

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

Збірник наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

Секція 1:

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ»**

where F_{int} is the area of the surface of particles taking part in intercomponent heat exchange, Δt_{log} is the logarithmic mean pressure between the temperatures of gas medium and particles. The area of the intercomponent heat exchange surface is the area of the surface of all particles in the heat exchange channel. As a result of generalization of the experimental data, using Origin 9 program, we obtained the dependence in a dimensionless form for calculation of intercomponent heat exchange factor that is average by channel length (2):

$$Nu = \left(0,39 - \frac{4,83}{1+10} \frac{1}{-1,63 \cdot \left(0,23 - \frac{G_g \cdot c_{p,g} \cdot \tau}{m \cdot c_s} \right)} + \frac{5,37}{1+10} \frac{1}{-1,32 \cdot \left(1,47 - \frac{G_g \cdot c_{p,g} \cdot \tau}{m \cdot c_s} \right)} \right) \cdot Re^{0,8} Pr^{0,43}, \quad (2)$$

where $c_{p,g}$ is the thermal capacity of the air, c_s is the thermal capacity of particles, m is the weight of loaded material, τ is the time, Nusselt number $Nu = \frac{\alpha_{av} \cdot \varphi \cdot d_e}{\lambda_g}$, φ is the coefficient of

particles' shape, determined according to recommendations [1], Reynolds number $Re = \frac{w_f \cdot d_e}{v_g}$

includes filtration rate w_f , that is, air velocity in relation to the hollow cross-section of the channel. The equivalent diameter of particles d_e , was chosen as determining because this magnitude determines the gas flow distribution between particles and heat exchange intensity.

The dependence allows calculating α_{av} at assigned moment τ during heat exchange between gas medium and granular material in the channel. Conditions of application of dependence (2) are the following: granular material – rubble and claydite with thermal capacity $c_s=750$ J/(kg·K) for rubble and $c_s=840$ J/(kg·K) for claydite, the gas temperature at the inlet of the device $t'_g=30-50$ °C, consumption $G_g=0.010-0.06$ kg/s. The relative error of the formula is 12.5 %.

Information sources

1. Solodka, A., Volgusheva, N., Boshkova, I., Titlov, A., Rozhentsev, A. (2017). Investigation of heat exchange in a blown dense layer of granular materials. East-Europ. J. of Enterprise Technology, 5, 8 (89), 58-64.
2. Adeyanju, A., Manohar, K. (2009). Theoretical and Experimental Investigation of Heat Transfer in Packed Beds. Research Journal of Applied Sciences, Vol. 4(5), 166-177.

УДК 697:621.577

ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ТИПУ «ПОВІТРЯ- ПОВІТРЯ» ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ (М. ОДЕСА)

Квасницький В.А., Зубкова З.С., Хлісва О.Я.
Одеська національна академія харчових технологій

Енергозбереження - одна з основних завдань, що вирішуються світовою спільнотою в даний час. В Україні основою реалізації енергетичної стратегії є з одного боку підвищення ефективності використання традиційних енергетичних ресурсів - газу, вугілля, нафти, гідроенергії, ядерного палива, з іншого - зниження залежності від імпорту енергоносіїв. При цьому впровадження відновлювальних джерел енергії в різні галузі промисловості та

комунально-побутовий сектор є одним з пріоритетних напрямом.

Робота присвячена актуальній темі енергозбереження та зниження викидів парникових газів в комунально-побутовому секторі України.

Метою роботи є: економічне та еколого-енергетичне обґрунтування доцільності впровадження теплових насосів у систему опалення приватного будинку в кліматичних умовах Одеської області.

В роботі виконано розрахунок параметрів роботи парокомпресійного теплового насосу типу повітря-повітря для опалення житлового будинку в кліматичних умовах Одеської області. Потужність системи опалення прийнята рівною 5 кВт при температурі навколишнього середовища для розрахунку систем опалення в м. Одеса мінус 21 °С. Було розраховано орієнтовна потужність системи опалення по місяцях опалювального періоду, побудований цикл теплового насосу у T-S діаграмі для холодоагенту R32 за допомогою бази даних RefProp [1] визначено параметри стану R32 в вузлових точках циклу по місяцях, розраховано енергетичні параметри роботи теплового насосу по місяцях. Загальне енергоспоживання тепловим насосом за опалювальний сезон склало 2058,5 кВт·год.

Для обґрунтування доцільності використання теплового насосу у системі опалення житлового будинку було виконано розрахунок витрат природного газу на роботу опалювального газового котла – базовий варіант порівняння. Сумарне споживання природного газу за опалювальний період склало 1172 м³.

В роботі запропоновано виконати порівняння теплового насосу у системі опалення з газовим котлом на основі аналізу викидів парникових газів за життєвий цикл цих об'єктів [2, 3].

Всі необхідні для розрахунків данні (які отримано у попередніх розрахунках) наведено в таблиці 1.

При виконанні розрахунків розглядалися прямі викиди парникових газів, які потрапляють в атмосферу в процесі експлуатації газового котла (викиди при згорянні природного газу) та теплового насосу (викиди від витоку холодоагенту). І не прямі викиди, пов'язані з капітальними витратами на створення обладнання, а також пов'язані зі споживання електроенергії тепловим насосом. Також враховувалася еквівалентна емісія, пов'язана з людською працею при експлуатації обладнання. Емісія парникових газів при утилізації обладнання в даному розрахунку не враховувалася. Однакові для порівнювальних систем викиди парникових газів (наприклад, енергоспоживання циркуляційним насосом) в розрахунках не враховувалося.

Розрахунок питомих викидів парникових газів при спалюванні природного газу та виробництві електроенергії в Україні для двох порівнювальних систем опалення показав суттєву перевагу теплового насосу на фоні опалювального котла на природному газі: величина ПЕЕПГ для теплового насосу склала 67369 кгСО_{2-екв} зі опалювальний період, для газового котла 77715 кг СО_{2екв}.

Розрахований річний економічний ефект виявив, що і з економічної точки зору тепловий насос також виграє, хоча з дуже незначною різницею.

Таблиця 1 - Вхідні данні для розрахунків повної еквівалентної емісії парникових газів (ПЕЕПГ) різних способів опалення будинку

Параметр	Газовий котел	Тепловий насос
Капітальні затрати на обладнання, грн.	39884	63360
Трудовитрати монтаж, люд.-год./рік	400	112
Строк експлуатації обладнання, рік	25	25
Трудовитрати на обслуговування обладнання, люд.-год./рік	5	20
Емісія парникових газів при згорянні природного газу, кг СО _{2-екв} /сезон	2260	-

Річне споживання електроенергії тепловим насосом, кВт/рік	-	2058,5
Витоки холодоагенту з системи, кг/год	-	0,9
Потенціал глобального потеплення холодоагенту, кг CO ₂ -екв/кг холодоагенту (GWP)	-	675

Аналіз повної еквівалентної емісії парникових газів аналізованого устаткування показав, що хоча тепловий насос і виграє у порівнянні з газовим котлом, але ефект не такий суттєвий, як очікувалося. Отриманий результат можна пояснити через використання в ньому холодоагенту з відносно високим потенціалом глобального потепління – R32.

На сьогоднішній день законодавство поступово відмовляється від холодоагентів з високими потенціалами глобального потеплення (Кігалійська поправка до Монреальського протоколу, 2016 р.). Таким чином, на основі виконаного в роботі аналізу можна запропонувати використання R600a (ізобутан) в якості робочого тіла у теплових насосах наступного покоління. Розрахунок повної еквівалентної емісії парникових газів при роботі теплового насосу з ізобутаном довів, що він більш екологічний та доцільний з точки зору зменшення вкладу в глобальне потеплення. Однак проблемою його широкого впровадження в практику є горючість та обмеження на рівні законодавства використання в теплових насосах великої потужності. Але останні тенденції у Європейському законодавстві спрямовані на впровадження горючих робочих тіл у холодильне обладнання та теплові насоси з метою вирішення питань енергозбереження та зниження викидів парникових газів.

Інформаційні джерела

1. REFPROP: Reference fluid thermodynamic and transport properties, NIST standard reference database 23, Version 8.0 / E. W. Lemmon, M. L. Huber, M. O. McLinden. - Gaithersburg: National Institute of Standard and Technology, 2007.
2. Chen, G., Zhelezny, V., Khliyeva, O., Shestopalov, K., Ierin, V. (2017). Ecological and energy efficiency analysis of ejector and vapor compression air conditioners. International Journal of Refrigeration, 74, 127-135.
3. Khliyeva O. New indicator for life cycle greenhouse gases emission assessment of household refrigerating appliances // Environmental Problems. 2019. Vol. 4 (1). P. 39-44.

УДК 621.039: 533.6

ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОГІДРИДНИХ АКУМУЛЯТОРІВ У СКЛАДІ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА БАЗІ ПАЛИВНИХ КОМІРОК

Чорна Н.А., канд. техн. наук, доцент
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

Метою роботи є розробка науково-технічних рішень, що забезпечують підвищення надійності енергозабезпечення автономних систем та зменшення екологічного навантаження на оточуюче середовище за рахунок використання водневих технологій акумулювання енергії. Запропонована альтернативна схема гарантованого електро- та теплопостачання автономного будинку без використання привізного палива, в склад якої входять: вітрогенератор, електролізер, металогідридний акумулятор водню, газобалонна система зберігання газів та модуль паливних комірок (рис. 1).

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЫ МИКРОКАНАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ОТВЕРСТИЯМИ ЖАЛЮЗИЙНОГО ТИПА <i>Новицкая М.П.</i>	32
ЩОДО СПОСОБІВ ЗМІНИ СТРУКТУРИ КРАПЕЛЬНОГО ПОТОКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПЛОСКОФАКЕЛЬНИХ СТРУМЕНЕВИХ ФОРСУНОК <i>Пересьолков О.Р., Круглякова О.В.</i>	36
ВПЛИВ ФОРМИ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА НА ЧАС ЗАТРИМКИ ЙОГО ЗАПАЛЮВАННЯ <i>Степовик М.С., Буличов В.В., Коломісць О.В.</i>	38
КОЭФИЦИЕНТЫ ВЛАГО- И ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПЛОТНОМ СЛОЕ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ <i>Альтман Э.И., Георгиеви Е.В.</i>	41
A SOIL REGENERATOR WITH A GRANULAR NOZZLE FOR GREENHOUSES <i>I. Boshkova, I. Mukminov.</i>	44
THE DRYING OF GRAIN MATERIALS USING A MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD <i>Volgusheva N.V., Diachenko T.V.</i>	46
A MICROWAVE DEVICE FOR THE TREATMENT OF PLANT MATERIALS <i>Volgusheva N.V., Potapov M.D.</i>	49
STUDYING THE HEAT EXCHANGE OF A DENSE LAYER OF GRANULAR MATERIAL WITH THE AIRFLOW <i>Solodka A.V., Bondarenko O.</i>	51
ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ТИПУ «ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ» ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ (М. ОДЕСА) <i>Квасницький В.А., Зубкова З.С., Хлісва О.Я.</i>	53
ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОГІДРИДНИХ АКУМУЛЯТОРІВУ СКЛАДІ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА БАЗІ ПАЛИВНИХ КОМІРОК <i>Чорна Н.А.</i>	55
КОАКСІАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ТРУБИ, ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ <i>Шаповал А.А., Панов Є.М., Шаповал І.В.</i>	57
СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕННЯ «ТЭЦ-ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ НА ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА» <i>Шум М.Л.</i>	60

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»

29-30 вересня 2020 року

(українською, російською, англійською мовами)

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.