УДК 620.9:640.43

М. Чугу
М. Рябчинський

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКЛАДІВ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Систематизовано наукові підходи до підвищення енергоефективності закладів громадського харчування з урахуванням структури їх енергоспоживання, в якій домінують технологічні навантаження кухні. Виділено три рівні енергоощадних заходів: будівельний, рівень інженерних систем і технологічний. Оцінено потенціал регулювання витяжної вентиляції кухні за потребою.

Ключові слова: заклад громадського харчування, енергоефективність, вентиляція кухні, регулювання за потребою, утилізація теплоти, енергетичний аудит.

Abstract

Scientific approaches to improving the energy efficiency of catering establishments are systematized taking into account the structure of their energy consumption dominated by kitchen process loads. Three levels of energy saving measures are distinguished: building envelope, engineering systems and process equipment. The potential of demand-controlled kitchen exhaust ventilation is estimated.

Keywords: catering establishment, energy efficiency, kitchen ventilation, demand control, heat recovery, energy audit.

Вступ

Заклади громадського харчування належать до найбільш енергоємних громадських будівель. Дослідження 14 закладів у Великій Британії показало, що в середньому 63 % їх електроспоживання припадає на діяльність кухні, а найбільшу частку становить холодильне обладнання — близько 41 % добового електроспоживання кухні [1]. На відміну від офісних будівель, де визначальними є тепловтрати через огородження, тут основну частину енергії споживають технологічне обладнання, вентиляція кухні та нагрівання компенсаційного повітря. Тому підходи, орієнтовані лише на теплову ізоляцію огороджувальних конструкцій [3], є необхідними, але недостатніми.

Метою роботи є систематизація наукових підходів до забезпечення енергоефективності закладів громадського харчування та оцінювання потенціалу енергозбереження в системі вентиляції кухні.

Результати дослідження

Енергоощадні заходи для закладів громадського харчування запропоновано групувати за трьома рівнями.

1. Будівельний рівень: теплова ізоляція огороджувальних конструкцій відповідно до чинних норм [3] та розрахункова оцінка енергоспоживання будівлі на опалення, охолодження, вентиляцію, освітлення і гаряче водопостачання [4], що є основою енергетичного аудиту.

2. Рівень інженерних систем: регулювання витрати витяжного повітря від кухонних зонтів за потребою (за сигналами датчиків температури, диму та пари); утилізація теплоти витяжного повітря через проміжний теплоносій, оскільки повітря забруднене жировими аерозолями; використання теплоти конденсаторів холодильних машин для гарячого водопостачання.

3. Технологічний рівень: енергоефективне теплове обладнання, підбір холодильного обладнання за фактичною потребою та його регулярне обслуговування [1], поелементний облік енергоспоживання.

Найбільший потенціал на рівні інженерних систем має регулювання вентиляції кухні за потребою: у демонстраційних проєктах такі системи забезпечили понад 50 % економії енергії на вентиляцію [2]. Для оцінювання цього ефекту використано закони подібності вентиляторів, за якими потужність вентилятора пропорційна кубу витрати, а теплота на нагрівання компенсаційного повітря — першому ступеню витрати:

$$W/W_0 = \Sigma\tau_i(L_i/L_0)^3 / \Sigma\tau_i; \quad Q/Q_0 = \Sigma\tau_i(L_i/L_0) / \Sigma\tau_i, \tag{1}$$

де τ_i — тривалість *i*-го режиму роботи кухні, год; L_i, L_0 — витрата повітря в *i*-му режимі та номінальна, м^3/год; *W*, *Q* — споживання енергії вентиляторами та на нагрівання компенсаційного повітря.

Результати розрахунку для умовного 14-годинного добового графіка роботи кухні наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка потенціалу регулювання витяжної вентиляції кухні за потребою

Режим роботи кухні	Тривалість, год	L/L_0	$(L/L_0)^3$
Пікове навантаження	4	1,0	1,000
Середнє навантаження	6	0,6	0,216
Мінімальне навантаження	4	0,4	0,064
Середньозважене значення	14	0,657	0,397

Порівняно з роботою на постійній номінальній витраті споживання енергії вентиляторами знижується приблизно на 60 %, а витрата теплоти на нагрівання компенсаційного повітря — на 34 %. Отримані значення є верхньою оцінкою, оскільки не враховують зниження ККД електродвигуна та перетворювача частоти за малих навантажень і обмеження мінімальної витрати повітря, але вони узгоджуються з результатами натурних випробувань [2].

Висновки

Встановлено, що в структурі енергоспоживання закладів громадського харчування переважають технологічні навантаження кухні, тому заходи з теплової ізоляції огороджувальних конструкцій мають доповнюватися заходами на рівні інженерних систем і технологічного обладнання. Розрахунком показано, що регулювання витяжної вентиляції кухні за потребою за типового графіка роботи може знизити споживання енергії вентиляторами приблизно на 60 %, а витрату теплоти на нагрівання компенсаційного повітря — на третину.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mudie S. Electricity use in the commercial kitchen / S. Mudie, E. A. Essah, A. Grandison, R. Felgate // International Journal of Low-Carbon Technologies. — 2016. — Vol. 11, № 1. — P. 66–74. — DOI: 10.1093/ijlct/ctt068.

2. Livchak D. Demonstration of high-efficiency commercial cooking equipment and kitchen ventilation systems : final project report CEC-500-2021-021 / D. Livchak, E. Ruan, M. Karsz, D. Zabrowski. — Sacramento : California Energy Commission, 2021.

3. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6-31:2021. — Офіц. вид. — Київ, 2021.

4. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання : ДСТУ 9190:2022. — Офіц. вид. — Київ, 2022.

Чугу Михайло аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Рябчинський Максим аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Chuhu Mykhailo Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Riabchynskyi Maksym Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia