

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА
ВЕНТИЛЯЦІЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ**

Виконав студент 2 курсу, групи ТГ-23м
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

Туркот М.Л.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент кафедри ІСБ
Ободянська О.І.
(прізвище та ініціали)

«13» листопада 2024 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА
Кучеренко Л.В.
(прізвище та ініціали)

«14» листопада 2024р.


Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)
«13» листопада 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві
Рівень вищої освіти II (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

«24» 01 (підпис) 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Туркота Максима Леонідовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі
керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ІСБ Ободянська О.І.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» вересня 2024 року № 310

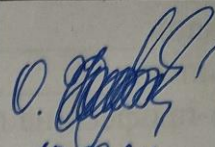
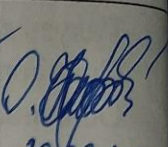
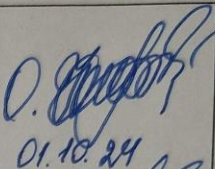
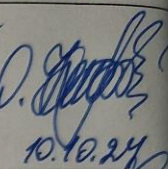
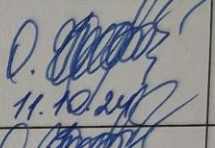
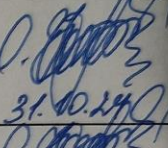
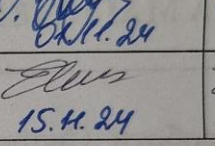
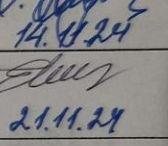
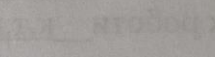
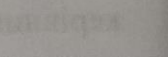
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 03 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, термічний опір стін не менше $R_{ст}=4,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Система газопостачання – низького тиску. Систему газопостачання розробити у відповідності до діючих нормативних вимог. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергоефективних технологій в системах газопостачання та вентиляції, наукові публікації.

4. Зміст текстової частини Вступ, аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи газопостачання, теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик інженерних систем, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, заходи з енергозбереження та охорони довкілля, техніко-економічні показники, загальний висновок, перелік використаних джерел, додатки.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плакати з результатами наукової частини роботи – дослідження енергозберігаючих технологій в інженерних системах житлових будинків. Креслення: схеми розміщення елементів інженерних систем на планах будівлі. Аксонометричні схеми систем газопостачання та вентиляції. Календарний план влаштування систем газопостачання та вентиляції, графіки руху робітників, машин та механізмів, ТЕП. Монтажні креслення та вузли інженерних систем.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи газопостачання	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 18.09.24	 30.09.24
Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик інженерних систем	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 01.10.24	 10.10.24
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 11.10.24	 31.10.24
Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	Ободянськ О.І. к.т.н., доцент	 08.11.24	 14.11.24
Техніко-економічні показники проектних рішень	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент	 15.11.24	 21.11.24

7. Дата видачі завдання 17.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	17.09.2024	виконано
2	Аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи газопостачання	30.09.2024	виконано
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик інженерних систем	10.10.2024	виконано
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	31.10.2024	виконано
5	Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	14.11.2024	виконано
6	Техніко-економічні показники проектних рішень	21.11.2024	виконано
7	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	28.11.2024	виконано
8	Попередній захист		
9	Виправлення зауважень	03.12.2024	виконано
10	Рецензування	06.12.2024	виконано
11	Захист МКР	13.12.2024	виконано
		17.12.2024	виконано

Магістрант

(підпис)

Туркот М.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ободянська О.І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 536.246

Туркот М.Л. Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – Теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2024, 94 с.

На укр, мові. Бібліогр.: 41 назв; табл. 23.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів: аналіз стану використання та техніко-економічне обґрунтування системи газопостачання, теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик інженерних систем, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, заходи з енергозбереження та охорони довкілля, техніко – економічні показники проєктних рішень.

Графічна частина містить аксонометричні схеми систем газопостачання та вентиляції, плани поверхів з нанесенням елементів систем газопостачання та вентиляції, побудовано календарні плани з графіками руху робітників та графіками руху машин і механізмів, вузлові креслення.

Графічна частина складається з 9 креслень.

Ключові слова: система газопостачання, система вентиляції, житловий будинок, гідравлічний режим, організація повітрообміну, низький тис, мікроклімат, теплогадходження, природний газ.

ABSTRACT

Turkot M.L. Gas supply and ventilation systems of a residential building.. Master's qualification thesis on specialty 192 – construction and civil engineering, educational and professional program – heat and gas supply and ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2024, 94 p.

In the Ukrainian language. Bibliography: 41 titles; table 23.

The master's thesis consists of five sections: analysis of the state of use and technical and economic justification of the gas supply system, theoretical and practical justification of the main parameters and characteristics of engineering systems, organizational and technological support for the implementation of design solutions, energy saving and environmental protection measures, technical and economic indicators of design solutions.

The graphic part contains axonometric diagrams of gas supply and ventilation systems, surface plans with the application of elements of gas supply and ventilation systems, calendar plans with worker movement schedules and machine and mechanism movement schedules, and nodal drawings.

The graphic part consists of 9 drawings.

Keywords: gas supply system, ventilation system, residential building, hydraulic mode, organization of air exchange, low pressure, microclimate, heat recovery, natural gas.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ.....	10
1.1 Науково-технічне обґрунтування влаштування внутрішньо- будинкових систем газопостачання.....	10
1.2 Практична реалізація системи газопостачання житлового будинку.....	13
1.3 Актуальність використання газоподібного палива	17
1.4 Оцінка впливу системи газопостачання на організм людини.....	20
1.5 Розрахунок викидів забруднюючих речовин при спалюванні природного газу.....	22
1.6 Енергоефективні заходи по зменшенню забруднення атмосфери. при спалюванні природного газу	23
1.7 Порівняльна характеристика електричної та газової систем опалення...	26
Висновки до розділу 1.....	28
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ	29
2.1 Вихідні дані для проєктування.....	29
2.2 Визначення витрат газу обладнанням.....	29
2.3 Моделювання гідравлічного режиму газопроводу.....	30
2.4 Розрахунок системи вентиляції.....	35
Висновки до розділу 2.....	49
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	50
3.1 Аналіз конструктивних особливостей систем, що прийнято до монтажу.....	50
3.2 Принципові схеми, що прийнято до монтажу.....	51
3.3 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.....	53
3.4 Визначення складу і об'ємів робіт	56

3.5 Вибір типів машин і механізмів.....	60
3.6 Розрахунок енергоресурсів.....	63
3.7 Визначення трудомісткості монтажних робіт	65
3.8 Визначення складу бригад.....	70
3.9 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану.....	71
3.10 Організація робочих місць та побутових приміщень	72
3.11 Монтажене регулювання і здача системи газопостачання в експлуатацію.....	73
3.12 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	76
Висновки до розділу 3.....	78
4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ.....	79
4.1 Загальні положення	79
4.2 Заходи енергозбереження для системи вентиляції	79
4.3 Енергетичний паспорт будинку.....	82
Висновки до розділу 4.....	86
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	87
Висновки до розділу 5	94
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	97
Додаток А Технічне завдання (обов'язковий).....	101
Додаток Б Висновок про перевірку МКР на плагіат (обов'язковий).....	105

ВСТУП

Дана магістерська кваліфікаційна робота передбачає розроблення варіанту систем газопостачання та вентиляції в місті Вінниця.

Актуальність роботи. Розвиток сучасної міської інфраструктури вимагає створення комфортних, безпечних та енергоефективних умов для проживання та діяльності людей. Одними з ключових аспектів таких умов є системи газопостачання та вентиляції, що є невід’ємними частинами інженерного забезпечення будь-якої будівлі. Особливо актуальними є ці системи в житлових комплексах, де поєднуються не тільки житлові приміщення, але й приміщення для спортивних та культурних заходів, як-от спортивні зали, які проектується у вигляді вбудованих об’єктів.

Система газопостачання у таких будівлях є важливою складовою для забезпечення житлових приміщень енергетичними ресурсами. Внутрішньобудинкові системи газопостачання повинні бути спроектовані таким чином, щоб забезпечити надійність, безпеку та ефективність газопостачання, враховуючи всі сучасні вимоги до будівельних норм та стандартів.

Система вентиляції є не менш важливою частиною інженерного забезпечення будівель, особливо коли йдеться про спортивні зали, які є вбудованими приміщеннями в житлових комплексах. Спортивні зали характеризуються високими навантаженнями на повітрообмін, оскільки в них часто перебуває велика кількість людей, що займаються фізичними вправами. Належна вентиляція необхідна для забезпечення комфортного мікроклімату, поліпшення якості повітря та забезпечення здоров’я користувачів приміщень.

Метою розроблення інженерних систем є забезпечення комфортних умов мікроклімат в приміщеннях, забезпечення приміщень сучасними газовими приладами та пристроями для обліку і регулювання подачі природного газу до споживачів та влаштування організації повітрообміну вбудованих приміщень системою вентиляції.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **задачі**:

- проаналізувати потребу у застосуванні систем газопостачання та вентиляції для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень будівлі;
- обґрунтувати оптимальні варіанти проектних рішень по влаштуванню систем газопостачання та вентиляції;
- визначити витрати природного газу обладнанням, яким оснащено житловий будинок;
- змодельовати розрахунок тепловиділень та теплонадходжень у вбудованих приміщеннях;
- змодельовати гідравлічний режим роботи системи газопостачання та визначити її основні параметри і характеристики;
- змодельовати аеродинамічний режим системи вентиляції та визначити її основні параметри і характеристики;
- за результатами гідравлічного та аеродинамічного розрахунків підібрати оптимальні параметри трубопроводів, повітропроводів та обладнання;
- побудувати аксонометричні схеми внутрішньої системи газопостачання та системи вентиляції;
- розробити організаційно-технологічні рішення з монтажу систем;
- впровадити заходи із енергозбереження та охорони довкілля;
- розрахувати техніко-економічні показники проектних рішень.

Об'єкт дослідження: інженерні системи газопостачання та вентиляції багатоквартирного житлового будинку з вбудованих приміщень.

Предмет дослідження: процеси, які виникають у внутрішньобудинковій системі газопостачання та процеси здійснення повітрообміну у вбудованих приміщеннях будівлі

Методи дослідження. Системний аналіз для вибору варіантів інженерних систем створення мікроклімату, обґрунтування вихідних і режимних параметрів систем; математичне моделювання процесів повітрообміну на основі законів та рівнянь теплофізики та аеродинаміки.

Новизна одержаних результатів. Теоретичне обґрунтування доцільності використання систем газопостачання та вентиляції повітря для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату в приміщеннях житлової будівлі.

Практичне значення. Передбачено конструктивні-технологічні рішення систем газопостачання та вентиляції, які дають можливість забезпечувати та підтримувати мікроклімат приміщень житлового будинку в межах заданих параметрі.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на міжнародній науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» м. Вінниця, 2024 [8].

1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

1.1 Науково-технічне обґрунтування влаштування внутрішньобудинкових систем газопостачання

Житлові будинки, комунально-побутові та промислові підприємства постачаються газом від газопроводів низького тиску або середнього тиску через ГРП. Система газопостачання включає відгалуження від розподільчого газопроводу, введення споживача газу, внутрішні газопроводи. Газопровід, прокладений від стіни будівлі до обладнання, що використовує газ, називається внутрішнім, на відміну від зовнішнього газопроводу, який розташований поза будівлею.

У житлових будинках дозволяється використання газу лише низького тиску (для житлових – 0,003 МПа, громадських – 0,005 МПа). Газопроводи в житлових будинках прокладаються тільки із сталевих труб. Дозволяється застосовувати мідні трубопроводи. Вони повинні відповідати нормативним актам (низьковуглецева сталь, безшовні). Зовнішній діаметр цих труб підходить для нарізування трубного циліндричного різьблення, це різьблення необхідне для встановлення запірно-регулюючої арматури. Газопроводи прокладають відкрито, перетин віконних та дверних отворів не допускається. Труби кріпляться до несучих стін за допомогою гаків, хомутів та кронштейнів. Гак закладається в стіну на цементному розчині. Кронштейни застосовуються при діаметрі умовного проходу понад 40 мм. Кріплення встановлюються через певні проміжки ($2\div 3$ м), а також у місцях повороту газопроводу та на опусках перед приладами та вздовж запірно-регулюючої арматури. Газопроводи з'єднуються між собою за допомогою зварювання (нероз'ємне з'єднання). Роз'ємні з'єднання встановлюються у місцях приєднання приладів. Відстань від стін до газопроводу має бути не меншою за половину зовнішнього діаметра труби. Газопровід має бути розташований так, щоб його було зручно обслуговувати та ремонтувати [1].

Не допускається прокладання газопроводів: у підвалах; у приміщеннях підстанцій та розподільчих пристроїв; через вентиляційні канали, димарі, шахти ліфтів; через приміщення, де газопровід може бути схильний до корозії; заборонено прокладання газопроводів через сходові клітини, тому при новому будівництві газопроводи в під'їзди не вводять, їх вводять у ті приміщення, де встановлюється газовикористовувальне обладнання [2].

Для запобігання корозії трубопроводу його фарбують двома шарами фарби, найчастіше жовтою. Найважливіша складова внутрішньої газорозподільної мережі — труби. Вони повинні бути металевими, а прокладати їх слід відкритим способом. Нормативи рекомендують з'єднувати газопровідні труби зварюванням. Роз'ємні з'єднання дозволяються тільки в місцях підключення обладнання, арматури і контрольно-вимірювальних приладів (КВП). При прокладанні через перекриття кромка футляра повинна виступати на 5 см над рівнем підлоги та 3 см нижче за рівень стелі. В якості додаткової міри по гідроізоляції сталевих труб передбачено їх покриття в два шари жовтою фарбою. Трубам притаманні такі якості, як механічна міцність; стійкість до високого тиску; низький коефіцієнт лінійного теплового розширення; схильність до корозії, яка може призводити до протікання і значно посилюється під дією блукаючих струмів; монтажні роботи з прокладання сталевих газопроводів трудомісткі [3].

Сучасна альтернатива водогазопровідним трубам із звичайної сталі — труби з міді та «нержавійки». Це дорожчі матеріали, але вони мають низку незаперечних переваг. Мідні труби значно менше схильні до корозії (окис, що покриває їх з часом, пати́на, виступає в ролі захисного покриття), виглядають більш естетично, легше і швидше монтуються. Їхнє з'єднання здійснюється як зварюванням, так і капілярною пайкою (у газопостачанні — твердим припоєм) або за допомогою прес-фітингів. Газопровідні системи з нержавіючої сталі також монтуються зварюванням або пресуванням. [2]

Металополімерні труби TECEflexGas. Протягом усього терміну експлуатації ці трубопроводи не вимагають обслуговування, тому можуть

монтуватися в підлогу або стіну (у спеціальних каналах або штробах). Основою багат шарової конструкції TECeflex є внутрішня труба з поліетилену, зшитого електронно-променевим методом (PE-Xc). Середній шар із алюмінію виконує антидифузійні та стабілізуючі функції, а зовнішній – з поліетилену жовтого кольору – захищає трубу від впливу ультрафіолету та механічних пошкоджень. З'єднання труб здійснюється методом аксіального запресування попередньо розширеної труби на фітінг з використанням прес-втулки. Герметичність з'єднання досягається за рахунок «ефекту пам'яті» зшитого поліетилену, що утворює внутрішній шар труби: після запресування стінка труби прагне повернутися до початкового, не розширеного стану і стискає фітінг по всій поверхні з'єднання. Завдяки надійності такого з'єднання газопроводи із труби TECeflexGas можуть прокладатися усередині будівельних конструкцій.

Приєднання до газопроводів побутових газових приладів, КВП, балонів ЗВГ, газопальникових пристроїв переносного та пересувного обладнання дозволяється виконувати гнучкими рукавами, стійкими до газу, що транспортується при заданих значеннях тиску і температури. Можливо, звичайно, і жорстке приєднання, але очевидно, що застосування гнучкого підключення в умовах кухні, наприклад, зручніше. У названих цілях сьогодні широко використовується гнучке полімерне підключення. Полімерне підведення є діелектриком, тобто не проводить електричний струм, характеризується високою стійкістю до агресивних середовищ, підходить для застосування в широкому діапазоні температури зовнішнього середовища. До переваг гнучкого підключення, безсумнівно, відносяться простота та швидкість її монтажу та демонтажу. Для підключення газовикористовуючого обладнання реалізується гнучке підключення довжиною 30÷300 см. Гнучкість достатньою мірою має і сталева підводка, виготовлена за спеціальною технологією. Вона може використовуватися не тільки для приєднання газовикористовуючих приладів, але і для внутрішньобудинкового газового розведення (гофрована труба з нержавіючої сталі). Зовні труби для газопостачання покриваються захисним

покриттям поліетиленовим жовтого кольору. Труби поставляються на ринок у бухтах по 20, 30 та 50 м 1 [1 – 8].

1.2 Практична реалізація системи газопостачання житлового будинку

В даній роботі передбачається проектування системи газопостачання житлової будівлі в м. Вінниця.

Будівля розміщена з врахуванням оптимальної та допустимої орієнтації по сторонам горизонту і не перевищує нормативних вимог ДБН Б.2.2-12:2019 – Планування і забудова територій.

Метою розроблення системи газопостачання є [1-5]:

- забезпечення комфортних умов для перебування людей в приміщеннях;
- безпечність та надійність запроєктованої системи;
- економія будівельних матеріалів;
- зручність експлуатації системи;
- надійне постачання енергетичних ресурсів.

В якості вихідних даних для розроблення системи газопостачання було використано таку документацію:

- проєктна документація на будівництво житлового будинку;
- технічна документація на імпордне технологічне та допоміжне обладнання.

Для газопостачання житлового будинку застосовуються індивідуальні котли Vaillant atmoTEC plus VUW 200-5 та плити газові ПГ-4. Газопостачання здійснюється від мережі низького тиску. В кожній квартирі встановлюється індивідуальний двоконтурний газовий котел, $Q=18$ кВт, плита чотирьох камфорна, лічильник газовий METRIX G-4 та електромагнітні клапани з сигналізаторами загазованості СГГ. Система тупикова. У будинку розміщено 7 стояків. Підведення газу відбувається по зовнішньому газопроводу, який розміщується по фасадах будинку, на рівні 3м. В якості палива в даних котлах використовується природній газ, характеристики якого наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Середній склад і характеристики природного газу [12]

Склад газу, % за об'ємом								
CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	N ₂	H ₂ S	CO ₂	Теплота спалювання Q, КДж/м ³	Густина кг/м ³ при t=0°C
96	0,5	0,2	0,04	3	-	0,2	33500	0,7

Відключення та підключення газопроводів

Поняття «газове обладнання» трактується як технічні вироби повної заводської готовності (компенсатори, конденсатозбірники, арматура трубопровідна запірні і т. д.), що використовуються як складові елементи газопроводів. Таким чином, усередині будинку воно представлено, перш за все, пристроями, що відключають (пробкові крани). Пробковий кран (а за ним – згін) встановлюється на кожному відгалуженні від стояка в квартиру, а також для вимкнення окремих ділянок мережі та газових приладів на лінії газопроводу влаштовується на введенні, на відгалуженнях у квартири від стояків, розташованих у сходових клітках, а у всіх інших місцях – бронзові, з конусними пробками. Системі безпеки газопостачання головна роль відводиться відсікаючим вентилям, які повинні встановлюватися в нових системах газопостачання, а також при модернізації та ремонті існуючих газопроводів. Якщо об'ємний потік газу перевищує попередньо задане значення через неконтрольовані втрати в системі, вентиля автоматично перекривають трубопровід. Будь-якої миті відключати від нього не прив'язані до місця розміщення прилади, наприклад, газові печі, сушарки для білизни, обігрівачі та грилі. Відповідальність за стан та правильну експлуатацію внутрішньобудинкового газового обладнання та газопроводів у містах та селищах несуть експлуатаційні організації газового господарства та власники будинків [7, 11, 19].

Основною формою обслуговування газового обладнання житлового будинку є періодичний профілактичний огляд та ремонт газових приладів та внутрішньобудинкового газопроводу, що проводиться у плановому порядку та за заявками споживачів. Встановлено таку періодичність профілактичного огляду в житлових будинках: контрольне опресування газопроводів здійснюється 1 раз на 5 років. Терміни профілактичного огляду внутрішньобудинкових газопроводів встановлюються органами газового господарства за погодженням з Держгіртехнаглядом, поточний ремонт проводиться 1 раз на рік, мастило кранів та перенабивання сальників на стояках та вводах – 1 раз на рік, мастило кранів біля приладів – у термін профілактики. Профілактичний огляд газових плит та швидкодіючих водонагрівачів проводять 1 раз на 2 місяці. Ємнісні водонагрівачі, опалювальні, опалювально-варильні печі та інші прилади, що мають автоматичний пристрій, оглядаються 1 раз на місяць [12].

При профілактичному огляді обов'язково виконуються такі роботи [16]:

- огляд всіх газопроводів, починаючи від крана на вводі, обмилування всіх з'єднань з метою перевірки стану та герметичності з'єднань та арматури на газопроводі – при кожному відвідуванні за графіком;
- мастило кранів на введенні, відгалуженнях у квартири та до стояків – у міру необхідності;
- перевірка кріплень на газопроводі – при кожному відвідуванні за графіком;
- перевірка роботи арматури газових приладів – 1 раз на 3 місяці;
- зняття пальників та очищення сопел – у міру необхідності;
- перевірка щільності з'єднань – при кожному відвідуванні за графіком;
- регулювання всіх пальників плити – при необхідності;
- перевірка справності автоматики блок-крана та автоматики безпеки у проточних водонагрівачів – за графіком;
- регулювання подачі води та газу з перевіркою роботи водонагрівача на різних режимах – за графіком.

Газові стояки служать у житлових будинках для подачі газу до квартирних розводок. Стояки проходять через усі поверхи вертикально. Вони виконуються лише із сталевих труб на зварюванні. Прокладання стояків у житлових будинках проводиться у кухнях. Всі газові стояки у верхній частині повинні закінчуватися пробками, після викручування яких через шланг проводиться продування системи видалення газоповітряної суміші при первинному пуску газу. Якщо стояк обслуговує два поверхи і більше, то біля основи стояка повинен бути встановлений кран, що відключає.

Побутові газові прилади

Газовими приладами називають пристрої, що використовують теплову енергію, що отримується від спалювання газу, для приготування їжі, отримання гарячої води для господарських потреб та опалення приміщень.

У житлових будинках дозволяється передбачати встановлення опалювального газового обладнання для поквартирного опалення, гарячого водопостачання та побутових плит. Установку газових плит у житлових будинках слід передбачати у приміщеннях кухонь висотою не менше 2,2 м, що мають вікно з кватиркою (фрамугою) або конструкцією жалюзійного типу, витяжний вентиляційний канал та природне освітлення. При цьому внутрішній об'єм приміщень кухонь має бути не меншим, м³ [2]:

- для газової плити з двома пальниками – 8;
- те ж із трьома пальниками - 12;
- те ж із чотирма пальниками — 15.

У існуючих житлових будинках допускається встановлення газових плит:

- у приміщеннях кухонь висотою не менше 2,2 м та обсягом не менш наведених вище вимог, за відсутності вентиляційного каналу та неможливості використання як такого каналу димоходів, але за наявності у приміщенні вікна з кватиркою (фрамугою) у верхній частині вікна або конструкції жалюзійного типу;

- у коридорах окремих квартир за наявності у коридорі вікна з кватиркою або фрамугою у верхній частині вікна, при цьому прохід між плитою та

протилежною стіною має бути шириною не менше 1 м, стіни та стелі коридорів з горючих матеріалів мають бути оштукатурені, а житлові приміщення відокремлені від коридору щільними перегородками та дверима;

– у кухнях із похилими стелями, що мають висоту в середній частині не менше 2 м, установку газового обладнання слід передбачати в тій частині кухні, де висота не менше 2,2 м.

У існуючих житлових будинках висотою до 10 поверхів включно допускається встановлення газових плит у приміщеннях, що мають висоту менше 2,2 м до 2,0 м включно, якщо ці приміщення мають об'єм не менше ніж у 1,25 раза більший за нормативний. При цьому в будинках, що не мають виділеної кухні, обсяги приміщень, де встановлюються газові плити, повинні бути вдвічі більшими (наявність вентиляційного каналу є обов'язковою).

1.3 Актуальність використання газоподібного палива

У світі спостерігається стабільне зростання попиту на енергію внаслідок збільшення населення, урбанізації та розширення промисловості. Це вимагає від держав і громадян впровадження ефективних та сталих методів енергоспоживання, серед яких особливе місце займає використання газоподібного палива для опалення та приготування їжі в житлових будинках. Газоподібне паливо, зокрема природний газ, є однією з найпоширеніших та найбільш доступних енергетичних ресурсів, які можуть забезпечити ефективне та економічно вигідне енергозабезпечення на всіх етапах життєвого циклу будівлі.

Використання газоподібного палива дозволяє значно знизити витрати енергії на опалення та приготування їжі, зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу та забезпечити високу ефективність енергоспоживання. Однак для того, щоб таке використання було максимально вигідним, необхідно враховувати сучасні технології та стандарти, що забезпечують високу енергоефективність і безпеку [4, 14, 20].

Природний газ має ряд переваг, що роблять його популярним вибором для використання в житлових будинках [21, 23, 24]:

1. Екологічність: природний газ є одним з найменш забруднюючих енергетичних ресурсів, порівняно з вугіллям та нафтою. Його спалювання спричиняє мінімальні викиди вуглекислого газу (CO_2) та інших забруднювальних речовин, що робить його важливим елементом в стратегії зменшення викидів парникових газів. Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства (IEA), природний газ на 45% менш шкідливий для навколишнього середовища порівняно з вугіллям і на 30% менше — порівняно з нафтою (IEA, 2020).

2. Ефективність і економічність: технології, що використовуються для опалення за допомогою природного газу, мають високий коефіцієнт корисної дії (ККД). Газові котли, каміни та плити мають високу продуктивність, що дозволяє скоротити витрати на енергію в порівнянні з іншими видами палива.

3. Надійність і доступність: мережі газопостачання значною мірою охоплюють міста та села, забезпечуючи постійний доступ до природного газу. Газ є зручним паливом для безперервного використання в побуті, забезпечуючи комфорт і стабільність у житлових умовах.

Порівнюючи газоподібне паливо з іншими традиційними джерелами енергії, такими як вугілля, мазут чи електрична енергія, можна виокремити кілька ключових переваг газу:

- Вугілля: хоча вугілля є дешевим джерелом енергії, його спалювання спричиняє великі викиди CO_2 і інших забруднювальних речовин, що негативно впливає на навколишнє середовище. Газове опалення в порівнянні з вугіллям є більш екологічно чистим і має менший вплив на здоров'я людей.

- Мазут: є одним з більш дорогих видів палива, який також має високий рівень викидів забруднювальних речовин. Крім того, використовувати мазут у побутових умовах менш зручно та безпечно, ніж природний газ.

- Електрична енергія: електричне опалення та приготування їжі є дорогим і менш ефективним у порівнянні з газовим опаленням. Також

електрична енергія у багатьох країнах виготовляється за допомогою не екологічно чистих джерел, таких як вугілля або атомна енергія.

Таким чином, використання газоподібного палива є більш економічно вигідним та екологічно безпечним варіантом порівняно з іншими джерелами енергії.

Незважаючи на наявність альтернативних джерел енергії, таких як сонячна енергія чи біомаса, природний газ продовжує залишатися одним з найпопулярніших джерел енергії для житлових будинків. Прогнозується, що протягом наступних десятиліть природний газ буде грати важливу роль у забезпеченні енергоефективності та комфорту в житлових приміщеннях. Крім того, розвиток технологій, таких як газові теплові насоси та когенераційні системи, дозволяють значно підвищити ефективність використання газу.

Попри численні переваги, використання газоподібного палива в житлових будинках стикається з деякими проблемами та викликами [4, 5, 19, 13]:

1. Безпека: газові витoki можуть призвести до вибухів або отруєнь, тому необхідно суворо дотримуватися правил безпеки та проводити регулярні перевірки газових систем.

2. Ціни на газ: нестабільність цін на природний газ може створювати фінансові труднощі для кінцевих споживачів, що потребує пошуку ефективних способів управління витратами.

3. Екологічні ризики: хоча природний газ і є чистішим паливом порівняно з іншими, його використання все ж сприяє викидам CO₂. Тому важливо забезпечити максимальну ефективність його використання.

Актуальність використання газоподібного палива в житлових будинках зростає завдяки його економічним і екологічним перевагам. Природний газ забезпечує високу ефективність енергоспоживання, є відносно дешевим та екологічно чистим джерелом енергії. Однак для збереження цих переваг необхідно враховувати питання безпеки, вартості та ефективного управління енергоспоживанням. Подальший розвиток газових технологій та удосконалення

систем енергозабезпечення дозволять максимально використати потенціал газоподібного палива в житловому секторі.

1.4 Оцінка впливу системи газопостачання на організм людини

Система газопостачання є основним компонентом енергетичних інфраструктур, що забезпечує енергоресурсами житлові, комерційні та промислові об'єкти. Вона використовується для опалення, приготування їжі та нагріву води в багатьох країнах, включаючи Україну. Однак поряд із численними перевагами, такими як економічність, доступність і зручність, використання природного газу пов'язане з певними ризиками для здоров'я людини. Потенційний негативний вплив системи газопостачання на організм людини може бути викликаний витоками газу, несанкціонованими та неправильними установками газових приладів, а також тривалою експлуатацією старих систем газопостачання.

Цей розділ досліджує можливі механізми впливу природного газу та продуктів його неповного згоряння на здоров'я людини, а також вивчає методи оцінки та мінімізації ризиків для організму при використанні систем газопостачання. Однією з основних загроз для здоров'я, пов'язаних із використанням газопостачання, є можливість витоків природного газу. Витоки можуть бути спричинені різними факторами, зокрема [1-3, 5]:

- механічні пошкодження трубопроводів та обладнання;
- неправильна установка газових приладів;
- несправності в системах газопостачання через старіння матеріалів та відсутність технічного обслуговування.

Витік природного газу безпосередньо загрожує здоров'ю людини через його токсичні властивості та можливість вибуху. Основною небезпекою для організму є окис вуглецю (CO), який утворюється під час неповного згоряння газу. Окис вуглецю є безколірним і без запаху газом, який може проникати в організм через дихальні шляхи, що веде до отруєння. Окис вуглецю з'єднується з гемоглобіном у крові, утворюючи карбоксигемоглобін, що порушує нормальне

перенесення кисню в організмі. В результаті можуть виникнути головний біль, запаморочення, нудота, а в тяжких випадках — втрата свідомості чи смерть [4].

Природний газ, хоча й є одним з найбільш екологічно чистих видів палива, під час його спалювання утворюються певні забруднювачі. Продукти неповного згоряння газу, такі як: оксиди азоту (NO_x), оксиди вуглецю (CO), вуглекислий газ (CO_2) та частки сажі. Ці сполуки можуть мати негативний вплив на здоров'я людини, особливо у разі тривалого перебування в приміщеннях з поганою вентиляцією або недостатнім повітрообміном. Оксиди азоту, наприклад, є сильними подразниками для дихальних шляхів і можуть сприяти розвитку респіраторних захворювань, таких як бронхіальна астма та хронічний обструктивний бронхіт [6].

Крім того, надмірний викид CO_2 , який є результатом спалювання природного газу, може погіршувати якість повітря у замкнених приміщеннях, що впливає на самопочуття людини. Довготривале перебування в таких умовах може призвести до появи симптомів втоми, головного болю, погіршення концентрації уваги та інших неврологічних розладів.

Метан (CH_4) є основним компонентом природного газу, і його витоки можуть спричиняти численні проблеми для здоров'я людини. Хоча метан сам по собі малотоксичний, його накопичення в повітрі може призвести до кисневого голодування, оскільки метан витісняє кисень із навколишнього середовища. [7]

Потрапляння високих концентрацій метану в приміщення без належної вентиляції може призвести до: гіпоксії (недостачі кисню в організмі) та головного болю, запаморочення, нудоти, втрати свідомості.

Особливо небезпечним є метан, який може бути джерелом вибуху при концентраціях від 5 до 15% в повітрі. Вибух може завдати серйозних травм та призвести до загибелі людей [6].

Для зменшення ризику негативного впливу газопостачання на здоров'я людини необхідно дотримуватися таких заходів [4, 6, 7]:

1. Регулярне технічне обслуговування та перевірка газових приладів: Це включає перевірку герметичності трубопроводів, правильність установки та налаштування газових котлів, плит і водонагрівачів.

2. Встановлення систем детекції газу: Газові детектори здатні своєчасно виявляти витoki природного газу і активувати сигналізацію, що дозволяє уникнути аварійних ситуацій.

3. Належна вентиляція: Забезпечення ефективної вентиляції в приміщеннях, де використовуються газові прилади, є необхідним для запобігання накопиченню шкідливих продуктів згоряння та забезпечення нормальних умов для дихання.

Для систематичної оцінки ризиків впливу газопостачання на здоров'я людини застосовуються методи екологічного моніторингу та оцінки впливу на здоров'я [7]. Ці методи дозволяють прогнозувати можливі негативні наслідки для здоров'я населення та вчасно вживати заходів для мінімізації ризиків.

Згідно з дослідженням, яке проводилось у містах з інтенсивним використанням газу, встановлено, що в районах із високою концентрацією газових витоків кількість захворювань органів дихання та серцево-судинних хвороб є вищою, порівняно з іншими регіонами [8].

Система газопостачання має значний вплив на здоров'я людини, як внаслідок можливих витоків газу, так і через продукти його згоряння. Однак збереження належної безпеки при використанні природного газу в побуті, проведення регулярних перевірок та встановлення сучасних систем вентиляції та детекції газу значно знижують ризики для здоров'я. Важливою умовою безпеки є також освітлення громадськості щодо можливих небезпек і навчання правильним діям у випадку аварійної ситуації.

1.5 Розрахунок викидів забруднюючих речовин при спалюванні природного газу

Викиди оксиду вуглецю [7]:

$$M_{CO} = V \cdot f_{CO} \cdot Q_3^H \cdot K_{CO} (1 - g^4) / 1000 \cdot 100, \quad (1.1)$$

де B – витрата палива, $\text{м}^3/\text{рік}$:

$$B = n \cdot N \cdot L, \quad (1.2)$$

де n – тривалість опалювального періоду, год;

N – кількість модулів нагріву, шт.;

L – витрата газу одним модулем, $\text{м}^3/\text{год}$;

f_{CO} – коефіцієнт, що враховує долю оксидів вуглецю у виносі, $f_{\text{CO}}=0,001$;

Q_3^H – нижня теплота згоряння газу, МДж/кг ;

K_{CO} – вихід оксиду вуглецю при спалюванні 1т газу, визначається за формулою, кг/т [7]:

$$K_{\text{CO}} = q^3 \cdot R \cdot \frac{Q_3^H}{\rho}, \quad (1.3)$$

де q^3 – втрати теплоти від хімічної неповноти згоряння, $q^3=0,5\%$;

R – коефіцієнт, що враховує долю втрати теплоти внаслідок хімічної неповноти згоряння, $R=0,65$;

ρ – густина природного газу при нормальних умовах, $\rho=0,789 \text{ кг/м}^3$,

$$K_{\text{CO}} = 0,5 \cdot 0,65 \cdot 34 / 0,789 = 14 \text{ (кг/т)},$$

$$B = 4320 \cdot 41 \cdot 2,1 = 490622,4 \text{ (м}^3/\text{рік)},$$

$$M_{\text{CO}} = 490622,4 \cdot 0,001 \cdot 34 \cdot 14 \cdot (1 - 0,06) / 1000 \cdot 100 = 2,2 \text{ (т/рік)}.$$

Викид оксиду азоту [3]:

$$M_{\text{NO}} = B \cdot f_{\text{NO}} \cdot Q_3^H \cdot K_{\text{NO}} \cdot (1 - \beta) / 1000, \quad (1.4)$$

де K_{NO} – вихід оксиду вуглецю на 1ГДж тепла;

β – втрати теплоти від хімічної неповноти згоряння, $\beta=0,115$;

f_{NO} – коефіцієнт, що враховує долю оксидів вуглецю у виносі,
 $f_{\text{NO}}=0,001$,

$$M_{\text{CO}} = 490622,4 \cdot 0,001 \cdot 34 \cdot 14 \cdot (1 - 0,115) / 1000 \cdot 100 = 1,9 \text{ (т/рік)}.$$

1.6 Енергоефективні заходи по зменшенню забруднення атмосфери при спалюванні природного газу

Природний газ є одним з найбільш використовуваних видів палива у багатьох сферах, таких як побутове опалення, енергетика, промисловість та

транспортування. Він має значні переваги перед іншими традиційними джерелами енергії, такими як вугілля чи мазут, оскільки при його згорянні в атмосферу викидається менше шкідливих речовин, зокрема оксидів вуглецю (CO), оксидів азоту (NO_x), сірчаних оксидів (SO_x) та часток сажі. Однак навіть при використанні природного газу, забруднення атмосфери може залишатися актуальним питанням, особливо у великих містах і промислових районах. З огляду на це, важливо вживати енергоефективні заходи, спрямовані на зменшення викидів шкідливих речовин при спалюванні природного газу.

Вплив спалювання природного газу на забруднення атмосфери

Природний газ складається здебільшого з метану (CH₄), який при спалюванні утворює вуглекислий газ (CO₂), воду (H₂O) та теплоту. Проте навіть при цьому, процеси згоряння можуть спричиняти певні забруднення.

Основні викиди при спалюванні природного газу [1-14]:

1. Оксиди вуглецю (CO): Природний газ утворює оксид вуглецю при неповному згорянні, що може відбутися через недостатню кількість кисню або при низьких температурах згоряння. Оксид вуглецю є шкідливим для здоров'я, оскільки він заважає нормальному транспортуванню кисню в організмі.

2. Оксиди азоту (NO_x): Викиди NO_x виникають при високих температурах згоряння, зокрема в результаті реакцій між азотом та киснем при високих температурах. NO_x є важливими забруднювачами, оскільки вони сприяють формуванню смогу та кислотних дощів, а також негативно впливають на органи дихання.

3. Вуглекислий газ (CO₂): Хоча природний газ є більш чистим паливом порівняно з вугіллям і нафтою, він все ж таки є джерелом викидів CO₂, який є основним парниковим газом і сприяє зміні клімату.

4. Мікрочастинки та сажа: У певних умовах спалювання природного газу може призвести до утворення часток сажі, які можуть негативно впливати на якість повітря.

Для зменшення забруднення атмосфери при використанні природного газу важливо впроваджувати енергоефективні технології та методи, що

дозволяють не тільки знижувати викиди шкідливих речовин, але й підвищувати ефективність використання газу [4, 6, 7, 11, 14, 16].

1. Покращення технологій згоряння. Один з найбільш ефективних способів зменшення викидів при спалюванні природного газу – це використання сучасних котлів та пічних установок з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД). Високотехнологічні газові котли, що працюють з використанням низькотемпературного згоряння, забезпечують більш повне спалювання газу та значно знижують викиди CO_2 і NO_x .

2. Використання каталізаторів та фільтраційних систем. Встановлення каталізаторів на газових установках допомагає зменшити викиди шкідливих газів, таких як NO_x та CO . Сучасні каталізатори на основі платини або паладію можуть значно покращити процес згоряння і знизити рівень токсичних викидів. Додатково, використання фільтраційних систем дозволяє зменшити викиди часток сажі, що особливо важливо для систем опалення, які використовуються в побутових умовах.

3. Використання альтернативних джерел енергії. З метою зниження навантаження на навколишнє середовище, в поєднанні з використанням природного газу все частіше застосовуються відновлювані джерела енергії, такі як сонячна енергія чи геотермальні джерела енергії. Використання цих технологій у комбінації з природним газом може значно зменшити потребу в газі та, відповідно, знизити рівень забруднення атмосфери.

4. Автоматизація та інтелектуальні системи управління. Встановлення інтелектуальних систем управління для моніторингу і регулювання процесу спалювання природного газу може значно підвищити ефективність його використання. Сучасні технології дозволяють автоматично коригувати подачу газу та повітря для досягнення оптимальних умов згоряння, що дозволяє зменшити викиди CO та NO_x . Впровадження таких систем є ефективним заходом для зниження забруднення атмосфери.

5. Інноваційні технології для утилізації викидів. Однією з перспективних технологій є використання скрапленого природного газу (СПГ) або біогазу як

альтернативи традиційному природному газу. Біогаз, який виробляється з органічних відходів, має менший рівень викидів CO_2 при згорянні, що робить його більш екологічно чистим варіантом. Крім того, новітні системи для утилізації CO_2 , такі як технології захоплення і зберігання вуглецю (CCS), можуть допомогти значно зменшити викиди парникових газів.

На сьогоднішній день існує кілька перспективних напрямків для зменшення забруднення атмосфери при використанні природного газу:

- подальший розвиток каталітичних і сорбційних технологій, що дозволяють значно знижувати рівень токсичних викидів при згорянні.
- застосування когенераційних та тригенераційних систем, які дозволяють використовувати природний газ для одночасного виробництва тепла, електричної енергії та охолодження. Це дозволяє підвищити ефективність використання газу та зменшити викиди парникових газів.
- інтеграція газових систем з технологіями енергозберігаючого будівництва. Прогрес у розвитку енергоефективних будівель дозволяє значно знизити потребу в опаленні і кондиціонуванні, а отже, зменшити використання газу.

Використання природного газу як джерела енергії залишається важливим елементом енергетичної інфраструктури. Проте важливим є застосування енергоефективних заходів, які дозволяють знизити забруднення атмосфери при його спалюванні. Впровадження передових технологій згорання, використання каталізаторів, інтеграція відновлюваних джерел енергії та автоматизація процесів згорання є ключовими для забезпечення сталого розвитку та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

1.7 Порівняльна характеристика електричної та газової систем опалення

Вихідними даними для порівняльної характеристики є:

- потужність електричного котла, $P_r = P_e = 18 \text{ кВт}$;
- витрата природного газу котлом $V = 2,9 \text{ м}^3/\text{год.}$;
- розрахунковий період – 1 рік;

- кількість опалювальних днів – 187 днів;
 - вартість 1 кВт·год. електроенергії (станом на 01.05.2024р.) –
 $\text{Ц}_e=2,64$ грн.;

- вартість 1 м³ газового палива, що складається з ціни за природний газ та вартості доставки газу операторами ГРМ (станом на 01.05.2024р.) –
 $\text{Ц}_r=7,99+2,016 = 10,006$ грн.

Розрахунок витрат коштів на електроенергію розраховується за формулою [12]:

$$S_e = E_p \cdot \text{Ц}_e \quad (1.7)$$

де Ц_e – тариф за 1кВт·год. електроенергії, грн.;

E_p – витрати електроенергії за рік, кВт·год [12]:

$$E_p = N \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.8)$$

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

η – коефіцієнт корисної дії котла, $\eta=0,9$.

$$E_p = 18 \cdot 72 \cdot 24 \cdot 187 \cdot 0,9 = 5234803,2 \text{ (кВт·год.)}$$

$$S_e = 5234803,2 \cdot 2,64 = 13819880,45 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок витрат коштів на природний газ розраховується:

$$S_u = V_p \cdot \text{Ц}_r, \quad (1.9)$$

де Ц_r – тариф за 1м³ на витрату природного газу, грн.;

V_p – витрати природного газу за рік, м³.:

$$V_p = V \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.10)$$

де N – потужність одного котлоагрегату, кВт;

n – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

t – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

η – коефіцієнт корисної дії котла, $\eta=0,9$.

$$V_p = 2,9 \cdot 72 \cdot 24 \cdot 187 \cdot 0,9 = 843384,96 \text{ (м}^3\text{)}.$$

$$S_r = 843384,96 \cdot 10,006 = 8438901 \text{ (грн.)}$$

З наведених вище значень видно, що витрати на електроенергію при встановленні електричних котлів є вищими ніж на витрати придбання газового палива, оскільки

$$S_e > S_r$$

$$13819880,45 > 8438901.$$

Економічний ефект при цьому складає

$$E = S_e - S_r = 13819880,45 - 8438901 = 5380979,5 \text{ (грн.)}.$$

Отже, використання газових котлів дозволяє зекономити за рік 5380979,5 грн. в порівнянні з електричними котлами.

Тому використання в якості джерела енергії природного газу для роботи опалювальних котлів є більш доцільнішим та економічним ніж використання електроенергії.

Висновки до розділу 1

У цьому розділі було представлено переваги використання газового палива, що є важливою оцінкою часу будівництва системи газопостачання, передбаченої для 9-поверхових будинків у Вінниці, а також її впливу на навколишнє середовище та організм людини.

Аналіз техніко-економічного обґрунтування дає підставу зробити висновок про те, що газові котли більш зручні у використанні, ніж електричні. Проєкт систем опалення з використанням окремих електричних котлів також порівнювався з проєктом систем опалення з використанням окремих газових котлів, і були визначені показники економічної ефективності проєкту. Були показані основні техніко-економічні показники системи газопостачання. Це дає підставу зробити висновок про те, що у системі опалення з окремими котлами, що використовують природний газ в якості джерела енергії, більш доцільно для економії коштів і енергоресурсів в даному дослідженні. Використання природного газу в якості джерела енергії для системи опалення для забезпечення мікроклімату в приміщеннях дозволяє заощадити до 10% коштів в порівнянні з використанням індивідуальних електричних котлів.

В результаті ефективного використання обладнання забезпечується надійна і економічна робота системи газопостачання, що забезпечує високий рівень комфорту в будинку.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

2.1 Вихідні дані для проєктування

В якості об'єкта для проєктування вибрана будівля 9-ти поверхового житлового будинку у м. Вінниця, в якій передбачається система вентиляції для вбудованих приміщень у вигляді спортивних залів, що розташовані на першому поверсі житлового будинку та система внутрішньобудинкового газопостачання. Освітлення в приміщеннях суміщене.

Так як м. Вінниця знаходиться в І кліматичному районі [18], то для огорожуючих конструкцій (зовнішніх стін, вікон, перекриттів) використовують нормативні значення опорів теплопередачі R_o .

2.2 Визначення витрат газу обладнанням

В кухнях квартир встановлені газові плити ПГ-4. Номінальна витрата газу 4-ох паливковою газовою плитою становить:

$$V_1 = \frac{3,5 \cdot Q_1}{Q^H} = \frac{3,1 \cdot 11,165}{34} = 1,18 (\text{м}^3 / \text{год}) , \quad (2.1)$$

де Q_1 — теплова потужність газової плити ПГ- 4, $Q_1 = 11,165$ кВт [5];

Q^H — вища теплота згорання палива.

Номінальна витрата газу однією квартирою складає

$$\sum V = V_1 = 1,18 = 1,18 (\text{м}^3 / \text{год}) . \quad (2.2)$$

А розрахункова витрата буде дорівнювати, з урахуванням коефіцієнта одночасності k_{sim}

$$k_{sim} \sum V = 1,0 \cdot 0,18 = 1,18 (\text{м}^3 / \text{год}) . \quad (2.3)$$

Для ділянок газопроводу, які постачають газ для N квартир, розрахункова витрата газу визначається аналогічно, тобто номінальну витрату газу помножити на коефіцієнт k_{sim} . Результати розрахунку наведені у таблиці 2.1.

2.3 Моделювання гідравлічного режиму газопроводу

Гідравлічні режими роботи газопроводів повинні прийматися за умови створення при 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.

Розрахункові внутрішні діаметри газопроводів необхідно визначити гідравлічним розрахунком за умови забезпечення безперебійного газопостачання всіх споживачів у часи максимального споживання газу.

Розрахункові сумарні втрати тиску газу в газопроводах низького тиску (від джерела газопостачання до найбільш віддаленого приладу) приймаються не більше 180 Па, у тому числі в розподільчих газопроводах 150 Па, газопроводах вводах та внутрішніх газопроводах – 30 Па.

Падіння тиску в газопроводах низького тиску слід визначати в залежності від режиму руху по газопроводу, що характеризується числом Рейнольдса

$$Re = 0,0354 \frac{Q}{d \cdot \nu}, \quad (2.4)$$

де Q – витрата газу, $\text{м}^3/\text{год}$, при температурі 0°C і тиску $0,10132 \text{ МПа}$.

d – внутрішній діаметр газопроводу, см .

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості газу, $\text{м}^2/\text{с}$ (при температурі 0°C і тиску $0,10132 \text{ МПа}$).

В залежності від значення Re падіння тиску в газопроводах визначається за наступними формулами

- для ламінарного режиму руху газу при $Re \leq 2000$

$$H = 1,132 \cdot 10^2 \frac{Q}{d^4} \cdot \nu \cdot \rho \cdot l, \quad (2.5)$$

- для критичного режиму руху газу при $Re = 2000-4000$ [7]

$$H = 0,516 \frac{Q^{2,333}}{d^{3,333} \cdot \nu^{0,333}} \cdot \rho \cdot l, \quad (2.6)$$

- для турбулентного режиму руху газу при $Re > 4000$ [7]

$$H = 69 \left(\frac{n}{d} + 1922 \frac{\nu \cdot d}{Q} \right)^{0,25} \frac{Q^2}{d^5} \cdot \rho \cdot l, \quad (2.7)$$

де H – падіння тиску, Па ;

ρ – густина газу , кг/м³, при температурі 0 °С і тиску 0,10132 МПа.

l – розрахункова довжина газопроводу постійного діаметру, м.

η – еквівалентна абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні стінки труби, см:

для сталевих труб – 0,01;

для поліетиленових – 0,05.

Для внутрішніх газопроводів розрахункову довжину газопроводів слід визначати за формулою

$$L = l_1 + \sum \xi \cdot l \cdot d , \quad (2.8)$$

де l_1 – дійсна довжина газопроводу, м;

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів ділянки газопроводу довжиною l_1 ;

L – еквівалентна довжина прямолінійної ділянки газопроводу , м, втрати тиску на якій дорівнюють втраті тиску в місцевому опорі із значенням коефіцієнта $\xi = 1$.

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

- для ламінарного режиму руху газу

$$ld = 5,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{Q}{\nu} , \quad (2.9)$$

- для критичного режиму руху газу

$$ld = 12,15 \cdot \frac{d^{1,333} \cdot \nu^{0,333}}{Q^{0,333}} , \quad (2.10)$$

- для області турбулентного режиму руху газу

$$ld = \frac{d}{11 \cdot \left(\frac{n}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25}} . \quad (2.11)$$

При розрахунку внутрішніх газопроводів низького тиску для житлових будинків допускається визначити втрати тиску газу на місцеві опори розміри, процентів від лінійних втрат:

а) на газопроводах від введів в будинки:

1) до стояка – 25

2) на стояках – 20

б) на внутрішньо квартирній розводці:

- 1) при довжині розводки 1-2 м 450
- 2) при довжині розводки 3-4 м 300
- 3) при довжині розводки 5-7 м 120
- 4) при довжині розводки 8-12 м 50

При розрахунку газопроводів низького тиску слід враховувати гідростатичний напір H_g Па, який визначається за формулою

$$H_g = \pm 9,81 \cdot h \cdot (\rho_a \cdot \rho), \quad (2.12)$$

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

ρ_a — густина повітря, кг/м^3 , при температурі 0°C і тиску $0,10132$ МПа.

При виконанні гідравлічного розрахунку надземних та внутрішніх газопроводів з урахуванням степеню шуму, утворюваного рухом газу, слід приймати швидкості руху не більше 7 м/с для газопроводів низького тиску.

Діаметр газопроводу попередньо визначається за формулою:

$$d = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot (273 + t)}{\rho_m \cdot v}}, \quad (2.13)$$

де d — діаметр газопроводу, см;

Q — витрата газу, $\text{м}^3/\text{год}$, при температурі 0°C і тиску $0,10132$ (МПа);

t — температура газу, $^\circ\text{C}$;

ρ_m — середній тиск газу (абсолютний) на розрахунковій ділянці газопроводу, МПа.

v — швидкість газу, м/с.

Гідравлічний розрахунок розпочинають з точки підключення дворового газопроводу до вуличної мережі низького тиску — точка 1. Кінцева точка розрахунку — газовий прилад (котел) 9-го поверху найбільш віддаленого газового стояка (Г.Ст.5.) .

Рекомендований перепад тиску становить $\Delta P_p = 600$ Па. Гідравлічний опір котла дорівнює $\Delta P_1 = 100$ Па, а газового лічильника G4 - $\Delta P_2 = 200$ Па. Тоді розрахунковий перепад тиску для головної магістралі (від т. 1 до т. 14) буде складати

$$\Delta P_{p1} = \Delta P_p - \Delta P_1 - \Delta P_2 = 600 - 100 - 200 = 300 \text{ (Па)}. \quad (2.14)$$

Розрахункова довжина ділянок мережі визначається з урахуванням надбавок на місцеві опори за формулою

$$L_i = L_i \left[1 + \frac{\alpha_i}{100} \right]. \quad (2.15)$$

Сумарна довжина всіх ділянок головної магістралі дорівнює $\sum L_p = 151$ (м).

Середня питома втрата тиску на тертя дорівнює

$$R = \frac{300}{151} = 1,98 \left(\frac{\text{Па}}{\text{м}} \right) \quad (2.16)$$

За розрахунковими витратами газу і середньою питомою втратою тиску за допомогою номограми, визначають діаметри газопроводів. Причому, діаметри підводок від стояка до приладів повинні бути не менше $d_y = 15$ мм, а діаметр стояка $d_y = 20$ мм.

Сумарний гідравлічний опір газопроводів дорівнює $\sum \Delta P = 260$ Па. Гідростатичний тиск для вертикальних ділянок (стояка) складає

$$\Delta P_r = h g(\rho_n - \rho_r) = (12 \cdot 9,81)(1,21 - 0,73) = 56,5 \text{ (Па)}, \quad (2.16)$$

де h — різниця геометричних відміток в кінці і початку газопроводу, м;
 ρ_n, ρ_r — густина відповідно навколишнього повітря і природного газу, кг/м³.

Гідравлічний опір проточного газового котла прийнятий рівним $\Delta P = 100$ Па. Таким чином, загальні втрати тиску у дворових та внутрішньобудинкових газопроводах становлять

$$\sum \Delta P = 321 + 100 + 200 - 57 = 564 < 600 \text{ (Па)}.$$

Як видно, сумарні втрати тиску не перевищують рекомендованого перепаду для дворової і внутрішньодворової мережі.

Манометричний тиск газу перед пальниками газових приладів буде

$$P_n = 1800 - 564 = 1236 > 1200 \text{ (Па)}.$$

Як видно, сумарні втрати тиску не перевищують рекомендованого перепаду для внутрішньо будинкової мережі. Інші дані зводимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Гідравлічний розрахунок внутрішньобудинкових газопроводів

№ ділянки	Номін. витрата газу V , м ³ /год	К-ть кв-р	Коеф. k_{sim}	Розрах. витрата газу, $V_{роз.}$, м ³ /год	Геометр. довжина L_r , м	Надбавка %	Розрах. довжина L_p , м	Умовн. діаметр d_y , мм	Питома втрата тиску, R , Па/м	Втрата тиску, ΔP , Па
1-2	157,44	48	0,223	35,1	2,5	25	3,1	70	4,5	14,1
2-3	131,2	40	0,227	29,8	31,1	25	38,9	50	3,5	136,1
3-4	104,96	32	0,232	24,4	13,3	25	16,6	50	2,8	46,6
4-5	78,72	24	0,238	18,7	37,5	25	46,9	50	1,4	65,6
5-6	52,48	16	0,240	12,6	14,2	25	17,8	50	0,8	14,2
6-7	26,24	8	0,265	7,0	3	20	3,6	32	1,9	6,8
7-8	22,96	7	0,280	6,4	3	20	3,6	32	1,8	6,5
8-9	19,68	6	0,280	5,5	3	20	3,6	32	1,3	4,7
9-10	16,4	5	0,290	4,8	3	20	3,6	32	2,9	10,4
10-11	13,12	4	0,350	4,6	3	20	3,6	32	1,7	6,1
11-12	9,84	3	0,450	4,4	3	20	3,6	32	1,5	5,4
12-13	6,56	2	0,650	4,3	3	20	3,6	32	0,8	2,9
13-14	3,28	1	1,00	3,28	1	150	2,5	20	0,5	1,3
							$\Sigma 151$			$\Sigma 320,6$

2.4 Розрахунок системи вентиляції

2.4.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього і зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаються в залежності від положення об'єкту будівництва для теплого, холодного і перехідного періодів року. Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря проводиться і відповідності: для холодного періоду – температура для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92; для теплого – температура для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99. В перехідний період параметри приймаємо у відповідності при температурі 8°C [17].

Всі дані зводимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Період року	$t_z, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$v_B, \text{м/с}$
Теплий	23	73	3
Перехідний	8	75	3,8
Холодний	-21	85	3,9

Самопочуття людини в приміщенні визначається наступними параметрами [17]: температура повітря; швидкість руху повітря, м/с; відносною вологістю,%; забрудненістю повітря шкідливими домішками, мг/м³. Діапазон допустимих температур визначають нижнім, допустимим температурним рівнем, що служить для розрахунку систем опалення, і верхня, що забезпечується вентиляцією. Швидкість руху повітря та відносна вологість визначаються верхнім допустимим рівнем.

Для вентиляції використовуються допустимі значення параметрів внутрішнього повітря. Вони приймаються в залежності від призначення приміщення і розрахункового періоду року

В теплий період року температура припливного повітря $t_{пт}=t_{нт}=23(^{\circ}\text{C})$;
 $t_{роз}=t_{пт}+3=23+3=26 (^{\circ}\text{C})$.

В холодний і перехідний періоди $t_{\text{п}}^{\text{хп}} = t_{\text{рз}}^{\text{хп}} - \Delta t, ^\circ\text{C}$, де: $t_{\text{рз}}^{\text{хп}}$ – приймається ДБН В.2.5-67:2013, $t_{\text{рз}}^{\text{хп}} = 22 (^\circ\text{C})$, $\Delta t = 5^\circ\text{C}$, так якщо висота приміщення більше 4 м і $\Delta t = 3^\circ\text{C}$, якщо висота приміщення менше 4 м.

$$t_{\text{п}}^{\text{хп}} = 22 - 5 = 17 ^\circ\text{C}; t_{\text{п}}^{\text{хп}} = 22 - 3 = 19 (^\circ\text{C}).$$

Розрахункові параметри внутрішнього повітря для адміністративних та житлових приміщень наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри внутрішнього повітря [9]

Періоди року	$t_{\text{роз}}, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$V, \text{м/с}$	$t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вид}}, ^\circ\text{C}$
ТП	26	65	0,2	23	26
ХП	22	65	0,2	19	22

2.4.2 Вибір системи вентиляції та обґрунтування технічних рішень

Система вентиляції повинна забезпечити в житлових приміщеннях санітарно-гігієнічні вимоги, що досягається видаленням забрудненого повітря і заміною його зовнішнім, чистим повітрям, тобто забезпечити необхідний повітрообмін.

В квартирах житлового будинку проектуємо природно-витяжну вентиляцію через цегляні канали. Переміщення повітря виникає завдяки різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря. Приток повітря неорганізований, через кватирки і нещільності огорожень. Витяжні отвори розміщуємо на відстані 0,5 - 0,7м від стелі.

В вбудованих приміщеннях передбачається припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням руху повітря. Приток та витяжка повітря в приміщеннях здійснюється безпосередньо з повітроводів через жалюзійні решітки в верхній зоні приміщення. Повітря подається в робочу зону компактними струминами, за схемою зверху вниз, яка не дає підніматись шкідливим виділенням в робочу зону. В припливних вентиляційних системах повітроводи служать для розподілу чистого повітря, що подається в приміщення. В витяжних вентиляційних системах навпаки для забирання забрудненого

повітря в місцях повітровидалення і подачі його до витяжного вентилятора з наступним викидом в атмосферу. У вбудованих приміщеннях запроєктовані металеві повітропроводи з листової сталі прямокутного перерізу.

Приймаємо радіус дії системи вентиляції з природним спонуканням – не більше 8 м, з механічним спонуканням – не більше 50 м. Щоб вентиляційне повітря було достатньо чистим здійснюємо забір повітря на висоті 2 м від поверхні землі. Для очищення зовнішнього повітря передбачається встановлення фільтруючого обладнання. Для підігріву приточного повітря в холодну пору року застосовується калорифер. В неопалюваних приміщеннях вентиляційні канали ізолюємо.

2.4.3 Визначення шкідливих виділень в приміщеннях

Надходження тепла в будівлю визначають як суму надходжень теплоти через прозорі зовнішні огороження, від штучного освітлення, обладнання та людей, які знаходяться в приміщенні.

Визначення кількості тепла, яке надходить через світлові прорізи

Кількість теплоти, що надходить через світлові прорізи визначається за формулою

$$Q_{inc} = (q_1 \cdot F_{01} + q_2 \cdot F_{02}) \cdot \beta_{cn} \cdot k_0 + \frac{t_z - t_g}{R_0} \cdot F_0, \text{ [Вт]} \quad (2.17)$$

де F_{01} - площа світлового прорізу, яка опромінюється сонячною радіацією, м²;

F_{02} - площа світлового прорізу, яка не опромінюється прямою сонячною радіацією, м²;

β – коефіцієнт тепло пропускання сонцезахисних пристроїв, [16];

R_0 - опір теплопередачі заповнень світлових прорізів, м²·К/Вт, [15];

t_z, t_g - розрахункова температура зовнішнього та внутрішнього повітря, °С;

F_0 - загальна площа світлового прорізу, м²;

k_0 - коефіцієнт, який залежить від типу застосування (для подвійного застосування $k_0 = 0,9$);

q_1, q_2 - відповідно кількість теплоти, яка при прямому та непрямому опроміненні сонячною радіацією для вертикального застосування, Вт/м².

$$q_1 = (q_{\text{в.п.}} + q_{\text{в.н.}}) \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (2.18)$$

де $q_{\text{в.н.}}$ - надходження теплоти через подвійне застління від прямої сонячної радіації, Вт/м², [16];

$q_{\text{в.п.}}$ - надходження теплоти через вертикальне застління від розсіяної сонячної радіації, Вт/м², [17];

K_1 – коефіцієнт, який враховує затемнення проїм віконними рамами [17];

K_2 – коефіцієнт, який враховує забрудненість скла [17].

$$q_1 = q_1 \cdot k_1 \cdot k_2. \quad (2.19)$$

Розрахунок кількості тепла, яке надходить в приміщення першого поверху за рахунок сонячного випромінювання наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок кількості тепла, яке надходить в приміщення за рахунок сонячного випромінювання

№ прим.	F_{01} , м ²	β	K_0	$q_{\text{в.п.}}$, Вт/м ²	$q_{\text{в.н.}}$, Вт/м ²	K_1	K_2	q_1 , Вт/м ²	Q , Вт
107	1,8	0,15	0,9	344	206	0,68	0,95	355,3	115,3

Визначення кількості тепла, яке надходить від джерел штучного освітлення

Кількість тепла, що надходить в приміщення від джерел штучного освітлення, визначають за фактичною або проектною потужністю ліхтарів. При цьому враховують, що вся енергія, яка витрачається на освітлення, переходить в тепло, яке нагріває повітря приміщення. Якщо потужність ліхтарів невідома, тоді тепловиділення від джерел освітлення $Q_{\text{осв}}$ Вт, можна визначити за формулою

$$Q_{\text{осв.}} = E \cdot q \cdot F \cdot \eta_{\text{осв.}}, \quad (2.20)$$

де $q_{\text{осв.}}$ – питомі тепловиділення від освітлення, $q_{\text{осв.}} = 0,073$ Вт/м²лк;

F – площа підлоги приміщення, м²;

$\eta_{\text{осв.}}$ – частка тепла, яке надходить в приміщення (0,95);

E – освітленість, $E = 150$ лк.

Таблиця 2.5 – Розрахунок надходження теплоти від штучного освітлення

№ приміщення	F, м ²	E, лк	$\eta_{\text{осв.}}$	$q_{\text{осв.}}, \text{Вт/м}^2\text{лк}$	Q, Вт
106	77	150	0,95	0,073	801
107	66,1	150	0,95	0,073	687,6

 $\Sigma = 1488,6 \text{ Вт}$ **Надходження тепла від обладнання**

Кількість теплоти, яка надходить від електродвигунів визначаємо за формулою, Вт

$$Q_{\text{обл.}} = 10^3 \cdot N \cdot k, \quad (2.21)$$

де N – установочна потужність обладнання, кВт;

k – коефіцієнт одночасності роботи обладнання (0,25).

Приміщення (106,107) обладнана комп'ютерами 0,35 кВт. Кількість теплоти, яка надходить від обладнання становить, Вт

$$Q_{\text{обл.}} = 10^3 \cdot 0,35 \cdot 0,25 = 87,5(\text{Вт}) .$$

Надходження теплоти і вологи від людей

Виділення теплоти і вологи людьми залежить від витраченої ними енергії та температури повітря в приміщенні. Прийнято вважати, що жінки виділяють 85%, а діти в середньому 75% теплоти і вологи, які надходять від чоловіків [16]. Надходження теплоти від людей визначаємо за формулою, Вт

$$Q_{\text{люд.}} = N_{\text{люд.}} \cdot q_{\text{люд.}}, \quad (2.22)$$

де $N_{\text{люд.}}$ – кількість людей в приміщенні, чол.;

$q_{\text{люд.}}$ – кількість тепла, що виділяє одна людина, Вт [17].

Спортивний зал (106) $Q_{\text{люд.}} = 20 \cdot 205 = 4080(\text{Вт})$.

Спортивний зал (107) $Q_{\text{люд.}} = 15 \cdot 205 = 3075(\text{Вт})$.

Надходження вологи від людей визначимо за формулою

$$W_{\text{люд.}} = N_{\text{люд.}} \cdot d_{\text{люд.}} (\text{г/год}), \quad (2.23)$$

де $d_{\text{люд.}}$ – волого виділення однією людиною, (г/год) [16].

Спортивний зал (106) $W_{\text{люд.}} = 20 \cdot 140 = 2800(\text{г/год})$.

Спортивний зал (107) $W_{\text{люд.}} = 15 \cdot 140 = 2100(\text{г/год})$.

Розрахунок сумарних надходжень тепла для вбудованих приміщень зводимо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 – Розрахунок сумарних надходжень тепла

Назва	Теплонадходження				
	$Q_{\text{інс.}},$ Вт	$Q_{\text{осв.}},$ Вт	$Q_{\text{обл.}},$ Вт	$Q_{\text{люд.}},$ Вт	$Q,$ Вт
Спортивний зал (106)	115,3	801	87,5	4080	5082
Спортивний зал (107)	-	687,1	87,5	3075	3849

$\Sigma = 8931 \text{ Вт}$

2.4.4 Моделювання організації необхідного повітрообміну приміщень

Визначення необхідної кількості вентиляційного повітря для систем вентиляції

Розрахунок ведеться за всіма шкідливими викидами в приміщенні і приймається найбільше з отриманих значень.

Повітрообмін за надлишками теплоти [17]

$$L = L_{o.z} + \frac{3,6 \cdot Q - \rho_{o.z} \cdot C_B \cdot L_{o.z} \cdot (t_{o.z} - t_n)}{\rho_{o.z} \cdot C_B \cdot (t_{yx} - t_n)}, \quad (2.24)$$

де $L_{o.z}$ — кількість повітря, що видаляється місцевими системами вентиляції, м³/год; Q — надлишковий тепловий потік в приміщення, Вт; C_B — теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/(м³·°C); t_{yx} — температура повітря у верхній зоні, °C; $t_{o.z}$ — температура повітря в обслуговуємії чи робочій зоні приміщення, що видаляється системами місцевих відсмоктів, та на технологічні потреби, °C; t_n — температура повітря, що подається в приміщення, °C.

Повітрообмін по волозі [17]

$$L = L_{o.z} + \frac{10^3 W - \rho_{o.z} L_{o.z} (d_{o.z} - d_n)}{\rho_{o.z} (d_{yx} - d_n)}, \quad (2.25)$$

де W – виділення води в приміщенні, кг/год; d_n – вологовміст припливного повітря, г/кг; d_{o3} – вологовміст повітря робочої зони, г/кг; d_{yx} – вологовміст повітря, що виділяється місцевою системою вентиляції, г/кг.

Вміст води в повітрі, що видаляється

$$d_{yx} = d_n + k_d(d_{o3} - d_n), \quad (2.26)$$

де k_d - коефіцієнт повітрообміну по волога надходженням.

Визначаємо необхідну кількість вентиляційного повітря для спортивного зала (106) в теплу пору року.

Повітрообмін за надлишками теплоти

$$L_m = \frac{3,6 \cdot 5082}{1,2 \cdot 1,005 \cdot (26 - 23)} = 5056 (\text{м}^3 / \text{год}) = 1,4 (\text{м}^3 / \text{с}).$$

Визначаємо необхідну кількість повітря за надлишком води

$$L_v = \frac{2800}{1,2 \cdot (11 - 10)} = 2333 (\text{м}^3 / \text{год}) = 0,64 (\text{м}^3 / \text{с}).$$

Визначаємо необхідну кількість вентиляційного повітря для спортивного зала (107) в теплу пору року.

$$L_m = \frac{3,6 \cdot 3849}{1,2 \cdot 1,005 \cdot (26 - 23)} = 3829 (\text{м}^3 / \text{год}) = 1,07 (\text{м}^3 / \text{с}).$$

Визначаємо необхідну кількість повітря за надлишком води

$$L_v = \frac{2100}{1,2 \cdot (11 - 10)} = 1750 (\text{м}^3 / \text{год}) = 0,49 (\text{м}^3 / \text{с}).$$

Підбір і визначення кількості решіток для припливної системи вентиляції

На приточних каналах загальнообмінної вентиляції встановлюємо решітки типу РР, які мають регульовані жалюзі для направлення повітря вгору або вниз при горизонтальному підведенні повітря до решітки.

Розрахунок підбору решіток, зменшення швидкості і різниці температур на початкових і основних ділянках компактних струмин виконуємо в наступній послідовності.

Спортивний зал витяжна система (106)

$$L = 5056 (\text{м}^3 / \text{год}) = 1,4 (\text{м}^3 / \text{с}).$$

ОРГ 350x250; $a : b = 350 : 250$ $F_0 = 0,058 \text{ м}^2$; $V_0 = 2-5 \text{ м/с}$.

Визначаю кількість решіток

$$n = \frac{L_{em}}{F_0 V_0} = \frac{1,4}{0,058 \cdot 5} = 5 (\text{шт.}) \quad (2.27)$$

Робимо перевірку решіток на дальnobійність [17]:

Якщо,

$$\frac{X_n}{\sqrt{F_0}} \leq m; \quad (2.28)$$

а) якщо постійні робочі місця чи місця постійного перебування людей знаходиться в межах прямої дії струмини то

$$v_x = v_{\text{норм.}}; \quad (2.29)$$

$$t_x = t_{\text{норм.}}; \quad (2.30)$$

б) якщо постійні робочі місця чи місця постійного перебування людей знаходиться поза прямої дії струмини то

$$v_x = 2 \cdot v_{\text{норм.}}; \quad (2.31)$$

$$t_{CP} = 2 \cdot t_{\text{норм.}}; \quad (2.32)$$

Якщо,

$$\frac{X_n}{\sqrt{F_0}} \geq m; \quad (2.33)$$

то

$$v_x = \frac{X_n}{m \cdot K_B \cdot \sqrt{F_0}}, \quad (2.34)$$

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot K_B \cdot \sqrt{F_0}}{X_n}; \quad (2.35)$$

де X_n – відстань від місця виходу струмини до постійного робочого місця, м;

F_0 – площа одної решітки м^2 ;

v_x – максимальна швидкість руху повітря в робочій зоні м/с ;

$v_{норм}$ – нормована швидкість руху повітря в робочій зоні м/с, відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування";

t_x – максимальна температура повітря в робочій зоні °С;

$t_{норм}$ – нормована температура повітря в робочій зоні °С, відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування";

m, n – коефіцієнти затухання ненастилаючихся струмин;

K_B – поправочний коефіцієнт, що враховує взаємодію декількох однакових струмин.

$$\frac{1}{\sqrt{0,04}} \leq 4,5;$$

$$v_x = v_{норм.} = 0,3 м / с.$$

Кількість повітря, що проходить через одну решітку

$$L_{реш} = \frac{L_{ет}}{n} = \frac{5056}{5} = 1011 (м^3 / год) . \quad (2.36)$$

Спортивний зал (106) припливна система

$$L = 5056 (м^3 / год) = 1,4 (м^3 / с).$$

$$ОРГ \ 350 \times 250; \ a : b = 350 : 250 \ F_o = 0,058 \ м^2; \ V_o = 2-5 \ м/с$$

Визначаю кількість решіток

$$n = \frac{L_{ет}}{F_o V_o} = \frac{1,4}{0,058 \cdot 5} = 5 (шт) . \quad (2.37)$$

Робимо перевірку решіток на дальнобійність [16]

$$\frac{1}{\sqrt{0,096}} \leq 4,5;$$

$$v_x = v_{норм.} = 0,3 м / с.$$

Кількість повітря, що проходить через одну решітку

$$L_{реш} = \frac{L_{ет}}{n} = \frac{5056}{5} = 1011 (м^3 / год)$$

Спортивний зал (107) витяжна система

$$L = 3829 (м^3 / год) = 1,07 (м^3 / с).$$

$$ОРГ \ 350 \times 250; \ a : b = 350 : 250 \ F_o = 0,058 \ м^2; \ V_o = 2-5 \ м/с.$$

Визначаю кількість решіток

$$n = \frac{L_{em}}{F_0 V_0} = \frac{1,07}{0,058 \cdot 5} = 3(шт.)$$

$$\frac{1}{\sqrt{0,04}} \leq 4,5;$$

$$v_x = v_{норм.} = 0,3 м / с.$$

Кількість повітря, що проходить через одну решітку

$$L_{реш} = \frac{L_{em}}{n} = \frac{3829}{3} = 1276(м^3 / год).$$

Спортивний зал (107) припливна система

$$L_{np} = 3829(м^3/год) = 1,07(м^3/с).;$$

ОРГ 250х250; а : b = 200 : 200 $F_0 = 0,04 м^2$; $V_0 = 2-5 м/с$;

Визначаю кількість решіток

$$n = \frac{L_{em}}{F_0 V_0} = \frac{1,07}{0,04 \cdot 5} = 6(шт.)$$

Робимо перевірку решіток на дальnobійність [24]

$$\frac{1}{\sqrt{0,096}} \leq 4,5;$$

$$v_x = v_{норм.} = 0,3 м / с.$$

Кількість повітря, що проходить через одну решітку

$$L_{реш} = \frac{L_{em}}{n} = \frac{3829}{6} = 638(м^3 / год).$$

2.4.5 Моделювання аеродинамічних режимів механічної вентиляції

Організація повітрообміну включає в себе вибір схеми, способу подачі та видалення повітря. Виділення в вигляді парів, газів та пилу видаляються у вигляді місцевих відсосів.

Розрахунок повітропроводів складається аналогічно з 2-х етапів:

- 1) Розрахунок головної ділянки напрямку вентиляційної системи, який характеризується найбільшою довжиною та завантаженістю.
- 2) Ув'язка відгалужень вентиляційної системи.

Перший етап проводиться у такій послідовності

1. Розбивають систему на окремі ділянки і визначають витрати повітря на кожній ділянці. Значення витрат повітря та довжини кожної ділянки наносять на аксонометричну схему.

2. Визначаємо площу поперечного перерізу ділянок повітропроводу

$$F_p = \frac{L_p}{V}, (m^2) , \quad (2.38)$$

де L_p - розрахункова витрата повітря на ділянці, (m^3/c);

V - рекомендована швидкість руху повітря на ділянках [17], (m/c).

За отриманими значеннями F_p підбирають стандартні розміри повітропроводу.

3) визначаємо фактичну швидкість руху повітря на ділянках

$$V_i = \frac{L_p^i}{F_i} . \quad (2.39)$$

4) визначаємо витрати тиску на тертя на ділянках

$$P_{mp} = \lambda_{mp} \cdot \frac{1}{d} \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2} , \quad (2.40)$$

де λ_{mp} - коефіцієнт опору тертя

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{k}{d} \right)^{0,25} ; \quad (2.41)$$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} , \quad (2.42)$$

d – діаметр повітропроводу;

k – абсолютна шорсткість повітропроводу для сталей $k = 1 \cdot 10^{-4} m$;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, який дорівнює $1,5 \cdot 10^{-5} (m^2/c)$.

5) визначаємо втрати тиску на місцевих опорах

$$P_{m.o} = \sum_{i=1}^n \xi \cdot P_d , \quad (2.43)$$

P_d – динамічний тиск;

$\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів [24].

6) визначаємо загальні втрати тиску на ділянках та у вентиляційній системі

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (P_{тр.i} + P_{м.о.i}) + \sum_{j=1}^m P_{об.j} , \quad (2.44)$$

P_i – втрати тиску на ділянках;

n – кількість ділянок;

$P_{об}$ – втрати тиску на обладнання;

m – кількість обладнання.

7) за значенням тиску і продуктивності підбирають вентилятор та двигун.

Втрата тиску від точки розгалуження до кінця розгалуження повинна дорівнювати втратам тиску від цієї ж точки до кінця магістрального напрямку.

Підбирають площу поперечного перерізу відгалуження повітропроводу, а при необхідності встановлюють, дросель-клапанів [17]

Нев'язка не повинна перевищувати 15%

$$\frac{P_{від} - P_{маг}}{P_{маг}} \cdot 100\% \leq 15\% .$$

Аеродинамічний розрахунок механічної системи вентиляції повітря зводимо в таблиці

- витяжна вентиляція – таблиця 2.7;
- припливна вентиляція – таблиця 2.8.

Таблиця 2.7 – Аеродинамічний розрахунок витяжної загальнообмінної системи спортивного залу (106,107)

№ ділянки	Довж.д. $l, \text{м}$	$L, \text{м}^3/\text{год}$	$V_{\text{доп}}, \text{м/с}$	$F, \text{м}^2$	Розмри повітро-про-воду $a*b, \text{мм}$	$F_{\text{пр}}, \text{м}^2$	$V_{\text{факт}}, \text{м/с}$	Попр. коеф. на втрати тиску B	$R*l$	Сума місц. опорів	$P_d = \frac{\rho \cdot V^2}{2}, \text{Па}$	$Z, \text{Па}$	$R*l+Z, \text{Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12-13	2,9	1011	5	0,056	250*250	0,0625	4,49	1,00	2,680	2,4	15	35	37,077
13-14	2,9	2022	5	0,112	250*500	0,125	4,49	1,00	1,693	2,4	15	35	36,104
14-15	2,9	3033	5	0,169	400*500	0,2	4,21	1,00	1,281	2,4	16	37	38,264
15-16	2,9	4044	5	0,225	400*600	0,24	4,68	1,00	1,073	3,4	19	46	46,684
16-17	2,9	5056	5	0,281	600*600	0,36	3,90	1,00	1,307	3,4	18	44	44,510
17-18	2,3	6332	5	0,352	600*600	0,36	4,89	1,00	1,316	3,4	15	36	36,697
18-19	2,3	7608	5	0,423	600*800	0,48	4,40	1,00	2,689	3,4	14	32	33,148
19-20	3	8887	5	0,494	600*800	0,48	5,14	1,00	1,321	3,4	13	44	45,321

 $\Sigma = 317,8 \text{ Па}$

Таблиця 2.8 – Аеродинамічний розрахунок припливної загальнообмінної системи спортивного залу (106,107)

№ ділянки	Довж.д. $l, \text{м}$	$L, \text{м}^3/\text{год}$	$V_{\text{доп}}, \text{м/с}$	$F, \text{м}^2$	Розмри повітро-про-воду $a*b, \text{мм}$	$F_{\text{пр}}, \text{м}^2$	$V_{\text{факт}}, \text{м/с}$	Попр. коеф. на втрати тиску B	R^*/l	Сума місц. опорів	$P_d = \frac{\rho \cdot V^2}{2}, \text{Па}$	$Z, \text{Па}$	$R^*l + Z, \text{Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	2,9	1011	5	0,056	250*250	0,0625	4,49	1	0,323	2,4	15	37	40,951
2-3	2,9	2022	5	0,110	250*500	0,125	4,49	1	0,444	2,4	15	37	38,438
3-4	2,9	3033	5	0,168	400*500	0,2	4,21	1	0,495	2,4	11	27	27,78
4-5	2,9	4044	5	0,224	400*600	0,24	4,68	1	0,545	2,4	11	27	27,652
5-6	2,9	5056	5	0,28	600*600	0,36	3,90	1	0,615	2,4	25	61	61,578
6-7	3	5694	5	0,316	600*600	0,36	4,39	1	0,615	2,4	25	61	62,55
7-8	2,9	6332	5	0,352	600*600	0,36	4,89	1	0,768	2,4	15	36	36,674
8-9	2,9	6970	5	0,387	600*800	0,48	4,03	1	0,768	3,4	15	36	36,372
9-10	2,9	7608	5	0,423	600*800	0,48	4,40	1	0,686	3,4	15	35	35,484
10-11	2,9	8246	5	0,458	600*800	0,48	4,77	1	0,679	3,4	15	35	35,432
11-12	2,9	8887	5	0,50	600*800	0,48	5,14	1	0,679	3,4	15	35	34,823

 $\Sigma = 437,7 \text{ Па}$

Висновки до розділу 2

За результатами моделювання гідравлічного режиму газопроводу було підбрано діаметри труб в діапазоні від 20...70 мм.

За результатами розрахунків визначена необхідна кількість решіток для спортивного зала (106) 10шт., для спортивного зала (107) 9шт.

За результатами моделювання аеродинамічних режимів вентиляції підбрані необхідні розміри повітропроводів.

Підібране обладнання сприятиме надійній роботі систем вентиляції та газопостачання.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей систем, що прийнято до монтажу

В даному проєкті розробляється технологія монтажу системи газопостачання житлового 9-ти поверхового будинку в м. Вінниця.

Опис конструкцій житлового будинку:

Будинок 9-ти поверховий, з цегляними стінами на 59 квартир. На першому поверсі розташовані фотостудія, приміщення для фізичного оздоровлення жителів будинку і офісні приміщення. Починаючи з другого поверху будівля має три двокімнатні, три трикімнатні і одна чотирикімнатна квартири . В кожній із квартир є балкон, що дає можливість збільшенню площі квартири й вихід на вулицю. Для газопостачання житлового будинку застосовуються індивідуальне опалення.

Зовнішній газопровід прокладається по зовнішній стіні будинку. Ввід газопроводу передбачений безпосередньо в кожную кухню житлового будинку. На вводах при перетині стіни міжповерхового перекриття газопроводи прокладаються в футлярі. Футляр закладається в стіну на цементному розчині, між трубою і футляром необхідно забити клоччям, гумовими втулками або іншим еластичним матеріалом.

На вводах газопроводу передбачено вимикаючі пристрої для відключення стояків. На підводках до газового обладнання встановлюються вимикаючі пристрої на висоті не менше 1,5м від підлоги. Для комерційного обліку газу передбачено газові лічильники в кожній квартирі. Для розробки системи газопостачання вихідними даними було використано така документація: плани поверхів, перерізи. Система газопостачання складається з:

- 1) з газових чотирьох комфортних плит ПГ4, газових лічильників, кульових кранів;
- 2) мережі трубопроводів труб $d_y20\text{мм}$ $d_y32\text{мм}$, $d_y40\text{мм}$, $d_y50\text{мм}$, $d_y70\text{мм}$;
- 3) регулювальна арматура.

3.2 Принципові схеми, що прийнято до монтажу

Дев'ятиповерховий житловий будинок розташований в місті Вінниця. В кожній квартирі ставиться опалювальний котел. Газопроводи, що прокладаються в середині будинку, передбачені із сталевих труб в відповідності до [2]. З'єднання труб виконані на зварюванні. Роз'ємні (різьбові та фланцеві) з'єднання встановлені тільки в місцях установки запірної арматури, газових приладів, регуляторів тиску та іншого обладнання. Установку роз'ємних з'єднань газопроводів передбачені в місцях, доступних для огляду та ремонту. Прокладка газопроводів виконана відкритою. В місцях проходів газопроводів через перекриття і стіни, на газопроводах встановлені футляри, кінці якого виступають над і під перекриттям і стінами на 3 см.

Встановлені вимикаючі пристрої на газопроводах: для вимикання стояків, перед лічильниками, перед побутовими плитами.

Внутрішні газопроводи низького тиску монтують з газоводорозбірних труб. Монтують внутрішні газопроводи в такій послідовності: встановлюють гільзи і кріплення стояків, збирають стояки і розвідні трубопроводи.

Монтаж газопроводів починають із газових стояків. Їх збирають за схемою, переважно знизу вгору, витримуючи вертикальність стояків і опусків, а також задану відстань до стін. Вузли і трубопроводи спочатку прихоплюють зварюванням. Після встановлення стояків монтують розвідні трубопроводи, заробляють гільзи в місцях проходів газопроводів через будівельні конструкції, зварюють стики і після перевірки якості монтажу закріплюють трубопроводи.

Газові прилади монтують після вкладання чистих підлог і опорядження стін. Монтують газові плити в такій послідовності: розносять їх по поверхах і кімнатах; розмічують місця встановлення кріплень і встановлюють їх; розміщують прилади і приєднують їх до газової мережі; комплектують прилади.

Для піднімання газових плит на поверхи використовують спеціальні захоплювачі. Для розмічування місць встановлення кріплень застосовують шаблони. Підключають плити до газової мережі після встановлення і закріплення їх у монтажному положенні. Плити приєднують до стояків, що розташовані збоку

від плити або за нею. Відстань між стіною приміщення і задньою стінкою плити не повинна перевищувати 10мм.

Монтують газові котли turboTEC plus VUW фірми Vaillant в такій послідовності: розносять їх по поверхах і кімнатах; розмічують їх місце встановлення кріплень і встановлюють їх; розміщують прилади і приєднують до мережі.

Для піднімання газових котлів використовують спеціальні захоплювачі. Для розмічування місць встановлення кріплень застосовують шаблони. Підключають котли після встановлення і закріплення їх у монтажному положенні.

Запроектовано припливно витяжну систему вентиляції в спортзалі на першому поверсі. Припливно-витяжні установки розташовані у спортзалі. Мережу повітропроводів виконано з тонколистової оцинкованої сталі. Забір і викид повітря здійснюється безпосередньо через стіну. Ділянка повітропроводу від забірних решіток до вентиляційної установки і від вентиляційної установки до викиду прокладається в теплоізоляції.

Подача і видалення повітря здійснюється через регульовані решітки. Їх місцеположення і прив'язки визначаються по місцю, згідно дизайн-проекту. Для регулювання системи встановлені дросель-клапани з розмірами, що відповідають розмірам повітропроводу. Комплект автоматичного регулювання вентиляційних установок включає регулювання параметрів припливного повітря і відключення систем при пожежі.

Монтаж систем вентиляції ведеться згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 і технічних умов на устаткування. Прокладення повітропроводів через стіни і перекриття виконується в гільзах з ущільненням місця проходу мінеральною ватою з подальшим закладенням цементно-піщаним розчином.

Монтажні положення трубопроводів:

1. Вертикальні повітропроводи не повинні відхилятися від підвісної лінії більше ніж на 2 мм на 1 м висоти повітропроводу;

2. Ділянки повітропроводів, що призначені для транспортування зволоженого повітря, прокладаються з нахилом 0,01...0,015 в сторону дренуючих пристроїв;
3. З'єднання повітропроводів слід розташовувати за межами стін, перегородок, перекриттів;
4. Повітропроводи, що підвішують вільно, розчалюють, встановлюючи подвійні підвіски з кутом між ними, більшим ніж 45° , щоб запобігти розкачуванню і переміщенню повітропроводів;
5. Не допускається спирання повітропроводів на вентиляційні установки;
6. Для кріплення повітропроводів використовують кронштейни;
7. Між повітропроводами і кріпильними хомутами необхідно передбачати гумові прокладки.

3.3 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей

Для того, щоб забезпечити ефективну роботу робітників потрібно забезпечити їх необхідними матеріалами, які зведено у таблиці 3.1-3.4 [33].

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах для системи газопостачання

№ п.п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Од. вимір.	Кількість	Вага одиниці, кг	Вага, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Труби сталеві Ø 20 мм	ГОСТ 10704-91	м	320	1,66	531,2
2	Труби сталеві Ø 32 мм	ГОСТ 10704-91	м	168	2,64	443,5
3	Труби сталеві Ø 40 мм	ГОСТ 10704-91	м	3,2	3,84	12,3
4	Труби сталеві Ø 50 мм	ГОСТ 10704-91	м	53,9	4	215,6
5	Труби сталеві Ø 70 мм	ГОСТ 10704-91	м	2,5	5,8	14,5
6	Сталеві футляри Ø32мм і Ø89×3мм	ГОСТ 10704-91	м	36	2,5 і 1,2	87

Продовження таблиці 3.1

1	3	4	5	6	7	8
7	Газові плити	«Gorenje» ПГ4 модель GI439W	шт.	59	48,8	2879,2
8	Газові котли	turboTEC plus VUW (Vaillant)	шт.	59	36	2124
9	Газові лічильники Ø 20мм	G2,5 GALLUS 2000	шт	59	2,8	165,2
10	Кульові крани Ø 20мм	11кч24п2	шт	66	0,1	6,6
11	Фланці Ø 70мм	ГОСТ 8568-75	шт	1	0,6	0,6

Таблиця 3.2 - Відомість потреби в допоміжних матеріалах для системи газопостачання [33]

№ п.п.	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Одиниці виміру	Вага
1	Олифа натуральна	кг	2,34
2	Очіс лянний	т	0,0017
3	Сурик свинцевий	т	0,0015
4	Кисень технічний газоподібний	м ³	0,8
5	Електроди, діаметр 2 мм, марка Е42	т	0,018
6	Болти з гайками і шайбами, діаметр 12мм	т	0,060
7	Прокладки із пароніта, марка ПМБ, товщина 2 мм, діаметр 70 мм	1000 шт	0,01
8	Пропан-бутан технічний	м ³	0,74
9	Болти з гайками і шайбами, діаметр 16мм	т	0,062
10	Дріт зварювальний легований, діаметр 4 мм	т	0,002
11	Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42А	т	0,014
12	Ацетилен розчинений технічний, марка А	т	0,008
13	Болти з гайками і шайбами, діаметр 16мм	т	0,036
14	Болти з гайками і шайбами, діаметр 20-22 мм	т	0,060
15	Прокладки резинові [пластина технічна пресована]	кг	2,4

Маса основних матеріалів для газопостачання– 6479,7 кг;

Маса допоміжних матеріалів для газопостачання – 332,6 кг.

Таблиця 3.3 – Відомість потреби в основних матеріалах для системи вентиляції

№	Найменування	Один. вимір	Кіль- кість	Вага од.	Вага
1	Приточно-витяжна установка Sistemair FSU100	шт.	1	225	225
2	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною $\delta=0,7$ мм, перерізом 250х250мм	м	5,8	2	11,6
3	Те саме $\delta=0,7$ мм 250х500 мм	м	5,8	3	17,4
4	Те саме $\delta=0,7$ мм 400х500 мм	м	5,8	3,6	20,88
5	Те саме $\delta=0,7$ мм 400х600 мм	м	5,8	4	23,2
6	Те саме $\delta=0,7$ мм 600х600 мм	м	13,3	4,8	63,84
7	Те саме $\delta=0,7$ мм 600х800 мм	м	16,9	5,6	94,64
8	Протипожежний клапан 600х800 мм	шт.	1	3,4	3,4
9	Решітка вентил. зовнішня РН 600х800	шт.	2	0,9	1,8
10	Решітка вентил. перерізом 250х450 мм	шт.	16	0,5	8
11	Решітка вентил. перерізом 250х250 мм	шт.	3	0,4	1,2

Таблиця 3.4 - Відомість потреби в допоміжних матеріалах [33]

№	Найменування	Один. вимір	Кількість	Вага кг
1	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,005612	5,61
2	Гвинти з напівкруглою головкою, довжина 55-120 мм	т	0,00152	1,52
3	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	5,95753	5,96
4	Мастика герметизувальна нетверднуча "Гэлан"	т	0,001666	1,67
5	Прокат для армування з/б конструкцій круглий та періодичного профілю, клас А-1, діаметр 12 мм	т	0,00903	9,03
7	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,000195	0,19
8	Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42	т	0,0021	2,10
9	Болти анкерні	т	0,00154	1,54
10	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,00626	6,26

Маса допоміжних та основних матеріалів для системи вентиляції складає

$$\Sigma_{\text{осн.мат}} + \Sigma_{\text{доп.мат}} = 470,96 + 48,59 = 519,55(\text{т}).$$

3.4 Визначення складу і об'ємів робіт

3.4.1 Склад робіт системи газопостачання

1. Доставляння деталей та обладнання до місця монтажу.
2. Розмітка місць прокладання трубопроводів.
3. Прокладання сталевих труб (футляр) $d=32\text{мм}$ і $d=89\text{мм}$.
4. Прокладання сталевих трубопроводів $d=70\text{ мм}$.
5. Влаштування фланцевих з'єднань $d=70\text{мм}$.
6. Прокладання сталевих трубопроводів $d=50\text{ мм}$.
7. Прокладання сталевих трубопроводів $d=40\text{ мм}$.
8. Прокладання сталевих трубопроводів $d=32\text{мм}$.
9. Прокладання сталевих трубопроводів $d=20\text{ мм}$.
10. Влаштування кульових кранів.
11. Влаштування газових плит.
12. Влаштування газового лічильника.
13. Влаштування опалювальних котлів.
14. Пневматичне випробування системи.
15. Фарбування сталевих труб.
16. Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу.

3.4.2 Визначення об'ємів робіт системи газопостачання

1. Доставляння деталей та обладнання до місця монтажу. Одиниці вимірювання в тоннах.

- маса інструментів – 13кг,
- маса основних машин і механізмів –156,4кг,
- маса допоміжних матеріалів – 332,6кг,
- маса основних матеріалів –6479,7кг,

Загальна вага усіх деталей 6,9т.

Приймаємо об'єм $V=6,9$.

2. Розмітка місць прокладання трубопроводів. Одиниці вимірювання 100м. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L=540\text{м}$. Приймаємо $V=5,4$.

3. Прокладання сталевих трубопроводів (у футляр) діаметром 32 мм ($l=0,6$ м) і діаметром 89×3мм. Кількість труб з діаметром 32мм складає 59 шт, кількість труб з діаметром 89×3мм складає 1 шт. Маємо $L=(59+1) \times 0,6 = 36$ м. Одиниці вимірювання 100м. Приймаємо $V=0,36$.

4. Прокладання трубопроводів діаметром 70мм. Довжина труб з діаметром 70мм складає $L=2,5$. Одиниці вимірювання 100м. $V=2,5/100=0,025$.

5. Влаштування фланцевих з'єднань діаметром 70мм. Кількість фланців діаметром 70мм – 1 шт. Одиниці вимірювання 1шт. $V=1$.

6. Прокладання трубопроводів діаметром 50мм. Довжина труб з діаметром 50мм складає $L=53,9$ м. Одиниці вимірювання 100м. $V=53,9/100=0,539$.

7. Прокладання трубопроводів діаметром 40мм. Довжина труб з діаметром 40мм складає $L=3,2$ м. Одиниці вимірювання 100м. $V=3,2/100=0,032$.

8. Прокладання трубопроводів діаметром 32мм. Довжина труб з діаметром 32мм складає $L=168$ м. Одиниці вимірювання 100м. $V=168/100=1,68$.

9. Прокладання трубопроводів діаметром 20мм. Довжина труб з діаметром 20мм складає $L=320$ м. Одиниці вимірювання 100м. $V=320/100=3,2$.

10. Влаштування кульових кранів. Кількість кранів – 66шт. Одиниці вимірювання 1шт. $V=66$.

11. Влаштування газових плит чотирьох комфортних. Кількість плит 59 шт. Одиниці вимірювання 1шт. $V=59$.

12. Влаштування газового лічильника. Кількість лічильників 59 шт. Одиниці вимірювання 1шт. $V=59$.

13. Влаштування опалювальних котлів. Кількість котлів 59 шт. Одиниці вимірювання 1 шт. $V=59$ шт.

14. Пневматичне випробування системи. Довжина трубопроводів $L=380$ м. Одиниці вимірювання 100м. $V=3,8$.

15. Фарбування газопроводів. Загальний об'єм газопроводів визначається за формулою $V = \pi dL$.

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 320 = 197,2 \text{ м}^2;$$

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,32 \cdot 168 = 168,8 \text{ м}^2;$$

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 3,2 = 4,0 \text{ м}^2;$$

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,5 \cdot 53,9 = 84,6 \text{ м}^2;$$

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,7 \cdot 2,5 = 5,5 \text{ м}^2;$$

$$\sum V = 460,1 \text{ м}^2. \text{ Одиниці вимірювання } 100 \text{ м}^2. V = 4,6.$$

16. Повернення монтажного обладнання на склад. Маса обладнання т. Одиниці вимірювання в т. $V = 0,3$.

3.4.3 Визначення складу робіт для системи вентиляції

1. Доставляння деталей та обладнання до місця монтажу.
2. Розмітка місць прокладання повітроводів
3. Прокладання повітропроводів розміром 250x250.
4. Прокладання повітропроводів розміром 250x500.
5. Прокладання повітропроводів розміром 400x500.
6. Прокладання повітропроводів розміром 400x600.
7. Прокладання повітропроводів розміром 600x600.
8. Прокладання повітропроводів розміром 600x800.
9. Установлення клапану.
10. Установлення ґраток сталених.
11. Установлення ґраток регульовальних розміром 350x250.
12. Установлення ґраток регульовальних розміром 250x250.
13. Установлення припливно-витяжного агрегату.
14. Пусконаладжувальні роботи.
15. Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу.

3.4.4 Визначення об'ємів робіт для системи вентиляції

1. Доставляння деталей та обладнання до місця монтажу. Одиниці вимірювання т. Маса обладнання, основних і допоміжних матеріалів складає 1300 кг. Отже, $V = 1,3$.

2. Розмітка місць прокладання повітроводів. Одиниці вимірювання 100м. Довжина всієї мережі складає $L = 62 \text{ м}$. Приймаємо $V = 0,62$.

3. Прокладання повітропроводів розміром 250х250. Одиниці вимірювання 100 м². Площа поверхні повітроводів розміром 250х250 складає 5,8 м². Отже, $V = 0,058$.

4. Прокладання повітропроводів розміром 250х500. Одиниці вимірювання 100 м². Площа поверхні повітроводів розміром 250х500 складає 8,7 м². Отже, $V = 0,087$.

5. Прокладання повітропроводів розміром 400х500. Одиниці вимірювання 100 м². Площа поверхні повітроводів розміром 400х500 складає 10,4 м². Отже, $V = 0,104$.

6. Прокладання повітропроводів розміром 400х600. Одиниці вимірювання 100 м². Площа поверхні повітроводів розміром 400х600 складає 11,6 м². Отже, $V = 0,116$.

7. Прокладання повітропроводів розміром 600х600. Одиниці вимірювання 100 м². Площа поверхні повітроводів розміром 600х600 складає 31,9 м². Отже, $V = 0,319$.

8. Прокладання повітропроводів розміром 600х800. Одиниці вимірювання 100 м². Площа поверхні повітроводів розміром 600х800 складає 47,6 м². Отже, $V = 0,476$.

9. Установлення клапану. Одиниці вимірювання шт. Кількість клапанів – 1 шт. Отже, $V = 1$.

10. Установлення ґраток сталених. Одиниці вимірювання шт. Кількість ґраток – 2 шт. Отже, $V = 2$.

11. Установлення ґраток регульованих розміром 350х250. Одиниці вимірювання шт. Кількість ґраток – 16 шт. Отже, $V = 16$.

12. Установлення ґраток регульованих розміром 250х250. Одиниці вимірювання шт. Кількість ґраток – 3 шт. Отже, $V = 3$.

13. Установлення припливно-витяжного агрегату. Одиниці вимірювання шт. Кількість установок – 1 шт. Отже, $V = 1$.

14. Пусконаладжувальні роботи. Одиниці вимірювання вентиляційна мережа. Кількість – 1 шт. Отже, $V = 1$.

15. Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу. Одиниці вимірювання т. Маса обладнання і деталей складає 300 кг. Отже, $V = 0,3$.

3.5 Вибір типів машин і механізмів

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем завозяться централізовано автомашиною Volkswagen LT. Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики автомашини

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	6000
Кількість осей:		
всього	шт	2
ведучих	шт	1
Вантажна висота	мм	2500
Найбільша швидкість	км/год	130
Радіус повороту	м	9
Колія колес:		
передні	мм	2100
задні	мм	2200
Витрата палива	л/100 км	15
Габаритні розміри:		
довжина	мм	7800
ширина	мм	2200
висота	мм	2600
Маса	кг	5300

Отвори для встановлення кронштейнів виконують за допомогою ударної дрелі DeWalt D21810KS [32], характеристики якої:

споживча потужність: 1,770 кВт;

вихідна потужність: 425 Вт;

число обертів: 0-110/0-2700 об/хв.;

максимальний діаметр свердління: 20 мм;

маса: 2,3 кг.

Для зварювання використати зварювальний пристрій Forte KEDE 172 [31], характеристики якого:

максимальна потужність: 6.6кВт;
 напруга без навантаження: 75В;
 межі регулювання струму: 20-160А;
 напруга мережі: 220В;
 маса: 7кг.

Для нарізання різьб на трубопроводах діаметром до 32 мм використовується пристрій різьбонарізний BOSCH G 2 -1.7, [32]. Його технічна характеристика:

мінімальний діаметр – ½”;
 максимальний діаметр - 2”;
 маса 6,5кг;
 потужність електродвигуна: 1,7 кВт.

Для випробування газопроводів на міцність використовуємо компресорну станцію СО – 2(0 – 16Б). Її технічні характеристики наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики компресорної станції СО – 2 [32]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Продуктивність	м ³ /год	30
Робочий тиск	кг с/см ² (МПа)	4 (0,4)
Розміри	мм	1230×454×770
Маса	кг	154
Витрата електроенергії	кВт	4,2

Для фарбування газопроводу після випробування використовують фарборозпилювач FELISATTI KP-20, характеристики якого:

потужність: 400 Вт
 продуктивність: 800 мл/хв
 максимальний напір: 0,1-0,2 бар
 максимальна в'язкість складу: 70 DIN-с
 діаметр розпилювального сопла: 1,8 мм та 2,5 мм.
 об'єм бачка для рідини: 700 мл

напруга: 220В~50Гц

вага: 1.25 кг

Для прокладання повітропроводів використовують підйомник "Lema" LM-WY10-10 [32], характеристики якого:

вантажопідйомність , кг	125;
висота підйому платформи , мм	10000;
кількість робочих місць	1;
габаритна висота при піднятій платформі, мм	11700;
довжина платформи А, мм	640;
ширина платформи У, мм	630;
товщина платформи , мм	150;
висота огорожі платформи мм	1100;
потужність при живленні від мережі 220 В кВт	0.75;
потужність при живленні від акумулятора, кВт	1.6;
опорна площа СхD ,мм	2050х1770;
власна маса,кг	352.

Для збирання повітропроводів використовують шуруповерт Bosch GSR 120-LI. характеристики якого:

максимальна кількість обертів за хвилину, об/хв	5000;
потужність, Вт	650;
вага, кг	1,4.

габаритна висота при піднятій платформі, мм 11700

Для такелажних робіт використовують :

лебідка ручна важільна POLTEK HSH 6 т, 7 м

тягове зусилля 6 т с

привод ручний

механізм ланцюговий

ланцюг 7 м

маса (без канату і пускової апаратури) 380 кг

ланцюг діаметром 10 мм.

Набір інструментів для монтажу наведений в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 - Набір інструментів для монтажу

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість, шт	Маса, кг	
			од	заг
Ключ гайковий двохсторонній М12-17-19 мм	ГОСТ 2839-80	2	0,44	0,88
		2	0,60	1,2
М16-22-21 мм				
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	2	0,35	0,7
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	2	0,8	1,6
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	2	0,35	0,7
Стрічка вимірювальна, 20 м		2	од	0,2
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2	0,8	1,6
Висок	ГОСТ 7948-80	2	0,1	од
Ящик переносний для інструменту		2	2,4	4,8
Ключ гайковий розвідний		2	0,7	1,4

Сумарна вага інструментів для монтажу системи дорівнює 13,28 кг.

3.6 Розрахунок енергоресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою [26]:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (3.1)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Розрахунок енергоресурсів при монтажі системи газопостачання

Витрата електроенергії зварювальним пристроєм Forte KEDE 172:

$$E_1 = 6,6 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 4 = 950,4 \text{ (кВт)},$$

Витрата електроенергії ударної дрилі DeWalt:

$$E_2 = 1,77 \cdot 5,75 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 4 = 130,3 \text{ (кВт)}.$$

Витрати електроенергії компресорною станцією СО – 2(0 – 16Б):

$$E_3 = 4,2 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2 = 201,6 \text{ (кВт)}.$$

Витрата електроенергії електричним фарборозпилювачем FELISATTI КР-20:

$$E_4 = 0,4 \cdot 2,25 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 8 = 57,6 \text{ (кВт)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$\sum E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 950,4 + 130,3 + 201,6 + 57,6 = 1283 \text{ (кВт)}. \quad (3.2)$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів і вивезення після робіт обладнання і залишків матеріалів: відстань 23 км, кількість ходок $n = 4$, витрата пального $Q = 14 \text{ л/100км}$.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою [26]:

$$Q = G \cdot n \cdot l = 0,14 \cdot 4 \cdot 23 = 12,88 \text{ (л)}. \quad (3.3)$$

Розрахунок енергоресурсів при монтажі системи вентиляції

Витрата електроенергії зварювальним пристроєм Forte KEDE 172:

$$E_1 = 6,6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 2 = 369,6 \text{ (кВт)},$$

Витрата електроенергії ударної дрилі DeWalt:

$$E_2 = 1,77 \cdot 5,25 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 2 = 59,47 \text{ (кВт)}.$$

Витрати електроенергії підйомником "Lema":

$$E_3 = 1,6 \cdot 5,25 \cdot 8 \cdot 0,3 \cdot 2 = 40,32 \text{ (кВт)}.$$

Витрата електроенергії шуруповерт Bosch GSR 120-LI:

$$E_4 = 0,65 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 2 = 58,24 \text{ (кВт)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$\sum E = 369,6 + 59,47 + 40,32 + 58,24 = 527,63 \text{ (кВт)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів і вивезення після робіт обладнання і залишків матеріалів: відстань 23 км, кількість ходок $n = 4$, витрата пального $Q = 14 \text{ л/100км}$.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою[1]:

$$Q = G \cdot n \cdot l = 0,14 \cdot 4 \cdot 23 = 12,88 \text{ (л)}.$$

3.7 Визначення трудомісткості монтажних робіт

Трудомісткість робіт визначається за формулою [26]:

$$Q = \frac{H_{\text{ч}} \cdot V}{8 \cdot n \cdot k}, [\text{людо} - \text{дні}] \quad (3.4)$$

де $H_{\text{ч}}$ – норма часу;

k – поправочний коефіцієнт;

n – кількість змін.

Тривалість виконання робіт визначається за формулою [26]:

$$T = \frac{Q}{N}, [\text{дні}] \quad (3.5)$$

де N – кількість робітників.

Визначення трудомісткості монтажних робіт для системи газопостачання

1. Доставляння деталей та обладнання до місця монтажу.

$$Q = \frac{2,7 \cdot 6,9}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 1,98 (\text{людо} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{1,98}{2} = 0,99 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1$ день.

2. Розмітка місць прокладання трубопроводів.

$$Q = \frac{3 \cdot 5,4}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 1,76 (\text{людо} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{1,76}{2} = 0,88 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1$ день.

3. Прокладання сталевих труб (футляр) $d=32\text{мм}$ і $d=89\text{мм}$.

$$Q = \frac{113,6 \cdot 0,36}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 4,45 (\text{людо} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{4,45}{2 \cdot 2} = 1,12 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1,25$ дні.

4. Прокладання сталевих трубопроводів $d=70$ мм.

$$Q = \frac{91,02 \cdot 0,025}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,25 (\text{людо} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,25}{2} = 0,13(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дня.

5. Влаштування фланцевих з'єднань $d=70\text{мм}$.

$$Q = \frac{0,74 \cdot 1}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,08(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,08}{2} = 0,04(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дня.

6. Прокладання сталевих трубопроводів $d=50\text{ мм}$.

$$Q = \frac{58,38 \cdot 0,539}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 3,42(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{3,42}{2 \cdot 2} = 0,85(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1$ день.

7. Прокладання сталевих трубопроводів $d=40\text{ мм}$.

$$Q = \frac{46,08 \cdot 0,032}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,16(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,16}{2} = 0,25(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дня.

8. Прокладання сталевих трубопроводів $d=32\text{мм}$.

$$Q = \frac{46,08 \cdot 1,68}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 8,41(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{8,41}{2 \cdot 2} = 2,10(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=2,25$ дні.

9. Прокладання сталевих трубопроводів $d=20\text{ мм}$.

$$Q = \frac{46,08 \cdot 3,2}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 16,02(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{16,02}{2 \cdot 2} = 4,01(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=4,25$ дні.

10. Влаштування кульових кранів.

$$Q = \frac{2,36 \cdot 66}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 16,93(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{16,93}{2 \cdot 2} = 4,23(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=4,25$ дні.

11. Влаштування газових плит.

$$Q = \frac{1,9 \cdot 59}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 12,18(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{12,18}{2 \cdot 2} = 3,04(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=3,25$ дні.

12. Влаштування газового лічильника.

$$Q = \frac{6,76 \cdot 59}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 43,35(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{43,35}{2 \cdot 4} = 5,42(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=5,5$ дні.

13. Влаштування опалювальних котлів.

$$Q = \frac{13,92 \cdot 59}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 89,27(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{89,27}{2 \cdot 4} = 11,16(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=11,25$ дні.

14. Пневматичне випробування системи.

$$Q = \frac{54,94 \cdot 3,8}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 22,69(\text{люд} - \text{год})$$

$$T = \frac{22,69}{2 \cdot 4} = 2,84(\text{дні})$$

Приймаємо $T=3$ дні.

15. Фарбування сталевих труб.

$$Q = \frac{16,7 \cdot 4,6}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 8,35(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{8,35}{2 \cdot 4} = 1,04(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1,25$ дні.

16. Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу.

$$Q = \frac{2,7 \cdot 0,3}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,09 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,09}{2} = 0,05 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дні.

Визначення трудомісткості монтажних робіт для системи вентиляції

1. Доставляння деталей та обладнання до місця монтажу.

$$Q = \frac{2,7 \cdot 1,3}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,382 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,382}{2} = 0,191 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дні.

2. Розмітка місць прокладання повітроводів.

$$Q = \frac{3 \cdot 0,62}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,202 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,202}{2} = 0,101 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дні.

3. Прокладання повітропроводів розміром 250x250.

$$Q = \frac{239,7 \cdot 0,058}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 1,511 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{1,511}{4} = 0,378 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,5$ дні.

4. Прокладання повітропроводів розміром 250x500.

$$Q = \frac{207,4 \cdot 0,087}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 1,961 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{1,961}{4} = 0,49 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,5$ дні.

5. Прокладання повітропроводів розміром 400x500.

$$Q = \frac{156,06 \cdot 0,104}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 1,764 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{1,764}{4} = 0,441 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,5$ дні.

6. Прокладання повітропроводів розміром 400х600.

$$Q = \frac{156,06 \cdot 0,116}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 1,968 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{1,968}{4} = 0,492 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,5$ дні.

7. Прокладання повітропроводів розміром 600х600.

$$Q = \frac{156,06 \cdot 0,319}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 5,411 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{5,411}{4} = 1,353 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1,5$ дні.

8. Прокладання повітропроводів розміром 600х800.

$$Q = \frac{126,14 \cdot 0,476}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 6,526 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{6,526}{4} = 1,632 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1,75$ дні.

9. Установлення клапану.

$$Q = \frac{4,23 \cdot 1}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,46 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,46}{2} = 0,23 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дні.

10. Установлення ґраток сталєних.

$$Q = \frac{2,96 \cdot 2}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,643 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,643}{2} = 0,322 (\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,5$ дні.

11. Установлення ґраток регульовальних розміром 350х250.

$$Q = \frac{1,82 \cdot 16}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 3,165 (\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{3,165}{2} = 1,583(\text{дні}).$$

Приймаємо $T=1,75$ дні.

12. Установлення ґраток регулювальних розміром 250х250

$$Q = \frac{1,82 \cdot 3}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,593(\text{люд} - \text{год}),$$

$$T = \frac{0,593}{2} = 0,297(\text{дні}).$$

Приймаємо $T=0,5$ дні.

13. Установлення припливно-витяжного агрегату.

$$Q = \frac{9,23 \cdot 1}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 1,003(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{1,003}{2} = 0,502(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,5$ дні.

14. Пусконаладжувальні роботи.

$$Q = \frac{45 \cdot 1}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 4,891(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{4,891}{4} = 1,22(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=1,25$ дні.

15. Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу.

$$Q = \frac{2,7 \cdot 0,3}{8 \cdot 1 \cdot 1,15} = 0,088(\text{люд} - \text{год}) ,$$

$$T = \frac{0,088}{2} = 0,044(\text{дні}) .$$

Приймаємо $T=0,25$ дні.

3.8 Визначення складу бригад

Для монтажу системи газопостачання 9-поверхового будинку було запроектовано використання 4 бригад монтажників, один водій і один робітник. До складу бригади входять робітники наступних розрядів: 5 розряду – 1 люд, 6 розряду – 1 люд.

Кількість бригад для виконання робіт з монтажу системи газопостачання наведено в календарному плані (див. аркуш 8).

Для монтажу системи вентиляції 9-поверхового будинку було запроектовано використання 2 бригад монтажників, один водій і один робітник. До складу бригади входять робітники наступних розрядів: 5 розряду – 1 люд, 6 розряду – 1 люд.

Кількість бригад для виконання робіт з монтажу системи вентиляції наведено в календарному плані (див. аркуш 9).

3.9 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану виконання монтажних робіт системи газопостачання

1. Загальний строк будівництва

$$T_{\text{заг.}} = 31,75 \text{ (дні)}.$$

2. Загальна трудомісткість

$$Q_{\text{заг.}} = 229,4 \text{ (люд-дні)}.$$

3. Середня чисельність робочих

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 229,4 / 30,75 = 7,46 \text{ (людини)}.$$

Отже приймаємо середню за кількістю робочих – 8 (людини).

4. Максимальна чисельність робітників

$$R_{\text{max.}} = 8 \text{ (людини)}.$$

5. Надлишкова трудомісткість

$$Q_{\text{надл.}} = 0 \text{ (люд-дні)}.$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{max.}} = 8 / 8 = 1.$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}} = 0 / 229,4 = 0.$$

8. Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}}/T_{\text{заг.}}=28,25/30,75=0,92.$$

Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану виконання монтажних робіт системи вентиляції

1. Загальний строк будівництва

$$T_{\text{заг.}}=9,75(\text{дні}).$$

2. Загальна трудомісткість

$$Q_{\text{заг.}}=30,48(\text{люди-дні}).$$

3. Середня чисельність робочих

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}}/T_{\text{заг.}} = 30,48/9,75 = 3,13 (\text{людини}).$$

Отже приймаємо середню за кількістю робочих – 4 (людини).

4. Максимальна чисельність робітників

$$R_{\text{max.}} = 4 (\text{людини}).$$

5. Надлишкова трудомісткість

$$Q_{\text{надл.}} = 0 (\text{люди-дні}).$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}}/R_{\text{max.}}=4/4=1.$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}}/Q_{\text{заг.}}=0/30,48=0.$$

8. Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}}/T_{\text{заг.}}=9,5/9,75=0,98.$$

3.10 Організація робочих місць та побутових приміщень

На об'єктах, взятих для монтажу, були проведені наступні загальнобудівельні роботи:

- стелі, стіни і перегородки в місцях прокладки мереж оштукатурюються і ґрунтуються;
- підготовлені фундаменти та інші несучі конструкції;

- свердління отвіру для проходу повітропроводів і газопроводів через будівельні конструкції;
- засклені вікна та ліхтарі;
- електричне освітлення на місці установки завершено, і електрична мережа підготовлена для роботи електроінструментів;
- монтаж будівельного майданчика очистив будівельне сміття.

Готовність об'єкта оформлений двостороннім актом, що підписаний представниками генпідрядної і монтажної організацій.

На будівельному майданчику виконані такі підготовчі роботи: створені закриті приміщення для зберігання матеріалів, інструменту, готових виробів; домонтажна ревізія обладнання, комплектування обладнання.

Для монтажу системи газопостачання запроектовано універсальні, базові склади для зберігання різних видів матеріалів та виробів, розподіл яких регулюється в межах всього будівництва. Склади закриті, тому що атмосферні умови можуть вплинути на якість матеріалів, інвентаря, устаткування. Ширина складів визначалася з урахуванням того, щоб всі елементи піднімалися зі складу без додаткового пересування; на складах виконано проходи 1 м та проїзди 4 м. Склади знаходяться на відстані 0,5 м від краю дороги [4].

3.11 Монтажне регулювання і здача системи газопостачання в експлуатацію

Монтажне регулювання і здача системи газопостачання в експлуатацію

Будівельно-монтажні організації випробовують газопроводи на міцність і щільність, причому на щільність – обов'язково в присутності представників замовника і експлуатаційної газової служби з відповідним записом про це в будівельному паспорті об'єкта.

Перед випробуванням газопроводів оглядають і продувають його для очищення від окалини і сміття та просушують. Для випробування використовують прилади, що забезпечують точність вимірювань: для вимірювання тиску в газопроводі до 0,01 МПа слід використовувати е- подібний манометр [34].

Внутрішні газопроводи низького тиску випробовують на міцність тиском 0,1 МПа на ділянці від пристрою для відключення, на вводі в котельню до кранів, на підводах до пальників; при цьому пальники відключають, а лічильник знімають і замінюють тимчасовими перемичками.

Послідовність випробування на міцність виконати [34]:

- від'єднується система внутрішнього газопроводу від вводу; закривати крани біля приладів;
- приєднується до системи компресор і манометр та нагнітають в газопровід повітря до заданого тиску;
- готується мильний розчин і контролюється покази манометра;
- якщо тиск падає, виявляють місця витікання повітря, обходячи газопровід і обмілюючи можливі місця витікання;
- після випускання повітря зварюванням або перебиранням різьбових з'єднань ліквідують дефекти(фасонні деталі замінюють);
- ліквідувати дефекти зафарбовуванням або замащуванням не допускається;
- ліквідувавши дефекти газопровід випробовують повторно.

Випробовують газопроводи на щільність після випробування на міцність, підключивши пальники та лічильники.

При пневматичному випробуванні на міцність газопроводів і арматури, а також перевірку мильною емульсією стикових з'єднань, допускається виконувати тільки після зниження тиску до норм, встановлених для випробування на щільність.

Усунення дефектів, які були виявлені в процесі випробувань на міцність і щільність допускається виконувати тільки після зниження тиску до атмосферного

При проведенні випробувань на щільність результати вважаються позитивними, якщо за час випробувань не відбувається падіння тиску за манометром і при огляді зварних швів та фланцевих з'єднань не буде виявлено ознак течії. При випробуванні газопроводу на міцність і щільність повинні виконуватись вимоги правил техніки безпеки і охорони праці. Випробування на міцність і щільність газопроводів виконується в присутності представника підприємства газового господарства [34].

Після випробувань на міцність і щільність змонтовану систему здають в експлуатацію приймальній комісії, замовника, будівельно-монтажної організації, служби газового господарства міст або району та органу Держнаглядохоронпраці. Комісія на основі перевірки її відповідності проекту і актам випробувань оформляє акт приймання газового обладнання будинку. Цей акт є дозволом на введення об'єкта в експлуатацію.

Монтажне регулювання і здача системи вентиляції в експлуатацію

Після закінчення монтажних робіт, під'єднання ліній електротеплохолодоживлення проводять обкатування обладнання і випробування системи. Установка вентиляції до їх випробування повинна неперервно і справно працювати протягом семи годин. Обкатування проводять після ревізії обладнання: знімання консерванту з деталей, заміряння електричного опору ізоляції електродвигунів, перевірки змащення підшипників двигунів.

Обкатування починають з короткочасного увімкнення вентилятора для визначення напрямку обертання робочого колеса. До вентилятора повинні бути приєднані повітропроводи, температура підшипників вентилятора і двигуна не повинна перевищувати 85°C. Обкатування проходить в присутності замовника і генпідрядника та оформляється актом.

До початку випробувань перевіряють: відповідність встановленого обладнання проектним даним; якість збирання повітропроводів і з'єднання їх з обладнанням; закінченість будівельних робіт у венткамерах; експлуатаційну готовність обладнання.

До початку випробувань виявлені дефекти повинні бути ліквідовані.

Під час випробувань перевіряють: продуктивність вентиляційного агрегату і її відповідність проектним даним; продуктивність повітророзподільних і повітровсмоктувальних пристроїв по окремим приміщеннях і їх відповідність проектним даним; швидкість витікання повітря з припливних отворів; негерметичність повітропроводів та інших елементів системи.

Допустимі відхилення за продуктивність відносно проектних, що виявлені під час випробування, не повинні перевищувати 10%.

У випробування вентиляційних систем входить також перевірка на герметичність ділянок повітропроводів, що приховані в будівельних конструкціях. За результатами перевірки складають відповідний акт.

Виконують два види регулювання вентиляційних систем [34]:

- індивідуальне на проектну продуктивність - виконується з монтажною організацією;
- комплексне — здійснюється з повним технологічним завантаженням спеціалізованими організаціями за прямим договором із замовником.

Витрата повітря по вентиляційній мережі змінюється за допомогою дроселювальних клапанів або односторонніх діафрагм, що встановлюються між фланцями.

Витрату регулюють, змінюючи частоту обертання робочого колеса вентилятора або повністю замінивши вентиляторний агрегат на більш відповідний за тиском і продуктивністю.

Під час індивідуального регулювання виконують також налагодження повітророзподільних пристроїв.

Після обкатування, передпускових випробувань і регулювання на кожну вентиляційну систему складають паспорт, де вказуються результати передпускових випробувань і регулювання системи, а також основні дані вентиляційного обладнання.

3.12 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

Місця збирання і монтажу системи газопостачання, а також робоча зона повинні бути звільнені від сторонніх предметів, очищені від будівельного сміття та мати хороші підходи і освітлення. Не можна допускати до місця виконання робіт сторонніх осіб.

У місцях монтажу трубні заготовки вкладають горизонтально. Вони не повинні заважати проході робітникам [26].

Електрозварювальні апарати повинні бути заземлені або занулені, а в неробочий час знеструмлені. Під час електрозварювальних робіт необхідно слідкувати за заземленням зварювального апарата. Зварювання в підвішаному стані

не допускається. Робоче місце зварювальника повинно мати добру вентиляцію, бути захищене від атмосферних опадів і сильного вітру.

Всі хто працює на будівельному майданчику, де можливе падіння предметів, повинні мати захисні шоломи. Для переміщення вантажів, маса яких більша за 50 кг, а також для підняття вантажів на висоту, більшу ніж на 3 м, обов'язковим є механізоване виконання навантажувально – розвантажувальних робіт.

Випробовуючи систему, тиск підвищують плавно, постійно контролюючи показники манометрів.

Запалюючи пальники побутових газових приладів, спочатку до них підносять запалений сірник, а потім відкривають кран.

Налагоджують системи газопостачання, забезпечивши трьохкратний повітрообмін в приміщенні, де можливе витікання газу.

Драбини і стрем'янки повинні бути міцними і не ковзати по підлозі .

Під час експлуатації газового господарства організовано контроль за справним станом газових мереж та газового обладнання і інструменту, пристосувань, а також за наявністю запобіжних пристроїв та індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпеку праці.

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі протипожежні заходи. Палити можна лише в спеціально відведених місцях. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стаю. Обтиральний матеріал треба зберігати в спеціальних металевих ящиках з кришками.

На монтажному майданчику не повинні накопичуватися в великій кількості легкозаймисті матеріали. Після закінчення роботи слід вимкнути всі електропристрої та освітлювальну мережу [26].

На монтажних майданчиках повинні бути необхідні засоби для гасіння пожежі. Слід мати в необхідній кількості вогнегасники та ящики або пакети з піском.

Висновки до розділу 3

Під час виконання організаційно-технологічної частини роботи було визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем газопостачання і вентиляції, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складені календарні плани виконання робіт, в яких кількість бригад і робітників в бригаді (аркуш 8, 9).

Виконано розрахунок техніко-економічних показників для монтажу системи газопостачання, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 229,4 люд/дні та тривалість виконання монтажних робіт 31,75 днів.

Виконано розрахунок техніко-економічних показників для монтажу системи газопостачання, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 30,48 люд/дні та тривалість виконання монтажних робіт 9,75 днів.

4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

4.1 Загальні положення

Географічний пункт будівництва: м. Вінниця.

Кліматологічна характеристика району будівництва:

середня температури зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки (забезпеченістю $k=0,92$) $t_5^{0,92} = -21^\circ\text{C}$; найбільш холодної п'ятиденки $t_5^{0,92} = -21^\circ\text{C}$ (із забезпеченістю $k=0,92$); найбільш холодної доби $t_1^{0,92} = -26^\circ\text{C}$ (із забезпеченістю $k=0,92$); найбільш холодної доби $t_1^{0,98} = -29$ (із забезпеченістю $k=0,98$) [17].

В залежності від вологісного режиму приміщення і зон вологості огорожувальні конструкції експлуатуються при умовах Б.

4.2 Заходи енергозбереження для системи вентиляції

Правильно спроектована і змонтована вентиляційна система забезпечує необхідну кількість повітря, створює мінімальний шум, зручна в експлуатації й споживає мінімально можливу кількість енергії. Від якості проектування й монтажу вентиляційної системи залежать технічні параметри вентиляційної системи і її робота.

Рекуперацію повітря варто використовувати з наступних причин:

- для видалення використаного повітря з підвищеною концентрацією двоокису вуглецю;
- для подачі насиченого киснем свіжого повітря;
- для видалення небажаних запахів;
- для видалення надлишкової вологи;
- для видалення пилу й збудників хвороб, що перебувають у ньому.

Переваги рекупераційних установок: компактність, тиха робота, продумана надійна конструкція. Надійна тепло- і звукоізоляція дозволяє монтувати установки в неопалюваних приміщеннях і в місцях з особливими вимогами до шуму.

Рекуператор RYLK AIR уможлиблює повне використання енергетичних внутрішніх і сонячних теплонадходжень. Тепло з сонячного випромінювання, яке потрапляє через вікна заабсорбоване в житлі, а також надходження тепла, яке випромінюють люди і побутові прилади, не випаровуються безпосередньо до вентиляційного димаря. Це тепло підлягає рекуперації і більша його частина затримується в приміщенні. Завдяки цьому рекуператор RYLK AIR віддає в 60 разів більше енергії ніж споживає сам на привід вентиляторів. Це означає колосальні заощадження енергії і швидке повернення внесених інвестиційних вкладів. Рекуператор може бути декоративно оформлений, пристосований до кожного інтер'єру, вмонтований в стіні або декоративно оформлений тканиною. Самоокупність відбувається через 2-3 роки.

Принцип роботи RYLK AIR з теплообмінником

Вентиляція RYLK AIR з теплообмінником вентилює приміщення через відповідний обмін маси відпрацьованого і свіжого повітря. Одночасно відбувається перехресний обмін тепла між потоками обох мас повітря.

Принцип роботи перехресного теплообмінника полягає в тому, що при подачі, та видаленні повітря потоки рухаються в перехресному напрямі.

Завдяки чому відбувається передача тепла через стінки теплообмінника від більш нагрітого потоку до менш нагрітого і навпаки.

До параметрів теплообмінника належать:

- ефективність роботи - 75%;
- герметичність до 98% при тиску 0,7 кПа;
- максимальна швидкість повітря залежить від опору конкретного типу теплообмінника;
- максимальна різниця тисків приточного і витяжного потоків - 1,8кПа;
- при температурі зовнішнього повітря - 26°C рекомендується попередній підігрів повітря перед блоком енергоутилізації.

Розрахунок ефективності використання тепло утилізатора

З метою захисту навколишнього середовища від теплового, забруднення та метою зниження втрат електроенергії на підігрів припливного повітря потрібно

розраховувати ефективність використання тепла утилізатора. В якості тепла утилізатора приймаємо рекуперативний. Теплообмінний апарат RYLK AIR з проточним рухом середовища, який є однією з секцій центрального вентилятора.

Розрахунок ефективності використання тепла утилізатора виконується згідно методу ефективності, який заснований на використанні ε (N, ω) - характеристик.

Економія тепла при використанні тепло утилізатора визначається за формулами

$$Q = (G \cdot C) \cdot M \cdot \varepsilon \cdot \Delta t ; \quad (4.1)$$

$$\Delta t = (t_2'' - t_1'') ; \quad (4.2)$$

$$t_1'' = t_1' - \Delta t_{np} \cdot \varepsilon \cdot \frac{(G \cdot C) \cdot M}{G_1 \cdot C_1} ; \quad (4.3)$$

$$t_2'' = t_2' - \Delta t_{np} \cdot \varepsilon \cdot \frac{(G \cdot C) \cdot M}{G_2 \cdot C_2} , \quad (4.4)$$

де ε - ефективний теплообмін, $\varepsilon = 60\%$;

t_2 - температура внутрішнього повітря;

G_2 - масова витрата припливного повітря, кг/год;

t_1 - температура зовнішнього повітря;

G_1 - масова витрата витяжного повітря, кг/год;

C-питома теплоємність повітря, кДж/кгК.

Розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря

- температура зовнішнього повітря для теплого періоду року $24,6^\circ\text{C}$;
- температура зовнішнього повітря для холодного періоду року -26°C ;
- температура внутрішнього повітря 21°C ;
- масова витрата G_1 становить 1780 кг/год;
- масова витрата G_2 становить 2465 кг/год.

Економія тепла за теплий період року

$$t_1'' = 24,6 - 2,7 \cdot 0,6 \cdot \frac{(1780 \cdot 1)}{1780 \cdot 1} = 23,18(^{\circ}\text{C}) ,$$

$$t_2'' = 24,6 + 2,7 \cdot 0,6 \cdot \frac{(1780 \cdot 1)}{2456 \cdot 1} = 21,26(^{\circ}C) ,$$

$$Q = (1780 \cdot 1) \cdot 0,6 \cdot 1,92 = 2050(Bm) .$$

Економія тепла за холодний період року

$$t_1'' = -26 + 47 \cdot 0,6 \cdot \frac{(1780 \cdot 1)}{1780 \cdot 1} = 3,2(^{\circ}C) ,$$

$$t_2'' = 26 - 47 \cdot 0,6 \cdot \frac{(1780 \cdot 1)}{2456 \cdot 1} = 4,64(^{\circ}C) ,$$

$$Q = (4565 \cdot 1) \cdot 0,6 \cdot 7,84 = 11595(Bm) .$$

Заходи щодо охорони довкілля це зменшення викидів вуглекислого газу в навколишнє середовище та заощадження енергії (2-3 Вт на елемент).

4.3 Енергетичний паспорт будинку

Енергетичний паспорт будинку – це документ, що містить геометричні, енергетичні й теплотехнічні характеристики будинку, що проектується або експлуатується, та встановлює їх відповідність вимогам нормативних документів.

Енергетична ефективність будинку – це властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень під час фактичних або розрахункових витрат теплової енергії на опалення будинків.

Питомі витрати теплової енергії – це показник енергетичної ефективності будинку, що визначає витрати теплової енергії на забезпечення оптимальних теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку.

Клас енергетичної ефективності – це рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період.

Загальна інформація наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	12.11.2024
Адреса будинку	м. Вінниця, вул. Київська, 13
Розробник проекту	Туркот М.Л.
Адреса і телефон розробника	м. Вінниця, вул. Політехнічна, 7
Шифр проекту будинку	08-13.МКР.007.00.000 ОВ
Рік будівництва	2024

Розрахункові параметри наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_B	°C	21
Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_3	°C	-21
Розрахункова температура теплого горища	t_{BG}	°C	-
Розрахункова температура технічного підвалу	$t_{Ц}$	°C	5
Тривалість опалювального періоду	Z	доба	189
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{опз}$	°C	17,3
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	D_d	°C·доба	3610
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
Призначення	житловий будинок		
Розміщення в забудові			
Типовий проект, індивідуальний	індивідуальний		
Конструктивне рішення	На 1-му поверсі спорткомплекс		

Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Назва показника	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1	2	3	4	5
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	F_{Σ} , м ²	—	3185,82	3185,82
В тому числі:				
- стін	F_{HP} , м ²	—	2485,62	2485,62
- вікон і балконних дверей	$F_{СПВ}$, м ²	—	700,2	700,2
- вітражів	$F_{СПВТ}$, м ²	—	—	—
- ліхтарів	$F_{СПЛ}$, м ²	—	—	—
- входних дверей та воріт	F_D , м ²	—	—	—
- покриття (суміщених)	$F_{ПК}$, м ²	—	687,2	687,2
- горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{ПКХГ}$, м ²	—	—	—
- перекриттів теплих горищ	$F_{ПКТГ}$, м ²	—	—	—
- перекриттів над технічними підвалами	$F_{Ц1}$, м ²	—	687,2	687,2
- перекриттів над неопалюваними підвалами і під підлоговими просторами	$F_{Ц2}$, м ²	—	—	—
- перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{Ц3}$, м ²	—	—	—
- підлоги по ґрунту	$F_{Ц}$, м ²	—	—	—
Площа опалюваних приміщень	F_h , м ²	—	6184,8	6184,8
Корисна площа (для громадських будинків)	$F_{ІК}$, м ²	—	—	—

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5
Площа житлових приміщень і кухонь	$F_{лж}, \text{м}^2$	—	5836,4	5836,4
Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{лр}, \text{м}^2$		—	—
Опалюваний об'єм	$V_h, \text{м}^3$	—	18554,4	18554,4
Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{СК}$		0,05	0,05
Показник компактності будинку	$\Lambda_{К\text{ буд}}$	—	0,3	0,3
Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень	$R_{\Sigma пр}, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$			
- стін	$R_{\Sigma прнт}$	4	4	4
- вікон і балконних дверей	$R_{\Sigma прспв}$	1	1	1
- вітражів	$R_{\Sigma прспвт}$			
- ліхтарів	$R_{\Sigma прспл}$			
- входних дверей, воріт	$R_{\Sigma прд}$			
- покриттів (суміщених)	$R_{\Sigma прпк}$	6	6	6
- горищних перекриттів (холодних горищ)				
- перекриттів теплих горищ (включаючи покриття)	$R_{\Sigma прхг}$			
- перекриттів над технічними підвалами	$R_{\Sigma пртг}$			
- перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{\Sigma прц1}$	5	5	5
- перекриттів над проїздами й під еркерами	$R_{\Sigma прц2}$			

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5
Енергетичні показники				
Розрахункові тепловитрати	питомі $q_{буд}$, кВт·год/м ²		0,032	0,032
Максимально значення питомих тепловитрат на опалення будинку	допустиме E_{max} , кВт·год/м ²		42503,8	42503,8
Клас енергетичної ефективності			В	В
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів			10	10
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам		Відповідає		

Класифікація будинків за енергетичною ефективністю наведена в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{буд}$, від максимально допустимого значення, E_{max}	Рекомендації
А	Мінус 50 та менше	
В	Від мінус 49 до мінус 10	+
С	Від мінус 9 до плюс 5	
Д	Від плюс 6 до плюс 25	
Е	Від плюс 26 до плюс 75	
F	Від 76 та більше	

Висновки до розділу 4

У даному розділі розроблено заходи з енергозбереження та охорони довкілля. Для системи вентиляції був використаний перехресний теплообмінник RYLK AIR, який зменшує викиди вуглекислого газу в навколишнє середовище та заощаджує енергію.

Також було визначено фактичні показники енергетичної ефективності будинку та клас енергетичної ефективності – «В». Розрахункові питомі тепловитрати складають 0,032 кВт·год/м², максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення становить 42503,8 кВт·год/м². Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки становить 10.

Отже, проект житлового будинку відповідає нормативним вимогам.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Для розрахунку вартості дотримувалися вимог Кошторсних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 21.03.2024 (редакція із змінами №1, №2, №3, №4) і використовували програму “АВК”.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації, згідно прайс-листів та усередненими даними Держбуду України.

Локальний кошторис складений на монтаж систем газопостачання та вентиляції житлового будинку (таблиці 5.2 та 5.3). Склад, об’єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у частині 3 даного проєкту. Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації (див. частину 3). Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Значення	
		Система газопостачання	Система вентиляції
Кошторисна вартість на влаштування системи	грн	4415725	1688149
Вартість матеріалів, виробів, конструкцій	грн	4198099	1663363
Додаткові витрати	грн	217626	24786
Кошторисна заробітна плата	грн	149760	17040
Кошторисна трудомісткість	люд.-год.	2303	313

9-ти поверхова житлова будівля в м. Вінниця

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на система газопостачання
Система газопостачання і вентиляції

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт

4415,725 тис. грн.
2,303 тис.люд.-год.
149,760 тис. грн.
4,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на "01 грудня" 2024 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ1-1-1	Доставка деталей та обладнання до місця монтажу	т	1,5	<u>204,95</u> 133,65	<u>71,30</u> 22,21	307	200	<u>107</u> 33	<u>2,7</u> 1,33	<u>4,05</u> 2
2	КБ1-39-1	Розмітка місць прокладання повітроводів	100м	0,547	<u>147,39</u> 147,39	- -	81	81	- -	<u>3</u> -	<u>1,64</u> -
3	КБ16-7-9	Прокладання сталевих труб d=32 і d=89 мм	100м	0,36	<u>7005,20</u> 6627,78	<u>149,73</u> 6,55	2522	2386	<u>54</u> 2	<u>113,16</u> 0,3854	<u>40,74</u> 0,14
4	С1630-95 варіант 1	Сталеві водогазопровідні труби для газопостачання, діаметр 32 мм	м	35,4	<u>250,00</u> -	- -	8850	-	- -	- -	- -
5	С130-1198 варіант 1	Сталеві водогазопровідні труби для газопостачання, діаметр 90 мм	м	0,6	<u>520,00</u> -	- -	312	-	- -	- -	- -
6	КБ16-7-7	Прокладання трубопроводів діаметром 70 мм	100м	0,025	<u>5623,96</u> 5331,04	<u>129,37</u> 5,66	141	133	<u>3</u> -	<u>91,02</u> 0,333	<u>2,28</u> 0,01

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	С130-893 варіант 2	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметр 65 мм	м	2,5	<u>370,00</u> -	- -	925	-	- -	- -	- -
8	КБ16-8-6	Прокладання трубопроводів діаметром 50 мм	100м	0,539	<u>4104,68</u> 3692,54	<u>342,80</u> 78,04	2212	1990	<u>185</u> 42	<u>58,38</u> 4,779	<u>31,47</u> 2,58
9	С1630-96 варіант 1	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметр 50 мм	м	53,9	<u>325,00</u> -	- -	17518	-	- -	- -	- -
10	КБ16-8-5	Прокладання трубопроводів діаметром 40 мм	100м	0,032	<u>3275,23</u> 2914,56	<u>315,14</u> 76,83	105	93	<u>10</u> 2	<u>46,08</u> 4,7078	<u>1,47</u> 0,15
11	С130-891 варіант 1	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметр 40 мм	м	3,2	<u>293,00</u> -	- -	938	-	- -	- -	- -
12	КБ16-8-4	Прокладання трубопроводів діаметром 32 мм	100м	1,68	<u>3203,03</u> 2914,56	<u>242,94</u> 57,91	5381	4896	<u>408</u> 97	<u>46,08</u> 3,5478	<u>77,41</u> 5,96
13	С1630-95 варіант 2	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметр 32 мм	м	168	<u>250,00</u> -	- -	42000	-	- -	- -	- -
14	КБ16-8-2	Прокладання трубопроводів діаметром 20 мм	100м	3,2	<u>3129,84</u> 2914,56	<u>170,74</u> 38,99	10015	9327	<u>546</u> 125	<u>46,08</u> 2,3878	<u>147,46</u> 7,64
15	С1630-92 варіант 1	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметр 20 мм	м	320	<u>180,00</u> -	- -	57600	-	- -	- -	- -
16	КБ19-1-2	Влаштування газових плит	шт	59	<u>111,21</u> 109,97	- -	6561	6488	- -	<u>1,9</u> -	<u>112,1</u> -
17	С130-536 варіант 1	Плити газові GORENJE GI 439 W	шт	59	<u>22000,00</u> -	- -	1298000	-	- -	- -	- -
18	КБ18-3-1	Установлення котлів	шт	59	<u>941,79</u> 854,27	<u>11,94</u> 0,54	55566	50402	<u>704</u> 32	<u>13,92</u> 0,0318	<u>821,28</u> 1,88
19	С130-433 варіант 1	Газові котли turboTEC plus VUW (Vaillant)	шт	59	<u>45577,00</u> -	- -	2689043	-	- -	- -	- -
20	КБ19-5-1	Установлення газових лічильників	шт	59	<u>435,31</u> 421,01	<u>7,69</u> 0,34	25683	24840	<u>454</u> 20	<u>6,76</u> 0,0198	<u>398,84</u> 1,17
21	С1630-975 варіант 1	Лічильник газовий G2,5 GALLUS 2000	шт	59	<u>995,00</u> -	- -	58705	-	- -	- -	- -
22	КБ16-15-1	Встановлення кульових кранів	шт	66	<u>163,40</u> 141,46	<u>3,81</u> 0,17	10784	9336	<u>251</u> 11	<u>2,36</u> 0,0098	<u>155,76</u> 0,65

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	С130-466 варіант 1	Кран кульовий Ду20	шт	66	<u>220,00</u>	-	14520	-	-	-	-
24	КБ22-40-2	Влаштування фланцевих з'єднань діаметром 70 мм	шт	1	<u>57,55</u> 52,30	<u>3,34</u> 0,15	58	52	<u>3</u> -	<u>0,74</u> 0,0086	<u>0,74</u> 0,01
25	С130-967 варіант 1	Фланці плоскі приварні із сталі ВСтЗсп2, ВСтЗсп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 70 мм	шт	1	<u>240,00</u> -	- -	240	-	- -	- -	- -
26	КБ19-15-1	Пневматичне випробування газопроводів	100м	5,47	<u>2824,77</u> 2742,18	- -	15451	15000	- -	<u>38,16</u> -	<u>208,74</u> -
27	КБ13-26-1	Фарбування трубопроводів	100м ²	4,6	<u>1709,12</u> 1148,79	<u>10,47</u> 0,74	7862	5284	<u>48</u> 3	<u>16,7</u> 0,0448	<u>76,82</u> 0,21
28	КБ1-1-1	Транспортування та складання матеріалів та виробів	т	0,3	<u>204,95</u> 133,65	<u>71,30</u> 22,21	61	40	<u>21</u> 7	<u>2,7</u> 1,33	<u>0,81</u> 0,4
		Разом прямі витрати по кошторису					4331441	130548	<u>2794</u> 374		<u>2081,61</u> 22,8
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					4331441 4198099 130922 84284 198,09 18838 4415725				

		Всього по кошторису					4415725				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					2303				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					149760				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Форма № 1

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-2
на система вентиляції
Система газопостачання і вентиляції

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 1688,149 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,313 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 17,040 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,8 розряд

Складений в поточних цінах станом на "01 грудня" 2024 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ1-1-1	Доставка деталей та обладнання до місця монтажу	т	1,3	<u>204,95</u> 133,65	<u>71,30</u> 22,21	266	174	<u>92</u> 29	<u>2,7</u> 1,33	<u>3,51</u> 1,73
2	КБ1-39-1	Розмітка місць прокладання повітроводів	100м	0,62	<u>147,39</u> 147,39	- -	91	91	- -	<u>3</u> -	<u>1,86</u> -
3	КБ20-1-9	Прокладання повітропроводів розміром 250х250	100м2	0,058	<u>14821,65</u> 13370,47	<u>36,38</u> 12,22	860	775	<u>2</u> 1	<u>239,7</u> 0,731	<u>13,9</u> 0,04
4	КБ20-1-10	Прокладання повітропроводів розміром 250х500	100м2	0,087	<u>12934,51</u> 11568,77	<u>87,01</u> 27,99	1125	1006	<u>8</u> 2	<u>207,4</u> 1,6753	<u>18,04</u> 0,15
5	КБ20-1-11	Прокладання повітропроводів розміром 400х500	100м2	0,104	<u>10233,68</u> 8705,03	<u>21,61</u> 6,26	1064	905	<u>2</u> 1	<u>156,06</u> 0,3743	<u>16,23</u> 0,04
6	КБ20-1-11	Прокладання повітропроводів розміром 400х600	100м2	0,116	<u>10233,68</u> 8705,03	<u>21,61</u> 6,26	1187	1010	<u>3</u> 1	<u>156,06</u> 0,3743	<u>18,1</u> 0,04

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	КБ20-1-11	Прокладання повітропроводів розміром 600х600	100м2	0,319	<u>10233,68</u> 8705,03	<u>21,61</u> 6,26	3265	2777	<u>7</u> 2	<u>156,06</u> 0,3743	<u>49,78</u> 0,12
8	КБ20-1-12	Прокладання повітропроводів розміром 600х800	100м2	0,476	<u>8494,36</u> 7036,09	<u>21,61</u> 6,26	4043	3349	<u>10</u> 3	<u>126,14</u> 0,3743	<u>60,04</u> 0,18
9	КБ20-13-8	Установлення клапану	клапан	1	<u>239,00</u> 238,83	-	239	239	-	<u>4,23</u> -	<u>4,23</u> -
10	КБ20-11-2	Установлення ґраток сталевих	ґрати	2	<u>182,54</u> 169,16	<u>1,91</u> 0,15	365	338	<u>4</u> -	<u>2,96</u> 0,0094	<u>5,92</u> 0,02
11	КБ20-12-7	Установлення ґраток регульовальних розміром 350х250	ґрати	16	<u>110,19</u> 104,01	<u>1,77</u> 0,13	1763	1664	<u>28</u> 2	<u>1,82</u> 0,008	<u>29,12</u> 0,13
12	КБ20-12-7	Установлення ґраток регульовальних розміром 250х250	ґрати	3	<u>110,19</u> 104,01	<u>1,77</u> 0,13	331	312	<u>5</u> -	<u>1,82</u> 0,008	<u>5,46</u> 0,02
13	КБ20-51-1	Установлення припливно-витяжного агрегату	камера	1	<u>608,98</u> 566,45	<u>3,86</u> 0,97	609	566	<u>4</u> 1	<u>9,23</u> 0,045	<u>9,23</u> 0,05
14	КБ3-12-5	Пусконаладжувальні роботи	Вен.мер.	1	<u>1260,00</u> 1260,00	-	1260	1260	-	<u>45</u> -	<u>45</u> -
15	КБ1-1-1	Транспортування та складання матеріалів та виробів	т	0,3	<u>204,95</u> 133,65	<u>71,30</u> 22,21	61	40	<u>21</u> 7	<u>2,7</u> 1,33	<u>0,81</u> 0,4
16	С130-1125	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,5 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони до 250 мм	м2	5,8	<u>356,09</u> -	-	2065	-	-	-	-
17	С130-1128	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	110,2	<u>366,13</u> -	-	40348	-	-	-	-
18	& С130-376-14 варіант 1	Протипожежний клапан Systemair PK-I-S-EI90S-800х600-DV9-T	шт	1	<u>24760,00</u> -	-	24760	-	-	-	-
19	& С130-595-3 варіант 1	Решітка вентиляційна перерізом 250х250 мм	шт.	3	<u>476,00</u> -	-	1428	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	& C130-595-5 варіант 1	Решітка вентиляційна перерізом 350x250 мм	шт.	16	<u>755,00</u> -	- -	12080	-	- -	- -	- -
21	& C130-595-10 варіант 1	Решітка вентиляційна зовнішня РН 600x800	шт.	1	<u>2175,00</u> -	- -	2175	-	- -	- -	- -
22	& C130-1-1 варіант 1	Припливно-витяжна установка Systemair FSU100	шт	1	<u>1578670,00</u> -	- -	1578670	-	- -	- -	- -
		Разом прямі витрати по кошторису					1678055	14506	<u>186</u> 49		<u>281,23</u> 2,92
		Разом будівельні роботи, грн.					1678055				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					1663363				
		всього заробітна плата, грн.					14555				
		Загальновиробничі витрати, грн.					10094				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					28,72				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					2485				
		Всього будівельні роботи, грн.					1688149				

		Всього по кошторису					1688149				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					313				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					17040				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Висновки до розділу 5

В даному розділі роботи було визначено основні величини техніко-економічних показників та складено кошторисну документацію у вигляді локальних кошторисів та наведено техніко-економічні показники.

В результаті розрахунку отримано наступні значення для систем газопостачання та вентиляції, відповідно: всього витрати по кошторису – 4415725 грн та 1688149 грн, кошторисна трудомісткість – 2303 люд-год та 313 люд-год, кошторисна заробітна плата – 149760 грн та 17040 грн.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

1. Аналіз техніко-економічного обґрунтування дає підставу зробити висновок про те, що газові котли більш зручні у використанні, ніж електричні. Проєкт систем опалення з використанням окремих електричних котлів також порівнювався з проєктом систем опалення з використанням окремих газових котлів, і були визначені показники економічної ефективності проєкту. Були показані основні техніко-економічні показники системи газопостачання. Це дає підставу зробити висновок про те, що у системі опалення з окремими котлами, що використовують природний газ в якості джерела енергії, більш доцільно для економії коштів і енергоресурсів в даному дослідженні. Використання природного газу в якості джерела енергії для системи опалення для забезпечення мікроклімату в приміщеннях дозволяє заощадити до 10% коштів в порівнянні з використанням індивідуальних електричних котлів.

2. Виконано варіантний вибір конструктивних рішень систем газопостачання та вентиляції житлового будинку із вбудованими приміщеннями, що передбачають наявність сучасного обладнання в залежності від умов створюваного мікроклімату, необхідних компенсація теплонадходжень у будівлю та параметрів зовнішнього повітря та мікроклімату, а також забезпечення нормованих потреб споживачів у природному газі. Проаналізовано умови експлуатації та технічне обслуговування запропонованого проєкту із різними конструктивними складовими.

3. Представлено схеми розміщення елементів систем газопостачання та вентиляції на планах поверхів (1, 2 та 5 листи), побудовано аксонометричні схеми систем (3, 4 та 6 листи) та виконано розрахунки теплонадходжень в будівлю та змодельовано аеродинамічний режим роботи системи вентиляції та гідравлічний режим роботи системи газопостачання. На основі виконаних розрахунків і було підібрано обладнання систем.

4. Під час виконання організаційно-технологічного забезпечення реалізації проєктних рішень було визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем газопостачання та вентиляції, потребу в допоміжних матеріалах,

підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. Виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт 229,4 люд/дні для системи газопостачання та 30,48 люд/дні для системи вентиляції, а також тривалість виконання монтажних робіт у 31,75 днів для системи газопостачання та 9,75 днів для системи вентиляції (лист 8 та 9). Виконано розрахунок техніко-економічних показників для монтажу системи газопостачання, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала та тривалість виконання монтажних робіт.

5. Розроблено заходи з енергозбереження та охорони довкілля. Для системи вентиляції був використаний перехресний теплообмінник RYLK AIR, який зменшує викиди вуглекислого газу в навколишнє середовище та заощаджує енергію. Також було визначено фактичні показники енергетичної ефективності будинку та клас енергетичної ефективності – «В». Розрахункові питомі тепловтрати складають $0,032 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, максимально допустиме значення питомих тепловтрат на опалення становить $42503,8 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$. Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки становить 10.

6. Виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальні кошториси для системи опалення. В результаті розрахунку отримано наступні значення для систем газопостачання та вентиляції, відповідно: всього витрати по кошторису – 4415725 грн та 1688149 грн, кошторисна трудомісткість – 2303 люд-год та 313 люд-год, кошторисна заробітна плата – 149760 грн та 17040 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Охримюк Б.Ф. Газопостачання населених пунктів: навчальний посібник / Б.Ф. Охримюк, Т.С.Мацнєва Рівне: НУВГП, 2012, 242 с.
2. Єнін П. М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом / П. М. Єнін, Г. Г. Шишко, К. М. Предун. – К. : Логос, 2002. – 198 с.
3. Ткаченко В.А., Скляренко О.М. Проектування газопостачання населених пунктів, житлових і громадських будинків. К., 2000, 114 с.
4. Ратушняк Г. С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
5. Ратушняк Г.С. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 122 с.
6. Надійність та якість процесів регулювання сучасних систем газопостачання / В. Седак та ін. – Харків: ХНАГГ, 2011.
7. Скляренко О. М. Газопостачання: практичний посібник / О. М. Скляренко, К. М. Предун, О. О. Вишегородська. – Київ, 2016. – 380 с.
8. Загальні вимоги щодо захисту трубопроводів теплових мереж від зовнішньої корозії / О.І. Ободянська, М.Л. Туркот // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/view/22467>.
9. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
10. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. ДСТУ Б А. 2. 4 – 41: 2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.
11. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ Б В.2.5-29:2006 – [Чинний від 2006–08–01]. –К. : Мінбуд Украї-ни, 2006. – 88 с. – (Національний стандарт України).

12. НПАОП 0.00-1.76-15: Правила безпеки систем газопостачання: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 68 с.

13. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання: ДБН В.2.5-20-2018 – [Чинний від 2020-06-01]. – К. : Мінрегіон України, 2019. – 115 с. – (Національний стандарт України).

14. Кодекс газорозподільних систем: станом на 30 верес. 2015 р. / Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 176 с.

15. Настанова з визначення вартості будівництва від 21.03.2024.

16. Кодекс газотранспортної системи: станом на 30 верес. 2015 р. / Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 72 с.

17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010–Будівельна кліматологія Київ [Чинний від 01.10.2011] – К.: Київ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010 р. – 128 с.

18. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_2_6-31-2021.pdf – Назва з екрана.

19. Predun K. Principal content and methodology modernization of organization and engineering design and exploitation regulations for locality GDS / K. Predun, O. Obodyanska, U. Franchuk // Paradigm of Knowledg. – 2019. – № 2 (34). – С. 74–92.

20. Предун К.М. Моделювання оцінки якості природного газу з використанням нечітких баз знань / К.М. Предун, О.І. Ободянська, Ю.Й. Франчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2019. – № 2(27).

21. Предун К.М. Моделювання управління якістю природного газу з використанням функцій належності лінгвістичних змінних методом Парето / К.М. Предун, Ю.Й. Франчук, О.І. Ободянська, // Містобудування та територіальне планування. – 2021. – №76 – С. 235–249.

22. Умовні позначення елементів санітарно-технічних систем. ДСТУ Б А.2.4 – 8: 2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с.

23. Предун К.М. Моделювання інтелектуальної підтримки прийняття рішень щодо оцінки якості природного газу методом парних порівнянь / К.М. Предун, Ю.Й. Франчук, О.І. Ободянська // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія Технічні науки. – 2019. – Том 30 (69) Ч.2 №6 – С. 195–201. –

24. Франчук Ю.Й. Оцінка якості природного газу як енергоносія на основі лінгвістичної інформації / Ю.Й. Франчук, О.І. Ободянська, К.М. Предун // Управління розвитком складних систем. – 2019. – №38 – С. 143–150.

25. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплогазопостачання та вентиляції: навч. Посіб. / Н. М. Слободян, О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська. – Вінниця, ВНТУ, 2016. – 110 с.

26. Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт/ Р.І. Кінаш, С.С Жуковський. - Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. – 448 с.

27. О. Д. Панкевич. Організація будівництва: навчальний посібник/ Панкевич О.Д. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 86 с.

28. ДБН А.3.1-5-2016 "Організація будівельного виробництва" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>.

29. Бортовой автомобиль [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.gruzoviki.com> – Назва з екрана.

30. Лебідка вантажопідйомна [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://budmash.ua> – Назва з екрана.

31. Трансформатор зварний ТДМ-300 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: http://npfets.ua/catalog/all_manuf/tdm_300 – Назва з екрана.

32. Механізовані інструменти [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://leg.co.ua/info/instrumenty-i-mehanizmy/elektricheskie-ruchnye-mashiny-i-porohovoy-instrument-dlya-montazha-sistem-avtomatizacii.html> – Назва з екрана.

33. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Внутрішні санітарно-технічні роботи (Збірник 15): ДСТУ Б Д.2.4-15:2014 – [Чинний від 2014 – 01 – 08]. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 148 с.

34. Пусконаладжувальні роботи в інженерних системах / О.І. Ободянська // ЛІІ науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20526/17023>.

35. ДСН 3.3.6.042–99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> – Назва з екрана.

36. ДСН 3.3.6.039–99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації" [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://arm.te.ua/docs/DSN_3.3.6.039-99.pdf – Назва з екрана.

37. ДБН А.3.2-2–2009 "Охорона праці і промислова безпека в будівництві" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945 – Назва з екрана.

38. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945 – Назва з екрана.

39. Про енергетичну ефективність будівель: закон України: станом на 1 січня 2019 року.- 2118-VII. – К.: Відомості Верховної Ради, 2017, №3, с.5, стаття 359.

40. Про енергоефективність: директива Європейського парламенту та Ради 2012/27EU – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR_Directive_27_2012_2.

41. Лялюк. О.Г. Економіка будівництва: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт/ Лялюк.О.Г.. – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 26с.

Додаток А
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено:
Зав. кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розробку:

«СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА
ВЕНТИЛЯЦІЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ»

Розробив
ст. гр. ТГ-23м

Туркот М.Л.

Керівник
к.т.н., доцент

Ободянська О.І.

Вінниця 2024

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи газопостачання та вентиляції призначені для створення оптимальних нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях житлового будинку.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на МКР затверджено наказом № 310 від «17» вересня 2024 року. Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення житлового будинку із вбудованими приміщеннями.

3. Мета та призначення розробки.

Метою розробки є створення проєктних рішень надійних систем газопостачання та вентиляції житлового будинку із вбудованими приміщеннями із застосуванням енергоефективних технологій, що передбачає врахування сучасних технічних засобів автоматичним контролю і регулювання споживання тепла, а відповідно і витрати на енергетичні потреби, що разом із зниженням тепловтрат дає змогу зменшити річне споживання газу.

Призначення розробки: підтримка температури в приміщеннях на рівні 21°C і 19°C – для спортивних залів.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є відомі на цей час конструктивні рішення при проєктуванні систем газопостачання та вентиляції, а також робочі креслення житлової будівлі із вбудованими приміщеннями і нормативна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем газопостачання та вентиляція викладені в наступній нормативній літературі:

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»

ДБН В.2.5-20-2018 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання»

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

При розробці систем потрібно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу систем та можливість їх ремонту чи заміни.

7. Вимоги з надійності.

Вимоги по надійності викладені в ДСТУ 3004-95.

Обов'язковими є показники:

7.1. середня наробка обладнання на відмову, яка складає не менше 5 років;

7.2. середній повний строк служби – не менше 20 років;

7.3. оцінку відповідності показників надійності – середню наробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності ДСТУ 3004-95;

7.4. на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

8.1. розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу з нагляду протягом доби;

8.2. номенклатура і величини антропометричних параметрів для пультів управління повинні відповідати вимогам ДСТУ 3004-95;

8.3. виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати зі строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки випробування, приймання систем вентиляції та газопостачання:

10.1. стадію розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДБН В.2.5-20-2018 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання»

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципових схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

10.2 Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

10.3 Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія, яку формує розробник. В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

10.4 Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

10.5 Перелік документів, що представляється на випробування визначаються у програмі випробувань.

10.6 Перелік матеріалів і документів, що передається замовнику: комплект технічної і експлуатаційної документації, креслення та інструкції з експлуатації розроблених систем опалення.

10.7 Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проєктування.

Додаток Б

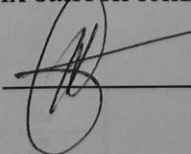
ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬНазва роботи: Системи газопостачання та вентиляції житлової будівліТип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)Підрозділ кафедра ІСБ, факультет БЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 83%Схожість 17%

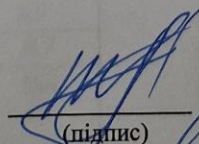
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

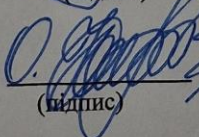
Особа, відповідальна за перевірку
(підпис)Слободян Н.М.
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)Туркот М.Л.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)Ободянська О.І.
(прізвище, ініціали)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу
студента Туркота Максима Леонідовича
на тему Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі

Однією з найважливіших проблем розвитку газової промисловості є підвищення рівня забезпечення встановленого нормативами технічного стану газопроводів для їх нормальної роботи з метою поставки запланованих обсягів газу вітчизняним і зарубіжним споживачам. Головне завдання в транспорті газу – забезпечення надійного та безпечного функціонування системи газопроводів за рахунок комплексу планових заходів. У відповідності з Енергетичною стратегією України, затвердженою Постановою КМУ №605-р від 18.08.2017 р., прогнозується помірне щорічне зростання обсягів видобутку традиційного природного газу. Загальні перспективи видобутку газу в Україні значною мірою залежатимуть від використання новітніх технологій, інтенсифікації видобутку традиційного та розвитку видобутку нетрадиційного (сланцевого, гідратного, тощо) газу. Прогнозується, що сукупний видобуток зросте і до 2035р. Україна зможе вийти на рівень самозабезпеченості природним газом на рівні 42 млрд. м³. Частка газу в паливно-енергетичному балансі держави становитиме дещо більше 25%. Основними споживачами природного газу будуть теплова енергетика (39% від загального обсягу), населення (27%). Відповідно, технічний стан газорозподільних і газотранспортних систем України має пріоритетне значення для безпеки і незалежності держави.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена питанню надійного функціонування внутрішньобудинкової системи газопостачання житлової будівлі. В першому розділі роботи проведено аналіз стану системи забезпечення паливом обладнання житлового будинку та виконано техніко-економічне обґрунтування. Другий розділ присвячено теоретичному та практичному обґрунтуванню основних параметрів і характеристик системи. Третій розділ передбачає організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень. Четвертий та п'ятий розділи є обґрунтуванням питань з енергозбереження, охорони довкілля та економіки будівництва.

Висновки в роботі є повними та обґрунтованими.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Магістром було дотримано графік виконання роботи.

Усі проектні рішення достатньо обґрунтовані, креслення оформлені згідно норм та стандартів.

Робота може бути реалізована в практиці з влаштування інженерних систем.

В МКР наявні наступні недоліки:

1. В графічній частині було б доцільно показати вузол під'єднання системи газопостачання низького тиску до дворової мережі.

2. В пояснювальній записці не в повній мірі обґрунтовано за якими параметрами було обрано сигналізатори загазованості повітря в приміщеннях, де розміщено газове обладнання.

Магістерську кваліфікаційну роботу виконано на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А».

Магістр Туркот Максим Леонідович заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва, ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція».

Рецензент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри БМГА

М.П.

Печатка установи, організації опонента



Кучеренко Л.В.

ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи
студента Туркота Максима Леонідовича
на тему Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі

Розвиток сучасної міської інфраструктури вимагає створення комфортних, безпечних та енергоефективних умов для проживання та діяльності людей. Одними з ключових аспектів таких умов є системи газопостачання та вентиляції, що є невід'ємними частинами інженерного забезпечення будь-якої будівлі. Особливо актуальними є ці системи в житлових комплексах, де поєднуються не тільки житлові приміщення, але й приміщення для спортивних та культурних заходів, як-от спортивні зали, які проектуються у вигляді вбудованих об'єктів.

Система газопостачання у таких будівлях є важливою складовою для забезпечення житлових приміщень енергетичними ресурсами. Внутрішньобудинкові системи газопостачання повинні бути спроектовані таким чином, щоб забезпечити надійність, безпеку та ефективність газопостачання, враховуючи всі сучасні вимоги до будівельних норм та стандартів.

Система вентиляції є не менш важливою частиною інженерного забезпечення будівель, особливо коли йдеться про спортивні зали, які є вбудованими приміщеннями в житлових комплексах. Спортивні зали характеризуються високими навантаженнями на повітрообмін, оскільки в них часто перебуває велика кількість людей, що займаються фізичними вправами. Належна вентиляція необхідна для забезпечення комфортного мікроклімату, поліпшення якості повітря та забезпечення здоров'я користувачів приміщень.

В роботі було запропоновано проектні рішення внутрішньої будинкової системи газопостачання житлового будинку та механічної системи вентиляції вбудованих приміщень даної будівлі в м. Вінниця. Проаналізувати потребу у застосуванні систем газопостачання та вентиляції для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень будівлі, виконано техніко-економічне обґрунтування, визначено витрати природного газу, підбрано оптимальні діаметри системи газопостачання та визначено втрати тиску в мережі, підбрано технологічне обладнання. Досягнуто забезпечення комфортних умов мікроклімату в приміщеннях, житлових приміщень сучасними газовими приладами та пристроями обліку природного газу та економічності проектування системи. Для системи вентиляції змодельовано розрахунок тепловиділень та теплонадходжень у вбудованих приміщеннях та змодельовано аеродинамічний режим системи вентиляції та визначити її основні параметри і характеристики.

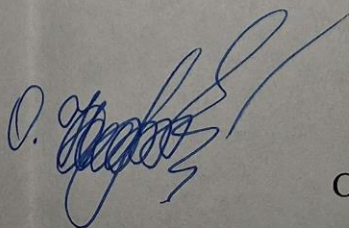
Магістр показав себе, як достатньо підготовлена особистість за темою дослідження. Добросовісно та вчасно виконував усі поставлені задачі та дотримувався графіку виконання роботи. Загалом роботу виконано якісно та на високому рівні, з достатньо обґрунтованими та проробленими проектними рішеннями, усі графічні креслення виконано та оформлено згідно норм та стандартів.

Матеріали магістерської роботи пройшли апробацію на семінарі кафедри ІСБ та науково-технічній конференції.

Магістерську кваліфікаційну роботу виконано на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А».

Магістр Туркот Максим Леонідович заслуговує присвоєння кваліфікації магістра зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва, ОПП «Теплогазопостачання та вентиляція».

**Керівник бакалаврської
дипломної роботи**
кандидат технічних наук,
доцент кафедри ІСБ



Ободянська О.І

Схема розміщення елементів системи газопостачання на плані першого поверху

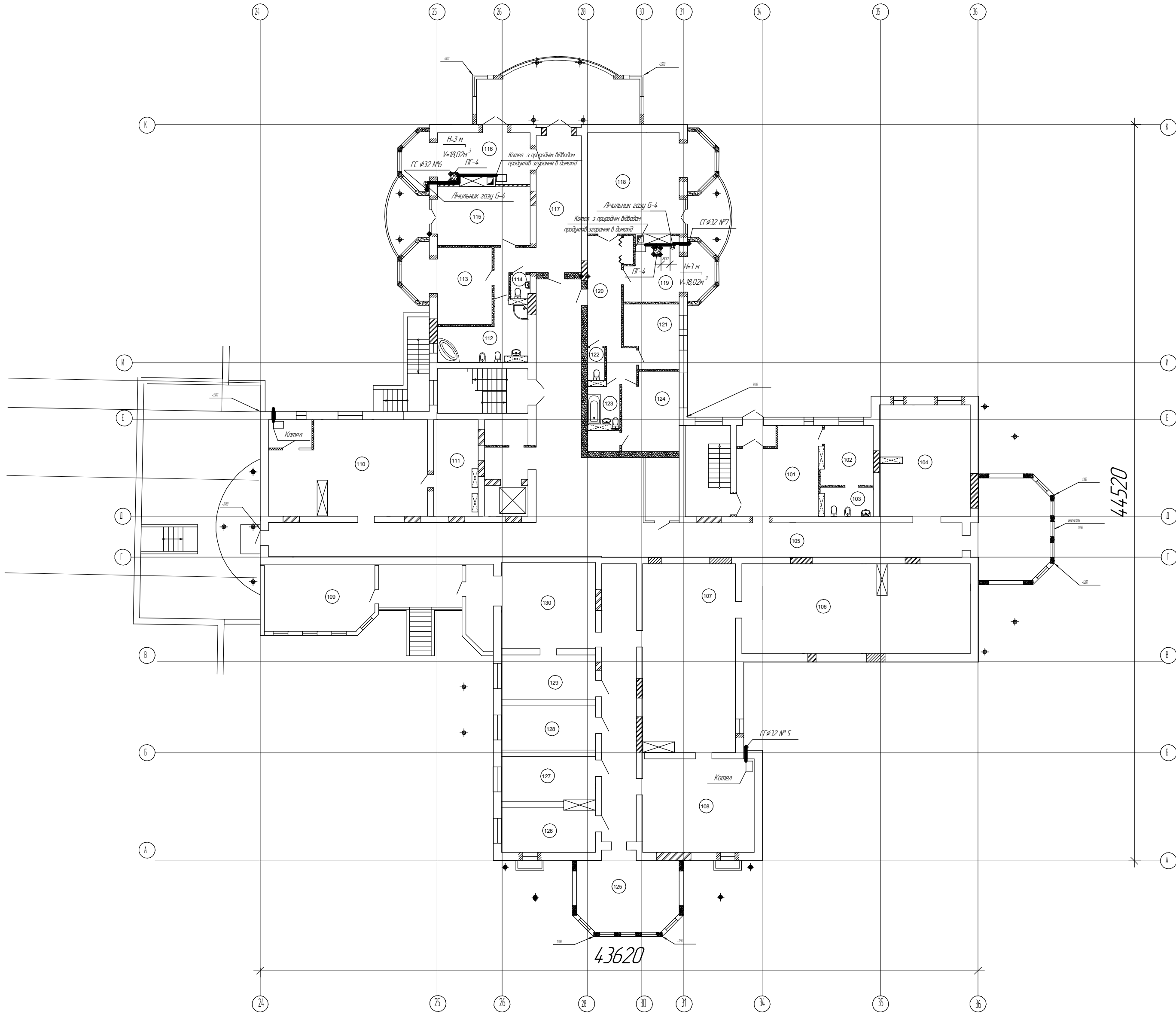
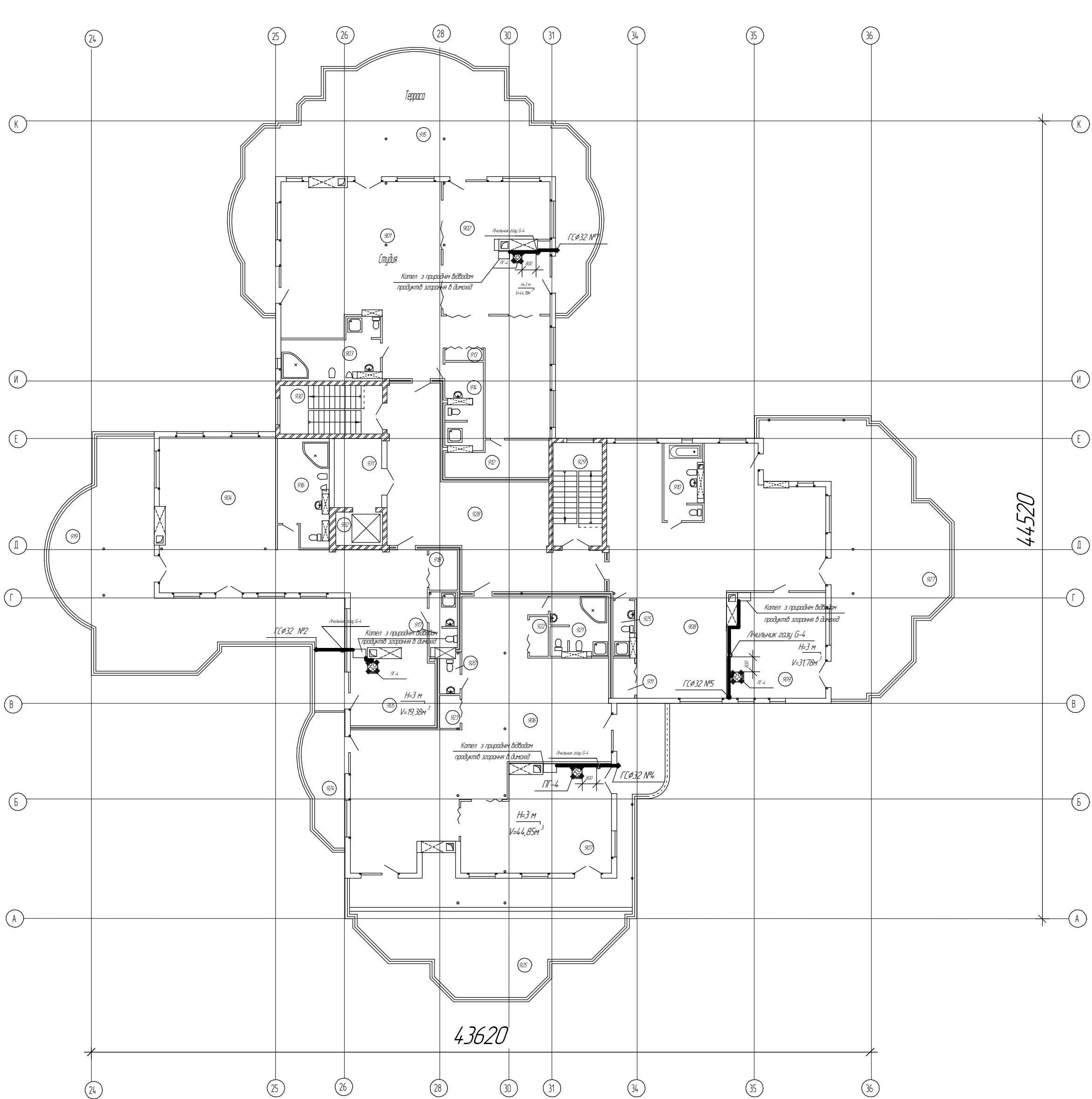


Схема розміщення елементів системи газопостачання на плані дев'ятого поверху



Експлікація приміщень першого поверху

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
101	Коридор	28,5
102	Кімната кансержа	11,3
103	Сан. вузол	5,5
104	Підсобне приміщення	38,6
105	Коридор	9,62
106	Спортивний зал	77
107	Спортивний зал	66,1
108	Кабінет	14,0
109	Підсобне приміщення	24,7
110	Кабінет	13,04
111	Сан. вузол	16,3
112	Сан. вузол	15,3
113	Житлова кімната	22,10
114	Сан. вузол	1,7
115	Житлова кімната	21,7
116	Кухня	24,2
117	Коридор	23,5

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
118	Житлова кімната	16,7
119	Кухня	27,2
120	Коридор	14,1
121	Житлова кімната	12,7
122	Санвузол	2,1
123	Санвузол	4,7
124	Житлова кімната	16,4
125	Кабінет	26,4
126	Душова	14,0
127	Душова	14,0
128	Роздягальня	8
129	Роздягальня	8
130	Приймальня	14,0
131	Сходава клітка	16,15
132	Ліфтовий хол	10,57
133	Ліфт	5,05

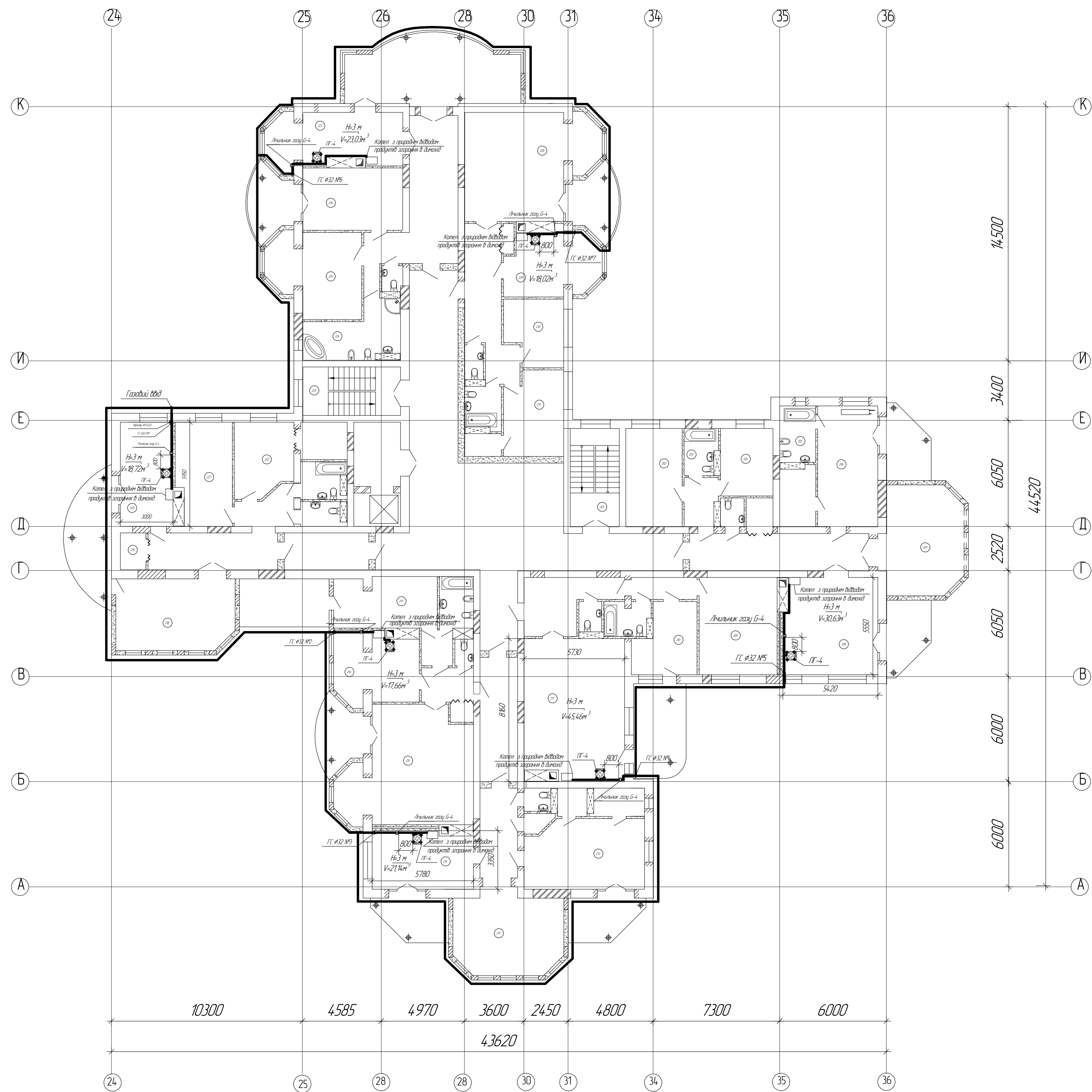
Експлікація приміщень пентхауса

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
901	Студія	115,11
902	Кухня-столова	44,18
903	Санвузол	14,95
904	Студія	93,82
905	Кухня-столова	19,38
906	Студія	116,05
907	Кухня-столова	44,85
908	Студія	115,04
909	Кухня-столова	31,78
910	Санвузол	8,83
911	Гардероб	2,83
912	Гардероб	11,01
913	Гардероб	1,31
914	Санвузол	9,80
915	Тераса	125,40
916	Санвузол	15,44

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
917	Санвузол	5,03
918	Гардероб	3,72
919	Тераса	98,58
920	Санвузол	2,44
921	Санвузол	10,71
922	Гардероб	2,42
923	Гардероб	2,17
924	Тераса	15,17
925	Тераса	101,67
926	Санвузол	3,55
927	Тераса	93,50
928	Хол	70,55
929	Сходава клітка	16,41
930	Сходава клітка	16,15
931	Ліфтовий хол	10,57
932	Ліфт	5,05

Схема розміщення елементів системи газопостачання на плані типового поверху

Експлікація приміщень на плані типового поверху



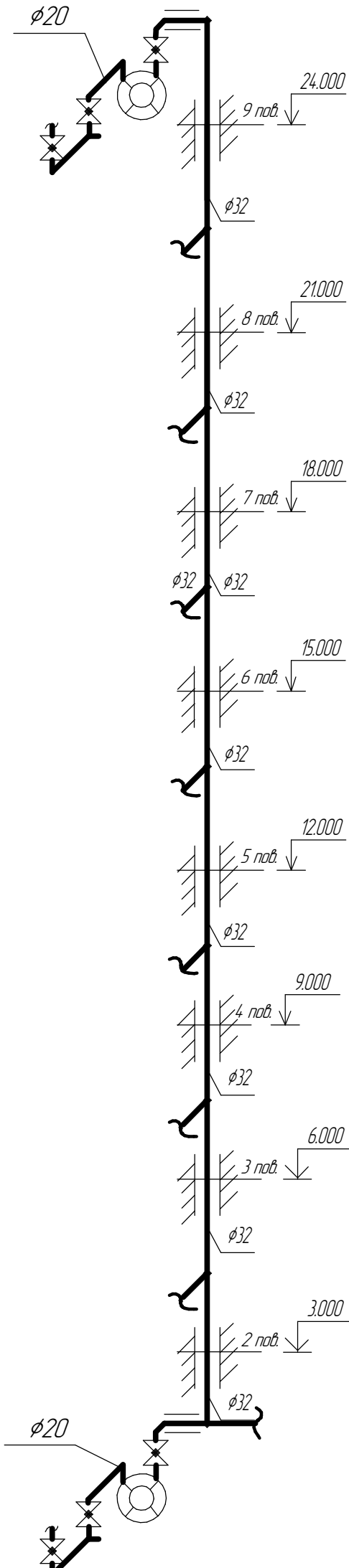
№ Приміщення	Найменування	Площа, м ²
201	Сходами клітка	15,43
202	Житлова кімната	18,04
203	Сан. вузол	4,94
204	Житлова кімната	11,85
205	Сан. вузол	6,62
206	Житлова кімната	24,54
207	Житлова кімната	27,72
208	Кухня	30,63
209	Житлова кімната	24,7
210	Житлова кімната	13,04
211	Кухня	45,46
212 А	Сан. вузол	4,73
212	Житлова кімната	27,21
213	Житлова кімната	28,02
214	Кухня	21,14
215	Житлова кімната	43,88
216	Кухня	17,66
217	Житлова кімната	16,7
218	Житлова кімната	27,2
219	Гардероб	3,04
220	Кухня	18,72
221	Житлова кімната	18,24
222	Житлова кімната	13,65
223	Сходами клітка	15,43
224	Сан. вузол	14,48
225	Житлова кімната	22,07
226	Житлова кімната	21,74
227	Кухня	23,03
228	Житлова кімната	42,06
229	Кухня	18,02
230	Житлова кімната	11,93
231	Житлова кімната	16,4

Складована					
Взам. ший. №					
Підп. і дата					
Місц. № подл.					

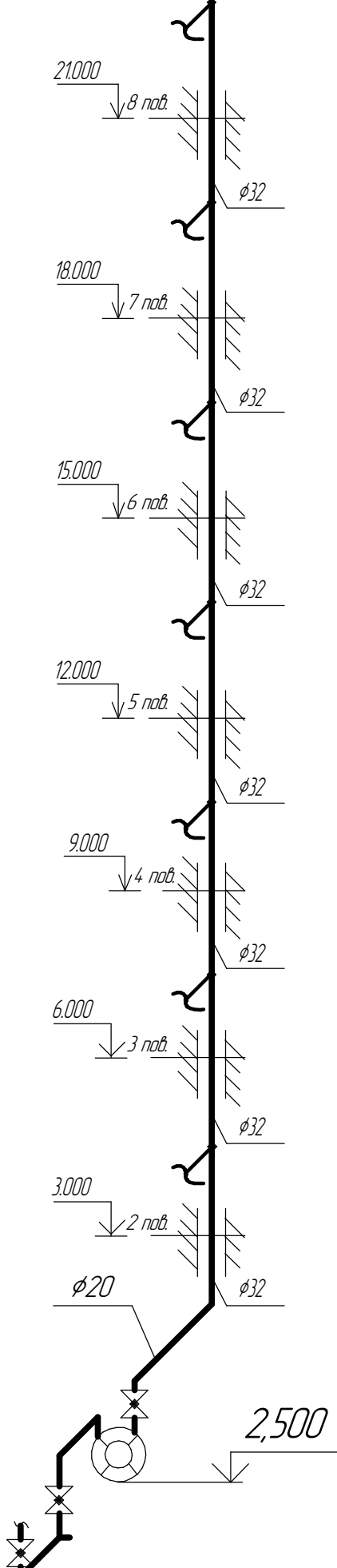
08-13.МКР.007.02.000 ГП					
Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі					
Ізм.	Колуч.	Лист	Розроб.	Подп.	Дата
Розробив	Лукот М.І.				
Керівник	Овощинська О.				
Система газопостачання				Старший	Лист
				2	9
Н. Контроль				Ланкевич О.Д.	
Рецензент				Кучеренко Л.В.	
Затверд.				Ратичук Г.С.	
Схеми розташування елементів системи газопостачання на плані типового поверху, експлікація приміщень				ВНТУ, ТГ-23м	

Аксонометрична схема газопроводу Г1

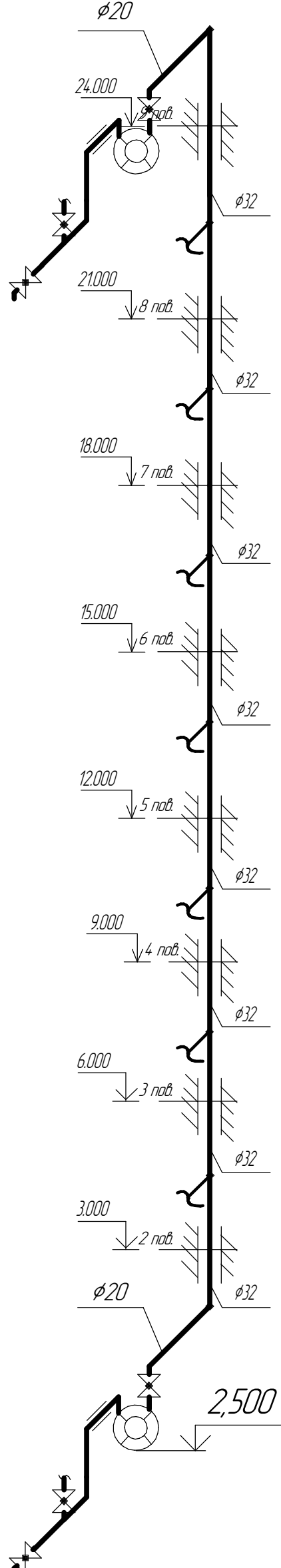
См.2. №2



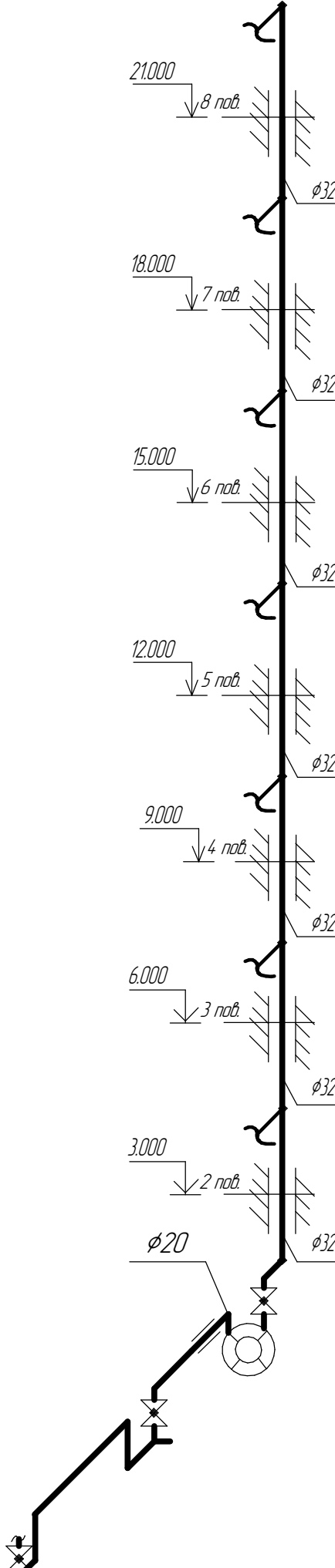
См.2. №1



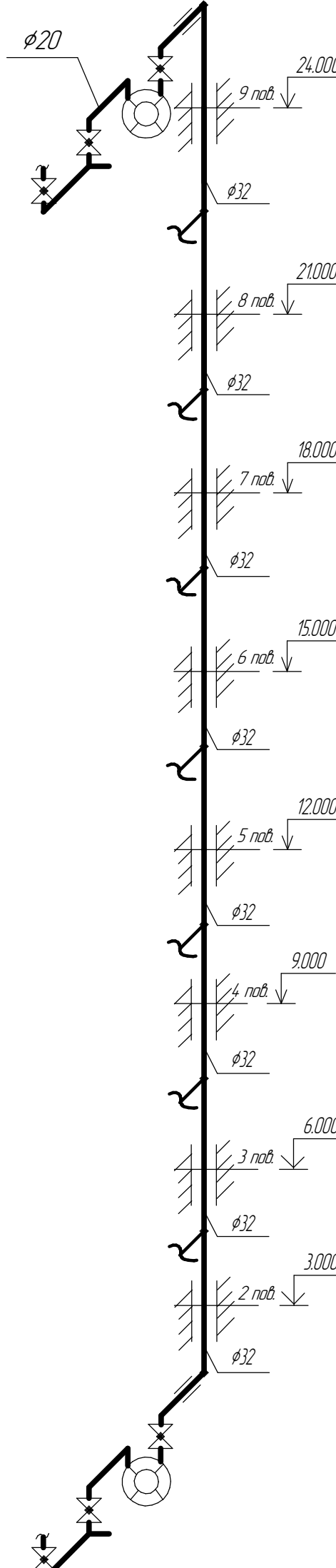
См.2 №2



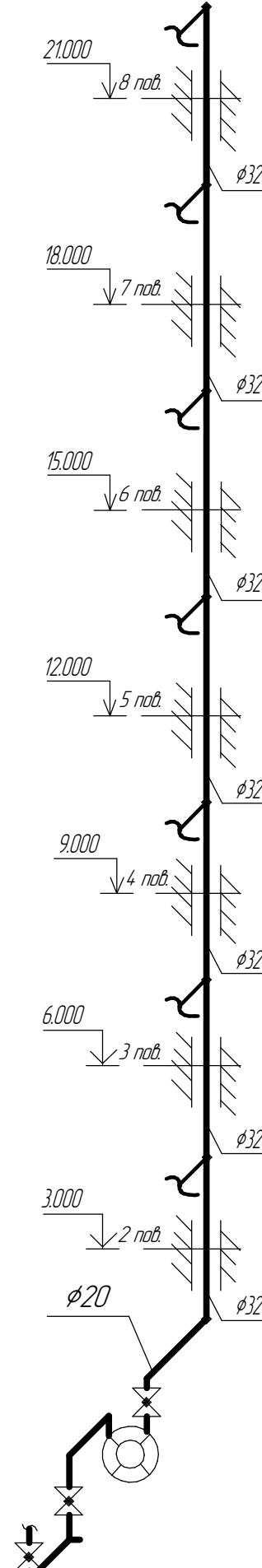
Cm.2. N°6



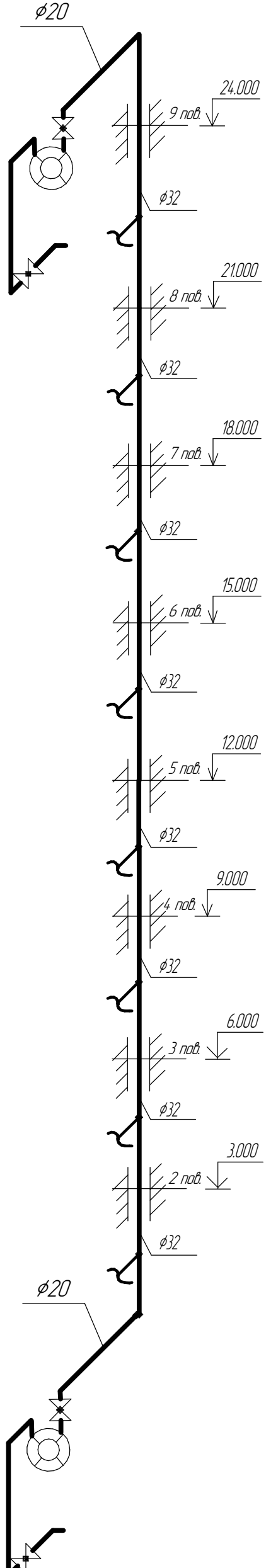
См.2. №4



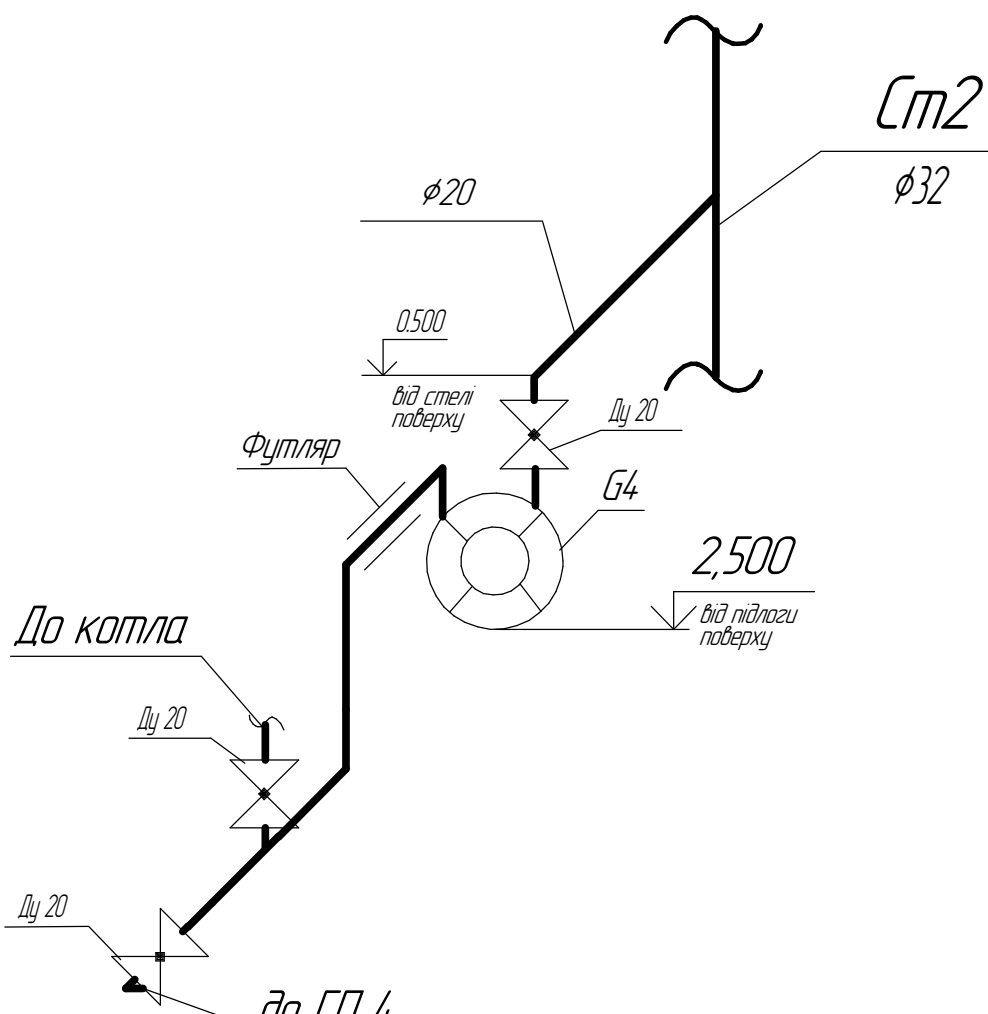
См.2. №



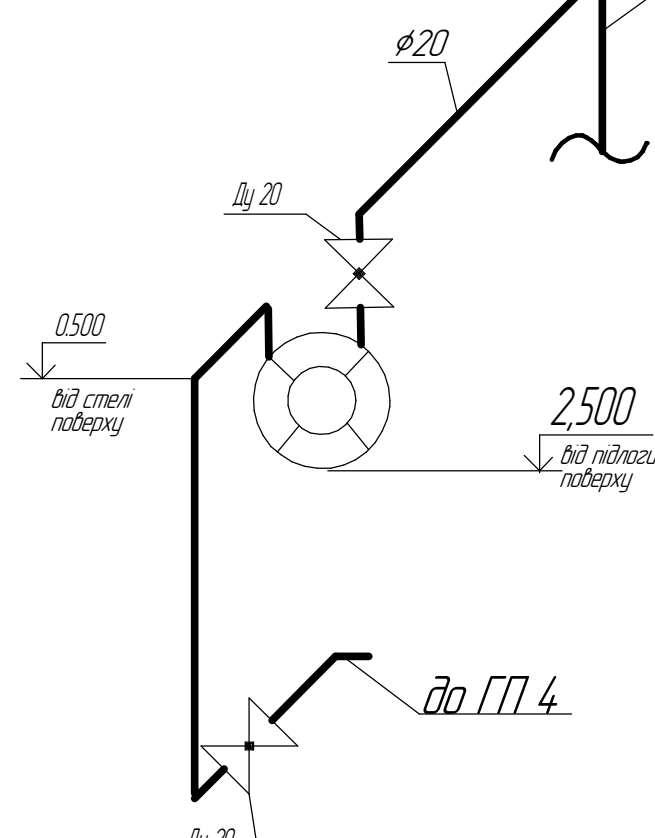
Com.2. Nº 5



$\llbracket \pi \rrbracket$

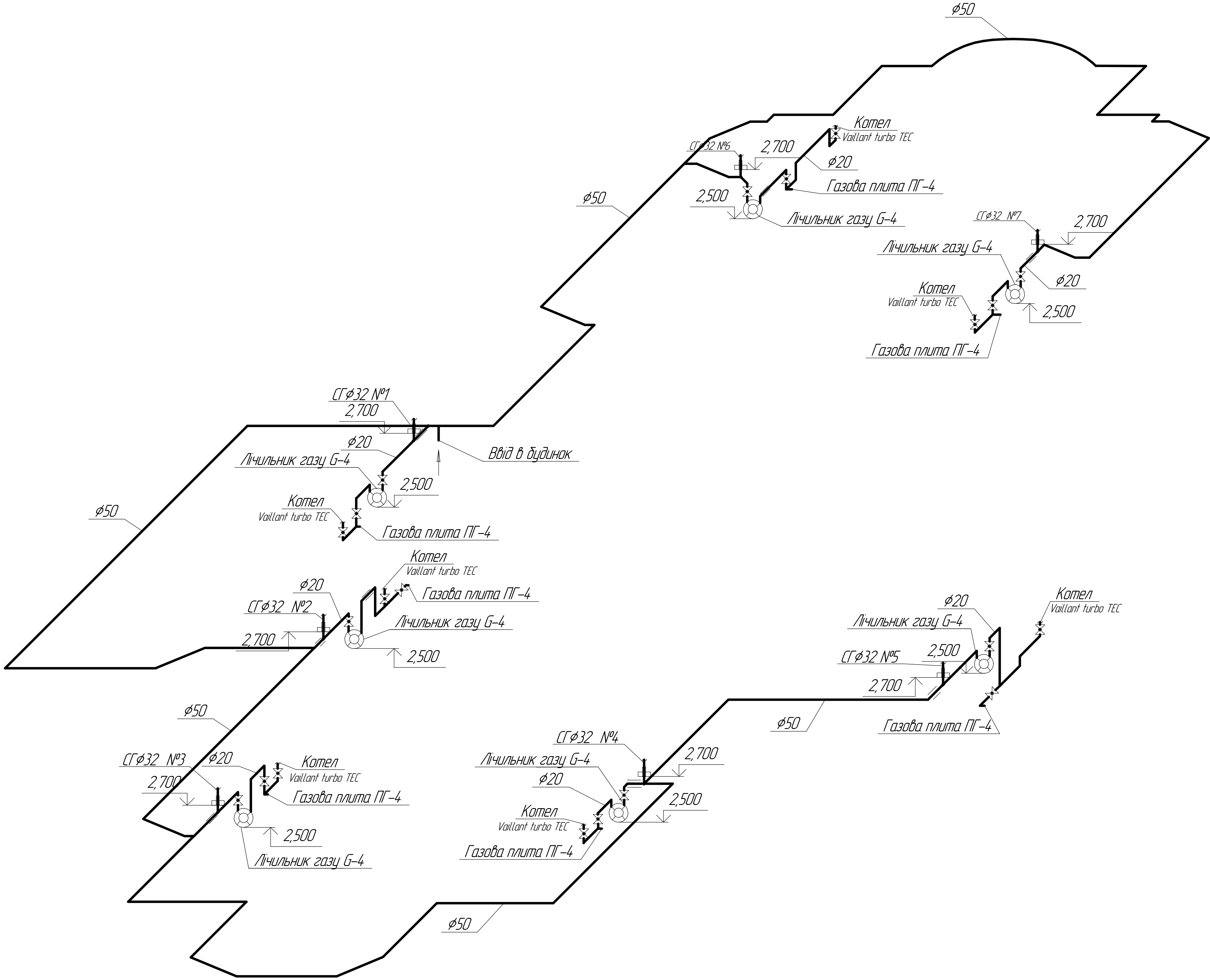
 $\int \pi^4$

CM



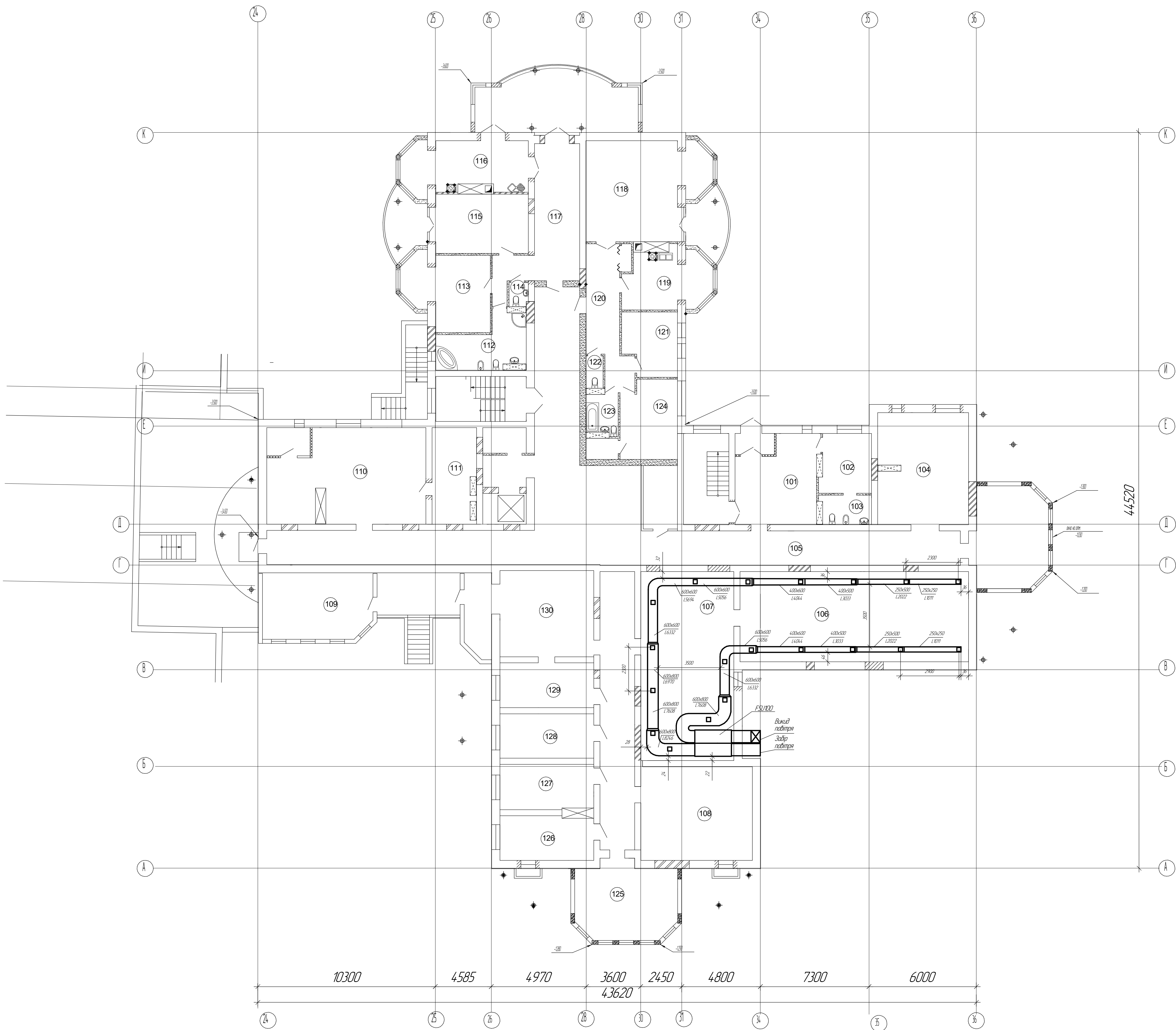
						08-13.МКР.007.03.000 ГП			
						Системи газопостачання та вентиляції			
						житлової будівлі			
Ізм	Колон	Лист	№ док	Підп	Дата				
Розробив	Туркот М.П.					Система газопостачання	Студія	Лист	Листов
Керівник	Дзіданська О.						3	9	
Н. Контроль	Панкевич О.П.					Аксометрична схема газопроводу Г1	ВНТУ, ТГ-23м		
Рецензент	Кучеряко Л.В.								

Аксонометрична схема розводки газопроводу Г1 на відмітці 2,700



				08-13МР.007.04.000 ГП		
				Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі		
Ізв.	Контр.	Лист	Міжб.	Підп.	Дата	
Розробив Кернішук	Перевірив Міхалюк	Лист 04	Лист 04	Лист 04	Лист 04	Лист 04
Система газопостачання				Станд.	Лист	Лист
					4	9
Н. Контроль Рецензент Затверд.				Помічник Кернішук Лист 04		Лист 04
Аксонометрична схема розвідки газопроводу Г1 на відмітку 2,700				ВНТУ, ТГ-23М		

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані першого поверху



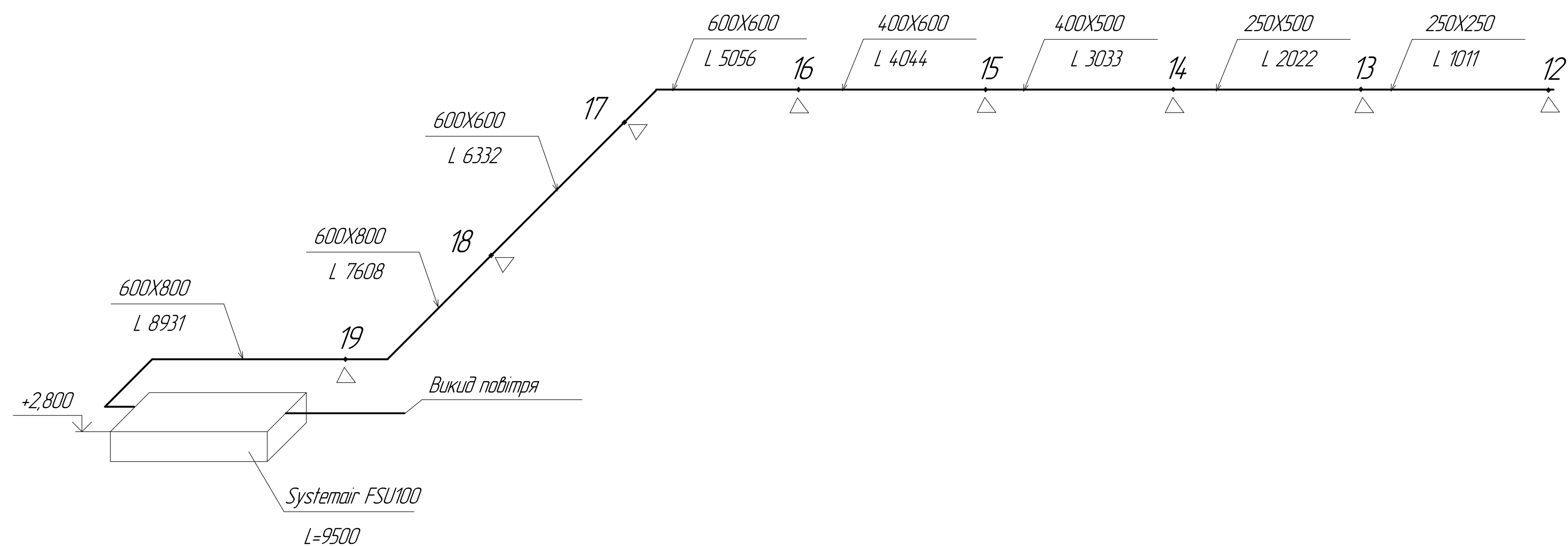
Експлікація приміщень на плані першого поверху

№ Приміщення	Найменування	Площа, м ²
101	Коридор	28,5
102	Кімната консержа	11,3
103	Сан. вузол	5,5
104	Підсодне приміщення	38,6
105	Коридор	9,62
106	Спортивний зал	77
107	Спортивний зал	66,1
108	Кабінет	14,0
109	Підсодне приміщення	24,7
110	Кабінет	13,04
111	Сан. вузол	16,3
112	Сан. вузол	15,3
113	Житлова кімната	22,10
114	Сан. вузол	1,7
115	Житлова кімната	21,7
116	Кухня	24,2
117	Коридор	23,5
101	Коридор	28,5
102	Кімната консержа	11,3
103	Сан. вузол	5,5
104	Підсодне приміщення	38,6
105	Коридор	9,62
106	Спортивний зал	77
107	Спортивний зал	66,1
108	Кабінет	14,0
109	Підсодне приміщення	24,7
110	Кабінет	13,04
111	Сан. вузол	16,3
112	Сан. вузол	15,3
113	Житлова кімната	22,10
114	Сан. вузол	1,7
115	Житлова кімната	21,7
116	Кухня	24,2
117	Коридор	23,5

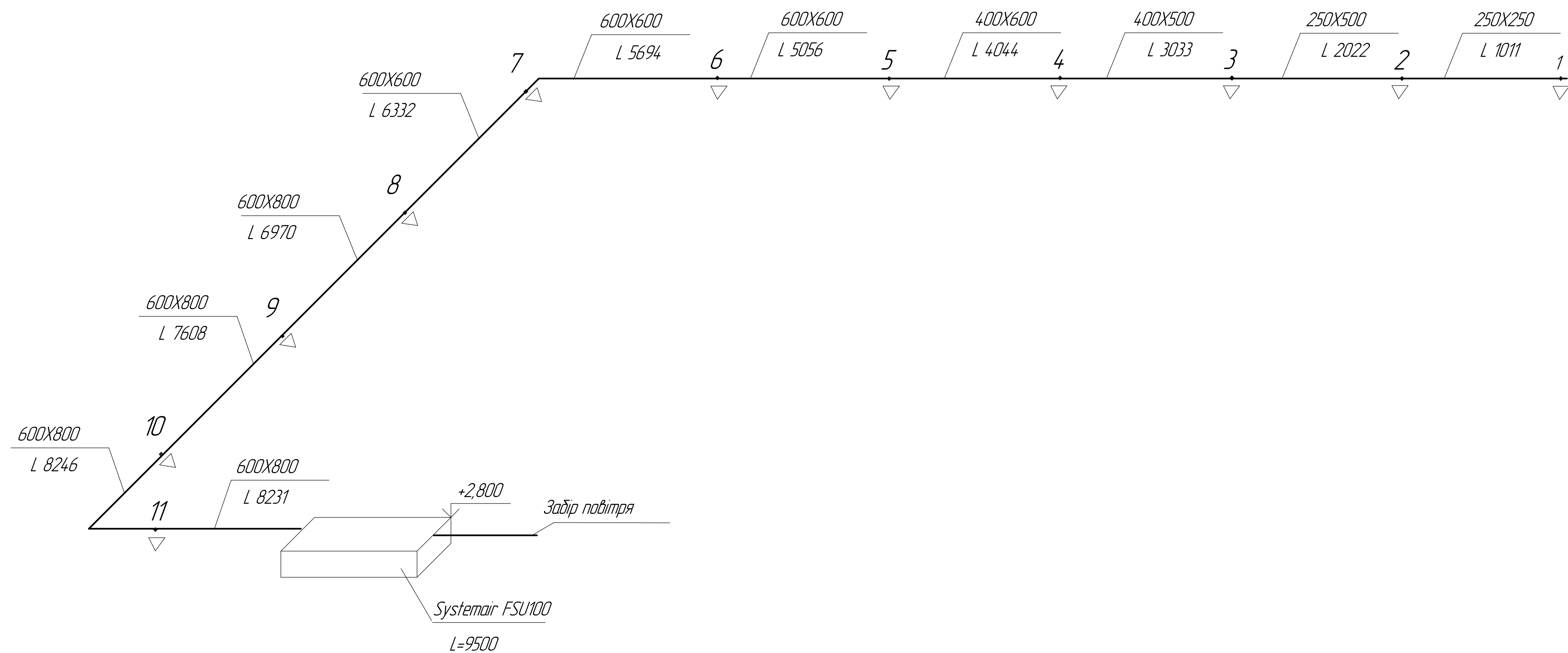
Складено					
Взам. шифр №					
Підп. і дата					
Шифр № подл.					

						08-13.МКР.007.05.000 ОВ		
						Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі		
Ізм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Система вентиляції	Старший	Лист
Розробив	Лукот М.І.						5	9
Керівник	Овдованська О.					Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані першого поверху експлікація приміщень		
Н. Контроль	Панкевич О.Д.					ВНТУ, ТГ-23м		
Рецензент	Кучеренко Л.В.							
Затверд.	Ратичук Г.С.							

Аксонометрична схема витяжної системи В-1

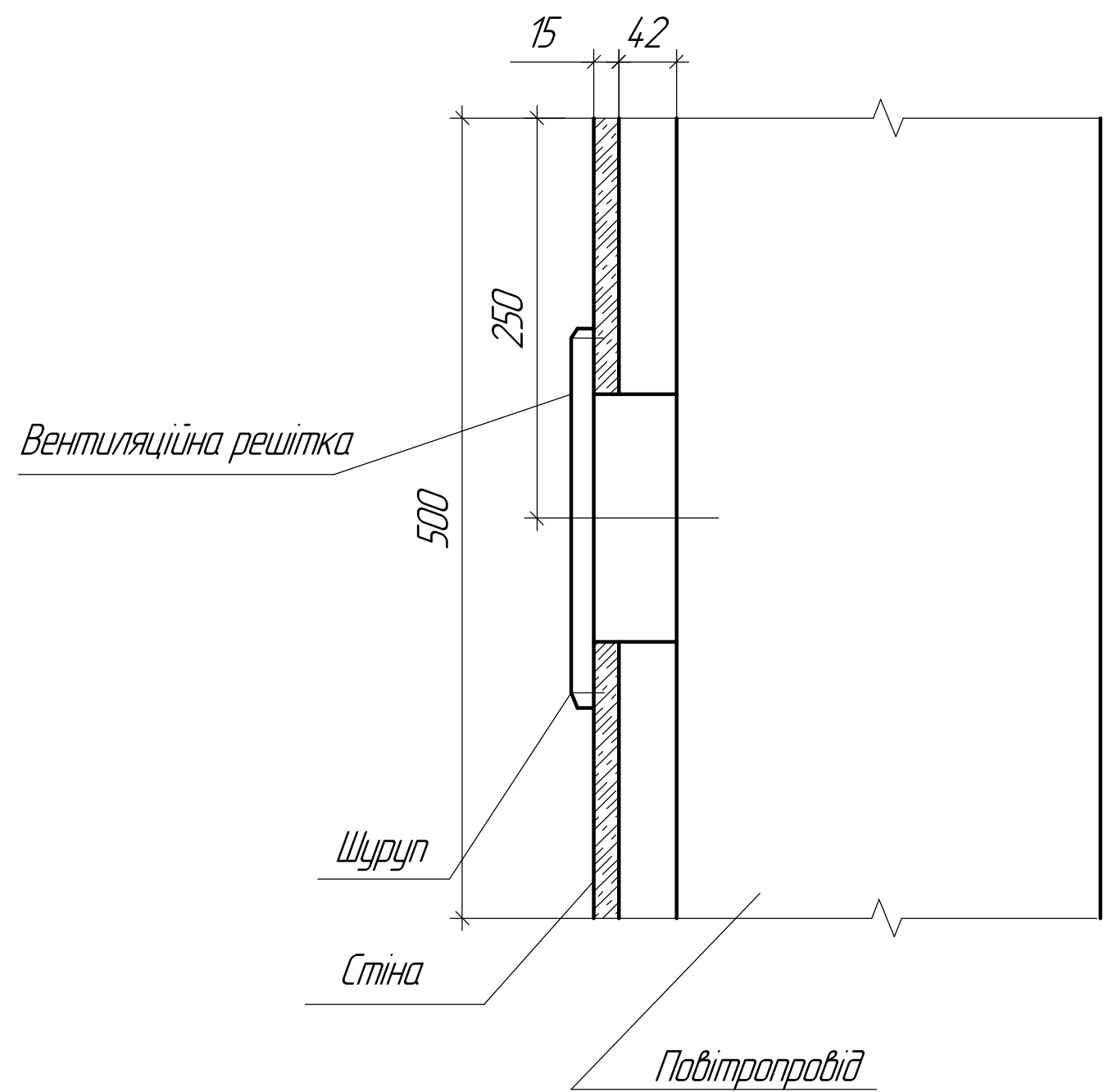
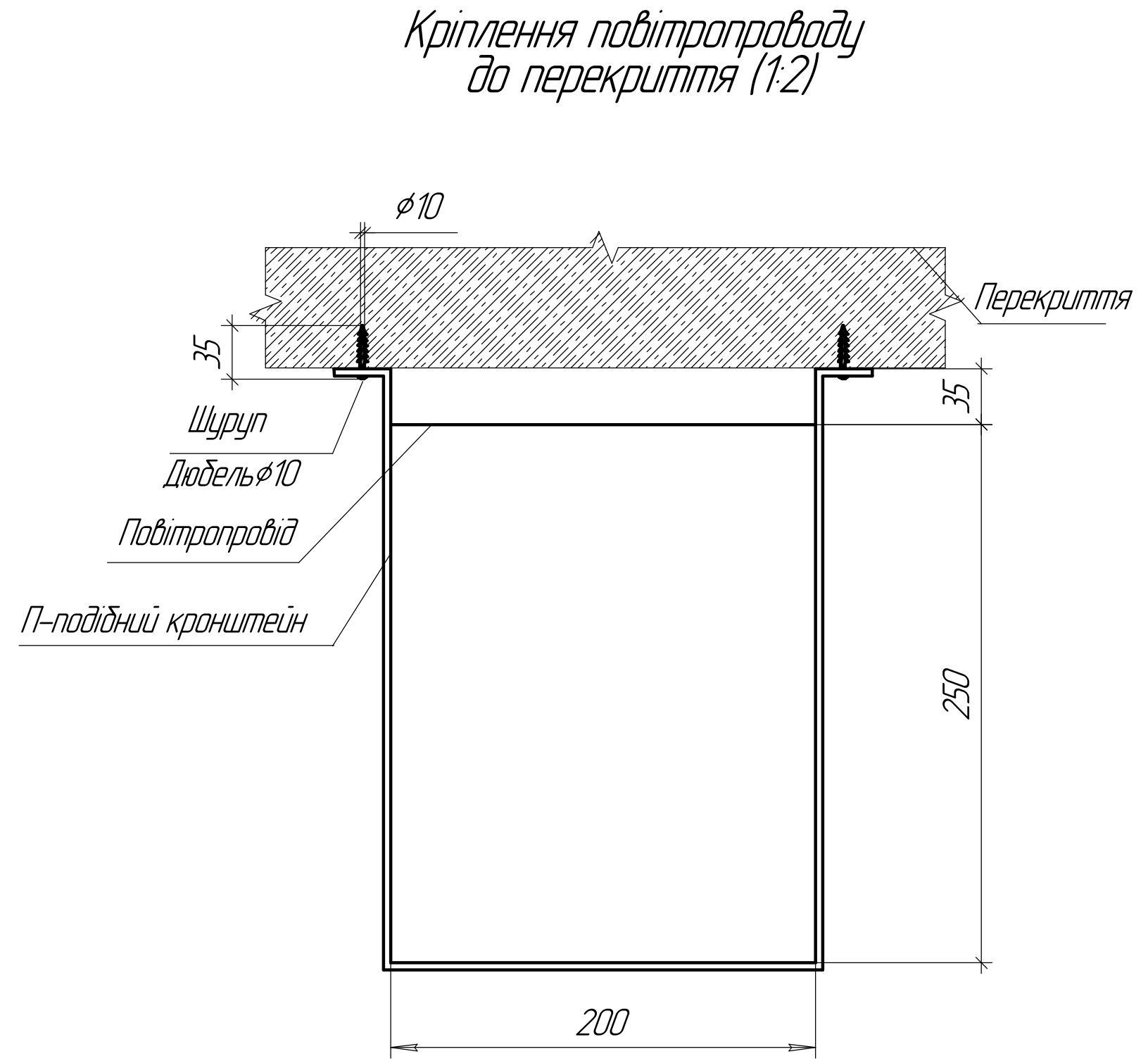
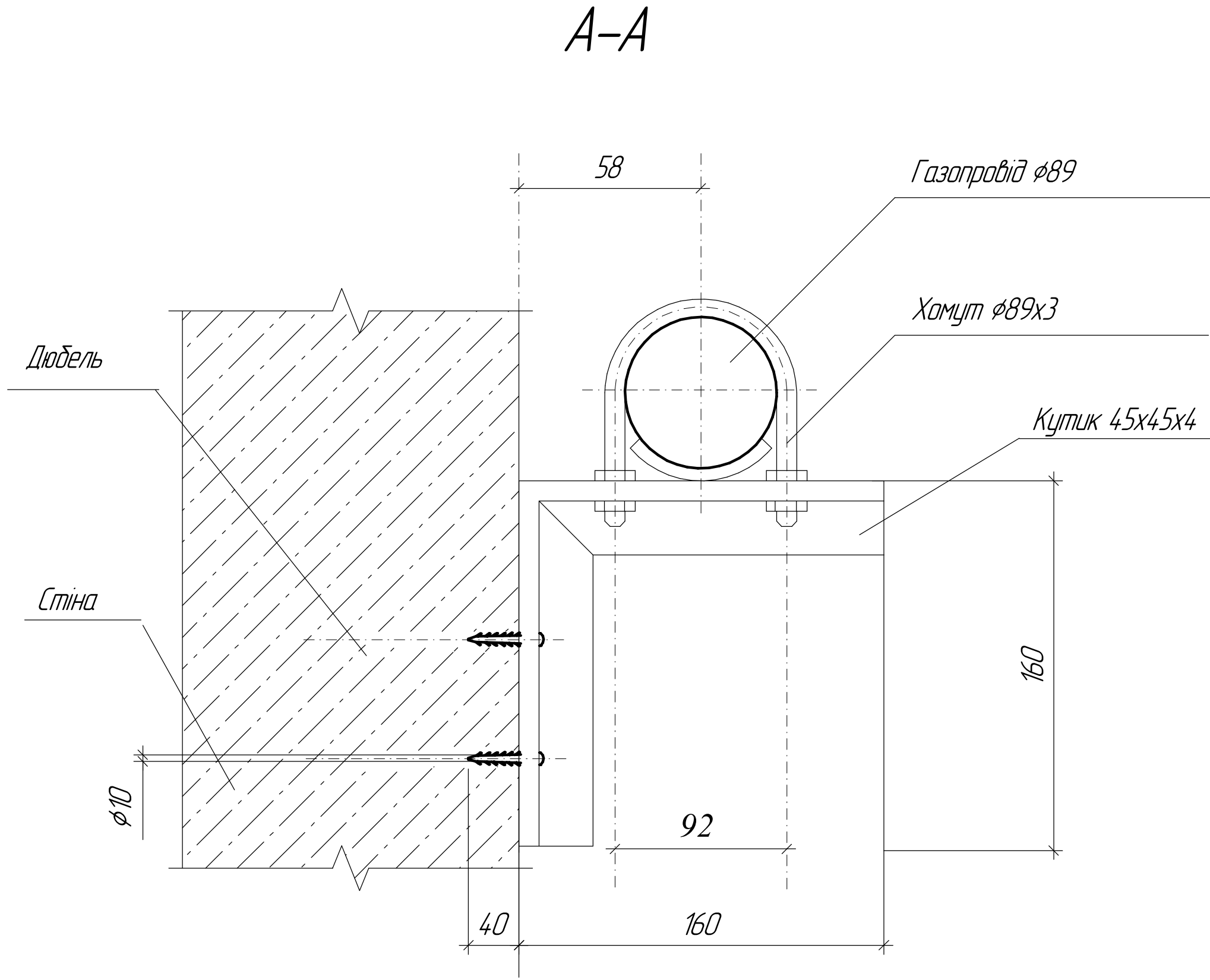
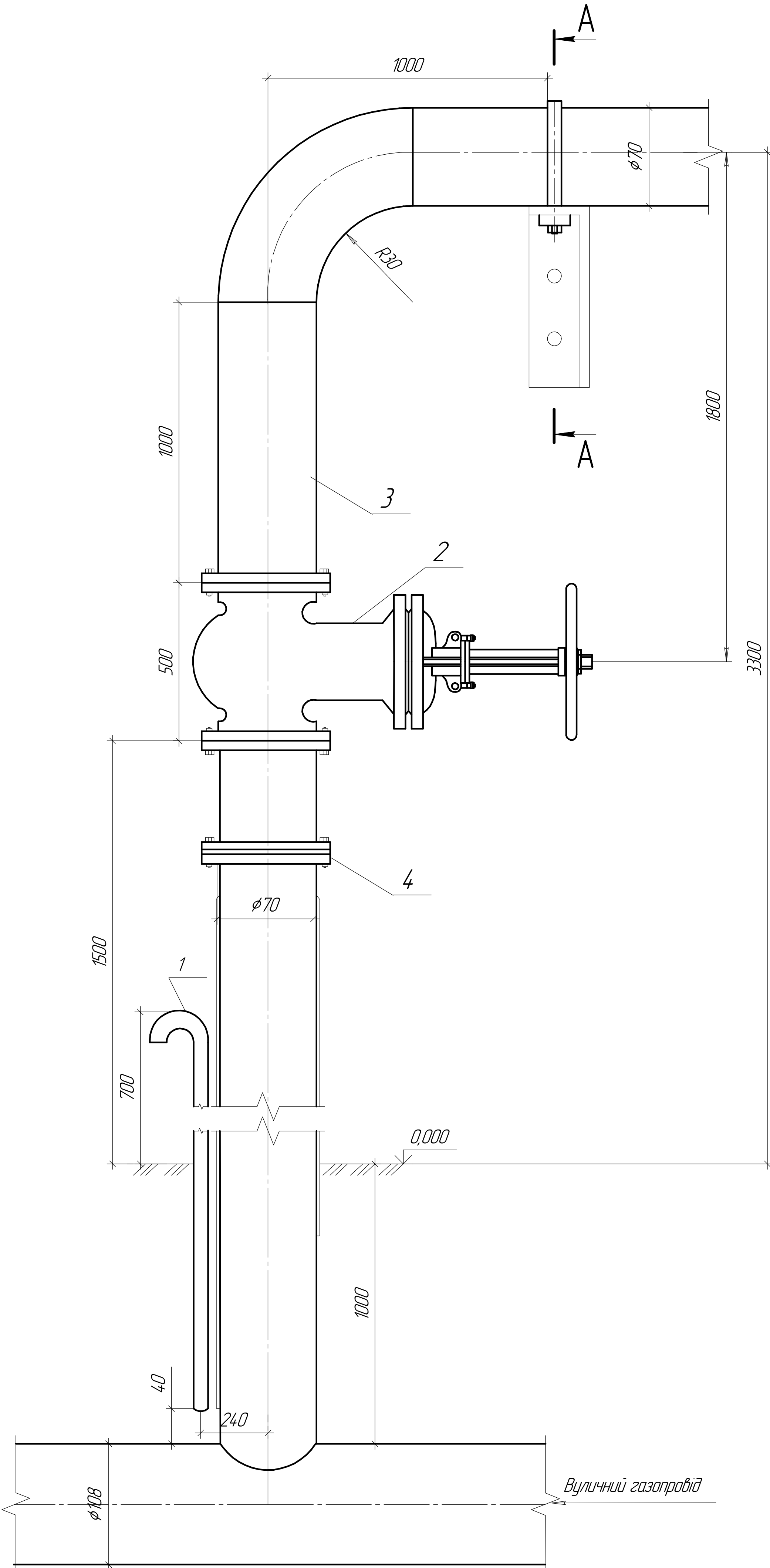


Аксонетрична схема припливної системи П-1



						08-13.MKP.007.06.000 OB											
						Системи газопостачання та вентиляції житлової будівлі											
						Ім'я	Колір	Лист	Архив	Підп.	Дата						
						Розробив:				Туркот М.А.							
						Керівник:				Ободянська О.							
						Система вентиляції											
												Стандарт	Лист	Листов			
												6		9			
						Н. Контроль				Ланкевич А.Д.							
						Рецензент				Кириченко Т.В.							
						Затверд.				Ротичук Г.С.							
						Аксонометрична схема витяжної системи В-1											
						аксонометрична схема припливної системи П-1											
															ВНТУ, ТГ-23М		

Вузол газопроводу (1:50)



<i>№ поз.</i>	<i>Найменування</i>
<i>1</i>	<i>Труба сталева електрозварна</i>
<i>2</i>	<i>Засувка</i>
<i>3</i>	<i>Труба</i>
<i>4</i>	<i>Ізольоване фланцеве з'єднання</i>

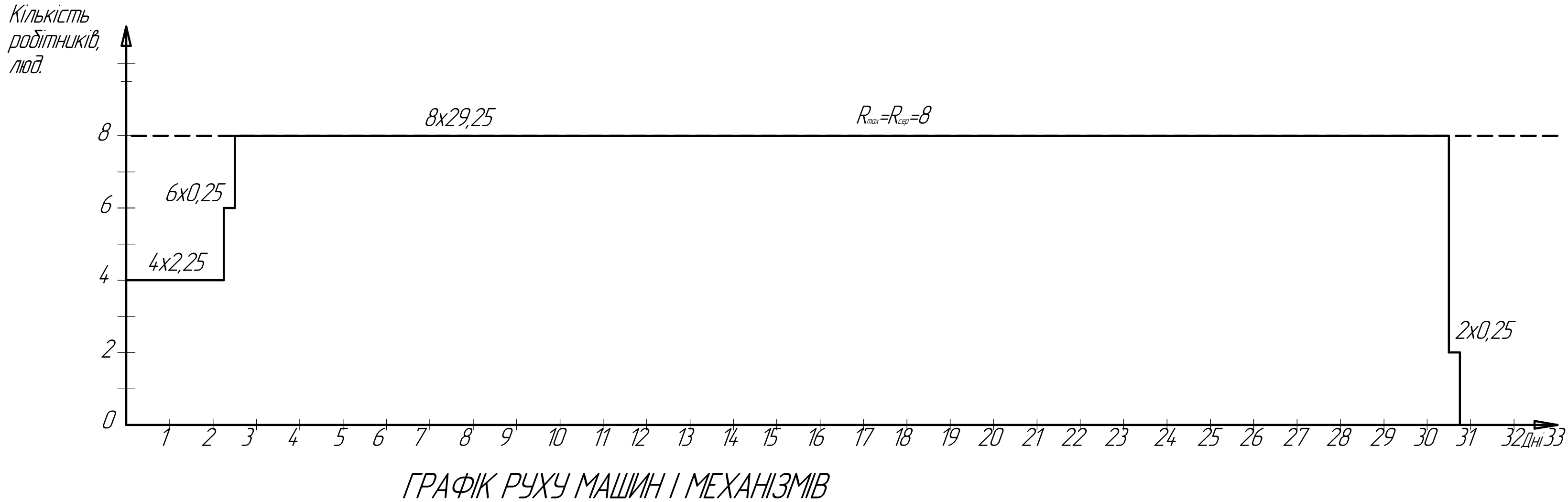
					<i>08-13.МКР.007.07.000 ГП</i>		
					<i>Системи газопостачання та вентиляції</i>		
<i>Ім'я</i>	<i>Колір</i>	<i>Лист №Док.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>житлової будівлі</i>		
<i>Розробив</i> Керішник		<i>Листок №1</i> Гуржот М.А. Слободяська О.			<i>Системи газопостачання та вентиляції</i>	<i>Сталій</i>	<i>Лист</i> 7
<i>Н. Контроль</i> Резиценти Запідб.		<i>Панькевич О.В.</i> Кучеренко Г.В. Ратичук І.С.			<i>Монтажний вузол газопроводу, кріплення підпроводу до перекриття, кріплення вентиляційної решітки до підпроводу</i>		<i>Листов</i> 9
					<i>ВНТУ, ТГ-23м</i>		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВЛАНШТУВАННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

[illegible]

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ

№ п/п	Позначения	Формула	Результат	Дл. бумпу
1	Q_{302}	$\sum Q_i$	229,4	мод-дн
2	T_{302}	_____	30,75	дн
3	R_{max}	_____	8	мод
4	$R_{сер}$	Q_{302} / T_{302}	8	мод
5	$T_{вст}$	_____	28,25	дн
6	$Q_{свдн}$	_____	-	мод-дн
7	a_1	$R_{сер} / R_{max}$	1	_____
8	a_2	$Q_{свдн} / Q_{302}$	0	_____
9	a_3	$T_{вст} / T_{302}$	0,92	_____

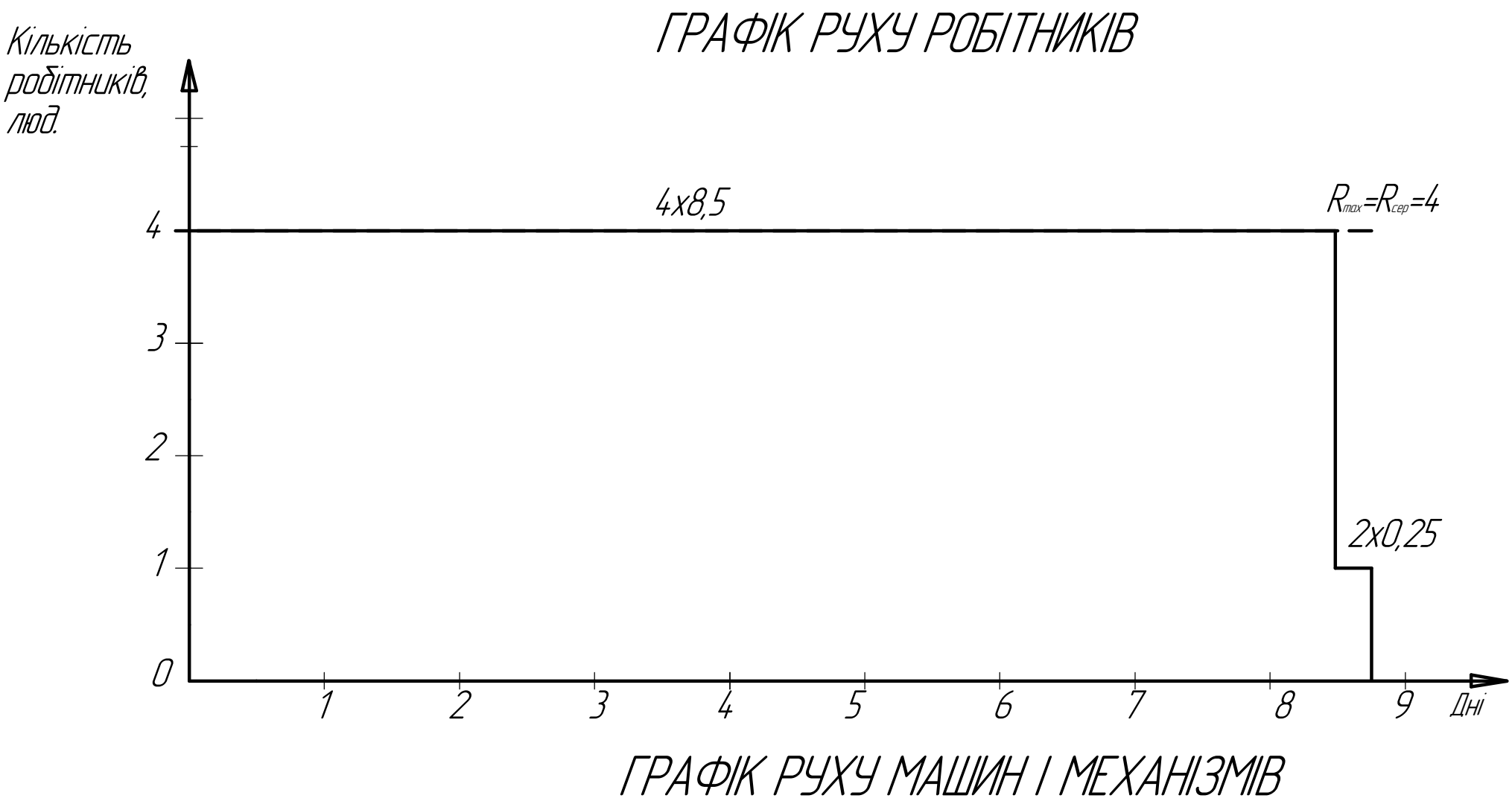
[illegible]

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

№ П/П	Норм. джерело	Найменування робіт	Один. вим.	Об'єм	Норма часу люд-год	Трудо-міст-кість, люд-дні	Виконавці		Трива-лість, дні	СІЧЕНЬ 2025 року								
							Кількість в бригаді людей	Кількість бригад		6	7	8	9	10	13	14	15	16
										1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1-1-1	Доставляння деталей і обладнання до місця монтажу	т	1,3	2,7	0,29	2	1	0,25	$\frac{2 \times 1}{0,25}$								
2	1-39-1	Розмітка місць прокладання повітроводів	100 м	0,62	3	0,2	2	1	0,25	$\frac{2 \times 1}{0,25}$								
3	20-1-9	Прокладання повітроводів розміром 250х250	100 м ²	0,058	239,7	151	2	2	0,5	$\frac{2 \times 2}{0,5}$								
4	20-1-10	Прокладання повітроводів розміром 250х500	100 м ²	0,087	207,4	1,96	2	2	0,5	$\frac{2 \times 2}{0,5}$								
5	20-1-11	Прокладання повітроводів розміром 400х500	100 м ²	0,104	156,06	1,77	2	2	0,5		$\frac{2 \times 2}{0,5}$							
6	20-1-11	Прокладання повітроводів розміром 400х600	100 м ²	0,116	156,06	1,97	2	2	0,5		$\frac{2 \times 2}{0,5}$							
7	20-1-11	Прокладання повітроводів розміром 600х600	100 м ²	0,319	156,06	5,41	2	2	15			$\frac{2 \times 2}{15}$						
8	20-1-12	Прокладання повітроводів розміром 600х800	100 м ²	0,476	126,14	6,53	2	2	175				$\frac{2 \times 2}{175}$					
9	20-13-8	Установка клапана	шт.	1	4,23	0,46	2	1	0,25						$\frac{2 \times 1}{0,25}$			
10	20-11-2	Установка металевих ґраток	шт.	2	2,96	0,64	2	1	0,5						$\frac{2 \times 1}{0,5}$			
11	20-12-7	Установка регулюючих ґраток розміром 250х350	шт.	16	1,82	3,17	2	1	175						$\frac{2 \times 1}{175}$			
12	20-12-7	Установка регулюючих ґраток розміром 250х250	шт.	3	1,82	0,60	2	1	0,5						$\frac{2 \times 1}{0,5}$			
13	20-51-1	Влаштування припливно-втяжного агрегату	шт.	1	9,23	1,02	2	1	0,5							$\frac{2 \times 1}{0,5}$		
14	3-12-5	Пусконаладжувальні роботи	вент.мер.	1	45	4,89	2	2	125								$\frac{2 \times 2}{125}$	
15	1-1-1	Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу	т	0,3	2,7	0,06	2	1	0,25									$\frac{2 \times 1}{0,25}$

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ

№ п/п	Позначення	Формула	Результат	Од. виміру
1	$Q_{\text{зоз}}$	$\sum Q_i$	30,48	люд-дні
2	$T_{\text{зоз}}$	—	9,75	дні
3	$R_{\text{пex}}$	—	4	люд
4	$R_{\text{сep}}$	$Q_{\text{зоз}} / T_{\text{зоз}}$	4	люд
5	$T_{\text{вст}}$	—	9,5	дні
6	$Q_{\text{код}}$	—	—	люд-дні
7	a_1	$R_{\text{сep}} / R_{\text{пex}}$	1	—
8	a_2	$Q_{\text{код}} / Q_{\text{зоз}}$	0	—
9	a_3	$T_{\text{вст}} / T_{\text{зоз}}$	0,98	—



Автомобіль Volkswagen LT	—								—
Підійомник "Лема" LM-WY10-10	—								
Ударна дріль DeWalt D21810KS	—								
Зварювальний апарат Forte KEDE 172	—								
Шуруповерт акумуляторний Bosch GSR 120-LI	—								