# **КУРСОВИЙ ПРОЕКТ**

**"ГАЗОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ"**

**Вступ**

Газопостачання – це комплекс інженерно-технічних заходів, які мають на меті транспортування під певним тиском і в необхідній кількості газу від джерела газопостачання (ГРС) до споживача.

При розробці даного курсового проекту необхідно розрахувати двоступеневу систему газопостачання для населеного пункту в якому присутні промислові підприємства, малі комунально-побутові підприємства, централізоване опалення та гаряче водопостачання, індивідуальні споживачі газу.

Для цього нам потрібно визначити загальну потребу в газі і розрахувати мережі високого (середнього) та низького тиску газопостачання, та систему дворового газопостачання житлового будинку. Витрати газу знаходять окремо для кожної категорії споживачів на комунально-побутові і санітарно-гігієнічні потреби населення, на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання житлових і громадських будівель.

Споживання газу в населеному пункті залежить в основному від кількості мешканців, ступеню благоустрою житла, кліматичних умов.

Всі ці розрахунки необхідно проводити згідно вимог нормативних документів та методики розрахунку [2].

**1. Вихідні дані**

Згідно завдання на виконання курсового проекту з дисципліни «Газопостачання» необхідно запроектувати систему газопостачання міста Маріуполь.

Місто Маріуполь територіально поділено на чотири адміністративних райони:

Район I – забудова багатоповерховими будівлями. Ступінь забезпеченості природним газом 100%. Гаряче водопостачання та опалення централізоване.

Район IІ – забудова 5-ти поверховими будівлями. Ступінь забезпеченості природним газом 100%. Опалення централізоване від котелень, гаряче водопостачання від проточних водонагрівачів.

Район IIІ – змішана забудова 25% – 5-ти поверхові будівлі, 75% – одно-, двоповерхові будівлі. Ступінь забезпеченості природним газом 80%. Опалення 5-ти поверхових будівель – централізоване, одно-, двоповерхових будівель – місцеве. Гаряче водопостачання від водонагрівачів.

Район IV – малоповерхова забудова. Опалення місцеве, гаряче водопостачання відсутнє. Ступінь забезпеченості природним газом 70%.

Джерелом газопостачання населеного пункту служить газорозподільна станція ГРС, що знаходиться на східній околиці міста.

Кліматичні дані району будівництва прийнято згідно [2], і становлять:

1. Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування системи опалення tо =-15 оС;
2. Теж для вентиляції tвент = -4 оС;
3. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період t=2,2оС;
4. Тривалість опалювального періоду nо=153 доби;

**2 Визначення кількості жителів населеного пункту**

Густина житлового фонду для районів міста визначається згідно [2, дод. 1. с. 81] і приймається для одно- і двоповерхових будівель В=3300 м2/га, а для 5-ти і багатоповерхових будівель В=6600 м2/га. Для району змішаної забудови (район III) густина житлового фонду знаходиться усереднено пропорційно частці будинків етажності в загальній їх кількості в районі:

ВIII=γ1-2·В1-2+γ5·В5 [м2/га] (2.1)

де γ1-2,γ5 – відповідно частка в житловому фонді 1–2 поверхових і 5-ти поверхових будинків, %;

В1-2, В5 – густина житлового фонду для 1–2 поверхових і 5-ти поверхових будинків, м2/га.

Для району I – ВI=6600 м2/га;

району II – ВII=6600 м2/га;

району IIІ – ВIIІ=0,75·3300+0,25·6600=4125 м2/га;

району IV – ВIV=3300 м2/га.

Норма забезпеченості площею на одного мешканця для районів I, II – f1=15 м2/чол, а для III та IV f2=18 м2/чол.

Чисельність населення визначається окремо для кожного з районів населеного пункту за формулою:

люд. (2.2)



де – загальна площа житлових будівель у районі, тис. м2



тис. м2 (2.3)



де – площа забудови в районі, що визначається з генплану, га;



*В-*густина житлового фонду, м2/га;

*f –* норма забезпеченості загальною площею, м2/люд.

Результати розрахунків заносимо до табл. 1.

Таблиця 1 – Визначення кількості мешканців по районам

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район | | Площа житлової забудови,, га | Густина житлового фонду, *В* м2/га | Норма забезпеченості загальною площею, *f*, м2/люд | Загальна площа житлових будинків , тис. м2 | Кількість мешканців  *N*, люд |
| I | | 330,92 | 6600 | 15 | 2184072 | 121337 |
| II | | 13,6 | 6600 | 15 | 897600 | 59840 |
| ІІІ | а) 5-ти | 210,44 | 6600 | 15 | 1388904 | 92593,6 |
| б) 2-х | 49,68 | 3300 | 18 | 163944 | 9108 |
| ІV | | 139,24 | 3300 | 18 | 459492 | 25527 |
| **Σ** | | **743,88** |  |  | **5094012** | **1141748** |

**3 Визначення витрат газу**

**3.1 Витрата газу на комунальні-побутові потреби населення**

Спочатку знаходять річні витрати газу в залежності від кількості споживачів та норм витрати теплоти згідно [3]. Річні витрати газу на комунально-побутові витрати населення визначаються в залежності від кількості споживачів, норм витрат теплоти з урахуванням ступеня забезпеченості газопостачанням комунально-побутових потреб населення за формулою:

, млн. м3/рік (3.1)



де *N* – чисельність населення, люд.

*S* – розрахункова кількість комунальних послуг населенню [2. дод. 2];

– ступінь забезпечення газопостачанням комунально-побутових потреб;



*gн –* норма витрати теплоти на даний вид комунальних послуг, МДж;

– нижча теплота згорання природного газу, = 34 МДж/м3.



В районі I – газ витрачається тільки на приготування їжі:

*qІ* =2800 МДж/люд. рік

В районі IІ – газ витрачається на приготування їжі та на нагрівання води в проточних водонагрівачах:

*qІІ*=8000 МДж/люд. рік

В районі IІІ – для 5-ти поверхових будівель (25%) газ витрачається на приготування їжі та на нагрівання води в проточних водонагрівачах, а для одно-, двоповерхових (75%) газ ще й витрачається на опалення:

*qІІІ* =0,25·8000+0,75·8000=8000 МДж/люд. рік

В районі IV – газ витрачається на приготування їжі та на опалення:

*qІV* =8000 МДж/чол. рік

В усіх районах розташовані механізовані пральні, лазні, їдальні, хлібозаводи і лікарні, а також невеликі комунально-побутові підприємства. Розрахунки заносимо до табл. 2.

Розрахункові годинні витрати газу знаходять виходячи з річних витрат газу (див. табл. 2) з урахуванням коефіцієнту годинного максимуму за формулою:

, м3/год [2, с. 10]



де – річна витрата газу споживачем, млн. м3/рік;



– коефіцієнт годинного максимуму, рік/год.



Результати розрахунку загальних витрат газу приведені в табл. 3. Сумарна витрата газу населеним пунктом складає:

= 19560,86 м3/год.



Таблиця 2 – Річні витрати на комунально-побутові потреби

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Споживач, послуга | Одиниця | Норма витрати  тепла q, МДж/рік | Кількість розрахункових одиниць на 1 жит. | Ступінь забезпеченості χ | Загальна кількість  розрахункових  одиниць в районі | | | | | Річні витрати газу, V млн. м3/рік | | | | |
| в районі | | | | |
| I | II | III | | IV | I | II | III | | IV |
| 1. Житлові  будинки | 1 житель | 2800  8000  2800  8000  4600 | 1  1  1  1  1 | 1  1  1  0,8  0,7 | 121337 | 59840 | 92594 | 9108 | 25527 | 9,99 | 14,08 | 7,63 | 1,7 | 2,42 |
| 2. Механізовані пральні | 1 т.  сухої  білиз. | 8800 | 0,15 | 0,33 | 121337 | 59840 | 92594 | 9108 | 25527 | 1,04 | 0,51 | 0,79 | 0,08 | 0,22 |
| 3. Лазні | 1 помив. | 40 | 23 | 0,3 | 121337 | 59840 | 92594 | 9108 | 25527 | 0,98 | 0,49 | 0,75 | 0,17 | 0,47 |
| 4. Хлібозаводи | 1 т. виробів | 5450 | 0,29 | 1 | 121337 | 59840 | 92594 | 9108 | 25527 | 5,64 | 2,78 | 4,3 | 0,42 | 1,19 |
| 5. Лікарні | 1 ліжко | 3200 | 0,012 | 1 | 121337 | 59840 | 92594 | 9108 | 25527 | 0,14 | 0,07 | 0,1 | 0,01 | 0,03 |
| 6. Підприємства громадського харчування | 1 обід | 8,4 | 90 | 0,45 | 121337 | 59840 | 92594 | 9108 | 25527 | 1,21 | 0,59 | 0,93 | 0,09 | 0,3 |
| **Всього:** | | | | | | | | | | **19** | **18,52** | **14,5** | **2,47** | **4,63** |
|  | **В т. ч. а) населення** | | | | | | | | | **9,99** | **14,08** | **7,63** | **1,7** | **2,42** |
|  | **б) ком.-побут. підприємства** | | | | | | | | | **9,01** | **4,44** | **6,87** | **0,77** | **2,21** |

**3.2 Потреба теплопостачання**

Джерелом теплопостачання згідно завдання в районі I є районна опалювальна котельня, в районі II і III є районна опалювальна котельня і індивідуальні теплогенератори, а в районі IV індивідуальні теплогенератори.

В І і ІІ районі природний газ витрачається на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання громадських та житлових будинків, в ІІІ районі природний газ витрачається на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання громадських та житлових будівель, в ІV – на потреби опалення житлових будинків і на потреби опалення, вентиляції і гарячого водопостачання громадських будинків.

Укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення одного м2 загальної площі, для будинків І та ІІ районів дорівнює q01=73 Вт/ м2, а в ІІІ і ІV q01=166 Вт/м2, при значенні температури зовнішнього повітря для проектування системи опалення t0=-15 0C.

Укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання складає:

qг.в.1=73 Вт/люд., qг.в.2=73 Вт/люд., qг.в.3=376 Вт/люд., qг.в.4=376 Вт/люд.

Значення ККД системи теплопостачання прийняті для: ІІІ і ІV району η=0,75; І та ІІ району η=0,8.

Розрахункові годинні витрати газу на потреби теплопостачання визначаються по формулі:

[м3/год], [2. 12]



де: – коефіцієнт, що враховує витрату газу на опалення громадських будинків 0,25;



– коефіцієнт, що враховує витрату газу на вентиляцію громадських будинків, =0,4;



– укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1м2 загальної площі, Вт/м2;



– коефіцієнт корисної дії системи теплопостачання



та:

[м3/год], [2. 12]



де – коефіцієнт, що враховує добову нерівномірність розбору гарячої води =2,4;



– укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання, Вт/люд.



Результати розрахунків зводимо в табл. 4

Річні витрати газу знаходяться за формулою:

млн. м3 /рік, [2. 12]



де – кількість годин використання максимуму для 1-го виду навантаження, год/рік.



Кількість годин використання максимуму опалювально-вентиляційного навантаження, для кліматичних даних району будівництва складає:

год/рік,



де - тривалість опалювального періоду, 167 діб/рік [1]



- розрахункова температура внутрішнього повітря [1] =18 0С



- середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період =2,2 0С [1]



- температура зовнішнього повітря для проектування системи опалення =-15 0С



- температура зовнішнього повітря для проектування системи вентиляції = -4 0С



- кількість годин роботи системи вентиляції (= 16 год/доб.)



год/рік



а для системи гарячого водопостачання:

год/рік [2.c 13]



де: -коефіцієнт, що враховує зменшення витрати теплоти на нагрівання води в мережі в теплу пору року =0,8



– коефіцієнт, що враховує зменшення витрати водопостачання =0,8



год/рік.



Результати розрахунку наведенні в табл. 4. Сумарні витрати газу на потреби теплопостачання в населеному пункті становлять 9042,2 м3/год або 19 млн. м3/рік.

В табл. 5 наведенні витрати газу з розподілом по джерелам теплопостачання.

Таблиця 5 – Джерела теплопостачання

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район | | Витрати газу | | | | | |
| Місцеві генератори | | РОК | | ТЕЦ | |
| годинна | річна | годинна | річна | годинна | річна |
| I | | - | - | - | - | 42979,6 | 90,5 |
| II | | - | - | 18855,1 | 40,53 | - | - |
| ІІІ | а) | - | - | 29175,4 | 62,71 | - | - |
|  | б) | 3226,3 | 6,8 | - | - | - | - |
| ІV | | 9042,2 | 19 | - | - | - | - |

**3.3 Розрахункові витрати газу**

За результатами розрахунків витрат газу різними категоріями споживачів з урахування рекомендацій по підключенню споживачів до газових мереж складають зведену таблицю розрахункових витрат газу. На основі даних табл. 6 визначають навантаження на мережі низького та високого тиску, а також на газорегулюючих пунктах.

Таблиця 6 – Зведена таблиця розрахункових витрат газу

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр  споживача | Споживач | Розрахунково годинна витрата газу, м3/год, в т.ч. по мережі тиску: | | |
| Загального | Високого | Низького |
| 1 | Невеликі комунально-побутові об’єкти:  район І  район ІІ  район ІІІ, а)  б)  район ІV | 3548  4996  3335  720  904 | –  –  –  – | 3548  4996  3335  720  904 |
| 2 | Великі комунально-побутові об’єкти: |  |  |  |
| а) механізовані пральні  б) лазні | 358,6/175,9/272,4/  27,59/75,86 | 358,6/175,9/272,4/  -/75,86 | -/-/-/  27,59/- |
| в) хлібзаводи | 362,9/181,48/277,8/  62,96/174,07 | 362,9/181,48/277,8/  62,96/174,07 | -/-/-/  -/- |
| г) лікарні | 940/463,3/716,7  70/198,3 | 940/463,3/716,7  70/198,3 | -/-/-  -/- |
| д) пі-ва гром. харч. | 56/28/40/4/12  605/295/465/45/150 | 56/-/-/-/-  605/295/465/-/150 | -/28/40/4/12  -/-/-/45/- |
| 3 | Джерела теплопостачання:  а) місцеві  б) централізовані | -/-/-/3226,3/9042,2  42979,6/18855,1/29175,4/-/- | 42979,6/18855,1/29175,4/-/- | -/-/-/3226,3/9042,2 |
|  | Всього: | 122996,06 | 96612,37 | 25928,09 |

**4. Система газопостачання**

**4.1 Структура системи газопостачання**

В проекті прийнято двоступінчаста система газопостачання:

1 ступінь – газопроводи високого тиску Р≤ 700 кПа.

2 ступінь – газопроводи низького тиску Р≤ 3000 Па.

Для підвищення надійності газопостачання, мережа високого тиску виконується кільцевою. Всі промислові підприємства підключаються до міської мережі газопроводів високого тиску.

Мережі низького тиску проектують за змішаною схемою. Кінцеві ділянки мережі, як правило тупикові. Джерелом газопостачання служить газорозподільна станція розташована у північній частині населеного пункту (схему див. на аркуші).

* 1. **Визначення кількості газорегуляторних пунктів в мережі**

### Оптимальну кількість ГРП в мережі визначають за формулою:



: (шт.) [2, c 20]



де – рівномірно розподілене навантаження району, який обслуговується гідравлічно-зв’язаною мережею газопроводів низького тиску, м3/год.



– оптимальне навантаження на один ГРП, м3/год.



, (м3/год) [2 c 20]



де – радіус оптимальної дії ГРП, м



– питоме навантаження на мережу низького тиску м3/(год·чол.)



– густина населення в районі чол.



[2. c 20]



де N – кількість мешканців в районі, чол.

F3 – площа житлової забудови, га.

(м3/год чол.) [2. c 20]



де – розрахунковий перепад тиску вуличних газопроводів низького тиску =1200 Па



– коєфіціент густини мережі низького тиску, м-1



с – вартість ГРП, грн. с=12000 грн.

[м-1] [2. c 21]



Оптимальне число ГРП визначають для кожного з районів окремо.

Рівномірно розподілене навантаження:

* у районі І 3548 (м3/год)
* у районі ІІ 5024 (м3/год)
* у районі ІІІ 3375 (м3/год)

4023 (м3/год)

* у районі ІV 9958,2 (м3/год)

Результати розрахунків наведені у таблиці 7.

Таблиця 7 – Визначення оптимального числа ГРП

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район | Vг.р м3/год | N, чол | F3, га | m, чол./га | е м3/чол. год | ,  м-1 | Ronm, м | Vonm,  м3/год | ГРП, шт. | V,  м3/год |
| І | 3548 | 121337 | 330,92 | 367 | 0,029 | 0,019 | 689,7 | 1012,5 | 4 | 887 |
| ІІ | 5024 | 59840 | 136 | 440 | 0,084 | 0,021 | 563,68 | 2348,7 | 2 | 212 |
| ІІІ | 3375 | 92594 | 210,44 | 440 | 0,036 | 0,021 | 636,3 | 1282,7 | 3 | 1125 |
| 4023 | 908 | 49,68 | 18,3 | 4,43 | 0,008 | 630,6 | 6447,5 | 1 | 4023 |
| ІV | 9958,2 | 25527 | 139,24 | 183 | 0,39 | 0,013 | 568,8 | 4618,1 | 2 | 4979,1 |

##### **5. Гідравлічний розрахунок газопроводів**

**5.1 Газопроводи високого тиску**

Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску виконаний у відповідності з вимогами [1].

Розрахункова схема газопроводів, накреслена згідно з вимогами, показана на кресленні.

Тиск на виході з джерела газопостачання – ГРС – становить згідно з завданням 700 кПа, а у самого віддаленого споживача 420 кПа.

Тобто, наявний максимальний перепад тиску складає:

700 – 420 = 280 кПа

Спочатку виконується гідравлічний розрахунок умовної головної магістралі. В даному прикладі це магістраль).

Питома різниця квадратів тиску для головної магістралі дорівнює:

А = (Р21 – Р2к)/ΣLі

де: рі – абсолютний тиск газу на виході з ГРС, кПа;

Pk – те ж, на вході до найбільш віддаленого споживача, кПа;

Lі – довжина і-тої ділянки головної магістралі, м;

n – кількість ділянок головної магістралі. При сумарній довжині ΣLi = 9850 м:

А= (7002 – 4202)/9850=31,84 кПа2/м

Результати гідравлічного розрахунку газопроводів наведені у таблиці 8. Тиск газу у найбільш віддаленого від ГРС споживача становить 451,6 кПа. Запас складає: α1 = ((460,4–420)/420)·100=9,6%.

Таблиця 8 – Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № діля-нки | V, м3/год | L, м | А,  кПа2/м | | А⋅L,  кПа2 | d3⋅S,  мм | P,  кПа | Pп,  кПа | Pк,  кПа |
| Головна магістраль 1,2,3…, 17,18 | | | | | | | | | |
| 0–1 | 122996 | 875 | 31,84 | | 27860 | 630×7 | 16000 | 700 | 688,5 |
| 1–2 | 121513 | 1375 | 31,84 | | 43780 | 630×7 | 16000 | 688,5 | 676,8 |
| 2–3 | 120963 | 375 | 31,84 | | 11940 | 426×9 | 14000 | 676,8 | 666,3 |
| 3–4 | 111208 | 75 | 31,84 | | 2388 | 630×7 | 14000 | 666,3 | 655,7 |
| 4–5 | 111204 | 750 | 31,84 | | 23880 | 630×7 | 15000 | 655,7 | 644,2 |
| 5–6 | 110016 | 625 | 31,84 | | 19900 | 325×8 | 15000 | 644,2 | 632,5 |
| 6–7 | 80375,3 | 600 | 31,84 | | 19104 | 325×8 | 14000 | 632,5 | 621,3 |
| 7–8 | 79976,9 | 300 | 31,84 | | 9552 | 426×9 | 14000 | 621,3 | 609,9 |
| 8–9 | 78851,9 | 325 | 31,84 | | 10348 | 530×7 | 14000 | 609,9 | 598,3 |
| 9–10 | 73827,9 | 200 | 31,84 | | 6368 | 426×9 | 15000 | 598,3 | 585,6 |
| 10–11 | 52299,1 | 500 | 31,84 | | 15920 | 426×9 | 15000 | 585,6 | 572,7 |
| 11–12 | 46747,1 | 1075 | 31,84 | | 34228 | 426×9 | 14000 | 572,7 | 560,32 |
| 12–13 | 46719,1 | 625 | 31,84 | | 19900 | 273×7 | 14000 | 560,32 | 547,69 |
| 13–14 | 45441,2 | 400 | 31,84 | | 12736 | 426×9 | 16000 | 547,69 | 532,9 |
| 14–15 | 45082,6 | 550 | 31,84 | | 17512 | 426×9 | 18000 | 532,9 | 515,7 |
| 15–16 | 44195,6 | 88 | 31,84 | | 2801,9 | 426×9 | 18000 | 515,7 | 497,9 |
| 16–17 | 1216 | 612 | 31,84 | | 19486 | 108×4 | 18000 | 497,9 | 479,5 |
| 17–18 | 443,5 | 500 | 31,84 | | 15920 | 70×3 | 18000 | 479,5 | 460,4 |
| Σl =9850 α1=(460,4–420)/420·100%=9,6% | | | | | | | | | |
| Відгалуження 18–19 | | | | | | | | | |
| 18–19 | 887 | 125 | 220,3 | | 27538 | 57×3 | 27000 | 451,6 | 420,6 |
| α2=(420,6–420)/420·100%=0,1% | | | | | | | | | |
| Магістраль 11,2629520,5,27,28,29,18 | | | | | | | | | |
| 11–26 | 5551,99 | 600 | 39,1 | | 23460 | 159×4,5 | 24000 | 572,7 | 551,3 |
| 26–27 | 2103 | 755 | 39,1 | | 29521 | 140×4,5 | 22000 | 551,3 | 531,0 |
| 27–28 | 1800,5 | 450 | 39,1 | | 17959 | 114×4 | 22000 | 531,0 | 509,9 |
| 28–29 | 913,5 | 125 | 39,1 | | 4887,5 | 89×3 | 22000 | 509,9 | 487,9 |
| 29–18 | 443,5 | 1575 | 39,1 | | 61583 | 57×3 | 26000 | 487,9 | 460,4 |
| Σl =3505 α3=(460,4–451,6)/ 451,6·100%=1,9% | | | | | | | | | |
| Магістраль 10,20,…, 25,26 | | | | | | | | | |
| 10–20 | 21573,8 | 1000 | 15,02 | | 15020 | 325×8 | 7500 | 585,6 | 579,2 |
| 20–21 | 21545,8 | 100 | 15,02 | | 1502 | 325×8 | 750 | 579,2 | 578,5 |
| 21–22 | 19033,8 | 150 | 15,02 | | 2253 | 325×8 | 6000 | 578,5 | 573,3 |
| 22–23 | 178,69 | 900 | 15,02 | | 13518 | 57×3 | 7000 | 572,4 | 567,2 |
| 23–24 | 178,69 | 500 | 15,02 | | 7510 | 57×3 | 6300 | 565,9 | 561,6 |
| 24–25 | 936,99 | 750 | 15,02 | | 11265 | 114×4 | 6400 | 559,8 | 555,9 |
| 25–26 | 3448,99 | 125 | 15,02 | | 1877,5 | 159×4,5 | 5000 |  | 551,4 |
| Σl =3525 α3=(551,4–551,3)/ 551,3 ·100%=0,02% | | | | | | | | | |
| Побічна магістраль 13,30,31,32 | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| 13–30 | 1277,9 | 925 | 49 | | 45325 | 89×3 | 38000 | 547,69 | 511,8 |
| 30–31 | 915 | 825 | 49 | | 40425 | 89×3 | 34000 | 511,8 | 477,5 |
| 31–32 | 28 | 200 | 49 | | 9800 | 38×3 | 18000 | 477,5 | 458,3 |
| Σl =3525 α3=(458,3–420)/ 420·100%=9,1% | | | | | | | | | |
| Магістраль 3,33,…, 38 | | | | | | | | | |
| 3–33 | 9754,92 | 700 | 115,08 | | 80556 | 159×4,5 | 111000 | 666,3 | 586,5 |
| 33–34 | 9657,33 | 325 | 115,08 | | 37401 | 159×4,5 | 40000 | 586,5 | 551,3 |
| 34–35 | 5589,33 | 125 | 115,08 | | 14385 | 140×4,5 | 34000 | 551,3 | 519,5 |
| 35–36 | 5439,33 | 300 | 115,08 | | 34524 | 140×4,5 | 30000 | 519,5 | 489,8 |
| 36–37 | 5189,4 | 750 | 115,08 | | 86310 | 140×4,5 | 32000 | 489,8 | 458,2 |
| 37–38 | 4979,1 | 125 | 115,08 | | 14385 | 140×4,5 | 32000 | 458,2 | 421,8 |
| Σl =2325 α3=(421,8–420)/ 420·100%=0,43% | | | | | | | | | |
| Відгалуження 39–9 | | | | | | | | | |
| 39–9 | 4979,1 | 1500 | 121,04 | 181560 | | 108×4 | 160000 | 598,3 | 450 |
| α4=(450–420)/ 420·100%=7% | | | | | | | | | |

**5.2 Газопроводи низького тиску**

Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску виконано згідно вимог [1], а розрахункова схема наведена на листі.

Навантаження на один мережний ГРП в II районі складає 2512 м3/год, для прийнятого числа ГРП в районі (n=2) в середньому один ГРП обслуговує житлові будинки на площі:



У відповідності з завданням необхідно запроектувати газопровід низького тиску для ГРП-10. Умовна площа забудови приймаємо 1/4 частину всієї площі району, тобто Fгрп=34 га. Тому виникає необхідність скорегувати навантаження на ГРП:



Тиск на виході з ГРП-10 приймаємо P=3000 Па, а у найвіддаленіших споживачів P=1800 Па. Перепад тиску: ΔP=3000–1800=1200 Па, що знаходиться в межах допустимого[1].

Сумарна приведена довжина газопроводів визначається згідно формули:

ΣLпр=Li·Ке·Кз=5014 м

де Li-геометрична довжина ділянки, м

Ке-коеф. етажності,

Кз-коеф. забудови.

Тоді питомі шляхові витрати газу дорівнюють

V==



Шляхові витрати визначаються:

Vш=Lпрі (м3/год)



де Vгрп - потужність ГРП, м3/год; V – витрата газу зосередженим споживачем, м3/год;

Lпрі - приведена довжина і-тої ділянки, м.

Результати розрахунків приведені в табл. 9

Таблиця – 9 Шляхові витрати газу

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ділянки | | Геометр.  довжина L, м | Коефіц. | | Приведена  довжина Lпр, м | Шляхові витрати газу  Vw, м3/год |
| Поч. | Кін. | Ке | Кз |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 0 | 450 | 1 | 0,5 | 225 | 45,09 |
| 2 | 1 | 400 | 1 | 0,5 | 200 | 40,08 |
| 2 | 3 | 775 | 1 | 0,5 | 387,5 | 77,66 |
| 2 | 13 | 813 | 1 | 1 | 813 | 162,93 |
| 3 | 4 | 363 | 1 | 1 | 363 | 72,75 |
| 4 | 5 | 225 | 1 | 1 | 225 | 45,09 |
| 6 | 5 | 300 | 1 | 0,5 | 150 | 30,06 |
| 7 | 6 | 538 | 1 | 0,5 | 269 | 53,91 |
| 3 | 7 | 300 | 1 | 0,5 | 150 | 30,06 |
| 5 | 8 | 350 | 1 | 0,5 | 175 | 35,07 |
| 9 | 8 | 250 | 1 | 1 | 250 | 50,1 |
| 4 | 9 | 313 | 1 | 1 | 313 | 62,73 |
| 10 | 9 | 400 | 1 | 1 | 400 | 80,16 |
| 3 | 10 | 225 | 1 | 1 | 225 | 45,09 |
| 10 | 13 | 225 | 1 | 1 | 225 | 45,09 |
| 8 | 11 | 200 | 1 | 0,5 | 100 | 20,04 |
| 11 | 12 | 363 | 1 | 0,5 | 181,5 | 36,37 |
| 13 | 14 | 200 | 1 | 1 | 200 | 40,08 |
| 14 | 12 | 375 | 1 | 1 | 375 | 75,15 |
| 14 | 16 | 137,5 | 1 | 1 | 137,5 | 27,56 |
| 12 | 15 | 550 | 1 | 0,5 | 275 | 55,11 |
| 15 | 16 | 325 | 1 | 0,5 | 162,5 | 32,57 |
| 16 | 1 | 775 | 1 | 0,5 | 387,5 | 77,66 |
| 2 | 17 | 63 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Вузлові витрати газу:



Сума вузлових витрат газу також дорівнює навантаженню на ГРП:



Після визначення шляхових та вузлових витрат газу переходимо до знаходження розрахункових витрат, починаючи з кінцевих, найбільш віддалених від ГРП ділянок.

Для ділянок витрата газу визначається використовуючи 1-й закон Кірхгофа:

ΣQвхід=ΣQвиход

Вузол 0:



Вузол 1:



Вузол 16:



;



Вузол 15:



Вузол 12:



;



Вузол 14:



Вузол 13:



;



Вузол 11:



Вузол 8:



;



Вузол 9:



;



Вузол 4:



;



Вузол 5:



Вузол 6:



Вузол 7:



Вузол 10:



Вузол 3:



Вузол 2:



Тобто витрата останньої ділянки V12-17 дорівнює витраті ГРП-5.

Мінімальний діаметр газопроводу ds=57х3 мм (dy=50 мм). Спочатку виконуємо гідравлічний розрахунок головної магістралі:

17,2,3,10,13,14,16,1 довжиною ΣL=2400,5 м.

Питома втрата тиску:

R1= Па/м



# Результат наведено в таблиці 10.

Тиск газу у вузловій точці 1 дорівнює 1825,8, а запас:

α1 = <



в межах допустимого, що менше рекомендованого значення в 10%.

Таблиця 10 – Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ділянки | V, м3 / год | L, м | | | dy, мм | dз ·S, мм | R, Па/м | ΔP, Па | Pп, Па | Pк, Па |
| Головна магістраль 15–14–16–17–18–19–20–22–24–26–2–1 | | | | | | | | | | |
| 17–2 |  | 63 | | | 300 | 325×8 | 0,48 | 30,24 | 3000 | 2969,76 |
| 2–3 |  | 775 | | | 300 | 325×8 | 0,45 | 348,75 | 2969,76 | 2621,01 |
| 3–10 |  | 225 | | | 205 | 219×6 | 0,42 | 94,5 | 2621,01 | 2526,51 |
| 10–13 |  | 225 | | | 205 | 219×6 | 0,4 | 90 | 2526,51 | 2436,51 |
| 13–14 |  | 200 | | | 205 | 219×6 | 0,32 | 64 | 2436,51 | 2372,51 |
| 14–16 |  | 137,5 | | | 100 | 108×4 | 0,48 | 66 | 2372,51 | 2306,51 |
| 16–1 |  | 775 | | | 80 | 89×3 | 0,43 | 333,25 | 2306,51 | 1973,26 |
| ΣL=2400,5 R1 = | | | | | | | | | | |
| Магістраль: 3,7,6,5,8,11,12,15,16 | | | | | | | | | | |
| 3–7 |  | | | 300 | 205 | 219×6 | 0,20 | 60 | 2621,01 | 2561,0 |
| 7–6 |  | | | 538 | 205 | 219×6 | 0,12 | 64,56 | 2561,0 | 2496,4 |
| 6–5 |  | | | 300 | 205 | 219×6 | 0,11 | 33 | 2496,4 | 2463,4 |
| 5–8 |  | | | 350 | 125 | 133×4 | 0,16 | 56 | 2463,4 | 2407,4 |
| 8–11 |  | | | 200 | 125 | 140×4,5 | 0,18 | 36 | 2407,4 | 2371,4 |
| 11–12 |  | | | 363 | 125 | 133×4 | 0,14 | 50,82 | 2371,4 | 2320,5 |
| 12–15 |  | | | 550 | 125 | 133×4 | 0,11 | 60,5 | 2320,5 | 2260 |
| 15–16 |  | | | 325 | 100 | 114×4 | 0,11 | 35,75 | 2260 | 2224,25 |
| ΣL=2926 R1 = | | | | | | | | | | |
| Магістраль: 3,4,5, | | | | | | | | | | |
| 3–4 | 86,7938 | | | 363 | 125 | 133×4 | 0,28 | 101,64 | 2621,01 | 2519,4 |
| 4–5 | 86,7938 | | | 225 | 125 | 133×4 | 0,28 | 63 | 2519,4 | 2456,4 |
| ΣL=588 R1 = | | | | | | | | | | |
| Магістраль: 4–9 | | | | | | | | | | |
| 4–9 |  | | | 313 | 150 | 159×4 | 0,12 | 37,56 | 2519,4 | 2481,9 |
| R1 = | | | | | | | | | | |
| 10–9 |  | | | 400 | 150 | 159×4 | 0,13 | 52 | 2526,51 | 2474,5 |
| 9–8 |  | | | 250 | 125 | 140×4,5 | 0,23 | 57,5 | 2474,5 | 2417 |
| ΣL=650 R1 = | | | | | | | | | | |
| Магістраль: 14–12 | | | | | | | | | | |
| 14–12 |  | | | 375 | 125 | 133×4 | 0,2 | 75 | 2372,51 | 2297,6 |
|  |  | | |  |  |  |  |  | 2320,5 |  |
| R1 = | | | | | | | | | | |
| Магістраль: 2–1 | | | | | | | | | | |
| 2–1 |  | | 775 | | 100 | 108×4 | 0,8 | 620 | 2969,76 | 2349,8 |
| 1–0 |  | | 450 | | 80 | 89×3 | 0,5 | 405 | 2349,8 | 1944,8 |
| R1 = | | | | | | | | | | |

**6. Газопостачання житлового будинку**

**6.1 Вихідні дані**

Необхідно запроектувати та розрахувати внутрішньо-будинковий і дворовий газопроводи 5-ти поверхового 40-квартирного будинку. У відповідності з завданням в кухнях квартир встановлені газові плити ПГ – 4 та проточні водонагрівачі ВПГ-18, теплова потужність яких складає Q1=11,165 та Q2=20,9 кВт.

Відповідно вводи в газопровід передбачити окремо в кожну кухню 1-го поверху з вимикаючими пристроями, розміщеними зовні будинку. План типового поверху та генплан житлової групи з нанесенням вуличного газопроводу низького тиску наведені на кресленні.

**6.2 Визначення витрат газу**

Номінальна витрата газу 4 – пальниковою газовою плитою:

V1=(3,6·Q1)/(Qн·η1)=(3,6·11,165)/(34·1)=1,18 м3/год.

Витрата газу проточним водонагрівачем:

V2=(3,6·Q2)/(Qн·η2)=(3,6·20,9)/(34·0,82)=2,7 м3/год.

Номінальна витрата газу однією квартирою:

ΣV=V1+V2=1,18+2,7=3,88 м3/год.

А розрахункова витрата буде дорівнювати:

ΣVр=ΣV·Ksim=0,7·3,8=2,7 м3/год.

де: Ksim – коефіцієнт одночасності, Ksim=0,7.

Для ділянок газопроводу, які постачають газ для квартир, розрахункова витрата газу визначається згідно з формулою:



### Результати розрахунку наведені в таблиці 11.

**6.3 Гідравлічний розрахунок газопроводів**

Починають з точки підключення дворового газопроводу до вуличної мережі низького тиску точка 1 (див. креслення). Кільцева точка – газовий прилад (ВПГ-18) 5-го поверху будинку №1 найбільш віддаленого газового стояка (Г.Ст. 1) найбільш віддаленого житлового будинку. Рекомендований перепад тиску згідно становить ΔPр=600 Па. Гідравлічний опір ВПГ-18 дорівнює ΔP1=100 Па, газового лічильника G2,5 – ΔP2=200 Па.

Тоді розрахунковий перепад тиску на ділянці 1–12:

ΔPр1=ΔPр-ΔP1-ΔP2=600–100–200=300 Па.

Розрахункова довжина ділянки ΣLр=196,38 м.

Середня питома втрата тиску на тертя дорівнює:

R=300/196,38=1,53 Па/м

По розрахунковим витратам Q1 та середній питомій втраті тиску підбираємо діаметри газопроводів dy.

Сумарний гідравлічний опір газопроводу ΣΔΡ=334,42 Па. Гідростатичний тиск для вертикальних ділянок (стояка) визначаються по формулі:

ΔΡг=±h·g(ρв-ρг) Па

де: h – різниця геометричних висот початку і кінця газопроводу, м.

«+» при русі газу вверх; «– «при русі газу вниз, бо ρв> ρг.

ΔΡг=(12·9,81) (1,21–0,73)=56,5 Па

Таким чином загальні втрати тиску в дворових та внутрішньо-будинкових газопроводів становлять:

ΣΔΡ=283,73+200+100–56,5=527,23 Па<600 Па

Сумарні втрати тиску не перевищують рекомендованих.

Манометричний тиск газу перед пальниками газових приладів складе:

Па,



що відповідає рекомендованим значенням.

Таблиця 11 – Гідравлічний розрахунок дворових та внутрішньо-будинкових газопроводів

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ді-лянки | Номін.  витрата  газу ΣV,  м3/год. | Кіль-  кість  квар-тир N,  шт. | Коеф.  ksim | Розрах.  витрата  газу ΣV,  м3/год. | Гео – метри-чна довжи-на Lт, м | Над-бавка  α, % | Роз-рахун-кова довжи-на Lт, м | Умовн. діаметр  dy,  мм | Пито-ма втра-та тиску  R, Па/м | Втра-та тиску  ΔP,  Па |
| 1–2 | 155,2 | 40 | 0,39 | 60,53 | 79,0 | 25 | 98,75 | 100 | 1,5 | 148,2 |
| 2–3 | 77,6 | 20 | 0,28 | 21,72 | 29,9 | 25 | 37,38 | 80 | 1,48 | 55,3 |
| 3–4 | 77,6 | 20 | 0,28 | 21,72 | 1,2 | 25 | 1,5 | 80 | 1,48 | 2,22 |
| 4–5 | 77,6 | 20 | 0,28 | 21,72 | 1,2 | 25 | 1,5 | 80 | 1,48 | 2,22 |
| 5–6 | 77,6 | 20 | 0,28 | 21,72 | 5,8 | 25 | 7,25 | 80 | 1,48 | 10,73 |
| 6–7 | 58,2 | 15 | 0,3 | 17,4 | 3,5 | 25 | 4,38 | 70 | 1,0 | 4,38 |
| 7–8 | 38,8 | 10 | 0,34 | 13,19 | 11,6 | 25 | 14,5 | 50 | 1,5 | 21,75 |
| 8–9 | 19,4 | 5 | 0,4 | 7,76 | 3,5 | 25 | 4,38 | 40 | 1,4 | 6,13 |
| 9–10 | 19,4 | 5 | 0,4 | 7,76 | 1,3 | 20 | 1,56 | 40 | 1,4 | 2,18 |
| 10–11 | 15,52 | 4 | 0,43 | 6,67 | 2,9 | 20 | 4,1 | 40 | 1,1 | 4,51 |
| 11–12 | 11,64 | 3 | 0,48 | 5,59 | 2,9 | 20 | 4,1 | 40 | 1,2 | 4,92 |
| 12–13 | 7,76 | 2 | 0,56 | 4,35 | 2,9 | 20 | 4,1 | 32 | 1,3 | 5,33 |
| 13–14 | 3,88 | 1 | 0,7 | 2,72 | 3,4 | 20 | 4,08 | 25 | 1,3 | 5,3 |
| 14–15 | 2,7 | 1 | 1 | 2,7 | 1,6 | 450 | 8,8 | 25 | 1,2 | 10,56 |
| ΣLт=196,38 | | | | | | | | Σ=283,73 | | |

**Висновки**

В результаті розробки курсового проекту отримано наступні характеристики району міста:

Загальна площа житлової забудови 743,88 га.

Кількість населення 1141748 людей.

Загальна площа житлових будинків 5094012тис. м2.

Витрата газу містом на:

* комунально-побутові потреби 19560,86 м3/год
* теплопостачання 103278,6 м3/год.

Розрахункова втрата тиску в мережі P=300 Па.

В місті запроектовано 12 ГРП, вартість одного 12000 грн.

В наслідок гідравлічного розрахунку розраховано мережі високого і низького тиску, запас тиску по ділянкам не перевищує нормативних меж 10%.

Дворова мережа газопостачання для розрахункового будинку, задовольняє потреби населення в газі, втрата тиску 527,23 Па в межах норми. Запас тиску перед пальником Pп=1272,77>1200 Па, що задовольняє вимозі надійної роботи пальника і відповідає рекомендованим значенням [4,2].

**Література**

1. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.

2. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. – К: Будівельник 1976 р.

3. Пономарчук І.А., Слободян Н.М. Газопостачання населених пунктів. Практикум. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001. –110 с.

4. Шишко Г.Г., Енин П.М. Учет расхода газа. – К.: Урожай, 1993. –309 с.