

Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2010. – 276 с. 6. Кваша В.Г., Салійчук Л.В., Мельниченко В.В. Підсилення і капітальний ремонт залізобетонного моста після вогневої дії високої інтенсивності // 36. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Вип. 64. – К.: НТУ, 2002. – С. 92–94. 7. Більський М.Р., Кінаш Р.І. Реконструкція сталевих каркасів будівель та споруд. – Львів: вид. “Растр-7”, 2011. – 350 с. 8. Сергеев Н.Д. Расчет статически неопределимых систем при их многоэтапной последовательной модификации [Текст] / Н.Д. Сергеев // Строительная механика и расчет сооружений. – М., 1975, № 6. – С. 11–16. 9. Сергеев Н.Д. К расчету статически неопределимых систем при их многоэтапной последовательной модификации [Текст] / Н.Д. Сергеев // Строительная механика и расчет сооружений. – М. – 1976. – № 4. – С. 26–31. 10. Перельмутер А.В. Управление поведением несущих конструкций [Текст] / А.В. Перельмутер. – К.: УФИМБ, 1998. – 148 с. 11. Пелешко І.Д. Про один спосіб визначення зусиль від попереднього напруження при оптимізації стрижневих металевих конструкцій [Текст] / І.Д. Пелешко // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” Теорія і практика будівництва, № 495, 2004 р. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. – С. 151–153. 12. Пелешко І.Д. Оптимальне проектування стрижневих металевих конструкцій з урахуванням монтажних станів [Текст] / І.Д. Пелешко, І.Д. Іванейко, І.М. Балук // Вісник ДонНАБА “Сучасні будівельні матеріали, конструкції та інноваційні технології зведення будівель і споруд”: Збірник наукових праць. – Макіївка: Вид-во ДонНАБА, 2010. – Вип. 2010-5(85) – С. 353–359. 13. Вирт Н. Систематическое программирование. Введение. – Москва: Мир, 1977. – 183 с.

УДК 697.1 (075.8)

В.Д. Петраш, Д.В. Басіст
Одеська державна академія
будівництва і архітектури

ПЕРСПЕКТИВНІ РІШЕННЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

© Петраш В.Д., Басіст Д.В., 2012

У результаті дослідження запропонованої системи водяного опалення багатоповерхової будівлі з проміжним розміщенням теплообмінника виявлена можливість суттєвого підвищення теплогідравлічної стійкості, енергетичної ефективності зі зниженням капітальних та експлуатаційних витрат у технології будівництва громадських будівель.

Ключові слова: теплогідравлічна стійкість, енергетична ефективність, теплообмінник.

As a result of research of the offered system of the aquatic heating of multistory building with the intermediate placing of heat-exchanger possibility of substantial increase of heat-hydraulic stability is set, to power efficiency with a capital and operating cost cutout in technology of building of civil building.

Key words: thermal hydraulic stability, energy efficiency, heat exchanger.

У сучасних системах водяного опалення як нижнє [1], так і верхнє розміщення джерела тепла (“дахові” котельні) [2], яке набуло поширення останніми роками, крім переваг мають свої недоліки. Вони визначаються, перш за все, впливом змінного гравітаційного тиску, який є однаковим або протинаправленим щодо дії насосного тиску. Частка гравітаційної складової від наявного тиску, в сучасних автоматизованих системах опалення будівель висотою від 5 до 25 поверхів досягає 25–45 % [3]. Це вносить істотний негативний внесок у вертикальне розрегулювання систем, а отже, в вартість засобів автоматики та збільшення енерговитрат, пов’язаних з експлуатаційним регулюванням змінної теплової потужності систем опалення.

У зарубіжній та вітчизняній практиці [4, 5, 6] останніми роками знаходять виправдані за енергоекономічними та функціональними умовами рішення, які передбачають застосування технічних поверхів для розміщення елементів інженерних систем, як у висотних будівлях, так і в будівлях підвищеної поверховості до 55 м. Характерно, що підвищення теплогідравлічної стійкості систем опалення за рахунок застосування терморегулювальних засобів, зокрема регулюючих клапанів для нагрівальних приладів з підвищеним гідравлічним опором, а також автоматичних пристроїв зниження наявного тиску, в стояках і магістралях, є багато в чому не обгрунтованим, оскільки вони, виконуючи основне функціональне призначення, самі вносять дуже істотний додатковий гідравлічний опір. У результаті розрахунковий опір сучасних автоматизованих систем за останні 20 років виріс у 2–3 рази, а питома вартість засобів автоматики досягла 15–20 % щодо загальної вартості систем.

Очевидно, що розміщення теплообмінників на цілком певному рівні по висоті будівлі здатне понизити і навіть унеможливити дію головного чинника вертикального гідравлічного розрегулювання, за якого досягається мінімізація результуючої дії гравітаційного тиску, що виникає в циркуляційному контурі системи опалення. У такому разі виникає енергетична і економічна доцільність застосування систем, що утворюються, з “середньою розводкою” розподільних та збірних магістралей, які розміщуються на рівні теплогенератора.

Характерні варіанти технічних рішень, впроваджених для опалення багатоповерхових будівель, ілюструються на прикладі устрою систем у готелі “Одеса” (2005 р.) сучасних громадських та житлових будівель відповідно на рис. 1 і 2. Висотні будівлі, що розробляються відповідно до [4, 5, 6, 7], по вертикалі розділяють на відповідні зони, в межах кожної з яких передбачено устрій систем опалення із залежним або незалежним під’єднанням до теплової мережі (до теплогенератора) з урахуванням допустимої міцності елементів системи.

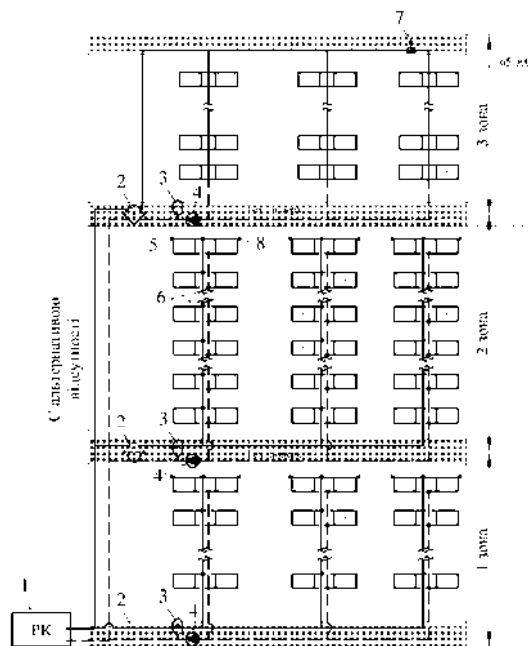


Рис. 1. Вживані схеми систем водяного опалення багатоповерхових громадських будівель.

- 1 – районна або місцева котельня; 2 – теплообмінник (джерело тепла); 3 – розширювальний бак;
 4 – циркуляційний насос; 5 – опалювальні прилади; 6 – стояки; 7 – повітрозбірники;
 8 – крани індивідуального видалення повітря

Автори запропонували новий підхід до устрою системи опалення багатоповерхових будівель з проміжним устроєм теплообмінника і магістралей [7, 8], рис. 3, а, в стояках яких протинаправлений гравітаційний тиск найбільш невідгідного циркуляційного контура компенсується дією виникаючого гравітаційного тиску у верхній його частині.

Вказану умову можуть задовольняти як двотрубні, так і однотрубні стояки із загальними вузловими точками під'єднання їх до магістралі. Також застосована комбінована структура стояка, рис. 3, б, нижня частина якого є двотрубною, а верхня – однотрубною щодо умовного центру нагрівання води в теплообміннику, що знаходиться на раціональному проміжному рівні системи опалення [9, 10] висотної будівлі.

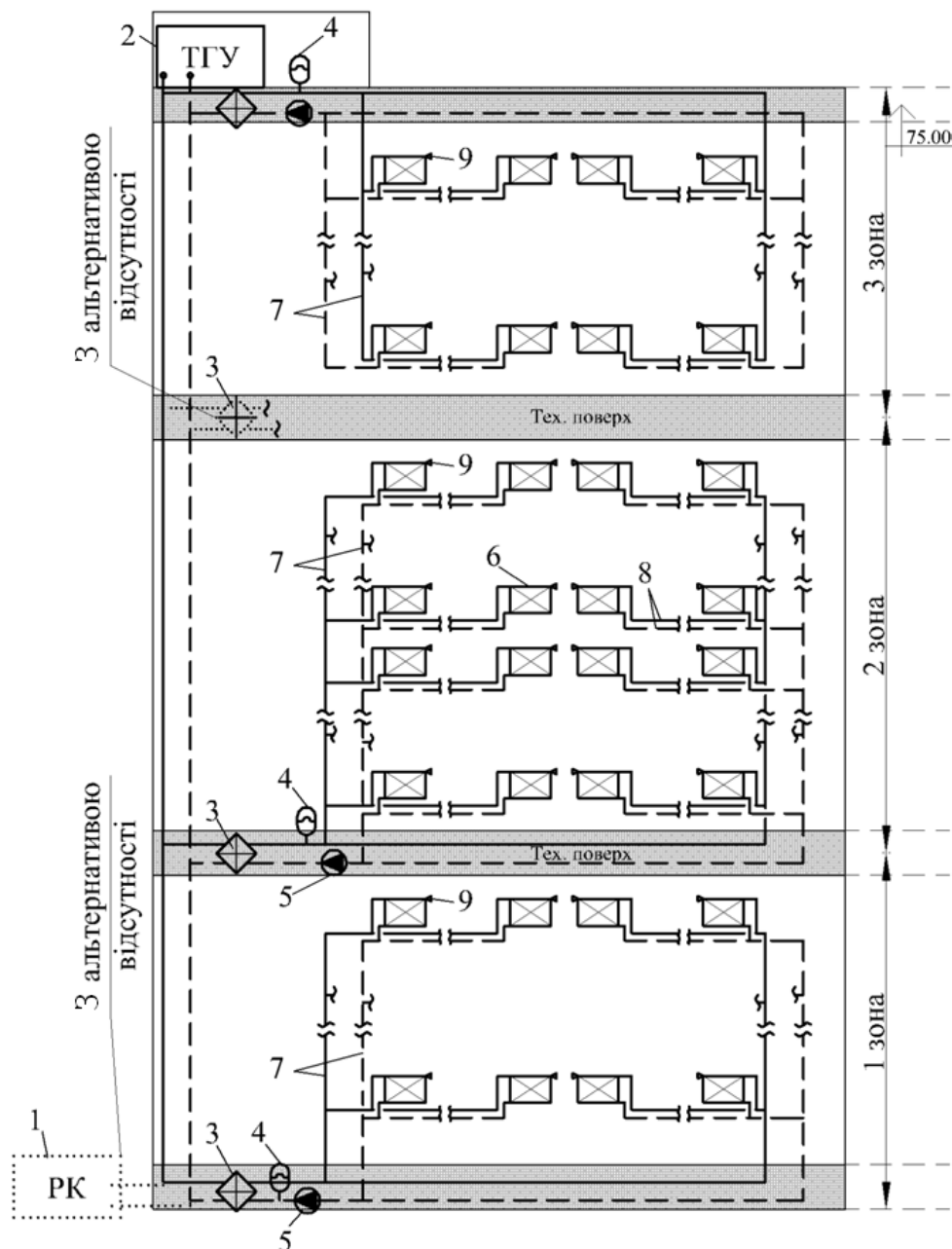


Рис. 2. Вживані схеми систем опалення багатоповерхових житлових будівель:
 1 – районна або місцева котельня; 2 – теплогенерувальна установка (дахова котельня);
 3 – поверхневий теплообмінник; 4 – розширювальний бак; 5 – циркуляційний насос;
 6 – опалювальний прилад; 7 – головний стояк; 8 – горизонтальна вітка (лежка);
 9 – кран індивідуального видалення повітря

У цьому контурі системи опалення від'єднання гравітаційної складової в наявному перепаді тиску з насосною циркуляцією визначається умовою рівності протинапрявленого гравітаційного тиску, що виникає у верхній та нижній зонах стояка, тобто

$$DP_e^g = DP_e^H. \quad (1)$$

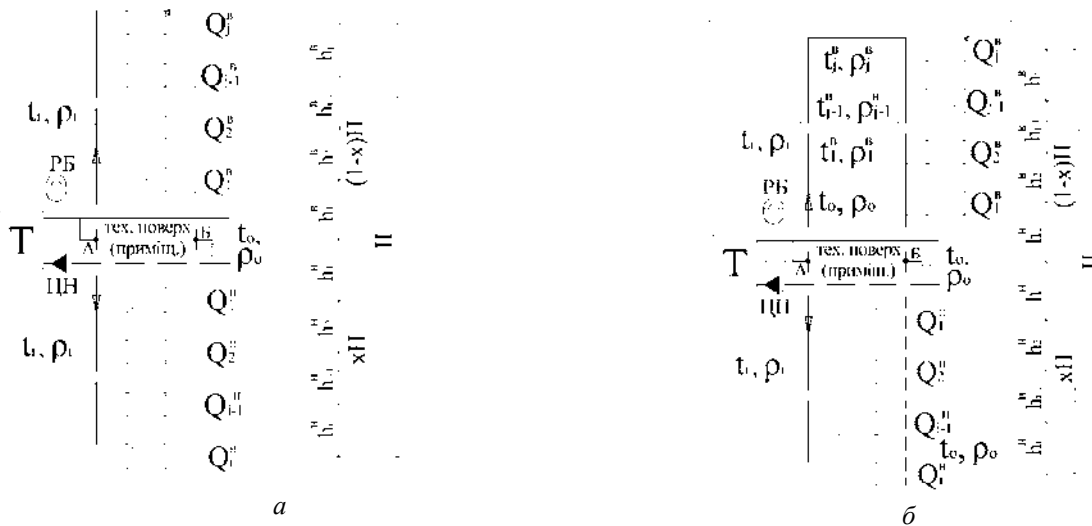


Рис. 3. Розрахункові схеми опалювальних контурів багатопверхових будівель з проміжним розміщенням теплообмінника (джерела тепла) за відповідної прокладки розподільних і збірних магістралей: а – з двотрубними стояками; б – з комбінованими стояками; Т – теплообмінник (джерело тепла); ЦН – циркуляційний насос; РБ – розширювальний бак; А, Б – загальні вузлові точки на стояку

Для двотрубного стояка, рис. 3, а, максимальні значення гравітаційного тиску в загальних вузлових точках А і Б для верхньої та нижньої зон визначаються за відповідними залежностями [10].

$$\Delta P_e^g = \beta q (1-x) H (t_r - t_o), \quad (2)$$

$$\Delta P_e^h = \beta q x H (t_r - t_o). \quad (3)$$

З сумісного вирішення рівнянь (2) і (3) та з умови (1) випливає, що відносна висота проміжного розміщення теплообмінника і магістралей визначаються за таким рівнянням

$$x = 0,5 + \frac{\sum_{i=j}^0 n \times (h^h - h^g)}{H}. \quad (4)$$

З цієї залежності відомо, що за однакової поверховості верхньої і нижньої зон ($\sum_{i=j}^0$)

раціональний рівень розміщення теплообмінника коригується тільки відносною різницею висот поверхів у верхній та в нижній зонах відносно $x = 0,5$. Встановлено, що для реального діапазону зміни аналізованого співвідношення висот у багатопверхових будівлях зсув умовного центру теплогенератора щодо середини загальної висоти системи опалення досягає $\pm 9\%$.

На основі вищевикладеного приходимо до висновку про повну аналогію і справедливості залежностей (2), (3) для визначення гравітаційного тиску і раціонального рівня розміщення теплогенератора (4) в горизонтальних системах опалення багатопверхових житлових будівель, як і для двотрубних вертикальних систем, де вся горизонтальна вітка двотрубного або однотрубного лежача розглядається як укрупнений нагрівальний прилад у контурі з подаючим і зворотним трубопроводами головного стояка.

Аналогічно для системи опалення з комбінованими стояками запропонованої конструкції, рис. 3, б, значення гравітаційного тиску – для всіх приладів однотрубного елемента у верхній зоні, а також для розрахункового приладу двотрубної частини в його нижній зоні, відповідні рівняння мають вигляд

$$\Delta P_e = \beta q (t_r - t_o) \{ \bar{Q} [(1-x)H - \sum h] + \bar{Q} [(1-x)H - \sum h] + \dots \dots + \bar{Q} [(1-x)H - h] + \bar{Q} [(1-x)H] \}; \quad (5)$$

$$\Delta P_e^H = \beta qxH(t_2 - t_0). \quad (6)$$

Зазначимо, що значення теплових навантажень нагрівальних приладів для однотрубного елемента стояка належать до теплового навантаження верхньої зони, тобто $\sum_1^j \bar{Q}_{1,2,3...j-1,j}^B = 1$. Аналогічним співвідношенням характеризуються значення теплових навантажень нагрівальних приладів нижньої зони, за якого $\sum_1^i \bar{Q}_{1,2,3...i-1,i}^H = 1$.

Відповідно до умови (1) на основі залежностей (5) і (6), вважаючи, що $h\bar{v} = const$, після відповідних перетворень рівняння для визначення раціонального рівня розміщення теплообмінника в системі опалення багатоповерхової громадської будівлі має вигляд

$$x = \frac{h^6}{H} [\bar{Q}_1^6 + 2\bar{Q}_2^6 + 3\bar{Q}_3^6 + \dots + (j-1)\bar{Q}_{j-1}^6 + j\bar{Q}_j^6] / \Sigma \bar{Q}^6. \quad (7)$$

Аналізом залежності (7) для вертикальних систем з комбінованими стояками за проміжного розміщення загальних магістралей встановлено, що вони володіють підвищеною теплогідрравлічною стійкістю, вигідно відрізняються енергетичними і техніко-економічними показниками від традиційних систем з нижнім, а тим більше з верхнім розміщенням джерела тепла.

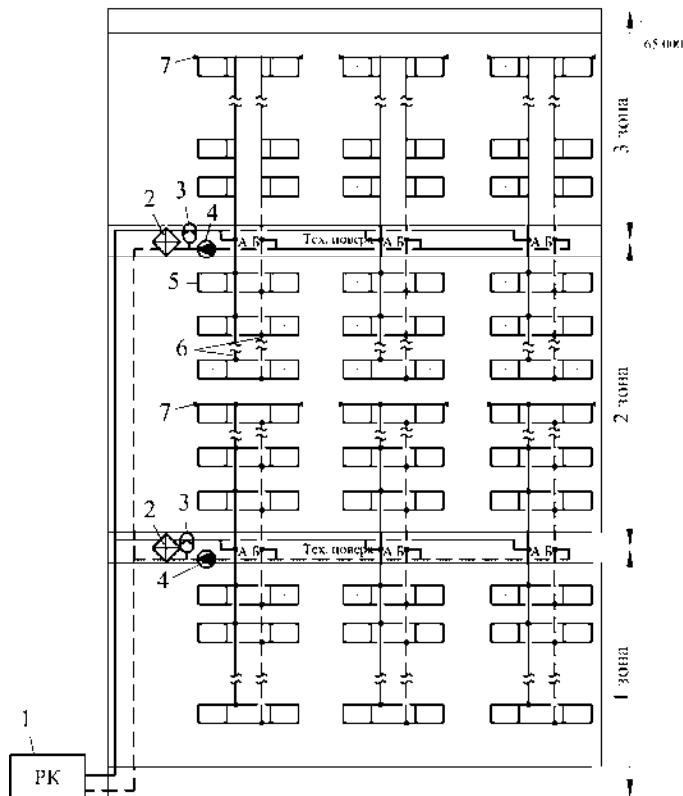


Рис. 4. Схема рекомендованої системи опалення для багатоповерхових громадських будівель:
 А, Б – загальні вузлові точки під'єднання стояка до магістралей; 1 – районна котельня;
 2 – теплообмінник (джерело тепла); 3 – розширювальний бак; 4 – циркуляційний насос;
 5 – опалювальні прилади; 6 – стояки; 7 – крани індивідуального видалення повітря

Результати експериментального дослідження системи з проміжним розміщенням джерела тепла підтвердили достовірність отриманих аналітичних залежностей, як за зниженням характеристики опору стояків запропонованої структури (у 3,3 раза, якщо $x = 0,8$), так і за мінімізацією гравітаційного тиску в системі із зниженням її вертикального розрегулювання.

На основі викладеного вище розроблено нові технічні вирішення систем опалення багатоповерхових громадських і житлових будівель, які подано на рис. 4 і 5.

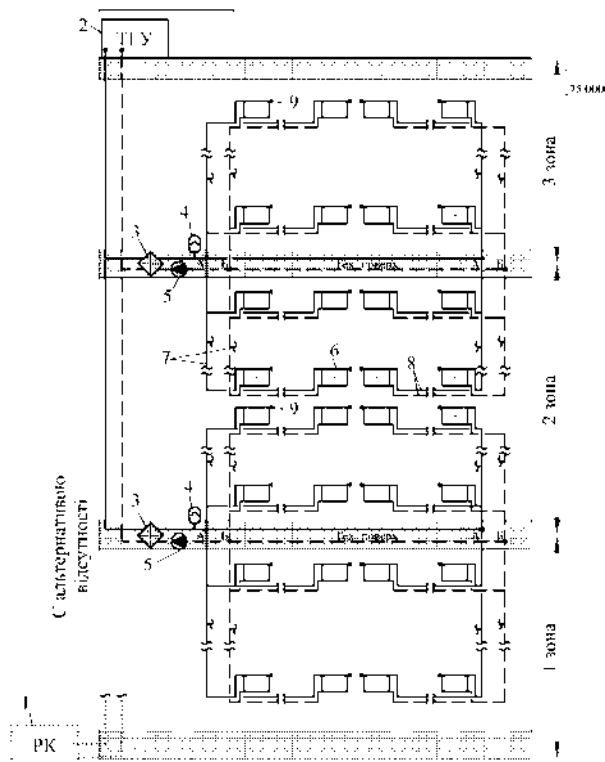


Рис. 5. Схема рекомендованої системи опалення для багатоповерхових житлових будівель:
 А, Б – загальні вузлові точки під'єднання головного стояка до магістралей; 1 – районна або місцева котельня; 2 – теплогенерувальна установка (дахова котельня); 3 – поверхневий теплообмінник; 4 – розширювальний бак; 5 – циркуляційний насос; 6 – опалювальний прилад; 7 – головний стояк; 8 – горизонтальна вітка (лежка); 9 – кран індивідуального видалення повітря

Висновки. 1. Проміжне розміщення джерела тепла в системах опалення багатоповерхових будівель мінімізує гравітаційний тиск, внаслідок чого підвищується їх вертикальна гідравлічна стійкість до 12 %, а відповідно зменшується змінна частина надмірного тиску на засоби автоматики. Розміщення магістралей на рівні теплоджерела дає змогу застосовувати стояки запропонованої конструкції, внаслідок чого істотно знижується характеристика опору до чотирьох разів, а, отже, і опір всієї системи, зі збереженням альтернативи відповідного зниження матеріаломісткості стояків.

2. Застосування розроблених систем опалення з раціональним рівнем розміщення джерела тепла, які володіють можливостями зниження капітальних і експлуатаційних витрат, зумовлює їх техніко-економічну ефективність впровадження в технологію будівництва багатоповерхових будівель.

3. Рівень раціонального розміщення технічного поверху для устрою теплообмінника систем опалення аналізованих будівель повинен коригуватися згідно з отриманими залежностями. За наявності двох та більше технічних поверхів коригування проводять у відповідній частині будівлі індивідуально.

1. Сканава А.Н, Махов Л.М. *Отопление*. – М.: Изд-во АСВ, 2002, 576 с. 2. *Рекомендації по проектуванню дахових, вбудованих і прибудованих котельних установок та установлення побутових теплогенераторів, працюючих на природному газі. 2-е видання, перероблене та доповнене (Посібник до СНиП II-35-76)*. – К.: УкрНДІнжпроект, 1998. – 26 с. 3. Константинова В.Е. *Надежность систем центрального водяного отопления в зданиях повышенной этажности*. – М., Госстройиздат, 1976. – 183 с. 4. ДБН В.2.2-9-2009. *Громадські будинки та споруди. Основні положення. Будинки і споруди*. – К., 2009. – 48 с. 5. ДБН В.3.2-2-2009. *Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт. Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва*. – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2010. – 18 с.

6. ДБН В.2.2-24:2009 Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – К. Мінрегіонбуд, України 2009. 7. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. Зовнішні мережі та споруди. Інженерне обладнання будинків і споруд. – К.: Мінрегіонбуд, України, 2009. – 56 с. 8. Патент на винахід. Система водяного опалення Петраш В.Д. з проміжним розміщенням теплогенератора. Петраш В.Д., Басіст Д.В. – Бюл. 8. – 2011, ДП “Український інститут промислової власності”. – К., 2012. 9. Петраш В.Д., Басіст Д.В. Новый подход к устройству систем водяного отопления с промежуточным размещением источника теплоты // Научный вестник строительства. ХДТУБА ХОТВ АБУ. – № 60. – Харьков, – 2010. – 88–95. – С. 10. Петраш В.Д., Басіст Д.В. Энергоэффективность двотрубных систем опалення з проміжною розводкою магістралей // Наукові праці, Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – № 55. – Львів. – 2011. – С. 211–220.

УДК 619.014.4

О.В. Петренко, М.В. Гоголь

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельного виробництва

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗГИНАНИХ КОМПЛЕКСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Петренко О.В., Гоголь М.В., 2013

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено збільшення несучої здатності сталевих згинаних тонкостінних холодногнутих елементів завдяки їхній сумісній роботі з плитною неметалевою обшивкою у складі комплексних конструкцій, що дає можливість розширення галузі їх застосування не лише як огорожувальних, але і як несучих конструкцій.

Ключові слова: комплексна конструкція, несуча здатність.

Grounded an application of existent methods of terms determination for providing of firmness of the compressed non-metal edging for curved complex framed constructions with the steel thin-walled cold-formed elements to framework. Depending on mechanical characteristics and geometrical parameters of edging, and also method of loading application, the minimum limit edging thickness is determined from the condition of its firmness providing.

Key words: firmness, complex framed.

Вступ. Згинані комплексні каркасно-обшивні конструкції з сталевими тонкостінними холодногнутими елементами (ТГЕ) каркасу та плитною неметалевою обшивкою успішно застосовують у будівництві та реконструкції промислових та цивільних будинків у вигляді огорожувальних конструкцій завдяки їхнім високим техніко-економічним показникам [1]. Забезпечення сумісної роботи елементів каркасу та обшивки дають змогу підвищити несучу здатність комплексних конструкцій. Завдяки цьому розшириться галузь застосування таких конструкцій.

Аналіз досліджень та постановка проблеми. В існуючих методиках розрахунку згинаних сталевих тонкостінних холодногнутих елементів [2,3,4] вплив обшивки обмежується роботою обшивки як в'язі від втрати загальної стійкості елементів каркасу. У такому разі позитивний ефект від сумісної роботи сталевих ТГЕ каркасу з обшивкою не враховується. Для врахування цього позитивного ефекту необхідно забезпечити сумісну роботу сталевих елементів каркасу і