

ОПТИМІЗАЦІЯ НАСАДКИ СТАЦІОНАРНОГО РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРА ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ТА ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Розглянуто питання вибору типу та розміру насадки стаціонарного регенеративного теплоутилізатора вентиляційного повітря для адміністративних і житлових будівель. Запропоновано варіанти конструктивних рішень для теплообмінних насадок різного виду. Результати досліджень можуть застосовуватися для аналізу теплового режиму та проектування регенеративних теплоутилізаторів.

Ключові слова: оптимізація, насадка, теплообмінник, витяжне повітря.

ОПТИМИЗАЦИЯ НАСАДКИ СТАЦИОНАРНОГО РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРА ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА ДЛЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрены вопросы выбора типа и размера насадки стационарного регенеративного теплоутилизатора вентиляционного воздуха для административных и жилых зданий. Предложены варианты конструктивных решений для теплообменных насадок разного вида. Результаты исследований могут применяться для анализа теплового режима и проектирования регенеративных теплоутилизаторов.

Ключевые слова: оптимизация, насадка, теплообменник, вытяжной воздух.

OPTIMIZATION OF THE NOZZLE STATIONARY REGENERATIVE HEAT RECOVERY UNITS OF VENTILATION AIR FOR ADMINISTRATIVE AND RESIDENTIAL BUILDINGS

Examined the problems of selected nozzle type and size from the stationary regenerative ventilation air recovery for office and residential buildings. Proposed variants constructive solutions for various types of heat exchangers nozzles. The research results can be applied to analysis and design the thermal regenerative heat recovery units regime

Keywords: optimization, nozzle, heat exchanger, exhaust air.

Вступ. Для сучасних житлових будівель втрати тепла витяжного повітря становлять 40 – 50% загальних витрат тепла на опалення. Одним із перспективних способів скорочення цих втрат є утилізація тепла витяжного повітря за допомогою застосування регенеративних теплоутилізаторів. У розробленні таких пристроїв важливо виконати цілий ряд суперечливих вимог: знизити вартість і підвищити ефективність роботи, знизити втрати тиску і збільшити потік повітря та ін. Щоб знайти необхідний компроміс, можна застосувати моделювання нестационарних гідродинамічних і теплообмінних процесів, які відбуваються всередині теплообмінника [1]. Для оптимізації теплових характеристик його конструкції варто порівняти не лише матеріали насадок, але й різні їх конструкції.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. З відомих конструкцій теплоутилізаторів [2, 3, 4] можна виділити провітрювач «ТвінФреш» [4]. Він складається з двох решіток, вентилятора [5], фільтрів, телескопічного каналу з металу і теплообмінника. Пристрій вбудовується в стіну кімнати і виходить назовні. Для руху повітря використовується осьовий вентилятор з можливістю реверсу, тобто зміни напрямку обертання крильчатки. Насадка теплообмінника виготовлена зі спеціальної кераміки, в якій зроблено квадратні чи ромбоподібні канали для збільшення площі теплообмінної поверхні. Вона служить для передачі тепла від витяжного повітря до припливного. При високій вартості цей пристрій забезпечує прийнятну ефективність теплопередачі лише для невеликого повітрообміну (30÷50 м³/год).

Мета роботи. Статтю присвячено вибору типу та розміру насадки стаціонарного регенеративного теплоутилізатора вентиляційного повітря.

Основний матеріал і результати. Для дослідження впливу різноманітних факторів на ефективність регенератора за наведеною в роботі [6] математичною моделлю розроблена комп'ютерна програма. За її допомогою виконано ряд цифрових експериментів, у яких досліджувався вплив як окремих факторів (теплопровідність матеріалу засипки, його густина, період регенерації, витрати повітря, розміри насадки, розміри частинок засипки, втрати тиску), так і їх комплексів на ефективність теплообмінної насадки [7]. Для дослідження використано різні насадки: засипку зі щебеню, трубчасту насадку, сітки зі сталевого та пластикового дроту.

Найважливіші теплофізичні характеристики матеріалів для насадок та їх вартість наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Основні характеристики матеріалів для теплообмінних насадок

Матеріал насадки	Масова густина ρ , кг/м ³	Об'ємна теплоємність C , Дж/(кг °С)	Масова теплоємність ρc , кДж/(м ³ °С)	Вартість, грн/кг
Пінобетон щілястий	1600	1000	1600	0,49
Газобетон	1600	1500	2400	0,43
Сітка з нержавіючого сталевого дроту	7800	460	3588	165
Сітка з пластика	1800	1900	3420	26
Щебінь	2800	880	2464	0,1

Для цифрового експерименту із засипками взято дешевий і доступний матеріал – щебінь чотирьох різних фракційних розмірів. Розрахунки виконано для щебеню з середніми діаметрами 21; 16, 8 та 4 мм. Вихідними даними є: теплопровідність

щебеню $0,4 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{С}$, його масова теплоємність $880 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{С}$, істинна густина 2800 кг/м^3 , період перемикання насадки 60 с , температура зовнішнього повітря -10°С , температура внутрішнього повітря 18°С , витрата повітря $90 \text{ м}^3/\text{год}$, втрати тиску 60 Па . Результати розрахунків показані на діаграмі (рис. 1). Найбільш оптимальний із досліджених варіантів: щебінь з $d=4 \text{ мм}$, де внутрішній діаметр насадки $0,35 \text{ м}$, а її довжина $0,1 \text{ м}$. При масі насадки $13,4 \text{ кг}$ її ефективність досягла $E=78,2\%$.

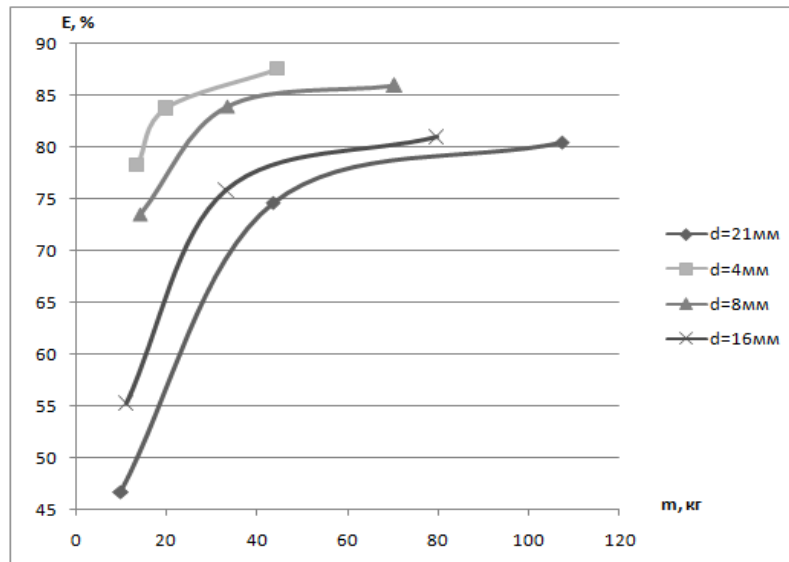


Рис. 1. Діаграма залежності ефективності насадки з щебеню від її маси та розміру частинок

На рис. 2 наведено діаграму залежності ефективності трубчастої керамічної насадки від її маси та розміру поперечного перерізу каналів. Головні теплофізичні характеристики кераміки: теплопровідність $0,4 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{С}$, масова теплоємність $2000 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{С}$, густина 1400 кг/м^3 . У цілому, трубчаста керамічна насадка показала результати, кращі за насадку для сітки зі сталевого дроту, але гірші за сітку з пластика.

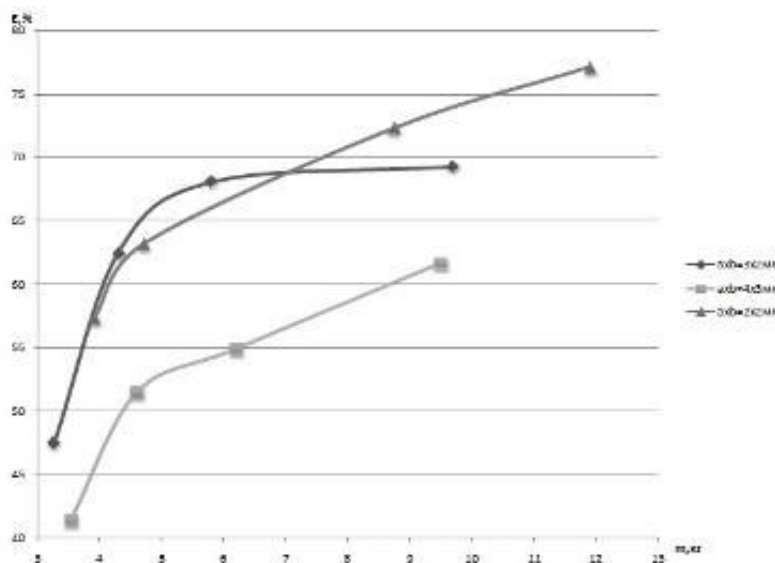


Рис. 2. Діаграма залежності ефективності насадки від її маси та розміру поперечного перерізу для трубчастої керамічної насадки

Розповсюдженість, екологічність та низька вартість неметалів роблять їх прогресивними матеріалами для теплообмінної насадки. Вихідні дані для розрахунку пластикової сітки: теплопровідність пластика $0,4 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$, його теплоємність $1900 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$, густина 1800 кг/м^3 , діаметр дроту $0,7$; $0,5$ і $0,3 \text{ мм}$, кількість шарів сітки 100 шт, період перемикання насадки також 60 с , температура зовнішнього повітря – 10°С , температура внутрішнього повітря 18°С , витрата повітря $90 \text{ м}^3/\text{год}$, втрати тиску 60 Па . Результати розрахунку теплової ефективності насадки цього виду показано на рис. 3. При мінімальній масі така насадка показала найвищу ефективність.

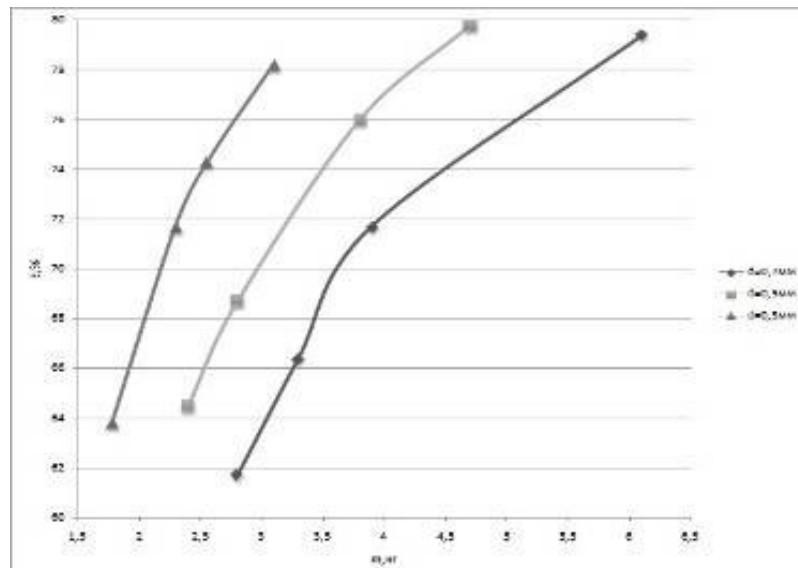


Рис. 3. Діаграма залежності ефективності насадки від її маси та еквівалентного діаметра волокон для сітки з пластика

Також було виконано розрахунки ефективності сітчастої насадки з нержавіючого сталевого дроту різного діаметра. Для цієї насадки результати (рис. 4) виявилися гіршими, ніж для сітки з пластика. Це пояснюється малою площею теплообмінної поверхні та значною масою. Крім цього, така насадка буде мати високу вартість.

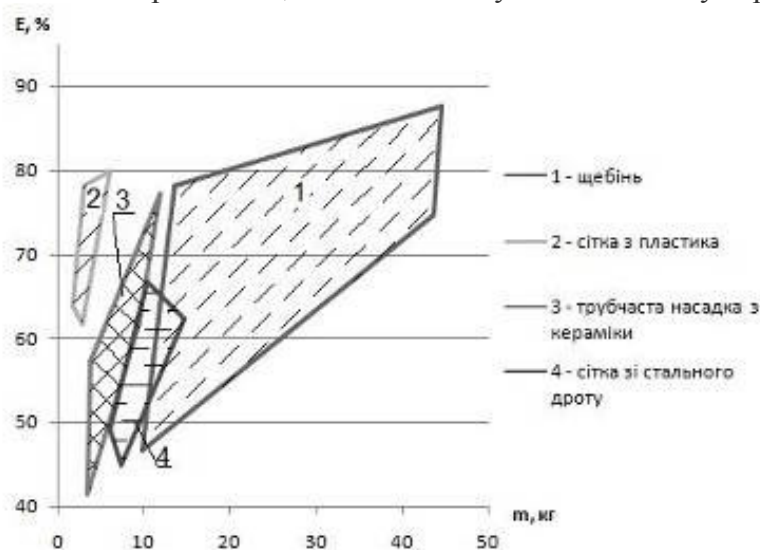


Рис. 4. Діаграма залежності ефективності насадки від її маси та еквівалентного діаметра волокон для сітки з пластика та сталі, трубчастої керамічної насадки та щебеню

Результати розрахунків показали, що енергетична ефективність усіх видів насадок суттєво залежить не лише від їх маси, але й від розміру їх частинок (елементів). У цілому, зменшення розміру частинок сприяє підвищенню ефективності насадки. Порівнявши ефективність насадок різних видів та матеріалів (рис.4), бачимо, що при мінімальній масі найбільшу ефективність забезпечує пластикова сітка. При масі насадки 3,1кг і еквівалентному діаметрі волокон 0,3 мм її ефективність досягла $E=78,2\%$.

Висновки. Результати розрахунків показали, що ефективність насадки теплообмінника сильно залежить як від конструкції, так і від розміру її частинок. Зокрема в усіх видах насадок зменшення розміру частинок сприяє підвищенню ефективності насадки. Найкращі показники має насадка, виконана з пластикової сітки з діаметром волокон 0,3 мм. З іншого боку, зменшення розміру частинок збільшує аеродинамічний опір насадки. Оскільки перепад тиску, як правило, обмежується технічними характеристиками вентилятора, доводиться збільшувати площу поперечного перерізу насадки.

Література

1. Низовцев М.И. Расчет параметров утилизатора тепла и холода вентиляционного воздуха / М.И. Низовцев, А.А. Захаров // Научно-практическая конференция «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий» / Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН. – Новосибирск, 2013. – С.36 – 38.
2. Регенеративний теплоутилізатор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-144-3/67.htm>.
3. Теплоутилізатори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://v.tdc.ua/content/view/1092/1/>.
4. Рекуператор ТВИНФРЕШ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://js.com.ua/files/plugin-618_1498_cat_file.pdf.
5. « – вентиляційні системи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vents.ua/>.
6. Kutniy V.A. Optimisation of checkerwork regenerative waste heat exchanger exhaust air / Collection of scientific articles «Energy, energi saving and rational nature use», Radom Poland. – 2014. – P. 65 – 71.
7. Теплоутилізатори в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://prom.ua/Теплоутилизаторы.html>.

© Б.А. Кутний, І.В. Куленко
Надійшла до редакції 19.05.2015