалів мають низку недоліків, а саме: різнотипність збірних елементів, складність у монтажі і з'єднанні у вузлах, сезонність виконання будівельних робіт, різнотипність технології виготовлення елементів і обмеженість щодо застосування їх для багатоповерхового житлового будівництва. Крім цього, слід окремо відзначити, що жодна із систем збірних каркасів багатоповерхових будинків не відповідає вимогам збірно-розбірності, які можуть виникати після певного періоду експлуатації будинків і необхідності їх демонтажу з різних причин.

**Мета дослідження.** Мета розроблення нової конструкції каркасу полягає у вирішенні проблеми застосування збірних залізобетонних каркасів у багатоповерховому житловому та іншому будівництві, значного зменшення його вартості, трудомісткості, часу будівництва і введення в експлуатацію порівняно з монолітними конструкціями каркасів. Запропонований збірний каркас нової конструкції порівняно з відомими має низку переваг і може бути ефективно застосований для багатоповерхового житлового та іншого будівництва з використанням сучасних нових ефективних матеріалів і технологій.

**Виклад основного матеріалу.** Для застосування збірних каркасів у багатоповерховому житловому та іншому будівництві замість монолітних і збірних залізобетонних та відомих металевих конструкцій пропонують нову систему каркасів з нерегулярною сіткою колон і використанням великорозмірних збірних елементів.

У новій системі каркасів з метою забезпечення можливості зміни сітки колон і застосування великорозмірних збірних елементів прийнята нова, відмінна від типових та інших відомих, схема поділу рам каркасів на збірні елементи:

Збірний каркас запропонованої системи з нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів для багатоповерхового житлового, громадського, промислового та інших видів будівництва виконується з однотипних великорозмірних збірних елементів колон і ригелів із застосуванням різних матеріалів: залізобетону, металу і дерева.

Збірні елементи каркасу, виготовленні з одного із цих матеріалів, або ж в різних можливих комбінаціях, з'єднуються між собою в однотипних вузлах рам, а по довжині – в зонах нульових моментів у прогонах.

На рис. 1 показано схему каркасу багатоповерхового будинку в поперечному розрізі для нерегулярної сітки колон і змінної висоти поверхів. На схемі (рис. 1, а) показано, для прикладу, чотири можливі комбінації величин прогонів у межах осей від 1 до 11 при ширині будинку 24 м, а саме:

- 1)  $-7.5+9.0+7.5$  м.
- 2)  $-6.0+6.0+6.0+6.0$  м.
- 3)  $-6.0+12.0+6.0$  м.
- 4)  $-4.5+4.5+7.5+3.0+4.5$  м.

Такі каркаси багатопверхових будинків виконуються з однотипних великорозмірних елементів: двовіткових колон, складених із збірних елементів 1 і 2, об'єднаних розпірками 3 і 4 і двобалкових ригелів, складених із великорозмірних збірних елементів 5 і 6.

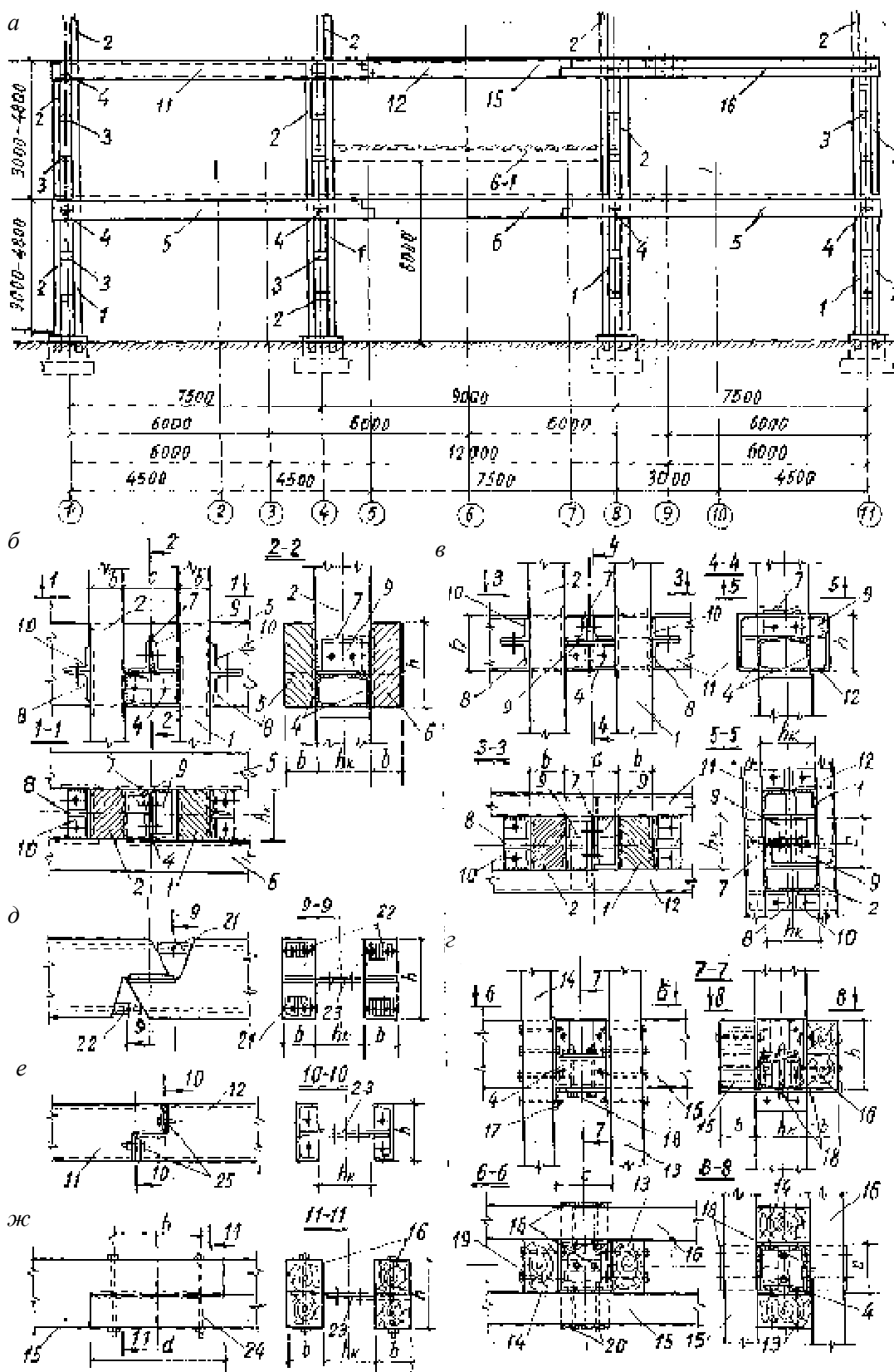


Рис. 1. Збірний каркас багатопверхових будинків з нерегулярною сіткою, колон; а – поперечний розріз; б, в, г, д, е, ж – вузли і стики; 1 і 2 – збірні елементи двовіткових колон; 5 і 6 – збірні елементи ригелів каркасу

Двобалкові ригелі рам у вузлах об'єднуються з двовітковими колонами на рівні розпірок 3 або 4, чим досягається зміна висоти поверхів; наприклад, ригель середнього прогону 6–1 для сітки колон  $7.5+9.0+7.5$  м. може бути піднесений до висоти 6.0 м.

Конструктивне вирішення вузлів рам каркасу, в яких з'єднуються між собою двовіткові колони і двобалкові ригелі, показано на рис. 1:

Рис. 1, б – для залізобетонного каркасу, виконаного з однотипних великорозмірних збірних елементів прямокутного перерізу (1–6);

Рис. 1, в – для металевих каркасів, виконаних з однотипних великорозмірних прокатних профілів (швелерів) 1, 2, 11, 12);

Рис. 1, г – для дерев'яних каркасів, виконаних із однотипних великорозмірних елементів колон 13 і 14 та ригелів, із клеєних елементів прямокутного перерізу 15 або складених з двох суцільних елементів прямокутного перерізу 16.

Приклад поєднання збірних елементів каркасу, виконаних із різних матеріалів, показаний на розрізі 3–3 рис. 1, в, в якому збірні елементи двовіткових колон 1 і 2 залізобетонні, а ригелі 11 і 12 металеві з прокатних профілів.

Конструктивне вирішення об'єднання елементів у вузлах рам каркасів, виконаних з різних матеріалів, прийняте однаковою, додаткові елементи яких розміщені скрито між двовітковими колонами і двобалковими ригелями.

При цьому до вузлових розпірок 4 зверху (рис. 1, б, в) приварене ребро 7, а на бокових гранях колон кутники 8, на яких опираються консольні кутники 9 і 10, приварені до закладних деталей ригелів, і з'єднані монтажними болтами з елементами 7 і 8.

Конструктивне вирішення вузлів рам дерев'яних каркасів (рис. 1, г) виконується із заміною елементів 7, 8, 9 і 10 на закладну деталь коробчастої конструкції, що містить вузлову розпірку 4 і бокові вертикальні 17 та горизонтальні листи 18 для прикріплення їх на болтах 19 і 20 до елементів двовіткових колон 13 і 14 і двобалкових ригелів 15 і 16.

Принципові схеми вузлів для об'єднання великорозмірних збірних елементів ригелів по довжині розміщених у прогонах в зонах нульових моментів, показані на: рис. 1, д – для залізобетонних конструкцій; рис. 1, е для металевих конструкцій, рис. 1, ж – для дерев'яних конструкцій.

Монтаж нових запропонованих конструкцій каркасів для багатоповерхових будинків з нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів передбачається виконувати у такій послідовності:

1. Встановлення і закріплення у фундаментах збірних одноповерхових елементів колон 1 і двоповерхових елементів колон 2 з об'єднанням їх за допомогою проміжних 3 і вузлових розпірок 4 в двовіткові конструкції.

2. Встановлення збірних великорозмірних елементів 5 і 6 двобалкових ригелів із з'єднанням їх з вузловими (рис. 1, б, в) розпірками 4 колон до деталей 7 і 8 з допомогою кутників 9 і 10 на монтажних болтах і з проварюванням, а також у стиках по довжині в зонах нульових моментів (рис. 1, д, е, ж).

3. Спорудження збірних, монолітних або збірно-монолітних перекриттів (рис. 2) з об'єднанням їх між собою і з ригелями для спільної роботи.

4. Монтаж методом нарощування збірних елементів колон 2 з об'єднанням їх з розпірками 3 і 4 і стиками до раніш встановлених елементів у двовіткові конструкції.

5. Монтаж збірних великорозмірних елементів двобалкових ригелів (наприклад: залізобетонних 5 і 6, металевих 11 і 12 або дерев'яних 15 і 16) і перекриттів.

Перекриття в запропонованих нових системах каркасів багатоповерхових будинків можуть виконуватись у багатьох конструктивних, технологічних і архітектурних вирішеннях з застосуванням монолітного, збірного або збірно-монолітного залізобетону, а також металевих і метало-дерев'яних конструкцій, а саме:

- із збірних плоских суцільних, багатошарових або пустотних плит, а також монолітних конструкцій у житлових будинках із нерегулярною сіткою колон і перекриттями в різних рівнях;

- збірних і збірно-монолітних кесонних або складчастих конструкцій в громадських будинках при збільшеній сітці колон (рис. 2, а);
- із збірних ребристих або пустотних плит перекриттів в промислових будинках (рис. 2, б).

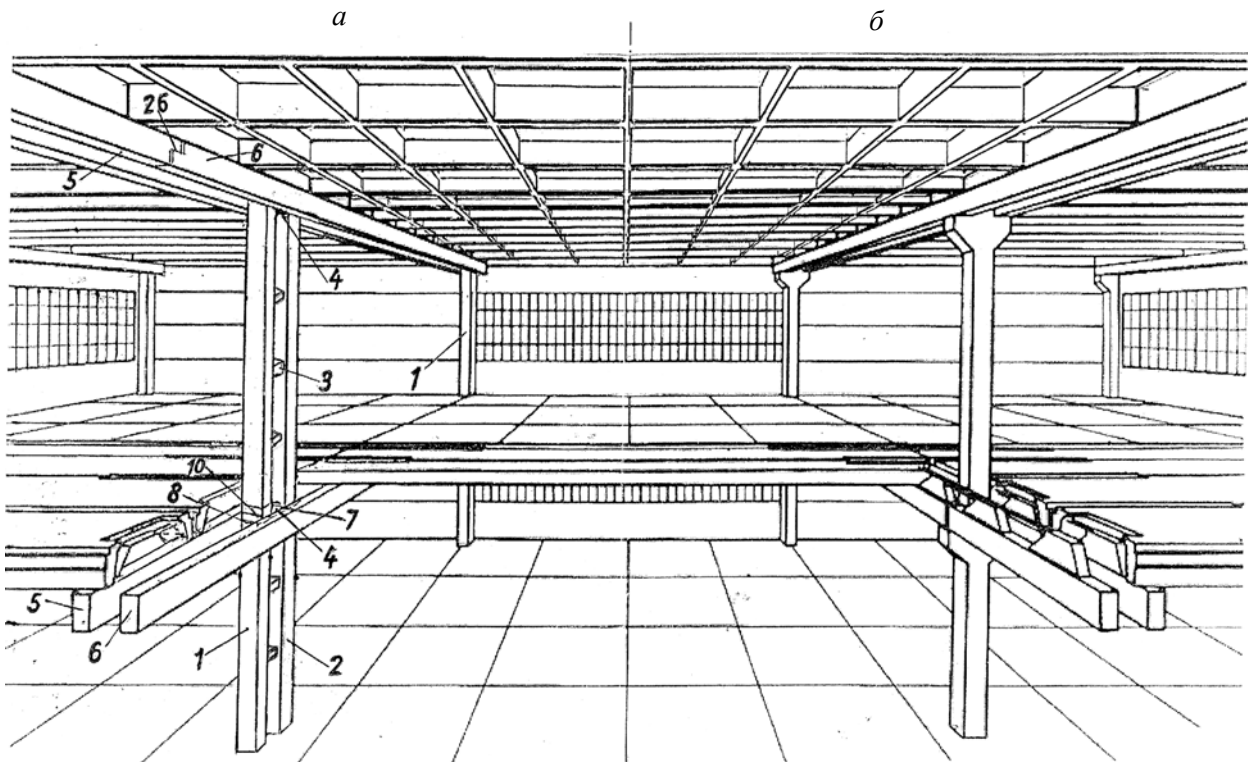


Рис. 2. Каркаси багатопверхових будинків для сітки колон від 9x12 до 18x24,  
 а – з великорозмірними збірними елементами двовіткових колон 1 і 2 і ригелів 5 і 6;  
 б – з типовими колонами і збірно-монолітними ригелями

Однією з основних переваг запропонованих нових конструктивно-технологічних вирішень каркасів багатопверхових будинків є те, що вони відповідають вимогам збірно-розбірності, які можуть виникати при проектуванні і необхідності їх демонтажу з різних причин. Такі каркаси можуть бути запроєктовані як збірно-розбірні, в яких вузли виконують не зварними, а на болтах, не міняючи в принципі конструктивних вирішень.

Ще одна особливість запропонованих нових вирішень каркасів багатопверхових будинків полягає в тому, що всі великорозмірні однотипні елементи колон і ригелів передбачено виготовляти не тільки на заводах і виробничих базах на одній технологічній лінії, а також на місці будівництва самими забудовниками в одній збірно-розбірній формі стендовим способом.

Це ж стосується і каркасів із застосуванням металу, дерева або їхніх можливих комбінацій.

При цьому всі типи конструкцій рам і перекриття для різних сіток колон придатні для зведення їх із застосуванням всіх відомих методів монтажу, зокрема методом підйому перекриттів.

**Висновки.** Запропонована і розроблена система каркасів багатопверхових будинків з нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів дозволяє позбутися основних недоліків типових і відомих нетипових систем каркасів і при її запровадженні в будівництво можна досягти високих техніко-економічних показників за рахунок:

1. Можливості застосування каркасів для нерегулярної сітки колон і змінної висоти поверхів.
2. Можливості застосування великорозмірних однотипних збірних елементів, які можуть виготовлятися не тільки на заводах, а також на місці будівництва.
3. Однотипності збірних елементів і стиків ригелів і колон каркасів, виконаних із залізо-бетону (прямокутного перерізу), різних прокатних профілів з металу і дерев'яних прямокутних суцільних або клеєних елементів.

4. Легкості в монтажі і з'єднанні збірних великорозмірних елементів ригелів і колон в однотипних вузлах рам, в яких не стикаються збірні елементи по довжині.
5. Можливості застосування таких систем каркасів для багатоповерхового житлового, громадського, промислового та інших видів будівництва.
6. Придатності конструктивного вирішення каркасів для можливої заміни окремих елементів і поєднанням їх із залізобетонними, металевими, а також дерев'яними елементами.
7. Можливість виконання каркасів у збірно-розбірному варіанті для повторного використання, а також в збірно-монолітному варіанті при великих навантаженнях і нерегулярних сітках колон.
8. Заміна форми поперечного перерізу ригелів типових конструкцій на двобалкові, створює умови для вільного пропуску за висотою поперхів і за довжиною між збірними елементами ригелів різних комунікацій, а також для перетворення ригелів в збірно-монолітну конструкцію П-видного профілю для кращого сприйняття крутих моментів при великих прогонах.

1. Вахненко П. Ф., Павліков А. М., Горик О. В. та ін. Залізобетонні конструкції. – К.: Вища школа, 1999. – 508 с. 2. Гнідець Б. Г. Нові конструктивно-технологічні системи в проектуванні, виготовленні і монтажі залізобетонних конструкцій. Матеріали 1-ї української наукової конференції “Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону”. – К., 1996. – Ст. 78–80 і 280–282. 3. Hnidets B. *Structural and Technological Systems for Automatization and Robotization of Production and Mounting RC Elements of Buldings and Structures. Challenges to civil and mechanical engineering in 2000 and beyond* June 2–5. 1997 Wroclaw. – P. 495–503. 4. Гнідець Б. Г. Залізобетонні конструкції з напружуваними стиками і регулюванням зусиль: моногр. – Львів. Видавництво Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2008. – 548 с. 5. Гнідець Б. Г. Збірно-монолітні залізобетонні конструкції: навч. посіб. – Львів. Видавництво Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2014. – 260 с.

#### References

1. Vakhnenko P. F., Pavlikov A. M., Horyk O. V. ta in. *Zalizobetonni konstruktsiyi [Concrete konstrukts]*. – Kyiv: Vyd-vo “Vyshcha shkola”, 1999. – 508 s. [In Ukrainian]. 2. Hnidets' B. H. *Novi konstruktyvno-tekhnolohichni systemy v proektuvanni, vyhotovlenni i montazhi zalizobetonnykh konstruktsiy. Materialy 1-yi ukrayins'koyi naukovoyi konferentsiyi “Naukovo-tekhnichni problemy suchasnoho zalizobetonu” [New structural and technological systems in the design, manufacture and installation of reinforced concrete structures. Materials of the 1st Ukrainian conference “Scientific and technical problems of modern concrete”]*. – Kyiv, 1996. st. 78–80 i 280–282 [In Ukrainian]. 3. B. Hnidets. *Structural and Technological Systems for Automatization and Robotization of Production and Mounting RC Elements of Buldings and Structures. Challenges to civil and mechanical engineering in 2000 and beyond* June 2–5. 1997 Wroclaw. – P. 495–503. [In English]. 4. Hnidets' B. H. *Zalizobetonni konstruktsiyi z napruzhuvanymy stykamy i rehulyuvannyam zusyly'. Monohrafiya [Concrete structure with a strained joints and control efforts. The book]*. – L'viv. Vydavnytstvo NU “L'vivs'ka politekhnika”. – 2008. – 548 s. [In Ukrainian]. 5. Hnidets' B. H. *Zbirno-monolitni zalizobetonni konstruktsiyi. Navchal'nyy posibnyk [Prefabricated monolithic concrete structures. The manual]*. – L'viv. Vydavnytstvo NU “L'vivs'ka politekhnika”, 2014. – 260 s. [In Ukrainian].