

УДК 697.1

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.120795

## РОЗРОБКА ДРОВ'ЯНОЇ ПЕЧІ ПЕРІОДИЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ, ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

© С. В. Попов, Є. А. Васильєв, О. В. Малюшицький, А. В. Васильєв

*Проведено літературний огляд сучасних джерел енергії, які можливо застосовувати для опалення приватного будинку. Зазначено їх основні переваги та недоліки в умовах енергетичної ситуації, що склалася на даний час. Запропоновано конструкцію дров'яної печі періодичного функціонування, як альтернативного джерела опалення. Із застосуванням оптичного пірометра проведено серію експериментальних досліджень температурного поля робочої поверхні печі. Визначена оптимальна кількість рядів футерування вогнетривкою цеглою*

**Ключові слова:** природний газ, електрична енергія, дров'яна піч, температурне поле, оптичний пірометр

### 1. Вступ

Внаслідок еволюції людство постійно удосконалювало джерела та способи опалення житлових приміщень. Це і використання дров, вугілля, газу, електричної енергії, пари, води, природна та штучна циркуляція теплоносія за допомогою насосної подачі із застосуванням електричних двигунів тощо.

У роботі [1] здійснено пошук оптимального джерела опалення. Наведено розрахунки економічної ефективності. На жаль, акцент зроблено на житлову кімнату, розташовану лише у багатоповерховому будинку.

Авторами [2] запропоновано оптимальну конструкцію поршневого насосу з урахуванням особливостей робочого процесу, що може бути використаний для штучної циркуляції теплоносія. Результатами дослідження величини робочого тиску, шляхів його регулювання в магістралі при насосному перекачуванні робочого середовища присвячена робота [3]. Але суттєвим недоліком поршневих насосів є пульсація подачі. Застосування диференційних насосів дозволило усунути недоліки поршневих [4]. Але енергозалежність, складність виготовлення, монтажу та експлуатації, а також висока кінцева вартість викликає багато запитань у споживача насосного обладнання. Тим більше, що для опалення приватного будинку одного транспортування теплоносія недостатньо. Потрібно мати й нагрівальний елемент, який знову ж таки є енергозалежним.

Отже, дров'яні печі, що винайдено сотні років тому, користуються успіхом навіть у наш час, а інколи, навіть перевершують сучасні аналоги завдяки своїм властивостям та якостям [5].

### 2. Літературний огляд

Як відомо, природний газ є зручним паливом, яке досить широко поширено на Україні. Саме газ вибирають для опалення будинків більшість людей. Він є зручним в експлуатації, дає добру теплоту згоряння. До недоліків слід віднести високу вартість його підключення, у деяких випадках це навіть просто не можливо. Та й вартість «блакитного палива» останнім часом є досить високою [6].

Електрична енергія, поруч із газом, також відноситься до найсучаснішого виду палива. Зараз існує величезний вибір систем електричного опалення ві-

чизняного та закордонного виробництва. Серед основних переваг необхідно відмітити наступне:

- електричне опалення дешевше від газового при покупці та монтажі;
- безпечніше в експлуатації;
- більш екологічне;
- не потребує профілактичного обслуговування;
- більш універсальне (можна встановити де завгодно, де є джерело електроенергії).

Недоліками електричного опалення є:

- висока вартість електроенергії;
- залежність від безперейного живлення;
- певні вимоги до силових характеристик електричної мережі [7, 8].

Природний газ та електроенергію можна замінити на альтернативне опалення. Найбільш ефективне опалення без газу можна організувати за допомогою тих же дров. Опалення приватного будинку дровами, як і раніше, користується великим попитом, особливо в регіонах.

Існує два типи дров'яних печей:

- піч тривалого горіння (ціна на неї вища, здатна обігрівати приміщення без втручання людини до 7 діб);
- піч періодичного функціонування (працює за принципом старих печей, необхідно періодично закладати паливо).

Основною перевагою дров'яних печей є їх автономність. Пічне опалення будинку не залежить від наявності комунікацій. Піч можливо виготовити власними руками. Існує, навіть у деяких випадках, можливість підключити її до водяного опалення будинку. Повітряна тяга у димоході не дає можливості потрапляння в будинок продуктам горіння палива. Вона повністю виводить назовні усі шкідливі речовини, завдяки чому власники ними не дихають. Нормалізується температурний баланс в будинку, усувається надлишкова волога. Дров'яне паливо відносно дешеве та доступне. Таке паливо є екологічним [9].

Про недоліки дров'яних печей також необхідно пам'ятати:

- значні габаритні розміри, що призведуть до зменшення житлової площі;
- для печі періодичної дії необхідно додавати паливо не менше 2 разів на день;

- інерційність (потрібен певний час для обігріву, якщо піч була вимкнута тривалий період);
- паливо (дрова) повинні бути низької вологості і, бажано, високої якості [10].

Отже, незважаючи на широке застосування дров'яних печей, удосконалення їх конструкцій для забезпечення тривалості горіння при мінімальних витратах дров, а також підтримка комфортної температури в житловому приміщенні приватного будинку є досить актуальною науковою задачею.

### 3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – розробка альтернативного джерела опалення приватного будинку з точки зору економічності, ефективності обігріву, а також підтримання заданого температурного режиму.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Провести інформаційний пошук щодо виявлення найбільш оптимального джерела опалення приватного будинку.
2. Запропонувати конструкцію футерованої багатосекційної секційної дров'яної печі періодичного функціонування.
3. Визначити методику експерименту.
4. Провести експериментальні дослідження розподілу температурного поля за висотою печі, що дозволить визначити оптимальну кількість рядів її футерування.

### 4. Розробка конструкції футерованої багатосекційної дров'яної печі періодичного функціонування

На рис. 1 наведено загальний вигляд та конструктивну схему дров'яної печі періодичного

функціонування. Вона складається із корпусів нижнього та верхнього 1 та 2 відповідно. Останній виконано із футеруванням вогнетривкою цеглою. Кожен корпус представляє собою порожнистий циліндр, що утворений з'єднанням чотирьох трубчастих тіл, виготовлених із нержавіючої сталі. Місця з'єднань додатково оброблено вогнетривким герметиком, щоб уникнути потрапляння диму до приміщення. Корпуси з'єднуються між собою за допомогою болтів, шайб і гайок (поз. 12, 13, 14 відповідно). Верхній корпус 2 угорі сполучається із кришкою 10 за допомогою спеціальних скоб 11. Всередині кришка містить екран 16. Вентиляційна труба 9 надівається на кришку. У корпусі нижньому розташовується камера згоряння 3 із решіткою колосниковою 5. Під останньою розташовано зольник 4. Корпус нижній обладнано дверцятами 7, заслінкою піддувала 8 для завантаження дров, організації притоку повітря та вивантаження золи. Піч розташовується на підлозі на спеціальних ніжках 15.

Принцип роботи та особливості розрахунку дров'яних печей є загальновідомими [11]. Всередину камери згоряння 3 закладаються дрова чи пелети, можливо навіть дров'яна тирса, підпалюються, використовуючи гас або спеціальний розпал і закриваються дверцята 7. Зверху, за допомогою вентиляційної труби 9, потрапляє кисень. Тільки так дрова будуть горіти, а не чадіти в будинок. Безпосередньо рівень і потужність горіння можна відкоригувати спеціальною заслінкою піддувала 8.

Варто відзначити, що така конструкція дає можливість при необхідності встановити водяний контур для обігріву приміщення з високим рівнем коефіцієнта корисної дії.

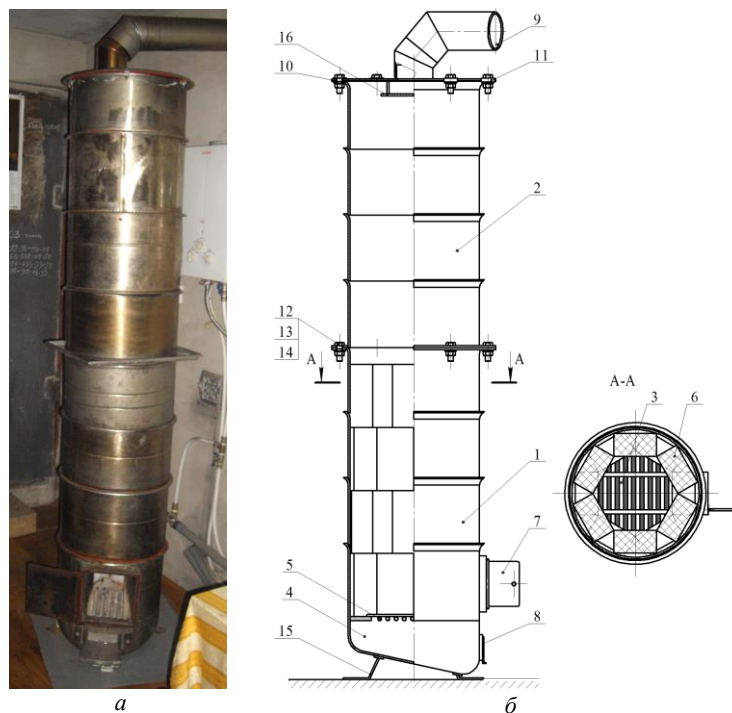


Рис. 1. Піч дров'яна періодичного функціонування: а – вигляд загальний; б – конструктивна схема: 1 – корпус нижній футерований; 2 – корпус верхній; 3 – камера згоряння; 4 – зольник; 5 – решітка колосникова; 6 – цегла вогнетривка; 7 – дверцята завантажувального отвору; 8 – заслінка піддувала; 9 – труба вентиляційна; 10 – кришка; 11 – скоба; 12 – болт; 13 – шайба; 14 – гайка; 15 – ніжки; 16 – екран

### 5. Результати дослідження

Для проведення серії експериментів щодо визначення кількості рядів футерування дров'яної печі періодичного функціонування із метою забезпечення її оптимального температурного режиму застосовувався пірометр Flus IR866 [12].

На рис. 2 наведено отримане температурне поле за висотою печі.

Виходячи із результатів досліджень було отримано залежність температури на зовнішній (тепловіддаючій) поверхні дров'яної печі періодичного функціонування. Оптимальна кількість рядів футерування дорівнює чотирьом. Перспективи подальших досліджень полягають у конструюванні теплообмінника для печі, що дозволить здійснити нагрівання води для побутових потреб приватного будинку.

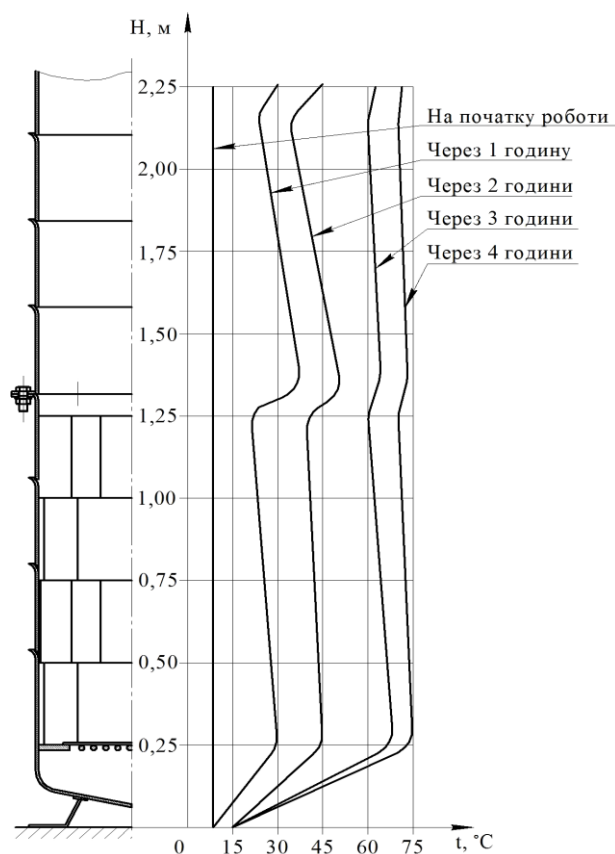


Рис. 2. Температурне поле робочої поверхні дров'яної печі залежно від її висоти та часу роботи (дерева листяних порід, вологість дров – 20 %)

### 6. Висновки

На підставі проведених досліджень авторами роботи були сформульовані наступні висновки:

1) проведено інформаційний пошук щодо виявлення найбільш оптимального джерела опалення приватного будинку із урахуванням вартості енергоносіїв – дров'яна піч;

2) запропонована конструкція дров'яної печі періодичного функціонування, що складається зі з'єднаних між собою порожнистих циліндрів, виго-

товлених з нержавіючої сталі. Нижня частина печі футерується вогнетривкою цеглою;

3) рекомендовано використовувати оптичний пірометр Flus IR866 для дослідження температурного поля;

4) за результатами проведених експериментальних досліджень температурного поля, що характеризує ступінь нагрівання робочої поверхні печі за її висотою, визначено оптимальну кількість рядів футерування. Вона дорівнює чотирьом.

### Література

1. Попов С. В., Васильєв А. В., Васильєв С. А. Експериментальне дослідження джерел опалення житлової кімнати багатоповерхового будинку // ScienceRise. 2017. Т. 1, № 2 (30). С. 20–26. doi: 10.15587/2313-8416.2017.86290
2. Popov S., Vasilyev A., Rymar S. The designing of crank mechanism of piston pump // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2013. Vol. 1, Issue 7 (61). P. 30–32. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/9321/8092>
3. Kravchenko S., Popov S., Gnitko S. The working pressure research of piston pump RN-3.8 // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 5, Issue 1 (83). P. 15–20. doi: 10.15587/1729-4061.2016.80626
4. Pavelieva A., Vasyliiev I., Popov S., Vasyliiev A. The analysis of running efficiency of valve units in differential mortar pump // Technology audit and production reserves. 2017. Vol. 5, Issue 1 (37). P. 4–9. doi: 10.15587/2312-8372.2017.112351
5. Дров'яная печь для дома. Teplo.guru. URL: <http://teplo.guru/pechi/dom-i-dacha/drovyanaya-pech-dlya-doma.html>
6. Опалення приватного будинку без газу і електрики. URL: <http://economstroy.com.ua/stroyobzors/6980-opalennaprivatnogo-bydynky-bez-gazy-i-elektryky.html>
7. Переваги електричного опалення URL: [http://uden-s.ua/ua/ob\\_otoplenii/elektricheskoe\\_otoplenie/](http://uden-s.ua/ua/ob_otoplenii/elektricheskoe_otoplenie/)

8. Электроотопление. Плюсы и минусы. URL: <http://tenko.ua/ru/elektrootoplenie-plyusy-i-minusy>
9. Дровяные печи: в чем их преимущества. URL: [http://banipro.ru/articles/wood\\_stoves.html](http://banipro.ru/articles/wood_stoves.html)
10. Дровяная печь – основные недостатки. URL: <http://tipicoshop.ru/drovyanaya-pech-osnovnye-nedostatki.html>
11. Шевяков В. В. Газодинамика бытовой печи. Разработка метода расчета // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2015. № 11 (22). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2771>
12. Пирометр Flus, IR866. URL: <http://gtest.com.ua/flus-ir866-pirometr.html>

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Фролов Є. А.  
Дата надходження рукопису 08.12.2017*

**Попов Станіслав В'ячеславович**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології машинобудування, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, пр. Першотравневий, 24, м. Полтава, Україна, 36011  
E-mail: kaf054@i.ua

**Васильєв Євгеній Анатолійович**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра будівельних машин і обладнання, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, пр. Першотравневий, 24, м. Полтава, Україна, 36011  
E-mail: vas.eugene@gmail.com

**Малюшицький Олександр Володимирович**, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра архітектури та міського будівництва, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, пр. Першотравневий, 24, м. Полтава, Україна, 36011  
E-mail: malush.alexander@gmail.com

**Васильєв Анатолій Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології машинобудування, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, пр. Першотравневий, 24, м. Полтава, Україна, 36011  
E-mail: vas.anatoly@gmail.com

УДК 629.56:004.652

DOI: 10.15587/2313-8416.2018.121892

## АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СУДНА НА ОСНОВІ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ

© Ю. О. Казимиренко

*Запропоновано аналітичну модель функціонування судна, яка включає у себе розробку нової інформаційної системи завантаженості та розв'язання оптимізаційної задачі щодо ефективного розміщення модуля біологічного захисту при транспортуванні радіоактивних речовин разом з іншими вантажами за критеріями мінімізації сталійного часу лінійного рейсу. Оптимізацію виконано шляхом розв'язання класичної задачі про ранець, для реалізації якої застосовано генетичний алгоритм*

**Ключові слова:** модель функціонування судна, інформаційна система, оптимізаційна задача, сталійний час, радіоактивні вантажі

### 1. Вступ

Інформаційна підтримка є невід'ємною складовою вирішення проектних завдань суднобудування. Розрахунки остійності та міцності ґрунтуються на відомостях про розташування вантажів, проте їх виконання у ручному режимі являє собою труднощі та призводить до системних похибок. Застосування імітаційного моделювання з розробкою моделі функціонування судна дозволяє уявляти його експлуатацію на етапах переходу за маршрутом та знаходження у портах відправлення і призначення [1], розглядаючи задачу синтезу статистичної моделі як об'єкт для управління його завантаженням з використанням інтелектуальних систем.

### 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

В умовах діяльності порту задачі максимальної завантаженості судна розв'язуються фахівцями з управління за допомогою методів ситуаційного моделювання [2]. Це дозволяє зручно розташовувати вантажі на конкретному судні, виходячи з його маршруту. Проте враховуючи, що останнім часом спостерігається тенденція зростання будівельної вартості суден та витрат на їх утримання, вирішення завдань, пов'язаних із завантаженням та розміщенням вантажів, доцільно розглядати на етапах проектування та вважати суднобудівними.

Процес математичного моделювання функціонування судна в умовах лінійних (послідовних) рей-