

ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОПОВЕРХОВИХ БАГАТОПРОЛЬОТНИХ ТА БЛОКОВАНИХ РАМНИХ КАРКАСІВ

Проведено аналіз конструктивних рішень одноповерхових багатопрольотних та блокованих рамних каркасів промислових, цивільних і сільськогосподарських будинків та споруд. Встановлені найбільш ефективні рамні конструкції і напрямлення їх розвитку.

Робота містить досвід 15-ти розробок та застосування одноповерхових однопрольотних, багатопрольотних та блокованих (впритул або зі вставками) рамних каркасів із тришарнірних залізобетонних рам. Будівництво одноповерхових багатопрольотних виробничих будівель з рамних конструкцій потребує удосконалення.

Аналіз розрахункових і конструктивних схем багатопрольотного рамного каркаса показав, що однієї з можливих ефективних схем є схема із шарнірним з'єднанням у гребенях і п'ятах крайніх стояків замикаючих піврам і середніх стояків із защемленням у фундаменті. Такій розрахунковій схемі відповідає багатопрольотний рамний каркас, що може складатися з двох піврам типу РЖС, розташованих у крайніх прольотах, середніх стояків індивідуальної розробки і проміжних ригелів за типом використовуваних у піврамах РЖС (рис.1).

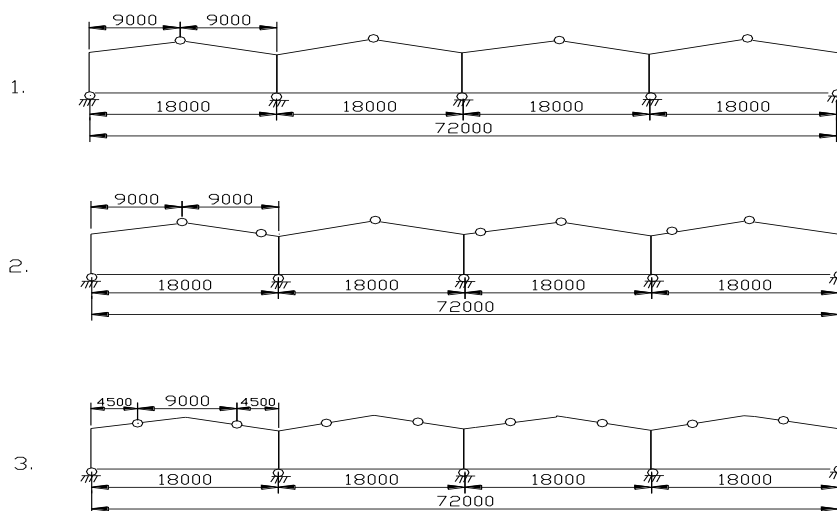


Рис. 1. Варіанти конструктивних схем багатопрольотного рамного каркасу

Проведені розрахунки 3-, 4- і 5- прольотних схем на дію рівномірно-розподіленого навантаження при завантаженні їх по всій довжині каркаса і по черзі на кожному з півпрольотів каркасів. Аналізуючи епюри зусиль 3-, 4- і 5- прольотних рамних каркасів, слід відзначити приблизно однакові їх значення. Так, наприклад, моменти в карнизному вузлі крайнього стояка коливається від 30,0 до 31,0 тм, а у вузлі сполучення двох ригелів і середнього стояка - від 25,3 до 28,0 тм.

відмітка низу ригеля або балки дорівнює 3,0м, а для будівель прольотам 18м – 3,0; 3,6; 4,8 і 6,0м. Для однопрольотних будівель ця відмітка дорівнює відповідно 2,7; 3,0; 3,3; 3,6 і 4,8м. Таким чином, номенклатура для одно- і багатопрольотних будинків містить два типорозміри ригелів і шість типорозмірів стояків (рис.3).

Аналіз результатів експериментально-теоретичних досліджень КНУБА показує, що рами типу РЖС можна використовувати в блокованих рамних каркасах із вставкою. Спосіб використання вставки до карнизного вузла рами впливає на напружено-деформований стан і несучу здатність блокованого рамного каркасу. Шарнірно-нерухомий стан рам із вставкою знижує несучу здатність блокованого рамного каркасу на 13%, а шарнірно рухомий не впливає на її несучу здатність у порівнянні з окремо плоскою рамою. Отже, необхідно забезпечити вільне обпирання і переміщення одного з кінців вставки (рис.4).

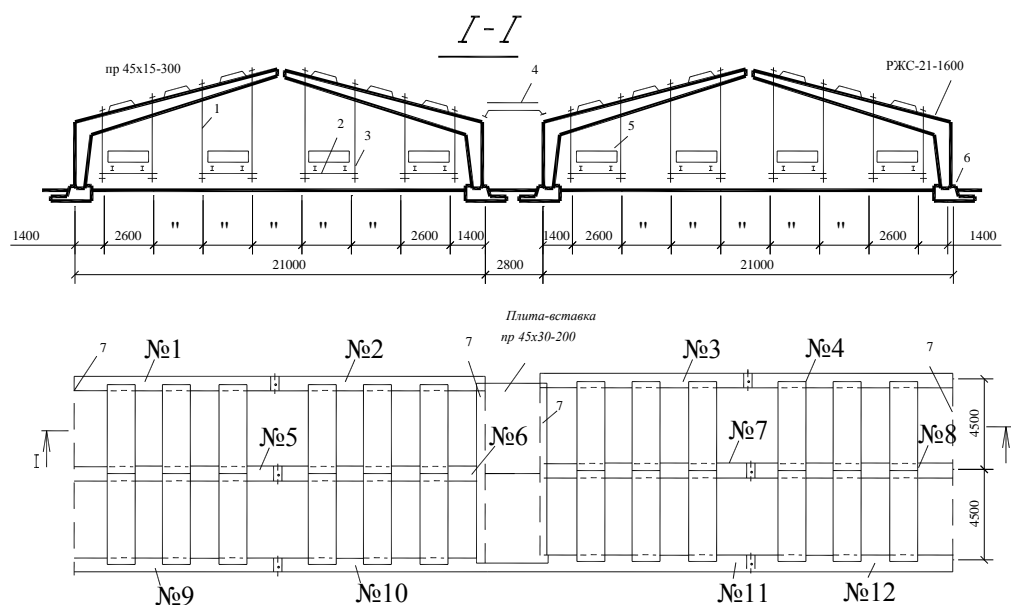


Рис.4. Загальний вигляд блокованих рамних каркасів і завантажувальних пристроїв: 1-тяж; 2- траверса; 3- ричаг; 4- плита привантаження; 5- фундаментний блок ФС; 6- фундаменти; 7- вертикальна в'язь; № 1-12- номери піврам

Перспективним типом залізобетонного каркасу багатопрольотної будівлі є рамний каркас, що складається з лінійних елементів з беззварними з'єднаннями у вузлових стиках, спіральним армуванням, попереднім напруженням арматури в ригелях і ефективному покритті на основі азбестоцементних полегшених плит.

Розроблено нові багатопрольотні конструктивні схеми і вузли каркасних будівель із тришарнірних залізобетонних рам на рівні винаходів (рис.5,6).

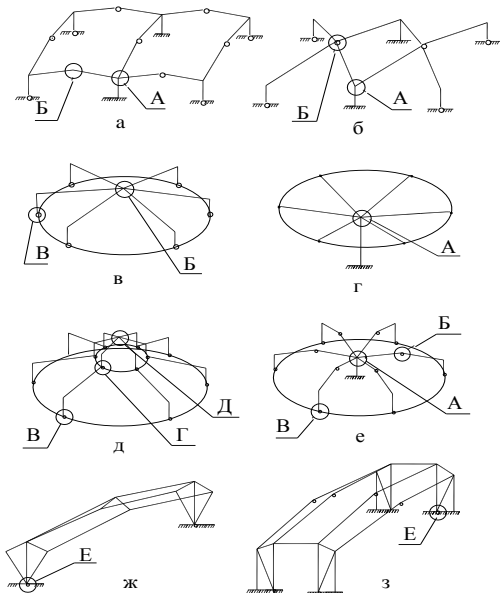


Рис.5. Конструктивні схеми каркасів споруд із залізобетонних рам: а - блок- модуль з чотирьох рам; б - блок- модуль з двох рам; в - схема каркасу круглого в плані; г - схема каркасу круглого в плані з єдиним стояком; д - схема каркасу круглого в плані типу башта; е - схема каркасу круглого в плані з центральним стояком; ж - схема каркасу з трьох рам; з - схема каркасу з чотирьох рам; А, Б, В, Г, Д, Е - вузли з'єднань елементів каркасу

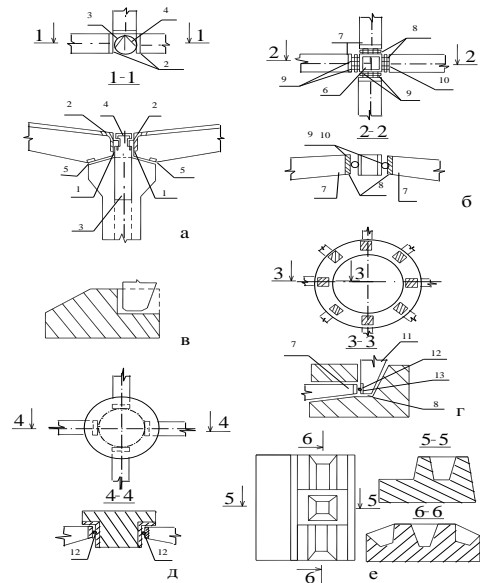


Рис. 6. Вузли з'єднань елементів каркасу: а – з'єднання ригелів з стояком; б – з'єднання ригелів між собою; в – з'єднання стояка з фундаментом; г – з'єднання ригеля зі стояком; д – з'єднання ригелів в гребеновому вузлі; е – з'єднання трьох стояків з фундаментом; 1 – відрізки труб малого діаметра; 2 - гнута закладна деталь ригеля; 3 – отвір металевої труби; 4 – П - подібний стержень; 5 - закладна деталь у вигляді швелера; 6 – залізобетонний куб; 7 – торець ригеля; 8 – закладна деталь; 9,10 - відрізки труб; 11 - п'ята стояка; 12 - відрізок стержня малого діаметра; 13 - закладна деталь стояка піврами

На основі узагальнення досвіду розробки і проектування покриття сільськогосподарських виробничих будинків встановлено чотири ефективних типи покриття: з залізобетонними плитами; з полегшеними плитами на деревинному каркасі і азбестоцементними листами; тепле з прогонами; холодне з прогонами.

Аналіз конструктивних рішень 37 типів залізобетонних прогонів показує, що найменш матеріаломісткими і найбільш економічними є конструкції таврових залізобетонних прогонів ПЖТ, які охоплюють необхідний діапазон навантаження. Вони легші за масою та найменш матеріаломісткі за витратами бетону у порівнянні з іншими конструкціями прогонів за рахунок зменшення будівельної висоти її опірних частин, зменшення кубатури будинку та спрощення оснастки для виготовлення прогонів (рис.7,8).

В нижній частині стінки тавру та його полиці передбачені арматурні стержні однакового діаметру. За результатами розрахунку за деформаціями з урахуванням діючих навантажень визначений відносний прогин був значно менше допустимого за нормами ($f=1/150l$). Розрахунок за розкриттям тріщин виявив, що вони менша обмеженою нормами ($a_{cr}=0,15\text{мм}$). Детальний розрахунок прогонів за деформаціями та розкриттям тріщин, а також випробування показали, що прийнятий переріз та армування забезпечують їх надійну роботу в умовах експлуатації (рис.7,8).

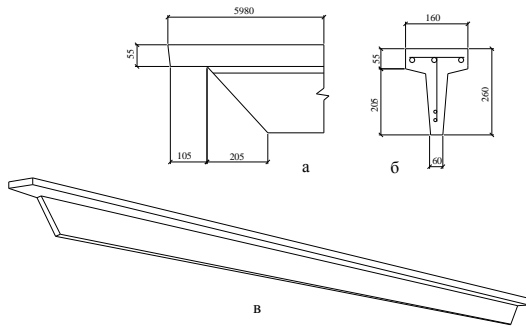


Рис.7. Залізобетонний тавровий прогін ПЖТ: а - опорна частина з підрізкою; б - поперечний переріз; в - загальний вид



Рис.8. Залізобетонні таврові прогони в процесі випробувань

Прогони довжиною 6,0 і 5,5м під навантаження 2,5; 3,75; 5,0 і 6,0кН/м пройшли усі стадії розробки, експериментально апробовані, затверджені Держбудом України, включені в каталоги і рекомендовані до використання у покриттях сільських будівель України.

Розроблена нова конструкція одношарової стінової панелі з керамічних каменів товщиною 380мм без вертикального армування (рис.9,10). Транспортування і монтаж здійснюють за допомогою спеціального контейнера за а.с. №854813 (рис.11). Дослідні зразки стінової панелі успішно пройшли експериментальну перевірку в НДІБК. Техніко-економічну ефективність досягають за рахунок мінімальної металомісткості, можливості виготовлення з використанням автоматичних ліній.

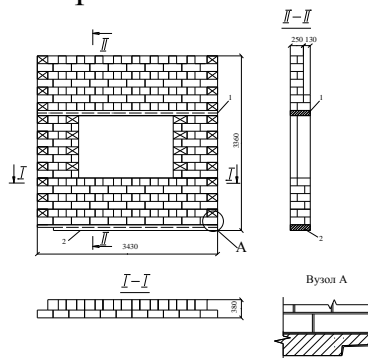


Рис.9. Стінова панель із керамічних каменів без вертикального армування: 1— залізобетонна перемичка; 2— залізобетонна основа; 3— закладна деталь



Рис.10. Випробування стінової панелі із керамічних каменів

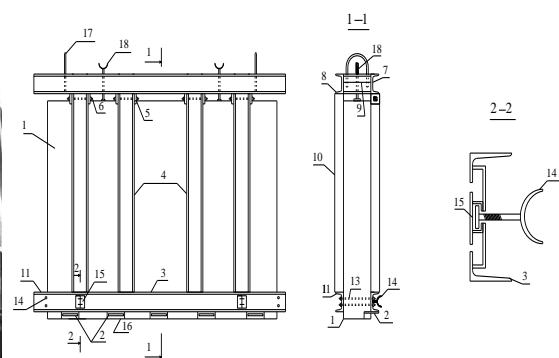


Рис.11. Транспортно-монтажний контейнер для стінової панелі: 1 - стінова панель; 2 - лапки; 3 – обв'язка; 4, 5 – елементи; 6 - болт; 7, 8 - обв'язки; 9 – діафрагма; 10 - елемент; 11 - обв'язка; 12 – прорізь; 13 - болт; 14 – виштовхувач; 15 – шайба; 16 - елемент лапки; 17 - петля; 18 - болт; 19 – заглиблення

Різноманітність ґрунтових умов, різні можливості виробничих баз будівельних організацій обумовлюють необхідність розробки і використання різних типів фундаментів.

При будівництві каркасних будинків з тришарнірних залізобетонних рам можуть бути рекомендовані такі найбільш ефективні та найменш матеріаломісткі конструкції залізобетонних фундаментів: з похилою подошвою;

бурунабивна паля з ущільненням ядра; асиметричний фундамент у витрамбовуваному котловані з похилою або ступінчастою подошвою; клиновидна паля з консоллю; забивної блок ЗБР; блок - паля змінного таврового перерізу (з консолями); пальовий фундамент зі збірним ростверком з коротких елементів за а.с. №1232745; паля з вертикальних елементів, об'єднаних діафрагмами СВД (автор – Кашка Б.З.) (рис.12,13,14). Використання ефективних паль СВД дозволяє зменшити вартість фундаменту за рахунок зниження на 40-50% витрат бетону і сталі та зниження в 2-3 рази трудомісткості зведення фундаменту.

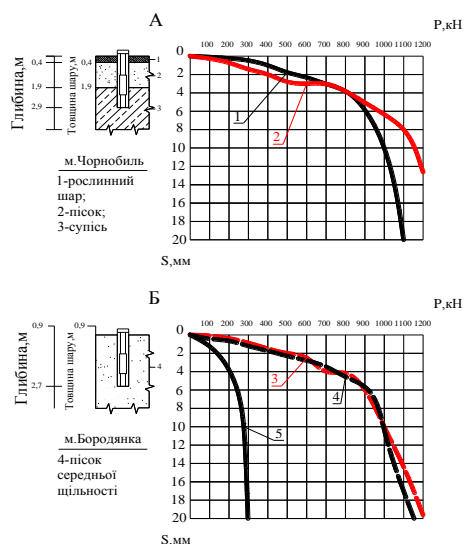
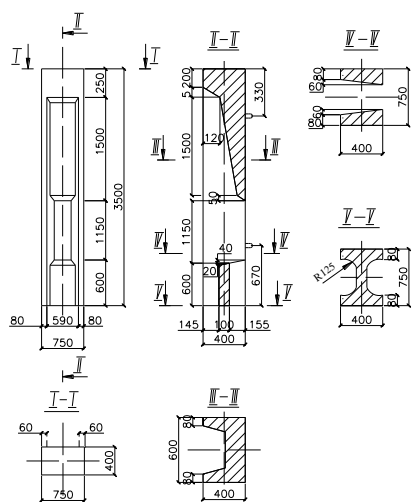


Рис.12. Паля із вертикальних елементів, об'єднаних діафрагмами СВД

Рис.13. Паля СВД в процесі забивання

Рис.14. Графік залежності просядання паль від навантаження: 1,2,3,4 – палі СВД; 5 – звичайні палі

Проведений аналіз типових проектів сільських громадських будівель, який показує, що конструкції рам з високим стояком можна використовувати для будівництва приміщень залів клубів, будинків культури, кінотеатрів, спортивних залів і вони мають бути представлені невеликою кількістю типорозмірів. При прольоті 9м висота стояка рами має складати 5,25м (клуби на 150-200 місць, кінотеатри на 150-200 місць, спортзали); при прольоті 12;15;18м – 6.35м (клуби та будинки культури на 300;400;500 місць, кінотеатри на 200-300 місць, спортзали 12x24, 15x30, 18x30м); при прольоті 18 та 21м – 8.0м (будинки культури на 600 та 700 місць і спортзали 18x30м).

Різниця висот залів, яка є в кожній групі, компенсується введенням додаткового елемента – фундаменту з високим ростверком. Враховуючи невеликі об'єми будівництва громадських будинків з зальними приміщеннями встановлено, що створення спеціальних конструкцій рам з підвищеним стояком є недоцільним. Доцільно використовувати для зальних приміщень сільських громадських будинків конструкції уніфікованих залізобетонних рам прольотом 9, 12, 18, 21м зі стояком, підвищеним до 5,7м, розроблених к. інститутом Укрколгоспроект та КНУБА.

Наведений аналіз типових проектів будинків і споруд аеродромів сільгоспавіації, який показує, що вони відрізняються за архітектурно-

планувальними та конструктивними рішеннями. Є велика номенклатура типових проектів і конструкцій.

Розроблено схеми індустріальних рамних каркасів, що рекомендують норми у сільському будівництві, які мають такі характеристики: прольоти 12, 18 і 21м, висоти приміщень від 3,3 до 5,7м, крок рам 6м. Рамні конструкції більше застосовують при будівництві складських будинків мінеральних добрив, що входять до складу будинків і споруд аеродромів сільгоспавіації.

Встановлено, що тришарні залізобетонні рами для каркасів сільгоспбудівель прольотом 12, 18 і 21м, можна застосовувати в 34 типових проектах будівель і споруд аеродромів сільгоспавіації. При цьому скорочується кількість типорозмірів несучих конструкцій будинків, ураховується технологія виробництва складів мінеральних добрив, досягається ефективність з матеріаломісткості: цементу - до 26%, збірного залізобетону - до 11%, лісо-матеріалів - до 55% і трудовитрат - до 16%.

Розроблена нова методика з проектування економічних залізобетонних конструкцій, в якій обумовлені методи визначення перерізів елементів конструкцій, що забезпечують їх найменшу вартість. Методика з проектування економічних залізобетонних конструкцій розглядає питання, які пов'язані з економічним та ефективним використанням залізобетонних конструкцій сільськогосподарських, цивільних, промислових будівель та споруд.

Методика розрахована на виконання таких процедур: порівняння характеристик різних залізобетонних конструкцій; складання технічно-економічної характеристик залізобетонних конструкцій; визначення мінімальних розмірів залізобетонних елементів і конструкцій: плит, балок, стояків, плитних фундаментів під стояки, ребристих покриттів, залізобетонних каркасів тощо. На основі використання принципів, викладених у пропонованій методиці, можливо визначення ефективних розмірів будь-яких залізобетонних елементів і конструкцій.

Проведені дослідження виконані з метою встановлення діапазону можливих обмежень геометричних розмірів рами і уточнюють область використання ефективних проектних рішень за одним із узагальнених критеріїв ефективності конструкції: витрат сталі на конструкцію, вартості конструкцій, вартості зведених витрат.

ВИСНОВКИ

В роботі вирішена актуальна науково - технічна проблема щодо вдосконалення розрахунку та конструювання ефективних одноповерхових багатопрольотних та блокованих рамних каркасів залізобетонних рамних каркасів маломатеріаломістких будівель з використанням таврових елементів змінного перерізу.

1. Удосконалено методику розрахунку ефективних одноповерхових багатопрольотних та блокованих залізобетонних рамних каркасів прольотом 18 і 21м за міцністю, стійкістю, жорсткістю та тріщиностійкістю з урахуванням деформованої схеми, геометричної та фізичної нелінійності за програмою ПК ЛІРА. Визначено ефективні геометричні розміри залізобетонних рам таврового змінного перерізу, запропоновано рекомендації щодо удосконалення

конструкцій піврам і технології їх виготовлення, що дають можливість проектувати ефективні залізобетонні конструкції маломатеріаломістких будівель економічними за витратами бетону та сталі, за енерговитратами, технологічними у виготовленні. Розроблена нова методика з проектування економічних залізобетонних конструкцій змінного перерізу, що забезпечують найменшу вартість.

2. Встановлено, що найбільш економічним рішенням залізобетонного каркасу одноповерхового багатопрольотного будинку виробничого призначення є рамний каркас, що складається з лінійних елементів типу РЖС із беззварними з'єднаннями у вузлових стиках і ефективними покриттями на основі азбестоцементних полегшених плит. Теоретично підтверджена можливість використання армування ригелів і крайнього стояка піврам РЖС-21-1600 для багатопрольотного рамного каркасу з прольотами 18 і 21м.

Аналіз результатів експериментально-теоретичних досліджень свідчить, що рами типу РЖС можна використати в блокованих рамних каркасах із вставкою. Спосіб кріплення вставки до карнизного вузла рам впливає на напружено-деформований стан і несучу здатність блокованого рамного каркасу. Шарнірно-нерухомий вузол рам із вставкою знижує несучу здатність блокованого рамного каркасу на 13%, а шарнірно - рухомий не впливає на її несучу здатність у порівнянні з окремою рамою. Необхідно забезпечити вільне обпирання і переміщення одного з кінців вставки.

3. Результати випробувань залізобетонних прогонів ПЖТ ефективного таврового перерізу відповідають нормативним вимогам. Прогони впроваджені в будівництві сільських виробничих будинків із кроком рам 6м з полегшеним покриттям із плит та азбестоцементних хвилястих листів.

Проведені дослідження дозволили встановити, що ефективними фундаментами для будинків з несучим каркасом із тришарнірних рам у ґрунтових умовах І типу за просадністю є: буронабивна похила паля з ущільненим ядром, асиметричний фундамент у витрамбованому котловані, клиноподібна паля з консоллю, забивний блок ЗБР, блок-паля змінного таврового перерізу СВД. Вибір найбільш економічних рішень фундаментів необхідно приймати з урахуванням виду, характеру і властивостей ґрунтів, гідрогеологічних умов, рельєфу, будівельного майданчика, стану виробничої бази, механоозброєності будівельної організації та інших факторів. При цьому перевагу варто віддавати пальовим фундаментам.

4. Проведений аналіз типових проектів сільських громадських будівель свідчить, що конструкція піврам з високими стояками для будівництва зальних приміщень клубів, будинків культури, кінотеатрів, спортивних залів у сільській місцевості повинні бути представлені порівняно невеликою кількістю типорозмірів. Існуюча в кожній групі залів різниця висот компенсується введення додаткового елемента фундаменту з високим ростверком.

Виконаний розрахунковий аналіз типових проектів будинків і споруд аеродромів сільгоспавіації свідчить, що тришарнірні залізобетонні рами для каркасів прольотом 12, 18 й 21м можна застосовувати в 34 типових проектах будинків і споруд аеродромів сільгоспавіації і сільськогосподарських виробничих будинків. Досягається ефект з матеріалоємності (цементу до 26%,

збірного залізобетону до 11%, лісоматеріалів до 55%, вартості до 10% і будівельним трудовитратам до 16%).

Список літератури:

1. Першаков В.М. Експериментальні дослідження тришарнірних залізобетонних рам. – Будівництво України. –2011. -№1. -С.17-22.
2. Першаков В.Н. Проектування рамних каркасів зальних приміщень сільських громадських будівель. Збірник наукових праць УкрНДІпроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського. – Вид-во «Сталь». –2010. -вип. 6. -С.83-98.
3. Pershakov V.M. Reinforced concrete frame constructions for industrial buildings / Залізобетонні рамні конструкції для промислових будівель ISSN 1813-1166./ Pershakov V. M., Borovsky R. V., Gorbenko O. O., – NAU. Proceeding. –2009. -№4. -Р.55-58.
4. Першаков В.М. Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам: Монографія / В. М. Першаков –К.: Книжкове видавництво НАУ. –2007. - 301с.
5. А. с. 781287 СССР, М. Кл. Е 04 В 1/41. Стыковое соединение ригелей со стойкой железобетонной рамы / В.Н. Першаков, В.И. Репях (СССР).- № 2695988/29-33; заявл. 13.12.78; опубл. 23.11.80. Бюл. № 43.-2с.
6. А. с. 854813 СССР, М. Кл. В 65 D 85/46. Транспортно-монтажный контейнер для стеновой панели / В.И. Репях, В.Н. Першаков, Д.М. Абрамович (СССР).- № 2764442/27-11; заявл. 23.04.79; опубл. 15.08.81, Бюл. №30.-3с.
7. А. с. 1232745 А1 СССР, М. Кл. Е 02 D 27/12. Свайный фундамент / В.Н. Першаков, В.И. Репях, С.Н. Каратеев (СССР). -№ 3798939/29-33; заявл.09.10.84; опубл.23.05.86, Бюл. №19.-2с.



П Е Р Ш А К О В

Валерій Миколайович

**професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів
Інституту аеропортів Національного авіаційного університету,
кандидат технічних наук, ст. науковий співробітник,
член-кореспондент Академії будівництва України**

тел.сл.+38(044)406-72-89, м. 068-352-19-43 E-mail:pershakov@nau.edu.ua

Народився 8 травня 1943р. у м. Мідногорську (Росія). У 1966р. закінчив інженерно-будівельний факультет Казахського політехнічного інституту за спеціальністю „Промислове і цивільне будівництво”.

Працював у КазпромбудНДПроекту Мінчермету КазРСР: інженер (1966), молодший науковий співробітник (1966-1968). З 1968 по 1971 рр. аспірант Науково-дослідного інституту бетону та залізобетону Держбуду СРСР (м. Москва). У 1972-1973 рр. молодший науковий співробітник УкрНДІдіпросільгосп Мінсільгоспу УРСР, у 1973-1977рр. старший науковий співробітник цього інституту. У 1977р. керівник сектору УкрНДІпроцивільсільбуд Держбуду УРСР, з 1977 по 1982 рр. завідувач відділу цього інституту.

З 1982р. доцент кафедри будинків та споруд аеропортів факультету аеропортів Київського інституту інженерів цивільної авіації (з 2000р.- Національний авіаційний університет), з 2002 р.- доцент, з 2007р. -професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва, а з 2010р. -професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Іституту аеропортів НАУ.

У 1986-1992 рр. декан факультету аеропортів, у 1997-1999 рр. заступник декана з навчальної роботи факультету аеропортів, у 2001-2002рр. заступник декана з навчальна-виробничої роботи факультету аеропортів.

У 1973р. захистив кандидатську дисертацію "Особливості роботи коротких колон з малими ексцентрицитетами" за спеціальністю "Будівельні конструкції, будинки та споруди". Наукові дослідження пов'язані з вивченням теоретичних та експериментальних питань будівельних залізобетонних конструкцій промислових, цивільних та сільськогосподарських споруд.

У 2011р. підготував докторську дисертацію на тему "Створення ефективних типів залізобетонних рам з несучими елементами змінного перерізу"

Нагороджений медалями "В пам'ять 1500-летия Киева" (1983), "Ветеран праці" (1989), почесним знаком "Изобретатель СССР" (1985), почесною грамотою Міністерства освіти та науки України (2001), почесним знаком "Відмінник освіти України" (2003), нагрудним знаком «За сумлінну працю» (2008), нагрудним знаком "Ветеран НАУ"(2011).

Автор 175 наукових праць, в том числі один підручник з грифом МОН, 13 навчальних посібників, 4 монографії, 5 каталогів, 17 авторських свідоцтв та патентів, 19 методичних вказівок. Учасник 40 міжнародних та регіональних наукових конференцій.

Основні опубліковані праці :

1. Pershakov V.M. Reinforced concrete and stone structures / Залізобетонні та кам'яні конструкції: Textbook / підручник. -К.: НАУ , 2009.-328 р. (Гриф МОН України. Лист 1.4/18-Г-79 від 10.01.2009р.)
2. Першаков В.М. Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам. Монографія. -К.: НАУ. - 2007. -301с.

Відомості про авторів

Першаков Валерій Миколайович (1943) закінчив Казахський політехнічний інститут (1966). Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Інституту аеропортів Національного авіаційного університету. Напрямок наукової діяльності – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Тел. роб. 406-72-89, дом. 270-09-51, моб. 068-352-19-43

Першаков Валерій Николаевич (1943) окончил Казахский политехнический институт (1966). Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры реконструкции аэропортов и автодорог Института аэропортов Национального авиационного университета . Направление научной деятельности – строительные конструкции, здания и сооружения.

Pershakov Valery N. (1943) graduate from the Kazakhstan Polytechnic Institute (1966). Candidate of Sciens (Engineering), senior scientific officer, professor of the department of computer technologies of construction of the faculty of airports in the Institute of local management at the National Aviation University. Direction of scientific activity – building constructions, buildings and constructions.