

Зміст

Вступ

Розділ 1. Аналіз методів і засобів підвищення енергетичної ефективності побутових газових теплогенераторів

- 1.1. Проблемні питання експлуатації побутових газових котлів
- 1.2. Аналіз характеристик роботи газових котлів при використанні різних видів палив
 - 1.2.1. Мережевий газ*
 - 1.2.2. Скраплений вуглеводневий газ*
 - 1.2.3. Біопаливо*
 - 1.2.4. Газо-воднева суміш*
 - 1.2.5. Відновлювальні джерела енергії*
- 1.3. Аналіз роботи газових котлів малої потужності
- 1.4. Вибір газового котла

Розділ 2. Аналіз методів і засобів підвищення енергетичної ефективності побутових газових плит

- 2.1. Вплив конструктивних особливостей пальників газових плит на ефективність їх роботи
- 2.2. Дослідження залежності ККД плити від тиску газу

Розділ 3. Газопостачання мікрорайону

- 3.1. Вихідні дані
- 3.2. Загальні положення по підрахунках витрат газу
- 3.3. Розрахунок газопостачання
 - 3.3.1. Визначення кількості жителів*
 - 3.3.2. Визначення витрати газу на комунально-побутові потреби*
 - 3.3.3. Визначення необхідної кількості ШГРП*
- 3.4. Проектування системи газопостачання**
 - 3.4..1 Трасування мережі*
 - 3.4.2. Підбір обладнання ШГРП*
- 3.5. Розрахунок і вибір обладнання**

3.5.1. Регулятор тиску газу

3.5.2. Фільтр

3.5.3 Лічильник газу

3.6. Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску

3.7. Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску

3.8. Гідравлічний розрахунок газопроводів житлового будинку

3.9. Вимикаючі пристрої

Розділ 4. Газопостачання житлового будинку

4.1. Визначення розрахункових витрат газу

4.2. Гідравлічний розрахунок газопроводів

4.3. Розрахунок повітрообміну кухні

4.4. Відвід продуктів згорання

4.5. Система контролю загазованості

4.6. Технічне обслуговування газопроводів

Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів в системах газопостачання

Автоматизована система управління побутовими газовими приладами

Розділ 6. Охорона праці та навколишнього природного середовища

6.1. Техніка безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт

6.2. Екологічні аспекти застосування рішень з підвищення енергетичної ефективності побутових газових приладів

Висновок

Список літературних джерел

Вступ

Основною задачею газорозподільних мереж низького тиску є забезпечення ефективної і безпечної роботи побутових газових приладів та інших споживачів природного газу.

Запорукою надійної та ефективної роботи системи газопостачання є підтримання оптимальних параметрів якості газу і значень його тиску газу в системі газопостачання в цілому і безпосередньо перед газовикористовуючими приладами на рівні, який забезпечує їх сталу і енергоефективну роботу.

Чисельні значення тиску, вказані паспортах приладів, перед споживачами дає можливість забезпечити найвищу ефективність роботи газового обладнання, постійну або близьку до неї, величину теплової потужності газових приладів, для якої коефіцієнт корисної дії і екологічні показники роботи обладнання будуть оптимальними і близькими до паспортних значень. Особливо важливо забезпечити постійний тиск для побутових газових приладів, які не обладнані індивідуальними регуляторами тиску газу.

Підвищення ефективності використання природного газу у газових побутових приладах відіграє визначальну роль у загальнодержавній проблемі заощадження паливно-енергетичних ресурсів.

Згідно «Результатів моніторингу функціонування ринку природного газу за II квартал 2023 року», що оприлюднила Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, обсяг валового споживання природного газу у II кварталі 2023 року становив 2,9 млрд м³, що на 65 % менше ніж у попередньому кварталі та на 21% більше ніж в аналогічному періоді попереднього року (рис. 1.1).

Обсяг споживання природного газу побутовими споживачами у II кварталі 2023 року зменшився на 70 % порівняно з попереднім кварталом та не змінився у порівнянні з аналогічним періодом попереднього року.

Частка обсягу споживання побутових споживачів у загальному обсязі валового споживання у II кварталі 2023 року становила 34 %, що на 5 % менше

в порівнянні з попереднім кварталом та на 8 % менше ніж в аналогічному періоді 2022 року.

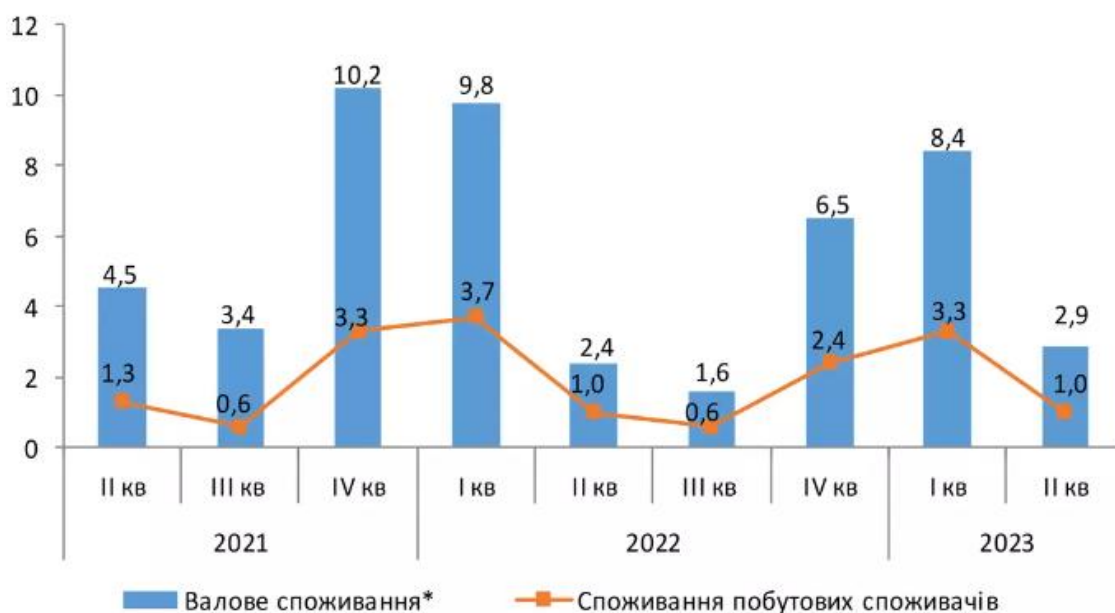


Рис. 1.1. Динаміка обсягів валового споживання та споживання побутових споживачів, млрд м³

Згідно результатів статистичних даних за період 2018-2022 рр. до 35-38% річного споживання газу приходить на побутових споживачів. Тому питання ефективності використання газу побутовими дуже актуальне.

Згідно ДСТУ 2204-93 Плити газові побутові. Загальні технічні умови (ГОСТ 10798-93) к.к.д. пальників стола з номінальною тепловою потужністю більше 1,05 кВт повинен бути не менше 59 %. Для більшості ж існуючих у експлуатації побутових газових приладів дійсна величина ККД не перевищує 40-45%. Таким чином за рік у комунально-побутовому секторі близько 10 млрд м³ природнього газу витрачається без отримання енергетичного ефекту.

Обстеження газорозподільних систем показують, що вплив якості паливного газу і гідравлічних режимів роботи розподільних газопроводів на ефективність використання газу у побутових газових приладах істотний.

Відхилення тиску газу, як і величини теплової потужності, перед пальниками газовикористовуючих приладів від номінальних паспортних величин призводить до наступних наслідків:

- робота газовикористовуючого обладнання з тепловим перевантаженням або з недостатньою теплопродуктивністю, що впливає на результативність основного технологічного процесу, зменшує міжремонтний період експлуатації приладів;

- зменшення ефективності використання газу,
- збільшення непродуктивних витрат газу,
- зниження ККД приладів;
- погіршення екологічних характеристик продуктів згоряння палива.

Відомо, що відхилення теплової потужності промислового газовикористовуючого обладнання у сторону зменшення від номінального на 10% спричиняє втрату ККД на 0,2-0,5%, а у сторону збільшення – на 0,8-1,0%. Для побутового газовикористовуючого обладнання така динаміка також актуальна.

Спалювання газу з підвищеним вмістом водяної пари призводить до погіршення наступних показників процесу горіння:

- зниження температури горіння;
- зменшення теплоти згорання газу;
- зменшення швидкості горіння;
- звуження меж спалахування газу;
- утворення продуктів хімічного недопалу;
- зниження ККД приладів;
- конденсації водяної пари продуктів згоряння в димових трубах.

Потенціал енергозбереження при транспортуванні і використанні природнього газу є значним і до цього часу не використаним. Питання про його оцінку і використання повинні вивчатись.

Розділ 1. Аналіз методів і засобів підвищення енергетичної ефективності побутових газових теплогенераторів

До основних побутових газових приладів відносять газові плити, газові теплогенератори (котли) і газові водонагрівачі.

Використання побутових газових котлів для систем опалення і гарячого водопостачання в індивідуальних і багатоповерхових будинках в країнах Європи є загалом більш поширеним рішенням порівняно з Україною. Децентралізована система з газовими котлами має свої переваги. Вона дозволяє істотно зменшити тепловтрати порівняно з централізованими системами, забезпечити високий рівень керованості надходження теплової енергії в системах опалення та гарячого водопостачання для кожного споживача (квартири) окремо, створює незалежність від аварійних ситуацій в системі теплопостачання, які нерідко виникають внаслідок експлуатації мереж теплопостачання протягом тривалого терміну.

1.1. Проблемні питання експлуатації побутових газових котлів

Аналіз ситуацій, що виникають при експлуатації побутових газових котлів дозволяє визначити такі основні фактори, що впливають на ефективність роботи:

1. Якість газового палива

Компонентний склад газу суттєвий вплив впливає на ефективність спалювання у побутових газових приладах. Якісне паливо дозволяє досягти оптимального згорання та забезпечити ефективне використання енергії. Наявність в газовому паливі домішок та вологи, які потрапляють в газ в процесі видобування, зберігання чи транспортування газу по газовим мережам, може спричинити проблеми зі спалюванням, що призводить до втрат тепла та збільшення викидів шкідливих речовин. Причини зниження якості палива можуть бути наслідком недостатньої обробки або зберігання.

Тому для максимальної ефективності роботи газового котлу необхідно ретельно контролювати якість газу, що надходить в мережу газопостачання, або розглянути можливість використання альтернативних видів газу.

2. Неповне спалювання

може спричинити утворення нагару на внутрішніх поверхнях пальника і теплообмінника. Нагар може забруднити поверхні, перешкоджаючи передачі тепла і зменшуючи ефективність теплопередачі. Через неповне згорання палива у газових котлах можуть утворюватися інші види залишкових відкладень, такі як накип, кальцій, корозійні продукти, сажа тощо. Ці відкладення можуть утворюватися в теплообмінниках, димових трубах або інших частинах котла, якщо не забезпечується належне обслуговування і очищення.

3. Тепловтрати

Побутові газові котли можуть мати проблеми з втратами тепла через недосконалу ізоляцію або погану якість палива. Це може призводити до збільшення витрати газу та зменшення ефективності котла.

4. Відсутність автоматики управління.

Деякі побутові газові котли можуть мати обмежені можливості управління, що ускладнює досягнення оптимальної енергоефективності. Наприклад, відсутність автоматичного регулювання температури або програмованого графіка роботи можуть призводити до зайвого споживання газу.

5. Відсутність інтеграції з альтернативними джерелами енергії.

Побутові газові котли можуть бути неінтегрованими з альтернативними джерелами енергії, такою як сонячна енергія або геотермальна енергія. Інтеграція може допомогти знизити споживання газу та підвищити енергоефективність системи.

6. Екологічні аспекти.

Газові котли можуть негативно впливати на довкілля через викиди димових газів, які утворюються внаслідок спалювання газоповітряної суміші.

Димові гази в своєму складі містять шкідливі речовини. Хоча сучасні котли стають все більш екологічними, проблема емісій існує.

Ці проблеми вказують на необхідність вдосконалення технологій виготовлення і експлуатації побутових газових котлів для досягнення більшої енергоефективності, зменшення екологічного впливу та забезпечення кращої керованості систем опалення.

Тому для максимальної ефективності роботи газового котлу необхідно ретельно контролювати якість газу, що надходить в мережу газопостачання, або розглянути можливість використання альтернативних видів газу.

Ретельний вибір якісного палива є ключовим кроком для підвищення енергоефективності роботи побутових газових приладів.

Існує кілька видів палива, які можуть використовуватися для забезпечення комунально-побутових потреб. Кожен вид палива має свої особливості та впливає на енергоефективність та роботу приладів.

Розглянемо можливості застосування різних видів палив у побутових газових котлах та їх вплив на характеристики обладнання.

1.2. Аналіз характеристик роботи газових котлів при використанні різних видів палив

1.2.1. Мережевий газ

(природний газ, що подається в міську мережу газопостачання)

1. Природний газ є найпоширенішим видом палива для побутових газових приладів. Він є досить чистим та енергоємним джерелом палива. Природний газ має високу енергетичну вартість, що дозволяє отримувати значний обсяг тепла при його спалюванні. Використання природного газу в побутових газових приладах зазвичай забезпечує високу енергоефективність та чисту роботу, оскільки він має низький рівень забруднень та відсутність шкідливих викидів.

Побутовий газовий котел на природному газі працює на основі принципу згоряння газу для генерації тепла. Нижче розглянемо деталі роботи такого котла:

1. **Подача газу:** Газ подається до котла через газопровід. Для забезпечення сталого горіння оптимізується тиск газу за допомогою газового редуктора.

2. **Запалювання:** Коли система котла отримує сигнал про запуск, спалахувач (іскровий генератор) створює іскру, яка запалює газову суміш, що виходить з форсунок. Це створює вогонь в горілці котла.

3. **Згоряння газу:** Після запалювання газу в горілці відбувається процес згоряння. Газова суміш з форсунок змішується з достатньою кількістю повітря для отримання паливно-повітряної суміші. Ця суміш спалюється в горілці, утворюючи полум'я.

4. **Нагрівання води:** Полум'я з горілки оточує теплообмінник, який містить систему трубок або пластинчатих елементів. Холодна вода проходить через цей теплообмінник, а гарячий газ передає свою теплову енергію воді, що призводить до нагрівання води.

5. **Розподіл тепла:** Нагріта вода подається до системи опалення або гарячого водопостачання. Якщо котел призначений для опалення, гаряча вода циркулює через радіатори або підлогове опалення, випускаючи тепло в приміщення. Якщо котел призначений для гарячого водопостачання, нагріта вода постачається до водонагрівача або кранів для використання.

6. **Регулювання температури:** Багато побутових газових котлів мають системи автоматичного регулювання температури. Вони можуть мати вбудовані термостати або бути підключені до зовнішнього регулятора. Це дозволяє підтримувати стабільну температуру води або опалення відповідно до налаштувань користувача.

7. **Безпека:** Побутові газові котли також оснащені системами безпеки, які контролюють рівень газу, попереджають про витіки, моніторять полум'я і автоматично вимикають котел у разі виникнення несправностей.

Важливо зазначити, що робота побутового газового котла на природному газі відбувається автоматично, з контролем тиску, температури та безпеки. Котли на природному газі є досить ефективними і надійними джерелами тепла, що забезпечують ефективне опалення та гаряче водопостачання в будинку.

1.2.2. Скраплений вуглеводневий газ (СВГ)

Скраплений газ (суміші пропан-бутану технічні) є альтернативним видом палива для побутових газових котлів. Пропан-бутан є енергоємним паливом з високою тепловою потужністю, що дозволяє отримувати значну кількість тепла. Його використання може бути корисним у випадках, коли доступ до природного газу обмежений. Проте, пропан-бутан має вищу вартість, що може вплинути на економічність системи.

Побутовий газовий котел, що живиться від СВГ, наприклад пропан-бутановій суміші, працює на подібних принципах, що і газовий котел на природному газі. Проте, існують певні різниці у роботі та використанні пропан-бутану. Нижче розглянемо деталі роботи побутового газового котла на пропан-бутані:

1. **Подача газу:** Пропан-бутан, як природний газ, постачається до котла через газовий трубопровід. Проте, відмінність полягає в тому, що пропан-бутан постачається у вигляді рідини, оскільки це складові газу з вищою густиною. Тому перед подачею в горілку, пропан-бутан має бути перетворений з рідкого стану в газоподібний.

2. **Перетворення рідкого палива:** Для перетворення рідкого пропан-бутану в газоподібний стан використовується спеціальна система підігріву або випаровування. Це забезпечує перехід рідини в газоподібний стан і готовність для згоряння.

3. **Запалювання:** Після випаровування пропан-бутану, процес запалювання аналогічний газовому котлу на природному газі. Спалахувач

створює іскру, яка запалює паливно-повітряну суміш, що виходить з форсунок.

4. Згоряння газу: Після запалювання паливно-повітряної суміші в горілці відбувається процес згоряння пропан-бутану. Полум'я з горілки оточує теплообмінник, де відбувається передача тепла воді.

5. Нагрівання води: Гарячий газ, що проходить через теплообмінник, нагріває воду, яка проходить через систему трубок або пластинчатих елементів. Таким чином, теплоенергія гарячого газу передається воді, яка нагрівається.

6. Розподіл тепла: Нагріта вода постачається до системи опалення або гарячого водопостачання, аналогічно газовому котлу на природному газі. Гаряча вода може циркулювати через радіатори або підлогове опалення для нагрівання приміщень або постачання гарячої води в будинку.

Порівнюючи побутові газові котли на пропан-бутані і природному газі, існує кілька відмінностей:

1. Енергетична вартість: Енергетична вартість пропан-бутану зазвичай вища, ніж природного газу. Це може впливати на вартість опалення та гарячого водопостачання.

2. Зберігання та постачання: Пропан-бутан, у вигляді рідини, вимагає спеціальних ємностей для зберігання, які повинні бути підключені до системи постачання. Природний газ, зі свого боку, може бути безпосередньо підключений до мережі газопостачання.

3. Незалежність від мережі: Використання пропан-бутану дозволяє бути незалежним від централізованої мережі газопостачання, оскільки рідке паливо може бути доставлене в баках. Для природного газу потрібна підключеність до мережі газопостачання.

Вибір між побутовим газовим котлом на пропан-бутані та природним газом залежить від доступності палива, вартості, інфраструктури та індивідуальних потреб споживача.

1.2.3. Біопаливо

Біопаливо, таке як дерево, брикети, пелети, може бути альтернативою традиційним видам палива для побутових газових котлів. Використання біопалива може мати позитивний вплив на екологію, оскільки його згоряння не сприяє значним викидам парникових газів. Проте слід врахувати, що використання біопалива може вимагати спеціального обладнання або модифікації котла для ефективного спалювання.

Побутові газові котли також можуть працювати на біопаливі. Біопаливо виготовляється з органічних матеріалів, таких як деревина, біомаса, рослинні відходи або біогаз. Робота побутового газового котла на біопаливі може бути наступною:

1. Постачання палива: Біопаливо, таке як пелети з деревини або біомасові брикети, подається до спеціального контейнера або бункера в котлі. Це може бути автоматизований процес, де біопаливо подається до котла з використанням шнекового транспортера або подібного пристрою.

2. Підготовка палива: Біопаливо може потребувати певної підготовки перед спалюванням. Наприклад, пелети з деревини можуть потребувати подрібнення або розмелювання для отримання оптимального розміру часток. Деякі котли можуть мати вбудовані механізми для цього.

3. Спалювання палива: Біопаливо подається в спеціальну камеру спалювання внутрішнього горіння. Паливо займає місце в спалювальному просторі, де відбувається зустріч з припливом повітря для забезпечення горіння. Газоподібне паливо, яке утворюється під час спалювання біопалива, змішується з повітрям і утворює паливно-повітряну суміш.

4. Запалювання: Запалювання палива здійснюється за допомогою іскрового запалювача або подібного пристрою. Іскри спрацьовують, щоб запалити паливно-повітряну суміш в спалювальному просторі. Після запалювання утворюється полум'я, яке слугуватиме джерелом тепла.

5. Вироблення тепла: Полум'я спалювання передає тепло до теплообмінника котла, де це тепло передається воді або іншому теплоносію.

Теплообмінник передає тепло з газів спалювання до теплоносія, який потім може бути використаний для опалення приміщень або нагрівання води.

б. Контроль і регулювання: Робота котла на біопаливі може бути контрольована і регульована за допомогою системи керування. Ця система забезпечує оптимальні умови спалювання, контролює температуру теплоносія і забезпечує ефективну роботу котла.

Якщо порівнювати ці види палива в однакових умовах, то природний газ, як правило, є більш ефективним паливом у порівнянні з пропан-бутаном чи біопаливом. Ось декілька причин, чому природний газ може бути ефективнішим:

1. Енергетична вартість: Природний газ має вищу енергетичну вартість порівняно з пропан-бутаном чи біопаливом. Це означає, що за одиницю палива можна отримати більше тепла. Вища енергетична вартість природного газу дозволяє досягнути більшої ефективності виробництва тепла.

2. Коефіцієнт згоряння: Природний газ має вищий коефіцієнт згоряння порівняно з пропан-бутаном. Це означає, що під час згоряння природного газу утворюється менше незгорілого палива і викидів, що сприяє більш повному використанню палива та зменшенню втрат.

3. Доставка та постачання: Природний газ має перевагу у доступності та постачанні. Він підключений до централізованої мережі газопостачання, що забезпечує безперебійне постачання палива до котла. Пропан-бутан, натомість, потребує спеціальних ємностей для зберігання і доставки, що може бути менш зручним та вимагати додаткових зусиль.

4. Екологічні аспекти: Біопаливо вважається більш екологічно чистим, оскільки воно виготовляється з відновлюваних джерел, а не з природного газу, який є необновлюваним джерелом. Використання біопалива може сприяти зменшенню викидів парникових газів та має менший негативний вплив на навколишнє середовище.

Враховуючи ці фактори, природний газ, зазвичай, вважається більш ефективним паливом для побутових газових котлів у порівнянні з пропан-

бутаном та біопаливом. Проте, слід також враховувати місцеві умови, доступність палива та індивідуальні вимоги, оскільки це може вплинути на остаточне рішення щодо вибору палива для побутового газового котла.

1.2.4. Газо-воднева суміш

Альтернативою вищенаведеним видам палива є змішування природного газу з воднем, як один із способів розвитку більш екологічно чистих побутових газових приладів. Додавання водню до природного газу може мати кілька потенційних переваг, але його вплив на роботу побутових газових котлів залежить від кількох факторів.

Енергетична вартість: Водень має високу теплотворну здатність, тому додавання водню до природного газу може збільшити енергетичну вартість палива. Це означає, що при змішуванні природного газу з воднем можна отримати більше тепла при спалюванні.

Екологічні переваги: Водень є чистим паливом і не виділяє парникові гази або інші шкідливі речовини під час згорання. Додавання водню до природного газу може зменшити викиди парникових газів та покращити екологічні показники газових приладів.

Технічні виклики: Змішування природного газу з воднем може створювати технічні виклики, оскільки водень має інші характеристики згорання. Наприклад, можуть знадобитися модифікації пальників або контрольних систем, щоб забезпечити оптимальну роботу з такою сумішшю палива. Також слід враховувати питання безпеки, пов'язані зі зберіганням, транспортуванням та використанням водню.

Інфраструктура: Для використання суміші природного газу з воднем необхідна відповідна інфраструктура, така як системи постачання та зберігання водню. Існуюча газова інфраструктура може потребувати модифікацій, щоб врахувати додавання водню. Узагальнюючи, змішування природного газу з воднем може бути ефективним шляхом поліпшення екологічних показників побутових газових приладів. Проте, перед

впровадженням такої суміші палива важливо враховувати технічні, безпекові та інфраструктурні аспекти, а також визначити оптимальну концентрацію водню в суміші, яка забезпечує найкращу ефективність та безпеку роботи котлів.

Ця ідея набула дуже великої популярності в країнах Європи, де до 2050 року ЄС планує повністю відмовитися від використання викопного палива в енергетиці та звести викиди CO₂ до нуля. Одним із енергоносіїв, якому відводиться велика увага в майбутньому енергобалансі, є "зелений" водень.

У майбутньому Україна може стати одним з ключових партнерів ЄС у виробництві та постачання водню.

В Україні розпочався процес проведення випробувань додавання водню у газорозподільні мережі. Перші дослідження розпочалися на полігоні на Житомирщині. Однак для повноцінного введення водню в експлуатацію, спочатку необхідно покращити якість газорозподільних мереж країни. Так протягом перших семи днів досліду були зазначені значні втрати тиску в макетах мереж (рис. 1.2).

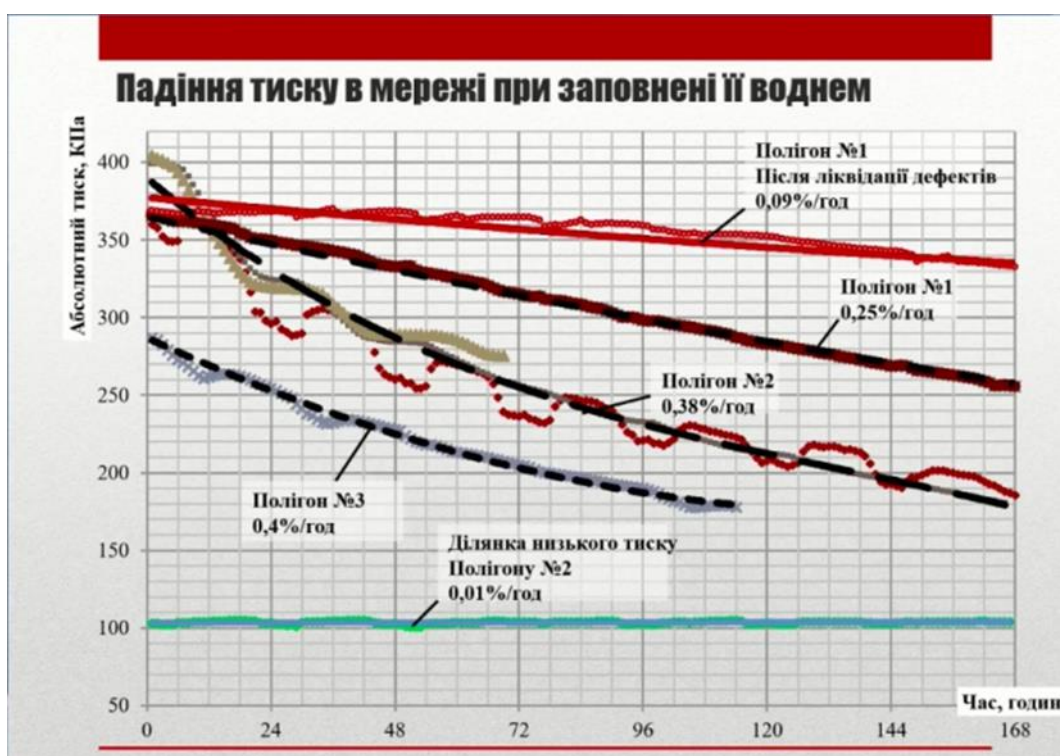


Рис.1.2. Графік падіння тиску в мережі газопостачання

Попередні результати водневого проекту РГК, якій проводився на п'яти полігонах, підтверджують, що 30% концентрація водню в газовій суміші є безпечною для моделей мереж, які максимально наближені до існуючих в Україні. Очікується, що на першому етапі експерименту не потрібно буде змінювати газове обладнання у будинках споживачів. Однак при збільшенні концентрації водню у природному газі, можливо, доведеться змінювати горілки у деяких газових приладах.

1.2.5. Відновлювальні джерела енергії

Використання сонячної енергії для зниження споживання газу та підвищення енергоефективності системи побутового газового котла може бути реалізоване через встановлення сонячних термальних колекторів та сонячних систем нагріву води. Основні способи використання сонячної енергії включають:

1. Сонячні термальні колектори: Сонячні термальні колектори використовуються для збору тепла від сонця і його перетворення на теплоенергію. Вони можуть бути встановлені на даху будинку або на спеціальних конструкціях, які спрямовують сонячне випромінювання на колектори. Тепло, зібране колекторами, передається до системи опалення або гарячого водопостачання, доповнюючи роботу газового котла. Це дозволяє знизити залежність від газу та зменшити його споживання.

2. Сонячні системи нагріву води: Ці системи використовуються для нагріву води за допомогою сонячної енергії. Вони включають сонячні колектори, резервуар для зберігання нагрітої води і систему трубопроводів, що забезпечує циркуляцію теплоносія. Сонячна енергія поглинається колекторами, і тепло передається до води, яка зберігається у резервуарі. Така система може забезпечувати гарячу воду для використання в будинку без необхідності використання газового котла, що допомагає знизити споживання газу.

3. Гібридні системи: Гібридні системи комбінують сонячну енергію з газовим котлом для досягнення оптимальної енергоефективності. Вони використовують сонячні термальні колектори та сонячні системи нагріву води, а також газовий котел. Система управління автоматично перемикається між сонячною енергією та газом в залежності від наявності сонячного випромінювання і потреб в опаленні або нагріві води. Це дозволяє максимально використовувати сонячну енергію та знижувати споживання газу.

Переваги використання сонячної енергії в системі побутового газового котла включають:

- Зниження споживання газу: Використання сонячної енергії дозволяє зменшити залежність від газу і, отже, знизити його споживання. Це призводить до економії палива та зниження витрат на опалення та гарячу воду.

- Екологічна чистота: Сонячна енергія є відновлювальним джерелом енергії і має нульові викиди парникових газів. Використання сонячної енергії допомагає зменшити вуглецевий слід та мінімізувати негативний вплив на довкілля.

- Довговічність: Сонячні системи мають довгий термін служби і вимагають мінімального обслуговування. Це робить їх надійним та вигідним рішенням для забезпечення енергії в будинку.

- Враховуючи вищенаведені фактори, використання сонячної енергії в побутових газових котлах може значно знизити споживання газу та підвищити енергоефективність системи. Однак, важливо врахувати фактори, такі як наявність сонячного випромінювання, розташування будинку та вартість встановлення сонячних систем. Перед впровадженням сонячних рішень необхідно провести ретельний аналіз для визначення оптимального варіанту використання сонячної енергії для конкретного будинку.

Використання геотермальної енергії для зниження споживання газу та підвищення енергоефективності системи побутового газового котла може бути реалізоване через встановлення геотермальної теплової помпи.

Геотермальна тепла помпа використовує тепло, яке зберігається в землі, для опалення приміщень та нагріву гарячої води. Робочий принцип полягає у використанні постійної температури, яка знаходиться в глибині землі, для перекачування тепла у будинок. Геотермальна тепла помпа використовує земельний колектор або вертикальну земну петлю, щоб поглинати тепло землі і перетворювати його на енергію для опалення. Це дозволяє знизити споживання газу та ефективно використовувати теплову енергію землі.

Переваги використання геотермальної енергії в системі побутового газового котла включають:

1. Зменшення залежності від газу: Використання геотермальної енергії дозволяє значно знизити споживання газу для опалення та нагріву води. Замість того, щоб повністю покладатися на газовий котел, геотермальна тепла помпа використовує безкоштовну теплову енергію землі, що призводить до економії палива.

2. Екологічна чистота: Використання геотермальної енергії є екологічно сталим рішенням. Воно не сприяє утворенню парникових газів або надходженню шкідливих речовини в атмосферу. Це сприяє збереженню довкілля та зменшенню вуглецевого сліду.

3. Енергоефективність: Геотермальні теплові помпи є енергоощадливими системами, оскільки вони використовують невелику кількість електроенергії для перекачування тепла землі в будинок. Вони мають високий коефіцієнт продуктивності (COP), що означає, що вони можуть виробляти більше тепла, ніж витрачають на електроенергію.

4. Незалежність від коливань цін на газ: Використання геотермальної енергії дозволяє зменшити залежність від коливань цін на газ, оскільки основна частина опалення забезпечується безкоштовною енергією землі.

Враховуючи переваги геотермальної енергії, використання геотермальної теплової помпи в системі побутового газового котла може знизити споживання газу, підвищити енергоефективність та забезпечити стале та екологічно чисте джерело тепла для будинку.

1.3. Аналіз роботи газових котлів малої потужності

У сучасних індивідуальних системах опалення домінуючу позицію займають котли, які працюють на газовому паливі.

При цьому для забезпечення теплоносієм систем опалення та гарячого водопостачання переважно використовуються традиційні комбіновані котли, що значно поступаються котлам конденсаційного типу.

Проаналізуємо енерго-екологічні показники роботи традиційного комбінованого котла та конденсаційного за номінального навантаження.

У країнах Європейського Союзу системи опалення та гарячого водопостачання є основними споживачами енергії у житловому секторі, і їхня частка становить відповідно 70 і 14 % у загальному енергобалансі будівель. Наразі і в Україні велика увага приділяється підвищенню енергетичної ефективності будівель з метою зниження річного споживання енергії.

Серед різних індивідуальних систем опалення 79% ринку займають котли, що працюють на газовому паливі, проте менше 10% є котлами конденсаційного типу. В основному використовуються традиційні комбіновані котли для забезпечення теплоносієм систем опалення та гарячого водопостачання.

Традиційний комбінований котел (рис. 1.3) оснащений модульованим газовим пальником атмосферного типу.



Рис. 1.3. Конструкція традиційного комбінованого котла Viessmann Vitopend 100, що працює на газовому паливі: 1 – димосос, 2 – теплообмінник, 3 – камера згоряння, 4 – модульний палиник, 5 – гідравлічний модуль, 6 – панель керування

Котли конденсаційного типу мають більш високий ККД за рахунок «глибокої» утилізації тепла газів, що відходять (рис. 2). Водяні пари, що утворюються в процесі горіння газового палива, конденсуються, повертаючи приховану теплоту пароутворення та збільшуючи продуктивність котла на 10–12 %.

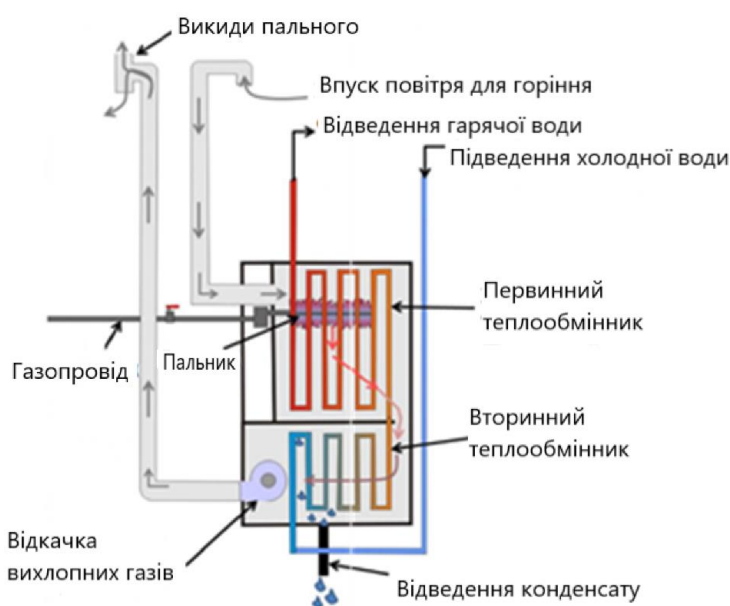


Рис. 1.4. Принцип роботи камери згоряння конденсаційного котла.

Котли конденсаційного типу набувають все більш широкого застосування. В даний час в енергетичному балансі систем опалення, кондиціонування повітря та гарячого водопостачання на дані котли припадає 85%, при цьому їх частка у генерації вуглекислого газу – 67%.

У конденсаційних газових котлах прихована теплота пароутворення використовується за допомогою вторинного теплообмінника, що забезпечує підігрів води, що надходить із зворотного трубопроводу тепломережі (рис. 2). Чим більша різниця температур в трубопроводах системи опалення, тим краще може бути забезпечена ефективність роботи конденсаційного котла. Якщо температура води на вході в котел перевищує температуру точки роси вихідних газів, то він працює в звичайному режимі [9].



Рис. 1.5. Конструкція конденсаційного котла Viessmann Vitodens 100, що працює на газовому паливі:

1 – теплообмінні поверхні, 2 – модульований циліндричний пальник, 3 – емнісний накопичувач, 4 – розширювальний бак, 5 – вентилятор пальника, 6 – насос, 7 -пластинчастий теплообмінник для ГВП, 8 – рідкокристалічний сенсорний

Порівняно зі звичайними котлами ефективність роботи конденсаційних приблизно на 10% вище.

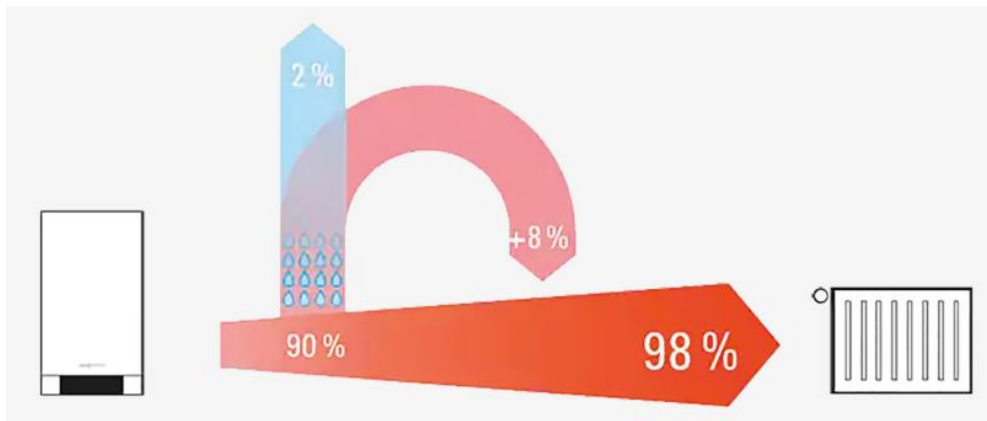


Рис.1.6. ККД стандартного і конденсаційного котлів

Проведемо порівняльний аналіз котлів двох типів, що працюють на газовому паливі, оцінку їх енергетичних та екологічних показників.

Розглянемо два котли настінного типу, що працюють на зрідженому природному газі.

Один із них традиційного комбінованого типу, а другий – конденсаційного. двох моделей: Viessmann Vitopend 100 (рис. 1) та Viessmann Vitodens 100 (рис. 3) – при їх роботі на номінальній потужності.

Котли живлять систему опалення з теплою підлогою, настінними та підлоговими радіаторами. Дані отримані за допомогою газового аналізатора Testo 350 [8], виміри виконувались в коаксіальних димарях котлів через технологічні отвори.

Отримані результати наведено у табл. 1. Технічні характеристики котлів, заявлені фірмою Viessmann, представлені в табл. 2.

Таблиця 1.1

Основні результати енергообстеження газових котлів

Найменування показника	Марка котла	
	комбінований Viessmann Vitopend	конденсаційний Viessmann Vitodens
Потужність, кВт	24	24
Вміст O ₂ , %	12,5	5,5
Вміст CO, ppm	15	40
Вміст NO, ppm	40	14
Вміст NO ₂ , ppm	5	3,8
Температура вихідних газів, °C	152	39
Тиск газу на соплах, мбар	23,9	-
Коефіцієнт надлишку повітря	2,47	1,35
Витрата газу, м ³ /год	3,65	3,23
Втрати тепла, %:		
від хімічного недопалу	0,01	0,02
з вихідними газами	11,11	0,65
ККД бруто	86,68	97,13
Емісії, мг/МДж:		
CO	13	19
NO _x	25	11

Таблиця 1.2

Основні характеристики газових котлів

Найменування показника	Конденсаційний котел Viessmann Vitodens 100	Комбінований котел Viessmann Vitopend 100
Витрата газу, м ³ /год.	3,23	3,65
Діапазон регулювання	5,3-32,0	14,5-32,2
ККД при номінальному навантаженні, кВт	97	93
Споживаєма електрична потужність	141	140
Температура димових газів на виході, °C	39	152

Результати енергообстеження показали, що ККД бруто конденсаційного котла більш ніж на 10% перевищує ККД традиційного котла

комбінованого типу, що в першу чергу пов'язано з наявністю вторинного теплообмінника, що забезпечує «глибоке» охолодження газів, що йдуть.

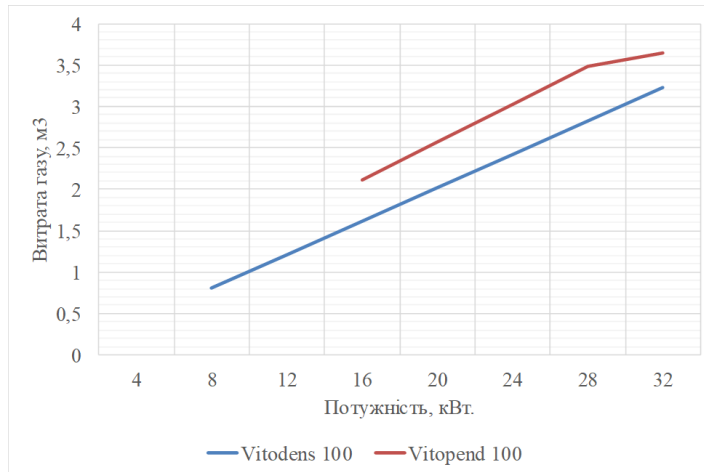


Рис. 1.7. Залежність витрати газу від потужності теплогенератора

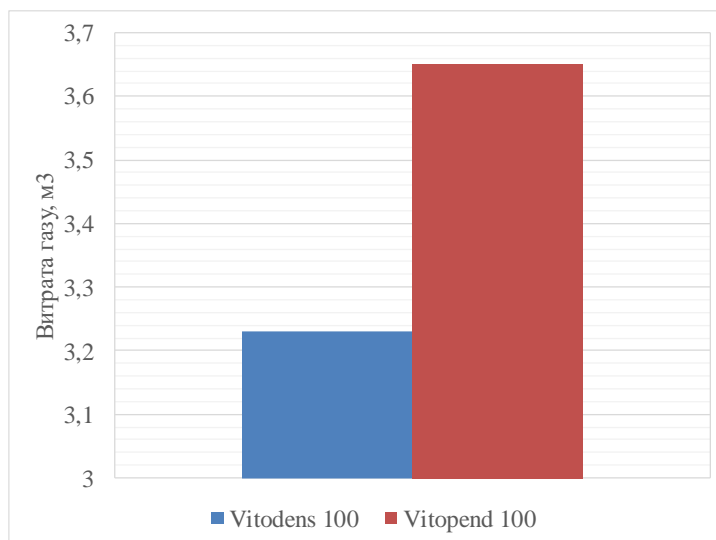


Рис.1.8. Показники інтенсивності процесу спалювання газу

Модульований циліндричний пальник конденсаційного котла дозволяє забезпечити співвідношення паливо - повітря, близьке до оптимального.

За рахунок цього емісія оксидів азоту у 2,3 рази нижча, ніж для традиційного котла комбінованого типу. Емісії оксиду вуглецю мають дуже малі та близькі значення для обстежених котлів. Якщо врахувати теплове забруднення навколишнього середовища, воно для конденсаційного котла набагато нижче.

Високий вміст кисню у камері згоряння традиційного котла (табл. 1) пояснюється відсутністю частотного регулювання димососу. Ця обставина є істотним недоліком, що впливає на техніко-економічні та екологічні показники роботи котла, особливо при його експлуатації на знижених навантаженнях, що необхідно врахувати при подальшому вдосконаленні конструкції котлів цього типу.

Результати енергообстеження показали, що газовий конденсаційний котел значно перевершує традиційний котел комбінованого типу, як за енергетичними, так і екологічними показниками.

1.4. Вибір газового котла

На підставі проведеного аналізу приймаємо до встановлення конденсаційний газовий котел. Використання таких котлів дозволяє підвищити рівень енергоефективності системи.

В таких котлах разом з тепловою енергією, що утворюється при спалюванні газу, використовують ще й приховану теплову енергію, яка міститься в водяних парах димових газів, і, яка в інших котлах втрачається при прямому відводі цих газів через димохід. Використання виробленої енергії під час спалювання газу в конденсаційних котлах відбувається значно ефективніше, ніж у конвекційних, ККД може досягати 109%.

Разом з цим, конденсаційні котли мають ряд недоліків, які обмежують їх використання.

1. Висока вартість. Вони включають більше технологій та компонентів для забезпечення процесу конденсації і підвищеної ефективності. Це може вплинути на вартість покупки і встановлення котла.

2. Потребують специфічні вимог до встановлення. Наприклад, вони вимагають наявності системи конденсатовідводу для виведення утвореного під час роботи котла конденсату. Також важливо мати належне дренажне з'єднання і можливість підключення до каналізації або іншого відведення конденсату.

3. Чутливі до якості палива, вимагають використання якісного газу з низьким вмістом домішок і вологи. Використання низькоякісного палива може призвести до проблем з ефективністю та надмірного забруднення компонентів котла.

4. Мають систему охолодження димових газів, що може створювати ризик замерзання при низьких температурах або в разі неправильної експлуатації. Для уникнення цього необхідно забезпечити належне дренажне відведення і використання антифризу при необхідності.

Частина з вищенаведених проблем може бути нівельована прийняттям кваліфікованих інженерних рішень, інша частина потребує удосконалення технологій.

Позитивний вплив на підвищення енергоефективності роботи газових котлів має використання передових технологій горіння з допомогою подачі в котел вже розігрітого газу, використанням систем керування горінням та оптимізацією конструкцій й матеріалів пальника.

Існує проблема зниження рівня енергоефективності котлів через відсутність засобів оптимального управління відпуском теплового потоку.

Деякі побутові газові котли можуть бути обладнані лише простими термостатами, які не мають автоматичного регулювання температури. Це означає, що температура в приміщенні підтримується на постійному рівні, незалежно від фактичних потреб в компенсації тепловтрат, що коливаються внаслідок змін параметрів зовнішнього середовища. В результаті при відсутності автоматичного регулювання, котел може генерувати теплову енергію навіть при відсутності необхідності додаткових теплонадходжень, що веде до непродуктивного споживання газу та зайвих витрат енергії.

Через відсутність програмованого графіка роботи деякі котли можуть бути лише з базовими функціями управління, не маючи можливості програмування графіка роботи. Це означає, що власники не можуть налаштувати час включення або вимкнення котла відповідно до своїх потреб. Внаслідок цього, котел може працювати постійно, навіть коли нікого немає

вдома або коли немає потреби в опаленні. Це також призводить до недоцільного споживання газу, зайвих витрат енергії, а також має негативний вплив на навколишнє середовище, збільшуючи викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин.

Застосування альтернативних джерел енергії, таких як сонячна енергія або геотермальна енергія, має значний потенціал для зниження споживання газу та покращення енергоефективності. Проте, деякі побутові газові котли можуть бути неінтегрованими з альтернативними джерелами через відсутність технологічної сумісності, що обмежує їх потенціал у забезпеченні сталого та ефективного використання енергії. Системи управління таких котлів та інфраструктура не підтримують спільну роботу з сонячними панелями, геотермальними колекторами або іншими альтернативними системами. Це створює перешкоди для використання доступної альтернативної енергії та обмежує можливості зниження споживання газу та збільшення енергоефективності системи відповідно.

Розділ 2. Аналіз методів і засобів підвищення енергетичної ефективності побутових газових плит

2.1. Вплив конструктивних особливостей пальників газових плит на ефективність їх роботи

Побутові газові плити, які використовують для приготування їжі, повинні відповідати ДСТУ 2204-93 «Плити газові побутові. Загальні технічні умови».

Основний тип плит, які використовуються в побуті – це стаціонарні підлогові плити 2, 3, 4 – ох – пальникові з духовою шафою. Також виготовляються настільні переносні та вбудовані газові плити.

Газові плити призначені для роботи на природному газі з початковим тиском 1274 і 1960 Па, або скрапленому газі з тиском 2940 Па.

Відповідно до ДСТУ 2204-93 ККД газової плити відносно теплової енергії пальників столу повинен складати не менше 59%, вміст оксидів азоту в продуктах згоряння – не більше 200 мг/ м³ (104 ppm), вміст оксиду вуглецю в сухих нерозведених продуктах згоряння 625 мг/м³ (0,05%).

Основним конструктивним елементом побутових газових плит є газовий пальник або конфорка.

Всі пальники попередніх та сучасних газових плит незалежно від фірми- виробника та країни походження характеризуються однаковим принциповим способом організації робочого процесу: це пальники двостадійного спалювання з повним попереднім змішуванням газу з первинним повітрям-окислювачем. Змішування газу з первинним повітрям та дифузійним допалюванням багатої первинної газової суміші.

Пальники побутових газових плит класифікують за розташуванням інжектора-змішувача:

- пальники з горизонтальним змішувачем та периферійним підведенням вторинного повітря;

- пальники з вертикальним змішувачем та периферійним підведенням вторинного повітря;

- пальники з центральним та периферійним підведенням вторинного повітря.

Для утворення сталого горіння і забезпечення повноти спалювання необхідно дотримання обмежувальних швидкостей газоповітряної суміші.

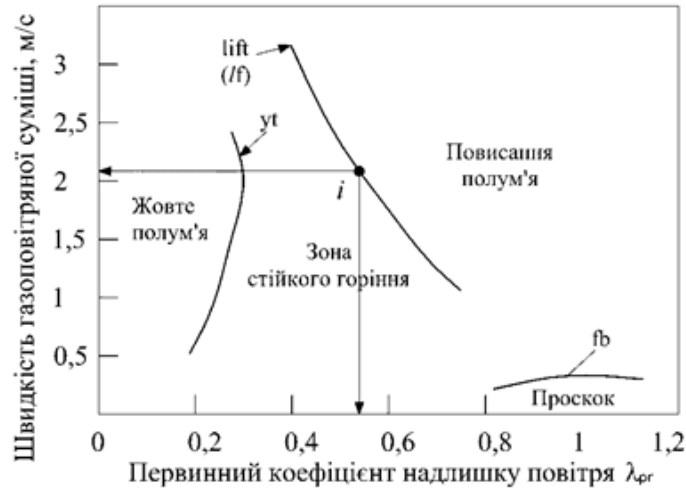


Рис 2.1. Взаємне розташування зони стійкого горіння та меж її порушення внаслідок повисання факелів, виникнення проскоку полум'я, появи жовтих язиків (неповне згорання), при спалюванні природного газу з використанням пальника

Пальники сучасних побутових газових плит представлені на рис 2.2. Як видно із малюнка вони мають невеликі габаритні розміри, ежектор виконаний разом із вогневим насадком. В корпусі пальника є отвір для ежекції первинного повітря, окрім того первинне повітря також ежекується через щілину між корпусом та вогневим насадком.

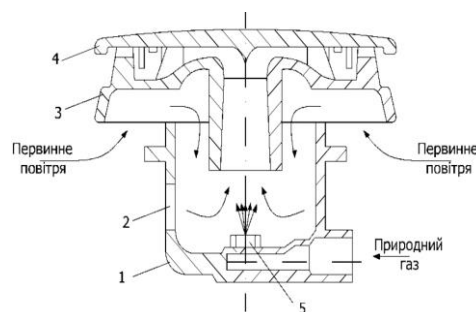


Рис. 2.2. Пальник сучасних побутових газових плит
1 - корпус, 2 - отвір для ежекції первинного повітря, 3 - вогневий насадок, 4 - кришка, 5 - сопло

З огляду на організацію процесу спалювання газу та забезпечення

стабільності факелів визначальним елементом пальників побутових газових плит є вихідні вогневі отвори, через які газоповітряна суміш виходить із вогневого насадку, а також запалюється первинна газоповітряна суміш. Вихідні отвори (рис. 2.3) можуть бути круглими, прямокутними, у вигляді трапеції та багатокутними.

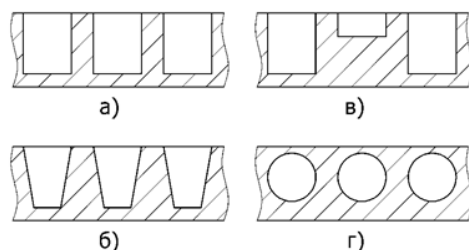


Рис 2.3. Форма вихідних вогневих отворів вогневих насадків пальників газових побутових плит.

Газові пальники сучасних плит запроєктовані однаковими для усіх типорозмірів газових плит, забезпечують стійке спалювання природного газу без проскоку та відриву полум'я при зміні теплової потужності в діапазоні (0,25 - 1,2) від номінального значення потужності.

Застосування інжекційних пальників дозволило спростити конструкцію побутових газових плит та відмовитися від пристроїв для примусової подачі (нагнітання) повітря.

В сучасних газових плитах використовуються пальники, які мають діаметр вогневого насадку від 4 до 10 см, теплову потужністю від 0,7 кВт до 3,5 кВт.

Значне число виробників побутових газових плит у власних інструкціях не зазначають ККД при використанні палива за допомогою пальників, які встановлюються на плиті.

В інструкціях окремих виробників відображена інформація про ККД > 54%. В деяких інструкціях дублюється інформація з ДСТУ 2204-93 та зазначається ККД не менше 59 % для випадку використання пальників тепловою потужністю більше 1,05 кВт.

Виходячи з відомої теплової потужності пальників, можна визначити

наближене значення витрат газу V для пальників різної потужності N .

$$V = \frac{3600 \cdot Q}{\eta \cdot Q_p^H},$$

де Q – номінальна теплова потужність приладу, кВт; η - коефіцієнт корисної дії пальника; Q_p^H – нижча теплота спалювання газу, кДж/м³.

В табл. 2.1. наведенні характеристики вогневого насадку, а також потужності сучасних побутових газових плит.

Таблиця 2.1

Характеристика вогневих насадків пальників побутових газових плит

ТМ виробника газової плити	Пальник малої потужності		Пальник середньої потужності		Пальник великої потужності	
	діаметр, мм	потужність, кВт	діаметр, мм	потужність, кВт	діаметр, мм	потужність, кВт
GORENJE	55	1,0	75	1.75	100	2.7
HANSA	-	1,0	-	1.7	-	3.0
ELECTROLUX	55	1,0	71	2.0	102	3.0
HANSA	40	1,0	65	1,65	90	2,6
GEFEST	-	0,7	-	2.0	-	3,05
CEZARIS	-	0,9	-	2.0	-	3
BEKO	45	1,0	79	2.0	90	2,9

Для відповідних значень теплової потужності пальників, які встановлюються на плитах, витрати природного газу можна визначити з урахуванням ККД використання палива.

В технічних характеристиках побутових газових плит для пальників різної теплової потужності вказані діаметри отворів в соплах, через які подається газ, а також наведені витрати природного газу (див табл. 2.2).

Розміри вихідних отворів вогневого насадку пальників газових плит

Виробник	Пальник малої потужності		Пальник нормальної потужності		Пальник великої потужності	
	діаметр вогневого насадку, мм	загальна площа вихідних отворів вогневого насадку, мм ²	діаметр вогневого насадку, мм	загальна площа вихідних отворів вогневого насадку, мм ²	діаметр вогневого насадку, мм	загальна площа вихідних отворів вогневого насадку, мм ²
Gorenje	39	174	63	206	87	270
Веко	45	155	79	203	90	264
КГА	-	-	65	378	-	-

Крок розміщення отворів вогневого насадку пальника впливає на характеристики поодиноких факелів та відповідних груп факелів, з огляду на що його слід розглядати сумісно з іншими параметрами і характеристиками: геометричними (формою та розмірами вогневих отворів, наявністю стабілізуючих елементів), режимними (потужність пальника, умови експлуатації). Зрозуміло, нарешті, що на факельний процес впливають склад газоповітряної суміші та конструкція пальника в цілому, а також окремих його вузлів.

Мінімальний розмір отворів, як правило, становить не менше 1мм, це пов'язано із намаганням попередити перекриття отворів через їхнє забруднення. Максимальний крок отворів пальника визначається можливістю передачі полум'я від отвору до отвору. Мінімальний крок отворів визначається попередженням злиття факелів, що формуються суміжними отворами. Злиття факелів необхідно уникати, тому що при цьому ускладнюється доступ вторинного повітря до факелів, погіршуються умови утворення вторинної горючої суміші, полум'я витягується та може виходити за бажані межі зони горіння. У такому випадку порушується нормальний процес теплової обробки продуктів у посуді на газовій плиті.

Технічні характеристика пальників газових плит

Марка/ країна	Пальник малої потужності			Пальник нормальної потужності			Пальник великої потужності		
	номінальна потужність, кВт	діаметр сопла, мм	витрати газу, м ³ /год	номінальна потужність, кВт	діаметр сопла, мм	витрати газу, м ³ /год	номінальна потужність, кВт	діаметр сопла, мм	витрати газу, м ³ /год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АЕG/ Electrolux	1,0	0,70	0,095	2,0	0,96	0,190	3,0	1,19	-
Веко (Турція)	1,0	82	0.095	2,0	1.02	0.190	2.9	1.21	0,275
Bosh (Німеччина)	1,0	0,72	0,095	1,75	0,97	0.167	3.6	1.35	0,342
Gorenje (Словенія)	1,0	0,77	0,09521	1.9	1.04	0,189	3,0	1.29	0,286
Hansa (Польща)	1,0	0,72	0,095	1.8	0,98	0.171	2,8	1,17	0,267
Kaiser (Німеччина)	-	0,75	-	-	1.09	-	-	1.24	-
Gefest (Білорусь)	0,7	0,61	-	2,0	1.04	-	3,05	1.26	-
NORD (Україна)	0,75	0,68	-	1,7	1.1	-	2,65	1.4	-

Для пальників сучасних газових плит необхідно враховувати наявність у вогневих отворах як основних, так і стабілізуючих елементів. Відношення s/de (s – крок вогневих отворів; de - еквівалентний діаметр) потрібно розраховувати, маючи на увазі складний профіль вогневих отворів.

Збільшення числа та площі стабілізуючих отворів призводить до скорочення еквівалентного розміру вогневого отвору de . В свою чергу, в умовах фіксованого абсолютного кроку s при розміщенні факелів це збільшує відносний крок s/de .

В таблиці 2.4 приведені значення відносного кроку s/de вогневих отворів

для деяких пальників побутових газових плит.

Таблиця 2.4

Відносний крок вогневих отворів s/de у вогневих насадках пальників з однорядним виходом газоповітряної суміші

Виробник	s/de		
	Пальник малої потужності	Пальник нормальної потужності	Пальник великої потужності
Gorenje	3,0	3.68	3,0
Веко	3,87	4.74	4.69
КГА	-	2,2	-

Сучасні пальникові системи відрізняються наявністю вогневих отворів у сполученні з стабілізуючими елементами іншої геометрії та розмірів.

Конструктивно стабілізуючі елементи (щілини) мають менший характерний розмір, ніж основні отвори та в поєднанні з кришкою вогневого насадку чинять більший аеродинамічний опір витіканню суміші з стабілізуючих щілин. Це призводить до зменшення швидкості руху суміші в стабілізуючих елементах (рис. 2.4), зниження локальних швидкостей потоку в стабілізуючих елементах в сполученні із меншими характерними розмірами сприяє забезпеченню стійкості горіння основного факела.

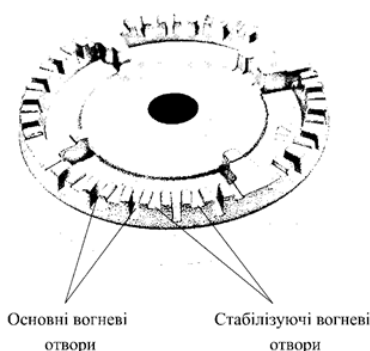


Рис 2.4. Зовнішній вигляд пальника з одним рядом вогневих отворів, виробник Sabaf (Італія)



Рис 2.5. Зовнішній вигляд пальника з трьома рядами вогневих отворів, виробник Sabaf (Італія)

Інша особливість сучасних пальників побутових газових плит - використання декількох поясів спалювання, розташованих на єдиному

вогневому насадку. На рис. 2.4 та 2.5 приведені зовнішній вигляд пальників побутових плит з одним та трьома рядами вогневих отворів відповідно. Існують конструкції пальників, де напрямки подачі газоповітряної суміші мають єдиний вектор (здебільшого вздовж радіусів - назовні).

Такий підхід використовується для пальників малої та нормальної потужності. Для пальників великої потужності використовують вогневі насадки, які мають три пояси вогневих отворів, в одному з яких отвори мають спрямованість по радіусах до осі вогневого насадку (рис 2.5).

Окрім розміру отворів та кроку між ними важливим є гідродинамічний режим руху при подачі газоповітряної суміші на спалювання. Режим руху (число Re) газоповітряної суміші із отворів вогневого насадку для більшості пальників є змінним, може відноситися до турбулентного, ламінарного та перехідного режимів

Таблиця 2.5

Характеристика номінального режиму використання газу в сучасних
кухонних плитах

Виробник	Пальник малої потужності				Пальник нормальної потужності				Пальник великої потужності			
	Витрати газу, м ³ /год	Діаметр отвору сопла, мм	Швидкість потоку м/с	Число Re	Витрати газу, м ³ /год	Діаметр отвору сопла, мм	Швидкість потоку м/с	Число Re	Витрати газу, м ³ /год	Діаметр отвору сопла, мм	Швидкість потоку м/с	Число Re
Beko	0.095	0,82	49	4282	0.190	1,02	64	6885	0,275	1.21	66	8400
Bosh	0,095	0,72	64	4877	0,167	0,97	62	6363	0,342	1,35	66	9363
Gorenje	0,095	0,77	56	4560	0,189	1.04	61	6717	0,286	1,29	60	8166
Hansa	0,095	0,72	64	4877	0,171	0,98	63	6449	0,267	1,17	69	8435

Перехід від ламінарного до турбулентного режиму течії

газоповітряної суміші з факельних щілин призводить до різкої зміни форми факелу, а також збурювання процесів тепло-масообміну в зоні горіння. Інтенсифікація процесів перемішування продуктів згоряння з свіжою газоповітряною сумішшю викликає збільшення швидкості горіння та турбулентного розповсюдження полум'я.

2.2. Дослідження залежності ККД плити від тиску газу перед пальником

Коефіцієнт корисної дії пальників сучасних побутових газових плит залежить від багатьох факторів, до яких можна віднести склад газу, потік ежектованого первинного повітря, відстань від пальника до поверхні, яка нагрівається, діаметр та площу цієї поверхні, а також від тиску газу перед пальником.

Досліджувалась ефективність роботи пальників газових плит «Electrolux», «Beko», «Hansa», «Gorenje». в залежності від тиску газу.

Таблиця 2.6

Результати вимірювання витрати газу при нагріванні рідини на пальниках різної потужності

Поз.	Найменування	Потужність. кВт	Час нагрівання, с	Витрато газу м ³ /год
ПГ-4 «Electrolux»				
1	Конфорка високої потужності	3	960	0.055
2	Конфорка середньої потужності	2	1260	0.045
3	Конфорка низької потужності	1	1000	0.038
ПГ-4 «BEKO»				
4	Конфорка високої потужності	2.9	900	0.05
5	Конфорка середньої потужності	2	1140	0.040
6	Конфорка низької потужності	1	1680	0,041
ПГ-4 «Hansa»				

7	Конфорка високої потужності	3	780	0.052
8	Конфорка середньої потужності	1.7	1320	0.043
9	Конфорка низької потужності	1	W60	0,04
ПГ-4 «Gorenje»				
10	Конфорка високої потужності	3	860	0.048
11	Конфорка середньої потужності	2	1260	0.040
12	Конфорка низької потужності	1.1	1740	0.042

Побудовані графіки залежності витрат газу і часу спалювання ПГ при нагріванні однакового об'єму (2 л) води на 100% потужності

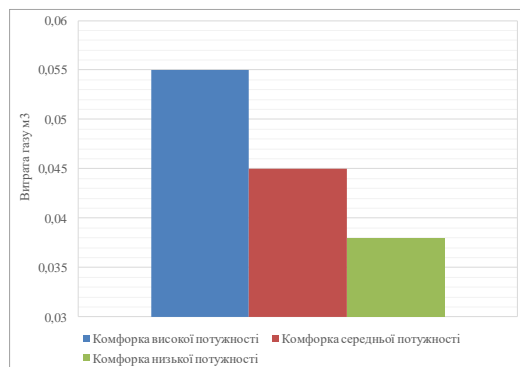


Рис. 2.6. - ПГ «Electrolux»

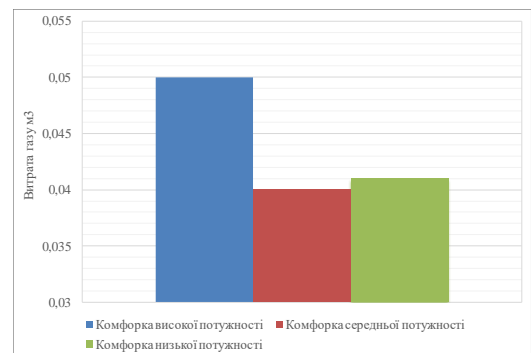


Рис. 2.7. ПГ «ВЕКО»

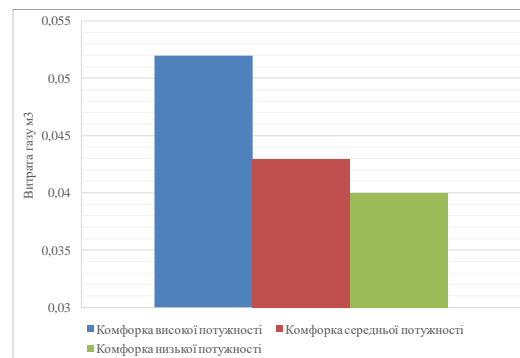


Рис. 2.8. ПГ «Hansa»

Графічна залежність витрат газу від часу нагрівання на різних конфорках газових плит наведені на рис. 2.9.

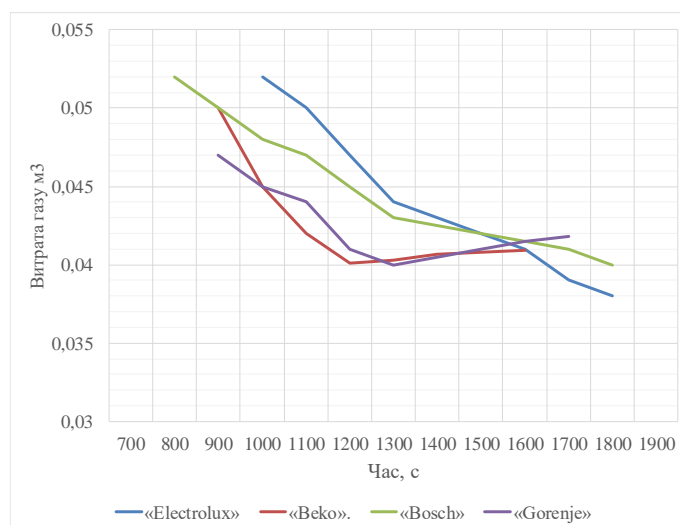


Рис. 2.9. - Графіки залежності витрати газу від часу згорання.

Аналіз результати досліджень показав наступне:

1. Плита «Electrolux»: палик низької потужності витрачає найменше газу, час приготування найбільший, високої та середньої - менший час приготування, але при збільшеній витраті газу.
2. Плита «Beko» - палики середньої та низької потужності показали найменшу витрату та час для нагрівання. Плита характеризується швидким нагрівом та невеликою витратою.
3. Плита «Hansa» найзбалансованіша для приготування як на високій потужності так і на найменшій. Прослідковується стала залежність збільшення витрати при збільшенні теплової потужності.
4. Плита «Gorenje» найменша витрата при застосуванні палика високої потужності. Палик низької потужності характеризується збільшеною витратою газу по відношенню до показників палика середньої потужності. у газу більше чим середньої.

На підставі проведених досліджень найкращі показниками має побутова плита ПГ-4 «Hansa».

Графічні залежності витрати газу і часу нагрівання від тиску

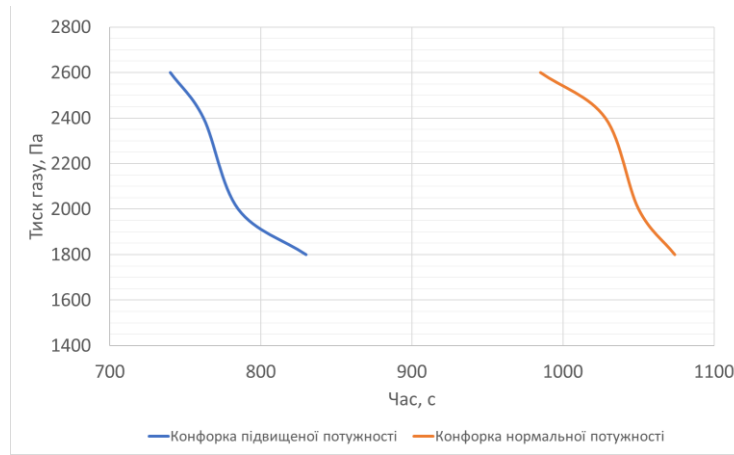


Рис. 2.10. Графіки залежності часу згоряння від тиску газу (дослідження на конфорках підвищеної і нормальної потужностей)

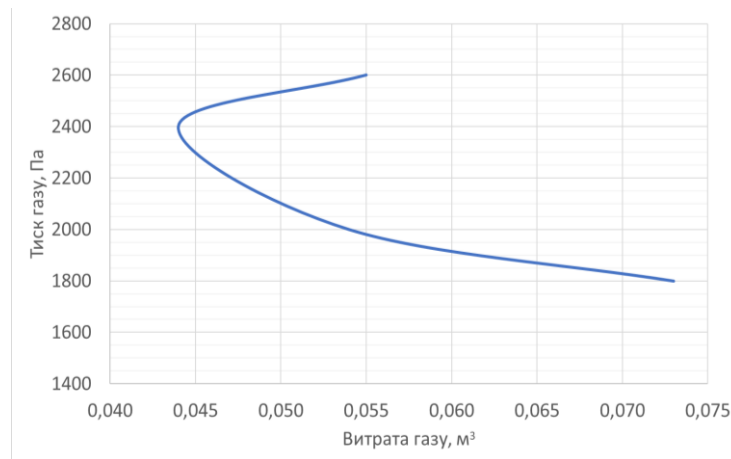


Рис. 2.11. Графік залежності витрати газу від тиску (дослідження на конфорці нормальної потужності)

Розрахунковим шляхом визначено коефіцієнт залежності відношення мінімального споживання газу до споживання газу при робочому тиску (δ). Графічна залежність наведена на рис.6.

Визначено коефіцієнт корисної дії спалювання при різних тисках.

Таблиця 2.7

ККД при спалюванні газу на конфорці середньої потужності при різних тисках

№ з/п	Тиск газу, Па	Різниця між фактичною і розрахунковою кількостями тепла, ккал	Різниця між фактичною і розрахунковою кількостями тепла, %	Фактична кількість тепла нагрівання води ккал (при різних тисках)	Фактичне ККД
1	1800	242,25	50,1	604,22	39,94
2	2000	116,39	32,5	446,96	53,99
3	2400	50,15	17,2	364,19	60,7
4	2600	123,02	33,8	455,24	53,01

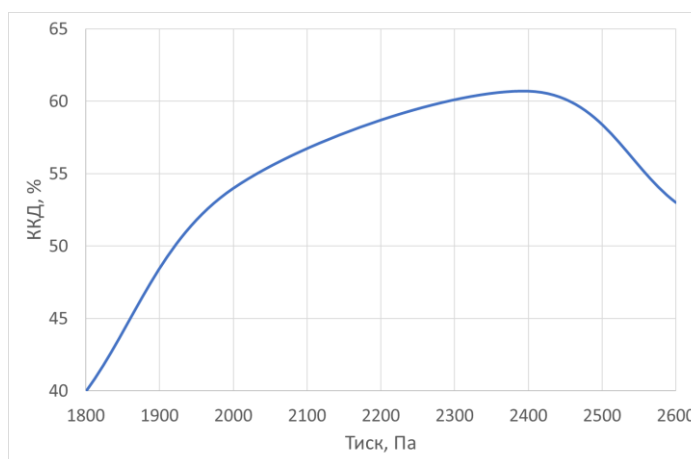


Рис. 2.12. Графік залежності ккд паливника газових плит від тиску газу

Із залежності видно, що максимально ефективним є спалювання газу при тиску 2400 Па, ККД сопла паливника при цьому – 61%. В державному стандарті рекомендовані значення ККД паливників газових побутових плит не менше 59%.

Цей показник перевищує більше мінімальне значення для цих приладів на 10 %.

2.5. Дослідження порівняння вартості теплової енергії, отриманої від спалювання природного по відношенню до інших енергоносіїв

Для порівняння економічності отримання енергії для приготування їжі на побутових газових і електричних плитах проведено визначення вартості спожитої енергії (табл.2.8).

Вартість природного газу визначена за ціною 7,96 грн/куб. м. станом на листопад 2023 року постачальник ТОВ ГК "Нафтогаз України" [8].

Таблиця 2.8

Вартість газу при його спалюванні на конфорці середньої потужності при різних тисках

Тиск, Па	1800	2000	2400	2500	2600
Час спалювання, с	1074	1050	1019	1003	985
Вартість*, грн.	0,58	0,43	0,38	0,44	0,45

Тиск, Па	1800	2000	2400	2500	2600
Витрата газу, куб.м	0,073	0,054	0,048	0,055	0,057
Вартість нагрівання газом, грн.	0,58	0,43	0,38	0,44	0,45
Кількість енергії від газу, кВт	0,694	0,513	0,456	0,523	0,542
Вартість нагрівання електрикою, грн.	2,036	1,504	1,338	1,534	1,590
Вартість нагрівання зрідженим газом, грн.	2,686	1,985	1,765	2,024	2,098
Порівняння вартості нагрівання газ/електрика	351%	349%	352%	349%	353%
Порівняння вартості нагрівання газ/зріджений газ	463%	461%	464%	460%	466%

ККД індукційної електроплити - 90%.

Вартість 1 кВт електрики для приватного споживача – 2,64 грн.

Калорійність зрідженого вуглеводневого газу (пропан-бутану) значно вища за природний (25500 і 8000 ккал відповідно) і більшість стандартного обладнання не буде на ньому працювати в звичному для нього режимі. Щоб не змінювати обладнання та застосовуються змішувальні установки, що призводять до калорійності пропану та природного газу до єдиного значення.

Вартість пропан-бутану за даними ТОВ «Українська енергетична біржа»- Грудень 2023: 3 871,5 грн./МВт.г= 3,871 грн/кВт·год.

Зважаючи на ціни на енергоносії, ми можемо зробити висновок, що найекономічнішим буде використання на нагрівання природного газу. Застосування електрики більше ніж в 3,5, а зрідженого газу в 4,5 рази дорожче при всіх режимах.

Чисельні значення співвідношення вартості газу і електричної енергії можуть змінюватись, так як кількість енергії, що містить природний газ, залежить від відсоткового вмісту його компонентів. Компонентний склад газу відображається в Паспорті фізико-хімічних показників природного газу, який щомісячно оприлюднюється Оператором газотранспортної системи України.

На підставі аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що ефективність згоряння газу із збільшенням тиску зростає, при цьому максимальне значення ефективності утворюється при тиску 2400 Па.

Для побутових газових плит рекомендується підтримувати тиск на рівні 2400 Па.

Необхідно враховувати діаметр посуду, що встановлюється на конфорки. При цьому найбільш ефективно працює середня конфорка.

В залежності від пріоритетності поставлених завдань можна зазначити наступне.

Якщо пріоритетом при спалюванні є економне використання газу – рекомендується використовувати пальник зменшеної потужності і діаметр посуду повинен бути середнім.

При пріоритети швидкого нагрівання можна використовувати пальник підвищеної потужності, але розуміти, що кількість газу, що буде використана, буде більшою від попереднього варіанту на значення до 50%.

На підставі аналізу отриманих результатів оптимальним визначено тиск на рівні 2400 Па.

Відхилення тиску газу, як і величини теплової потужності, перед споживачами від номінальних паспортних величин призводить до наступних наслідків:

- робота газового обладнання з тепловим перевантаженням або з недостатньою теплопродуктивністю, що впливає на результативність основного технологічного процесу, зменшує міжремонтний період експлуатації приладів;
- зменшення ефективності використання газу,
- збільшення непродуктивних витрат газу,
- зниження ККД.
- погіршення екологічних характеристик продуктів згоряння палива.

Враховуючи, що оптимальний тиск перед пальниками дорівнює 2400 Па та при подачі газу від регулятора до пальників відбуваються втрати тиску і на лічильнику, рекомендується тиск налаштування РДГС-10 встановлювати на рівні $2400 + P_{\text{втр}}$.

Важливим моментом регулювання ефективності роботи газових приладів є забезпечення можливості підтримувати тиск газу на оптимальному для певного приладу рівні. Що при великій різноманітності потреб в тисках при підключенні до мережі середнього тиску забезпечити неможливо. Тому при проектуванні і реконструкції систем газопостачання населених пунктів бажано перевагу віддавати саме системам середнього тиску, які при компонуванні будинковими регуляторами мають більший діапазон підтримання необхідного тиску в залежності від індивідуальних характеристик підключених до системи приладів.

Розділ 3. Газопостачання мікрорайону

3.1 Вихідні дані

У відповідності з завданням на проектування, необхідно запроектувати систему газопостачання мікрорайону.

Населення мікрорайону становить 2255 чол. Забудова мікрорайону складається з 4-х дитячих садків, 2-х шкіл, будинку-інтернату, магазинів, торгового центру, заводу деревообробки, клубу, лікарні та 9-ти поверхових житлових будинків.

Кліматичні дані для населеного пункту]:

- тривалість опалювального періоду, n , 175 днів;
- середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, t_{oc} , складає $-1,0$ °С;
- розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування системи опалення, t_o , -24 °С;
- розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування систем вентиляції, $t_{вент}$, -9 °С.

У мікрорайоні ґрунти переважно чорноземи і відносяться до II категорії.

Газ, який надходить до мікрорайону ГРС, видобувається із Шебелинського родовища, так як процентний склад газу може змінюватись то при розрахунках витрат газу приймаю нижчу теплоту згорання газу $Q_H^p = 37$ МДж/м³.

Газифікований мікрорайон займає територію 13,26 км².

У 9-поверхових житлових будинків встановлено:

- для приготування їжі, приготування гарячої води газові плити типу – ПГ-4;
- для опалення будинків – побутові котли;

Проектом передбачається також газифікація комунально-побутових споживачів.

3.2 Загальні положення по підрахунках витрат газу

При розроблені проекту газопостачання мікрорайону Гірницький визначаю річну і годинну витрати газу на розрахунковий період з урахуванням перспективи розвитку об'єктів-споживачів природного газу. Розрахунковий період визначається планом перспективного розвитку населеного пункту і складає 20...25 років.

Витрати газу знаходжу окремо для кожної категорії споживачів: на комунально-побутові і санітарно-гігієнічні потреби населення, на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання житлових і громадських будинків, на потреби промислових підприємств.

Споживання газу в населеному пункті в основному залежить від кількості жителів, ступеню благоустрою житла, кількості і потужності промислових підприємств, кліматичних умов.

3.3 Розрахунок газопостачання

3.3.1 Визначення кількості жителів

Витрати газу на комунально-побутові та теплофікаційні потреби мікрорайону Гірницький залежать від кількості жителів. Кількість жителів N , чол., визначаю згідно формули:

$$N = F_{\text{ж}} / f, \quad (3.1)$$

де $F_{\text{ж}}$ - загальна площа житлових будинків у районі, м^2 ;

f – норма забезпеченості загальною площею, $\text{м}^2/\text{чол.}$ (залежить від ступеню благоустрою населеного пункту і може бути прийнята для малоповерхової забудови – $18 \text{ м}^2 / \text{чол.}$, для багатоповерхової – $15 \text{ м}^2 / \text{чол.}$, для перспективної – $21 \text{ м}^2 / \text{чол.}$).

$$F_{\text{ж}} = F_{\text{з}} * B, \quad (3.2)$$

де $F_{\text{з}}$ – площа забудови у районі, га (визначається по генплану);

B – густина житлового фонду, $\text{м}^2/\text{га}$ (знаходиться в залежності від етажності житлових будинків).

Приймаю $f = 18 \text{ м}^2 / \text{чол.}$, $B = 3300 \text{ м}^2/\text{га}$.

Приводжу приклад розрахунку кількості жителів:

$$F_{\text{ж}} = 13,26 * 3300 = 40\,590 \text{ м}^2;$$

$$N = 40590/18 = 2255 \text{ чол.}$$

Розрахунок приведено у формі таблиці (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Кількість жителів

Район	Площа житлової забудови F_3 , га	Густина житлового фонду B , м ² / га	Норма забезпечен. житловою площею F , м ² / чол	Загальна площа житлових будинків $F_{\text{ж}}$, м ²	Кількість жителів N , чол
I	12,3	3300	18	40590	2255
Всього					2255

3.3.2 Визначення витрати газу на комунально-побутові потреби

Витрата газу на комунально-побутові потреби складає 10...15% загальної витрати газу в населеному пункті. До комунально-побутових споживачів належать квартири житлових будинків, лікувальні заклади, підприємства побутового обслуговування населення. Річна витрата газу на комунально-побутові потреби $V_p^{\text{к-п}}$, млн. м³/рік, визначається в залежності від кількості споживачів, норм витрати теплоти з урахуванням ступеню забезпеченості газопостачанням комунально-побутових потреб населенням за формулою:

$$V_p^{\text{к-п}} = N \cdot S \cdot x \cdot q_n / Q_p^{\text{н}} \cdot 10^{-6}, \quad (3.3)$$

де N – чисельність населення, чол.;

S – розрахункова кількість комунальних послуг;

x – ступінь забезпечення газопостачанням побутових потреб (приймається в межах від 0 до 1 згідно вихідних даних);

q_n – норма витрати теплоти на даний вид комунальних послуг, МДж/рік,

Q_p^H – нижча теплота згорання палива, МДж/м³.

При визначенні витрат газу на комунально-побутові та інші потреби населення і у подальших розрахунках теплота згорання палива прийнята рівною $Q_p^H = 37$ МДж/м³.

Річна витрата газу на комунально-побутові потреби населенням:

$$V_p^{k-p} = N \cdot S \cdot x \cdot q_H / Q_p^H \cdot 10^{-6} = 2255 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 8000 / 37 \cdot 10^{-6} = 0,49 \text{ млн. м}^3/\text{рік};$$

Річна витрата газу на комунально-побутові потреби лікарні:

$$V_p^{k-p} = N \cdot S \cdot x \cdot q_H / Q_p^H \cdot 10^{-6} = 2255 \cdot 0,012 \cdot 1 \cdot 3200 / 37 \cdot 10^{-6} = 0,0023 \text{ млн. м}^3/\text{рік};$$

Річна витрата газу на комунально-побутові потреби клубу:

$$V_p^{k-p} = N \cdot S \cdot x \cdot q_H / Q_p^H \cdot 10^{-6} = 2255 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 3730 / 37 \cdot 10^{-6} = 0,0011 \text{ млн. м}^3/\text{рік};$$

Річна витрата газу на комунально-побутові потреби будинку-інтернату:

$$V_p^{k-p} = N \cdot S \cdot x \cdot q_H / Q_p^H \cdot 10^{-6} = 2255 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 3800 / 37 \cdot 10^{-6} = 0,0011 \text{ млн. м}^3/\text{рік};$$

Річні витрати газу на опалення і вентиляцію громадських будівель визначають за формулою:

$$V_{ov} = \left[24(1+K) \frac{t_B - t_{co}}{t_B - t_{po}} + z_B K K_1 \frac{t_B - t_{co}}{t_B - t_{pv}} \right] \frac{q_{ov} \cdot F_{ж} \cdot n_0}{\eta_0 Q_p^H} \cdot 10^{-6}, \frac{\text{м}^3}{\text{рік}} \quad (3.4)$$

де: K – коефіцієнт, що враховує витрату тепла на опалення громадських будівель який дорівнює 0,25; K_1 – коефіцієнт, що враховує витрату тепла на вентиляцію громадських будівель який дорівнює 0,4; t_B – температура внутрішнього повітря будинків, можна прийняти 18 °С; t_{po} – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування систем опалення, °С; t_{pv} – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування систем вентиляції, °С (дорівнює t_{po}); t_{co} – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний сезон, °С; z_B – середня кількість годин роботи системи вентиляції громадських будинків на протязі доби, при відсутності даних приймається 16 годин; q_{ov} – максимальна годинна витрата тепла на опалення житлових будинків, МДж/(м²·год) (при температурі зовнішнього повітря -21°С приймаємо $q_{ov} = 544$ МДж/(м²·год)), $F_{ж}$ - житлова площа будинків, м², ; n_0 - тривалість опалювального періоду, діб, η_0 - коефіцієнт корисної дії

опалювальних систем, який приймається при опалені від котелень рівним $0,8 \div 0,85$.

$$V_{OB} = \left[24(1+0,25) \frac{18-0,6}{18-(-21)} + 16 \cdot 0,2 \cdot 0,4 \frac{18-0,6}{18-(-21)} \right] \cdot \frac{544 \cdot 40590 \cdot 186}{0,8 \cdot 37 \cdot 3600} = 543590,44 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Річні витрати газу на гаряче водопостачання від котелень будуть складати:

$$V_{ГВ} = 24 \cdot q_{ГВ} \cdot N \left[n_0 + (350 - n_0) \frac{60-t_{ХЛ}}{60-t_{ХЗ}} \cdot \beta \right] \frac{1}{\eta_{ГВ} Q_p^H}, \frac{\text{м}^3}{\text{рік}} \quad (3.5)$$

де: $q_{гв}$ - середня годинна витрата теплоти на гаряче водопостачання, МДж/(люд·год); N - чисельність населення, люд; n_0 - тривалість опалювального періоду, діб; $t_{хз}$ та $t_{хл}$ - температура водопровідної води в опалювальний та літній періоди, при відсутності даних приймаються відповідно 5 та 15 °С; $\eta_{гв}$ - коефіцієнт корисної дії котельні, який приймається рівним $0,8 \div 0,85$; β - коефіцієнт, який враховує зниження витрати гарячої води в літній період, при відсутності даних приймається 0,8, а для курортних та південних міст - 1.

$$V_{ГВ} = 24 \cdot 1260 \cdot 2255 \left[186 + (350 - 186) \frac{60-15}{60-5} \cdot 0,8 \right] \frac{1}{0,8 \cdot 37 \cdot 3600} = 187721,27 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Таблиця 3.2.

Річні витрати газу на комунально-побутові потреби

Споживач, послуга	Розрахункова одиниця	Норма витрати теплоти, q_n МДж/рік	Кількість розрахункових одиниць на 1 жителя, S	Ступінь забезпечення, х	Загальна кількість розрахункових одиниць	Річна витрата газу, $V_p^{к-п}$ млн. м ³ /рік
Житлові будинки	1 житель	8000	1	1	2255	0,49
Лікарня	1 ліжко	3200	0,012	1	27,06	0,0023
Школа-інтернат	1 дитина	3730	0,05	1	112,75	0,0011
Клуб	1 дитина	3800	0,05	1	112,75	0,0011
Котельня 1. Опалення і вентиляція	-	-	544	1	-	0,543
2. Гаряче водопостачання	-	-	1260	1	-	0,187
Всього						1,2245

Сумарні річні витрати газу на комунально-побутові потреби населеного пункту складають $V_p^{к-п} = 1,2245$ млн. м³/рік.

Максимальну годинну витрату газу $V_{год}^{к-п}$, м³/год, визначаю як частку річної витрати за формулою:

$$V_{год}^{к-п} = V_p^{к-п} \cdot K_{max} \cdot 10^6, \quad (3.6)$$

де $V_p^{к-п}$ – річна витрата газу споживачем, млн. м³/рік (див.табл.3.2);

K_{max} – коефіцієнт годинного максимуму, рік/год, [8].

Максимальна годинна витрата газу :

$$V_{год}^{к-п} = 1,2245 \cdot (1/2000) \cdot 10^6 = 612,25 \text{ м}^3;$$

Годинна витрата газу населенням:

$$V_{\text{год}}^{\text{к-п}} = 0,49 \cdot (1/2000) \cdot 10^6 = 245 \text{ м}^3;$$

Годинна витрата газу лікарнею:

$$V_{\text{год}}^{\text{к-п}} = 0,0023 \cdot (1/2500) \cdot 10^6 = 0,92 \text{ м}^3;$$

Годинна витрата газу будинком-інтернат:

$$V_{\text{год}}^{\text{к-п}} = 0,0011 \cdot (1/2200) \cdot 10^6 = 5,00 \text{ м}^3;$$

Годинна витрата газу клубом:

$$V_{\text{год}}^{\text{к-п}} = 0,0011 \cdot (1/2200) \cdot 10^6 = 5,00 \text{ м}^3.$$

Годинна витрата газу на опалення і вентиляцію житлових і громадських будинків знаходиться за формулою:

$$V_{\text{ОВ}}^{\text{год}} = 3600 \cdot [1 + K(1 + K_1)] \frac{q_o F_{\text{ж}} \cdot 10^{-6}}{Q_{\text{н}}^{\text{п}} \eta}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.7)$$

де K – коефіцієнт, який враховує витрату газу на опалення громадських будинків, приймається 0,25; K_1 – те ж, на вентиляцію, приймається 0,4; q_o - укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1 м² загальної площі (при температурі зовнішнього повітря -21°C приймаю $q_o = 9 \text{ Вт/м}^2$) [14, дод.3], Вт/м²; $F_{\text{ж}}$ - житлова площа будинків, м²; η - коефіцієнт корисної дії системи теплопостачання, приймається 0,8÷0,85.

$$V_{\text{ОВ}}^{\text{год}} = 3600 [1 + 0,25(1 + 0,4)] \frac{93 \cdot 40590 \cdot 10^{-6}}{37 \cdot 0,8} = 619,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Годинна витрата газу на потреби гарячого водопостачання дорівнює:

$$V_{\text{ГВ}}^{\text{год}} = K_2 N q_{\text{ГВ}} \frac{3600 \cdot 10^{-6}}{Q_{\text{н}}^{\text{п}} \eta}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.8)$$

де K_2 – коефіцієнт, який враховує добову нерівномірність розбору гарячої води, приймається 2,4; N – кількість жителів району, чол; $q_{\text{ГВ}}$ - укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання (з урахуванням потреб у громадських будинках приймаємо 73 Вт/люд.) [14, дод.3].

$$V_{ГВ}^{год} = 2,4 \cdot 2255 \cdot 73 \cdot \frac{3600 \cdot 10^{-6}}{37 \cdot 0,8} = 48,04 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Таблиця 3.3

Годинні витрати газу на комунально-побутові потреби

Споживач, послуга	Річні витрати газу $V_{р}^{к-п}$, млн. $M^3/\text{рік}$	Коефіцієнт годинного максимуму K_{max} , рік/год	Кількість споживачів N , чоловік	Годинна витрата газу $V_{\text{год}}^{к-п}$, $M^3/\text{год}$
Житлові будинки	0,49	1/2000	1522	245
Лікарня	0,0023	1/2500	1522	0,92
Дитячий садок	0,0011	1/2200	1522	5,0
Школа	0,0011	1/2200	1522	5,0
Котельня				
1. Опалення і вентиляція	0,543	-	-	619,8
2. Гаряче водопостачання	0,176	-	-	48,04

3.3.3 Визначення необхідної кількості ШГРП

Для визначення числа ШГРП необхідно знайти розрахункову витрату газу мережею середнього тиску за годину:

$$V_{р}^{год} = V_{кп}^{год.макс.} + aV_{ов}^{год.макс.}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.9)$$

$$V_{р}^{год} = 255,92 + 0,5 \cdot 667,84 = 589,84, \text{ м}^3/\text{год.}$$

де $V_{кп}^{год.макс.}$ - годинна максимальна витрата газу комунально-побутовими споживачами; a – частка населення і комунально-побутових підприємств, які споживають теплову енергію від котелень; $V_{ов}^{год.макс.}$ - годинна максимальна витрата газу на опалення і вентиляцію, $\text{м}^3/\text{год.}$

Інша частка населення споживає теплову енергію від міні-котелень або індивідуальних котлів, які приєднані до мережі низького тиску.

Оптимальна кількість ШГРП визначається за формулою:

$$n = \frac{V_{р}^{год}}{V_{опт}}, \text{ шт.}, \quad (3.10)$$

$$n = \frac{589,84}{1200} = 0,49 \approx 1, \text{ шт,}$$

де V_{opt} - оптимальна витрата газу одним ШГРП.

Отримана кількість ШГРП округляється до більшого числа, тому фактична пропускна спроможність кожного ШГРП буде дорівнювати:

$$V_{грп} = \frac{V^{год}}{n}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.11)$$

$$V_{грп} = \frac{589,84}{1} = 589,84, \text{ м}^3/\text{год}$$

Отримана кількість ШГРП розподіляється на плані міста по кожному району, в шаховому порядку, так щоб радіус дії кожного був приблизно однаковим.

3.4 Проектування системи газопостачання

3.4.1 Трасування мережі

При виборі системи газопостачання керувалася наступними критеріями: економічність, надійність, безпечність та зручність в експлуатації. У дипломному проєкті запроектувала трьохступеневу систему газопостачання мікрорайону Гірницький. Газ до споживачів подається по газопроводам високого, середнього та низького тиску. Проектую тупикові газопроводи для високого і середнього тиску та закільцьовану систему газопроводів для низького тиску.

Для будівництва систем газопостачання я вибрала поліетиленові труби.

Для зниження тиску газу із середнього до низького проєктуємо встановлення шафові газові регулятори тиску (ШГРП).

3.4.2 Підбір обладнання ШГРП

Вихідні дані

Підбираємо обладнання для ШГРП-3 мікрорайону Гірницький, характеристика якого:

1. тиск газу на вході в ШГРП – $P_1 = 0.16$ МПа;
2. тиск газу на виході з ШГРП – $P_2 = 0.14$ МПа;
3. максимально-годинна витрата газу селищем – $V = 549,84$ м³/год.

ШГРП слід розташовувати на висоті, зручній для обслуговування та ремонту устаноеного обладнання. Шафи ШРП повинні вироблятися із негорючих матеріалів і мати в нижній та верхній частинах отвори для вентиляції. Для обліку природного газу необхідно встановити лічильник.

3.5 Розрахунок і вибір обладнання

3.5.1 Регулятор тиску газу

Користуючись вихідними даними на підставі характеристики про пропускну здатність регуляторів тиску газу приймаємо регуляторами тиску газу FE25S-Y1.

Технічні показники вибраного регулятора тиску:

1. площа сідла клапана – $f = 8,03$ см²;
2. коефіцієнт витрати – $a = 0,6$.

Співвідношення тисків на вході і виході з ШГРП становить:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{0,14}{0,16} = 0,875$$

Цьому співвідношенню відповідає таке значення числового коефіцієнта $\varphi = 0,4748$.

У загальному випадку пропускну здатність будь-якого регулятора тиску визначається за формулою:

$$Q = 1595 \cdot f \cdot a \cdot P_1 \cdot \varphi \cdot \sqrt{(1/\rho_0)}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.12)$$

$$Q = 1595 \cdot 8,03 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,4748 \cdot \sqrt{(1/0,73)} = 2561,4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Отримане значення пропускнуої здатності регулятора на

$$\beta = (2561,4-380,91)/2561,4 \cdot 100\% = 85\%$$

перевищує максимально-годинну витрату газу споживачами селища, що перебуває в межах. Тобто регулятор тиску для ШГРП підібрано правильно.

3.5.2 Фільтр

Користуючись даними про технічну характеристику газових фільтрів, встановлюють фільтр ФСС-50 з діаметрами патрубків на підключення до газопроводів $d_y = 50$ мм. Його конструкція розрахована на максимальний тиск газу – 0,6 МПа, що перевищує тиск на вході в ШГРП - P_1 , а допустима пропускна здатність становить не менше 1600-1700 м³/год, що також більше за максимально-годинну витрату газу всіма споживачами.

3.5.3 Лічильник газу

У відповідності до вимог нормативних документів [1] для обліку природного газу слід використовувати прилади з класом точності 1, які мають можливість підключення коректорів об'єму. У даному випадку в ШГРП встановлюють лічильник газу типу ЛВГ. Користуючись даними про максимально-годинну витрату газу споживачами $V=380,91$ м³/год. – вибираємо типорозмір ЛВГ – 100 з такими характеристиками:

1. діапазон витрати газу – 250-400 м³/год;
2. діапазон робочого тиску – 0,1 – 10,0 МПа;
3. границі допустимої похибки вимірювання – $\pm 1,0\%$.

1.5 Гідравлічний розрахунок газопроводів

3.6 Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску

Мета розрахунку – визначення діаметрів труб для проходження необхідної кількості газу при допустимих втратах тиску, або навпаки – знаходження втрат тиску при транспортуванні необхідної кількості газу по трубах існуючого діаметру.

Джерелом газопостачання мереж середнього тиску є магістральний газопровід.

Гідравлічний режим роботи газопроводів призначаю виходячи з умов максимального використання розрахункового перепаду тиску. Розрахунок розподільчих мереж виконують у наступній послідовності:

1) Накреслюємо розрахункову схему газопроводів на яку наносимо:

а) місце розташування зосереджених споживачів з вказівкою їх шифрів і навантажень (годинна витрата газу);

б) схему газопроводів середнього тиску з поділом на ділянки. Нумерацію вузлів виконую починаючи від джерела газопостачання до найбільш віддаленого споживача;

в) розрахункові витрати газу та геометричні довжини ділянок.

В розрахункових схемах витрати газу спочатку наносять на відгалуження до кожного окремого споживача. На магістральних ділянках мережі витрати газу визначають у вигляді суми витрат для всіх відгалужень починаючи з самого віддаленого споживача.

Мережа газопроводів, розрахована при нормальному режимі, використовується для подальшого розрахунку відгалужень до споживачів.

Відповідно додатку «Е» ДБН В 2.5–20-2001 [1] гідравлічний розрахунок виконується в такій послідовності:

Падіння тиску в газопроводах низького тиску визначається залежно від режиму руху газу по газопроводу, Рейнольдса, що характеризується числом, яке визначається по формулі:

$$Re = 0,0354 \frac{Q}{d\nu}, \quad (3.13)$$

де Q - витрата газу, м³/ч, при температурі 0 °С і тиску 0,10132 МПа; d - внутрішній діаметр газопроводу, см; ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості газу, м²/с (при температурі 0 °С і тиску 0,10132 Мпа).

При виконанні гідравлічного розрахунку газопроводів, діаметр газопроводу слід заздалегідь визначати по формулі

$$d = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{Q(273 + t)}{p_m V}}, \text{ см} \quad (3.14)$$

де d - діаметр газопроводу, см; Q - витрата газу, м³/ч, при температурі 0 °С і тиску 0,10132 МПа; t - температура газу °С; p_m - середній тиск газу (абсолютний) на розрахунковій ділянці газопроводу, МПа; V - швидкість руху газу, м/с.

При виконанні гідравлічного розрахунку слід приймати швидкості руху газу не більше 7 м/с для газопроводів низького тиску.

Залежно від значення Re падіння тиску в газопроводах визначається по наступних формулах:

- для ламінарного режиму руху газу $Re < 2000$

$$H = 1,132 \cdot 106 \frac{Q}{d^4} \nu \rho_1, \text{ Па} \quad (3.15)$$

- для критичного режиму руху газу $Re = 2000 - 4000$

$$H = 0,516 \cdot \frac{Q^{2,333}}{d^{5,333} \nu^{0,333}} \rho_1, \text{ Па} \quad (3.16)$$

- для турбулентного режиму руху газу при $Re > 4000$

$$H = 69 \cdot \left(\frac{n}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25} \cdot \frac{Q^2}{d^5} \rho_1, \text{ Па} \quad (3.17)$$

де H - падіння тиску, Па; ρ - щільність газу, кг/м³ при температурі 0 °С і тиску 0,10132 МПа; l - розрахункова довжина газопроводу постійного діаметру, м; n - еквівалентна абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні стінки для сталевих труб - 0,01.

Для зовнішніх надземних і внутрішніх газопроводів розрахункова довжина газопроводів визначається по формулі:

$$l = l_1 + \sum \xi l_d, \text{ м}, \quad (3.18)$$

де l_1 - фактична довжина газопроводу, м; $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів ділянки газопроводу завдовжки l_1 ; l_d - еквівалентна довжина прямолінійної ділянки газопроводу, м, втрати тиску на якому рівні втратам тиску в місцевому опорі із значенням коефіцієнта $\xi = 1$.

Еквівалентна довжина газопроводу визначається залежно від режиму руху газу в газопроводі по наступних формулах:

- для ламінарного режиму руху газу:

$$l_d = 5,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{Q}{\nu}, \text{ м} \quad (3.19)$$

- для критичного режиму руху газу

$$l_d = 12,15 \cdot \frac{d^{1,333} \cdot \nu^{0,333}}{Q^{0,333}}, \text{ м} \quad (3.20)$$

- для всієї області турбулентного режиму руху газу:

$$l_d = \frac{d}{11 \left(\frac{n}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25}}, \text{ м} \quad (3.21)$$

Розрахунки зводимо у розрахункову таблицю 3.5.

Таблиця 3.5

Гідравлічний розрахунок газопроводів високого та середнього тиску

№п/п	№ діл	Кіл. Буд	Коеф. одн.	Витрата газу, нм3/год	Довж. діл.	Розр. Довж. Діл.	Діам. тр/пр	$\Delta P_{п,}$ Па	$\Delta P_{к,}$ Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1-2	-	-	611,61	44	48,4	90x5,2	0,14	0,135
2	2-3	176	0,176	410,71	110	121	90x5,2	0,135	0,132
3	3-4	166	0,177	387,98	20	22	90x5,2	0,132	0,132
4	3-3а	7	0,37	21,22	156	171,6	40x3,7	0,132	0,126
5	4-4а	7	0,37	21,22	183	201,3	40x3,7	0,132	0,124
6	4-4б	16	0,296	44,25	202	222,2	40x3,7	0,132	0,119
7	4-ШП-2	150	0,179	351,66	110	121	90x5,2	0,132	0,129

3.7 Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску

Проектується багатокільцева система газопроводів низького тиску.

Матеріал газопроводів - поліетилен (ПЕ-80). Тип з'єднання – терморезисторне зварювання. Для діаметрів труб від 16 до 40 мм приймати стандартне розмірне співвідношення (SDR) 11, для діаметрів 50-400 мм приймати SDR 17,6.

При розрахунку газопроводів низького тиску на розрахунковій схемі виділяємо зони дії ШГРП, які розраховуються як самостійні багатокільцеві системи.

Розрахунок виконується в такій послідовності:

1. Накреслюємо схему газопроводів низького тиску. На неї наносимо:
 - напрямки руху газових потоків (вони повинні бути спрямовані від ШГРП до найвіддаленіших вузлів);
 - точки зустрічі газових потоків;
 - номери вузлів та кілець.
2. Визначаємо питому витрату газу по зоні дії ГРП:

$$V_{\text{пит}} = \frac{V_{\text{шгрп}}}{F_3}, \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{га}), \quad (3.22)$$

де $V_{\text{шгрп}}$ – витрата газу ШГРП, $\text{м}^3/\text{год}$; F_3 – площа зони дії ШГРП, га.

3. Визначаємо витрату газу по кожному кільцю:

$$V_k = V_{\text{пит}} \cdot f_k, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (3.23)$$

де f_k – площа кільця, га.

4. Визначаємо питому витрату газу по довжині кожного кільця:

$$V_{\text{пит.л}} = \frac{V_k}{\sum l}, \text{ м}^3/(\text{ГОД} \cdot \text{м}), \quad (3.24)$$

де $\sum l$ – периметр кільця, м.

5. Розраховуємо:

- а) шляхову витрату газу для кожної ділянки:

$$V_{\text{ш}} = V_{\text{пит.л}} \cdot l_{\text{діл}}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (3.25)$$

де $l_{\text{діл}}$ – довжина ділянки, що розраховується, м.

Якщо ділянка газопроводу є загальною для двох кілець, то

$$V_{\text{пит.л}} = V_{\text{пит.л}}^I + V_{\text{пит.л}}^{II}, \text{ м}^3/\text{ГОД}. \quad (3.26)$$

Для перевірки розрахунку шляхових витрат повинна виконуватись умова:

$$\sum V_{\text{ш}} = V_{\text{шгрп}} \cdot \sum V_{\text{ш}} = 2348.55 \approx 2340 \quad (3.27)$$

- б) розрахункова витрата від кінцевих точок до ГРП для кожної ділянки

$$V_p = 0,55 \cdot V_{ш} + V_T, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.28)$$

де V_T – транзитна витрата на ділянці.

Транзитна витрата газу на розрахунковій ділянці визначається як сума транзитних і шляхових витрат наступних за розрахунковою ділянок, які безпосередньо до неї приєднуються, або як сума шляхових витрат усіх ділянок, на які подається газ від розрахункової ділянки.

Результати розрахунку заносимо до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Розрахункові витрати газу на ділянках мережі низького тиску

№ ділянки	Довжина ділянки, $l_{д\text{іл}}, \text{ м}$	Питома шляхова витрата, $V_{\text{пит}}, \text{ м}^3/(\text{ГОД} \cdot \text{М})$	Витрата газу, $\text{м}^3/\text{год}$			
			$V_{ш}$	$0,55 \cdot V_{ш}$	V_T	V_p
1	2	3	4	5	6	7
10-11	52	0,0229	17,5	9,62	0	9,62
11-12	64	0,0229	7,43	2,6	0	2,6
10-9	85	0,0229	15,08	8,3	0	8,3
10-16	152	0,0228	34,4	18,9	9,45	28,35
9-8	124	0,0228	23,24	12,88	0	12,88
16-17	68	0,0603	85,09	46,8	23,4	70,2
17-18	62	0,0457	103,5	56,92	28,46	85,38
18-8	42	0,0228	140	77	38,5	115,5
7-8	32	0,0376	168,14	92,48	46,24	138,7
16-15	22	0,0376	56,64	31,15	15,58	46,73
15-14	38	0,0376	30,5	16,78	8,39	25,17
14-12	56	0,0376	31,85	17,5	8,75	26,25
12-13	40	0,0376	68,72	37,8	18,9	56,7
13-23	376	0,0228	68,72	37,8	18,9	56,7
14-22	255	0,0228	51,73	28,45	14,23	42,68
23-22	255	0,0603	68,72	37,8	18,9	56,7
15-21	376	0,0457	29,24	16,08	8,04	24,12
21-22	50	0,0228	39,34	21,64	10,82	32,46
17-20	400	0,0376	23,97	13,18	6,59	19,77
20-21	85	0,0228	29,24	16,08	8,04	24,12
18-19	337	0,0228	168,14	92,5	46,25	138,8

19-20	40	0,0603	168,14	92,5	46,25	138,8
7-6	220	0,0457	179,88	98,89	49,45	148,3
6-5	22	0,0457	191,3	105,2	52,6	157,8
5-19	30	0,0228	160,36	88,19	44,1	132,3
5-ШП-2	60	0,0376	351,66	193,41	96,71	290,1

6. Проводимо підбір діаметрів і втрат тиску для кожної ділянки. Для цього для кожної магістралі розраховуємо середня питому втрату напору:

$$\Delta P_{\text{пит.сер.}} = \frac{\Delta P_n}{1,1 \Sigma l_{\text{сер}}}, \text{ Па/м}, \quad (3.29)$$

ΔP_n – перепад тиску в мережі від виходу з ШГРП до кінцевої ділянки, для розподільчої мережі низького тиску дорівнює 1200 Па; $l_{\text{сер}}$ – довжина шляху газу по півкільцям основних контурів від ШГРП до точки зустрічі, м.

Далі по середній питомій втраті напору і розрахунковій витраті газу на ділянці визначається діаметр газопроводів і фактична питома втрата напору на ділянці $\Delta P_{\text{пит.ф.}}$. Для цього використовуємо номограму [14, дод. 9]. Знаходимо втрати тиску на ділянці за формулою:

$$\Delta P_{\text{діл}} = \Delta P_{\text{пит.ф.}} \cdot 1,1 \cdot l, \text{ Па}, \quad (3.30)$$

де l - довжина ділянки, м; 1,1 – надбавка, яка враховує втрати тиску на місцеві опори у розмірі 10 % від втрат тиску на тертя.

Для кожної ділянки визначається початковий і кінцевий тиски ΔP_n і ΔP_k .

При цьому кожна ділянка розраховується тільки один раз, навіть якщо вона є спільною для кількох сусідніх кілець.

Результати розрахунку заносимо до таблиці 3.7.

Нев'язка у вузлових точках не повинна перевищувати 10%.

Таблиця 3.7

Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску

№	Ділянка		V, м ³ /год	l, м	d _з ×S, мм	ΔP _{пит.фак.} , Па/м	ΔP _{діл.} , Па	ΔP _{п.} , Па	ΔP _{к.} , Па
	п	к							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Магістраль (ШП-2)-5-6-7-8-9-10-11									
1	ШП-2	5	241,2	60	90×5,2	0,25	16,5	5000	4984
2	5	6	187,4	22	75×4,3	0,25	551,1	4984	4432
3	6	7	135,3	54	75×4,3	0,25	102,3	4432	4330
4	7	8	60,25	32	75×4,3	0,25	100,9	4330	4229
5	8	9	14,99	124	40×3,7	0,28	118,3	4229	4111
6	9	10	10,14	85	40×3,7	0,35	309,5	4111	3801
7	10	11	10,14	52	40×3,7	0,35	309,5	4111	3801
				429	P _{пит.сер.} =1200/(1,1·429) = 0,27				
Магістраль 5-19-20-21-22-23-13-12-11									
8	5	19	24,85	30	75×4,3	0,3	289,1	4229	3940
9	19	20	5,68	40	40×3,7	0,4	198	3940	3742
10	20	21	29,24	85	40×3,7	0,25	234,3	4330	4096
11	22	23	39,34	255	63×3,6	0,25	174,2	4096	3922
12	23	13	68,72	376	63×3,6	0,25	100,9	4330	4229
13	13	12	68,72	40	63×3,6	0,25	118,3	4229	4111
14	12	11	7,43	64	40×3,7	0,35	309,5	4111	3801
				890	P _{пит.сер.} =1200/(1,1·890) = 0,74				
Магістраль 7-6-8									
9	7	6	21,29	852	90×5,2	0,25	234,3	4330	4096
10	6	8	10,63	396	63×3,6	0,4	174,2	4096	3922
				1248	P _{пит.сер.} = 1200-100,925-198/(1,1*1248)=0,66				
Магістраль 2-3-5									
11	2	3	52,57	528	125×7,1	0,25	145,2	4984	4838
12	3	5	41,66	2016	110×6,3	0,3	665,3	4838	4173
				2544	P _{пит.сер.} = 1200-16,5/(1,1*2544) = 0,42				
Магістраль 4-5									
13	4	5	10,66	516	75×4,3	0,18	102,2	4432	4330
				516	P _{пит.сер.} = 1200-665,28-102,3/(1,1*516) = 0,76				

3.8 Гідравлічний розрахунок газопроводів житлового будинку

Система газопостачання будинків складається з газопроводу-вводу, ввідного газопроводу, стояків, квартирних розводок, газових приладів і арматури.

Газопроводи, які прокладаються всередині будинків передбачається з сталевих труб. Ввід і прокладка газопроводів передбачається по нежилым приміщенням, звичайно в якості таких приміщень виступають кухні. Не допускається прокладати транзитні газопроводи та стояки через санітарні вузли та у сходових клітинах.

Газові прилади, які встановлюються на кухні. Перед газовими приладами встановлюється кран і лічильник, перед кожним газовим приладом на підводках теж встановлюється кран.

Квартальний газопровід проектується підземним, з поліетиленових труб.

Розрахунок виконується в такій послідовності.

1. Накреслюють план поверху житлового будинку в масштабі 1:100, розміщують газові прилади, виконують розводку газопроводів.

2. Будують аксонометричну схему газопроводів будинку, вибирають головну магістраль (найбільш довга і завантажена гілка) і розбивають на ділянки, нумерація починається з найвіддаленішого газового приладу.

3. Виконують гідравлічний розрахунок. Заносять дані до таблиці.

Матеріал газопроводів - поліетилен (ПЕ-80). Тип з'єднання – терморезисторне зварювання. Для діаметрів труб від 16 до 40 мм приймати стандартне розмірне співвідношення (SDR) 11, для діаметрів 50-400 мм приймати SDR 17,6.

Прокладка газопроводу низького тиску передбачено із сталевих водогазопровідних труб Ø 25x3,2, Ø 20x2,8, Ø 15x2,8 за ГОСТ 3262-75.

При будівництві газопроводи пофарбувати двома шарами емалі ХВ-125 ГОСТ 10144-89 по двох шарах ґрунтовки ХС-010 ГОСТ 9555-81. Відмітне пофарбування газопроводів повинно відповідати ГОСТ 14202-69.

З'єднання сталевих трубопроводів передбачено газовим зварюванням встик, поліетиленові труби з'єднуються терморезисторним зварюванням.

3.9 Вимикаючі пристрої

Вимикаючі пристрої передбачено на виході із землі та перед газовими приладами (лічильник газу, котел, ПГ-4). Висоту розміщення вимикаючих пристроїв прийнято не вище 2,2 м.

Розділ 4. Газопостачання житлового будинку

4.1. Визначення розрахункових витрат газу

При проектуванні системи газопостачання населеного пункту обов'язковим розділами є визначення річних і максимальних годинних витрат газу всіма його споживачами.

Річні витрати газу необхідно знати для проектування газотранспортної системи, що вживають населений пункт. За максимальними годинними витратами газу виконуються гідравлічні розрахунки мереж газопостачання високого середнього та низького тисків підбираються регулювальні пристрої на газорегуляторних пунктах і газорозподільних станціях.

Розрахунок річних і максимальних годинних витрат газу необхідно виконувати згідно з чинними нормативними документами, норми витрати теплоти (газу).

Норми витрати теплоти газу це усереднені величини що одержання основи аналізу даних експлуатації існуючих систем газопостачання населених пунктів. Основним нормативним документом, регламентує розрахункові витрати газу для різних категорій споживачів є Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання.

Підключення житлового будинку до газопроводу низького тиску ($P \leq 0,03 \text{ кг/см}^2$) на фасаді будинку після вимикаючих пристроїв.

На підставі проведеного раніше аналізу показників енергетичної ефективності побутових газових приладів приймаємо:

плиту газову Hansa FCGX61109 потужністю 7,4 кВт та витратами газу 1,2 м³/год.

газовий конденсаційний котел Viessmann Vitodens 100 потужністю 24 кВт та витратами газу 2,8 м³/год.

На підставі визначених розрахункових витрат газу в квартирі приймаємо лічильник газу мембранний SAMGAS RS/2001 G2.5.

Для стабілізації тиску газу перед газовим обладнанням у споживачів приймаємо стабілізатор газу FGDR/COM20 виробництва Watts Industries Italia, максимальний тиск на вході $450 \div 500$ мбар ($0,55 \div 0,5$ кгс/см²). Максимальний тиск на виході 160 мбар ($0,16$ кгс/см²)



а)



б)



в)



г)

Рис.4.1. Газове обладнання, встановлене в квартирі.

а) газовий конденсаційний котел Viessmann Vitodens 100; б) плита газова Hansa FCGX61109; в) стабілізатор газу FGDR/COM20; г) лічильник газу мембранний SAMGAS RS/2001 G2.5.

Витрата газу для будинку складає:

ПГ-4 - 1,2 м³/год (Q_{ПГ});

Котел 24 кВт - 2.8 м³/год;

Контур гарячої води в котлі 16 кВт - 1,87 м³/год (Q_{ГВ})

Контур опалення в котлі 8 кВт - 0,93 м³/год (Q_{ОП});

Коефіцієнт одночасності для роботи плити та контуру гарячої води в котлі - 0,7 – 0,15;

Коефіцієнт одночасності для роботи контуру опалення в котлі - 0,85;

S_{КВ} - кількість кухонь;

$$Q = S_{КВ} \times ((Q_{ПГ} + Q_{ГВ}) \times 0.15 + Q_{ОП} \times 0.85)$$

Розглянемо розрахунок на прикладі 551 кухні

$$Q = 551 \times ((1,2 + 1,87) \times 0.15 + 0,93 \times 0.85) = 689,31 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для поквартирного обліку газу проектом передбачається установка газового мембранного лічильника SAMGAS RS/2001 G2.5.

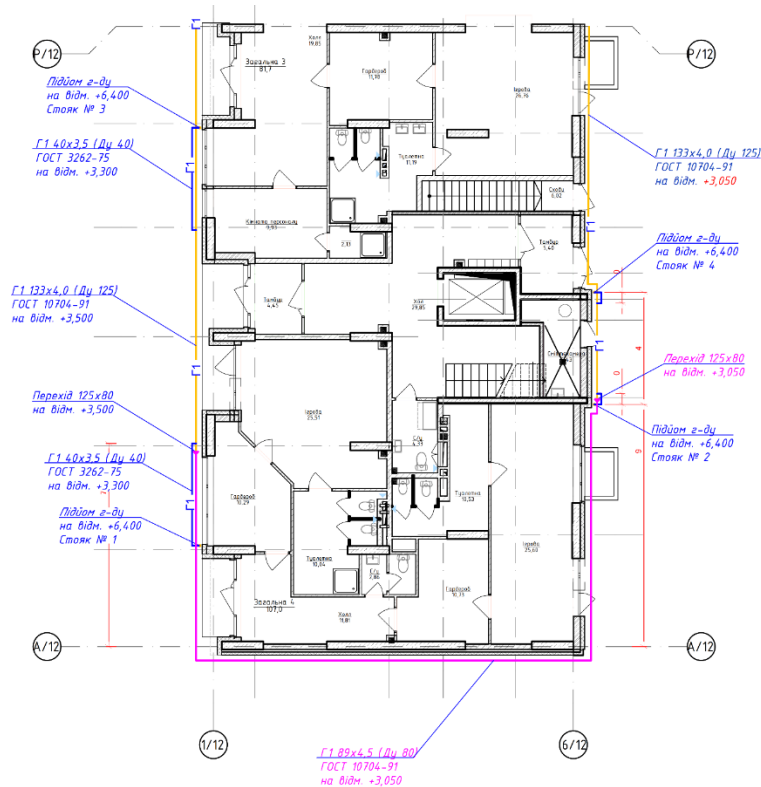


Рис. 4.2. План прокладання газопроводу низького тиску на відм +0,000

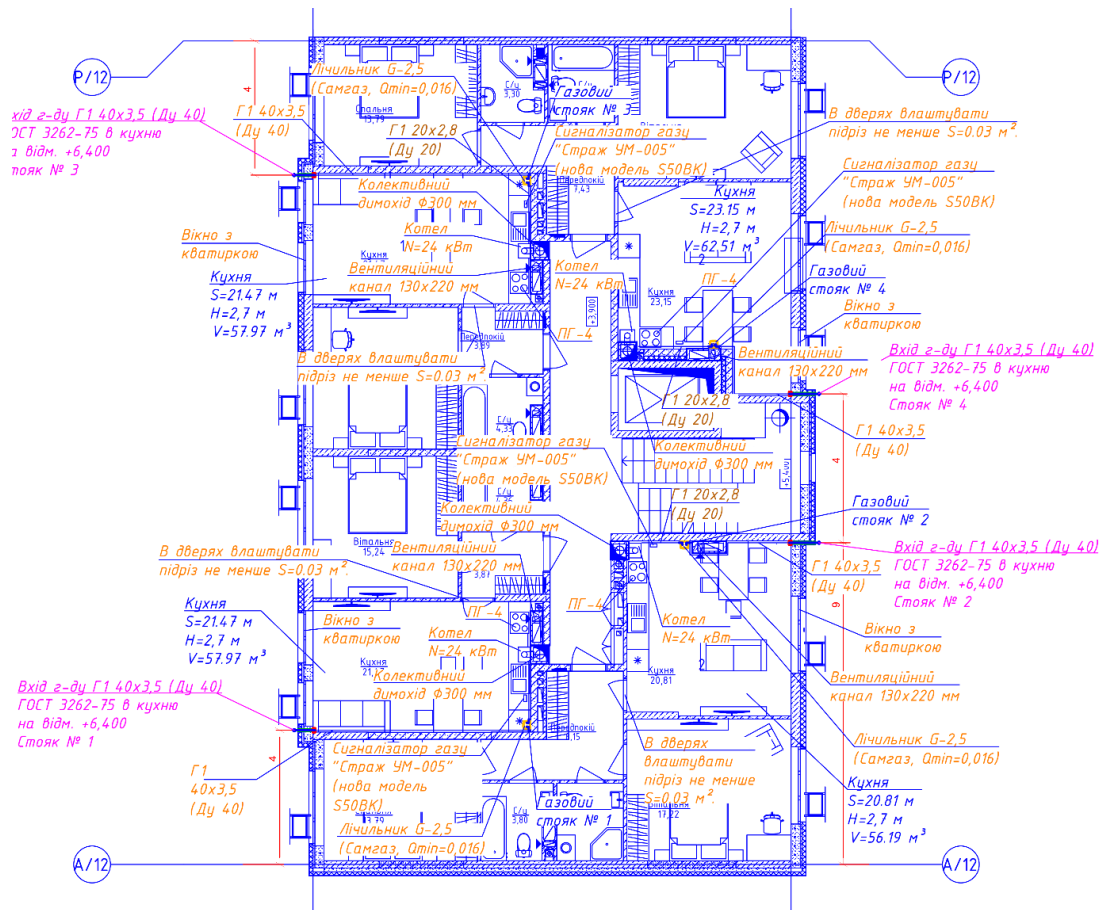


Рис 4.3. План прокладання газопроводу низького тиску на відм +3,900 м

4.2. Гідравлічний розрахунок газопроводів

На даний час гідравлічні розрахунки систем газопостачання проводяться згідно з рекомендаціями ДБН В.2.5-20:2018. В даному нормативному документі прийняті деякі припущення для полегшення проведення розрахунків. Це деякою мірою впливає на їх достовірність. Тому на даний час актуальним є питання оцінки ступеня неточності, зумовленої наявністю вищезазначених припущень.

В газових мережах населених пунктів витрати газу споживачами приблизно однакові та розміщені на приблизно однакових відстанях. В чинних нормах технологічного проектування при прогнозуванні розподілу газу, прийнята модель рівномірного і безперервного відбору газу по довжині газопроводу. Це зроблено виключно з міркувань спрощення гідравлічних розрахунків. Насправді у вуличних газопроводах систем газопостачання відбір газу проводиться споживачами зосереджено.

Початковими даними для технологічного розрахунку є:

- конфігурація газової мережі;
- масиви довжин, шляхових та транзитних витрат газу ділянок газової мережі;
- надлишковий тиск газу на початку газової мережі P_n , Па;
- допустимі втрати тиску у мережі $\Delta P_{доп}$, Па;
- фізичні властивості газу: густина ρ_n (кг/м³) і кінематична в'язкість ν_n (м²/с) за нормальних умов, або ж компонентний склад газу;
- середня температура газу в газовій мережі T , К;
- абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труб k_e , см;
- середня швидкість руху газу на ділянках газової мережі w , м/с;
- загальна кількість дворів в населеному пункті, що газифікуються $n_{да}$, шт.

Мета розрахунку полягає у визначенні діаметрів ділянок мережі, при яких максимально використовується заданий допустимий перепад тиску і виконуються закони Кірхгофа із необхідною точністю для кільцевої частини.

За відсутності проектних значень густини та кінематичної в'язкості природного газу за нормальних умов проводиться розрахунок фізичних властивостей природного газу за компонентним складом.

Науковою новизною є розроблення уточненої методики гідравлічного розрахунку ділянок газових мереж низького тиску, яка дає змогу достовірно прогнозувати закономірності розподілу газу в газових мережах з шляховими відборами газу.

Зовнішні газопроводи рекомендується прокладати під землею. При цьому сталеві газопроводи прокладаються на глибині не менше 0,8 м до верху газопроводу або футляра, в місцях, де виключається рух транспорту глибину прокладання дозволяється зменшити до 0,6 м. Поліетиленові газопроводи дозволяється прокладати виключно підземними на глибині не менше 1,0 м до верху газопроводу, а під проїзними частинами - 1,2 м.

Надземне і наземне прокладання трубопроводів (крім поліетиленових)

передбачається всередині житлових кварталів, на подвір'ях, на територіях промислових підприємств.

Поліетиленові газопроводи дозволяється прокладати: на території міст тиском до 0,3 МПа; на території селищ і міжселищні газопроводи тиском до 0,6 МПа. В Україні можливо використовувати поліетиленові труби, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-73-98.

Для газопроводів середнього тиску використовуються труби сталеві електрозварні прямошовні ГОСТ 10704.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення діаметрів трубопроводів по втратах тиску, що допускаються, в мережі.

Гідравлічний розрахунок розпочинають з точки підключення дворового (внутрішньоквартального) газопроводу до вуличної мережі низького тиску. Кінцева точка розрахунку - газовий прилад найбільш віддаленого стояка найбільш віддаленого житлового будинку .

Теоретичною базою гідравлічних розрахунків газопроводів є рівняння газової динаміки, які описують залежність між геометричними параметрами трубопроводу (внутрішній діаметр і довжина), фізичними та термодинамічними властивостями газу (густина, в'язкість, коефіцієнт стисливості), витратою газу і втратами тиску в газопроводі.

При проведенні інженерних розрахунків газопроводів населених пунктів рух газу прийнято вважати усталеним (стаціонарним) та ізотермічним.

Зміна тиску газу по довжині трубопроводу спричинює зміну густини газу а відповідно і зміну швидкості руху газу. Зміна кінематичної енергії газу викликає перерозподіл складових енергії газу і тим самим впливає на результати гідравлічного розрахунку газопроводів.

Для спрощення розрахунків і прискорення знаходження варіантів мережі які є технологічно можливими у практиці готування газопроводів широко застосовуються номограми графічні залежності.

Розрахункові втрати тиску в газопроводах високого та середнього тисків приймаються в межах категорії тиску, прийнятого для газопроводу.

Розрахункові сумарні втрати тиску газу в газопроводах низького тиску (від джерела газопостачання до найбільш віддаленого приладу) приймаються не більше 1800 Па, у тому числі розподільних газопроводах 1200 Па, газопроводах вводах і внутрішніх газопроводах - 600 Па.

Розрахунок газопроводів високого і середнього тиску можна виконувати за два або за один етап.

При двоетапну розрахунку спочатку виконується графоаналітичний розрахунок мережі газопостачання за допомогою графіків-монограм.

У результаті одержуються значення діаметрів ділянок і тисків у вузлах мережі та біля споживачів.

На другому етапі виконується аналітичний розрахунок який дає змогу уточнити діаметри ділянок значення тисків в характерних точках мережі з врахуванням фізичних властивостей природного газу і температурних умов.

При одноетапному проектуванні розрахунок проводиться виключно аналітичними методами за допомогою комп'ютерів з використанням відповідного програмного забезпечення.

Мережі газопостачання низького тиску характеризуються невеликими втратами тиску по довжені а отже і незначними змінами густини газу.

Тому при гідравлічному розрахунку газопостачання низького тиску на відміну від газопроводів високого і середнього тиску густину газу можна вважати постійною величиною рівною середньому значенню для умов транспортування.

На розрахунковій схемі проставляємо номери вузлових точок і визначаємо витрати газу по ділянках будинкової мережі по номінальних витратах газу приладами.

Розрахункові витрати визначаються з умови безперебійного газопостачання всіх споживачів під час максимального газоспоживання.

Годинні витрати газу для усіх видів споживачів визначають залежно від річних витрат газу і коефіцієнта годинного максимуму K_{sim} за формулою:

$$Q_d^h = \sum K_{sim} \cdot q_{ном} \cdot n_i, \frac{м^3}{год}$$

де K_{sim} - коефіцієнт одночасності дії газових приладів. Приймається по додатку 2;

$q_{ном}$ - номінальна витрата газу приладом або групою приладів, м³/год (дивись додаток 3);

n_i - число однотипних приладів або груп приладів;

m - число типів приладів або груп приладів.

Число Рейнольдса визначається за формулою:

$$Re = 0,0354 \cdot Q / (d \cdot Y),$$

де Q - витрата газу, м³/год, за температури 0 °С і тиску 0,10132 МПа;

d - внутрішній діаметр газопроводу;

Y - коефіцієнт кінематичної в'язкості газу, м²/с (за температури 0 °С і тиску 0,10132 МПа).

У залежності від значення Re падіння тиску в газопроводах визначається за такими формулами:

- для ламінарного режиму руху газу при $Re < 2000$:

$$H = 1,132 \cdot 106 \cdot \frac{Q}{d^4} \cdot Y \cdot \rho \cdot l;$$

- для критичного режиму руху газу при $Re = 2000-4000$:

$$H = 0,516 \cdot \frac{Q^{2,333}}{d^{5,333} \cdot Y^{0,333}} \cdot Y \cdot \rho \cdot l;$$

Гідравлічні режими роботи газопроводів повинні прийматися за умови створення за максимально допустимих втрат тиску газу найбільш економічної та надійної в експлуатації системи, що забезпечує стійкість роботи ГРП, газорегуляторних установок (ГРУ), а також роботи пальників споживачів у допустимих діапазонах тиску газу.

Падіння тиску в газопроводах низького тиску визначається в залежності від режиму руху газу по газопроводу, що характеризується числом Рейнольдса за формулою:

для турбулентного режиму руху газу при $Re > 4000$:

$$H = 69 \left(\frac{n}{d} + 1922 \cdot \frac{Y \cdot d}{Q} \right)^{0,25} \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot \rho \cdot l;$$

де H - падіння тиску, Па;

ρ - густина газу, кг/м^3 за температури 0°C і тиску $0,10132$ МПа;

l - розрахункова довжина газопроводу постійного діаметра, м;

Π - еквівалентна абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні стінки сталевих труб - $0,01$; для поліетиленових труб - $0,002$.

Розрахункова витрата газу на ділянках розподільних зовнішніх газопроводів низького тиску, що мають шляхові витрати газу, слід визначати як суму транзитного та $0,5$ шляхових витрат газу на даній ділянці.

$$\frac{(p_1^2 - p_2^2)}{l} = 1,4 \cdot 10^{-5} \left(\frac{n}{d} + 1922 \cdot \frac{Y \cdot d}{Q} \right)^{0,25} \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot \rho;$$

де p_1 - абсолютний тиск газу на початку газопроводу, МПа;

p_2 - абсолютний тиск газу в кінці газопроводу, МПа;

Падіння тиску від місцевих опорів (коліна, трійники, запірна арматура тощо) допускається враховувати шляхом збільшення розрахункової довжини газопроводів на $5-10\%$.

Для зовнішніх надземних та внутрішніх газопроводів розрахункова довжина газопроводів визначається за формулою:

$$l = l_1 + \sum \zeta \cdot ld;$$

де, l_1 - фактична довжина газопроводу, м;

$\sum \zeta$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів ділянки газопроводу завдовжки l_1 ;

ld - еквівалентна довжина прямолінійної ділянки газопроводу, м, втрати тиску на якому дорівнюють втратам тиску в місцевому опорі із значенням коефіцієнта $\zeta = 1$.

Еквівалентна довжина газопроводу визначається в залежності від режиму руху газу в газопроводі за такими формулами:

для ламінарного режиму руху газу:

$$ld = 5,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{Q}{Y}$$

для критичного режиму руху газу:

$$ld = 12,15 \cdot \frac{d^{1,333} \cdot Y^{0,333}}{Q^{0,333}}$$

для всієї області турбулентного режиму руху газу:

$$ld = \frac{d}{11 \left(\frac{n}{d} + 1922 \frac{Yd}{Q} \right)^{0,25}}$$

Задаємося діаметром ділянки розрахункової гілки газопроводу, виходячи з того, що за вимогами ДСТУ 2204-93 діаметр вхідного газового патрубку до газової плити складає 15 мм.

Визначаємо швидкість руху газу в трубопроводі:

$$v_p = \frac{4Q_p}{3600 \cdot \pi \cdot d^2}$$

де d - діаметр трубопроводу, м

Швидкість руху газу не повинна перебільшувати нормативну м/с. Баж приймати мінімальну швидкість газу не менш ніж 2,5 м/с, але на деяких ділян вона може бути меншою.

При розрахунку газопроводів низького тиску слід враховувати гідростати напір H_d , даПа, який визначається за формулою:

$$H_d = \pm 9,81 \cdot h \cdot (\rho_a - \rho)$$

де h - різниця абсолютних відміток початкових і кінцевих ділянок газопроводу, м;

ρ_a - густина повітря, кг/м³, за температури 0 °С і тиску 0,10132 МПа;

ρ - розрахункові втрати тиску в газопроводах високого та середнього тисків приймаються в межах категорії тиску, прийнятого для газопроводу.

На підставі проведеного раніше аналізу

Аксонетрична схема підключення по схемі №1

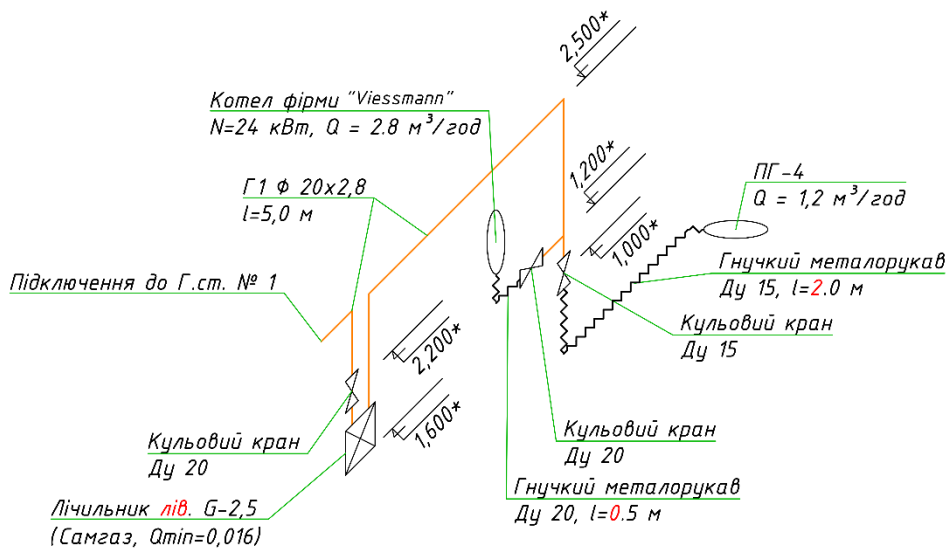


Рис. 4.4. Аксонетрична схема підключення по схемі №1

Аксонетрична схема підключення по схемі №2

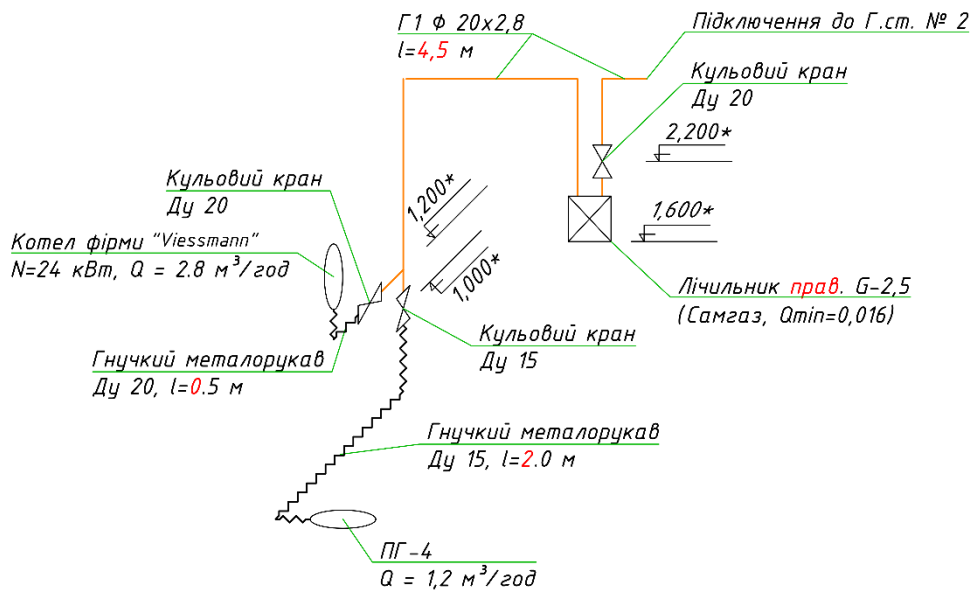


Рис. 4.5. Аксонетрична схема підключення по схемі №2

АксонOMETрична схема підключення по схемі № 3

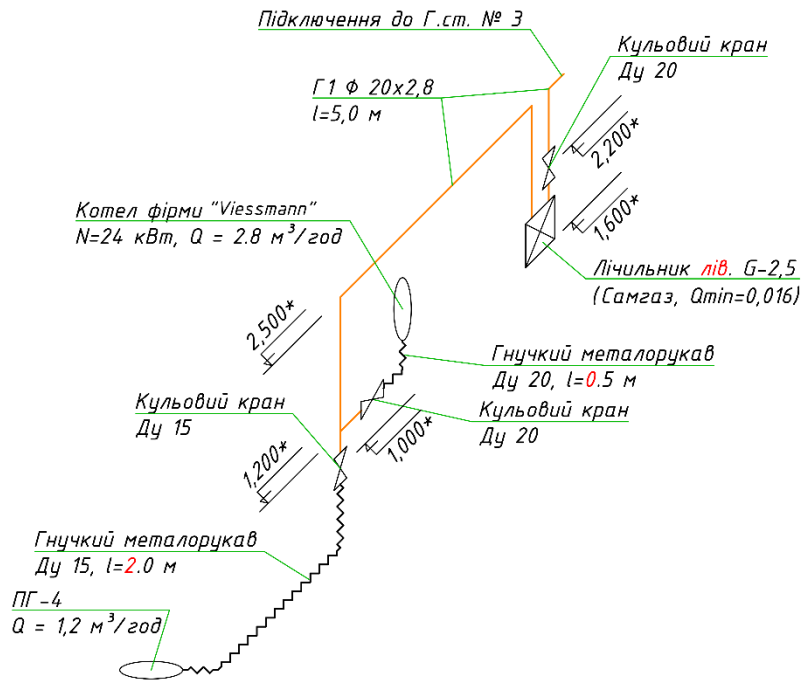


Рис. 4.6. АксонOMETрична схема підключення по схемі №3

АксонOMETрична схема підключення по схемі № 4

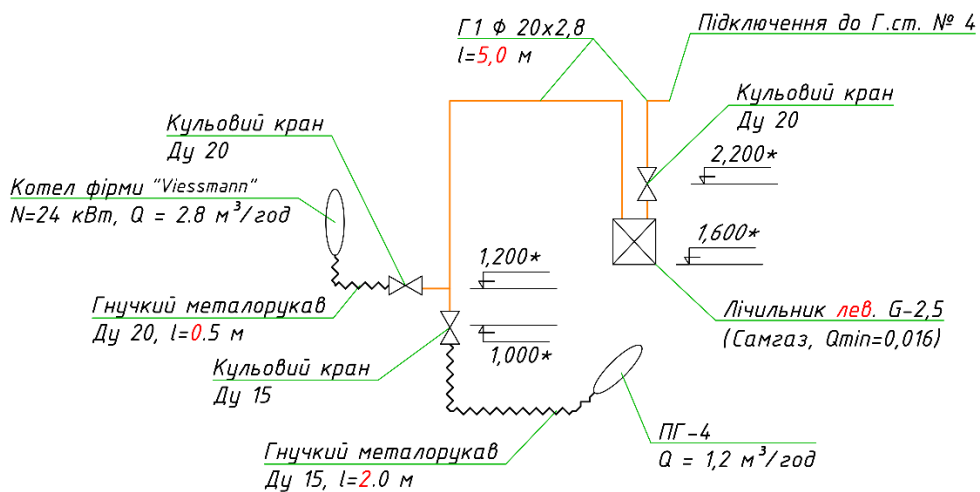


Рис. 4.7. АксонOMETрична схема підключення по схемі №4

10_11	149,34	14,00	159	4,5	150,0	0,01764	2,4	23496	0,4	5,58	0,0	14,0	5,1	0	0,563	0	5	1999	1994
11_12	138,79	7,00	159	4,5	150,0	0,01764	2,2	21836	0,3	5,50	0,0	7,0	2,2	0	0,563	0	2	1994	1991
12_13	128,19	6,50	159	4,5	150,0	0,01764	2,0	20169	0,3	5,41	0,0	6,5	1,8	0	0,563	0	2	1991	1990
13_14	118,07	12,50	159	4,5	150,0	0,01764	1,9	18576	0,2	5,32	0,2	13,6	3,2	0	0,563	0	3	1990	1986
14_15	108,05	8,50	159	4,5	150,0	0,01764	1,7	17000	0,2	5,22	0,0	8,5	1,7	0	0,563	0	2	1986	1985
15_16	97,39	11,50	159	4,5	150,0	0,01764	1,5	15323	0,2	5,10	0,0	11,5	1,9	0	0,563	0	2	1985	1983
16_17	87,40	8,00	159	4,5	150,0	0,01764	1,4	13751	0,1	4,98	0,0	8,0	1,1	0	0,563	0	1	1985	1984
17_18	77,62	7,50	159	4,5	150,0	0,01764	1,2	12212	0,1	4,85	0,0	7,5	0,8	0	0,563	0	1	1984	1983
18_19	67,67	8,00	159	4,5	150,0	0,01764	1,1	10647	0,1	4,70	0,0	8,0	0,7	0	0,563	0	1	1983	1982
19_20	57,42	7,50	159	4,5	150,0	0,01764	0,9	9034	0,1	4,53	1,2	12,9	0,9	1,52	0,563	-8	-8	1982	1990
20_21	48,17	4,40	159	4,5	150,0	0,01764	0,8	7579	0,0	4,35	0,0	4,4	0,2	0	0,563	0	0	1990	1989
21_21.1	38,54	13,70	159	4,5	150,0	0,01764	0,6	6064	0,0	4,13	0,0	13,7	0,4	1,52	0,563	-8	-8	1989	1997
21.1_22	27,41	0,10	159	4,5	150,0	0,01764	0,4	4313	0,0	3,81	0,0	0,1	0,0	0	0,563	0	0	1997	1997
22_22.1	15,18	10,60	159	4,5	150,0	0,01764	0,2	2388	0,0	3,30	0,0	10,6	0,1	0	0,563	0	0	1997	1997
22.1_23	15,18	2,60	89	4,5	80,0	0,00502	0,8	4478	0,1	2,03	0,0	2,6	0,3	0	0,563	0	0	1997	1997
23_37 Г.ст 35	15,18	6,30	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	1,3	7,8	24,9	2,9	0,563	-16	9	1997	1988
37_1"	15,18	3,60	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	0,0	3,6	11,5	0	0,563	0	11	1988	1977
1_2"	13,48	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,8	7759	2,6	1,15	0,0	3,0	7,7	3	0,563	-17	-9	1977	1985
2_3"	11,96	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,5	6884	2,1	1,12	0,0	3,0	6,2	3	0,563	-17	-10	1985	1996
3_4"	10,09	1,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,1	5808	1,5	1,08	0,0	1,0	1,5	1	0,563	-6	-4	1996	2000
4_5"	10,09	2,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,8	6633	2,9	0,97	0,0	2,0	5,8	2	0,563	-11	-5	2000	2005
5_6"	8,44	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,3	5548	2,1	0,93	0,0	3,0	6,3	3	0,563	-17	-10	2005	2015
6_7"	6,79	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,9	4464	1,4	0,89	0,0	3,0	4,3	3	0,563	-17	-12	2015	2028
7_8"	5,01	1,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,4	3293	0,8	0,83	0,0	1,0	0,8	1	0,563	-6	-5	2028	2032
8_9"	5,01	2,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	2,4	4363	3,2	0,66	0,0	2,0	6,4	2	0,563	-11	-5	2032	2037
9_10"	2,94	3,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	1,4	2560	1,2	0,59	0,0	3,0	3,7	3	0,563	-17	-13	2037	2050
10" G2,5	2,94	1,00	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,5	1,2	5,0	0,7	0,563	-4	1	2050	2048
G2,5																	150 Па	2048	1898
G2,5_11"	2,94	1,50	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,4	1,7	6,9	1,1	0,563	-6	1	1898	1898
11_12" кот	2,10	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	3,0	3157	9,5	0,35	0,3	1,1	10,5	0	0,563	0	11	1898	1887
11_13" ПТ-4	0,84	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	1,2	1263	1,8	0,29	0,3	1,1	2,0	0	0,563	0	2	1898	1896

30_31	69,73	0,10	133	4	125,0	0,01225	1,6	13165	0,2	4,09	0,0	0,1	0,0	0	0,563	0	0	1993	1993
31_32	59,95	22,00	133	4	125,0	0,01225	1,4	11319	0,2	3,96	1,0	26,0	4,4	0	0,563	0	4	1993	1989
32_33	49,53	3,50	133	4	125,0	0,01225	1,1	9351	0,1	3,79	0,0	3,5	0,4	0	0,563	0	0	1993	1993
33_34	38,54	31,50	133	4	125,0	0,01225	0,9	7276	0,1	3,58	2,0	38,7	3,0	0	0,563	0	3	1993	1990
34_34.1	27,41	3,00	133	4	125,0	0,01225	0,6	5175	0,0	3,31	0,0	3,0	0,1	0	0,563	0	0	1990	1989
34.1_35	15,18	7,10	133	4	125,0	0,01225	0,3	2866	0,0	2,87	0,0	7,1	0,1	0	0,563	0	0	1989	1989
35_36 Г.ст 34	15,18	5,50	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	1,3	7,0	22,4	3,36	0,563	-19	4	1989	1985
36" 14"	15,18	3,60	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	0,0	3,6	11,5	0	0,563	0	11	1985	1974
14" 15"	13,48	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,8	7759	2,6	1,15	0,0	3,0	7,7	3	0,563	-17	-9	1974	1983
15" 16"	11,96	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,5	6884	2,1	1,12	0,0	3,0	6,2	3	0,563	-17	-10	1983	1993
16" 17"	10,09	1,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,1	5808	1,5	1,08	0,0	1,0	1,5	1	0,563	-6	-4	1993	1997
17" 18"	10,09	2,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,8	6633	2,9	0,97	0,0	2,0	5,8	2	0,563	-11	-5	1997	2002
18" 19"	8,44	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,3	5548	2,1	0,93	0,0	3,0	6,3	3	0,563	-17	-10	2002	2013
19" 20"	6,79	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,9	4464	1,4	0,89	0,0	3,0	4,3	3	0,563	-17	-12	2013	2025
20" 21"	5,01	1,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,4	3293	0,8	0,83	0,0	1,0	0,8	1	0,563	-6	-5	2025	2030
21" 22"	5,01	2,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	2,4	4363	3,2	0,66	0,0	2,0	6,4	2	0,563	-11	-5	2030	2034
22" 23"	2,94	3,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	1,4	2560	1,2	0,59	0,0	3,0	3,7	3	0,563	-17	-13	2034	2047
23" G2,5	2,94	1,00	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,5	1,2	5,0	0,7	0,563	-4	1	2047	2046
G2,5																	150 Па	2046	1896
G2,5_24"	2,94	1,50	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,4	1,7	6,9	1,1	0,563	-6	1	1896	1895
24_25" кот	2,10	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	3,0	3157	9,5	0,35	0,3	1,1	10,5	0	0,563	0	11	1895	1885
24_26" пг-4	0,84	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	1,2	1263	1,8	0,29	0,3	1,1	2,0	0	0,563	0	2	1895	1893

7_8"	5,01	1,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,4	3293	0,8	0,83	0,0	1,0	0,8	1	0,563	-6	-5	2297	2302
8_9"	5,01	2,50	33,5	3,2	27,1	0,00058	2,4	4363	3,2	0,66	0,0	2,5	8,1	2	0,563	-11	-3	2302	2305
9_10"	2,94	3,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	1,4	2560	1,2	0,59	0,0	3,0	3,7	3	0,563	-17	-13	2305	2318
10" G2,5	2,94	1,00	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,5	1,2	5,0	0,7	0,563	-4	1	2318	2317
G2,5																	150 Пa	2317	2167
G2,5 11"	2,94	1,50	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,4	1,7	6,9	1,1	0,563	-6	1	2167	2166
11_12" КОТ	2,10	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	3,0	3157	9,5	0,35	0,3	1,1	10,5	0	0,563	0	11	2166	2155
11_13" ПР-4	0,84	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	1,2	1263	1,8	0,29	0,3	1,1	2,0	0	0,563	0	2	2166	2164
1_9	327,43	9,90	159	4,5	150,0	0,01764	5,2	51516	1,5	6,46	0,7	14,4	21,7	2,5	0,563	-14	8	2262	2254
9_10	317,04	9,90	159	4,5	150,0	0,01764	5,0	49881	1,4	6,42	0,0	9,9	14,0	0	0,563	0	14	2254	2240
10_11	307,37	0,10	159	4,5	150,0	0,01764	4,8	48360	1,3	6,39	0,0	0,1	0,1	0	0,563	0	0	2240	2240
11_12	297,65	10,00	159	4,5	150,0	0,01764	4,7	46830	1,3	6,36	0,0	10,0	12,6	0	0,563	0	13	2240	2227
12_13	288,89	13,50	159	4,5	150,0	0,01764	4,5	45452	1,2	6,32	0,0	13,5	16,1	0	0,563	0	16	2227	2211
13_14	278,38	0,10	159	4,5	150,0	0,01764	4,4	43798	1,1	6,28	0,0	0,1	0,1	0	0,563	0	0	2211	2211
14_15	268,19	13,85	159	4,5	150,0	0,01764	4,2	42195	1,0	6,24	0,0	13,9	14,4	0	0,563	0	14	2211	2197
15_16	258,28	0,30	159	4,5	150,0	0,01764	4,1	40636	1,0	6,20	0,0	0,3	0,3	0	0,563	0	0	2197	2196
16_17	153,76	15,50	159	4,5	150,0	0,01764	2,4	24192	0,4	5,61	0,6	18,9	7,2	0	0,563	0	7	2196	2189
17_18	89,83	10,20	133	4	125,0	0,01225	2,0	16960	0,4	4,31	0,4	11,9	4,2	0	0,563	0	4	2189	2185
18_19	80,32	3,20	133	4	125,0	0,01225	1,8	15164	0,3	4,21	0,0	3,2	0,9	0	0,563	0	1	2185	2184
19_20	69,73	15,72	133	4	125,0	0,01225	1,6	13165	0,2	4,09	0,4	17,4	3,9	0	0,563	0	4	2184	2180
20_21	59,95	10,10	133	4	125,0	0,01225	1,4	11319	0,2	3,96	0,8	13,3	2,3	0	0,563	0	2	2180	2178
21_22	49,53	2,35	133	4	125,0	0,01225	1,1	9351	0,1	3,79	0,0	2,4	0,3	0	0,563	0	0	2178	2178
22_23	38,54	13,70	133	4	125,0	0,01225	0,9	7276	0,1	3,58	0,0	13,7	1,1	-1	0,563	6	7	2178	2171
23_23.1	27,41	7,10	133	4	125,0	0,01225	0,6	5175	0,0	3,31	1,0	10,4	0,4	0	0,563	0	0	2171	2171
23.1_24	15,18	3,00	133	4	125,0	0,01225	0,3	2866	0,0	2,87	0,0	3,0	0,0	0	0,563	0	0	2171	2171
24_A" Г.СТ 30	15,18	5,70	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	1,3	7,2	23,0	2	0,563	-11	12	2171	2159
A" 14"	15,18	4,50	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	0,4	5,0	15,8	0	0,563	0	16	2159	2143
14" 15"	13,48	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,8	7759	2,6	1,15	0,0	3,0	7,7	3	0,563	-17	-9	2143	2152
15" 16"	11,96	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,5	6884	2,1	1,12	0,0	3,0	6,2	3	0,563	-17	-10	2152	2162
16" 17"	10,09	1,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,1	5808	1,5	1,08	0,0	1,0	1,5	1	0,563	-6	-4	2162	2166
17" 18"	10,09	2,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,8	6633	2,9	0,97	0,0	2,0	5,8	2	0,563	-11	-5	2166	2171
18" 19"	8,44	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,3	5548	2,1	0,93	0,0	3,0	6,3	3	0,563	-17	-10	2171	2182
19" 20"	6,79	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,9	4464	1,4	0,89	0,0	3,0	4,3	3	0,563	-17	-12	2182	2194
20" 21"	5,01	1,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,4	3293	0,8	0,83	0,0	1,0	0,8	1	0,563	-6	-5	2194	2199
21" 22"	5,01	2,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	2,4	4363	3,2	0,66	0,0	2,0	6,4	2,5	0,563	-14	-7	2199	2206
22" 23"	2,94	3,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	1,4	2560	1,2	0,59	0,0	3,0	3,7	3	0,563	-17	-13	2206	2219
23" G2,5	2,94	1,00	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,5	1,2	5,0	0	0,563	0	5	2219	2214
G2,5																	150 Пa	2214	2064
G2,5 24"	2,94	3,20	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,4	3,4	13,8	0	0,563	0	14	2064	2050
24_25" КОТ	2,10	0,30	21,3	2,8	15,7	0,00019	3,0	3157	9,5	0,35	0,3	0,4	3,9	0	0,563	0	4	2050	2046
24_26" ПР-4	0,84	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	1,2	1263	1,8	0,29	0,3	1,1	2,0	0	0,563	0	2	2050	2048

32" 33"	6,79	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,9	4464	1,4	0,89	0,0	3,0	4,3	3	0,563	-17	-12	2189	2201
33" 34"	5,01	1,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,4	3293	0,8	0,83	0,0	1,0	0,8	1	0,563	-6	-5	2201	2206
34" 35"	5,01	2,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	2,4	4363	3,2	0,66	0,0	2,0	6,4	2,5	0,563	-14	-7	2206	2213
35" 36"	2,94	3,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	1,4	2560	1,2	0,59	0,0	3,0	3,7	3	0,563	-17	-13	2213	2226
36" G2,5	2,94	1,00	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,5	1,2	5,0	0	0,563	0	5	2226	2221
G2,5																150 Па		2221	2071
G2,5 37"	2,94	3,50	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,4	3,7	15,0	0	0,563	0	15	2071	2056
37_38" кот	2,10	1,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	3,0	3157	9,5	0,35	0,3	1,1	10,5	0	0,563	0	11	2056	2045
37_39" пг-4	0,84	2,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	1,2	1263	1,8	0,29	0,3	2,1	3,9	0	0,563	0	4	2056	2052
16_33.1	115,33	7,40	133	4	125,0	0,01225	2,6	21774	0,5	4,54	0,0	7,4	4,1	0	0,563	0	4	2196	2192
33.1_33	105,51	6,70	133	4	125,0	0,01225	2,4	19920	0,5	4,46	0,0	6,7	3,1	1	0,563	-6	-2	2192	2195
33_34	94,45	6,50	133	4	125,0	0,01225	2,1	17832	0,4	4,36	0,0	6,5	2,5	0	0,563	0	2	2195	2192
34_35	83,54	6,50	133	4	125,0	0,01225	1,9	15772	0,3	4,25	0,0	6,5	2,0	0	0,563	0	2	2192	2190
35_36	72,63	12,50	133	4	125,0	0,01225	1,6	13713	0,2	4,12	0,2	13,3	3,2	0	0,563	0	3	2190	2187
36_37	61,38	8,50	133	4	125,0	0,01225	1,4	11589	0,2	3,98	0,0	8,5	1,5	0	0,563	0	2	2187	2186
37_38	49,53	13,50	133	4	125,0	0,01225	1,1	9351	0,1	3,79	0,0	13,5	1,6	0	0,563	0	2	2186	2184
38_39	38,54	7,50	133	4	125,0	0,01225	0,9	7276	0,1	3,58	0,0	7,5	0,6	0	0,563	0	1	2184	2183
39_40	27,41	15,00	133	4	125,0	0,01225	0,6	5175	0,0	3,31	0,0	15,0	0,6	0	0,563	0	1	2183	2183
40_41	15,18	7,50	133	4	125,0	0,01225	0,3	2866	0,0	2,87	0,0	7,5	0,1	2	0,563	-11	-11	2183	2194
41_42 Г.ст 1	15,18	10,50	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	1,3	12,0	38,3	2	0,563	-11	27	2194	2166
42_40"	15,18	6,00	48	3,5	41,0	0,00132	3,2	8738	3,2	1,17	0,6	6,7	21,4	0	0,563	0	21	2166	2145
40" 41"	13,48	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,8	7759	2,6	1,15	0,0	3,0	7,7	3	0,563	-17	-9	2145	2154
41" 42"	11,96	3,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,5	6884	2,1	1,12	0,0	3,0	6,2	3	0,563	-17	-10	2154	2164
42" 43"	10,09	1,00	48	3,5	41,0	0,00132	2,1	5808	1,5	1,08	0,0	1,0	1,5	1	0,563	-6	-4	2164	2168
43" 44"	10,09	2,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,8	6633	2,9	0,97	0,0	2,0	5,8	2	0,563	-11	-5	2168	2173
44" 45"	8,44	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	2,3	5548	2,1	0,93	0,0	3,0	6,3	3	0,563	-17	-10	2173	2184
45" 46"	6,79	3,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,9	4464	1,4	0,89	0,0	3,0	4,3	3	0,563	-17	-12	2184	2196
46" 47"	5,01	1,00	42,3	3,2	35,9	0,00101	1,4	3293	0,8	0,83	0,0	1,0	0,8	1	0,563	-6	-5	2196	2201
47" 48"	5,01	2,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	2,4	4363	3,2	0,66	0,0	2,0	6,4	2,5	0,563	-14	-7	2201	2208
48" 49"	2,94	3,00	33,5	3,2	27,1	0,00058	1,4	2560	1,2	0,59	0,0	3,0	3,7	3	0,563	-17	-13	2208	2221
49" G2,5	2,94	1,00	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,5	1,2	5,0	0	0,563	0	5	2221	2216
G2,5																150 Па		2216	2066
G2,5 50"	2,94	4,00	26,8	2,8	21,2	0,00035	2,3	3273	4,1	0,48	0,4	4,2	17,0	0	0,563	0	17	2066	2049
50_51" кот	2,10	0,50	21,3	2,8	15,7	0,00019	3,0	3157	9,5	0,35	0,3	0,6	5,8	0	0,563	0	6	2049	2043
50_52" пг-4	0,84	2,00	21,3	2,8	15,7	0,00019	1,2	1263	1,8	0,29	0,3	2,1	3,9	0	0,563	0	4	2049	2045

4.3. Розрахунок повітрообміну кухні.

По чинних нормах ДБН В.2.2-15:2019 продуктивність витягу на кухні має бути не менше 60 м³ (для електричних плит) і не менше 90 м³ (для газових плит). Кратність повітрообміну, тобто скільки разів кількість повітря повинна змінитися за одну годину, в приміщенні кухні повинно бути не менше 8 (тобто за одну годину повітря повинне змінитися 8 разів). При розрахунку вибирається більше значення.

В приміщенні кухні передбачена вентиляція припливно-витяжна з природним спонуканням, яка забезпечує повітрообмін в приміщенні 90м³/год.

Площа перерізу і діаметр витяжного вентиляційного каналу :

$$S_p = V / (3600 * W) = 90 / (3600 * 1,0) = 0,025 \text{ м}^2,$$

де V п. кухні-90 м³/год,

wпов– швидкість руху повітря в вент. каналі = 1 м/с

В житловому будинку, в приміщеннях кухонь, передбачені вентиляційні блоки VENT 910x310 з супутником розміром 120x210мм із площею перерізу 0,025 м², що дорівнює розрахунковій.

Для припливу повітря в приміщення кухні (з розрахунку повітряного балансу квартир) передбачається підріз дверей кухні S=0,027 м².

При розміщенні газових котлів слід дотримуватися наступних правил:

Прилад слід розміщувати на перегородку або стіну, здатну витримати його масу, тому для монтажних робіт заборонено використовувати конструкцію з гіпсокартону чи іншого легкого матеріалу.

Якщо стіна або підлога виконані з пального матеріалу у вигляді шпалер, вінілу або ДСП, між приладом і поверхнею розміщують вкладку з вогнетривкого матеріалу товщиною в 3 мм.

Відстань від котла до стелі та стін кухні становить щонайменше 0,5 м, а відстань від агрегату до підлоги дорівнює 0,8 м.

Електропостачання газового апарату буває двох типів. У першому випадку живлення надходить окремою лінією від абонентського щитка. Також аварійний варіант живлення від батареї акумуляторного типу.

Підключення агрегату здійснюється за допомогою стабілізатора напруги. Можна використовувати джерело безперебійного живлення.

Опалювальний апарат підключається безпосередньо до розташованої поруч розетки.

4.4. Відвід продуктів згорання

Проектом передбачено будівництво димохідної системи повітря - газ (ДСПГ).

В якості колективної димохідної системи ДСПГ використовувати димохід 0250мм, поміщений у бетонний блок 480х480х250мм.

Зовнішню оболонку системи виконати з бетонних блоків заводського виробництва, виключивши порушення розрахункових параметрів системи під час монтажу. В якості внутрішньої труби ДСПГ використовувати виготовлену з кислотостійкої нержавіючої сталі, нечутливою до дії конденсату.

Блоки встановити або на цементний розчин, або на спеціальний клей (цемент повинен бути не нижче марки М50-М75, а клей призначений для експлуатації при високих температурах) і ретельно вирівняти.

Отвори для вентиляційної решітки, дверцят димаря, димового каналу зробити заздалегідь кутовою шліфувальною машинкою (болгарка з алмазним кругом по бетону).

Фурнітуру кріпити тільки врізкою в тіло блоку.

Для підключення опалювального приладу просвердлити отвори дрилем (НЕ ударним!) по контуру врізки трійника. Потім скористатися зубилом і молотком, щоб вибити отвір.

Діаметр отвору повинен бути більше на 15-20мм діаметра труби підключення. Цей запас пов'язаний з термічним розширенням сталевих труби.

Для статичної стійкості димоходу в конструкції блоків передбачити отвори для армування.

Приєднання котла до ДСПГ передбачити за допомогою коаксіального димовідводу Ø60/100.

4.5. Система контролю загазованості.

В приміщенні кухні, з приєднанням до джерела 220В, встановлюється сигналізатор загазованості "S10A3K" ("Страж 100М").

Значення величини контрольованого параметра в повітрі, при якому сигналізатор спрацює становить:

- Порог спрацювання по метану (СН₄) – 0,5 % (10 % НКПР);
- Порог спрацювання по перевищенню температури +55 С°.

Рівень звукового сигналу тривоги на відстані 1 м – не менше 85 дБ

Також передбачається установка в підвальних приміщеннях стаціонарної активної системи безпеки газових установок, скомпонованої на базі модулю сигналізації типу ВАРТА 1-03.14, до складу якого входять: датчики СН₄ довибухонебезпечних концентрацій природного газу (метану), пост сигналізації ПС1 (світло- звуковий сигналізатор).

Датчики загазованості встановити не нижче 500мм від стелі в приміщення цокольного поверху.

Від сигналізатора сигнал передається на світлозвуковий сигнальний пристрій який встановлюється зовні будинку на стіні на висоті 4.0м від рівня землі та при виникненні аварії забезпечує подачу світлового та звукового сигналу.

Живлення приладів та засобів автоматизації, виконується змінним струмом напругою 220 В, частотою 50Гц від розподільчого щитка.

Дане обладнання сертифіковане в Україні і має дозвіл Держнаглядохоронпраці України на його застосування.

Номінальні значення порогів спрацьовування датчика ДМ-14: - попереджувальний - 0,5% об. метану в повітрі. - аварійний - 1,0% об. метану в повітрі.

Кабель прокладати в трубі гофрованої RKGL-20 та кріпити скобами.

4.6. Технічне обслуговування газопроводів

Означимо головні правила тех обслуговування газопроводів , що передбачені НПАОП 0.00-1.76-15 а також проектом галузевих стандартів України " Системи газопостачання. Технічна експлуатація системи газопостачання України ".

Під технічним обслуговуванням розуміються дані роботи :

- нагляд, шляхом циклічного огляду стану зовнішнього газопроводу і розташованих споруджень , а також знарядь електрозахисту , та усунути дрібні несправності , які з'являються під час експлуатування ;

- скомпонований огляд приладів (КПО) зовнішніх(підземних) газопроводів , оцінювання стану корозії, електричного потенціалу і електрозахисту;

- замірювати тиск газу в ГРП і у споживача;

- час від часу перевіряти стан газопроводів і ізоляцію шляхом випробування їх герметичністю , буровим контролем , шурфовальним оглядом або приладовими методами.

Підготовки та виконання роботи по технічному обслуговуванні та ремонту споруджень системи газопостачання відбувається згідно з вимогами НПАОП 0.00-1.76-15, правилами експлуатації системи газопостачання України , інструкціями заводу - виготовлювача , та з причини виробничої інструкції із безпечних проведення робіт під час експлуатацій газовикористовуючих устаткувань , що затверджені керуючим (власником) організації. Про те що ремонтні роботи або роботи з обслуговування системи газопостачання вже завершилися роблять запис в експлуатаційному журналі.

Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів в системах газопостачання

Автоматизована системи керування побутовими газовими приладами

Сьогодні широкого поширення набули системи типу "Розумний дім" ("Smart Home"). Розумний дім — це система датчиків і техніки, об'єднаних в єдину систему. Ця система підтримує керування та налаштування зі смартфона, планшета, комп'ютера або вбудованої сенсорної панелі. Обов'язковим елементом Розумного Дома є центр керування, він підтримує зв'язок з іншими пристроями, отримує від них інформацію, яку потім передає власнику на мобільний додаток.

До центру керування розумним будинком, як правило, можна підключити дуже багато пристроїв, нерідко ліміт досягає трицифрових чисел.

Основними елементами Smart Home є:

- клімат-контроль — керування теплою підлогою, освітленням, опаленням;
- безпека — сигналізації, датчики руху та відкриття, системи відеоспостереження, що передають те, що відбувається на смартфон;
- освітлення — увімкнення/вимкнення світла, зміна яскравості та кольору освітлення залежно від побажань користувача;
- система керування мультимедіа — вимикати телевізор у заданий час, перемикає композиції на аудіопрогравачі за допомогою голосового помічника;
- розумне керування побутовою технікою — запрограмувати прання на певний час, увімкнути кавоварку о 10 ранку і т.д

Керування системою «Розумний дім» здійснюється через спеціальний мобільний додаток. Техніка підключається через Wi-Fi та передає сигнали на смартфон. Наприклад, наявність в будинку розумної розетки дозволить

Віддалене управління котлом.

Безпроводне управління котлом

Безпроводний кімнатний WiFi термостат з «сухим» контактом Tervix Pro Line WiFi Thermostat with Dry-contact (арт. №116331 - білий) №116330 - чорний)

5В, блок живлення та / або батарейки AAA (2 шт)

Управляючий блок



WiFi

Радіо сигнал (RF)



Управляючий провід



Виносний блок з «сухим» контактом

- Безпроводне віддалене управління котлом
- Управління температурою через додаток Tuya Smart
- Управління з будь якого місця де є інтернет
- Тижневе програмування
- Живлення - блок живлення (5В) або батарейки



Провідне підключення

Кімнатний термостат з WiFi або ZigBee управлінням Tervix Pro Line ZigBee арт. № 114330 (чорний) / 114331 (білий) - WiFi арт. №117330 (чорний) / 117331 (білий) - ZigBee



220В



Провідне з'єднання - «сухий» (безнапругний) контакт



- Віддалене управління котлом
- Управління температурою через додаток Tuya Smart
- Управління з будь якого місця де є інтернет
- Тижневе програмування
- Провідне з'єднання термостата та котла

Основні елементи таких систем:

1. Термостат: Управління температурою шляхом регулювання роботи котла залежно від потреби у теплі.
2. Таймери: Програмування графіка роботи котла для автоматичного управління температурою в різних періодах дня.
3. Системи регулювання: Автоматичне контролювання роботи котла з використанням датчиків для забезпечення оптимальної ефективності та безпеки.

4. Моніторинг: Відстеження споживання палива, температурного режиму та інших параметрів для аналізу та оптимізації роботи системи.

Системи управління допомагають забезпечити ефективну роботу газових побутових приладів, зменшити споживання палива та підвищити комфорт і енергоефективність.

Використовуючи системи моніторингу та управління – можна створити програму на основі отриманих з датчиків даних, яка буде відслідковувати активні часи навантаження системи, щоб зменшити небажану роботу котла у час простою або відсутності споживача.

Для вимірювання ефективності роботи систем опалення та постачання гарячої води використовується показник – Fuel Input Factor (FIF). Він вказує, скільки одиниць енергії витрачається на виробництво одиниці корисної енергії (наприклад, кіловат-години) в системі опалення.

Формула для розрахунку Fuel Input Factor виглядає наступним чином:

$$FIF = (\text{Паливо, використане за певний період}) / (\text{Вироблена корисна енергія за той самий період})$$

У результаті отримується коефіцієнт, що вказує, скільки одиниць палива потрібно витратити для виробництва одиниці корисної енергії. Наприклад, якщо FIF становить 0,8, це означає, що для виробництва 1 кВт-години корисної енергії було використано 0,8 кВт-години палива.

Fuel Input Factor є важливим показником для оцінки енергоефективності систем опалення. Чим нижче значення FIF, тим більш ефективно використовується паливо. Розрахунок FIF дозволяє зрозуміти, наскільки ефективно використовується паливо в системі та визначити можливі шляхи покращення енергоефективності, такі як удосконалення ізоляції, оптимізація роботи котла, використання енергоефективних технологій тощо.

Способи управління з використанням FIF для оптимізації роботи газових побутових приладів:

1. Регулювання режимів роботи: Система управління може аналізувати значення FIF та визначати оптимальні режими роботи котла. Наприклад, при високому значенні FIF можна зменшити потужність котла або змінити температурний режим для зниження споживання палива.

2. Автоматичне регулювання: Система управління може використовувати дані FIF, сполучені з сенсорними даними, щоб автоматично регулювати параметри роботи котла, наприклад, вимикати його, коли відсутня потреба в опаленні, або регулювати потужність в залежності від зовнішніх умов.

3. Моніторинг та діагностика: Система управління може постійно моніторити значення FIF та інші параметри, що впливають на роботу котла. Це дозволяє виявляти потенційні проблеми з ефективністю та своєчасно вживати заходи для їх виправлення.

Використання FIF у системі управління газовими побутовими приладами дозволяє забезпечити оптимальну роботу приладу, мінімізувати втрати палива та енергії, а також забезпечити комфорт в будинку.

Безпроводне управління радіаторами



Системи управління та автоматизації процесу роботи побутових газових котлів є дуже важливим питанням у забезпеченні їх енергоефективної роботи. Пропонується використовувати ці системи разом із нейромережами і системою розумного будинку, щоб мінімізувати втрати та досягти максимальних показників роботи систем.

Інтеграція альтернативних джерел енергії може значно покращити продуктивність використання газового котлу.

Система контролю якості повітря



Система «Розумний дім» дозволяє попередити надзвичайні ситуації. У разі витоку газу, води або пожежі система швидко реагує та надсилає повідомлення на телефон.

Система також дозволяє покращити та контролювати мікрокліматичні умови в приміщенні.

Основним недоліком системи розумного будинку є висока вартість техніки та датчиків та складність монтажу системи. Всі елементи в такій системі взаємопов'язані і не можна допустити навіть найменших помилок під час встановлення.

Деякі елементи розумного будинку потрібно встановлювати на етапі проектування чи монтажу квартири. Це стосується закладки комунікаційних кабелів, встановлення розумного освітлення та клімат-контролю.

Розділ 6. Охорона праці та навколишнього природного середовища

6.1. Техніка безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт

Небезпечні зони на будівельному майданчику

При організації будівельного майданчика, розміщенні ділянок і робочих місць, проїздів, проходів встановлено небезпечні для людей зони. Під небезпечною зоною розуміють частину простору, в якій діють постійно або виникають періодично чинники, що створюють загрозу життю і здоров'ю працівників. Усі небезпечні для людей зони поділяються на дві групи: зони з постійно діючими небезпечними виробничими чинниками, зони з потенційно діючими небезпечними виробничими чинниками.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих чинників слід віднести зони:

- поблизу неізольованих струмоведучих частин електроустановок, ліній електропередач (ЛЕП);
- поблизу неогороджених перепадів по висоті на 1,3 м і більше;
- у місцях, де концентрація газу в повітрі перевищує гранично-допустиму норму.

До зон потенційно діючих виробничих чинників слід віднести:

- ділянки, території поблизу будинку (споруди);
- поверхи (яруси) будівель і споруд в одному захваті, над якими відбуваються монтаж газопроводів або обладнання;
- зони переміщення машин, обладнання або їх частин, робочих органів;
- місця, на яких відбувається переміщення вантажів вантажопідіймальними кранами (згідно [14]).

Безпека при проведенні земляних робіт

До початку проведення земляних робіт необхідно:

- розбити трасу на місцевості у відповідності з робочими кресленнями;

- встановити знаки, що вказують місця розташування підземних комунікацій.

При виконанні земляних робіт поблизу населених пунктів повинні бути встановлені огорожі згідно з ГОСТ 23407-78 (ГОСТ 12.4.059-89) з попереджувальними написами та знаками згідно з ГОСТ 12.4.026-76. У нічний час місця робіт повинні бути позначені світловими сигналами (ліхтарі червоного кольору).

Місця проходу людей через траншеї повинні бути обладнані перехідними містками, що освітлюються в нічний час.

У разі виявлення підземних комунікацій, не вказаних в робочих кресленнях, земляні роботи слід негайно припинити і викликати на місце представника проектної організації та організації, що експлуатує ці комунікації. Одночасно повинні бути вжиті заходи для захисту виявлених комунікацій від пошкоджень, а їх розташування на місцевості визначити відповідними знаками і написами.

При утворенні "козирків" з ґрунту або знаходження на укосах валунів та інших предметів, які можуть обвалитися, робітників слід перевести в безпечне місце, а небезпечні умови усунути.

Під час перерв у роботі (незалежно від причин і їх тривалості) стріла одноківшового екскаватора повинна бути відведена в бік забою, а ківш опущений на ґрунт. Очищати ківш дозволяється тільки після опускання його на землю.

Під час установки екскаватора в забої помічник машиніста екскаватора повинен перебувати в безпечній зоні (радіус стріли плюс 5 м).

Для пересування екскаватора після розробки ґрунту від забою до забою машиніст виконує розворот платформи вліво на 250-300 по відношенню до осі руху, і, орієнтуючись на встановлені віхи, переміщує екскаватор.

Розробляти ґрунт механізмами на відстані ближче 2 м від підземних комунікацій не дозволяється. У безпосередній близькості від комунікацій розробляти ґрунт дозволяється тільки вручну.

У робочій зоні будівельно-дорожніх машин, які можуть використовуватися під час земляних робіт, не допускається виконання інших робіт та перебування працівників (згідно [14]).

Безпека при доставці і складуванні матеріалів і обладнання

Транспортні засоби повинні бути обладнані пристроями, які забезпечують збереження кількості і якості труб, трубних секцій, обладнання і безпеку руху.

До початку руху трубоплетезова, навантаженого секціями (труб), маршрут протягом всього шляху повинен бути перевірений особою, відповідальною за безпечне перевезення вантажів.

В'їзд трубоплетезом з гусеничними тягачами на дороги загального користування забороняється.

Перед перевезенням труб і секцій на автомобільному або тракторному поїзді необхідно:

- труби і секції надійно закріпити, а їх передні і задні торці закріпити проти поздовжнього зміщення обмежувачами-гаками, приєднаними канатом або ланцюгом до коника автомобіля і причепа;

- на відстані 0,5 м від задньої стінки кабіни встановити сталевий щит товщиною 8-10 мм;

- тягач і причеп автопоїзда надійно з'єднати запобіжним (аварійним) сталевим канатом;

- тягач і передній причеп тракторного поїзда з'єднати жорстким зчепленням (дишлом), передні і задні причепа можуть бути з'єднані як жорстким, так і гнучким зчепленням;

- труби або секції позначити позаду червоними прапорцями, а в темний час доби і вдень при видимості менше 20 м - засвіченими ліхтарями червоного кольору.

Під час розвезення труб (секцій) вздовж траси потрібно укласти їх на відстані не ближче 1,5 м від бровки траншеї.

Подача автомобіля заднім ходом в зоні, де виконуються будь-які роботи, повинна проводитися водієм тільки по команді осіб, які беруть участь у цій роботі.

Склади для зберігання труб передбачаються проектом організації будівництва і ПВР.

Площа складів повинна забезпечувати розміщення труб, прохід людей, проїзд транспортних і вантажопідійомних механізмів. Склади повинні мати наскрізний або круговий проїзди завширшки не менше 4,5 м.

На майданчиках підклади труб повинні передбачатися схили 1,5-20 та інші заходи, що забезпечують відведення атмосферних опадів та ґрунтових вод.

Труби укладають у штабель рядами по вертикалі і розташовують їх у сідловині між труб лежачого ряду. Між суміжними штабелями труб повинні бути залишені проходи шириною не менше 1 м.

При укладанні в штабелі труби розташовують у поперечному напрямку до проїжджої частини складу.

Труби різного діаметру, ізольовані і неізольовані, зберігаються окремо.

Сталеві труби діаметром більше 300 мм слід укладати в сідло штабелями заввишки не більше 8 м із застосуванням автоматичних захоплень без знаходження робітників на штабелі. При цьому труби повинні кріпитися спеціальним інвентарним пристосуванням, що забезпечує стійкість їх в штабелі і безпеку працюючих. У разі відсутності автоматичних захоплень складати труби слід у штабелі висотою не більше 3 м. Інвентарні пристосування, повинні застосовуватися тільки заводського виготовлення.

При укладанні труб не допускається:

- укладати в один штабель труби різного діаметру;
- проводити укладання труб верхнього ряду до закріплення труб нижнього ряду;
- складати разом ізольовані і неізольовані труби;

- укласти труби в похилому положенні ("йорж") з упором поверхні труб на кромки труб, які лежать нижче.

Щоб труби не розкочувалися при зберіганні, необхідно використовувати способи внутрішнього чи зовнішнього їх ув'язування (згідно [15]).

3.1 Безпека при проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт

До початку робіт з розвантаження труб необхідно:

- спланувати поверхню прирейкового розвантажувального майданчика, підготувати під'їзди до існуючих доріг;

- доставити на майданчик і підготувати до роботи необхідні механізми, інструменти, інвентар і пристосування.

Навантаження і розвантаження стріловими кранами на електрифікованих коліях до зняття напруги забороняється.

Для попередження травм від вантажів, які можуть випасти при відкриванні дверей вагонів, працівники повинні перебувати під прикриттям дверного полотна.

Під час проведення вантажно-розвантажувальних робіт перебування робітників в піввагоні забороняється.

Під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт водієві і працівникам забороняється:

- перебувати під стрілою крана з піднятими трубами;

- проносити труби над кабіною водія трубоплетевоза;

- перебувати в кабіні водія;

- водію відлучатися від трубоплетевоза до закінчення робіт на рамі трубовоза.

При навантаженні секції на транспортні засоби забороняється перебувати людям на рамі автомобіля або на причепі.

Експлуатація і технічне обслуговування вантажопідіймальних машин і механізмів повинні здійснюватися у відповідності з виробничими

інструкціями, розробленими будівельною організацією і затвердженими в установленому порядку.

Ділянки вантажно-розвантажувальних робіт повинні бути обладнані попереджувальними знаками і освітлювальними приладами (згідно [16]).

6.2. Екологічні аспекти застосування рішень з підвищення енергетичної ефективності

Враховуючи існуючі дані можна зробити висновок щодо екологічного аспекту побутових газових котлів.

Газові котли можуть мати негативний вплив на довкілля через викиди парникових газів, особливо якщо вони працюють на традиційному природному газі або інших вуглеводневих паливах. Хоча сучасні котли стають все більш екологічними завдяки впровадженню нових технологій та вимог щодо емісій, проблема емісій парникових газів все ще існує і потребує уваги.

Основними парниковими газами, що викидаються газовими котлами, є вуглекислий газ (CO_2) та оксиди азоту (NO_x). Вуглекислий газ є основною причиною глобального потепління, а оксиди азоту сприяють утворенню смогу та погіршують якість повітря.

Для зменшення негативного впливу газових котлів на довкілля та скорочення емісій парникових газів, розробляються різні технології та заходи. Деякі з них включають:

1. Конденсаційні технології: Сучасні газові котли можуть бути обладнані конденсаційними технологіями, які дозволяють використовувати тепло, що вивільняється при конденсації водяної пари від продуктів згоряння. Це дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії котла і знизити викиди CO_2 .

2. Низькотемпературні котли: Використання низькотемпературних котлів дозволяє знизити температуру повітря, що

виходить з котла, та знизити емісії NO_x . Це досягається за рахунок оптимізації процесу згоряння та використання спеціальних пальників.

3. Використання альтернативних палив: Заміна традиційного природного газу на біопаливо, газ з відновлюваних джерел або синтетичний газ може допомогти зменшити емісії CO_2 . Ці палива можуть бути виготовлені з органічного матеріалу або використовувати відновлювану енергію.

4. Використання систем очищення викидів: Встановлення систем очищення викидів, таких як каталітичні або селективні каталітичні системи зниження оксидів азоту, може допомогти зменшити викиди NO_x .

5. Енергоефективність та управління: Вдосконалення систем управління котлом, використання програмованих режимів роботи, терморегуляторів та сенсорів може сприяти енергоефективній роботі котла та зменшенню його викидів.

Враховуючи ці заходи та технології, можливо знизити негативний вплив газових котлів на довкілля і зробити їх більш екологічно чистими. Проте важливо продовжувати вдосконалювати технології та стандарти, щоб максимально зменшити емісії шкідливостей та покращити довкілля.

Екологічні характеристики пальників побутових газових плит

На сучасному етапі споживання газового палива в побуті найбільший інтерес становить екологічна складова з огляду на можливість безпосереднього контакту людського організму з шкідливими речовинами в продуктах згоряння (оксиди азоту NO_x , вуглецю CO , різноманітні вуглецеві сполуки C_nH_m , включаючи в їхньому складі незгорілі компоненти УНС та поліароматичні з'єднання РАН, а також частинки PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$).

Саме екологічний аспект спалювання визначив створення не тільки національних, але й регіональних і навіть місцевих нормативів шкідливих викидів в окремих найбільш забруднених містах світу.

Так, в Пекіні (Китай) через часте виникнення смогів місцева влада ініціювала створення та впровадження стандарту DB 11/139 – 2015 на забруднення повітря для котлоагрегатів з обмеженням викидів NO_x на рівні [NO_x] = 30 мг/м³ в той час, як теперішні характеристики обмежуються граничною концентрацією 80 мг/ м³ при вмісті [O₂] в продуктах згоряння 3,5 % – для промислових котлоагрегатів та нагрівальних пристроїв, а також при 3% [O₂] для енергетичних агрегатів.

До складу основних забруднювачів навколишнього середовища при спалюванні природного газу в газових плитах відносять оксиди азоту NO_x та вуглецю CO, а також вуглеводні (незгорілі УНС та поліароматичні РАН).

З точки зору впливу на клімат основним парниковим газом є діоксид вуглецю CO₂. Дуже небезпечним компонентом, що виділяється під час готування їжі на плиті, що працює на природному газі, є формальдегід HCHO [12]. Цей компонент має канцерогенні властивості внаслідок чого в ЄС заборонено вживання продукції з вмістом [HCHO] > 2000 ppm.

Прилади для приготування їжі на природному газі, можуть сприяти погіршенню якості атмосферного повітря в приміщеннях, особливо коли вони використовуються без аспіраційних систем.

На відміну від більшості споживачів вуглеводнів, газові плити напряду викидають двоокис азоту NO₂ (замість NO) одночасно з оксидом вуглецю CO та формальдегідом HCHO, кожен з яких може загострювати різні респіраторні та інші захворювання та негативно впливати на здоров'я людини.

Встановлено, що газові пальники додають 25 – 33% до внутрішньодомової концентрації [NO₂] - влітку та 35 – 39% - взимку. Зазначені сезонні зміни [NO₂], осереднені за тиждень, відображають факт зменшеної вентиляції повітря в приміщенні взимку.

Щодо концентрації [CO] газові плити визнані відповідальними у 30 % внеску влітку та 21 % - взимку до внутрішньодомової концентрації, оскільки влітку абсолютна зовнішня концентрація оксиду вуглецю менша.

Пальникові пристрої додають незначно до внутрішньої концентрації НСНО з огляду на наявний підвищений внесок таких джерел формальдегіду всередині приміщень, як будівельні матеріали та меблі.

Дуже серйозним та небезпечним виявився показник перевищення нормативів щодо рівня шкідливих речовин всередині домівок у випадку відсутності або невикористання систем провітрювання внутрішньодомових приміщень. Ця характеристика має відносне значення 6,7, тобто відсутність вентиляції приміщень може мати незворотні наслідки для людського здоров'я.

Перехід на електричні кухонні плити не вирішує проблему, тому що приготування їжі на електричній плиті супроводжується виділенням акролеїну – акрилового альдегіду, дуже отруйної речовини, що подразнює слизову оболонку.

Використання газових плит з пальниками, які відповідають екологічним нормам, пов'язані з необхідністю дотримання нормативів Євросоюзу та Директиви до Екобезпеки. Це пов'язано з тим, що газова плита встановлена в житловому приміщенні – в кухні, і продукти згоряння природного газу безпосередньо впливають на людину.

Важливими для пальників побутових газових плит є показники вмісту оксидів азоту NO_x , оксидів вуглецю CO та діоксидів вуглецю CO_2 .

Аналізуючи нормативні документи по викидам від газових побутових плит потрібно зауважити, що для деяких країн світу регламентуються тільки викиди CO , для окремих – викиди NO та NO_x .

Рекомендована методологія визначення оксидів азоту (ДСТУ 2204-93 «Плити газові побутові. Загальні технічні умови») побудована на використанні повільного хімічного методу, використання якого потребує залучення окремих розчинів.

Таблиця 6.1.

Граничні концентрації викидів $[\text{NO}_x]_{\text{lim}}$, $[\text{CO}]_{\text{lim}}$ для побутових споживачів різних країн

Країна	Назва документа	$[\text{NO}_x]_{\text{lim}}$, ppm (мг/м ³)	$[\text{CO}]_{\text{lim}}$, % (об)
Україна	ДСТУ 2204-93 Плити газові побутові. Загальні технічні умови	105 (200)	< 0,05
Росія	ГОСТ Р 50696-94 Плиты газовые бытовые. Общие технические условия	105 (200)	< 0,03
ЄС	Domestic cooking appliances burning gas. Part 1 – 1: Safety General. EN 30 – 1–1:2008 +A3 2013	-	0.10 - 0.20
	Directive (EU) 2015/2193 On the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants	50, min 35 (100, min 70)	
США	ANSI Z21.1-2016/CSA 1.1-2016 - Household cooking gas appliances	+	-
	Rule 1147 NOx reductions from miscellaneous sources	30	-
Китай	GB 16410 Domestic gas cooking appliances	Max 150	0-0.2%
	DB 11/139 – 2015 Air Pollutant Release for Boilers	15 (30)	-
Австралія	AS 5263.0-2013 Gas appliances General requirements	+	+

Як видно з таблиці, українські нормативи суттєво відстають від усіх представлених і не мотивують впровадження заходів, спрямованих на скорочення шкідливих викидів в побуті.

Таким чином в Україні ситуація з нормами шкідливих викидів при використанні газу в побуті – взагалі та при спалюванні газу в кухонних плитах – зокрема, є надзвичайно небезпечною, оскільки, обмеження щодо шкідливих викидів не є достатньо жорсткими та обов’язковими для виконання. Якщо до сказаного додати відсутність контролю за вмістом вуглеводнів в продуктах згоряння з атмосферних пальників, виникає висновок щодо екологічно небезпечного стану повітря в кухонних приміщеннях житлових будинків.

Висновок

Розглянуто проблемні питання експлуатації побутових газових котлів. Проведений аналіз характеристик роботи газових котлів при використанні різних видів палив. Виконаний порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик газових котлів: комбінованого і конденсаційного. Визначені умови, при яких можливо досягти зниження споживання газу та покращення енергоефективності пристроїв.

Розглянуто вплив конструктивних особливостей пальників газових плит на ефективність їх роботи. Проведено дослідження залежності коефіцієнта корисної дії плити від тиску газу перед пальником газового приладу

Визначено розрахункові витрати газу, виконане трасування мережі газопостачання. Розрахована необхідна кількість ШГРП, розраховане і підібране обладнання. Проведені гідравлічні розрахунки газопроводів середнього і низького тисків.

Запроектована система газопостачання житлового будинку. Розглянуто питання відведення продуктів згорання

Розглянуті питання впровадження автоматизованої системи керування побутовими газовими приладами

Розглянуті питання техніки безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт і екологічні аспекти застосування рішень з підвищення енергетичної ефективності побутових газових приладів

Виконаний аналіз експлуатаційних характеристик побутових газових приладів. Визначені методи і засоби забезпечення їх енергоефективної роботи. Підібрано оптимальне газовикористовуюче обладнання для системи газопостачання житлового будинку. Рекомендовано впровадження автоматизованої системи керування побутовими газовими приладами. Розглянуто питання впливу роботи побутових газових приладів навколишнє середовище і якість внутрішнього повітря в кухнях.