

## БУДІВНИЦТВО

УДК 69.03

Г. С. Ратушняк<sup>1</sup>  
А. М. Очеретний<sup>2</sup>

# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ІНДИВІДУАЛЬНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ КВАРТИР В БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет;

<sup>2</sup>Концерн «Поділля»

*Розглянуто можливість та доцільність впровадження енергоощадних заходів в багатоповерхових житлових будинках шляхом застосування децентралізованих та індивідуальних систем теплопостачання. Проаналізовано режими витрат газу та електроенергії дахових котелень та витрати газу на опалення поквартирними двоконтурними газовими котлами та газовою плитою в різних за розплануванням квартирах. Виявлена необхідність пошуку інноваційних організаційно-технологічних рішень щодо модернізації теплоенергетичного устаткування.*

**Ключові слова:** енергоефективність, електроенергія, газ, котел, гаряче водопостачання, теплогазо-забезпечення, житловий будинок.

### Вступ

Підвищення вартості енергоносіїв та не оптимальна енергоємність інженерних мереж будівель потребує впровадження інноваційних проектних рішень щодо теплогазозабезпечення житлових приміщень [1]. Реалізація державної програми енергозбереження в житлово-комунальному господарстві будівель [2] можлива з урахуванням сучасних досягнень впровадження організаційно-технологічних рішень зі зменшення тепловтрат для забезпечення мікроклімату приміщень в холодну пору року [3]. За централізованого теплопостачання житлових мікрорайонів тепловтрати через порушення нормативів їх експлуатації досягають 40—60 % [4]. В зв'язку з цим перспективним напрямом підвищення енергоефективності в житловому будівництві є використання децентралізованих та індивідуальних систем теплопостачання квартир багатоповерхових житлових будинків [5, 6].

*Метою роботи* є аналіз доцільності впровадження енергоощадних заходів в багатоповерхових житлових будинках шляхом застосування децентралізованих та індивідуальних систем теплопостачання та визначення напрямків організаційно-технологічних рішень спрямованих на підвищення енергоефективності теплоенергетичного устаткування.

### Постановка задачі

У місті Вінниця з чисельністю населення понад 372 тис. мешканців (станом на квітень 2016 р.) масове житлове будівництво, як в цілому в країні, протягом 1991—2001 року практично не здійснювалось, а тільки поодинокі житлові будинки на 3—5 під'їздів здавалися в експлуатацію. Вінницька міська рада 15 листопада 2002 р. ухвалила рішення № 157 «Про затвердження проекту детального планування по вул. Пирогова — Р. Скалецького», яким дано старт будівництву житлового мікрорайону «Поділля». Основні техніко-економічні показники району забудови наведено в табл. 1.

На території забудови мікрорайону відсутність потужностей централізованого теплопостачання, а також масові звернення громадян Вінниці щодо неналежного забезпечення теплом та гарячою водою, хаотичні відключення від централізованих мереж окремих квартир (чим порушується гідравлічний баланс) спонукали до впровадження децентралізованих та індивідуальних систем теплопостачання. Згідно з ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання» [7] в житлових будинках дозволяється установа опалювального газового обладнання для поквартирного опалення, гарячого водопостачання та побутових плит. При цьому установа газового обладнання для опалення та

гарячого водопостачання з відведенням продуктів згорання в димовий канал згідно з п. 3.10 [8] допускалось для житлових будинків не вище п'яти поверхів.

Таблиця 1

Показники забудови житлового мікрорайону «Поділля»

№	Показник	Одиниця виміру	Кількість
1	Площа забудови	га	45,3
2	Кількість житлових будинків	шт.	42
3	Кількість квартир	шт.	5378
4	Загальна площа квартир	м <sup>2</sup>	378376
5	Загальна площа нежитлових приміщень, в т.ч.: вбудовано-прибудованих приміщень окремо стоячих будівель	м <sup>2</sup>	55198
		м <sup>2</sup>	33138
		м <sup>2</sup>	22060
6	Дитячі садки	кількість місць	650
7	Школа	кількість місць	1200
8	Паркінги	кількість місць	193

Відповідно до п. 6.34 [7] для опалення приміщень житлових будинків до десяти поверхів включно допускається використовувати газові котли, каміни, конвектори, калорифери та інші типи газового обладнання заводського виготовлення з відведенням продуктів згорання через зовнішню стіну будинку.

### Основна частина

На початку проектування (автори проектів — ПП АПМ «Ю. Плясовиця», Державне підприємство Міністерства оборони України «Вінницький проектний інститут» та ТОВ «Вінницький проектний інститут») за погодження з провідними профільними інститутами — проектним та науково-дослідним інститутом по газопостачанню та комплексному благоустрою міст селищ «УкрНДІнжпроект» та Українським зональним науково-дослідним і проектним інститутом по цивільному будівництву ВАТ «КиївЗДНІЕП» прийнято рішення встановити в кухнях квартир котли з відведенням продуктів згорання в димоходи. Перевагами запропонованої системи теплогазопостачання є: можливість індивідуального регулювання споживання тепла; скорочення матеріалоємності систем газопостачання, опалення, водопостачання; зменшення гідравлічних витрат в системі опалення та електроенергії на перекачування теплоносія; оптимальне місце розташування джерела енергії, що зменшує втрати в мережах; розсіювання забруднюючих речовин димових газів над дахом будинку.

В дев'ятиповерхових будинках першого кварталу житлового району «Поділля» встановлено газові двоконтурні котли IMMERGAS NIKE STAR виробництва Італія з основними технічними даними, наведеними в табл. 2. Після встановлення та експлуатації протягом двох років газового котла IMMERGAS NIKE STAR та роботи систем індивідуального опалення та гарячого водопостачання забудовником району «Поділля», ТОВ «БМУ-3», а також замовником цього будівництва — управлінням капітального будівництва Вінницької міської ради підготовлено технічний звіт та надано на розгляд Державного комітету України з будівництва та архітектури (Держбуд України). Результатом розгляду науково-технічною радою Держбуду України технічного звіту стало рішення № 61 від 1 вересня 2005р., про дозвіл встановлення індивідуальних поквартирних газових котлів для опалення та гарячого водопостачання з відведенням продуктів згорання в димові канали в 8—10 поверхових житлових будинках. За таким принципом побудовані житлові будинки в II та III кварталах житлового району «Поділля».

На заміну СНиП 2.08.01-89 «Жилые здания» [8] став чинним ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення» [5], які дозволили проектувати різні системи газового поквартирного опалення та гарячого водопостачання (ГВП) в т. ч. з відведенням продуктів згорання через відокремлені димові канали та через пристрої в зовнішній стіні на фасади будинків. Проекти будівництва житлових будинків IV, V, VI, VII, VIII кварталів району «Поділля» містять принципово технічні рішення, що передбачають викид димових газів через пристрої в зовнішній стіні від індивідуальних газових двоконтурних поквартирних котлів. В IV, V, VI, VII кварталах використано

газові котли VISSMANN VITOPEND 100-W (виробництва Німеччина). В VIII кварталі цього району застосовано поквартирні газові двоконтурні котли PROTERM LYNX та JAGUAR 24 кВт (виробництва Словаччина) (див. табл. 2).

Таблиця 2

Технічні параметри застосованих поквартирних газових двоконтурних котлів

№ з/п	Технічний параметр	Одиниця вимірювання	Марка котла			
			IMMERGAS NIKE STAR	VISSMANN VITOPEND 100-W	PROTERM JAGUAR	PROTERM LYNX
1	Номінальна теплова потужність (корисна)	кВт	23,3	24,8	25,3	25,3
2	Мінімальна теплова потужність (корисна)	кВт	9,3	10,3	10,5	10,5
3	Корисний ККД за номінальної потужності	%	90,9	92,8	93	93
4	Корисний ККД за 30% номінальної потужності	%	89,2	90,5	88	88
5	Регулювання температури опалення	°C	35—80	35—76	85—30	85—30
6	Максимальні витрати гарячої води	л/хв	11,7	11,5	10,7	10,7
7	Встановлена потужність	Вт	85	128	98	98

Маючи в складі проекту детального планування будинки, з кількістю поверхів більше дев'яти, десять будинків запроектовано та здано в експлуатацію, один 16 поверховий та сім дванадцяти поверхових житлових будинків, у яких встановлено дахові газові котельні.

З 2007 р. до сьогодні здійснюється аналіз витрат газу/електроенергії у квартирах з поквартирним опаленням та ГВП і де подача теплоносія відбувається від дахових котельень. Для порівняння вибраний період з 1.01.2015 року по 1.01.2016 року. Витрати газу та електроенергії в 2015 р. дахової котельні по вул. Зодчих 16 в м. Вінниці наведено на рис. 1 та рис. 2.

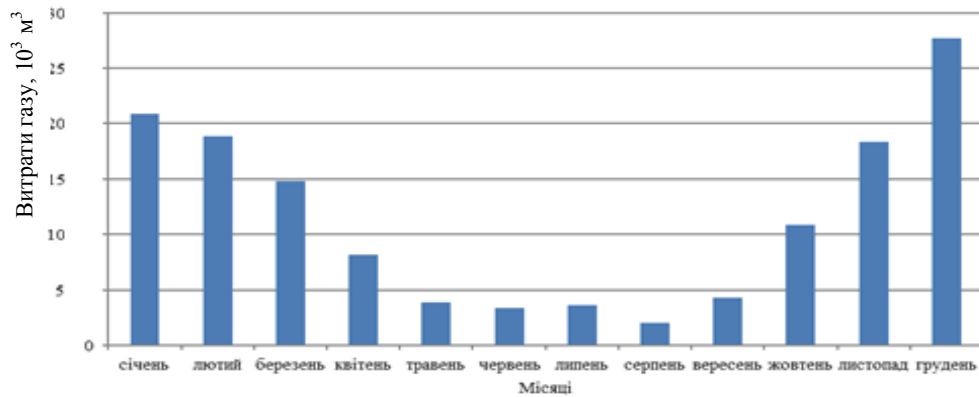
Рис. 1. Місячні витрати газу дахової котельні, м<sup>3</sup>

Рис. 2. Місячні витрати електроенергії дахової котельні, кВт

Аналіз місячних витрат газу даховою котельнею (див. рис. 1) свідчить, що річне споживання газу становить  $Q_p = 136725 \text{ м}^3$ , середнє місячне —  $Q_{\text{ср}} = 11394 \text{ м}^3$ . Витрати газу по місяцях нерівномірні:  $Q_{\text{max}} = 27722 \text{ м}^3$  (грудень),  $Q_{\text{min}} = 2008 \text{ м}^3$  (серпень), річний коефіцієнт нерівномірного використання газу  $K_{\text{пр}} = Q_p / Q_{\text{ср}} = 2,4$ , а відношення максимальної витрати газу до мінімальної  $Q_{\text{max}} / Q_{\text{min}} = 10,4$ .

Аналіз місячних витрат електроенергії даховою котельнею на власні потреби (рис. 2) свідчить, що річне споживання електроенергії становить  $E_p = 36214 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ , середньомісячне —  $E_{\text{ср}} = 3017 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ . Витрати електроенергії по місяцях нерівномірні:  $E_{\text{max}} = 5907 \text{ кВт}\cdot\text{год}$  (листопад),  $E_{\text{min}} = 1136 \text{ кВт}\cdot\text{год}$  (серпень), середньомісячний коефіцієнт перевищення витрат електроенергії  $K_{\text{пе}} = E_{\text{max}} / E_{\text{ср}} = 1,6$ , а відношення максимальної витрати електроенергії до мінімальної  $E_{\text{max}} / E_{\text{min}} = 5,2$ .

*Примітка:* дані отримано від ТОВ «Поділлятеплосервіс» — організація, що здійснює експлуатацію цієї котельні; у будинку створено та діє об'єднання співвласників багатоквартирного будинку «Подольняк 7»; встановлено 2 котли марки VISSMANN VITOPLEX-100 PV1 720 kW та два конвектори для опалення приміщення котельні LB-50; будинок введено в експлуатацію 23 серпня 2007 р.; кількість квартир — 109, загальна площа квартир —  $8454,7 \text{ м}^2$ ; вбудовано-прибудовані приміщення мають комбіновану систему опалення та ГВП і в розрахунок не взято. Зовнішня стіна складається з цегляної кладки 510 мм, з середини утеплювач 50 мм та гіпсокартон 15 мм, що є технічно невідосконаленим та малоефективним проектним рішенням.

Необхідно відмітити розбіжність максимальних витрат газу та електроенергії протягом року та мінімальне споживання у серпні, коли значна кількість мешканців будинку виїжджає на відпочинок за межі міста. Коефіцієнти місячної нерівномірності витрати газу більші в 1,5 рази, а на електроенергію більші в 2 рази.

Питомі витрати газу в рік на один квадратний метр площі для опалення та ГВП дахової котельні становлять

$$\Delta B_{\text{г}} = B_{\text{г}} / S_{\text{к}}, \quad (1)$$

де  $B_{\text{г}}$  — витрати газу по будинку  $\text{м}^3$ ,  $S_{\text{к}}$  — загальна площа квартир,  $\text{м}^2$

Питомі витрати електроенергії в рік на один квадратний метр площі для опалення та ГВП дахової котельні становлять

$$\Delta B_{\text{е}} = B_{\text{е}} / S_{\text{к}}, \quad (2)$$

де  $B_{\text{е}}$  — загальні витрати електроенергії по будинку,  $\text{кВт}\cdot\text{год}$ .

Приготування їжі у квартирах здійснюється на електричних чотириконфоркових плитах потужністю до 8 кВт. Витрати електроенергії під час дворазового годинного приготування їжі та 50 % завантаження плит становлять 8 кВт·год на добу для однієї квартири. Питомі витрати електроенергії на приготування їжі на  $1 \text{ м}^2$  загальної площі

$$\Delta B_{\text{приг.їжі}} = E_{\text{п}} \cdot n_{\text{д}} \cdot n_{\text{м}} \cdot n_{\text{кв}} / S_{\text{к}}, \quad (3)$$

де  $n_{\text{д}}$  — середня кількість днів у місяці (30),  $n_{\text{м}}$  — кількість місяців (12),  $n_{\text{кв}}$  — кількість квартир (109),  $E_{\text{п}}$  — витрати електроенергії окремо в одній квартирі  $\text{кВт}\cdot\text{год}$ .

Витрати електроенергії на один квадратний метр площі на опалення, ГВП та приготування їжі на електроплитах становлять

$$\Delta B_{\text{заг}} = \Delta B_{\text{приг.їжі}} + \Delta B_{\text{е}}, \quad (4)$$

Питомі витрати в рік газу та електроенергії на один квадратний метр площі та приготування їжі наведено в табл. 3

Таблиця 3

Витрати в рік газу та електроенергії на один квадратний метр площі та приготування їжі

Площа кварти, $\text{м}^2$	Витрата газу, $\text{м}^3/\text{рік}$	Загальні витрати електроенергії, $\text{кВт}\cdot\text{год}$		Питомі витрати			
		Опалення та ГВП	Приготування їжі	Газу, $\text{м}^3/\text{м}^2$	Електроенергії, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$	Приготування їжі, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$	Електроенергії та приготування їжі $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$
8454,7	136725	36214	315920	16,17	4,28	37,13	41,41

Помісячні витрати газу в 2015 р. від поквартирних двоконтурних газових котлів та чотириконтурних газових плит у одно-, дво-, три- та чотирикімнатних квартирах по вул. Академіка Ющенка 12 в м. Вінниці наведено на рис. 3.

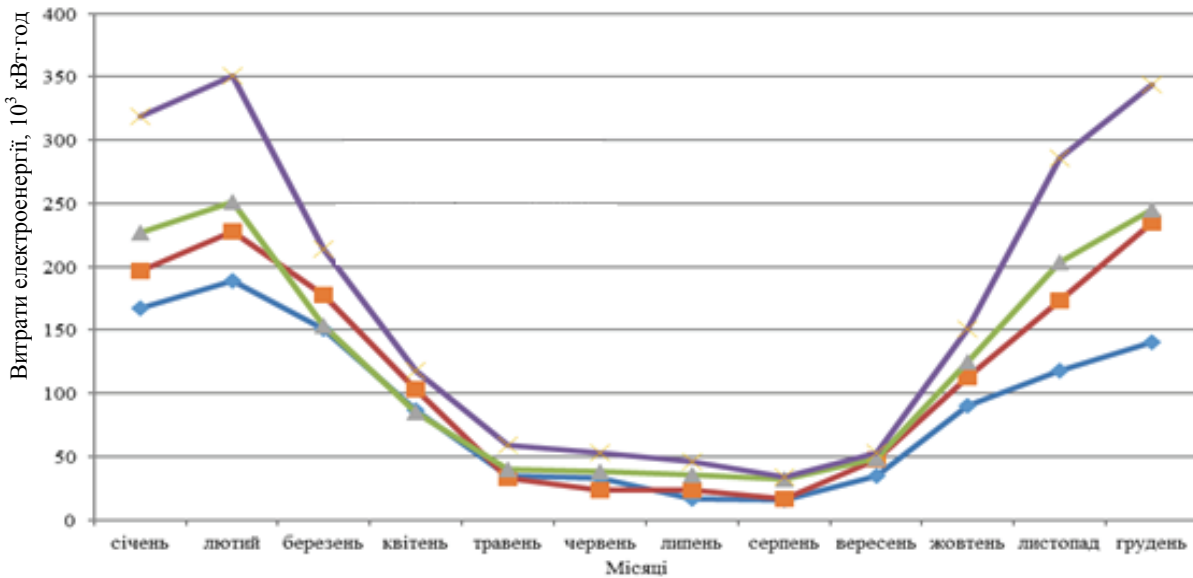


Рис. 3. Помісячні витрати газу у квартирах з поквартирним газовим котлом та газовою плитою, де

— однокімнатна  $S = 41,5$ ; — двокімнатна  $S = 74,1$ ; — трикімнатна  $S = 90,8$ ;  
— чотирикімнатна  $S = 126,7$

*Примітка:* дані отримано від власників квартир, де створено та діє об'єднання співвласників багатоквартирного будинку «Подoliaнка 1». У квартирах встановлено двоконтурні газові котли марки VISSMAN VITOPEND 100-W 24kW з відводом продуктів в димові канали та у зовнішню стіну. Будинок введено в експлуатацію 15 серпня 2006 р.; кількість квартир — 70, загальна площа квартир — 5508 м<sup>2</sup>; вбудовано-прибудовані приміщення мають комбіновану систему опалення та ГВП в розрахунок не взято. Зовнішня стіна складається з цегляної кладки 510 мм, має з середини утеплювач 50 мм та гіпсокартон 15 мм. Фактична кількість мешканців: однокімнатна (9 поверх) — 3 особи, двокімнатна (9 поверх) — 2 особи, трикімнатна (3 поверх) — 4 особи, чотирикімнатна (8 поверх) — 5 осіб.

Питомі витрати газу в рік на один квадратний метр площі для опалення та ГВП від поквартирних двоконтурних газових котлів VISSMANN VITOPEND 100-W 24kW, а також газових плит для приготування їжі становлять

$$\Delta B_{\text{кг}} = B_{\text{к}} / S_{1\text{к}}, \quad (5)$$

де  $B_{\text{кг}}$  — витрати газу по квартирі, м<sup>3</sup>;  $S_{1\text{к}}$  — загальна площа квартири, м<sup>2</sup>.

Загальні витрати електроенергії орієнтовні, у зв'язку з єдиним у квартирі обліком електроенергії: для однокімнатної квартири — 137 кВт·год/рік; для двокімнатної квартири — 176 кВт·год/рік, для трикімнатної квартири 190 кВт·год/рік, для чотирикімнатної квартири — 260 кВт·год/рік. Газові плити електроенергію не споживають.

Питомі витрати електроенергії в рік на один квадратний метр площі для опалення та ГВП від поквартирних двоконтурних газових котлів VISSMANN VITOPEND 100-W 24kW становлять

$$\Delta B = B_{\text{ке}} / S_{1\text{к}}, \quad (6)$$

де  $B_{\text{ке}}$  — витрати електроенергії по квартирі, кВт·год / м<sup>2</sup>.

Величини питомих витрат в рік газу та електроенергії на один квадратний метр площі опалення та ГВП для одно-, дво-, три- та чотирикімнатних квартир з різною кількістю мешканців наведено в табл. 4.

Аналіз величин питомих витрат в рік газу та електроенергії на один квадратний метр площі опалення та ГВП для різних квартир (див. табл. 3) свідчить, що зі збільшенням кількості кімнат витрати зменшуються для газу в 1,45; 1,63; 1,73 рази, відповідно, та електроенергії в 1,44; 1,42; 1,58 рази.

Витрати в рік газу та електроенергії на один квадратний метр площі опалення та ГВП

Квартира	Площа, м <sup>2</sup>	Загальні витрати		Питомі витрати	
		Газу, м <sup>3</sup> /рік	Електроенергії, кВт·год/рік	Газу, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·рік	Електроенергії, кВт·год/м <sup>2</sup> ·рік
Однокімнатна	41,5	1078	137	25,97	3,3
Двокімнатна	74,1	1373	176	18,53	2,38
Трикімнатна	90,8	1485	190	16,35	2,09
Чотирикімнатна	126,7	2028	260	15,00	2,05

Фактично отримані дані про споживання газу та електроенергії, свідчать, що автономні системи опалення є енергоефективним засобом зі зменшення споживання енергоносіїв. Однак, у зв'язку з неповною завантаженістю котлів, зменшується їх коефіцієнт корисної дії. Тому для однокімнатних та двокімнатних квартир варто застосовувати котли меншої потужності зі збереженням показника приготування гарячої води. При цьому значно зростає комфортність за рахунок індивідуального регулювання температурного режиму та зменшується енергоємність цього помешкання.

### Висновки

Досвід впровадження концерном «Поділля» енергоощадних децентралізованих та індивідуальних систем теплопостачання квартир та реалізація подібних проектних рішень в різних регіонах України дозволить заощадити не лише енергоносії, але і значні кошти мешканців на оплату спожитих теплових ресурсів.

Організація системної роботи з модернізації систем теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства вимагає пошуку інноваційних організаційно-технологічних рішень підвищення енергоефективності теплоенергетичного устаткування індивідуального опалення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лівінський О. М. Економічна доцільність проведення енергоощадних заходів в житлових та громадських будівлях / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, А. С. Бойко, М. М. Шулян // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. — 2012. — № 1. — С. 136—144.
2. Нікітін Є. Є. Підвищення енергоефективності системи централізованого теплопостачання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн наук : спец. 05.14.01 / Є. Є. Нікітін ; КПІ. — К., 2015. — 40 с.
3. Ратушняк Г. С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання : навч. посіб. / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. — 136 с.
4. Мхитарен Н. М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве / Н. М. Мхитарен. — К. : Наукова думка, 2000. — 420 с.
5. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г. Г. Фаренюк. — К. : Гамма-Принт, 2009. — 137 с.
6. Будинки і споруди; Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15-2005 [Текст] / розроб. Ю. Г. Репин. — Офіц. вид. — К. : Держбуд України, 2005. — II, 36 с. — (Державні будівельні норми України). — Бібліогр. : с. 35.
7. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання. ДБН В.2.5-20-2001 [Текст] / розроб. Інститутом «УкрНДІнжпроект». — Офіц. вид. — К. : Держбуд України, 2001. — С. 131.
8. Отопление, вентиляция и кондиционирование. СНИП 2.04.05-91 [Текст] / разраб. КиевЗНИИЭП — К. : Украинский научно-исследовательский и проектный институт по гражданскому строительству : 2001. — 44 с.
9. Жилье здания. СНИП 2.08.01-89 [Текст] / Разраб. ЦНИИЭП — М. : Госстрой России, 2000. — 26 с.

Рекомендована кафедрою інженерних систем у будівництві ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 11.08.2016

**Ратушняк Георгій Сергійович** — канд. техн. наук, професор, професор кафедри інженерних систем у будівництві, e-mail: ratusnak@gmail.com .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Очеретний Андрій Михайлович** — заступник генерального директора концерну;

Концерн «Поділля», Вінниця

G. S. Ratushniak<sup>1</sup>  
A. M. Ocheretnyi<sup>2</sup>

## Energy Efficiency of Individual Heating of Apartments in Multi-Storey Residential Buildings

<sup>1</sup>Vinnytsia National Technical University;

<sup>2</sup>Concern «Podillia», Vinnytsia

*There has been considered the possibility and feasibility of implementing energy efficiency in multi-apartment buildings through the use of decentralized and individual heating systems. There have been analyzed the cost modes of roof electricity and gas boilers and gas consumption for heating in apartment double gas boilers and gas stove in the planning of different apartments. There has been revealed the necessity to find innovative organizational and technological solutions to the modernization of power equipment.*

**Keywords:** energy efficiency, electricity, gas, boiler, hot water, heat and gas supply.

**Ratushniak Georgii S.** — Cand. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Engineering Systems in Construction, e-mail:ratusnak@gmail.com;

**Ocheretnyi Andrii M.** — Deputy General Director of the Group

Г. С. Ратушняк<sup>1</sup>  
А. М. Очеретный<sup>2</sup>

## Энергоэффективность индивидуальных систем теплоснабжения в многоэтажных жилых строениях

<sup>1</sup>Винницкий национальный технический университет;

<sup>2</sup>Концерн «Подолье», Винница

*Рассмотрена возможность и целесообразность внедрения энергосберегающих мероприятий в многоэтажных жилых строениях путем использования децентрализованных и индивидуальных систем теплоснабжения. Проанализированы режимы расхода газа и электроэнергии крышных котельных и расхода газа на отопление поквартирными двухконтурными газовыми котлами и газовой плитой в различных по планировке квартирах. Установлена необходимость поиска инновационных организационно-технологических решений по модернизации теплоэнергетического оборудования.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, электроэнергия, газ, котел, горячее водоснабжение, теплогазообеспечение.

**Ратушняк Георгий Сергеевич** — канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры инженерных систем в строительстве, e-mail:ratusnak@gmail.com;

**Очеретный Андрей Михайлович** — заместитель генерального директора концерна