

## АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОВИХ КОНДЕНСАЦІЙНИХ КОТЛІВ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛА

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

*Питання енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності мають важливе стратегічне значення для розвитку економіки країни. Будівельний сектор є одним з найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів, на який припадає до 40 % всіх енергетичних ресурсів, які споживаються в країні. Зростання частки малоповерхового житла потребує збільшення витрат будівельних матеріалів і енергетичних ресурсів на утримання будівлі, що в свою чергу потребує впровадження інноваційних технологій використання енергетичних ресурсів.*

*Проаналізовано використання природного газу для теплозабезпечення малоповерхового житла. Розглянуті сучасні тенденції зростання обсягів малоповерхового житла, яке потребує збільшення матеріальних і енергетичних ресурсів на стадії будівництва та експлуатації. Показані організаційно-економічні заходи та механізми зменшення обсягів використання природного газу. Розкриті екологічні аспекти спалювання природного газу у порівнянні з іншими видобувними вуглеводами. Показано шляхи зменшення екологічного навантаження на довкілля від використання газових конденсаційних котлів.*

*Наведені переваги конденсаційних газових котлів перед конвекційними газовими котлами. Показана економічна перевага та технологічні особливості використання конденсаційних технологій для опалювання малоповерхових житлових будинків.*

*Розглянуто механізм утворення та шляхи утилізації кислого конденсату, який продукується в процесі спалювання природного газу. Наведено склад димових газів і кислого конденсату. Запропоновані способи утилізації газового конденсату. Показана перспектива зменшення споживання природного газу шляхом накопичення кислого конденсату та подальшого вилучення теплової енергії з використанням теплових насосів.*

**Ключові слова:** природний газ, енергоефективність конденсаційних газових котлів, утилізація газового конденсату.

### Вступ

В усіх пострадянських країнах намітилась стійка тенденція наближення національних стандартів комфортності будівництва житла, до стандартів розвинених країн ЄС, США, Канади, де 75...80 % населення проживає в малоповерхових індивідуальних житлових будинках. Дані офіційної статистики свідчать, що 65...68 % житла, яке будується в Україні, є малоповерховим. В сучасних умовах вирішення житлової проблеми покладається на саме населення, а держава має лише сприяти цьому. За рахунок держави будується тільки 0,3...0,5 % житла.

Через збільшену в рази площу поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій малоповерховий будинок потребує значно більше не тільки стінових будівельних матеріалів, але і затрат на теплозабезпечення. Централізована система опалення, хоча і є економічно доцільною, але в умовах низької щільності забудови не завжди є економічно прийнятною. За межами міст і в сільській місцевості поширені автономні системи опалення з використанням твердопаливних котлів, газових котлів на природному газі, електродкотлів. Дані державних статистичних спостережень свідчать про те, що відсоток охоплення домогосподарств послугами централізованого опалення в Україні скоротився з 63 % до 42 %.

В часи існування СРСР вартість природного газу для українських підприємств становила 7 % від світових, а його частка в енергобалансі України становила 41...44 %, тоді як в Європі, США — лише 21...24 %. Видобуток природного газу в колишньому СРСР розпочався в Україні, яка була

найбільш газифікованою республікою на терені СРСР.

Відповідно до Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [1] в структурі загального первинного постачання енергії на природний газ в 2030 році припадатиме 30,8 %, в 2035 — 30,2 % проти 28,9 % в 2015 році.

В нещодавньому (квітень 2018 року) періодичному виданні Мінекономрозвитку і торгівлі України «Україна: перспективи розвитку (Консенсус-прогноз)», підготовленому департаментом економічної стратегії та макроекономічного прогнозування, зазначено, що житлово-комунальні тарифи в Україні будуть підвищуватися подальші три роки. Згідно з прогнозом, тарифи на природний газ будуть підвищуватися протягом трьох років приблизно на 20 % щороку, до підняття їх до рівня європейських цін, тому зростатимуть і тарифи на гарячу воду, опалення, електроенергію.

Альтернативи енергозбереженню та ефективному спалюванню природного газу в Україні просто не існує. Для скорочення споживання природного газу в країні функціонують державні програми фінансової підтримки громадян, які замінюють газовий опалювальний котел на твердопаливний. Будівельний сектор споживає до 40 % від всіх енергоносіїв, які задіяні в економіці країни. В 2019 році введені в дію нові ДБН «Газопостачання» В.2.5-20:2018, які сприятимуть скороченню споживання природного газу, оскільки допускають його використання для потреб опалення та гарячого водопостачання в індивідуальних житлових будинках та багатоквартирних житлових будинках лише до 3 поверхів з потужністю теплогенераторів до 30 кВт, а теплова потужність конвекторів, що встановлюються у житлових приміщеннях обмежена потужністю не більше 7,5 кВт.

Одним з ефективних шляхів раціонального споживання природного газу та охорони довкілля є підвищення ефективності його використання шляхом вилучення теплової енергії з відхідних газів. Температура викиду в атмосферу звичайних конвекційних газових котлів сягає 140...180 °С. При спалюванні природного газу у вихідних газах котлів міститься близько 15 % водяної пари. Її прихована енергія пароутворення складає до 15 % теплоти згорання газу. Утворений конденсат слід розглядати, як низькотемпературне джерело енергії, яка може бути використана. Теплова енергія з конденсату може бути вилучена у тому числі і з використанням теплового насосу (ТН) [2]—[5].

*Мета роботи* — розкрити перспективи скорочення споживання природного газу шляхом впровадження конденсаційних газових котлів для водо- і теплозабезпечення малоповерхового житла та дослідити проблему утилізації кислого конденсату, що утворюється в процесі роботи таких котлів.

### Результати аналітичних досліджень

Принцип роботи газових конденсаційних котлів для опалення житла відомий давно, але реалізувати його в котельному обладнанні з чавуну та сталі було досить складно, позаяк водний конденсат з високою кислотністю та температурою спричиняв їхню корозію та швидке руйнування. Тільки з появою доступних за ціною корозійностійких сплавів стало можливим масово впровадити цю технологію виробництва газових котлів.

Розвиток конденсаційних опалювальних приладів зумовлений не тільки необхідністю скорочення споживання природного газу, але й викидів парникових газів в атмосферу.

Конденсаційний газовий котел вважається одним з самих економічних і високоефективних опалювальних теплогенераторів. Його ККД на 10...15 % вище, ніж ККД традиційного конвекційного газового котла. Важливість впровадження конденсаційних котлів підкреслюється Директивою Європейського Парламенту від 21 жовтня 2009 р (ЄС 2009/125/ЄС), відповідно до якої з 15.10.2015 в країнах ЄС не допускається використання на об'єктах нового будівництва систем автономного теплопостачання на базі неконденсаційних котлів, що працюють на природному газі. В Україні і до нині встановлюють звичайні конвекційні котли, які значно дешевші ніж конденсаційні.

Ефективність конденсаційних котлів передбачає використання скритої енергії водяних парів, які викидаються в атмосферу. В процесі конденсації прихована теплова енергія звільняється і передається теплоносію, а температура газів знижується приблизно до 40...60 °С. Основні переваги конденсаційних котлів: економія газу до 25...35 % за сезон; підвищення ККД котлів на 9...12 %; скорочення викидів в атмосферу SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> і CO<sub>2</sub> (у 5—6 разів менше); низький рівень шуму; можливість каскадної установки (до 16 котлів і більше в одному сегменті) [7]—[8].

Максимальна потужність конденсаційного котла досягається в режимі низькотемпературного опалення (50/30 °С), мінімальний термін його служби в середньому складає 12...15 років. До інших переваг слід віднести: невеликі габарити та вагу котельного обладнання; невисокий рівень вібрацій; можливість каскадної установки декількох котлів та економія на димоході (можна вста-

новлювати димоходи з меншим діаметром).

Ефективність роботи котла залежить, в першу чергу, від того, яка початкова температура води «на вході». Якщо вона становить 30...40 °С, то димові гази будуть інтенсивно охолоджуватися з випаданням конденсату і виділенням додаткової енергії, за 50 °С конденсація сповільниться. Відповідно і ККД буде різним, адже для низькотемпературного опалення з температурами води на подачі / зворотній лініях 50/30 °С він може бути близько 107...109 %, а за вищої температури системи опалення (80/60 °С) ККД буде наближатись до звичайних конвекційних котлів. Метод глибокої утилізації теплоти димових газів дозволяє збільшити ККД конденсаційного котла, що відповідає зниженню витрати палива на рівні 45 кг у.п. на 1 Гкал тепла, що виробляється [9].

До недоліків конденсаційних котла слід віднести високу їх вартість, необхідність наявності електроенергії та влаштування низькотемпературних опалювальних приладів або збільшену кількість радіаторів опалення, необхідність герметичного димоходу, обладнаного примусовою вентиляцією, високий рівень ККД досягається лише в низькотемпературних системах опалення, наявність конденсату (кислих стоків), які потребують нейтралізації, а також обмежене застосування в районах з холодним кліматом (температура повітря нижче -20 °С).

За даними виробників конденсаційного обладнання в залежності від конструкції і налаштувань конденсаційних котлів кількість конденсату становить близько 0,1...0,15 л на 1 кВт·г отриманої енергії [10]—[11].

Згідно з балансом реакції для спалювання 1 м<sup>3</sup> метану потрібно 2 м<sup>3</sup> кисню або 10 м<sup>3</sup> повітря. Приблизний склад продуктів спалювання: 1 м<sup>3</sup> СО<sub>2</sub>; 2 м<sup>3</sup> парів води; 8 м<sup>3</sup> азоту і домішки інших газів. Вміст водяної пари становить близько 18 % об'єму. В табл. 1 подано типовий компонентний склад димових газів [12]. Продукти згоряння охолоджуються сирією водою до 35...40 °С, при цьому відбувається конденсація приблизно 60...70% водяної пари що міститься в них. Це дозволяє корисно використовувати як фізичну теплоту димових газів, так і приховану теплоту конденсації частини водяних парів.

Таблиця 1

Типовий компонентний склад димових газів, % об

№	Компонент димових газів, % об	Вміст, % об
1	Азот (N <sub>2</sub> )	72,11
2	Водяна пара	17,43
3	Вуглекислий газ (CO <sub>2</sub> )	8,73
4	Кисень (O <sub>2</sub> )	1,74
5	Оксид вуглецю (CO)	0,008...0,01
6	Оксид азоту (NO <sub>x</sub> )	0,005...0,01

Як видно з табл. 1 в складі димових газів, крім вуглекислого газу, присутні також оксиди азоту, як побічні продукти реакції. Причому, чим вище температура в зоні горіння газу, тим їх більше. При спалюванні такого газу в камері горіння котла, крім оксидів вуглецю та азоту, утворюються також оксиди сірки. Сірка може бути присутня в природному газі в складі сірководню. Розчиняючись в конденсаті і взаємодіючи з водою, оксиди вуглецю і азоту перетворюються в вугільну, азотисту і азотну кислоти, а оксиди сірки — в сірчану кислоти і роблять конденсат хімічно агресивним. Область значень його рН для газового палива — 2,8...4,9. У разі попадання в каналізацію кислоти знищують корисні бактерії, які переробляють відходи та можуть руйнувати обладнання каналізаційних мереж.

Нормативні показники загальних властивостей стічних вод, що надходять в системи каналізації населених пунктів, встановлюються єдиними вимогами до стічних вод всіх категорій абонентів, виходячи з вимог до захисту мереж і споруд систем каналізації: температура не вище 40 °С, рН — в діапазоні 6,5...8,5. Тому скидання конденсату в каналізацію, минаючи пристрій нейтралізації є недопустимим.

Для нейтралізації кислих стоків необхідно знизити концентрацію іонів Н<sup>+</sup> до такої величини, що відповідатиме нейтральному діапазону значень рН. Це можливо досягнути декількома способами.

Найпростіший спосіб полягає в тому, що при контакті кислих стоків з повітрям діоксид вуглецю поступово переходить з рідинної фази в газову через високу різницю концентрацій (вміст діоксиду вуглецю в повітрі становить близько 0,037 % об.), зумовлюючи тим самим зниження концентрації вугільної кислоти в складі кислих стоків, але вуглекислий газ потрапляє в атмосферу. Традиційний простий спосіб нейтралізації кислих стоків полягає в додаванні у розчин хімічних

реагентів (розчину каустичної соди, інших лужних добавок, карбонатних добавок, доломітової або мармурової крихти тощо), які взаємодіють з іонами  $H^+$ , знижують їх концентрацію в розчині і утворюють нейтральні продукти реакції. Нейтралізація кислих стоків широко використовується в промисловості, зокрема для нейтралізації кислого конденсату продуктів спалювання вуглеводів в котельних, обладнаних системою глибокої утилізації теплоти димових газів.

Світовий досвід доводить, що найкращим реагентом для нейтралізації кислих стоків в побутових газових котлах є карбонат кальцію, магнію, мармурова крихта, які вступають в реакцію з кислотами і утворюють хімічно неактивні солі. Застосовуються й інші реагенти: гранульована крейда в комбінації з активованим вугіллям, діоксид магнію ( $MgO$ ), спеціальні гранули. Нейтралізація відбувається під час проходження конденсату проміж гранул, що поставляються в комплекті аксесуарів котлів і додатково реалізуються виробниками котлів.



Рис. 1. Зовнішній вигляд простих проточних фільтр-нейтралізаторів конденсаційних котлів

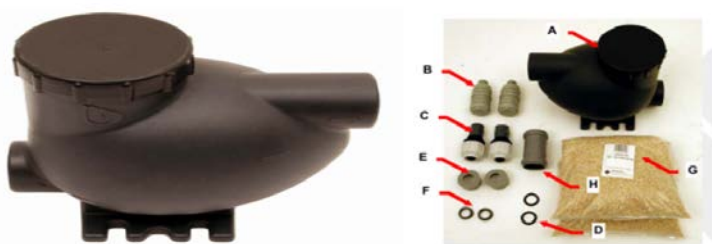


Рис. 2. Зовнішній вигляд фільтрів-нейтралізаторів серії СВ KKN (Італія)

відходи. Він є екологічно безпечним продуктом.

Світовий досвід підтверджує, що економічно доцільніше здійснювати нейтралізацію конденсату для групи квартир або будинків. Так для 11...20 квартир італійська компанія Cillit CB KKN COLOMBO виготовляє фільтр-нейтралізатор з пропілену. Корпус фільтра закривається кришкою у верхній частині [14]. Така форма нейтралізатора дозволяє легко здійснювати заміну нейтралізуючого грануляту. В комплект обладнання фільтра-нейтралізатора входять повний комплект фітінгів, відповідних трубок, які забезпечують швидкість монтажу. Перелік технічних даних фільтра-нейтралізатора для конденсаційних котлів СВ-KKN-COLOMBO поданий в табл. 2. Фільтри-нейтралізатори дозволяють нейтралізувати конденсат і автоматично утримувати значення рН на необхідному рівні.

Таблиця 2

Технічні характеристики фільтра-нейтралізатора Cillit CB-KKN-COLOMBO

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
Об'єм конденсату максимальний	л/год	56
Максимальна кількість квартир	одиниць	11...20
Потужність котла, макс	ккал/год	201000...300000
Потужність котла, макс	кВт	234...349
Робочий тиск, макс	бар	2
Температура конденсату, макс	°С	відповідає максимальній температурі конденсату
Температура навколишнього середовища, мін/макс	°С	5...40
Кількість нейтралізатора при одній загрузці	кг	5
Кількість нейтралізатора при повторній загрузці	кг	4,5

В Інституті технічної теплофізики НАН України розроблений новий спосіб безреагентної нейтралізації конденсату продуктів згорання природного газу, який ґрунтується на використанні фізичних впливів на оброблювальне середовище і дозволяє уникати введення хімічних реагентів і характеризується низькими матеріально- та енергозатратами [15]—[16]. Спосіб розроблений на базі фундаментальних досліджень в рамках наукового напрямку дискретно-імпульсного введення енергії в дисперсні системи з використанням таких механізмів, як високочастотні гідродинамічні коливання, що супроводжуються високими частотами і значними напруженнями звуку а також кавітаційними явищами і швидкоплинними фазовими переходами [17]. Дослідна установка має продуктивність 1т/год; питоме енергоспоживання — 2,1 кВт/год; габарити 600×600×1000 мм, маса — 300 кг. Через неприйнятні габарити установка не може використовуватися для індивідуальних конденсаційних котлів, але цілком прийнятна для групи установок або потужних газових конденсаційних котлів.

За наявності великих обсягів скиду в каналізаційну мережу конденсату, цілком логічним є необхідність влаштування проміжних резервуарів для збору конденсату та подальшого вилучення з нього теплової енергії, адже температура конденсату, який надходить в накопичувач є практично стабільною і значно вищою ніж температура ґрунту або ґрунтових вод. За таких умов за використанням ТН вони будуть працювати з високим значенням коефіцієнта передачі енергії (COP).

За прогнозами Світового енергетичного комітету до 2020 року 75 % комунального і виробничого теплопостачання в розвинених країнах буде суттєво зростати саме за рахунок інших джерел відновлювальної енергетики саме за допомогою використанням ТН. Комплексне рішення проблеми накопичення, нейтралізації газового конденсату може послужити додатковим джерелом теплової енергії для потреб гарячого водопостачання або інших цілей.

Використання енергоефективних газових конденсаційних котлів, об'єднаних в каскад до 20 і більше котлів потужністю до 2 МВт, може виконувати функцію регіональної мікротеплової станції для опалення районів малоповерхової забудови. Робота котлів в каскаді дозволяє регулювати обсяги виробництва теплової енергії, отримувати економію природного газу.

На сьогоднішній день в Європі більше 70 % встановлених котлів — це конденсаційні газові котли. Це пов'язано зі вступом в силу директиви ЄС 2009/125/ЄС, яка забороняє використанням конвекційних газових котлів при будівництві нових будівель і споруд, тому що таке обладнання не відповідає новим нормам викидів димових газів. Адаптація вітчизняної нормативної бази щодо використання конденсаційних водонагрівачів до вимог ЄС сприяє її наближенню до європейського рівня щодо раціонального використання природного газу та зменшення викидів шкідливих газів.

### Висновки

За рахунок держави в Україні будується 0,3...0,5 % житла, скорочуються послуги централізованого опалення, стрімко зростає питома вага будівництва нового малоповерхового житла (63...68 %), що відповідає тенденціям розвинених країн, проте малоповерхові житлові будинки потребують збільшених матеріальних і енергетичних затрат на стадії будівництва та експлуатації.

Використання газових конденсаційних котлів в залежності від режиму їх роботи забезпечує економію природного газу на 15...20 % в порівнянні з традиційними конвекційними котлами та в рази зменшує шкідливі викиди в атмосферу, але потребує збільшеної площі нагрівальних приладів (батареї) або влаштування теплої підлоги.

Аналіз існуючих методів нейтралізації кислого конденсату, який утворюється в процесі роботи конденсаційних газових котлів, свідчить, що економічно найприйнятнішим технічним рішенням є використанням фільтр-нейтралізаторів, які працюють в проточному режимі. Для нейтралізації газового конденсату використовується карбонат кальцію або маґнію у вигляді крихти. Перспективними для впровадження є безреагентні технології нейтралізації конденсату.

Висока температура конденсату, в порівнянні з температурою землі або ґрунтових вод, за наявності великих обсягів його скиду має паралельно з його нейтралізацією передбачати відбір теплової енергії з використанням теплових насосів та теплообмінників. Влаштування проміжних підземних резервуарів (теплонакопичувачів) для конденсату з метою вилучення теплової енергії забезпечить високе значення коефіцієнта передачі енергії теплового насоса.

В Україні має функціонувати і стимулювальна державна фінансова підтримка власників малоповерхових житлових будинків, які встановлюють енергоефективне опалювальне обладнання, що сприятиме вирішенню двох основних проблем — скороченню обсягів споживання природного газу та шкідливих викидів в атмосферу. Існуючий механізм державної компенсації особам, які

заміняють газові котли на твердопаливні (20 % суми кредиту — до 12 тис. грн у разі заміни газових на твердопаливні котли та 35 % суми кредиту — до 14 тис. грн на придбання енергозберіжних матеріалів, обладнання), сприяє лише скороченню обсягів споживання природного газу.

Об'єднані в каскад до 20 і більше газових конденсаційних котлів потужністю до 2 МВт, можуть виконувати функцію регіональної мікротеплової станції для опалення районів компактної малоповерхової забудови. Робота котлів в каскаді дозволяє регулювати обсяги виробництва теплової енергії, отримувати економію природного газу, централізовано проводити нейтралізацію конденсату з вилученням з нього теплової енергії, а нейтралізований конденсат може бути повторно використаний в замкнутих оборотних циклах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. *Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність».*
- [2] М. К. Безродний, та Н. О. Притула, «Ефективність роботи теплового насоса в системі тепlopостачання з використанням теплоти відхідних газів після конденсаційного котла,» *Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»,* № 5, с. 18-23, 2014.
- [3] М. М. Жовмір, «Утилізація низькотемпературної теплоти продуктів згорання палива за допомогою теплових насосів,» *Промышленная теплотехника,* № 2, с. 90-98, 2008.
- [4] А. Б. Гаряев, Е. В. Цепляева, и Г. П. Шаповалова, «Система теплоснабжения на основе тепловых насосов, утилизирующих теплоту влажных газов,» *Промышленная энергетика,* № 8, с. 25-29, 2010.
- [5] М. К. Безродний, та Н. О. Притула, «Термодинамічна ефективність теплонасосної схеми опалення з використанням теплоти відхідних газів котлів,» *Промышленная теплотехника,* № 1, с. 59-67, 2014.
- [6] С. Й. Ткаченко, та Л. А. Боднар, *Підвищення ефективності спалювання палива та охорона навколишнього середовища,* навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2012, 68 с.
- [7] А. У. Липец, Л. В. Дирина, и И. И. Надыров, «Об использовании скрытой теплоты парообразования водяных паров уходящих газов в мощных энергетических котлах,» *Энергетик,* № 2, с. 19-20, 2002.
- [8] ООО «Бош Термотехника». «Полное использование теплоты сгорания,» *Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ,* № 5, с. 26-31, 2014.
- [9] А. А. Паршин, и др. *Тепловые схемы котлов.* Москва: Машиностроение, 1987, 224 с.
- [10] «Проблема нейтралізації конденсату конденсаційних котлів,» *СОК (Сантехника, Отопление, Кондиционирование),* № 2, 2014. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.c-o-k.ru/articles/problema-neytralizatsii-kondensata-kondensatsionnyh-kotlov> .
- [11] «Котловые инновации,» *СОК (Сантехника, Отопление, Кондиционирование),* № 12, 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.c-o-k.ru/articles/kotlovye-innovacii> .
- [12] А. А. Долінський та ін., «Утворення кислого конденсату при глибокій утилізації продуктів згорання природного газу і обладнання для його нейтралізації,» *ОНАХТ. Наукові праці,* т. 80, вип. 1, с. 4-8, 2016.
- [13] «Нейтралізація конденсату для газових котлів,» *Сайт компанії Wilo.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nasosof.ru/neytralizatsiya-kondensata.html> .
- [14] *Фильтр-нейтрализатор для конденсационных котлов СВ-KKN-COLOMBO.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://baxi.ru/upload/iblock/223/neytralizator-kondensata-dlya-napolnykh-kotlov.pdf> .
- [15] Б. Я. Целень, «Спосіб безреагентної нейтралізації кислого конденсату продуктів згорання природного газу,» *Наукові праці, Одеська національна академія харчових технологій,* т. 2, вип. 47, с. 109-111.
- [16] А. А. Долинский, Ю. А. Щуркова, и Б. Я. Целень, «Технология и оборудование для нейтрализации кислых стоков,» *Промышленная теплотехника,* т. 36, № 5, с. 89-105, 2014.
- [17] А. А. Долінський, *Принцип ДІВЕ та його використання в технологічних процесах.* Київ, Україна: Наукова думка, 2001, 346 с.

Рекомендована кафедрою інженерних систем у будівництві ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 11.06.2018

**Сердюк Василь Романович** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, e-mail: modser@i.ua ;

**Сухов Віталій Вікторович** — студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, e-mail: sukhov.vv@mail.ru .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

V. R. Serdiuk<sup>1</sup>  
V. V. Sukhov<sup>1</sup>

## The Relevance of Usage of Gas Condensing Boilers for Heating of Low-rise Housing

<sup>1</sup>Vinnitsia National Technical University

*The problem of energy conservation and energy efficiency are of great strategic importance for the development of the country's economy. The construction sector is one of the largest consumers of fuel and energy resources, accounting for up to 40% of all energy resources consumed in the country. Increasing the share of low-rise housing requires an increase in the cost of building materials and energy resources for the upkeep of the building, which in turn requires the introduction of innovative technologies for the use of energy resources.*

*The study is devoted to the analysis of the use of natural gas for the heat of providing low-rise housing. The modern trends of growth of volumes of low-rise housing which require increase of material and energy resources at the stage of construction and operation are revealed. Organizational and economic measures and mechanisms for reducing the use of natural gas are shown. The ecological aspects of natural gas combustion in comparison with other extractive carbohydrates are disclosed. The ways of reducing the environmental load on the environment when using gas condensing boilers are shown. The advantages of condensing gas boilers over convection gas boilers are given. The economic advantages and technological peculiarities of the use of condensation technologies in heating of low-rise residential buildings are shown.*

*The mechanism of formation and ways of utilization of acid condensate, which is formed during the combustion of natural gas, are considered. The composition of flue gases and acid condensate is presented. Methods of gas condensate utilization are suggested. The perspective of reduction of natural gas consumption by accumulation of acid condensate and subsequent extraction of thermal energy using heat pumps is shown.*

**Keywords:** natural gas, energy efficiency of condensing gas boilers, utilization of gas condensate.

*Serdiuk Vasyl R.* — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Construction, and Urban Architecture, e-mail: modser@i.ua ;

*Sukhov Vitalii V.* — Student of the Department of Construction, Heat and Power Engineering, e-mail: sukhov.vv@mail.ru

В. Р. Сердюк<sup>1</sup>  
В. В. Сухов<sup>1</sup>

## Актуальность использования газовых конденсационных котлов для отопления малоэтажного жилья

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

*Вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности имеют важное стратегическое значение для развития экономики страны. Строительный сектор является одним из крупнейших потребителей топливно-энергетических ресурсов, на который приходится до 40% всех энергетических ресурсов, потребляемых в стране. Рост доли малоэтажного жилья требует увеличения расхода строительных материалов и энергетических ресурсов на содержание зданий, что, в свою очередь, требует внедрения инновационных технологий использования энергетических ресурсов.*

*Проанализировано использование природного газа для теплообеспечения малоэтажного жилья. Рассмотрены современные тенденции роста объемов малоэтажного жилья, требующего увеличения материальных и энергетических ресурсов на стадии строительства и эксплуатации. Показаны организационно-экономические мероприятия и механизмы уменьшения объемов использования природного газа. Раскрыты экологические аспекты сжигания природного газа в сравнении с другими добываемыми углеводами. Показаны пути уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду от использования газовых конденсационных котлов.*

*Приведены преимущества конденсационных газовых котлов перед конвекционными газовыми котлами. Показаны экономические преимущества и технологические особенности использования газовых конденсационных котлов для отопления малоэтажных жилых домов.*

*Рассмотрены механизм образования и пути утилизации кислого конденсата, образующегося в процессе сжигания природного газа. Приведен состав дымовых газов и кислого конденсата, предложены способы утилизации газового конденсата. Показана перспектива уменьшения потребления природного газа путем накопления кислого конденсата и последующего извлечения тепловой энергии с использованием тепловых насосов.*

**Ключевые слова:** газ, энергоэффективность конденсационных газовых котлов, утилизация газового конденсата.

*Сердюк Василий Романович* — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, e-mail: modser@i.ua ;

*Сухов Виталий Викторович* — студент факультета строительства, теплоэнергетики и газоснабжения, e-mail: sukhov.vv@mail.ru