

УДК 674.047

Можливості вдосконалення конструкції секційного алюмінієвого опалювального приладу

П. М. Гламаздин¹, П. О. Пасічник², О. В. Приймак³

¹доц., Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна, sib.kiev@gmail.com,
ORCID 0000-0003-2611-2687

²к.т.н., доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна, pasichnik89@bigmir.net,
ORCID: 0000-0001-8499-6949

³д.т.н., проф. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, 02opriymak@gmail.com

Анотація. Основна тенденція розвитку систем централізованого теплопостачання останніх років – це зниження температурного графіку, що ґрунтується на бажанні долучити поновлювані джерела енергії до складу таких систем. Незважаючи на постійне зростання вимог до теплозахисної оболонки будівель, енергоефективність систем опалення вимагає зниження температурних графіків, що тягне за собою необхідність збільшення площі опалювальних приладів. У свою чергу це обумовлює зростання матеріалосності систем опалення, збільшення їх гідравлічного опору та проблем з дизайном. Щоб уникнути або хоча б зменшити ці негативні наслідки необхідно інтенсифікувати тепловіддачу опалювальних приладів. Наявні конструкції секційних алюмінієвих опалювальних приладів досягли деякої межі, для подолання якої необхідно змінювати технологію виготовлення тепловіддавального елемента секції. У статті показано причини появи такої межі для наявної конструкції приладів, сформульовано вимоги до вдосконалених конструкцій і показано шлях досягнення більш високих теплотехнічних показників. Запропоновано нову конструкцію алюмінієвого секційного опалювального приладу, яка долає зазначені обмеження. При однаковій тепловій потужності розміри запропонованого опалювального приладу будуть меншими приблизно на 30 % за розміри наявних. У статті надано результати випробувань дослідних зразків секційних опалювальних приладів нової конструкції, виготовлених за новою технологією. Досліджувалися прилади, що склалися із семи секцій трьох розмірів за висотою: 293 мм, 596 мм, 1097 мм. Випробування проводилися в атестованій за нормами Європейського союзу лабораторії в Інституті опалювальної та санітарної техніки в м. Радам (Польща).

Ключові слова: опалювальний прилад, вільна конвекція, складний теплообмін, ефективність ребра

Вступ. Останнім часом досить швидко змінюються підходи до влаштування систем теплопостачання, і відповідно, до одного з їхніх елементів – систем опалення. Це викликано вимогами до їхньої енергоефективності. Збільшені вимоги до енергоефективності змушують шукати резерви її підвищення у всіх елементах системи від джерела теплоти до опалювальних приладів.

Актуальність дослідження. За сучасних підвищених вимог до енергоефективності будівель роль досконалості конструкції опалювальних приладів повинна збільшуватися, а на разі розвиток водяних опалювальних приладів зупинився на певних конструкторських рішеннях і фактично не відбувається.

Останні дослідження та публікації. Сьогоднішні підходи до проєктування систем теплопостачання, зокрема до систем опалення, передбачають значне зниження температури теплоносія. Це спричинено рядом факторів, основним з яких є

- нинішня тенденція до заміни органічного палива на відновлювані джерела, які є переважно низькотемпературними [1];
- потреби зменшення тепловтрат трубо-

проводів, що суттєво знижуються при зниженні температури теплоносія;

- досягнутими значними успіхами в теплоізоляції будівель та споруд [2].

Проведений у [3] аналіз втрат теплоти у всьому колі елементів систем теплопостачання показав, що з посиленням вимог до енергоефективності будівель зростає внесок опалювальних приладів у їхню загальну енергоефективність. Цей факт було враховано в одному з перших нормативів теплозахисту будівель [4]. Досконалість конструкції опалювального приладу визначається в основному інтенсивністю теплопередачі, від якої залежить площа приладу, його габарити, вага, а також маса води, що вміщується в ньому, що в свою чергу визначає динамічні властивості приладу. Динамічні властивості визначають точність та швидкодію регулювання тепловіддачі від приладу при зміні зовнішніх умов [5].

На даний час на ринку опалювальних приладів знаходяться прилади різної конструкції та навіть принципів дії з різними характеристиками. Для коректного їхнього порівняння та вибору найбільш перспективних для використання в низькотемпературних системах опалення

важливо правильно зробити їхню класифікацію. При цьому можна брати до уваги різні властивості опалювальних приладів.

Досить повно різні підходи до класифікації опалювальних приладів представлено в роботі [6]. Однак у цій об'ємній праці ще не представлено алюмінієві секційні прилади. Досить детально порівняння різних опалювальних приладів за класифікацією, що охоплює широкий набір характеристик приладів, представлено в роботі [7].

Для конкретної мети визначення перспективності використання опалювальних приладів у низькотемпературних системах опалення з підвищеними вимогами до енергоефективності можна використовувати запропоновану авторами спрощену класифікацію, яка базується на аналізі інтенсивності та характері теплообміну приладу з середовищем в опалювальному приміщенні та інерційності приладу [8]. З цієї точки зору найбільш перспективними для використання в низькотемпературних системах опалення є секційні алюмінієві прилади, які згідно з [9] віддають теплоту в приміщення вільною конвекцією та випромінюванням.

Конкуренцію секційним алюмінієвим радіаторам за інтенсивністю тепловіддачі та малою інерційністю могли б скласти конвектори, але гігієністи віддають перевагу променистому теплообміну як більш сприятливому для людини [10]. Крім того, конвективний теплообмін знижується з падінням температури тепловіддавальної поверхні [11]. Через це вони втрачають свою ефективність у низькотемпературних системах.

Сталеві панельні опалювальні прилади поступаються алюмінієвим секційним інтенсивністю тепловіддачі і не перевершують їх за інерційністю. Підлогові та стінові опалювальні системи відрізняються великою тепловою інерцією. Через велику теплову інерцію подібних систем опалення для прискорення реакції системи на зовнішнє збурення (наприклад, різке похолодання) у приміщенні рекомендується встановлювати додатковий радіатор [12].

Чавунні секційні прилади не задовольняють сьогодняшнім вимогам високої енергоефективності. Вони, як виняток, можуть використовуватися в системах винятково через естетичні дизайнерські міркування.

Таким чином, найбільш перспективними для низькотемпературних систем опалення виявляються алюмінієві секційні прилади з задовільними властивостями

На даний час на ринку опалювальних приладів є алюмінієві радіатори кількох виробників, в основному італійських. Але вони мають

дуже схожу конструкцію. Для побудови структурної схеми приладу та аналізу його ефективності необхідно визначити умови його функціонування:

- підвести до радіатора теплоносії;
- забезпечити передачу теплоти від теплоносія до приміщення;
- організувати регулювання теплового потоку від приладу до приміщення;
- повернути охолоджений теплоносій від радіатора до системи опалення.

Для виконання цих умов секційний радіатор повинен мати у своєму складі щонайменше такі структурні елементи (рис. 1):

- вузол приєднання до трубопроводів теплопостачання;
- теплопередаючі елементи;
- колектори для підведення та відведення теплоносіїв до теплопередаючих елементів.

Енергоефективність секційного радіатора визначається переважно досконалістю конструкції тепловіддаючого елемента. Для секційних радіаторів ця конструкція з погляду теплообміну представляє вертикальну трубу - канал з поздовжнім оребренням.

Канал у поперечному розрізі може бути колом чи овалом. Останній варіант виконується для збільшення площі теплообміну каналу з повітрям у приміщенні. Ребра каналів у всіх провідних виробників мають майже однакову форму. Це дві вертикальні пластини, розташовані симетрично одна проти одної. Між каналом та поперечними пластинами основного ребра розташовано ще дві або три пластини паралельно перпендикулярній зовнішній пластині. При цьому розміри ребер та відстань між ними для всіх виробників майже однакові.

Ця обставина має фізичне обґрунтування. Проведені раніше розрахунки [12] показали, що коефіцієнт ефективності ребра конструкція опалювальних приладів, представлених на рис. 2, залежить від його довжини. Розрахунки було проведено для приладів (рис. 2) виробників:

- Fondital (Італія);
- Roda (Німеччина);
- NovaFlorida (Італія);
- Olymp (Австрія).

Для сплавів алюмінію 80 мм є критичною довжиною ребра, подальше збільшення якої призведе до різкого зниження коефіцієнта ефективності ребра (рис. 3).

Для підвищення ефективності секційних радіаторів необхідно збільшувати коефіцієнт оребрення, оскільки інтенсифікувати тепловіддачу від приладу в приміщення неможливо.

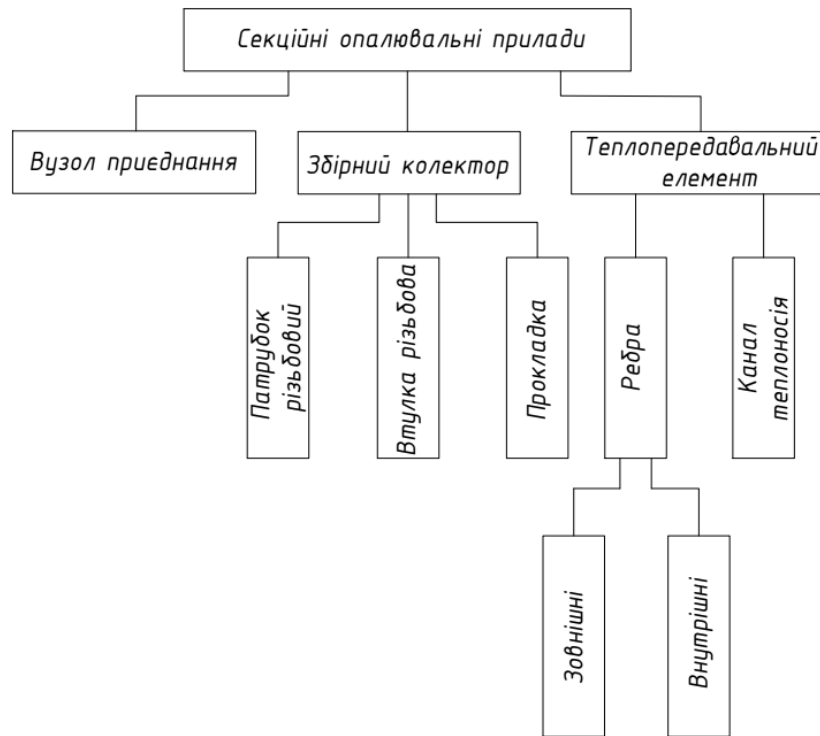


Рис.1. Структурна схема секційного алюмінієвого радіатора

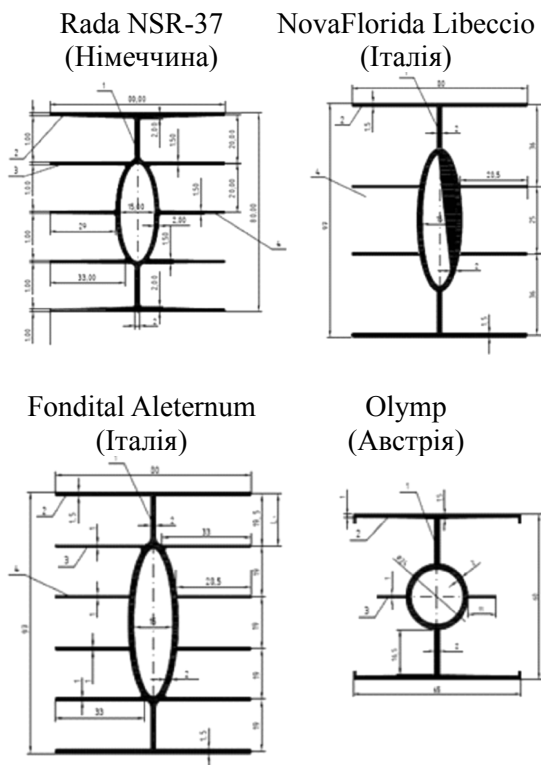


Рис.2. Розглянуті моделі наявних на ринку секційних радіаторів

У разі обмеження довжини ребра задля досягнення розрахункової потужності приладу доводиться збільшувати кількість секцій.

Збільшення кількості секцій за фіксованої потужності приладу призводить до небажаних наслідків. Канали мають бути з'єднані між собою колекторами. Останні можуть бути цілими або збірними.

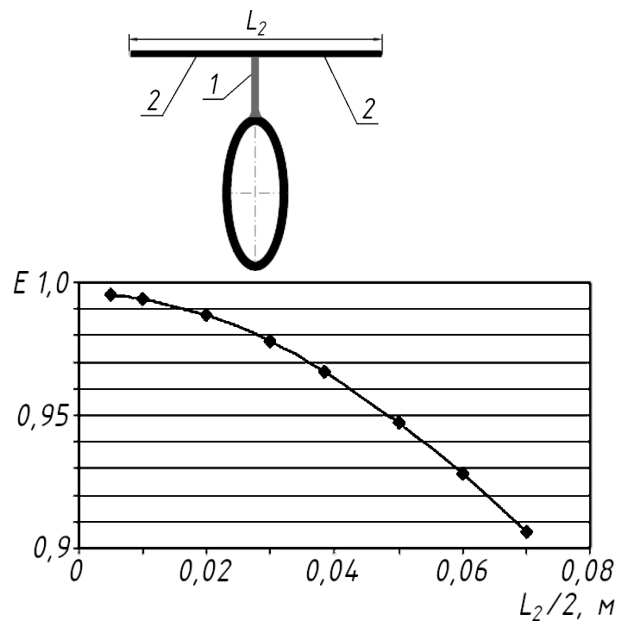


Рис. 3. Вплив довжини ребра на коефіцієнт його ефективності E для традиційної секції алюмінієвого опалювального приладу (1 – центральне ребро; 2 – лицьове ребро)

Зазвичай канали виконуються збірними, як повелося ще від чавунних секційних радіаторів. Кожний канал закінчується циліндричним горизонтальним елементом, з різьбленням на обох кінцях, розташованим перпендикулярно до осі каналу. Усі канали з'єднуються між собою різьбовими втулками – ніпелями, а місце з'єднань герметизується. Таким чином, циліндричні частини теплообмінного елемента об'єднуються в збірний колектор [13].

Збірний колектор через описані вище конструктивні особливості повинен мати великий діаметр. Він частково перекриває вихід нагрітого повітря з міжреберного простору, як і вхід в нього холодного повітря. Ця особливість конструкції призводить до гальмування потоку повітря в міжреберному просторі, що знижує тепловіддачу від ребер до повітря. Щоб усунути цей недолік конструкції виробники змушені вдаватися до різних хитрощів (рис. 4), що збільшує вартість приладу, але проблему не вирішує.



Рис. 4. Вид традиційної секції алюмінієвого секційного радіатора

При всій відпрацьованості й надійності цієї конструкції вона має певні недоліки. Кожен елемент однієї секції має суттєвий гідравлічний опір. З урахуванням збільшення кількості секцій це призводить до значного зростання гідравлічного опору всього приладу та всієї системи опалення.

У низькотемпературних системах теплопостачання площі опалювальних приладів, а значить і кількість секцій, зростатиме, оскільки зниження температури теплоносія в приладі на 15-20 К призводить до зниження потужності приладу практично вдвічі [14]. Всі ці обставини призвели до необхідності пошуку нових форм ребра для секційних алюмінієвих приладів з метою підвищення тепловіддачі.

Формулювання цілей статті. Дослідження можливих шляхів удосконалення секційних алюмінієвих опалювальних приладів з метою інтенсифікації тепловіддачі.

Основна частина. Пропонується нова форма оребрення (рис. 5), що дозволяє подолати виявлений недолік. У цьому випадку від каналу відходить не два ребра з додатковими внутрішніми і зовнішніми ребрами, а шість, розташованих один навпроти одного по три ребра, з'єднаних між собою додатковими зовнішніми випромінювальними ребрами.

Розрахункове дослідження теплообміну секції такої конструкції показало, що критична довжина такого ребра може збільшуватися до 120 мм. Виготовити канал з таким оребренням методом лиття, як це робиться в традиційній

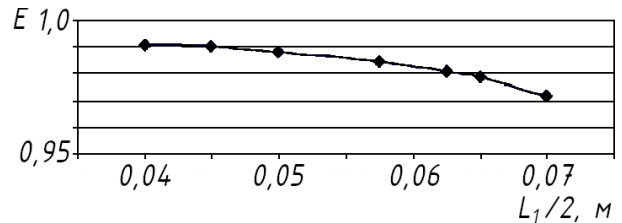
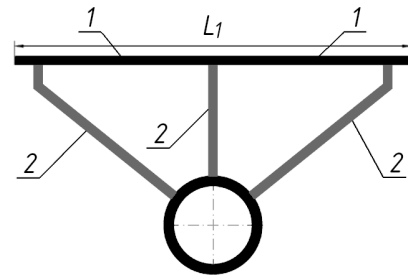


Рис. 5. Вплив довжини ребра на коефіцієнт його ефективності для запропонованої секції алюмінієвого опалювального приладу (1-центральне ребро; 2-лицьове ребро)

технології секційних алюмінієвих приладів, сьогодні неможливо. Такий канал може бути виготовлений методом екструзії. Ця технологія дає й інші переваги: можливість виготовляти секції будь-якої довжини без виділення фіксованих типорозмірів за висотою, як це робиться зараз, та ще й з обмеженнями висоти приладу. Крім того, за допомогою екструзії виконуються і колектори.

За зазначеної технології секції стають незбірними, а цілісними. У середині них немає ніпелів і тому гідравлічний опір у приладі стає меншим, ніж виготовленого за традиційною технологією. Діаметр колектора стає меншим і відпадає проблема гальмування повітряного потоку на вході і виході з міжреберного простору, що веде до збільшення тепловіддачі. Було проведено лабораторні дослідження теплообміну у таких спеціально виготовлених секціях. При цьому були отримано нові дані теплообміну у вертикальних колонках складної форми, раніше не дослідженої [15].

У відомій авторам довідковій літературі з теплообміну [16, 17] при природній конвекції та публікаціях у профільних журналах [18, 19] відсутні дані щодо теплообміну при природній конвекції у вертикальних каналах з трикутним поперечним перетином, ускладненим неоднаковими температурними умовами на стінках каналу, що має місце у нашому випадку.

Для задання граничних умов при розрахунку коефіцієнта ефективності ребра необхідно досить точно визначити коефіцієнти тепловіддачі від ребра до повітря. Для цього необхідне проведення експериментальних досліджень. У результаті проведення експериментального дослідження встановлено, що всередині каналу

тепловіддача від ребер до повітря носить нерівномірний характер. У кутових зонах вона нижче, що пояснюється меншою швидкістю підйомного потоку повітря через гальмівний вплив близько розташованих стінок каналу. У середньому вздовж периметру каналу коефіцієнт тепловіддачі виявляється вищим ніж у прямкутних каналах.

Виготовлені зразки приладів було випробувано в сертифікованій відповідно до вимог європейського стандарту лабораторії [20] в інституті опалювальної та санітарної техніки в м. Радом.

Результати випробувань наведено в табл. Порівняння результатів випробувань з даними інших приладів, що наводяться виробниками у відкритих джерелах, показує більш інтенсивну тепловіддачу приладу, що розробляється. Різниця становить близько 20 % на користь нового приладу.

Таблиця 1

Результати випробувань розробленого семисекційного опалювального приладу

Середній температурний напір ΔT , К (°C)	Потужність, Вт, при висоті секції, мм		
	293	596	1097
20	218	386	633
30	337	591	970
40	470	816	1341
50	614	1059	1740
60	769	1317	2165
70	933	1589	2613

Крім покращених теплообмінних характеристик прилад має й інші переваги. Більш інтенсивний теплообмін в конструкціях приладів дозволяє отримати прилад необхідної потужності з меншою кількістю секцій.

Так, якщо стандартний прилад повинен складатися з семи секцій, новий прилад такої ж потужності складатиметься лише з п'яти, що на 28,6 % зменшує прилад. У результаті в приладі знаходиться менше води. Його маса в сухому стані також менша. Отже, його інерційність буде нижчою, що полегшує роботу регуляторів. Крім того, знижується гідравлічний опір самого приладу і, відповідно, всієї системи. Розрахунки, проведені з метою порівняння для ідеалізованої моделі ділянки системи опалення для дев'ятиповерхового будинку з опалювальними приладами Fondital (Італія) та приладами запропонованої конструкції показали зменшення гідравлічного опору системи з 34,2 кПа до 28,8 Па. Розрахунки виконувались у програмі KAN CO Graf.

Відомо, що за опалювальним приладом є ділянки огорожувальної конструкції з підвищеними тепловтратами за рахунок близького розташування опалювального приладу до зовнішньої стіни приміщення [21]. Конструкція приладу дозволяє послабити цей ефект, не влаштовуючи спеціальних додаткових утеплювальних конструкцій на стіні [22, 23].

Висновки. Показано перспективи застосування алюмінієвих секційних приладів у низькотемпературних системах опалення. Лиття, як технологія виготовлення теплообмінних елементів секцій алюмінієвих приладів, досягла меж і не дозволяє отримати більш прогресивні форми ребра каналів. Опалювальні секційні прилади, виготовлені із застосуванням методу екструзії, мають підвищену енергоефективність порівняно з наявними приладами за рахунок нової конструкції ребер на вертикальних каналах. Це дозволяє на 20 % зменшити площу нагріву.

Література

1. Малкін Е. С. Нові тенденції підвищення ефективності опалювальних приладів / Е. С. Малкін, П. М. Гламаздин // *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: наук.-техн. зб.* – 2001. – Вип. 1. – С. 74-80.
2. PHI-1997/1 Primary Energy and CO₂ Balance in Passive Houses with Different Building Services Systems
3. Золлер У. Тут криються приховані резерви / У. Золлер // *Монтаж+Технологія (М+Т)*. – 1999. – №7. – С. 18-21.
4. Council Directive 93/76/EEC of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emissions by improving energy efficiency (SAVE). Official Journal L 237, 22/09/1993 P. 0028-0030. Finnish special edition: Chapter 12 Vol. 2 P. 0168
5. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и холодоснабжения. Теория и практика / В.В. Пырков. – Київ «Такі справи», 2010. – 304 с.
6. Богословский В. Н. Отопление / В.Н. Богословский, А.Н. Сканава. – Москва: Стройиздат, 1991. – 435с.
7. Преимущества отопительных приборов ТМ «Терма» с медно-алюминиевым теплообменником // «Термометр», 2011, С.62-65.
8. Гламаздин П. М. Развитие ребрения секционных алюминиевых отопительных приборов / П. М. Гламаздин, П. А. Пасечник // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F, Строительство. Прикладные науки.* – 2021. – № 8. – С. 53-57.
9. Бурков В.В. Алюминиевые теплообменники / В.В. Бурков. – Ленинград: Машиностроение, 1985. – 239 с.

10. Черных Л., Меранова Н. Энергосберегающие виды отопления для создания нормированного и комфортного теплового режима жилых и общественных зданий. *Heritage of european science: Environmental protection. Monographic series «European Science»*. Book 2. Part 1. 2020. P. 131-150.
DOI: 10.30888/978-3-9821783-0-1.2020-01-01-071
11. Исаченко В. П. Теплопередача / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – Москва: «Энергия», 1969. – 440 с.
12. Гламаздин П. М. Особливості сучасних алюмінієвих опалювальних приладів / П. М. Гламаздин, Л. П. Швець // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2004. – №19. – С. 68-69.
13. ДСТУ Б В.2.5-2-95 (ГОСТ 8690-94). Інженерне обладнання будинків і споруд. Радіатори опалювальні чавунні. Технічні умови. – Чинні від 01.01.1996. – Київ: Укрархбудінформ, 1970. – 9 с.
14. Гашо Е. Г. Функциональные особенности отопительных систем и комплексная оценка их эффективности / Е. Г. Гашо, А. Г. Спиридонов // *Новости теплоснабжения*. – 2001. – №3. – С.1 1-17.
15. Гламаздин П. М., Пасічник Й. А. Експериментальне дослідження тепловіддачі опалювальних пристроїв з екструдованих алюмінієвих секцій // П. М. Гламаздин, Й. А. Пасічник // *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. – 2019. – Вип. 13. – С. 49-57.
16. Остроумов Г. А. Свободная тепловая конвекция в условиях внутренней задачи / Г. А. Остроумов. – Москва-Ленинград: Гостехиздат. – 1952. – 259 с.
17. Дрейцер Г. А. Теплообмен при свободной конвекции : Учеб. пособие / Г. А. Дрейцер. – Москва: Изд-во МАИ, 2002. – 97 с.
18. Рязских В. И. Динамика ламинарного свободно-конвективного течения ньютоновской жидкости между плоскими вертикальными изотермическими стенками / В. И. Рязских, М. И. Слюсарев, А. А. Богер, С. В. Рябов // *Инженерно-физический журнал*. – 2009. – Т. 82. – №6. – С. 1141-1148.
19. Ali S. Alzwayi. Transition of free convection flow between two isothermal vertical plates / Ali S. Alzwayi, Manosh C. Paul // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. – 2014. – V. 76. – p. 307-316.
20. BS EN ISO/IEC 17025:2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
21. ДСТУ EN 442-1:2019 Радіатори та конвектори. Частина 1. Технічні умови та вимоги (EN 442-1:2014, IDT). – Чинні від 01.01.2020. – Київ: Укрархбудінформ, 1970. – 9 с.
22. Колієнко А. Г. Розрахунок втрат теплоти ділянкою зовнішньої стіни за радіатором / А. Г. Колієнко, О. В. Шелімомова // *Енергетика і автоматика*. – 2014. – №194 (2). – С 180-184.
23. Гламаздин П. М., Пасічник П. О. Шляхи зниження тепловтрат у зарядіаторній ділянці огорожувальних конструкцій / П. М. Гламаздин, П. О. Пасічник // *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*. – 2019. – Вип. 31. – С. 55-62. – <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2019.31.55-62>

References

1. Malkin E.S., Glamazdin P.M. “Novi tendentsii pidvyshchennia efektyvnosti opaliuvalnykh pryladiv.” *Ventilyatsiia, osvittleniia tateplohozopostachannia*. 2001. Vyp. 1. P. 74-80.
2. PHI-1997/1 Primary Energy and CO₂ Balance in Passive Houses with Different Building Services Systems.
3. Zoller U. “Tut kryuistsia prykhovani rezervy”. *Montazh+Tekhnolohiia (M+T)*, 1999. №7. P. 18-21.
4. Council Directive 93/76/EEC of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emissions by improving energy efficiency (SAVE)
5. Pyrkov V.V. *Hidravlycheskoe regulirovanie sistem otopleniia i kholodosnabzheniia. Teoriia i praktika*. DP «Taki spravy», 2010.
6. Bogoslovskii V.N., Skanavi A.N. *Otoplenye*. Stroiizdat, 1991.
7. Preimushchestva otopitelnykh priborov TM «Terma» s medno-aliuminievyim teploobmennikom. «Termometr»/ 2011. s. 62-65.
8. Glamazdin P. M., Pasechnik P. A. “Razvitie orebreniia sektiionnykh aliuminievykh otopitelnykh priborov”. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo unyversyteta. Seryia F, Stroytelstvo. Prykladnye gnauky*. 2021. № 8. S. 53-57.
9. Burkov V.V. *Aliuminievyte teploobmenniki*. Mashinostroenie. 1985.
10. Chernykh L., Meranova N. “Energosbereniushchue vidy otopleniia dlia sozdaniia normirovannogo i komfortnogo teplovogo rezhima zhilykh i obshchestvennykh zdaniy”. *Heritage of european science: Environmental protection. Monographic series «European Science»*. Book 2. Part 1. 2020. P. 131-150.
DOI: 10.30888/978-3-9821783-0-1.2020-01-01-071
11. Ysachenko V.P., Osypova V.A., Sukomel A.S. *Teploperedacha*. Energia, 1969.
12. Glamazdin P.M., Shvets L.P. “Osoblyvosti suchasnykh aliuminievykh opaliuvalnykh pryladiv”. *Budivelni materialy, vyroby ta sanitarna tekhnika*. 2004. №19. P. 68-69.
13. DSTU B V.2.5-2-95 (HOST 8690-94). Inzhenerne obladnannia budynkiv i sporud. Radiatory opaliuvalni chavunni. Tekhnichni umovy. Ukrarkhbudinform, 1970.
14. Hasho E.H., Spyrudonov A.H. “Funktsionalnye osobennosti otopitelnykh sistem i kompleksnaia otsenka ikh effektivnosti”. *Novosti teplosnabzheniia*, 2001. №3. S. 11-17.
15. Glamadin P. M., Pasichnyk Y. A. “Eksperymentalne doslidzhennia teploviddachi opaliuvalnykh prystroiv z ekstrudovanykh aliuminievykh sektiisii”. *Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi*. 2019, Vyp.13, S. 49-57.
16. Ostroumov H. A. *Svobodnaia teplovaia konvektsiia v usloviakh vnutrennei zadachi*. Gostekhizdat. 1952.

17. Dreitser H. A. *Teploobmen pri svobodnoi konveksii*. Izd-vo MAI, 2002.
18. Riazhskykh V. Y., Sliusarev M. Y., Boher A. A., Riabov S. V. “Dinamika lamynarnogo svobodno-konvektivnogo techeniia niutonovskoi zhidkosti mezhdu ploskimi vertikalnymi izotermicheskimi stenkami”. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal*. 2009. T. 82. №6. S. 1141-1148.
19. Ali S. Alzwayi, Manosh C. Paul. “Transition of free convection flow between two isothermal vertical plates”. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2014. V. 76. p. 307-316.
20. ISO/IEC 17025 «General requirements for the competence of testing and calibration laboratories»
21. DSTU EN 442-1:2019 Radiatory ta konvektory. Chastyna 1. Tekhnichni umovy ta vymohy (EN 442-1:2014, IDT). Ukrarkhbudininform, 1970.
22. Koliienko A. H., Shelimomova O. V. “Rozrakhunok vtrat teploty diliankoiu zovnishnoi stiny za radiatorom”. *Enerhetyka i avtomatyka*. 2014. № 194 (2), S. 180-184.
23. Glamazdin P. M., Pasichnyk P. O. “Shliakhy znyzhennia teplovtrat u zaradiatornii diliansi ohorodzhuiuchykh konstruksii”. *Ventylatsiia, osvittennia ta teplohapostachannia*. 2019. Vyp. 31. S. 55-62. – <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2019.31.55-62>

УДК 674.047

Возможности усовершенствования конструкции секционного алюминиевого отопительного прибора

Гламаздин П. М.¹, Пасечник П. О.², А. В. Приймак³

¹доц, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, sib.kiev@gmail.com,
ORCID 0000-0003-2611-2687

²к.т.н., доц, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, pasichnik89@bigmir.net,
ORCID: 0000-0001-8499-6949

³д.т.н., проф. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, 02oprymak@gmail.com

Аннотация. Основная тенденция развития систем централизованного теплоснабжения последних лет – это снижение температурного графика, основывающаяся на желании вовлечь возобновляемые источники энергии в состав таких систем. Несмотря на постоянный рост требований к теплозащитной оболочке зданий, энергоэффективность систем отопления требует снижения температурных графиков, что влечёт необходимость увеличения площади отопительных приборов. В свою очередь, это обуславливает рост материалоемкости систем отопления, увеличение их гидравлического сопротивления и проблем с дизайном. Чтобы избежать или хотя бы уменьшить эти негативные последствия, необходимо интенсифицировать теплоотдачу отопительных приборов. Имеющиеся конструкции секционных алюминиевых отопительных приборов достигли некоторого предела, для преодоления которого необходимо изменять технологию изготовления теплоотдающего элемента секции. В статье показаны причины появления такого предела для существующей конструкции приборов, сформулированы требования к усовершенствованным конструкциям и показан путь достижения более высоких теплотехнических показателей. Предложена новая конструкция алюминиевого секционного отопительного прибора, преодолевающая указанные ограничения. При одинаковой тепловой мощности размеры предлагаемого отопительного прибора будут меньше примерно на 30 % размеров существующих. В статье даны результаты испытаний опытных образцов секционных отопительных приборов новой конструкции, изготовленных по новой технологии. Исследовались приборы, состоявшие из семи секций трёх размеров по высоте: 293 мм, 596 мм, 1097 мм. Испытания проводились в аттестованной по нормам Европейского союза лаборатории в Институте отопительной и санитарной техники в г. Радом (Польша).

Ключевые слова: отопительный прибор, свободная конвекция, сложный теплообмен, эффективность ребра

UDC 674.047

Possibilities of improving the design of sectional aluminium radiator

P. Glamazdin¹, P. Pasichnyk², O. Priymak³

¹Associate Professor, Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv, Ukraine, sib.kiev@gmail.com,
ORCID 0000-0003-2611-2687

²PhD., associate professor. Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv, Ukraine,
pasichnik89@bigmir.net, ORCID: 0000-0001-8499-6949

³Dr. Hab., prof. Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, 02opriymak@gmail.com

Abstract. The main trend in the development of district heating systems in recent years is a decrease in the temperature of heat carrier, based on the desire to include renewable energy sources in such systems. Despite the ever-increasing demands on the thermal envelope of buildings, lowering the temperature entails the need to increase the area of heating appliances. In turn, this leads to an increase in material consumption of heating systems, increasing their hydraulic resistance and design problems. In order to avoid or at least reduce these negative consequences of the struggle to increase the environmental friendliness and energy efficiency of district heating systems, it is necessary to intensify the heat dissipation of heating appliances. The existing designs of sectional aluminium radiators, which are the most promising for improving their thermal performance, have reached a certain limit in the design, to overcome which it is necessary to change the technology of manufacturing the heat dissipating element of the section. The article shows the reasons for the emergence of such a limit for the existing design of devices, formulates requirements for advanced designs and shows the way to achieve higher thermal performance. The article presents the results of calculations that confirm the presence of the detected limit of thermal performance of existing structures of sectional aluminium radiators. Based on the analysis of existing designs and the identified limits of their further development, a new design of aluminium sectional heating device is proposed, which allows to bypass and overcome the limitations that are characteristic of existing ones. The results of calculations showing the possibilities of intensification of heat transfer of a sectional aluminium device are given. At the same heat output, the dimensions of the proposed radiator will be about thirty percent smaller than the size of existing appliances. The article presents the results of tests of prototypes of sectional radiators of the new design, manufactured using new technology. Devices consisting of seven sections of three sizes in height were investigated: 293 mm, 596 mm, 1097 mm. The results of the study confirmed previous theoretical developments. The tests were conducted in a laboratory certified according to European Union standards at the Institute of Heating and Sanitary Engineering in Radom (Poland).

Keywords: radiator, free convection, complex heat transfer, rib efficiency.

Надійшла до редакції / Received 12.01.2022.