

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проект)

другий рівень (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему Методи покращення повітряного режиму житлових приміщень в умовах несприятливих екологічних впливів

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1929-мбгі
спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Міське будівництво та
господарство

(назва освітньої програми)

Намус Нуредін

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н, Савін В. О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.арх. Сазонова О.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра міського будівництва і господарства _____
Рівень вищої освіти магістр _____
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія _____
(код та назва)
Освітня програма Міське будівництво та господарство _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
« 14 » 09 20 20 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Намус Нуредін _____

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Методи покращення повітряного режиму житлових приміщень в умовах несприятливих екологічних впливів

керівник роботи доц., к.т.н. Савін В. О. _____

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

затверджені наказом ЗНУ від « 25 » 05 2020 року № 598-с

2 Строк подання студентом роботи 01.12.2020

3 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз дослідження якості зовнішнього і внутрішнього повітря по висоті будівель, розташованих на різній віддаленості від джерела, аналіз нормативних вимоги за визначенням оптимальної висоти огорожі повітря для будівель з приbliżеною механічною вентиляцією і рекомендувати величину повітрообміну в житлах, що забезпечує стандарти якості повітря

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням об'єктів креслень) Презентація із результатами аналітичних обґрунтувань наукових напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Савін В. О.		
2	Савін В. О.		
3	Савін В. О.		

7 Дата видачі завдання 14.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Літературний огляд	01.10	
2	Розділ 1	15.10	
3	Розділ 2	01.11	
4	Розділ 3	15.11	
5	Розробка графічної частини	20.11	
6	Оформлення роботи	25.11	
7	Попередній захист	01.12	

Студент
(підпис)

Намус Нуредін
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту)

(підпис)

Савін В. О.
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

Фостащенко О.М.
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Намус Нуредін. Методи покращення повітряного режиму житлових приміщень в умовах несприятливих екологічних впливів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.О. Савін. Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, кафедра міського будівництва і господарства, 2020.

Проаналізовані методи розрахунку, які дозволяють проектувальнику на початковій стадії проектування вибрати оптимальну висоту забору повітря для припливної механічної вентиляції в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі і необхідний повітрообмін в житлових приміщеннях з урахуванням точкових джерел.

Ключові слова: ДЖЕРЕЛА, НОРМАТИВНІ ВИМОГИ, ПОВІТРЯНИЙ РЕЖИМ БУДИНКІВ, ПОВІТРООБМІН, ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ, ПОВІТРЯНА ЧЕТВЕР, ПОВІТРОЗАБІР, ОКСИД ВУГЛЕЦЮ, МЕХАНІЧНА ПРИПЛИВНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ.

ABSTRACT

Namus Nuredin. The Methods of Improving the Air Regime of Residential Apartments in Conditions of Adverse Environmental Impacts.

Qualification final work for obtaining a master's degree in specialty 192 - Construction and Civil Engineering, supervisor V.O. Savin. Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhia National University, Department of Urban Construction and Economy, 2020.

The calculation methods are analyzed, which allow the designer at the initial stage of design to choose the optimal height of air intake for supply mechanical ventilation depending on the degree of air pollution along the height of the building

and the required air exchange in residential areas, taking into account point sources.

Keywords: SOURCES, REGULATORY REQUIREMENTS, AIR REGIME OF BUILDINGS, AIR EXCHANGE, RESIDENTIAL PREMISES, AIR QUARTER, AIR INTAKE, OXYPHANE OXIDE.

АННОТАЦИЯ

Намус Нуредин. Методы улучшения воздушного режима жилых помещений в условиях неблагоприятных экологических воздействий.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель В.А. Савин. Инженерный учебно-научный институт Запорожского национального университета, кафедра городского строительства и хозяйства, 2020.

Проанализированы методы расчета, которые позволяют проектировщику на начальной стадии проектирования выбрать оптимальную высоту забора воздуха для приточной механической вентиляции в зависимости от степени загрязненности наружного воздуха по высоте здания и необходимый воздухообмен в жилых помещениях с учетом точечных источников.

Ключевые слова: ИСТОЧНИКИ, НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ДОМОВ, ВОЗДУХООБМЕН ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ, ВОЗДУШНАЯ СРЕДА, ВОЗДУХОЗАБОР, ОКСИД УГЛЕРОДА, МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.

ЗМІСТ

Вступ	8
Розділ 1. Аналіз стану повітряного середовища житлових приміщень	11
1.1 Чинники, що впливають на якість повітряного середовища житлових приміщень	11
1.1.1 Повітряний режим житлових будівель	14
1.1.2 Системи вентиляції житлових будівель	15
1.2 Класифікація систем вентиляції	16
1.2.1 Основні недоліки	18
1.2.2 Конструктивні рішення	22
1.3 Основні природно-кліматичні чинники	31
1.4 Зовнішні джерела забруднення повітряного середовища житлових приміщень	33
1.4.1 Містобудівні чинники, що впливають на поширення викидів від точкових джерел	36
1.5 Висновки по розділу	41
Розділ 2. Розрахунок величини концентрації забрудника в припливному повітрі	43
2.1 Аналіз методики проведення розрахунку	43
2.2 Порівняння результатів розрахунку і натурних досліджень зовнішнього повітря	50
2.3 Висновки по розділу	54
Розділ 3. Аналіз рекомендацій щодо поліпшення якості повітряного середовища житла	56
3.1 Вибір варіантів принципів організації повітрообміну житлових приміщень в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря	56
3.2 Побудова номограм	64

3.3 Розміщення отвори приймального пристрою для забору зовнішнього повітря по висоті будівлі	68
3.4 Величини повітрообміну для житлової площі з умов боротьби з оксидом вуглецю (II) від точкових джерел.	74
3.5 Охорона праці. Загальні положення.	79
3.6 Пожежна безпека	80
3.7 Техніка безпеки при будівельних роботах	84
3.8 Висновки по розділу	88
Головні висновки	89
Список використаних джерел	90

ВСТУП

Актуальність теми. Повітряний режим сучасних будівель формується під впливом багатьох чинників. Одним з найважливіших чинників є міра забрудненості зовнішнього повітря.

Природна витяжна вентиляція не дозволяє контролювати рівень забрудненості внутрішнього повітря [1,4,5]. При використанні механічної вентиляції припливне повітря в міських умовах може також привести до погіршення якості повітряного середовища [7].

Сучасне міське повітря настільки забруднене різними шкідливими речовинами, що виникає трудність у виборі місця забору чистого повітря для вентилявання квартир [8,9,10]. При цьому у великих містах склалася стійка тенденція росту будівництва децентралізованих систем теплопостачання. Факт, що за останні роки зростає їх число на житлові райони. Збільшується кількість низьких і середніх по висоті викидів точкових джерел забруднення. Такі джерела особливо несприятливі для якості внутрішнього повітряного середовища жител багатоповерхових будівель прилеглих територій.

На сьогодні виникає необхідність в ретельнішому виборі місць для забору вентиляційного повітря, для того, щоб в житла не проникли газоподібні домішки. У чинних нині нормативних документах, що визначають вимоги до вибору місця забору повітря, враховується рівень забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі тільки до 2 м. У разі, коли на рівні 2 м не можна здійснювати забір повітря, його, як правило, розміщують над верхнім покриттям будівлі. Такий вибір недостатньо обгрунтований, оскільки на передпроектній стадії при виборі майданчика для будівництва неможливо передбачити рівень забрудненості по усій висоті будівлі, особливо від точкових джерел викиду (труб різної висоти).

Вказані чинники є причиною збільшення концентрації шкідливих домішок в повітрі жител великих міст. Якщо раніше було байдуже

відношення до мікроклімату житлових будівель, то тепер з'явилася потреба визначити нормативи якості повітря і повітрообміну [14,15,16].

У зв'язку з цим необхідно вирішити два завдання повітряного режиму : зовнішню (оцінка рівня забруднення зовнішнього повітря поблизу будівель, і вибір оптимальних місць розміщення забору повітря) і внутрішню (визначення необхідних повітрообмінів, що забезпечують стандарти якості повітря).

Мета роботи - аналіз методів оптимізації повітряного режиму будівель залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря і аналіз рекомендацій по поліпшенню якості повітряного середовища жител.

Цілі і задачі дослідження:

- проаналізувати дослідження якості зовнішнього і внутрішнього повітря по висоті будівель, розташованих на різній віддаленості від джерела;

- проаналізувати рекомендації по вибору варіантів принципів схем організації повітрообміну жител залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі;

- уточнити нормативні вимоги за визначенням оптимальної висоти огорожі повітря для будівель з припливною механічною вентиляцією і рекомендувати величину повітрообміну в житлах, що забезпечує стандарти якості повітря.

Об'єкт дослідження - житлові будівлі, що перебувають під впливом стаціонарних (точкових) джерел викиду.

Предмет дослідження - величина концентрації оксиду вуглецю в зовнішньому і внутрішньому повітрі по висоті будівлі.

Методи дослідження. Натурні дослідження, математичне моделювання, порівняльний аналіз, аналітичне узагальнення відомих наукових і технічних результатів.

Наукова новизна роботи:

- отримані напівемпіричні залежності величини концентрації CO в зовнішньому і внутрішньому повітрі від висоти фасаду будівель, розташованих на різній віддаленості від джерел;
- уточнені нормативні вимоги щодо вибору оптимального місця забору повітря для будівель з припливної механічної вентиляцією в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі;
- визначені величини повітрообміну для житлових приміщень з урахуванням джерел.

Практична значущість отриманих результатів полягає в наступному:

- створює науково-обґрунтовану базу для проектування систем вентиляції будівель;
- проаналізовані методи розрахунку, які дозволяють проектувальнику на початковій стадії проектування вибрати оптимальну висоту забору повітря для припливної механічної вентиляції в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі і необхідний повітрообмін в житлових приміщеннях з урахуванням точкових джерел.

Апробація результатів роботи. Результати роботи докладалися на XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів. ІННІ ЗНУ. -2020р. -240с. з доповіддю «Повітряний режим житлових будівель». [71]

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Містить 97 сторінок, 18 рисунків та 8 таблиць. Для написання даної роботи використано 71 літературних джерел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

1.1 Чинники, що впливають на якість повітряного середовища житлових приміщень

Аналіз літературних джерел [17,18,19,20,21,22,24,25,26,27,28,29, 30], у яких відбиті дослідження хімічного складу повітряного середовища жител показав, що в ній містяться велика кількість летких газоподібних неорганічних і органічних речовин, аерозолі важких металів та ін.

Гігієнічними вимогами [31] до повітряного середовища житлових будівель встановлені обмеження на зміст в повітрі квартир шкідливих і токсичних речовин.

Однією з фізичних характеристик домішок повітря є концентрація - маса речовини в одиницю об'єму повітря за нормальних умов, міліграма/м³. Концентрація домішок визначає фізичне, хімічне і інші види дії на людину і довкілля і є важливим показником комфортності і самопочуття людей в приміщеннях [33].

При оцінці впливу забруднюючих речовин на якість повітряного середовища жител важливо враховувати не лише планування будівель, якість внутрішніх поверхонь і вентиляцію, але і зовнішні джерела забруднення [1,4].

У зв'язку з цим чинником, що визначає рівень забруднення внутрішнього повітря жител, являються концентрації забруднюючих речовин в зовнішньому повітрі .

Повітрообмін приміщень ефективний, якщо зовнішня і внутрішня середовища досить чисті [36].

Величина потоку токсичних речовин визначається інфільтрацією зовнішнього повітря, вимушеною конвекцією, рециркуляцією повітря або їх комбінацією [37].

З території житлової забудови повітря, забруднене зовнішніми джерелами, потрапляє в житла, де інтегрується із забрудненнями внутрішніх джерел [18,38,39,40,41]. Потім, відпрацьоване повітря віддаляється витяжною вентиляцією і змішується із зовнішнім повітрям.

Повітря переміщається, як правило, від ділянок з високим тиском на ділянки з низьким тиском. Небажані надходження певних об'ємів зовнішнього повітря можуть відбуватися через отвори і тріщини в зовнішніх конструкціях будівлі із-за розрідження, що створюється роботою вентиляції [36]. Повітря, що поступає зовні, виявляється неконтрольованим і може переносити продукти горіння, вихлопні гази автотранспорту, відпрацьовані викиди, пари вуглеводнів та ін. [35].

Відомо, що більшість забруднюючих речовин, проникаючи в житла, мають високу токсичність і відносяться до 1 і 2 класу небезпеки [38,39,42,43,44,45,46,47,48,49,50]. Вони здатні накопичуватися в організмі людини, мають алергенну, канцерогенну активність, стимулюють розвиток патологічних відхилень [51,52,53,54, 55,56,57,58].

Зростає кількість промислового виробництва, чисельність автомобілів в містах швидко збільшується, а в той же час збільшується валовий викид шкідливих речовин, більшість з яких потрапляє всередину будівель. Показник виявлення забруднюючих речовин в повітрі міського середовища виріс в середньому з 65% в 1991 році до 75% в 2014 році [59,60].

Найбільш поширеною речовиною у викидах промислових підприємств і комунальних об'єктів є оксид вуглецю (II) - CO. У зв'язку з цим рівень забруднення повітря в приміщеннях, характерний для різних міст розвинених країн, досить високий [28,29,30].

Оксид вуглецю (II) міститься у викидах виробництв нафтохімічних, теплоелектроцентралей, вуглехімічний, алюмінієвих, коксохімічних, аміачної

селітри, аміаку, метилового спирту, органічного синтезу, синтетичного бензину та ін. [61].

Оксид вуглецю (II) завжди утворюється при спалюванні вуглецевмісних видів палива у присутності кількостей повітря, не достатніх для повної освіти CO₂. Згідно з підрахунками, в атмосферу викидається 12,7 млн. т З в рік, у зв'язку з чим цей газ, не рахуючи CO₂, слід вважати одним з найістотніших (у кількісному співвідношенні) газоподібних забруднень повітря [62].

Викид його складає від 70-80% від загального об'єму викидів стаціонарних джерел [33,63,64].

Крім того, оксид вуглецю (II) є консервативною домішкою і може бути видалений з приміщення тільки за допомогою вентиляції [64].

Гігієнічне значення З визначається тим, що він утворює сильний координаційний зв'язок з атомом заліза в молекулі гемоглобіну з утворенням карбоксигемоглобіну (HbCO). Спорідненість З до гемоглобіну більше, ніж в 200 разів сильніше, ніж у кисню. Тому 0,1% З в повітрі зв'язує таку ж кількість гемоглобіну (50%), що і кисень [63,65,66,67].

Значення гранично-допустимої концентрації (ГДК) З в атмосфері населених місць складає 5 міліграм/м (максимально-разова - ПДК_{мр}) і 3 міліграми/м (середньодобова - ПДК_{ср}). Значення ГДК в житлах - 3 міліграми/м [68, 69, 70].

Розподіл забруднюючих речовин по висоті житлових будівель має певний характер. Так, наприклад, спостерігається збільшення вмісту радону на нижніх поверхах і зменшення на верхніх в житлових будівлях з великим відсотком зносу [36]. Аналогічна картина складається з діоксидом азоту по висоті фасаду житлової будівлі від інтенсивної магістралі (понад 2500 авт./час) на відстані 50 м .

Інтерес представляють дослідження на вміст забруднюючих речовин між поверхами у багатоповерхових будівлях, що перебувають під впливом точкових джерел викиду безперервної дії (автономних котельних установок),

що важливо при виборі варіанту принципової схеми організації повітрообміну жител.

Нині існує дефіцит знань про взаємозв'язок якості зовнішнього і внутрішнього повітря для жител, що перебувають під впливом стаціонарних (точкових) джерел великих міст.

1.1.1 Повітряний режим житлових будівель

Процеси переміщення повітря усередині приміщення, рух його через обгороджування і отвори в обгороджуваннях, обтікання будівлі повітряним потоком і взаємодія будівлі з повітряним довкіллям називається повітряним режимом.

Концентрації шкідливих домішок в повітрі приміщення залежать від повітряного режиму будівлі.

Повітряний режим сучасних будівель формується під впливом багатьох чинників [5].

Відчуття комфорту людьми може формуватися під впливом чинників, не пов'язаних з температурною обстановкою. Одним з найважливіших чинників є міра забрудненості зовнішнього повітря.

Повітрообмін приміщень, що визначає якість повітряного середовища, розглядається як гігієнічний показник, що обумовлює газовий склад повітря і повітряний комфорт людини, що забезпечує, в закритому приміщенні .

Повітряний режим залежить від вживаної системи вентиляції у будівлі (п.1.1.2). В умовах роботи природної витяжної вентиляції повітряний режим стає некерованим. Це призводить до того, що в житла поступають забрудники від зовнішніх джерел.

Механічна припливна вентиляція в міських умовах не завжди може створити повітряний режим, який забезпечував би стандарти якості повітря усередині приміщення . На початковій стадії проектування системи

вентиляції неможливо передбачити рівень забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі (вище 2 м), що знижує ефективність аерації.

Внутрішнє середовище житлових будівель формується конструкціями, що в основному захищають, і інженерними пристроями.

Рекомендований об'єм свіжого повітря, що поступає в житло, встановлений на підставі вуглекислого газу в приміщенні .

Окрім цього, потрібно обґрунтування величини повітрообміну в приміщеннях залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря від зовнішніх джерел викиду.

Інтенсивність фільтрації повітря через обгороджування визначається різницею тисків з двох сторін конструкції, пояснюється їх пористістю, наявністю тріщин і отворів .

Газоподібні домішки можуть поступати в приміщення через систему вентиляції, через стики і пори у будівельних конструкціях .

У сучасному будівництві широко застосовують збірні полегшені конструкції з нових ефективних матеріалів. Найважливішим є процес проникнення повітря через конструкції (інфільтрація в стикових з'єднаннях), що захищають, і його вплив на гігієнічні властивості будівлі .

У зв'язку з цим необхідно об'єднати два завдання повітряного режиму : зовнішню (вибір оптимальних місць розміщення забору повітря) і внутрішню (визначення необхідних повітрообмінів, що забезпечують стандарти якості повітря).

1.1.2 Системи вентиляції житлових будівель

Якість повітряного середовища приміщень нерозривно пов'язана з вентиляцією [35]. У більшості багатоповерхових житлових будівлях застосовується витяжна вентиляція з природним імпульсом. На сьогодні рекомендується облаштування припливної механічної вентиляції і в житлових будівлях [5].

У міських умовах механічна вентиляція може привести до погіршення якості внутрішнього повітря. Діючі норми [13] регламентують дотримання ГДК шкідливих речовин на заборах повітря і в повітрі населених пунктів, місце розміщення приймальних пристроїв для огорожі зовнішнього повітря (низ отвору для приймального пристрою слід розміщувати не нижче 2 м від рівня землі). Вимоги по обліку величини концентрації забруднюючих речовин в зовнішньому повітрі по висоті будівель на території житлової забудови, що перебуває під впливом точкових джерел (автономних теплогенеруючих джерел), для вибору оптимального місця забору повітря в нормах відсутні. У зв'язку з цим, як правило, концентрації в зовнішньому повітрі по висоті будівлі, особливо газоподібних забрудників, при проектуванні системи вентиляції житлових забудов не визначаються. Це неможливо зробити на передпроектній стадії при виборі майданчика для будівництва.

Перераховані чинники здатні значною мірою вплинути на санітарний стан внутрішнього повітряного середовища забудованих територій. Нормативні вимоги до облаштування місця огорожі зовнішнього повітря вимагають перегляду.

1.2 Класифікація систем вентиляції

Залежно від способу спонукання повітря до руху вентиляція ділиться на природну, або гравітаційну, і механічну.

Під природним повітрообміном розуміється обмін повітря в приміщеннях, що відбувається через не щільність обгороджувальних в силу дії природних чинників. Він повинен враховуватися при розрахунку вентиляційних облаштувань житлових будівель.

Природний повітрообмін складається з двох процесів: просочування повітря в приміщення, що називається інфільтрацією, і просочування повітря з приміщення, що називається ексфільтрацією.

Причинами природного повітрообміну є різниця температур зовнішнього і внутрішнього повітря, що створюють тепловою і вітровою натиски - різниця тисків між зовнішньою і внутрішньою сторонами обгороджувальних.

У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється за допомогою вентиляторів .

Істотне значення для вдосконалення вентиляційних пристроїв у багатоповерхових житлових будівлях мають «Технічні рекомендації по організації повітрообміну в квартирах багатоповерхової житлової будівлі» . Цей документ рекомендує різні вентиляційні системи:

1. при природному припливі: витяжна з природним імпульсом; витяжна з механічним спонуканням, централізована; витяжна з механічним спонуканням, індивідуальна; 2. при механічному централізованому припливі: витяжна з природним імпульсом; витяжна з механічним спонуканням, централізована; 3. з механічним централізованим припливом і витягом; 4. з механічним індивідуальним припливом і витягом; 5. з механічним індивідуальним припливом і централізованим витягом.

2. при застосуванні припливно-витяжної вентиляції в житлових багатоповерхових будівлях рекомендується установка теплоутилізаторів повітря (при техніко-економічному обґрунтуванні), що видаляється, які можуть дообладнуватися установками для охолодження і зволоження повітря .

При витяжній системі вентиляції з природним імпульсом повітря поступає в приміщення через нещільність або спеціальні отвори в зовнішніх обгороджуваннях. Проте у ряді випадків внаслідок дії вітру і інших чинників, що впливають на повітрообмін, ця нещільність або отвори можуть виявитися бездіяльними, а іноді і працювати на витяг. Тому вказану в рекомендаціях припливну систему вентиляції з природним імпульсом потрібно розглядати умовно. Документ рекомендує квартири верхніх поверхів при цій системі вентиляції обладнати витяжними вентиляторями.

3. при облаштуванні витяжної вентиляції в кімнатах квартири приймається наступний повітрообмін: житлові кімнати - $0,5 \text{ м}^3/\text{г}$; кухні - $3,0 \text{ м}^3/\text{г}$; ванні кімнати - $1,5 \text{ м}^3/\text{г}$; туалети – $2,5 \text{ м}^3/\text{г}$.

Повітря поступає через нещільність в конструкціях, що захищають, і йде через витяжні отвори в атмосферу. Середній повітрообмін в квартирі визначається як частку від ділення загальної кількості повітря, що видаляється, на об'єм квартири.

Розрізняють також припливно-витяжну систему вентиляції квартир, поєднану з повітряним опалюванням .

Тривала багаторічна експлуатація великої досвідченої будівлі і виконані економічні розрахунки показали доцільність поєднання системи припливної вентиляції з опалюванням. Проте в цій системі з гігієнічних міркувань не допускається рециркуляція повітря між квартирами .

1.2.1 Основні недоліки

У більшості багатоповерхових житлових будівлях застосовується витяжна вентиляція з природним імпульсом.

Враховуючи дані літературних джерел, можна констатувати, що частенько в квартирах не забезпечується необхідний повітрообмін. Встановлено, що він багато в чому залежить від зміни зовнішньої температури, дії вітру, планування квартир. Можливе часткове перетікання повітря з однієї квартири в іншу. Крім того, природна вентиляція не може контролювати рівень забрудненості внутрішнього повітря.

Видалення зовнішніх, таких, що поступають в житло разом із зовнішнім повітрям, і внутрішніх забруднюючих речовин, лягати на систему природної вентиляції. Недооцінка впливу повітрообміну на стан повітряного середовища в житлах призводить до істотного погіршення самопочуття людей, що проживають в них. Вентиляція - один з основних

чинників інженерного забезпечення будівель, що визначає комфортність місця існування і здоров'я жителів [5,35].

Натурними випробуваннями встановлені недоліки повітряного режиму житлових будинків . До цих недоліків відносяться:

1. надмірна інфільтрація зовнішнього повітря в квартирах нижніх поверхів і навітряного фасаду, яка спричиняє за собою підвищену рухливість повітря, а також забруднення повітряного середовища жител від зовнішніх джерел;
2. перетікання повітря через вхідні двері квартир і сходову клітину, а також через іншу нещільність внутрішніх огорожень будівлі з квартир нижніх поверхів і навітряного фасаду в квартири верхніх поверхів і завітреного фасаду порушує повітряний режим і неприпустимо за гігієнічними вимогами;
3. недостатня інфільтрація зовнішнього повітря, а частенько ексфільтрація внутрішнього повітря в квартирах верхніх поверхів, що фактично вентилуються повітрям, вже забрудненим в інших квартирах, як від внутрішніх, так і від зовнішніх джерел;
4. нерівномірність роботи природної витяжної вентиляції з нерегульованими жалюзійними решітками як в різних квартирах одночасно, так і в цілому у будівлі впродовж опалювального сезону.

Таким чином, вказані недоліки проявляються і у будівлях звичайної (до 5 поверхів) поверховості. Але особливо істотне їх значення у будівлях підвищеної поверховості, доля яких в житловому будівництві неухильно зростає.

Повітряний режим будівлі знаходиться в прямій залежності від подання тепла : завищення її понад нормативну потребу призводить до зайвого провітрювання квартир, і навпаки. У літній період дія зовнішніх джерел забруднення на повітряне середовище жител посилюється.

Численні експериментальні дослідження свідчать, що головною причиною відмічених недоліків повітряного режиму житлових будинків є

негерметична внутрішніх обгороджувачів квартир, наявність незапланованих трактів для переміщення повітря. До них відносяться щілини в притворах вхідних дверей в квартири, нещільність в місцях сполучень міжповерхових перекриттів і вертикальних обгороджувачів, проходження інженерних комунікацій та ін., через які переміщається повітря в об'ємі, сумірному з нормативною продуктивністю витяжної вентиляції.

Повітряний баланс квартир міняється при зміні погодних умов. При пониженні температури зовнішнього повітря збільшується доля гравітації складової в різниці тиску зовні і усередині житлового будинку, що призводить до збільшення витрат інфільтрації через вікна на усіх поверхах будівлі. Істотніше це збільшення позначається на нижніх поверхах будівлі. Збільшення швидкості вітру при незмінній температурі зовнішнього повітря викликає збільшення тиску тільки на навітряному фасаді будівлі. Найбільш сильна зміна швидкості вітру впливає на перепади тисків верхніх поверхів високих будівель. Швидкість і напрям вітру чинять сильнішу дію на розподіл повітряних потоків в системі вентиляції і витрати інфільтрації, чим температура зовнішнього повітря [5].

Усередині висотних будівель виникають повітряні потоки, що вимагає спеціальних рішень. Це шлюзування входів у будівлю, шлюзування сходових секцій, висока герметизація міжповерхових перекриттів [6].

Дослідники відзначили, що висотні будівлі з точки зору екології мають позитивну сторону - від автотранспорту шкідливі речовини в умовах міської забудови концентруються нижче 5 поверху [17]. Такі закономірності по висоті будівлі характерні від пересувних (низьких) джерел викидів. Від точкових джерел (особливо середньої і малої потужності) забруднене повітря може проникнути в житлові приміщення верхніх поверхів.

При аналізі роботи вентиляційних облаштувань будівель масового будівництва було визнано недостатню наявність витяжної вентиляції з природним імпульсом тільки з санітарних вузлів (за відсутності в житлових кімнатах). За наявності гарантованого механічного спонукання на витягу з

санітарних вузлів вентилятор, що розвиває досить великий натиск, може створити необхідну розрядку в квартирі, підсмоктати зовнішнє повітря через щілини віконних отворів і забезпечити таким чином в житлових кімнатах необхідний вентиляційний повітрообмін. Проте при такій системі неминучий вступ повітря через нещільність віконних отворів, особливо при низьких температурах зовнішнього повітря, причому забрудненого. Крім того, відсутність спеціальних вентиляційних пристроїв в житлових кімнатах може привести до порушення нормальних температурних умов.

У зв'язку з цим для організованого припливу повітря в житлові кімнати використовують спеціальні вентиляційні пристрої («хлопавки», припливні підвіконні прилади).

Проте різні варіанти децентралізованого припливу мають загальні недоліки. По-перше, в них припливне повітря поступає в приміщення без необхідного очищення. Очищення потрібне навіть для верхніх поверхів, оскільки у великих промислових центрах навіть на великих висотах зовнішнє повітря може бути забрудненим. По-друге, відзначається нерівномірність роботи децентралізованого припливу внаслідок дії вітру. Надмірний натиск і розрідження, вітри, що виникають під дією, у зовнішньої поверхні будівлі і, отже, у огорожних отворів припливних пристроїв, збільшують і зменшують кількість припливного повітря.

Централізована припливна вентиляція з механічним спонуканням в міських умовах може привести до забруднення повітряного середовища газоподібними домішками [10,11], оскільки в припливній камері здійснюється очищення тільки від механічних домішок.

Усі ці чинники послужили причиною підвищення громадської уваги до якості повітря і вентиляції житлових будівель. Якщо раніше було байдуже відношення до мікроклімату житлових будівель, то тепер з'явилася потреба визначити нормативи якості повітря і повітрообміну [7].

Викладені недоліки свідчать про доцільність вдосконалення вентиляційних пристроїв у багатоповерхових житлових будівлях за рахунок

застосування припливно-витяжної вентиляції з ретельним вибором оптимальної висоти огорожі повітря. Довгий час система вентиляції залишилася без корінної зміни, оскільки жителі не відразу відчують дію на здоров'я неефективної роботи вентиляційних систем.

1.2.2 Конструктивні рішення

Природна вентиляція.

ДБН В. 2.2-15:2015 «Житлові будинки» рекомендує наступну схему повітрообміну квартир : зовнішнє повітря поступає через відкриті кватирки житлових кімнат і віддається через витяжні ґрати, встановлені в кухнях, ванних кімнатах і туалетах [93]. Повітрообмін квартири має бути не менш однією з двох величин : сумарної норми витягу з туалетів, ванних кімнат і кухні, яка залежно від типу кухонної плити складає 110-140 м/ч, або норми припливу, рівної 3 м/ч на кожного 1м житлової площі [13]. У типових квартирах, як правило, перший варіант норми виявляється вирішальним, в індивідуальному - другий.

У житлових будівлях масової забудови традиційно виконується природна витяжна вентиляція. На початку масового житлового будівництва застосовувалася вентиляція з індивідуальними каналами від кожних витяжних решіток, які з'єднувалися з витяжною шахтою безпосередньо або через збірний канал на горищі У будівлях до чотирьох поверхів ця схема застосовується досі. У високих будинках для економії місця через кожні чотири - п'ять поверхів декілька вертикальних каналів об'єднувалося одним горизонтальним, від якого далі повітря спрямовувалося до шахти по одному вертикальному каналу.

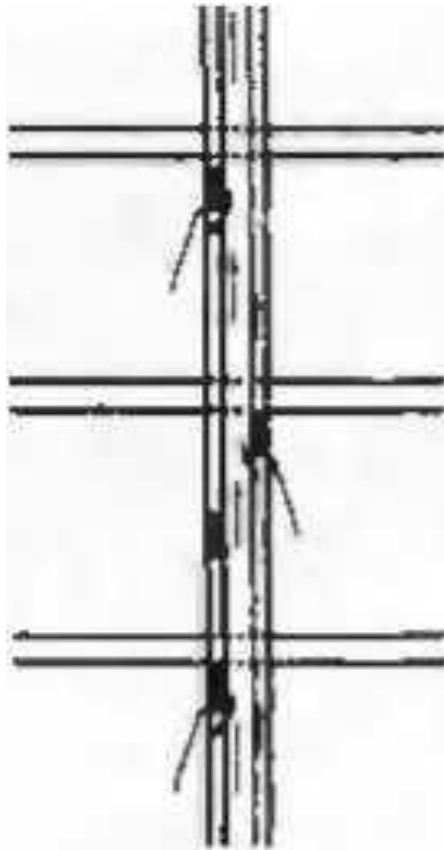


Рисунок 1.1 - Об'єднання вертикальних каналів від окремих поверхів в загальний вертикальний канал

Нині принциповим рішенням систем природної витяжної вентиляції багатоповерхових будівель є схема, що включає вертикальний збірний канал, - "ствол" - з бічними відгалуженнями - "супутниками" (рис. 1.1). Повітря поступає у бічне відгалуження через витяжний отвір, розташований в кухні, ванній кімнаті або туалеті і, як правило, в міжповерховому перекритті над наступним поверхом перепускається в магістральний збірний канал. Така схема значно компактніше за систему з індивідуальними каналами, може бути аеродинамічною стійкою.

Кожна вертикаль квартир може мати два "стволи": по одному здійснюється транзит повітря з кухонь, по іншому - з туалетів і ванних кімнат. В типових будівлях основним елементом системи природної вентиляції є поверховий вентблок. У будівлях, що будуються по індивідуальних проектах,

витяжні повітроводи найчастіше виконуються в металі.

Вентблок включає ділянку магістрального крапала одного або декількох бічних відгалужень, а також отвір, сполучаючи вентблок з обслуговуваним приміщенням. Зараз бічні відгалуження підключаються до магістрального каналу через 1 поверх, тоді як більше ранні рішення передбачали підключення через 2-3 і навіть через 5 поверхів. Міжповерховий стик вентблоків є одним з самих ненадійних місць системи витяжної вентиляції. Відзначалися випадки негерметичного закладення стику між блоками. Усе це призводить не лише до небажаного перерозподілу повітряних потоків, але і до перетікання повітря через вентиляційну мережу з одних квартир в інші.

За наявності у будівлі тільки одного витягу повітря, що видаляється, відшкодовується припливом за рахунок інфільтрації через нещільність притворів вікон, дверей, щілини і пори конструкцій зовнішніх обгороджувальних стін.

Регулювання об'ємів припливного повітря за допомогою відкривання фрамуг в спробах стабілізації роботи вентиляції часто призводить до вихолодження нижньої зони приміщень і створення в них дискомфортного мікроклімату.

Для поліпшення дії витяжної вентиляції з природним імпульсом у багатоповерхових житлових будівлях замість горищних коробів, що зв'язують вертикальні витяжні канали з кухонь і санітарних вузлів з витяжними шахтами, організовується тепле горище заввишки близько 1,9 м в цілях скорочення тепловтрат. Уперше він був створений на початку 1960-х років за ініціативою Г. Н. Львова, М.М. Грудзинського, В. М. Іванова. Таке тепле горище, ізольований посеційно вертикальними стінками з температурою повітря не нижче 14 °С, призначається для об'єднання тих, що відкриваються в нього усіх вертикальних витяжних каналів від секції будівлі і відведення через цю замкнуту місткість над секцією будівлі в одну, призначену для цієї секції витяжну шахту.

Витяжна система вентиляції з природним імпульсом і теплим горищем широко застосовується у багатоповерхових житлових будівлях. Основні дефекти цієї системи обумовлені недостатньою герметичністю теплового горища і утепленням його конструкцій, що захищають, а також недотриманням правил облаштування витяжних шахт.

У приміщення при природній вентиляції повітря потрапляє через вікна і двері. Для цього кожне вікно навіть в закритому стані повинне пропускати повітря (за наявності перепаду тиску DP зовні і усередині приміщення). Ця властивість і називається повітропроникністю. По нормах вона не повинна перевищувати 6 кг/м год при величині $DP=10$ Па, що відповідає швидкості вітру на вулиці 15 км/год. Опір повітропроникності сучасних вікон в 15-22 рази вищий, ніж старих, виготовлених за традиційною технологією .

Таким чином, при природній витяжній вентиляції вікна грають роль припливних пристроїв. З одного боку мала повітропроникність вікон призводить до небажаного скорочення повітрообміну, а з іншої - до економії теплоти на підігрівання інфільтраційного повітря. При недостатній інфільтрації вентиляція здійснюється через відкриті кватирки, через які поступають забруднюючі речовини від зовнішніх джерел.

Природне провітрювання через вікна не дає задовільного рішення проблеми, оскільки залежить від багатьох випадкових чинників. Залежно від погоди, сили і напрямку вітру повітрообмін в приміщенні може бути то недостатнім, то занадто великим (до 3-4 м³год), що впродовж опалювального періоду призводить до збільшення тепловтрат. У перспективі слід чекати постійного посилення вимог до теплоізоляції будівельних конструкцій, як це відбувається у більшості економічно розвинених країн з аналогічним кліматом, наприклад, в Німеччині, при цьому неконтрольоване проникнення повітря через вікна стане практично неможливим, тому для провітрювання приміщень знадобиться застосування припливно-витяжних систем механічної вентиляції.

Таким чином, в другій половині ХХ століття в квартирах

рекомендувалося облаштування припливно-витяжної системи вентиляції з механічним спонуканням з припливом повітря в житлові кімнати і витягом з кухонь і санітарних вузлів [5,7]

Механічна система вентиляції

Відсутність організованого припливу служить причиною нестійкої роботи витяжних систем. Внаслідок порушення рівноваги припливу і витяжки, особливо ІОЦ дією вітру, може відбуватися перекидання тяги, що викликає зверни у про циркуляцію повітря тому більш стійкою є механічна вентиляція.

Впровадження механічної припливно-витяжної вентиляції (рис. 1.2) в масове будівництво пов'язане з поліпшенням умов експлуатації, а також рішенням низки конструктивних запитань.

За кордоном отримали поширення в житловому будівництві механічні системи витяжної вентиляції, особливо для будівель підвищеної поверховості . Ці системи відрізняє стійка робота в усі періоди року. Наявність малошумних і надійних в роботі дахових вентиляторів зробило такі системи досить масовими.

Сучасні установки вентиляторів мають більш високий коефіцієнт корисної дії, створюють менший шум і мають більшу надійність .

За наявності підвальних і горищних приміщень в житловій будівлі, як правило, припливні центри (камери) розміщуються в підвалі, витяжні (камери, шахти) - на горищі. В цьому випадку усі вертикальні припливні канали, нанесені на плані підвалу, об'єднуються магістральним повітряводом, уточнюється місце розташування припливної камери і повітрязбірної шахти. Повітрязбірна шахта і припливна камера зазвичай розташовуються з боку дворового фасаду. Огорожа повітря здійснюється, на відмітці не нижче 2 м від поверхні землі, щоб в шахту не потрапляв пил [13].

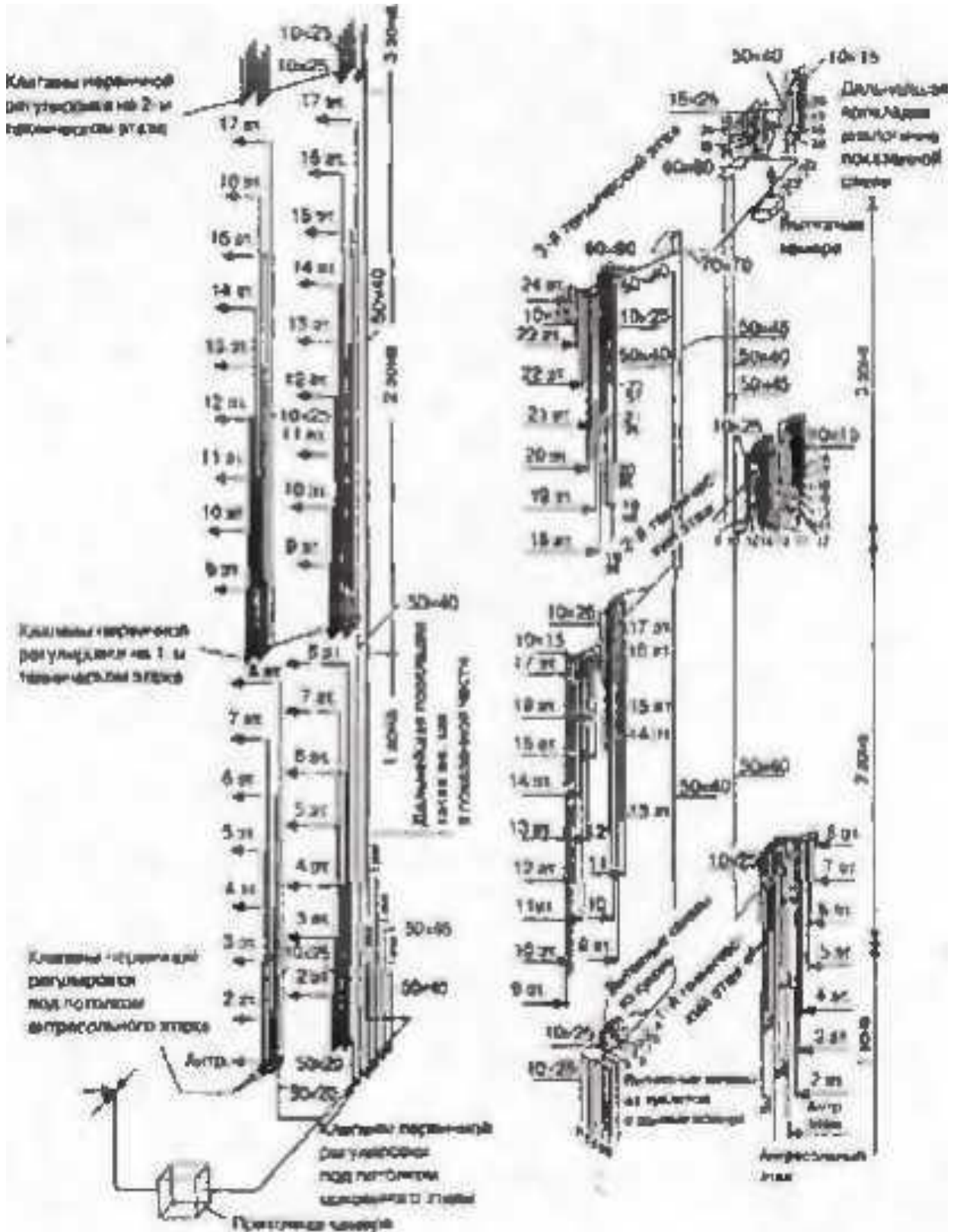


Рисунок 1.2 - Схема приливной і витяжної вентиляції висотної житлової будівлі

При виборі місця огорожі повітря необхідно враховувати напрям пануючих вітрів. Місце огорожі повітря має бути досить віддалене від зони викиду в атмосферу шкідливих газів, пари і пилу і надійно захищено від попадання їх в припливне повітря.

Витяжні труби і шахти, через які віддаляється зіпсоване повітря, необхідно виводити вище за покрівлю будівлі. Огорожа припливного повітря може робитися у будь-якому місці по висоті будівлі, а також вище за покрівлю при дотриманні наступних умов : якщо припливні і витяжні отвори розташовуються над покрівлею на одному рівні, то мінімальна відстань між ними по горизонталі слід приймати рівним 10 еквівалентним діаметрам по площі витяжної труби, але не менше 10 м, при меншій відстані повітрязбірний отвір повинен розташовуватися в межах круга, описаного в площині покрівлі радіусом, рівним висоті витяжний труба над покрівля, за умови, що гирло це труба знаходиться не менше що на 2 м вище рівень огорожа повітря [13].

При видаленні від місцевих відсмоктувань повітря, що містить домішки шкідливої пари і газів, облаштування повітря забору над дахом будівлі дозволяється лише у тому випадку, якщо концентрація шкідливостей в атмосфері в місці огорожі не перевищує гранично допустимою в повітрі населених місць при подання його в приміщення житлових будівель [13].

Якщо навколо будівлі атмосфера забруднена, то повітрязбірні шахти виносять в чисту зону. Повітря звідти подається в припливну камеру підземним каналом. Такі шахти називаються такими, що окремо стоять. Переріз шахт вибирається з таким розрахунком, щоб швидкість руху повітря не перевищувала 5- 6 м/сек .

Схеми компонування припливних камер різні. Варіант з повітрязбірною шахтою передбачається при установці камери в підвалі або на горищі. У інших випадках огорожа повітря здійснюється через отвори, зроблені в зовнішній стіні.

Кожна камера складається з наступних секцій: 1) вентиляційна секція, розрахована на застосування вентиляторів, скомплектованих з електродвигуном; 2) калориферна секція, обладнана багатоходовими калориферами з горизонтальним розташуванням труб і з паралельним приєднанням теплоносія; як теплоносієм приймається вода з параметрами 130-70 і 95-70 °С; 3) секція фільтрів; у камерах з продуктивністю до 4500 м³/год повітря ставляться фільтри Е. В. Рекка, а при більшій продуктивності - двохпанельні масляні фільтри, що самоочищаються; 4) приймальна секція; вона обладнана дверима, що герметично закриваються, і двома автоматично керованими заслінками, з яких одна призначається для подання свіжого, а друга - рециркуляційного повітря; якщо система працює тільки на зовнішньому повітрі, то другий клапан не ставиться.

У конструкцію витяжний вентустановки входить вентагрегат, гнучка вставка, регулюючий клапан і звукоізоляційний матеріал.

Через широке застосування сучасних повітронепроникних будівельних матеріалів і, не в останню чергу, вікна все більше значення починають мати припливно-витяжні системи механічної вентиляції жител [6].

Сучасна конструкція вікон з багатошаровим склопакетом і подвійним ущільненням забезпечує повітрообмін близько 0,2 л/ч. При цьому тільки тверді частки (пил, сажа, свинець) залишаються за вікном, що не можна сказати про газоподібні домішки .

Нині розроблена регульована система вентиляції. Основою установки для регульованої системи вентиляції є центральний вентагрегат, до складу якого входять фільтри для очищення повітря від механічних домішок на всмоктуючій і нагнітаючій лінії, вентилятор для відведення відпрацьованого повітря, регулююча електроніка і теплообмінник утилізації.

Переважно використовуються так звані вентилятори з постійною витратою, оскільки вони регулюються для різних режимів експлуатації, малошумні і споживають трохи електроенергії.

Коефіцієнт ефективності - близько 90% - досягається при використанні для утилізації тепла відпрацьованого повітря теплообмінників різних конструкцій. Завдяки цьому відпадає необхідність в додатковому підігріванні припливного повітря впродовж частини опалювального періоду.

Досконалою є централізована припливна система, оскільки вона вільна від недоліків децентралізованого припливу. Саме централізовану припливну вентиляцію з механічним спонуканням і рекомендують для жител висотних будівель [6,7,23].

Механічне спонукання в припливній вентиляції дає можливість забезпечити централізоване очищення зовнішнього повітря в припливній камері від механічних домішок, а також його зволоження. Це може виявитися необхідним в зимовий період при низьких температурах зовнішнього повітря.

Не унеможливлено устаткування житлових кімнат і припливно-витяжною вентиляцією, що забезпечує в кожній кімнаті приплив і витяг від централізованих припливних і витяжних систем.

Континентальний клімат в порівняно короткий літній період відрізняється високими температурами. Тому для таких періодів в житлових будівлях бажано мати можливість охолодження повітря.

З іншого боку забруднення атмосферного повітря з початку ХХІ століття може виявитися не менш важливою проблемою, чим його охолодження в квартирах в літній період. Для отримання менш забрудненого зовнішнього повітря його огорожа може здійснюватися над верхнім покриттям будівель. З цією метою по усій висоті багатоповерхової будівлі передбачається канал (шахта), через який зовнішнє повітря забирається згори і подається в квартири за допомогою припливних агрегатів, що знаходяться в них.

Згідно ДБН В. 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» низ отвору для приймального пристрою необхідно розміщувати на висоті не нижче 2 м від рівня землі. Проте нормативний документ не враховує

закономірність зміни концентрацій забруднюючих речовин в зовнішньому повітрі вище 2 м від точкових джерел.

Потрапляючи в простори між будівлями, де має місце циркуляція потоку, шкідливі речовини накопичуються до величин, що нерідко перевищують гранично-допустимі значення, що особливо характерно для малих швидкостей і несприятливих напрямках вітру. З припливним повітрям всередину будівель поступає кількість шкідливих речовин, що перевищують розрахункові величини, що знижує ефективність аерації.

Таким чином, при проектуванні житлових будівель потрібний усебічний аналіз проектних рішень для вибору варіанту організації вентиляції, якості повітря, що забезпечує стандарти, в житлах, залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря по усій висоті будівлі.

1.3 Основні природно-кліматичні чинники

Якість повітря в містах формується в результаті складної взаємодії природних і антропогенних чинників.

Певний рівень концентрацій різних домішок формується під впливом перемішування, перенесення, розсіювання і вимивання шкідливих речовин, що поступають в атмосферу з викидами промислових джерел.

Зниження дії викидів точкових джерел на стан повітряного середовища жител буде обумовлено збільшенням швидкості вітру. Для точкового джерела, розташованого в міському середовищі, при різних швидкостях вітру можливі наступні варіанти розсіювання викидів (мал. 1.3)[67]: за штильових умов (швидкість руху не перевищує 1 м/с) відбувається повне розсіювання викидів над житловою забудовою (рис. 1.3, а) при подальшому збільшенні швидкості руху повітря відбувається часткове розсіювання викидів над житловою забудовою (рис. 1.3, б), і далі можливе перенесення викидів через житлову забудову (рис. 1.3, в).



Рисунок 1.3 - Варіанти розсіювання викидів промислового підприємства над житловою забудовою в міському середовищі при різних швидкостях вітру

Чинниками, сприяючими самоочищенню атмосферного повітря, пропонується рахувати повторюваність днів з сильним вітром, здатним винести шкідливі домішки з вогнища забруднення, розбавляючи їх по трасі.

Між швидкістю вітру і концентраціями таких інгредієнтів, як NO_2 і CO існує дуже чітка зворотна кореляція, в основі якої лежить розбавлення газів повітряними масами. Відомо, що чим вище швидкість вітру, тим сильніше процеси атмосферної турбулентної дифузії, що грають провідну роль в розсіюванні атмосферних забруднень. Встановлено, що швидкість вітру, здатна винести шкідливі домішки з міста, має бути не менше 6 м/с.

Інші автори стверджують, одним з основних метеорологічних параметрів, сприяючих накопиченню шкідливих домішок в приземному шарі атмосфери, є повторюваність швидкостей вітру 0-1 м/с .

Дослідження, проведені К.Э.Церфас (1987) показали, що накопичення домішок в атмосфері багато в чому залежить від двох метеорологічних параметрів — повторюваності малих швидкостей вітру (0-1 м/с) і туманів. Саме вони і були взяті як чинники, сприяючі забрудненню атмосфери.

У великому промисловому місті зазвичай існують два максимуми росту концентрацій речовин тих, що забруднюють атмосферу: один - при вітрі 0-1 м/с за рахунок викидів низьких джерел, інший - при вітрі 4-6 м/с за рахунок викидів високих джерел.

Таким чином, домішки, що потрапили в атмосферу, залежно від метеорологічних умов в одних випадках швидко розсіюються, в інших, навпаки, скупчуються в приземному шарі. Ріст концентрацій домішок в житловій забудові спостерігається, якщо вітер дме з боку джерела забруднення на житловий масив [70].

Що найбільш очищає дією на повітря роблять опади (сніг і дощ). Проте поведінка окислу вуглецю CO_2 і діоксиду азоту NO_2 в умовах різної відносної вологості виявилось неоднаковим. Якщо концентрації CO_2 зі збільшенням вологості дещо зростають, то концентрації NO_2 , навпаки, знижуються, внаслідок особливостей хімізму двоокису азоту, т. е. її здібності з'єднуватися в атмосфері водяними парами з оксидом азотної і азотистої кислот.

Таким чином, аналіз літературних джерел показав, що основними природними чинниками, що роблять вплив на зміну концентрацій від зовнішніх джерел забруднення являються: аерокліматичні характеристики, рельєф місцевості, закономірність поширення в атмосфері промислових викидів, а також потенціал забруднення атмосфери.

1.4 Зовнішні джерела забруднення повітряного середовища житлових приміщень

Сьогодні значна частина населення України зосереджена на високо урбанізованих територіях. Тут знаходиться велика кількість великих підприємств, які розташовуються в центрі і на околицях, негативно впливаючи на екологічну ситуацію у будь-якому з районів міста і що роблять несприятливий вплив на якість повітряного середовища жителів.

У одних великих містах джерелами, промислових викидів являються, в основному, великі металургійні підприємства, в інших - підприємства нафтохімії і хімії, а в деяких є увесь "букет" "шкідливих" виробництв, що визначає великі викиди в атмосферу[61].

Багато найбільших міст, на території яких здійснюються значні викиди шкідливих речовин в атмосферу і зосереджені підприємства, розташовані в несприятливих кліматичних зонах, так званих областях підвищеного і високого потенціалу забруднення, з низькою розсіювальною здатністю атмосфери.

Котельним комунально-побутового господарства, промислових підприємств і іншим точковим джерелам малої і середньої потужності властивий цілий ряд відмітних особливостей :

-по-перше, викиди газів здійснюються, як правило, на незначній висоті від поверхні землі, і шкідливі домішки практично мало розсіюються в просторі, концентруючись в приземному шарі повітря ;

-по-друге, попри те, що промислові джерела забруднення, як правило, бувають ізольовані від житлової забудови санітарно-захисними зонами, нині спостерігається тенденція їх скорочення;

-по-третє, як правило, враховують тільки приземну концентрацію в зоні дихання людини (на рівні 1,5-3,5 м), що характерно тільки для низьких джерел викиду (автотранспорту). Для точкових джерел (особливо малій і середній потужності) концентрації можуть бути високі на рівні вікон верхніх поверхів будівель. Міру забрудненості зовнішнього повітря неможливо упізнати на передпроектній стадії розробки системи вентиляції.

Крім того, розподіл величини концентрацій забрудників по висоті будівель від стаціонарних (точкових) джерел вивчений недостатньо. Деякі відомості, що стосуються зміни величини концентрації забрудників від зовнішніх джерел по висоті будівель, в літературі є присутніми, але тільки від пересувних джерел.

Дослідникам (1951) вдалося показати, що в усіх випадках, коли на вулиці є присутнім оксид вуглецю (II) від автотранспорту, одночасно він виявляється в повітрі усередині приміщення аж до 4-го поверху будівлі.

Схожа картина вертикального розподілу окислу вуглецю і двоокису азоту отримана Фельдман спільно з Ф. Ф. Ламперт (1968). Об'єктами

вивчення стали два 12-поверхових житлових удома, розташованих на великих автомагістралях без відступу від червоної лінії. Один з будинків (об'єкт 1) розміщувався на вулиці з інтенсивністю руху 2000-2400 машин в годину, інший (об'єкт 2) - 1500-1800 машин в годину. Загазованість повітря на висоті 3-4-х поверхів житлових будинків і на самій магістралі не виявляє істотних відмінностей.

Таким чином, міра загазованості повітря міст викидами автотранспорту знаходиться в складній залежності від численних чинників, що стосуються як самого джерела, так і планувальної ситуації.

Відомо, що максимуми приземних концентрацій від точкових джерел забруднення атмосфери віддалені від самих джерел на відстань, залежну від висоти джерела і температури викиду.

Явище територіального розриву між джерелом забруднення і зоною максимуму приземних концентрацій знаходиться в протиріччі як з пануючими уявленнями про пряму залежність між відстанню від джерела і мірою його дії, так і з практикою встановлення санітарно-захисних зон .

Достатність ширини санітарно-захисної зони підтверджується розрахунками прогнозованих рівнів забруднення відповідно до вказівок за розрахунком розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин, що містяться у викидах об'єктів, а також результатами лабораторних досліджень атмосферного повітря в районах розміщення аналогічних діючих об'єктів. Розрахунок розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин робиться на висоті 1,5 м (у зоні дихання) від поверхні землі, а лабораторні дослідження (підфакельні спостереження) на рівні 1,5 до 3,5 м . При цьому вибір майданчика для будівництва здійснюється на передпроектній стадії, що не дозволяє провести лабораторні дослідження зовнішнього повітря по усій висоті будівлі.

Перераховані чинники не дозволяє забезпечувати дотримання середньодобових ГДК (ПДК_{СС}) по усій висоті будівлі від точкових джерел, що мають низьку і середню висоту викиду. Нині в нормуванні вмісту

шкідливих речовин здійснюється перехід від максимально разових ГДК до середньодобових, що накладає жорсткіші обмеження на вміст шкідливих речовин в зовнішньому повітрі і вимагає усебічного обґрунтування проектних рішень

1.4.1 Містобудівні чинники, що впливають на поширення викидів від точкових джерел

Містобудівними чинниками, що впливають на якість повітряного середовища жител вигострених джерел, є: відстань від джерела забруднення до житлової будівлі, планувальні рішення, наявність і розміри санітарно-захисної зони.

Зміні концентрації промислових викидів в житловій забудові присвячені роботи М.Е. Берлянда [8].

За метеорологічними спостереженнями, температура повітря в межі міста вище, ніж за містом. Цеглина, бетон, покрівля будівлі, асфальт, акумулюючи тепло, нагріваються сильніше, ніж покритий рослинністю ґрунт замиської території.

Тепле міське повітря, що піднімається, заміщається повітряними масами, що підтікають з прилеглих територій. При цьому виникає стійкий напрям повітря - від периферії до центру. Швидкість потоків повітряного середовища в міській смузі складає близько 2 м/с. Міський вітер з'являється, як правило, в уранішній період, коли починає нагріватися повітряне середовище міської території, і утримується до полудня - часу мінімальної різниці температур. Коефіцієнти розсіювання над районами вищі, ніж над незабудованою поверхнею порівняно спокійного рельєфу, оскільки перешкоди у вигляді будівель на шляху потоку створюють вертикальні і горизонтальні вихори, що збільшує турбулентність повітряного середовища.

Характер утворення повітряних потоків в умовах міста дуже складений і залежить від щільності забудови, висоти будівель, рельєфу місцевості, ширини вулиць, їх розташування і інших чинників.

Вітер, зустрічаючи на своєму шляху перешкоди у вигляді будівель, чинить на них тиск. Цей тиск тим більше, чим вище швидкість вітру. Якщо будівля розташована на території, вільній від забудови, то на одній стороні будівлі виникає підвищений тиск - вітровий підпір, що призводить до скупчення шкідливих забрудників по фасаду будівлі (наявність екрануючих поверхонь), а з протилежного боку будівлі - знижений тиск - відсмоктування

В умовах міста необхідно враховувати щільність забудови, висоту будівель, особливість розміщення і характер взаємного впливу сусідніх високих будівель на рух повітряних потоків над ними. Передусім - це відноситься до утворення зони аеродинамічної тіні над будівлею, для джерела якого розраховується викид в атмосферу. Розрахункові умови організації викидів низької будівлі повинні виключати їх попадання в зону аеродинамічної тіні (рис. 1.4)

В умовах міста з будівлями висотної забудови необхідно враховувати можливість попадання забруднень, що видаляються через високі труби, у вікна високих будівель.

Відомо, що при стійкому стані атмосфери, коли падіння температури по висоті менше $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 100 м, газовий факел набуває форми конуса з горизонтальною віссю. Такий струмінь торкається землі на більшій відстані від джерела викиду. Конусної форми сгруи має бути набута в якості розрахункової для визначення концентрації домішки на заданій висоті від рівня землі, тобто на рівні верхніх поверхів високих будівель (рис. 1.5), або вікон будівель, розташованих на піднесеній місцевості.

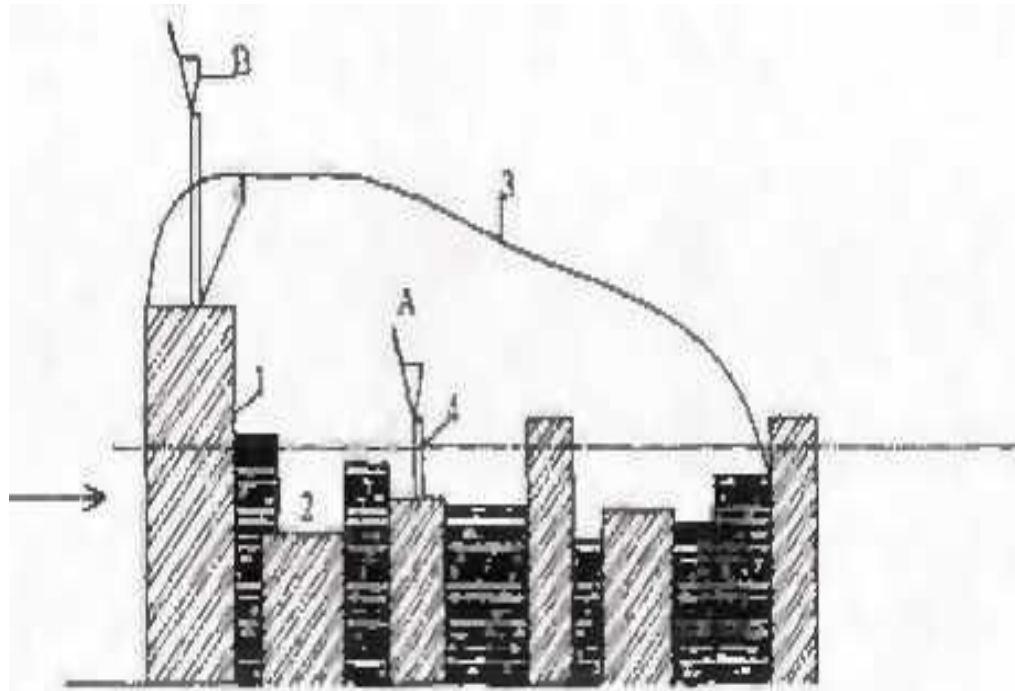


Рисунок 1.4 — Організація викиду забруднюючих речовин з низької затіненої будівлі: А— викид в зону аеродинамічної тіні, В — викид вищий за зону аеродинамічної тіні; 1 - висока будівля; 2-низька будівля, 3- кордон зони аеродинамічної тіні; 4 — викидна труба

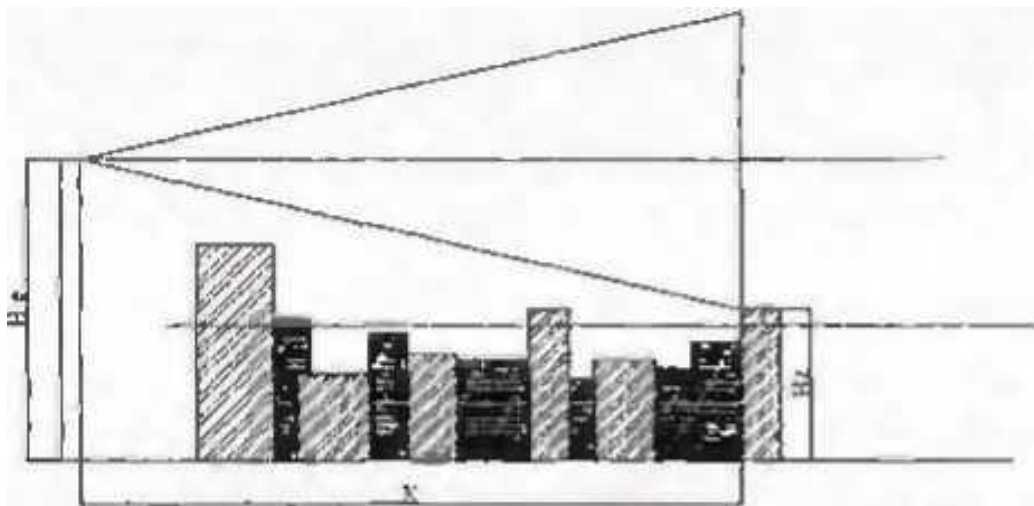


Рисунок 1.5 - Розрахункова схема до визначення концентрацій забруднюючих речовин на рівні вікон верхніх поверхів, м : H_e - ефективна висота викиду, м; X - відстань від труби до розрахункової точки, м, H_z - усереднена висота будівель

Зі зменшенням швидкості вітру максимальна концентрація збільшується, а відстань від джерела до точки максимальної концентрації X_m зменшується [3].

Відомі розрахункові дані чисельних експериментів, які показали, що у земної поверхні на деякій відстані X_m від джерела відзначається максимальне значення концентрації C_m [4].

Застосування напівемпіричної теорії турбулентної дифузії базується на наявності анізотропної турбулентності в атмосфері при поширенні домішок в не обуреному будівлями вітровому потоці, розподілу гауса концентрацій у факелі викиду і подібності профілів концентрацій в ній у будь-якому перерізі. У її реалізації виходять з умови, що при розсіюванні домішок на відкритому рівному майданчику на рівень забруднення повітря впливають наступні чинники: кількість домішок, що викидаються, від джерела (лінійний, точковий або рівномірно розподілений), висота розташування його гирла, температура, швидкість, щільність газоповітряної суміші, що викидається, швидкість і напрям вітру, турбулентність і згратифікація атмосфери, а також відстань від джерела до місця визначення концентрації.

Нарівні з дифузійною в норми для розрахунку розсіювання в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств, закладена статистична модель. Головною геофізичною обсерваторією ім. А.И. Воейкова на основі поєднання методологічних положень названих підходів сформульовані принципи оцінки поширення домішок від високих джерел. Тим самим, для розрахунку загального випадку максимальних концентрацій (міліграм/м³) від точкового джерела в якості основної запропонована формула [70]:

$$c = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{\Delta t V}} \quad (1.1)$$

Методика ОНД- 86 передбачає виконання розрахунків і побудову ізоліній концентрації забруднюючих речовин на основі рішення напівемпіричного рівняння турбулентної дифузії, з введенням ряду спрощень у вигляді коефіцієнтів і статичних залежностей.

Коефіцієнт A , що враховує кліматичні особливості, приймається єдиним для великих регіонів, межі яких пов'язані не з кліматичним районуванням, а з політико-адміністративним діленням. Збіжність зон з різними значеннями коефіцієнта A з районуванням за величиною потенціалу забруднення атмосфери практично відсутній.

Для промислових підприємств потрібний облік впливу забудови, коли джерело знаходиться у вітровій тіні будівлі або коли будівля потрапляє в круг з центром в джерелі і радіусом, рівним відстані від джерела до точки приземного максимуму концентрацій [70].

Вплив забудови на забруднення повітря населених місць пов'язаний зі зміною характеру повітряних течій поблизу будівлі. При обтіканні окремих будівель і їх груп можуть утворюватися вітрові тіні (застійні зони) з близькою до нуля середньою швидкістю вітру і інтенсивним турбулентним переміщенням [70].

Міська забудова вносить істотні зміни у вітровий режим .

З території житлової забудови повітря, забруднене зовнішніми джерелами, в результаті інфільтрації через нещільність в конструкціях, що захищають, потрапляє в житла. Проникнення повітряних мас в житла обумовлене вітровим тиском. Об'єм проникаючого в житла залежатиме від швидкості і напрямку вітру, гравітаційного тиску, що створюється через різницю температур між зовнішнім і внутрішнім повітрям і тиску, що створюється роботою системи вентиляції.

Таким чином, більшість чисельних експериментів за оцінкою закономірності розсіювання нагрітої газоповітряної суміші на різних відстанях від джерела викиду проводилися в приземному шарі атмосфери на рівні 1,5 м (зона дихання) від поверхні землі і натурними дослідженнями не

перевірялися. Істотний недолік знань відзначається в питаннях, що стосуються розсіювання шкідливих газів і закономірностей розподілу їх концентрацій безпосередньо по висоті житлових будівель, розташованих на різних відстанях від джерела викиду, в умовах міської забудови.

1.5 Висновки по розділу

Повітряний режим сучасних будівель формується під впливом багатьох чинників. Одним з найважливіших чинників є міра забрудненості зовнішнього повітря. Природна витяжна вентиляція не дозволяє контролювати рівень забрудненості внутрішнього повітря. При використанні механічної вентиляції припливне повітря в міських умовах може також привести до погіршення якості повітряного середовища.

1. У чинних нині нормативних документах, що визначають вимоги до вибору місця забору повітря, враховується рівень забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі тільки до 2 м. Вибір місця огорожі повітря недостатньо обгрунтований, оскільки на передпроектній стадії розробки системи вентиляції неможливо передбачити рівень забрудненості по усій висоті будівлі, особливо від точкових джерел викиду (труб різної висоти).

2. Потрібна розробка методів розрахунку, що дозволяють здійснювати ретельний вибір оптимальних місць розміщення забору повітря на першій стадії розробки проектних рішень системи вентиляції.

3. Не розроблені рекомендації по вибору варіантів принципів схем організації повітрообміну жител залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря по усій висоті будівлі з урахуванням точкових джерел.

4. Потрібно визначення повітрообмінів, що забезпечують стандарти якості повітря в житлах, з урахуванням точкових джерел.

5. По висоті будівлі в зовнішньому повітрі потрібний облік газоподібних забрудників, оскільки очищення в припливній камері здійснюється тільки від механічних домішок. З газів найбільш стійким є

оксид вуглецю (II). Викид його складає від 70-80% від загального об'єму викидів стаціонарних джерел. Відсутні дані про зміну концентрації в зовнішньому повітрі оксиду вуглецю (II) по висоті житлової будівлі в зовнішньому і внутрішньому повітрі від точкових джерел.

б. Формування повітряного середовища жител схильне до дії природних (швидкість і напрям вітру, кліматичні умови місцевості і так далі) і містобудівних (розміщення або видалення джерела забруднення, схема житлової забудови) чинників дії.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ВЕЛИЧИНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНИКА В ПРИПЛИВНОМУ ПОВІТРІ

Існуюча методика математичного моделювання (ОНД - 86) розсіювання концентрацій забрудників в зовнішньому повітрі не враховує кліматичні особливості конкретного регіону. Крім того, методика не враховує точки, близькі до будівлі, де виникають вторинні рециркуляційні течії, що дуже важливо для вибору області забору повітря припливної механічної вентиляції. У зв'язку з цим необхідно знати, наскільки велика помилка для практики.

Для визначення міри впливу газів, що викидаються, від точкових джерел на якість повітряного середовища житлових, приміщень проводився розрахунок концентрації Z по висоті будівлі в зовнішньому повітрі (у області забору повітря припливної механічної вентиляції).

Починався розрахунок з визначення максимально-разового і валового викиду, а надалі з розрахунку відстані; на якому досягається максимально-приземна концентрація і визначення її величини спочатку без урахування забудови, а потім з введенням в розрахунок поправочних коефіцієнтів з урахуванням забудови.

2.1 Аналіз методики проведення розрахунку

З метою порівняння результатів натурних досліджень зовнішнього повітря на межі житлової забудови по висоті будівель з даними концентрацій, отриманих при моделюванні процесу від точкових джерел викиду, був проведений розрахунок розподілу концентрацій забрудників в зовнішньому повітрі по висоті житлових будівель.

Для оцінки міри забруднення зовнішнього повітря в конкретних точках використовувалися отримані в ході дослідження результати

розрахунку - масовий викид і максимально-приземні концентрації від котельних на підставі підготовки початкових даних усіх доступних джерел інформації : виду палива, його витрати за рік, марки котлів, технічних характеристик аналізованих джерел викидів [70].

Розрахунок максимально-разового і валового викиду проводився в програмі (с) ІНТЕГРАЛ 1996-2003 " Котельні" (Версія 3.3.).

При цьому враховувалися затверджені в установленому порядку метеорологічні характеристики з урахуванням коефіцієнтів, що визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері в досліджуваних районах розташування підприємств, значення коефіцієнтів А, Т, Г) (визначаються по ОНД- 86).

Проводився розрахунок вертикального розподілу концентрацій в зовнішньому повітрі перед фасадами житлових будівель в точках відбору проб.

Оскільки відбір проб при проведенні експериментальних досліджень проводився при 5 м/с для джерел заввишки 30 і 60 м, при 1-2, м/с - 15 і 22 м, то і розрахунок з урахуванням забудови проводився за аналогічних погодних умов.

При завданні початкової інформації для розрахунку забруднення повітря координати джерел і розрахункова сітка мають бути прив'язані до однієї і тієї ж системи координат. У роботі використовувалася міська система координат.

Автоматизований розрахунок забруднення зовнішнього повітря проводився за уніфікованою програмою розрахунку забруднення атмосфери «Еколог - ПРО» (версія 2.55), що реалізовує положення ОНД- 86 [70].

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, що визначають умови розсіювання.

Клімат району розташування джерел характеризується різко вираженою континентальністю. За даними метеостанції, середня річна

температура повітря складає - 0,8 °С, середня річна швидкість вітру - 3,7 м/сек.

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти (таблиця.2.1), що визначають умови розсіювання, визначені по ДСТУ-Н Б. В. 1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".

Таблиця 2.1 - Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, що визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері

Найменування характеристик	Величина
1	2
Коефіцієнт, залежний від стратифікації атмосфери, А	200,0
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1,0
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, Т, °С	24,0
Середня температура найбільш холодного місяця (для котельних, працюючих по опалювальному графіку), Т, °С	-21
Середньорічна роза вітрів, %	
Північ	11
Північний схід	7
Схід	7
Південний схід	4
південь	22
Південний захід	23
Захід	14
Північний захід	12
Швидкість вітру, повторюваність перевищення якої за багаторічними даними складає 5%, м/с	7,5

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини C_m (мг/м³) при викиді газоповітряної суміші з поодинокого точкового джерела з круглим гирлом досягається за несприятливих метеорологічних умов на відстані x_m (м) від джерела і визначалася по формулі:

$$C_m = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt{\Delta T V_1}} \quad (2.1)$$

де A - коефіцієнт, залежний від температурної стратифікації атмосфери; M (г/с) - маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу в одиницю часу; P - безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі; m і n - коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду; H (м) - висота джерела викиду над рівнем землі (для наземних джерел при розрахунках приймається $H=2$ м); η - безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості, у разі рівної або слабопересіченій місцевості з перепадом висот, що не перевищує 50 м на 1 км, $\eta=1$; ΔT (°C) - різниця між температурою газоповітряної суміші T_G , що викидається, і температурою навколишнього атмосферного повітря T_B ; V_1 (м/с) - витрата газоповітряної суміші, визначується по формулі :

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0 \quad (2.2)$$

де D (м) - діаметр гирла джерела викиду; ω_0 (м/с) - середня швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду.

Значення безрозмірного коефіцієнта P набуває:

1. для газоподібних шкідливих речовин і дрібнодисперсних аерозолів - 1;
2. для дрібнодисперсних аерозолів за відсутності очищення - 3.

Відстань x_m (м) від джерела викидів, на якому приземна концентрація C (мг/м³) за несприятливих метеорологічних умов досягає максимального значення C_m , визначалася по формулі:

$$x_m = \frac{5-F}{4} dh \quad (2.3)$$

де безрозмірний коефіцієнт d при $f < 100$ знаходиться по формулах:

$$d = 2,48(1+0.28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m \leq 0.5; \quad (2.4)$$

$$d = 4,95 v_m (1+0.28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0.5 < v_m \leq 2; \quad (2.5)$$

$$d = 7\sqrt{v_m} (1+0.28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m > 2; \quad (2.6)$$

Вплив забудови (будівель і споруд) на забруднення зовнішнього повітря пов'язаний зі зміною характеру повітряних течій поблизу будівлі. При обтіканні окремих будівель і їх груп можуть утворюватися вітрові тіні (застійні зони) з близькою до нуля середньою швидкістю вітру і інтенсивним турбулентним перемішуванням. Розрахунок приземних концентрацій в шарі 0-2 м і вертикального розподілу концентрацій в приземному шарі повітря (включаючи розрахунок концентрацій у стін і дахів будівель) з урахуванням впливу забудови проводився за методикою [70].

Для кожного з даних джерел перед виконанням розрахунків з урахуванням забудови визначалися значення максимальної концентрації C_m , а також відстані x_m по формулах (2.1-2.6), при яких досягається концентрація C_m за відсутності забудови.

Розрахунок забруднення повітря з урахуванням впливу забудови робиться у випадках, коли будівля віддалена від джерела на відстань менш x_m , або коли джерело розташоване на будівлі або в зонах можливого утворення вітрових тіней. При цьому висота будівлі H має бути не менше 0,4 висоти джерела H_u ($H > 0,4H_u$). Якщо будівля віддалена від джерела на відстань більшу, ніж $0,5 x_m$, і основа джерела не розміщується в зоні

можливого утворення вітрової тіні, то облік впливу забудови робиться у випадках, коли висота будівлі перевищує 0,7 висот джерела ($H > 0,7H_{\text{д}}$).

Дана будівля, як правило, апроксимується паралелепіпедом заввишки H , завдовжки $L_{\text{д}}$ (розмір найбільшої сторони основи) і шириною $L_{\text{ш}}$. Висота H визначається по формулі:

$$H = \frac{V_3}{S_0}, \quad (2.7)$$

де V_3 - фактичний об'єм будівлі, S_0 - фактична площа основи. Значення $L_{\text{д}}$ і $L_{\text{ш}}$ повинні задовольняти умові $L_{\text{д}} L_{\text{ш}} = S_0$, а положення бічних сторін апроксимуючого паралелепіпеда вибирається так, щоб вони були близькі до стін будівель.

У загальному випадку за наявності забудови максимальне значення приземної концентрації C'_m визначається через максимальну концентрацію C_m , отриману без урахування впливу забудови по формулі :

$$C'_m = C_m * \eta'_m, \quad (2.8)$$

де η'_m - поправка, що враховує вплив забудови. Концентрація C'_m досягається на відстані x_m від джерела при небезпечній швидкості вітру η'_m і небезпечному напрямі вітру.

При розміщенні основи джерела в зоні підпору (навітряній тіні) на відстані $x_{\text{н}}$ від будівлі ($x_{\text{н}} < x_m$) розрахунок концентрації $c_{\text{см}}$, навітряної стіни, що досягається в точці, на висоті z над підстилаючою поверхнею при швидкості вітру i , робиться у разі $z < H_{\text{ш}}$ ($H_{\text{ш}}$ - висота навітряної тіні) по формулі:

$$C_{cm} = C_{mr}(\xi V_1 s_{2'} + (1 - \xi) s_1 s_2), \quad (2.9)$$

У разі $z > H$ в (2.9) приймається $\xi = 0$. Тут коефіцієнти розраховуються $\xi, V_1, s_{2'}$, і s_2 знаходяться у відповідності методикою [70] при швидкості вітру i , а коефіцієнт γ визначається по формулах залежно від відношення u/u_m .

Коефіцієнт z_s знаходиться залежно від стосунків $z/H(1 + 5d_2)$ і x/x_{mu} визначається згідно [70], а безрозмірний коефіцієнт d_2 визначається залежно від відношення u_m/u і параметра f по формулах, причому v_m і f обчислюються за параметрами викиду джерела.

Розрахунки розподілу концентрацій c_z (мг/м³) на різних висотах z (м) над підстилаючою поверхнею при $x < x_{mu}$ робляться по формулі:

$$c_z = r * C_m * S_z * S_2 \quad (2.10)$$

Значення C_m , r і s_2 обчислюються [132], а коефіцієнт s_z визначається залежно від параметрів b_1 , і b_2 по формулах:

$$S_z = S_1(b_1) \frac{[1 + 0.1(b_2 - 1)^2]}{[b_1^3 + 0.1(b_2 - 1)^2]} \left[1 + \frac{(b_2 + 0.2)(b_1^3 - 1)}{b_2 + (b_2 + 0.2)(1 + 0.1(b_2 - 1)^2)} \right] \quad b_1 \leq 1 \quad (2.11)$$

$$S_z = S_1(b_1) \quad \text{при } b_1 > 1 \quad (2.12)$$

Тут
$$b_1 = \frac{x}{x_{mu}} \quad (2.13)$$

$$b_2 = \frac{z}{(1 + 5d_2)Hu} \quad (2.14)$$

$$d_2 = 0,06v_m \sqrt[3]{\frac{f}{u}} + 0,034 \left(\frac{v_m}{u} \right)^3 \quad \text{при } f < 100 \quad (2.15)$$

$$d_2 = 0,28 \frac{v_m'}{u} + 0,034 \left(\frac{v_m'}{u} \right)^3 \quad \text{при } f \geq 100 \quad (2.16)$$

При $f_e < f < 100$ коефіцієнт d_2 обчислюється за формулою (2.15) при $f = f_e$; при $v_m < 0,5$ або $v_m' < 0,5$ відповідно в (2.15) і (2.16) приймається $v_m = 0,5$ або $v_m' = 0,5$.

Після підстановки $s_z = s_1$, формула (2.10) використовується також для розрахунку концентрації на навітряній стіні будівлі при $x_n > x_m$.

Величина концентрації $З$ розраховувалася в зовнішньому повітрі по висоті житлових будівель, розташованих на відстанях $0,1-1,2x_m$ від джерела, в точках на рівнях 1,5 м; 15 м (середина будівлі); 30 м (рівень останнього поверху) від поверхні землі.

2.2 Порівняння результатів розрахунку і натурних досліджень зовнішнього повітря

Розрахунок максимально-разового і валового викиду від аналізованих джерел показав, що у викидах котельних на оксид вуглецю (II) доводиться від 40 до 60% .

Відстань, на якій досягається максимально-приземна концентрація, складає від 137,4 до 880,7 м залежно від потужності джерела і висоти труби. Найближча житлова зона знаходиться на відстані 150-200 м.

Розрахунок вертикального розподілу концентрацій оксиду вуглецю (II) по висоті житлових будівель від точкових джерел показав, що зміна концентрацій CO по висоті відбувається по-різному: концентрація CO на відстанях від $5H_{И}$ до $10H_{И}$ зменшується від джерел по висоті нижче будівлі ($H_{И}=0,5H$), збільшується від джерел вище за будівлю $H_{И}=2H$ і $H_{И}=H$.

Концентрація CO по висоті будівлі не змінюється в точці приземлення струменя факела на відстані $20H_{И}$ від джерела.

З метою зіставлення результатів експериментальних досліджень рівня забруднення CO по висоті житлових будівель з розрахунками за методикою ОНД- 86 від джерел дії були побудовані порівняльні графіки (рис.2.1-2.3).

Розрахунки рівня забруднення по висоті житлових будівель на різних висотах проводилися по формулі (2.9) згідно з методикою [70].

На концентрацію оксиду вуглецю (II) по висоті фасаду житлової будівлі безпосередньо впливає висота і діаметр труби, швидкість виходу газоповітряної суміші, витрата палива, а також місце розташування джерела в плані міста по відношенню до будівлі.

З видаленням від джерела до відстані x_T крива розподілу концентрації підкоряється квадратичній, а після - лінійній залежності (рис.2.1-2.3), отриманій як в натурних умовах, так і при моделюванні процесу.

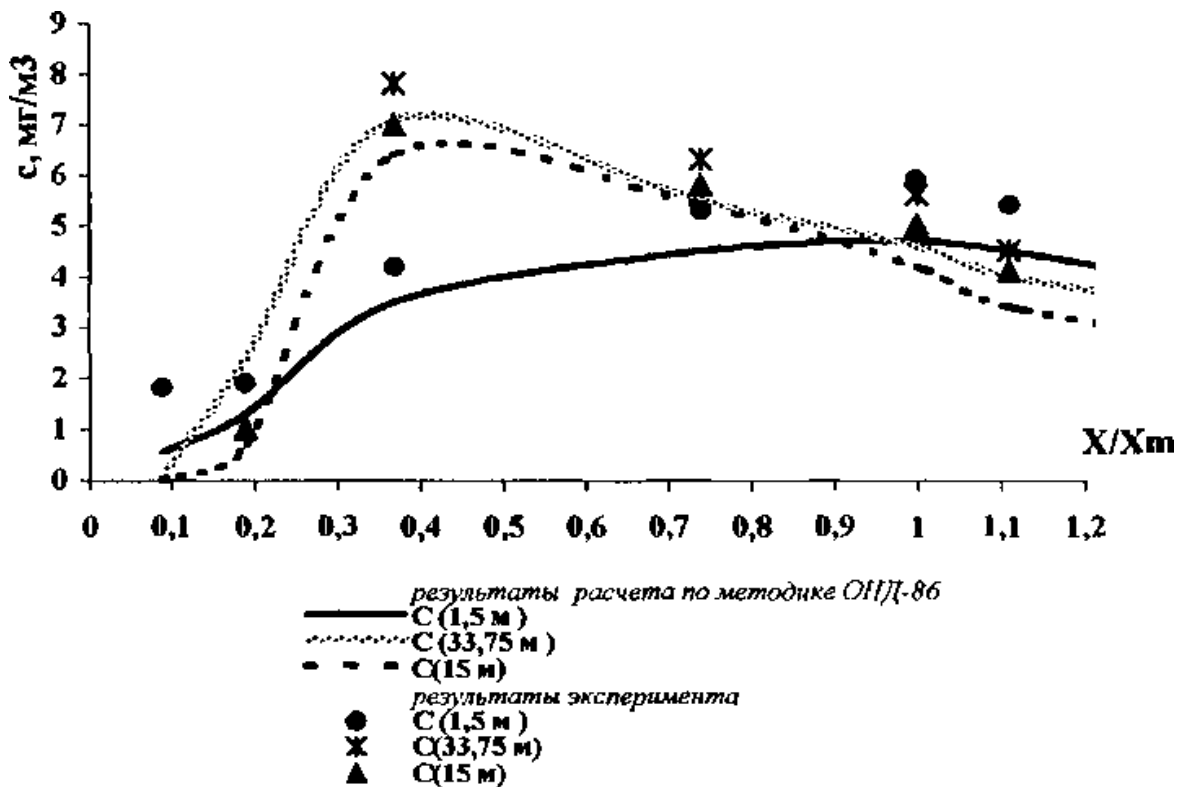


Рисунок 2.1 - Порівняння розрахункових і експериментальних значень концентрацій Z по висоті фасаду житлових будівель на різних відстанях від джерела заввишки $H_{II} > H$ ($H_{II} = 2H$) при вітрі 5 м/с
 x — відстань від джерела до будівлі; x_m — відстань, на якій досягається максимально-приземна концентрація

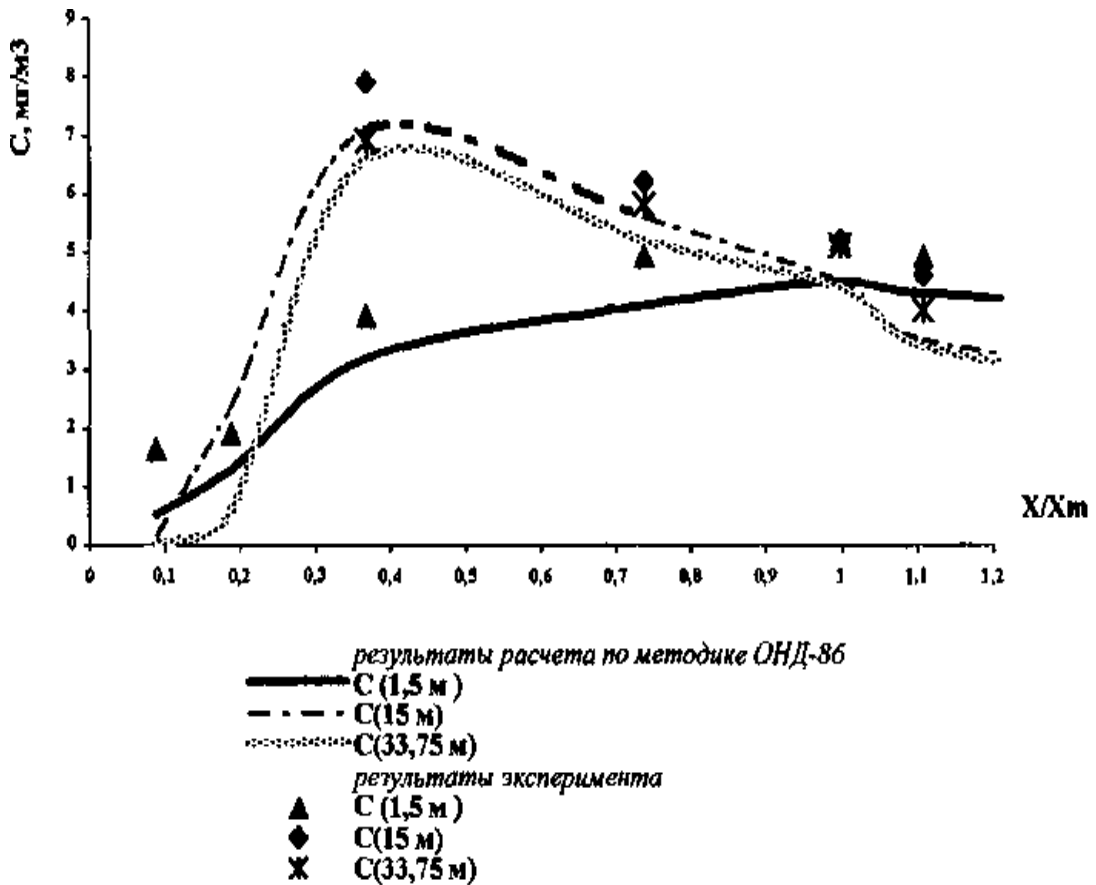
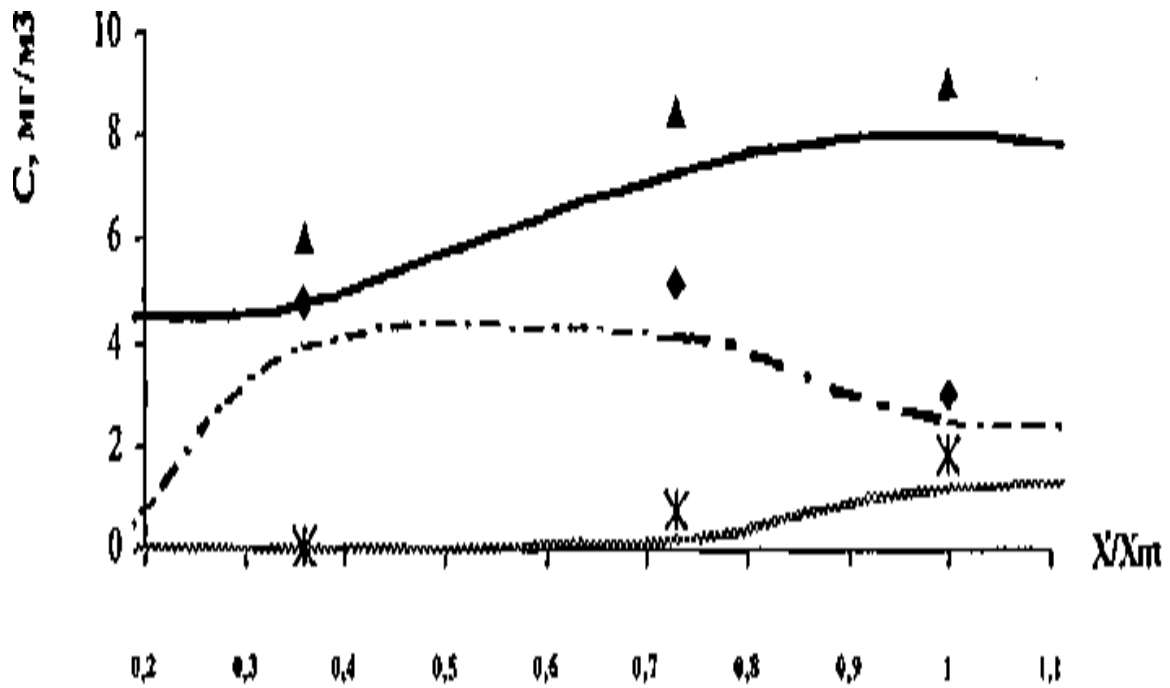


Рисунок 2.2 - Порівняння розрахункових і експериментальних значень концентрацій СО по висоті фасаду житлових будівель на різних відстанях від джерела заввишки $H_d=H$ при вітрі 5 м/с

Порівняння проводилося не середніх за період вимірів концентрацій з розрахунками за методикою ОНД- 86, а разових вимірів по характерних моментах, оскільки за існуючою методикою концентрації розраховуються по максимально-разовому викиду.

Отримані в ході експерименту значення величин концентрацій СО порівнювалися зі значеннями, розрахованими за методикою [70].

В результаті з'ясовано, що в точках близьких до приземної частини будівлі на рівні 1,5 м, концентрації СО, отримані експериментально (рис. 2.1 - рис.2.3), відрізняються від розрахункових.



- результаты расчета по методике ОНД-86*
- C (1,5 м)
 - - - C (15 м)
 - C (33,75 м)
- результаты эксперимента*
- ▲ C (1,5 м)
 - ◆ C (15 м)
 - ✕ C (33,75 м)

Рисунок 2.3 - Порівняння розрахункових і експериментальних значень концентрацій CO по висоті фасаду житлових будівель на різних відстанях від джерела заввишки $H_{и} < H$ ($H_{и} = 0,5H$) при вітрі 2 м/с

По графіках видно, що розбіжність з існуючою методикою тим більше, чим ближче розрахункова точка до кутової зони, де утворюються вторинні рециркуляційні течії (застійні зони з близькою до нуля швидкістю вітру і інтенсивним турбулентним перемішуванням). На рівні першого поверху

$0,05\left(\frac{h}{H}\right)$ від поверхні землі методика ОНД- 86 занижує величину концентрації забрудника до 32%, на рівні середини будівлі $0,5\left(\frac{h}{H}\right)$ - до 24%, на рівні останнього поверху $1\left(\frac{h}{H}\right)$ - до 14%.

Розбіжність велика, особливо на рівні 1,5-2 м, що дуже важливо для визначення місця забору повітря припливної механічної вентиляції будівель.

Результати розрахунків за методикою [70] по висоті будівлі (рис.2.1-2.3) не враховують точки, близькі до будівлі, де виникають вторинні рециркуляційні течії.

Таким чином, порівняльні графіки результатів розрахунку і натурних досліджень зовнішнього повітря по висоті житлових будівель підтвердили закономірності зміни концентрації $З$ по висоті при різних варіантах забудови і характеристиках джерела викиду і показали межі достовірності методики ОНД- 86.

2.3 Висновки по розділу

1. Розрахунок показав, що оксид вуглецю (II) є компонентом і продуктом неповного згорання палива : у викидах котельних на СО доводиться від 40 до 60%.

2. Відстані, на яких досягаються максимально-приземні концентрації в досліджуваному районі складають від 137,4 до 880,7 м залежно від потужності джерела і висоти труби. Найближче житло знаходиться на відстані 200 м.

3. Розрахунок розподілу концентрацій оксиду вуглецю (II) перед фасадами по висоті житлових будівель від точкових джерел показав, що зміна концентрацій СО по висоті відбувається по-різному: концентрація СО зменшується від джерел по висоті нижче будівлі $N_{II}=0,5N$, збільшується від джерел по висоті вище за будівлю $N_{II}=2N$ і $N_{II}=N$, на відстанях від $5N_n$ до $10N_{II}$. Концентрація СО по висоті будівлі не змінюється в точці приземлення

струменя факела на відстані $20H_{и}$ від джерела.

4. Побудовані порівняльні графіки результатів розрахунку і натурних досліджень зовнішнього повітря по висоті житлових будівель. На рівні першого поверху $0,05\left(\frac{h}{H}\right)$ від поверхні землі методика ОНД- 86 занижує величину концентрації забрудника до 32%, на рівні середини будівлі $0,5\left(\frac{h}{H}\right)$ - до 24%, на рівні останнього поверху $1\left(\frac{h}{H}\right)$ - до 14%.

5. Результати розрахунків по висоті будівлі за існуючою методикою не враховують точки, близькі до будівлі, де виникають вторинні рециркуляційні течії. Це важливо для області забору повітря припливної механічної вентиляції.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПОЛІПШЕННЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ЖИТЛА

При виборі принципової схеми організації повітрообміну жител і оптимальної висоти забору повітря для припливної механічної вентиляції будівель потрібне обґрунтування припливу повітря з місць, в яких концентрації забрудника будуть мінімальні. Для вибору схеми повітрообміну жител і оптимальної висоти огорожі повітря з урахуванням точкових джерел дії необхідно оцінити: 1.якість повітря в житловій забудові; 2.якість повітря по висоті будівлі (вище 2 м) з урахуванням відстані; на якому знаходиться будівля від точкового джерела викиду.

Аналіз проб показав, що концентрація Z усередині жител змінюється також як і перед фасадом будівлі.

У зв'язку з цим виникає необхідність організованого припливу зовнішнього повітря з місць, в яких концентрації забруднюючих речовин від стаціонарних (точкових) джерел будуть мінімальні. Для цього рекомендується облаштування припливної системи вентиляції з механічним спонуканням з ретельним вибором оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря.

3.1 Вибір варіантів принципових схем організації повітрообміну житлових приміщень в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря

Дослідження показали, що максимум концентрацій оксиду вуглецю (II) по висоті будівель, що перебувають під впливом точкових джерел, може відзначатися на будь-якій висоті будівлі. У зв'язку з цим при виборі схеми повітрообміну жител необхідно враховувати концентрацію зовнішнього повітря по висоті житлової будівлі вище 2 м.

У разі, коли проектувана будівля перебуває під впливом точкового джерела (за умови скорочення меж санітарно-захисної зони підприємства до 25-50%) на відстані 0,5-0,9хм або джерела малої потужності, основу якого розміщено на даху найближчих будівель, необхідно проводити оцінку якості зовнішнього повітря по усій висоті будівлі. Тим самим уточнюється місце розташування припливної камери (у підвалі або на горищі) і повітрязабірної шахти.

По розроблених методах розрахунку необхідно визначати безрозмірну величину концентрації $\frac{c}{c_{max}}$ (c - величина концентрації СО мг/м³ на висоті h від поверхні землі; c_{max} - максимальна концентрація по висоті будівлі, мг/м³) по усій висоті будівлі в зовнішньому повітрі з навітряною і підвітряною сторін.

У разі, коли величина концентрації максимальна на висоті h від землі, то $\frac{c}{c_{max}}=1$. Підставляючи висоту будівлі H і задаючись кроком висоти h від поверхні землі, отримуємо величину концентрації СО по висоті усієї будівлі.

Оскільки в припливному повітрі при поданні в житлові будівлі повинно містяться СО, що не перевищує ГДК в атмосферному повітрі населених місць, то з на висоті h від поверхні землі (у місці огорожі повітря) дорівнює $c_{гдк}$.

Відношення гранично-допустимої концентрації $c_{гдк}$ до максимальної концентрації СО по висоті будівлі (середньорічний) від точкових джерел різної висотності приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Допустимі безрозмірні концентрації СО

Висота джерела, м	15	20	30	40	60
$C_{гдк}/C_{max}$	0,333	0,4	0,45	0,56	0,63

Якщо на висоті h від поверхні землі $\frac{c}{c_{max}} > \frac{c_{гдк}}{c_{max}}$ те потрібне облаштування механічної припливної вентиляції.

Розроблені напівемпіричні залежності дозволяють передбачати рівень забруднення у будь-якій точці по висоті багатоповерхової будівлі і визначати тим самим схему організації повітрообміну жител з урахуванням точкових джерел малої і середньої потужності.

При виборі принципової схеми організації повітрообміну жител по розроблених методах розрахунку міра забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі різна:

1. Якість зовнішнього повітря по висоті фасаду будівлі оцінена як екологічно безпечне.

Якщо за результатами розрахунку екологічно безпечна якість зовнішнього повітря (рис.3.1) відзначається по усій висоті фасаду житлової будівлі, схема організації повітрообміну передбачає природну вентиляцію.

При цьому зовнішнє повітря поступає через відкриті квартирки житлових кімнат і віддаляється через витяжні ґрати, встановлені в кухнях, ванних кімнатах і туалетах (рис.3.1).

2. Якість зовнішнього повітря по висоті фасаду будівлі оцінена як екологічно небезпечне.

Екологічно небезпечна якість зовнішнього повітря по висоті житлових будівель від джерел дії може відзначатися на рівні:

1. верхніх поверхів (8-10 поверх і вище) - від точкових джерел $H_{и} > H$ ($H_{и} = 2H$) і $H_{и} = H$ ($H_{и}$ - висота джерела, м; H - висота будівлі, м);

2. середини будівлі - від точкових джерел $H_{и} < H$ ($H_{и} = 0,5H$) і $H_{и} > H$ ($H_{и} = 2H$);

3. нижніх поверхів (1-3 поверх) - від точкових ($H_{и} = 0,5H$; $H_{и} = 2H$ - в точці приземлення струменя факела) або пересувних джерел;

4. на рівні верхніх і нижніх поверхів - при спільній присутності джерел : пересувні і точковий джерела заввишки $H_{и} = 2H$.

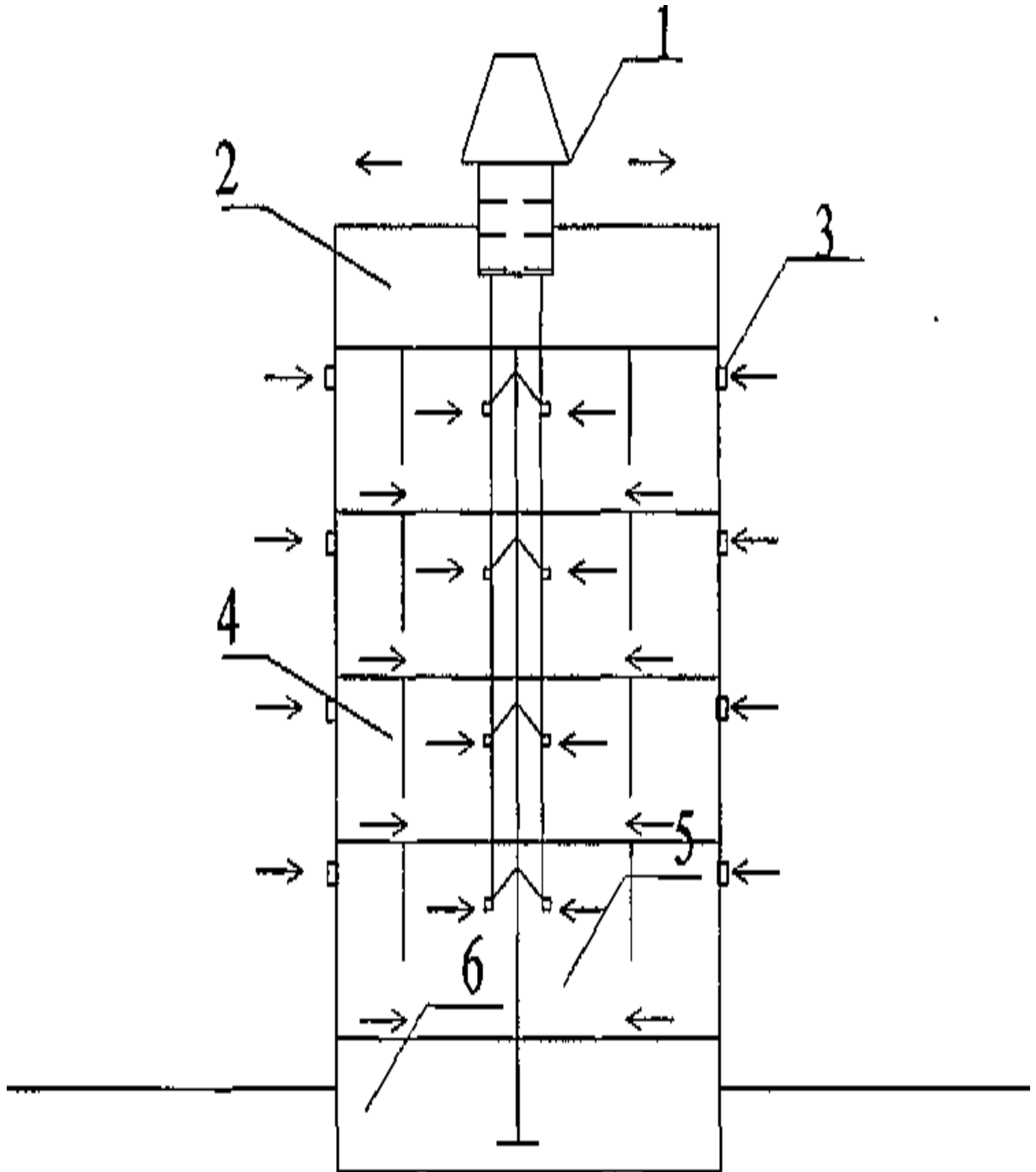


Рисунок 3.1 - Схема вентиляції при екологічно безпечній якості зовнішнього повітря

1- дефлектор; 2-горищне приміщення; 3-окна або припливні пристрої; 4- житлова зона; 5-кухня; 6- підвал

У разі, коли розрахунок показав, що огорожа не може бути здійснена з даху житлової будівлі, у зв'язку з присутністю концентрацій забрудника тих, що перевищують ГДК, рекомендується облаштування у будівлі механічної централізованої системи припливної вентиляції з вибором оптимальної висоти огорожі повітря по висоті будівлі (рис.3.2).

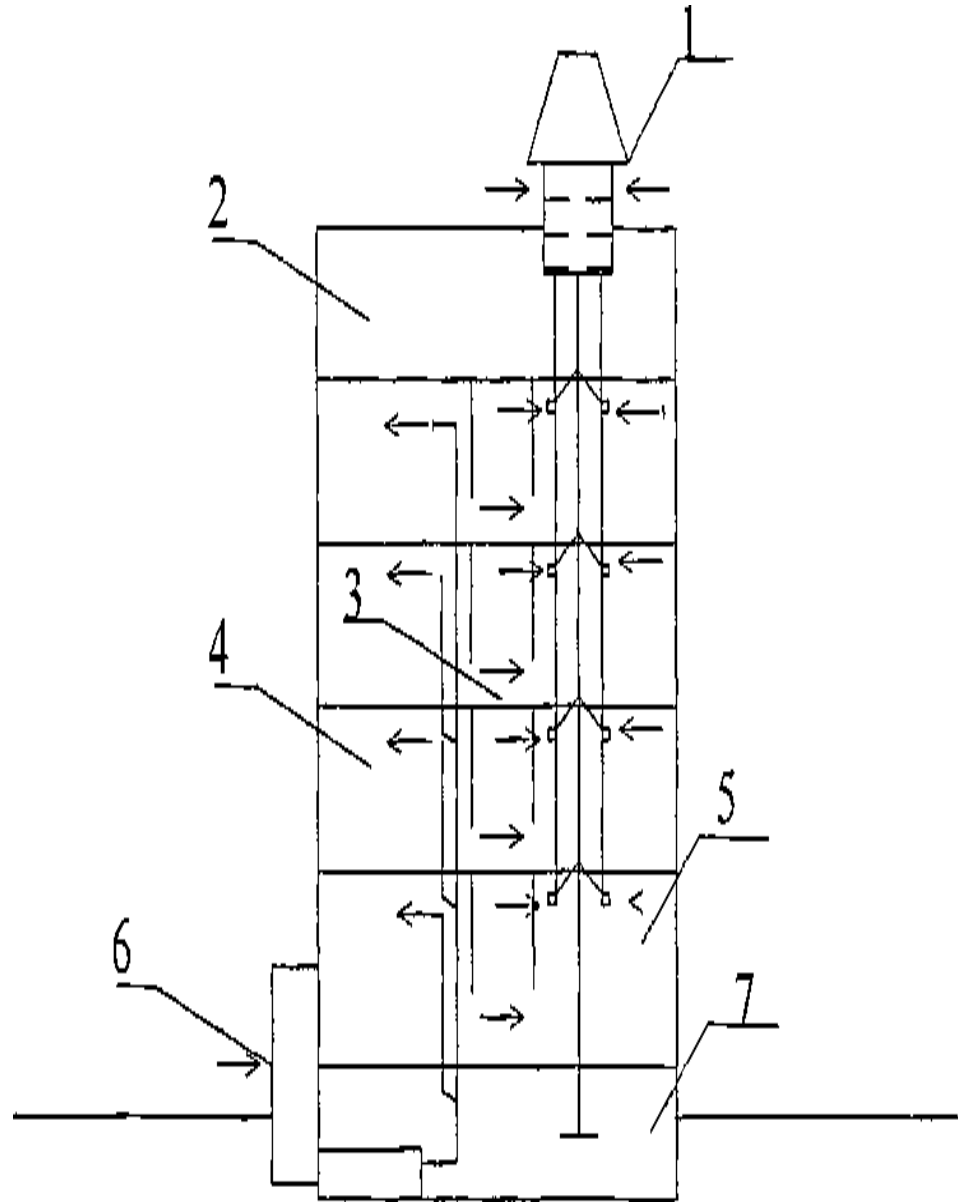


Рисунок 3.2 - Схема вентиляції при екологічно небезпечній якості зовнішнього повітря на рівні верхніх поверхів

1-дефлектор; 2-горіщне приміщення; 3- санвузол; 4-житлова зона; 5-кухня;
6 - повітрязабірний пристрій, 7-підвал

При виборі цієї схеми організації повітрообміну для більшої її ефективності рекомендований пристрій в житлах віконних конструкцій з високим опором повітропроникності. Це дозволяє з одного боку запобігти попаданню шкідливих речовин (механічних домішок) в житла, а з іншої - понизити втрати тепла (холоди) при поданні припливного повітря в різні періоди року.

Приплив повітря здійснюється безпосередньо в житла, видалення повітря походить з підсобних приміщень і може забезпечуватися як природною вентиляцією, так і механічною.

Якщо в результаті розрахунку з'ясовано, що величина концентрації забрудника в повітряному середовищі є присутньою по усьому фасаді або на рівні нижніх поверхів, огорожа повітря може здійснюватися з даху будівлі. Рекомендується застосування механічної припливної вентиляції спільно з природною витяжною вентиляцією (рис.3.3) з огорожею повітря над верхнім покриттям будівлі.

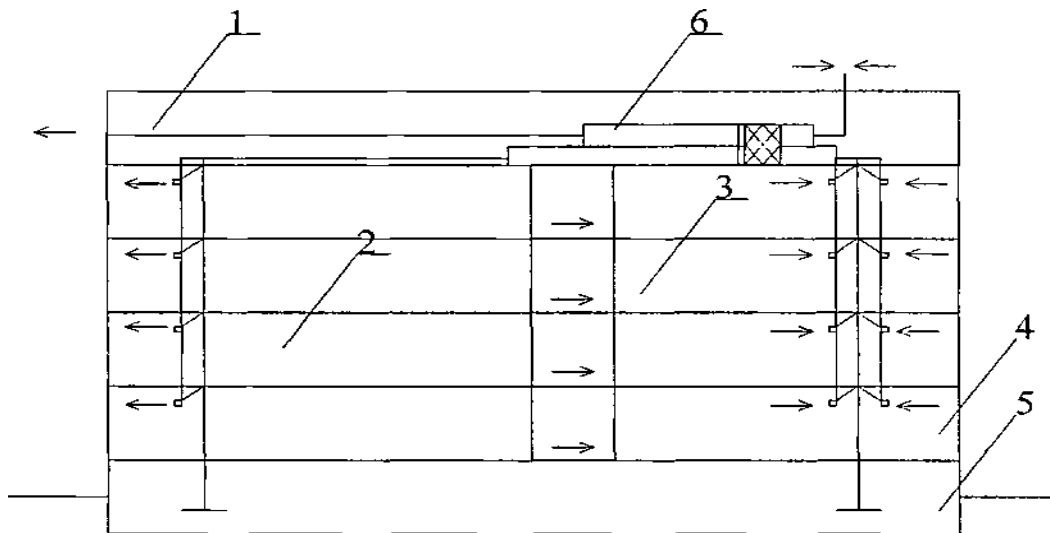


Рисунок 3.3 - Схема вентиляції при екологічно небезпечній якості зовнішнього повітря по усьому фасаді будівлі або на рівні нижніх поверхів (забір повітря з даху будівлі)

1-горищне приміщення; 2-житлова зона, 3-кухня, 4- санвузол,
5-підвал; 6- припливна камера

Якщо розрахункова величина концентрації забрудника перевищує допустимі значення в середині будівлі, огорожу повітря можна здійснювати як з даху будівлі, так і на рівні 2 м від поверхні землі. При невеликій інтенсивності руху поблизу будівлі або коли воно розташоване в глибині житлових кварталів, рекомендується схема припливної механічної вентиляції жител з огорожею повітря на рівні 2 м. Якщо ж житлова будівля розташована паралельно магістралі високої інтенсивності руху (близько 2500 авт./год), то огорожу повітря слід здійснювати тільки над верхнім покриттям будівлі (рис.3.3). З цією метою по усій висоті багатоповерхової будівлі передбачається канал (шахта), через який зовнішнє повітря забирається згори і подається в квартири за допомогою припливних агрегатів, що знаходяться в них.

При несприятливій якості повітря на рівні верхніх і нижніх поверхів огорожу зовнішнього повітря можна здійснювати з середини будівлі (рис.3.4), такий розподіл концентрацій можливий при спільній присутності джерел дії (пересувних і точкових заввишки $H_{\text{И}}=2H$).

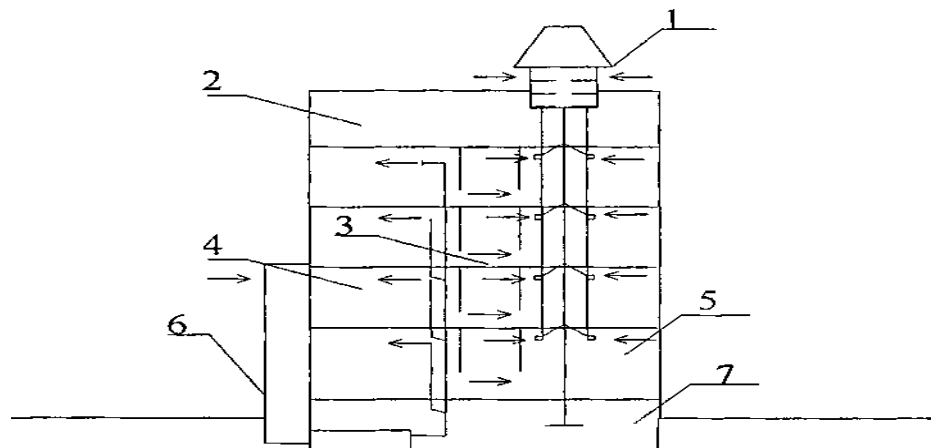


Рисунок 3.4 - Схема вентиляції при екологічно небезпечній якості зовнішнього повітря на рівні верхніх і нижніх поверхів (огорожа повітря з середини будівлі) : 1-дефлектор; 2-горищне приміщення; 3- санвузол; 4- житлова зона; 5-кухня; 6-припливна камера; 7- підвал

Припливну камеру слід розміщувати на горищі або в підвалі від можливості монтажу. Від неї прокладається канал (повітропровід) до необхідної висоти огорожі повітря.

Застосування механічної припливної вентиляції з вибором оптимальної висоти для огорожі зовнішнього повітря з урахуванням точкових джерел дає можливість:

- забезпечити гарантоване подання необхідного об'єму повітря в кожному квартиру;

- забезпечити централізоване очищення зовнішнього повітря в припливній камері від твердих забрудників (пилу, сажі);

- зменшити концентрацію газоподібних забруднюючих речовин в повітряному середовищі жител, що не можна добитися при природній вентиляції і в припливній камері за допомогою вживаних нині фільтрів.

При організації схеми припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням без урахування міри забрудненості по усій висоті будівлі концентрації газоподібних забрудників від точкових джерел викиду в житлах можуть збільшитися.

При зміні концентрації шкідливої домішки (найбільш стійкою - оксиду вуглецю (II)) в зовнішньому повітрі по висоті фасаду будівлі, необхідно оцінити до рівня якого поверху спостерігається несприятлива якість зовнішнього повітря, так від цього залежатиме вибір схеми організації повітрообміну жител.

Потім уточнюється положення припливної камери (підвал або горище) і повітрозабірної шахти.

Таким чином, отримані методи розрахунку величини концентрації Z по висоті будівель, розташованих на різній віддаленості від точкових джерел, дозволяють вибрати варіанти принципів схем організації повітрообміну жител залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря при різних варіантах забудови і розташування джерела дії.

3.2 Побудова номограм

Для вибору схеми організації повітрообміну жител зручно використати побудовані номограми на підставі натурних експериментів.

Правило користування номограмами наступне:

1. визначається висота джерела по відношенню до висоти будівлі :
 $N_{II}=2H$; $N_{II}=H$; $N_{II}=0,5H$

2. визначається по генеральному плану міста відстань від гирла джерела до будівлі (R), м;

3. знаходиться відношення відстані, на якій знаходиться будівля від джерела, до висоти самого джерела : R/N_{II} ;

4. визначається по номограмі концентрація CO по усій висоті будівлі на висоті B від поверхні землі на відстані R/N_{II} ;

5. вибирається по номограмі оптимальна висота приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря.

На рис.3.5-3.7 приведені номограми для вибору схеми організації повітрообміну житлових будівель і оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря для будівель різної поверховості, розташованих на різній віддаленості від джерела : $(5 \div 20)N_{II}$.

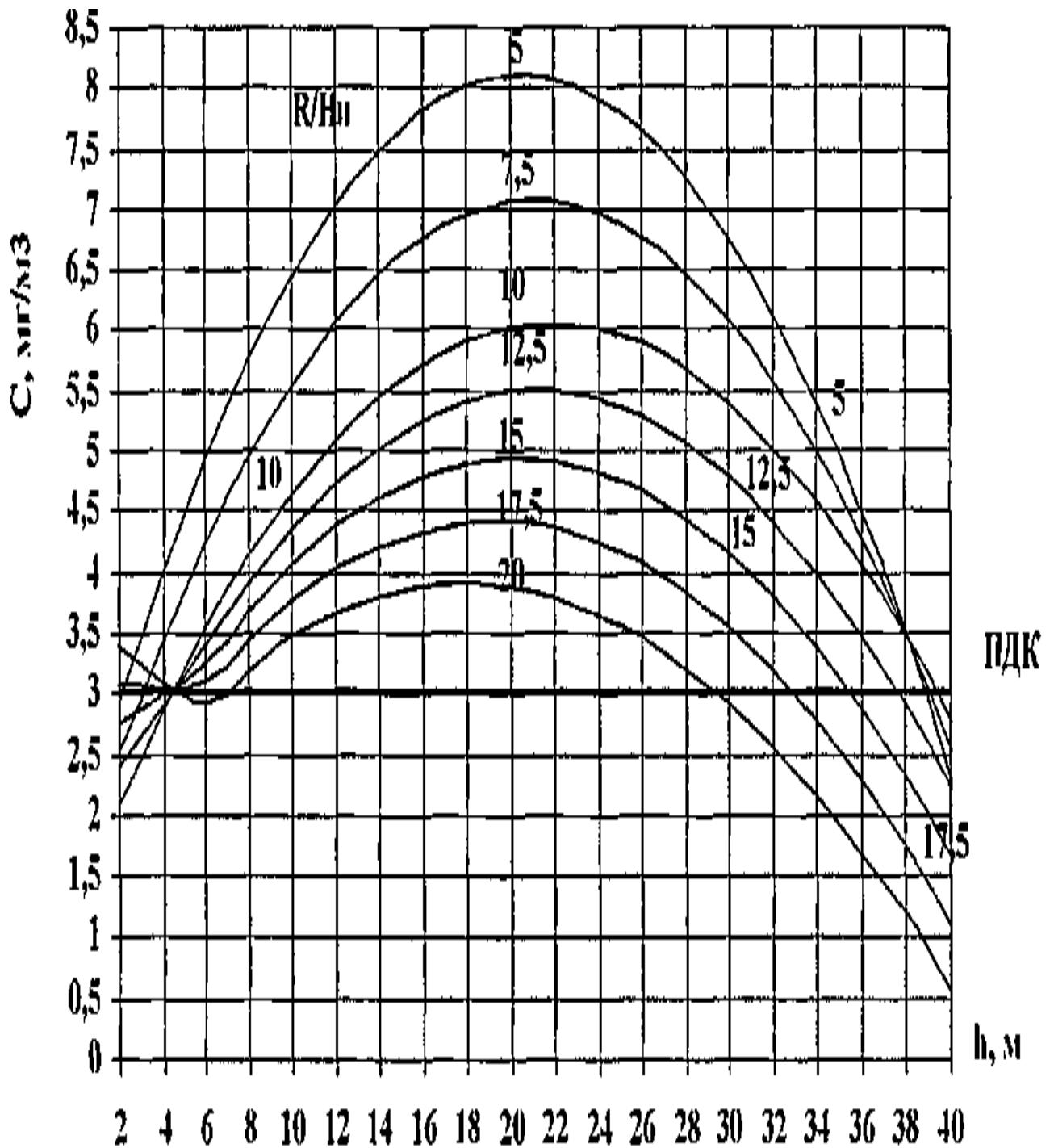


Рисунок 3.5 - Номограма для визначення оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря будівель, що перебувають під впливом точкового джерела, висота якого дорівнює висоті будівлі $H_i=H$ ($H_i=30$ м)

H_i - висота джерела, м; R -відстань від гирла джерела до будівлі, м;

h - висоти приймального отвори від поверхні землі, м.

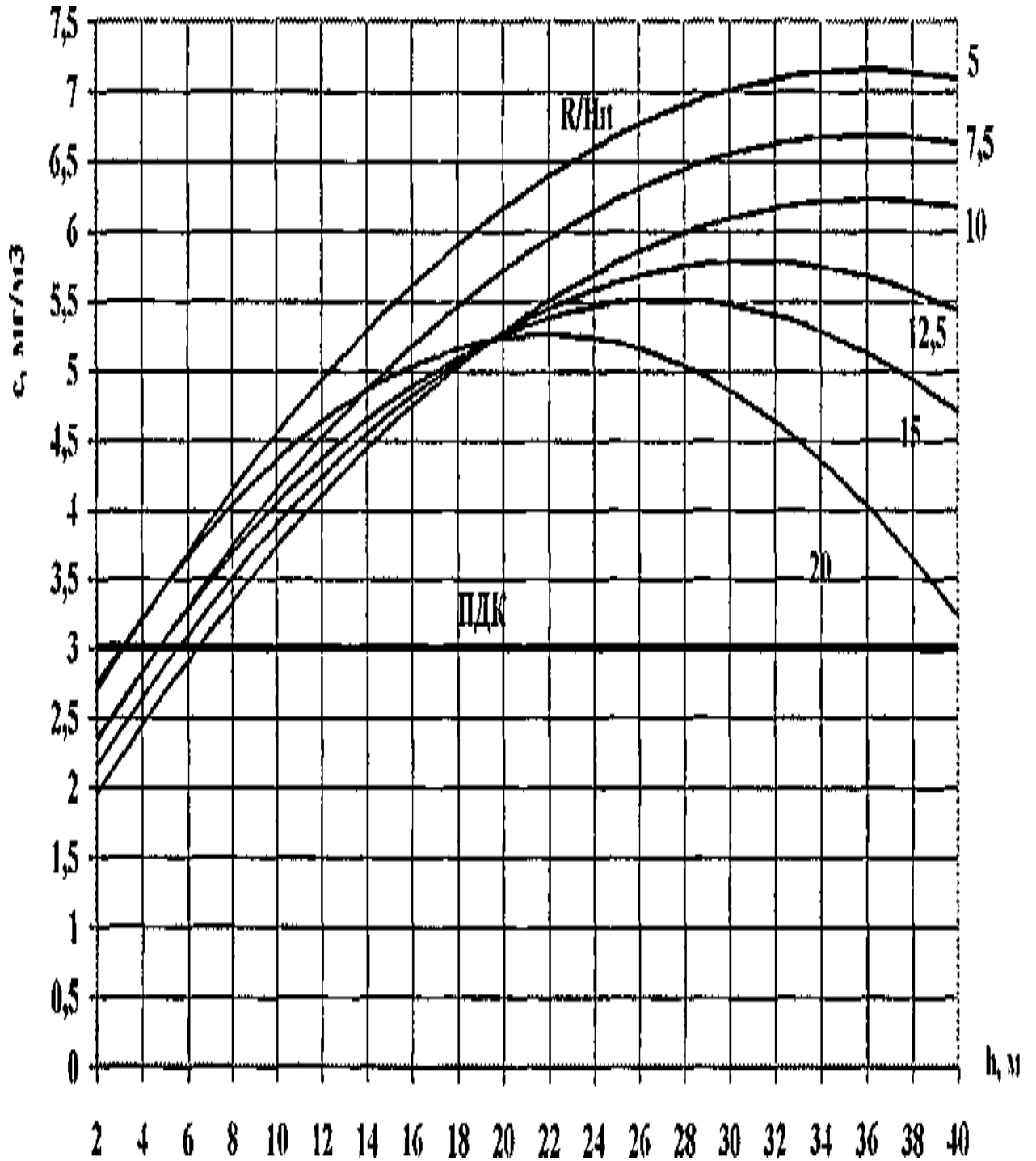


Рисунок 3.6 - Номограма для визначення оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря будівель, що перебувають під впливом точкового джерела, висота якого вище за висоту будівлі $H_1 > H$ ($H_1 = 2H$; $H_1 = 60\text{м}$)

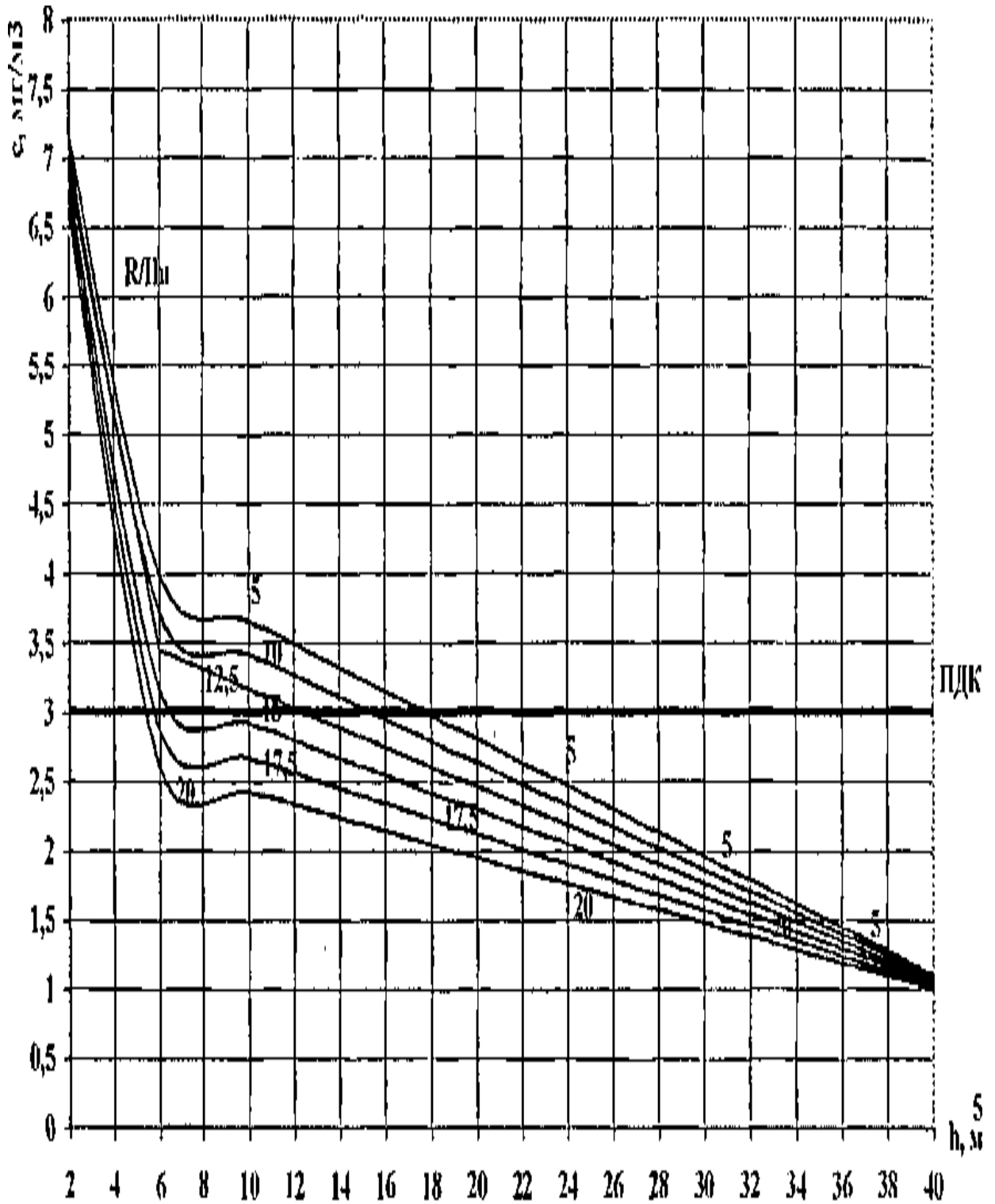


Рисунок 3.7 - Номограма для визначення оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря будівель, що перебувають під впливом точкового джерела, висота якого нижче висоти будівлі $H_i < H$ ($H_i = 0,5H; H_i = 15\text{м}$)

На підставі номограм можна шляхом підбору оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря вибрати схему організації повітрообміну жител залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря.

3.3 Розміщення отвори приймального пристрою для забору зовнішнього повітря по висоті будівлі

Оптимальне місце розташування огорожі повітря для вентиляції жител, що перебувають під впливом точкових джерел заввишки від 15 м до 60 м, слід визначати також за розрахунком величини концентрації СО в зовнішньому повітрі по висоті будівлі або по номограмах.

Завдання зводиться до визначення висоти від поверхні землі низу отвору для приймального облаштування (h) зовнішнього повітря для будівель з урахуванням точкових джерел середньої і малої потужності. Необхідно враховувати висоту джерела ($H_{и}$) дії по відношенню до висоти будівлі (H).

По розроблених методах розрахунку необхідно визначати відношення величини $\frac{c}{c_{max}}$ (c — величина концентрації СО, мг/м^3 на висоті h від поверхні землі; c_{max} — максимальна концентрація по висоті будівлі, мг/м^3) для уточнення висоти, на якій необхідно розмістити низ отвору для приймального облаштування зовнішнього повітря.

У разі, коли величина концентрації максимальна на висоті h від землі, то $\frac{c}{c_{max}}=1$. Підставляючи *висоту* будівлі H і задаючись *кроком* висоти h від поверхні землі, отримаємо величину концентрації СО по висоті усієї будівлі. Якщо $\frac{c}{c_{max}} \leq \frac{c_{гдж}}{c_{max}}$ то на висоті h слід здійснювати огорожу повітря.

Отримані напівемпіричні залежності дозволяють передбачати рівень забруднення у будь-якій точці по висоті багатопверхової будівлі і визначати

тим самим оптимальну висоту для огорожі зовнішнього повітря з урахуванням точкових джерел.

На підставі номограм можна шляхом підбору оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря створити оптимальний повітряний режим будівель залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря з урахуванням точкових джерел.

На підставі отриманих в роботі графічних залежностей величини концентрації Z в зовнішньому повітрі від висоти будівлі отримані додаткові умови (таблиця.3.2) по вибору оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря залежно від співвідношення величин — H для багатопверхових будівель.

Таблиця 3.2 - Вибір оптимальної висоти приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря

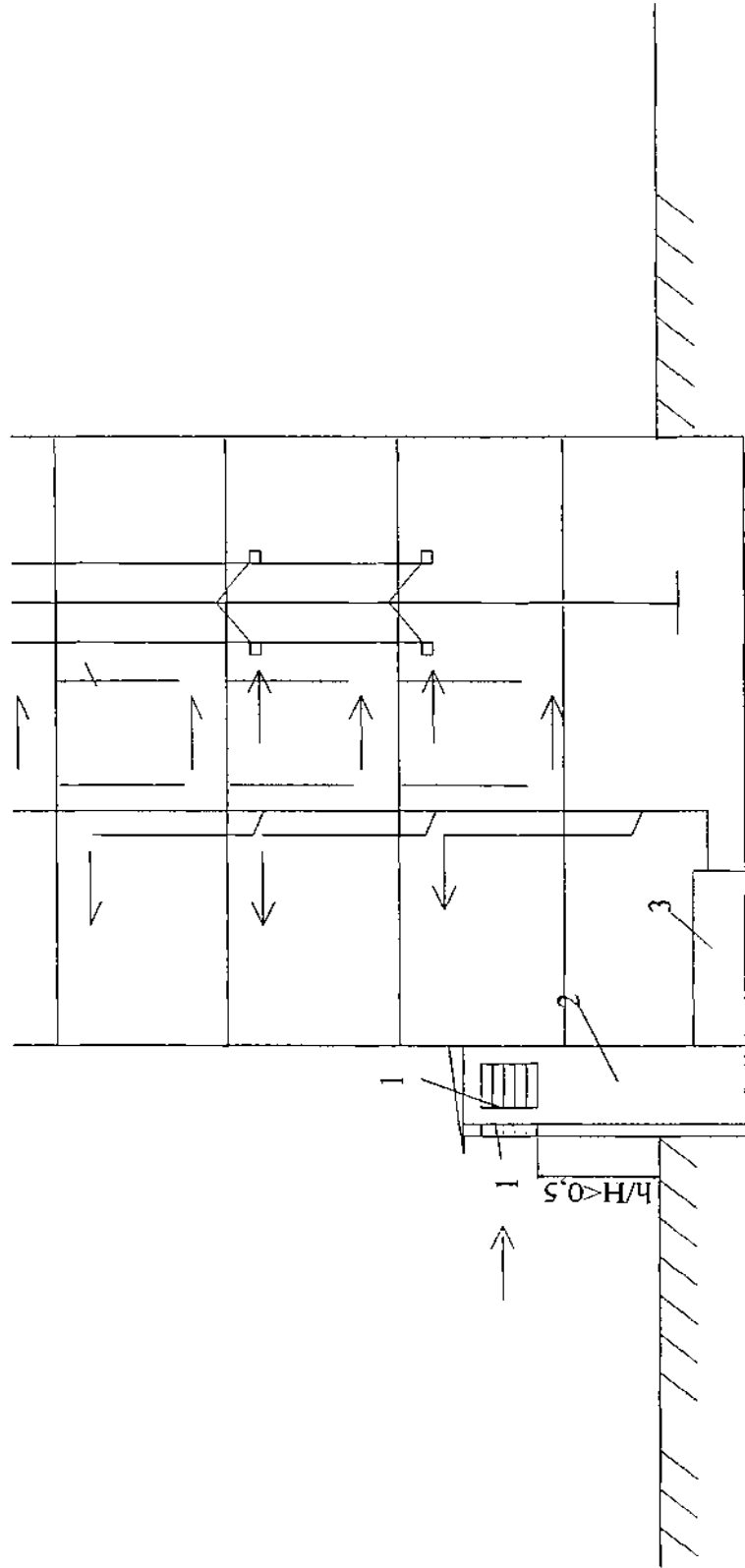
R/ H _i	H _i =0,5H, H _i =15 м		H = H ; H _i =30 м		H _i =2H; H _i =60 м	
	поверховість 9-10 пов.	поверховість 10-16 пов.	поверховість 9-10 пов.	поверховість 10-16 пов.	поверховість 9-10 пов.	поверховість 10-16 пов.
20	h=0,16H;H	h =H	h =H	20	h=0,16H;H	h =H
17,5	h =0,19H;H	h =H	h =1,1H	17,5	h =0,19H;H	h =H
15	h =0,2H;H	h =H	h =1,2H	15	h =0,2H;H	h =H
12,5	h =0,4H;H	h =H	h = 0,2H	12,5	h =0,4H;H	h =H
10	h =0,5H;H	h =H	h =0,1H	10	h =0,5H;H	h =H
7,5	h =H	h =H	h =0,1H	7,5	h =H	h =H
5	h =0,6H;H	h =H	h =0,07H	5	h =0,6H;H	h =H

Примітка: H_i - висота джерела, м; R - відстань від гирла джерела до будівлі, м; h - висоти приймального отвору від поверхні землі, м; H- висота будівлі, м

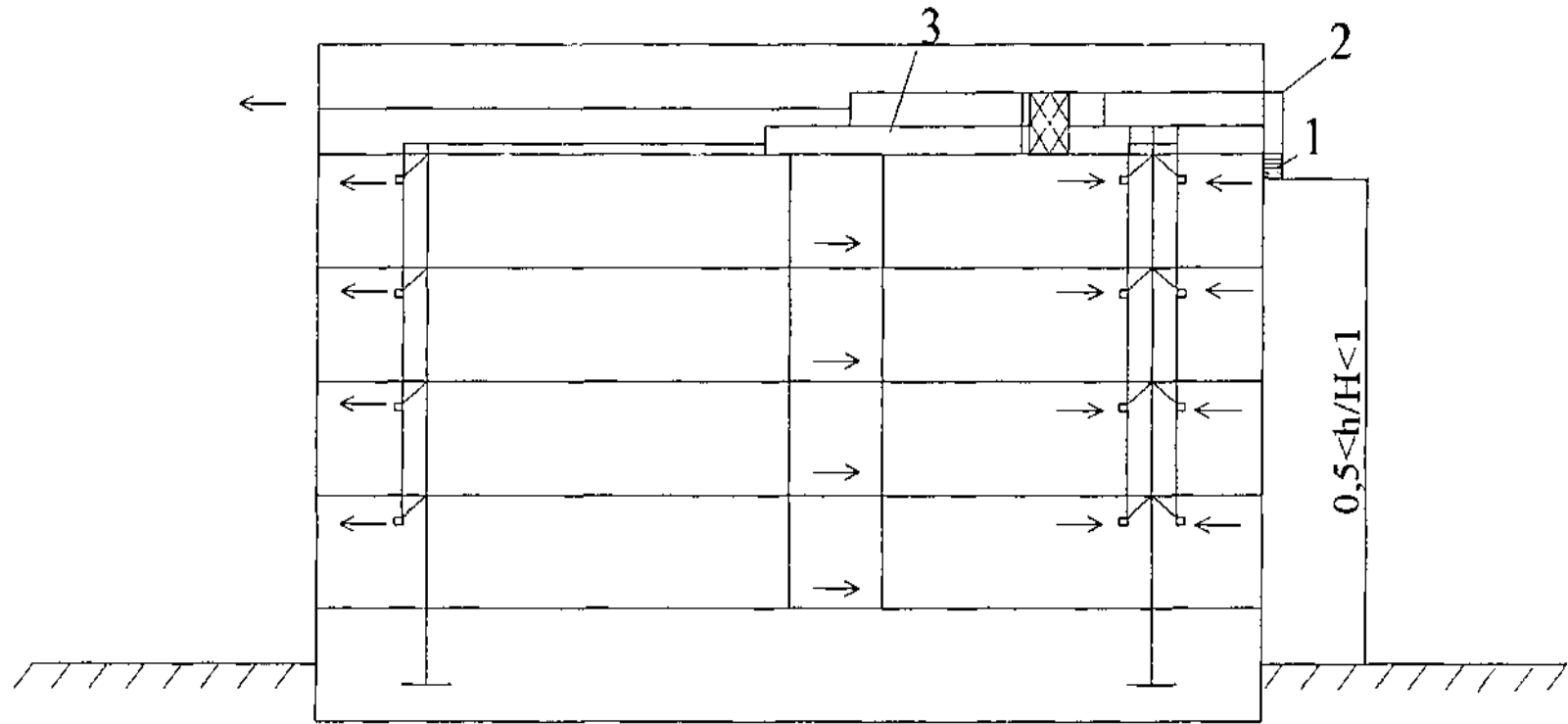
По відношенню величин $\frac{h}{H}$ (h - висота низу приймального отвору, м; H - висота будівлі, м) уточнюється положення припливної камери (на горищі або в підвалі), а також розміщення припливного отвору по висоті будівлі :

1. якщо $\frac{h}{H} < 0,5$, припливна камера розміщується в підвалі;
2. якщо $0,5 < \frac{h}{H} < 1$, припливна камера розміщується на горищі;
3. якщо $\frac{h}{H} > 1$, припливна камера розміщується на горищі.

У зв'язку з цим розроблені схеми розміщення приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря по висоті будівлі і припливної камери, представлені на рис 3.8 а,б,в.



a)



6)

в)

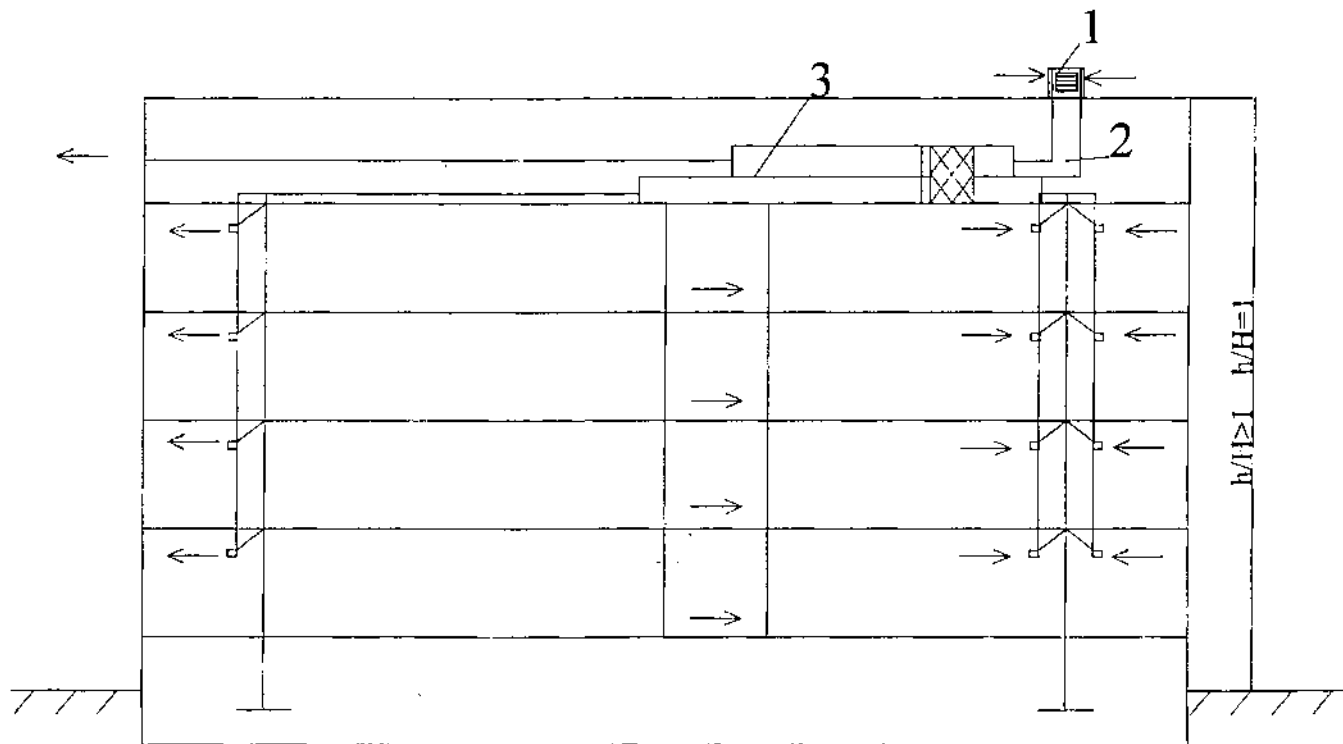


Рисунок 3.8 - Схеми розміщення припливної камери і повітрязабірної шахти, у випадку якщо: а) $\frac{h}{H} < 0,5$;

б) $0,5 < \frac{h}{H} < 1$; в) $\frac{h}{H} > 1$; 1 - жалюзійні ґрати; 2-повітрязабірна шахта; 3-припливна камера

-розміщення приймального отвору без урахування міри забрудненості зовнішнього повітря по усій висоті будівлі може привести до зниження якості повітряного середовища жител;

-при проектуванні системи вентиляції будівель необхідно використати розроблені номограми, за допомогою яких зручно вибирати місце розміщення приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря по висоті будівлі;

-визначені умови розміщення приймального отвору по висоті будівлі, що перебувають під впливом джерел різної висоти.

3.4 Величини повітрообміну для житлової площі з умов боротьби з оксидом вуглецю (II) від точкових джерел.

Розрахунки кратності повітрообміну в житлах за вимогами ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007 не враховують величину концентрації CO в житлах від точкових джерел. У зв'язку з цим на підставі досліджень було проведено коригування існуючих нормативів, яке дозволяє розраховувати на кратність повітрообміну, представлену в таблицях 3.5-3.6 для будівель на різних відстанях від джерел, різної висоти по відношенню до будівлі, при виборі оптимальної висоти забору повітря.

Проаналізовані розрахунки вентиляційного повітрообміну в житлах (об'ємом 52,65м) досліджуваних будівель, на різних відстанях від точкових джерел викиду по масі шкідливих речовин (CO), що виділяються[13].

Розрахунок показав, що в несприятливих випадках (напрямі і швидкості вітру) мінімальна витрата зовнішнього повітря 1 м² житлової площі, розрахована з умов боротьби із CO (чи кратність повітрообміну, 1/год), залежать від відстані від будівлі до джерела, а також від висоти джерела по відношенню до будівлі (рис. 3.9) і у кожному конкретному випадку різні (таблиця. 3.3 3.4).

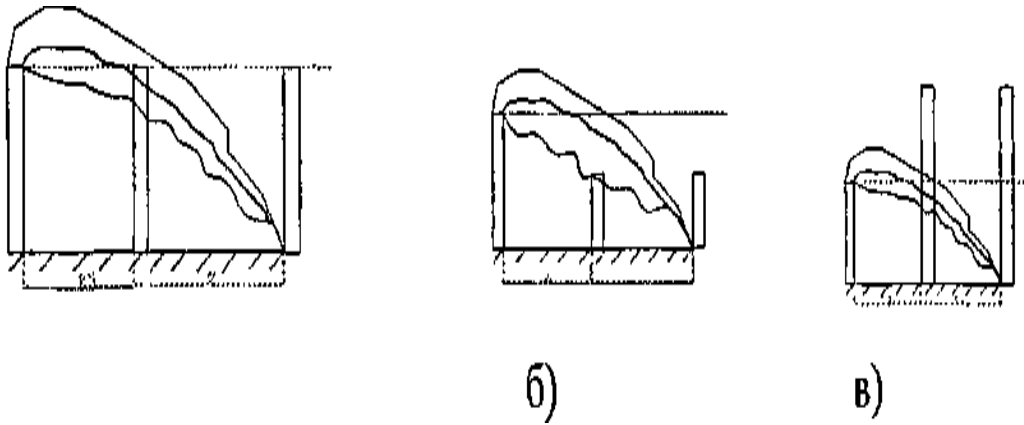


Рисунок 3.9 - Висота будівлі по відношенню до висоти джерела :
 а) $H_i = H$; б) $H_i > H$ ($H_i = 2H$); в) $H_i < H$ ($H_i = 0,5H$)

Таблиця 3.3 - Мінімальна витрата, $\text{м}^3/\text{год}$ зовнішнього повітря 1 м^2 житлової площі, розрахований з умов боротьби із СО (оксиду вуглецю (II)) від точкових джерел викиду*

R/H_i	$H_i = 0,5H ; H_i = 15 \text{ м}$	$H_i = H ; H_i = 30 \text{ м}$	$H_i = 2H ; H_i = 60 \text{ м}$
5	5,32	4,83	4,8
7,5	4,83	4,56	4,78
10	4,73	4,37	4,24
12,5	4,6	4,11	4
15	4,56	4	3,65
17,5	4,53	3,89	3,3
20	4,51	3,77	3,2

* - паливо природний газ ; H_i - висота джерела; H - висота будівлі.

Таблиця 3.4

R/H_i	$H_i = 0,5H ; H_i = 15 \text{ м}$	$H_i = H ; H_i = 30 \text{ м}$	$H_i = 2H ; H_i = 60 \text{ м}$
5	6,9	6,28	6,24
7,5	6,28	5,93	6,21
10	6,15	5,68	5,51
12,5	5,98	5,34	5,2
15	5,93	5,2	4,75
17,5	5,89	5,05	4,29
20	5,86	4,9	4,16

*-паливо кам'яне вугілля ; H_i - висота джерела; H - висота будівлі.

Таблиця 3.5 - Мінімальна кратність повітрообміну, 1/год, розрахована з умов боротьби із СО (оксиду вуглецю (II)) від точкових джерел викиду*

Висота джерела по відношенню до висоти будівлі	Відстань від гирла джерела до	Розміщення припливної камери*	Мінімальна кратність повітрообміну, 1 /год
$H_i=H$	10 $H_{гн}$	підвал	1,5
	20 $H_{гн}$	горище	1,37
$H_i=2H$	10 $H_{гн}$	підвал	1,54
	20 $H_{гн}$	горище	1,16
$H_i=0,5H$	10 $H_{гн}$	підвал	1,7
	20 $H_{гн}$	горище	1,64

*паливо природний газ

Таблиця 3.6

Висота джерела по відношенню до висоти будівлі	Відстань від гирла джерела до	Розміщення припливної камери*	Мінімальна кратність повітрообміну, 1 /год
$H_i=H$	10 $H_{гн}$	підвал	1,95
	20 $H_{гн}$	горище	1,78
$H_i=2H$	10 $H_{гн}$	підвал	2,00
	20 $H_{гн}$	горище	1,51
$H_i=0,5H$	10 $H_{гн}$	підвал	2,21
	20 $H_{гн}$	горище	2,13

* паливо кам'яне вугілля

Отримано мінімальна кратність повітрообміну для приміщень з урахуванням джерел різної висоти по відношенню до будівлі (табл.3.5-3.6).

Кратність повітрообміну повинна складати від 1,16 до 1,64 1/год (з урахуванням джерел, працюючих на природному газі, залежно від висоти будівлі по відношенню до висоти джерела і відстані від гирла джерела до приймального отвору).

Таблиця 3.7 - Мінімальна кратність повітрообміну, 1/год, розрахована з умов боротьби із З (оксиду вуглецю (II)) від пересувних джерел викиду

Інтенсивність руху автотранспортного потоку	Мінімальна кратність повітрообміну, 1 /год зовнішнього повітря
до 500-600 авт./год	1,2
понад 600-1000 авт./год	1,6
понад 1000-2000 авт./год	2,8
понад 2000 авт./год	3,1

У разі спільної присутності джерел (пересувних і точкового) необхідно враховувати інтенсивність автотранспортного потоку, а кратність повітрообміну в приміщенні приймати найбільшу (таблиця.3.7).

Кратність повітрообміну в приміщенні з урахуванням пересувних джерел повинна складати від 1,2 до 3,1 1/год залежно від інтенсивності руху автотранспортного потоку.

Мінімальна витрата зовнішнього повітря на 1 м² житлової площі для будівель, розташованих на різних відстанях від джерела (різної висоти по відношенню до будівлі), зручно визначати по рис.3.10.

Для того, щоб визначити мінімальну витрату зовнішнього повітря на 1 м² житлової площі по рис.3.10, необхідно знайти відношення відстані, на якій знаходиться будівля від джерела, до висоти самого джерела ($R/ H_{И}$). Потім слід визначити висоту джерела по відношенню до висоти будівлі : $H_{И}=0,5H$; $H_{И}=H$; $H_{И}=2H$.

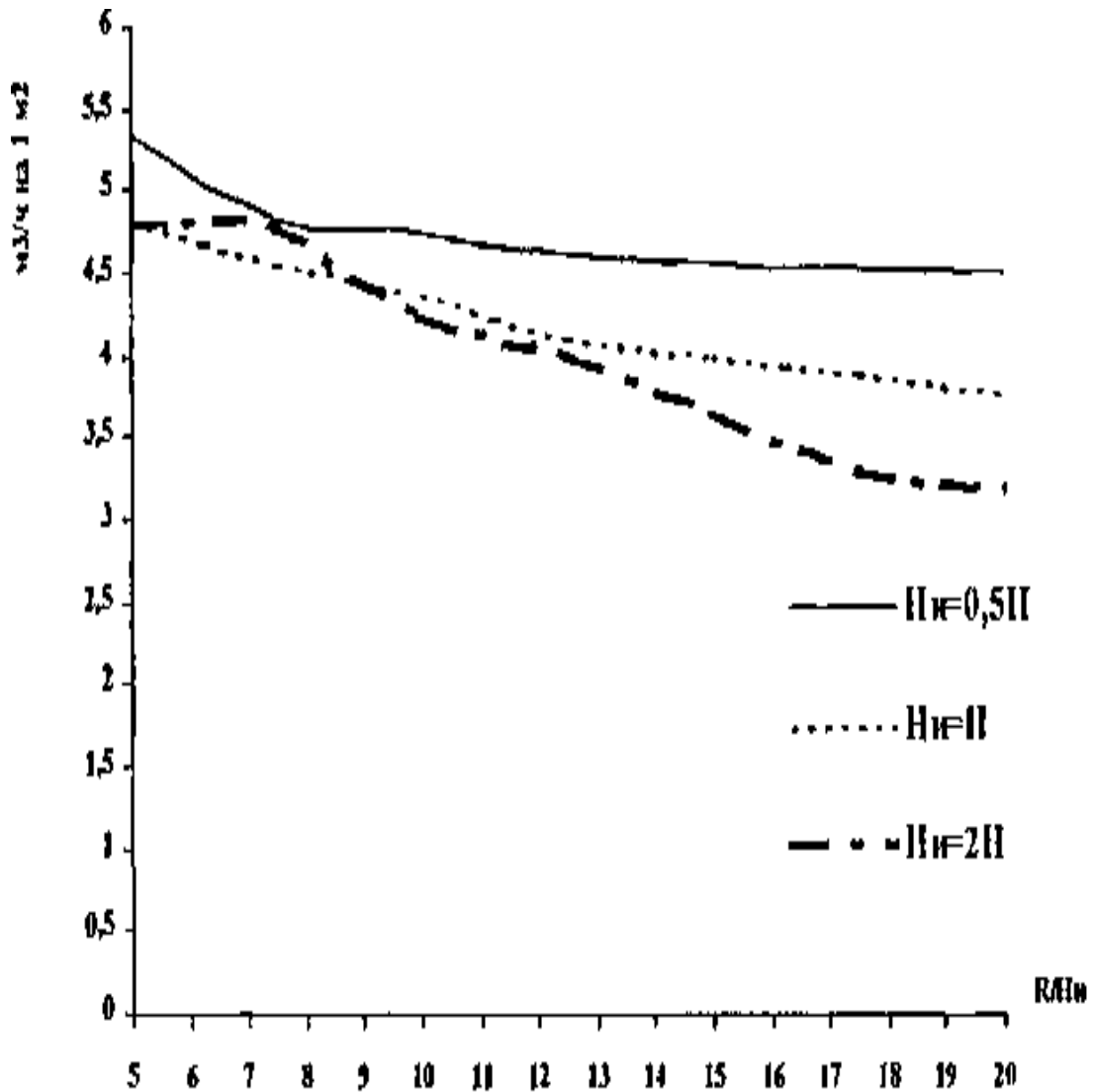


Рисунок 3.10 - Мінімальна витрата повітря, м³ /год зовнішнього повітря на 1 м² житлової площі, розрахований з умов боротьби із СО від точкових джерел (паливо природний газ)

R - відстань від будівлі до приймального отвору зовнішнього повітря, м; H₁- висота джерела, м

Рекомендовані величини повітрообміну, якості повітря, що забезпечують стандарти : для припливу мінімальна витрата зовнішнього повітря на 1 м² житлової площі, розрахований з умов боротьби із СО.

Для того, щоб повітря житлової кімнати задовольняло санітарно-гігієнічним вимогам по оксиду вуглецю (II), необхідно подавати і видаляти

від 3,2 до 5,32 м³/год повітря на 1 м² (з урахуванням джерела, працюючого на природному газі, залежно від відстані, на якій знаходиться будівля від джерела) і від 4,16 до 6,9 м³/год повітря на 1 м² (з урахуванням джерела, працюючого на кам'яному вугіллі).

Методика розрахунку для обґрунтування місця огорожі повітря дозволила проектувати систему припливної механічної вентиляції з урахуванням якості зовнішнього повітря по висоті усєї будівлі.

3.5 Охорона праці. Загальні положення.

Діюча система охорони праці (трудове законодавство, виробнича санітарія і техніка безпеки) забезпечує належні умови праці робітникам-будівельникам, підвищенню виробництва, безпека робіт і їх полегшення, що сприяє підвищенню продуктивності праці. Створення безпечних умов праці у будівництві тісно пов'язане з технологією і організацією виробництва.

У будівництві керуються ДБН, який містить перелік заходів, що забезпечують безпечні методи виробництва будівельних і монтажних робіт. Допуск до роботи знову прийнятих робітників здійснюється після проходження ними загального інструктажу по техніці безпеки, а також інструктажу безпосередньо на робочому місці. Окрім цього, робітники навчаються безпечним методам робіт впродовж трьох місяців з дня вступу, після чого отримують відповідні посвідчення. Перевірка знань робітників техніки безпеки проводиться щорічно.

Відповідальність за безпеку робіт покладена в законодавчому порядку на технічних керівників будівництв - головних інженерів і інженерів по охороні праці, виробників робіт і будівельних майстрів. Керівники будівництва зобов'язані організувати планування заходів по охороні праці і протипожежній техніці і забезпечувати проведення цих заходів у встановлені терміни.

Усі заходи по охороні праці здійснюються під безпосереднім державним наглядом спеціальних інспекцій (котлонагляду, держміськтехнагляду, гірською, газовою, санітарною і технічною, пожежною).

3.6 Пожежна безпека

Проблема пожежної безпеки стає усе більш актуальною у міру того, як зростає щільність населення і збільшується загроза людського життя.

Проблеми, пов'язані з розвитком і поширенням пожежі у будівлі, властиві усім будівлям: розчленовування і захист вертикальних комунікацій, забезпечення вогнетривких перекриттів, стін і дверей, обмеження у виборі матеріалів для обробки інтер'єру і так далі

Будівля I міри вогнестійкості. Усі несучі і захищаючі конструкції виконані з матеріалів, що не згорають, відповідно до міри вогнестійкості будівлі згідно з вимогами ДБН В.1.1-7-2002. Будівля має сходову клітину з штучним освітленням. Стіни сходової клітин мають межу вогнестійкості 2,5 години.

Двері відкриваються по ходу евакуації. Конструкція усієї споруди забезпечує нормативні межі вогнестійкості.

Внутрішня пожежогасіння забезпечена установкою на кожному поверсі пожежних кранів з витратою води 25 л/с. В усіх приміщеннях встановлюється датчики пожежної сигналізації.

Зовнішня пожежогасіння забезпечена від пожежних гідрантів, встановлених на дворівній водопровідній мережі з витратою води 20 л/с.

Пожежна сигналізація. Пожежі відносяться до небезпечних подій, які виникають від випадку до випадку. Від своєчасного виявлення пожежі залежить збиток, який наносить пожежу. Цінність інформації про пожежу знаходиться в зворотній залежності від його тривалості. Методи контролю пожежних подій можна розділити на пасивні і активні. У цьому

проектованому спортивному комплексу застосовується активний метод контролю.

Активний метод контролю — безперервний в часі, заснований на застосуванні технічних засобів. Виявлення пожежі і виклик пожежної допомоги при цьому методі здійснюється незалежно від людини — автоматично. У цих цілях застосовують спеціальні виявители пожежі — датчики, які розміщують в різних приміщеннях об'єктів охорони і сполучають їх лініями зв'язку з приймальною станцією, яку встановлюють зазвичай в пункті охорони підприємства, установи. В результаті виконання цих робіт на підприємстві утворюється система централізованого збору інформації про пожежі від розосереджених об'єктів. Така система безперервно підтримується в справному стані, функціонує в так званому режимі, що чекає, пожежа для якої — подія очікувана.

У початковій стадії горіння нагріті гази і продукти спрямовуються від вогнища вгору, до перекриття приміщення, поширюючись потім радіально по усій площі стелі. Нагріті гази спрямовуються вгору і утримуються під перекриттям тому, що їх об'ємна маса менше об'ємної маси не нагрітого повітря. Якщо внутрішній об'єм приміщення представляти як би розділеним горизонтальними площинами на декілька зон, то на початку продукти горіння заповнюють зону, що примикає до стелі. У міру розвитку вогнища горіння лінійна швидкість потоку, що переміщається під стелею, зростає і його товщина по вертикалі розширюється, поступово заповнюючи суміжну (нижче розташовану) зону.

Таким чином, в початковій стадії пожежі параметри середовища в об'ємі приміщення міняються не одночасно, небезпечна зона з високими параметрами формується передусім у верхній частині приміщення (під стелею), тоді як на нижніх рівнях приміщення (у підлоги) параметри середовища міняються не істотно.

Зона приміщення, в якій параметри середовища (температура, задимленість) нарастають у випереджаючому темпі, вважається

оптимальною для виявлення пожежі на ранній стадії розвитку. Тому стеля приміщення — найбільш прийнятне місце розміщення об'єктів виявлення пожежі (датчиків). При подальшому розвитку пожежі у зв'язку з припливом свіжого повітря до вогнища горіння нагріті шари повітря переміщуються з холоднішими шарами і параметри середовища в різних по висоті зонах приміщення поступово вгору.

У проекті використовується система пожежної сигналізації в кожному приміщенні будівлі з прямим зв'язком з пожежною службою.

Евакуація людей з будівель. Пересування людей як функція властива усім приміщенням будівель і споруд, пов'язаних з перебуванням в них людини. Для більшості приміщень переміщення людей є допоміжною функцією і для її здійснення виділяються спеціальні площі у складі приміщень (проходи між устаткуванням, входи і виходи), а для значної частини приміщень, що називаються комунікаційними приміщеннями або приміщеннями зв'язку (коридори, сходи, вестибюлі, фойє, кулуари і т. п.), переміщення людей є основним функціональним процесом. Комунікаційні приміщення у будівлях займають значну площу, складову у ряді випадків 30% і більше від робочої площі будівлі. Для великої групи будівель і споруд рух людей є основним функціональним процесом і від його правильної організації залежить їх раціональне об'ємно-планувальне рішення.

На відміну від інших функцій рух людей має ту особливість, що його значення різко міняється в різні періоди експлуатації будівлі. Так, навіть для тих приміщень, де ця функція є лише допоміжною, в період завантаження і евакуації приміщень рух людей стає основною функцією. При завантаженні і евакуації будівлі характерне одночасне переміщення значної кількості людей в одному напрямі.

Особливе значення придбаває рух людей під час виникнення пожежі у будівлі, аварії або якого-небудь стихійного лиха. В цьому випадку від правильної організації руху і стану комунікаційних приміщень залежить життя людей. Оскільки виникнення пожежі можливе у будь-якому

приміщенні, то облік аварійної евакуації людей обов'язковий для будь-якого приміщення і в цілому будівлі або споруди.

Таким чином, створення оптимальних умов для здійснення функціональних процесів, що відповідають призначенню будівлі або приміщення, вимагає обліку руху людей як в умовах нормальної експлуатації будівлі, так і при його аварійній евакуації. Як у тому, так і в іншому випадку слід прагнути до створення оптимальних параметрів ділянок для переміщення людей з комунікаційних приміщень.

Шляхи евакуації жителів під час пожежі - це один з важливих чинників при плануванні будівель, які передбачають необхідну площу сходів, на необхідний потік людей, оскільки паніка є головною причиною більшості людських жертв.

Розрахунок вогнестійкості конструкції. Вимагається визначити межу вогнестійкості багатопустотного настилу перекриття того, що спирається по двох сторонах. Ширина перерізу $b=1\text{м}$ (100см), довжина робочого прольоту $l=6\text{м}$ (600 см), висота $h=0,3\text{м}$ (30см). Товщина захисного шару до низу розтягнутої арматури Кл АІІ [$R_{sn} = 295\text{МПа}$ (3000кг/см²) $F_a = 12,6 \cdot 10^{-4}\text{м}^2$ (12,6 см² в стержні $d = 16\text{ мм}$)]. Бетон В15 [$R_{bn} = 11\text{Мпа}$ (112 кг/см²)].

Нормативне навантаження з урахуванням власної ваги $g = 11150\text{ Па}$ (1140 кг/м²). Розрахунок вироблюваний по критичних деформаціях розтягнутої арматури.

1. Обчислюємо максимальний згинаючий момент

$$M = \frac{bgl^2}{8} = \frac{1,00 \cdot 6^2 \cdot 11,150}{8} = 5,02 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

$$R_{прн} = \frac{R_{bn}}{0,83} = \frac{11}{0,83} = 13,2 \text{ МПа}$$

$$R_{ан} = \frac{R_{сн}}{0,9} = \frac{295}{0,9} = 328 \text{ МПа} (3340 \text{ кгс} / \text{см}^2)$$

2. Корисна висота перерізу

$$h_0 = h - y - 0,5d = 3,0 - 1,5 - 0,5 \cdot 1,6 = 27,7 \text{ см}$$

3. Захисний шар до центру арматури

$$y+0,5d = 15+0,5 \cdot 16 = 23 \text{ мм}$$

4. Відносна висота стислої зони

$$\xi_t = 1 - \sqrt{1 - \frac{2M}{bh_0^2 R_{нрн}}} = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 512000}{100 \cdot 27,7^2 \cdot 135}} = 0,051$$

5. Коефіцієнт зниження міцності розтягнутої арматури

$$\gamma_a = \frac{bh_0 R_{нрн}}{F_a R_{ан}} \xi_t = \frac{100 \cdot 27,7 \cdot 135}{12,6 \cdot 3340} 0,051 = 0,453$$

6. Критичну деформацію розтягнутої арматури

$$\xi_{акр} = 0,0067 \left(\frac{0,69}{\xi_t} - 1 \right) = 0,0067 \left(\frac{0,69}{0,051} - 1 \right) = 0,084$$

7. По знайдених значеннях γ_a і $\xi_{акр}$ знаходимо $T_{акр} = 1073\text{К}$ (793К).

Межа вогнестійкості τ настилу суцільного перерізу при захисному шарі до центру арматури 23 мм і $T_{акр} = 1073\text{К}$.

8. Визначаємо $\tau = 3$ години 45 хвилин з урахуванням пустотності настилу

$$\tau = 0,9 \cdot 225 = 203 \text{ хвилини} \approx 3 \text{ години } 38 \text{ хвилин}$$

$$\tau_{ф} \geq \tau_{перед}$$

$$3 \text{ години } 38 \text{ хвилин} > 0,9 \text{ години}$$

3.7 Техніка безпеки при будівельних роботах

Техніка безпеки при бетонних роботах. В цілях створення належних умов для безпечного виробництва робіт на будівельному майданчику мають бути попереджувальні написи, виділені небезпечні зони:

- падіння вантажу 7 м;
- робочих органів машин 5 м;

Отвори захищені.

Усі робітники беруть участь у виробництві робіт, повинні носити каски, запобіжні пояси.

Однією з найважливіших умов безпечного виконання робіт є правильна експлуатація кранів, стійкість, що забезпечує їх, і надійність вантажозахватних пристроїв. При вітрі силою більше шести балів крани веж використати заборонено.

Забезпечення безпеки кам'яних робіт. Кам'яні роботи полягають в зведенні стін, що несуть, з цеглини $\delta = 510$ мм. Під'їм і переміщення цеглини робиться краном на піддонах за допомогою вантажозахватних пристосувань, що виключають падіння вантажу. Рівень кладки після кожного переміщення лісів на 0,7 м вище робочого наздогнала. Кладка наступних поверхів робиться після облаштування міжповерхового монолітного перекриття.

Дверні і віконні отвори в зовнішніх стінах, що знаходяться на рівні робочого настилу або вище на 0,6 м мають бути закриті або захищені перилами на висоті 1 м.

Висота будівлі 12,08 м - необхідно встановити захисні козирки по усьому периметру будівлі у вигляді настилу на кронштейнах через 6 м від рівня землі.

Ширина козирків 1,5 м з ухилом до стіни, так щоб кут між нижньою частиною стіни і поверхнею козирка складала 110° . Робітники зайняті на установці козирків, працюють із запобіжними поясами. Перший ряд захисних козирків збережеться до закінчення кладки стіни, другий ряд з сітчастих настилів встановлюється над першим рядом на висоті 2 м і переставляється по ходу кладки.

Ліси і подмости на яких працюють мулярі повинні відповідати встановленим вимогам зокрема стійкості і міцності.

Розрахунок робітника настилу. Настил складається з чотирьох дощок $\delta = 50$ мм, шириною 200 мм, завдовжки 2,0 м. Розрахункове навантаження 1130 кг

вага пакету з цеглиною - 700 кг

вага ящика з розчином - 200 кг

вага робітника з інструментом 130 кг

вага робітника, що окремо стоїть, 100 кг

Зосереджене навантаження на горизонтальні елементи $R_d = 2,5 \text{ кН}$

Дерев'яний настил відноситься до середніх засобів підмоцнення.

Визначуваний момент опору :

$$W = b \times h^2 \times n / 6 = 0,2 \times 0,052 \times 4 / 6 = 3,3 \times 10^{-4} \text{ м}^3$$

З обліком гранично - допустимої напруги $R = 12,75 \text{ МПа}$ допустиме навантаження дерев'яний настил: $M_{\text{доп}} = W [R] \text{ До}$, де $\text{До} = 1,55$ коефіцієнт враховує короточасну дію навантаження :

$$M_{\text{доп}} = 3,3 \times 10^{-4} \times 12,75 \times 1,55 \times 1000 = 6,6 \text{ кНм}$$

Визначаємо зусилля, яке може витримати настил :

$$P = 4 \times M_{\text{доп}} / \ell = 4 \times 6,6 / 2 = 13,2 \text{ кН}$$

$$P > P_g \quad 13,2 \text{ кН} > 2,5 \text{ кН}$$

Площа наздогнала $S = 0,2 \times 4,2 = 1,6 \text{ м}^2$

Тоді $P_g < 9,8 \times p_1 / s = 9,8 \times 11300 / 1,6 \times 10000 = 9,92 \text{ кН}$

$$P_g < 9,8 \times p_1 / s = 1,8 \text{ кН} < 6,92 \text{ кН}$$

Проектований настил витримує зусилля в 13,2 кН, що значно вище за нормативні навантаження і забезпечує безпеку кам'яних робіт на висоті.

Забезпечення безпеки робіт електрозварювань. Місця виробництва е робіт електрозварювань звільнені від матеріалів, що згорають, в радіусі не менше 5 м, а від вибухонебезпечних матеріалів і установок - 10 м. При різанні елементів конструкцій прийняті заходи проти випадкового обвалення відрізаних елементів. Для підведення зварювального струму до електроутримувачів і пальників для дугового зварювання застосовані ізольовані гнучкі кабелі, розраховані на надійну роботу при максимальних електричних навантаженнях з урахуванням тривалості циклу зварювання. Металеві частини устаткування електрозварювання, що не знаходиться під напругою, а також зварювані вироби і конструкції на увесь час зварювання заземлені, а у зварювального трансформатора, окрім цього, сполучений закріплюючий болт корпусу із затиском вторинної обмотки, до якого підключається зворотний дріт.

При виробництві зварювальних робіт на висоті робітники застосовують запобіжні пояси, що кріпляться до металевих петель, вмонтованих в стіни будівлі. Місця зварювання захищаються ширмами.

Виробництво робіт електрозварювань під час дощу або снігопаду за відсутності навісів над устаткуванням електрозварювання і робочим місцем електрозварника не допускається.

Забезпечення безпеки обробних робіт засобу підмоцнування, вживані для штукатурних або малярних робіт, в місцях, під якими ведуться інші роботи або є прохід, повинні мати настил без проміжків.

Малярні склади виготовляють централізований. При їх приготуванні на будівельному майданчику використовують для цих цілей приміщення, обладнані вентиляцією, що не допускає перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Приміщення забезпечені нешкідливими миючими засобами і теплою водою.

Тару з вибухонебезпечними матеріалами (лаки, нітрофарби і тому подібне) під час перерв в роботі закривати пробками або кришками і відкривати інструментом, не зухвалим іскроутворення.

Місця, над якими робляться скляні роботи, захищені. До початку скляних робіт візуально перевірити міцність і справність віконних палітурок.

Забезпечення безпеки покрівельних робіт. Допуск робітників до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду виконробом або майстром спільно з бригадиром справності несучих конструкцій даху і обгороджувальних. При виконанні робіт на даху робітники застосовують запобіжні пояси. Місця закріплення запобіжних поясів мають бути вказані майстром або виконробом. Трапи на час роботи закріплені. Не допускається виконання покрівельних робіт під час ожеледі, туману, що виключає видимість в межах фронту робіт, грози і вітру.

3.8 Висновки по розділу

1. При проектуванні системи вентиляції будівель необхідно використати розроблені методи розрахунку або номограми, за допомогою яких визначається місце розміщення припливної камери і повітря приймального отвору залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря по усій висоті будівлі. На основі розрахункових методів розроблені рекомендації по вибору принципів схем організації повітрообміну в житлах.

2. Визначені об'єми повітря, які необхідно подавати системою припливною механічною вентиляцією : для припливу мінімальна витрата зовнішнього повітря на 1 м² житлової площі, розрахований з умов боротьби із СО, має бути:

-від 3,2 до 5,32 м³/год (залежно від відстані, на якій знаходиться будівля від джерела, працюючого на природному газі);

-від 4,16 до 6,9 м³ /год (від джерела, працюючого на кам'яному вугіллі).

ГОЛОВНІ ВИСНОВКИ

1. Сплановані і проведені експериментальні дослідження якості зовнішнього і внутрішнього повітря по висоті житлових будівель, розташованих на різній віддаленості від джерел : визначені середні річні значення концентрацій СО в повітряному середовищі житлової забудови впродовж 2019-2020 рр.

2. За результатами досліджень проаналізовані напівемпіричні залежності, які уточнюють вибір оптимального місця забору повітря за величиною оксиду вуглецю (ІІ) в зовнішньому повітрі у будь-якій точці по висоті будівель, розташованих на різній віддаленості від джерел заввишки $H_1=0,5H$; $H_1=H$; $H_1=2H$. Це важливо на першій стадії проектування системи вентиляції будівель, оскільки залежності передбачають рівень забрудненості по усій висоті будівлі (вище 2 м).

3. Уточнені нормативні вимоги по вибору оптимальної висоти огорожі повітря залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі з урахуванням точкових джерел: розроблені схеми розміщення приймального отвору для огорожі зовнішнього повітря по висоті будівлі і припливної камери на основі натурних досліджень.

4. Визначені об'єми повітря, які необхідно подавати системою припливною механічною вентиляцією : для припливу мінімальна витрата зовнішнього повітря на 1 м^2 житлової площі, розрахований з умов боротьби із СО, має бути:

від 3,2 до 5,32 м /год (з урахуванням точкових джерел, працюючих на природному газі, заввишки від 15 до 60 м);

від 4,16 до 6,9 м /год (з урахуванням точкових джерел, працюючих на кам'яному вугіллі, заввишки від 15 до 60 м).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шерман, М. Якість повітря в житлових будівлях/ Макс Шерман//АВОК.-1999. -№5. -с.11- 15.
2. Рябов, С. Н. Розробка характеристик комплексної оцінки екологічної оцінки безпеки повітряного середовища жител і заходу по її забезпеченню: дис...канд. техн. наук: 03.00.16, 05.23.03 / Рябов Станіслав Николаевич.- Волгоград, 2005. - 135 с.
3. Кузьмичев, А.В. Основи моніторингу повітряного басейну забудованих територій в умовах децентралізації систем теплопостачання : дис...канд. техн. наук: 03.00.16, 05.23.03 / Кузьмичев Олександр Вікторович. -Волгоград, 2005. - 129 с.
4. Шелейховский, Г. В. Задимлення міст/ Г. В. Шелейховский -М.: Міністерство комунального господарства РРФСР, 1949. - 120 с.
5. Малявина, Е.Г. Повітряний режим висотної будівлі впродовж року/ Е.Г. Малявина, С. В. Бірюков, С. Н. Дианов //АВОК. - 2003. -№ 6. -с. 14.
6. Табунників, Ю. А. Проблеми висотних будівель / Ю.А. Табунників// АВОК.-2002.-№1.-с.5-9.
7. Гримсруд, Д.Т. Боротьба із забрудненням повітря в житлових будівлях засобами вентиляції : леткі органічні речовини і радон/ Д.Т. Гримсруд, Д.Е. Хэдлиш//ТрудыА8Ш1АЕ.-1999.-с.114.
8. Берлянд, М.Е. Сучасні проблеми атмосферної дифузії і забруднення атмосфери/ М.Е. Берлянд. -Л.: Гидрометеоиздат, 1975. - 250 с.
9. Ливчак, И.Ф. Вентиляція багатоповерхових житлових будинків / И.Ф. Ливчак. -М.: Держ. Из-во архітектури і містобудування, 1951. - 140 с.
10. Ливчак, И.Ф. Вентиляція багатоповерхових житлових будівель/ И.Ф. Ливчак

- А.Л. Наумов. -М.: АВОК-ПРЕС, 2005. - 136 с.
11. Ливчак, И.Ф. Развитие теплоснабжения, климатизируют в России за 100 последних лет/ И.Ф. Ливчак, Ю.Я. Глеків. -М.: Вид-во Ассоциации строителей, 2004. - 149 с.
 12. Наумов, А.Л. Оценка затрат тепла на отопление и вентиляцию в жилых зданиях/ А.Л. Наумов//АВОК.-2007. -№ 8; -с. 8-12.
 13. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - Натомість СНиП 2.04.05-91; введ. 2004-01-01. -М;: ГУПЦПП, 2004. - 46с.
 14. СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные. Натомість СНиП 2.08.01-89*; введ. 2003-10-01. -М: ФГУПЦНС, 2003. - 25 с.
 15. СанПиН 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям. -Введ. 2000-12-15. -М.:Гострой России, 2001.-12 с.
 16. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. -Введ: 1999-03-01. -М.: Держбуд России, ГУПЦПП, 1999.-10 с.
 17. Fanger, P.Ole. Качество внутреннего воздуха В XXI СТОЛЕТИИ: У поисках ДОСКОНАЛОСТИ/ P.Ole. Fanger//Indoor Air. - 2000. - №2. - с.14- 16.
 18. Качество внутреннего воздуха и докільця : сб; науч.тр. II междунар.научн. конференции / ВолГАСУ. -Волгоград: Из-во ВолГАСУ, 2004: - 268 с.
 19. Куликів, В. Г. Сравнительная гигиеническая оценка состояния внутреннего воздуха жилых зданий, расположенных в жилых зонах с различными уровнями загрязнения атмосферного воздуха. / У: Г. Куликів, Э.Г. Плотко, К.П. Селянкина, Н.С.// Сб.науч.тр. «Медицина труда и экология человека в горно-металлургической промышленности». - Екатеринбург: Наука, 1998,-с. 119-125.

20. Малахов, П. В. Проект природно-механічної вентиляції житлового будинку в Москві/П. В. Малахов//АВОК. — 2003 .-№3. — С. 12-17.
21. Стяжкін, В. М. Питання ефективного і безпечного застосування полімерних матеріалів в житловому, цивільному і промисловому будівництві/ В. М. Стяжкін, Г. М.Кузнєцов // Матеріали 8-го Всеросійського з'їзду гігієністів і санітарних лікарів. -М.: ПРАДИС, 1996, - 156 с.
22. Суворов, Г. А. Мікроклімат житлових і цивільних будівель / Г. А.Суворов, Г. Ф.Афанасьєва, Ю.Д. Губернський. -М.: ПРЕС, 1999. - 108 с.
23. Рябов, С. Н. Розробка характеристик комплексної оцінки екологічної безпеки повітряного середовища жител і заходу по її забезпеченню. Автореферат на...к.т.н. -Волгоград, - 2005. - 20 с.
24. Spengler, J.D. Long - term measurements of respirable sulfates and particles inside and outside homes / J.D.Spengler, D.W.Dockery, W.A.Tumer
J.M.Wolfson and B.G. Ferris // Atmos. Environ. - 1990. - Vol.10, № 15. P.23-30.
25. Dockery, D. W. and Spengler, J.D. Personal exposure to respirable particulates and sulfates / D. W. Dockery, J.D.Spengler // Air Pollut. Control Assoc. - 1981. - Vol.31, № 12. P.153-159.
26. Moschandreas, D.J. Indoor air pollution in the residential environment / J. Moschandreas, S.W.Stark, J.F.McFadden and S.S.Morse// Environmental Protection Agency Report. - 1978. - Vol. 11. U.S., № 7, P.229-230.
27. Yocum, J.E. (1982). Indoor - outdoor air quality relationships. A critical review / J.E. Yocum //Air. Pollut. Control Assoc. - 1982. - Vol. 32, № 10, P.500-520.

28. Cleveland, W.S. Urban formaldehyde. Observed correlation with source emissions and photochemistry /Cleveland, W.S., Graedel. T.E. //Atmos. Environ. - 1977. - Vol. 11, № 11, P.357-360.
29. Singh, H.B. Measurements of some potentially hazardous organic chemicals in urban environments/ H.B. Singh, L.J.Salas, A.J. Smith// Atmos. Environ. - 1981.Vol. 15, №17, P. 601-612.
30. Tuazon, E.G. Atmospheric measurements of trace pollutants by kilometer pathlength FT - IR spectroscopy. In: Advances in Environmental Science and Technology/ E.G. Tuazon, A.M.Winer, Graham, R.A., and Pitts, J.E.New York. - 1980. - Vol. 10, № 4. - P. 259-300.
31. Порецкий, В.В. Опалювання, вентиляція і кондиціонування повітря /В. В. Порецкий, И.С. Березович, Т. І. Стомахина. -М.: Патори, 2003. - 308 с.
32. Харитоновна, В. П. Природна вентиляція із спонуканням/ В. П. Харитоновна//АВОК. - 2006. -№ 3. -с.8- 10.
33. Briganti, A. Оцінка і відношення до якості повітря власників будівель і співробітників / Antonio Briganti /КРАМНИЦЬ. - 2000. -№ 5. -с.12- 14.
34. Вимоги інженерів до стандартів вентиляційних систем // АВОК. - 1998. -№6. С. 5-14.
35. Якість повітря і вентиляція //АВОК. - 2000. -№ 4. -с.19- 20.
36. Воробйова, Ю.А. Вплив процесу старіння конструкцій, що захищають, і інженерних систем житлових будівель на мікроклімат приміщень : дис... канд. техн. наук: 05.23.03/ Воробйова Юлія Олександрівна. - Воронеж, 2006. - 189 с.
37. Уаддн, Р. А. Забруднення повітря в житлових і громадських будівлях: Характеристика, прогнозування, контроль / Р. А. Уаддн, П. А. Шефф. -М.: Стройиздат, 1987. - 160с.
38. Губернський, Ю.Д. Эколого-гигиеническая безпека житла/ Ю.Д.

- Губернський //Гігієна і санітарія. - 1994. - № 3. -с. 15-18.
39. Губернський, Ю.Д. Эколого-гигиенические аспекты організації моніторингу житлового середовища / Ю.Д. Губернський, Н.В. Калініна, А.И. Мельникова //Гігієна і санітарія. - 1997. -№ 3. -с. 46-49.
40. Berk, J.V. Field monitoring of indoor air quality. In: 1979 Annual Report of the Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Report / J.V.Berk, T.A.Boyan, S.R.Brown. - Cali - fomi: Acad, press, 1980. - 560 p.
41. Brevsse, P.A. The health cost of tight homes / P.A.Brevsse, J. Am. Med// Assoc. - 1981.-Vol.7,№ 5. - P.267-268.
42. Крисюк, Э.М. Нормування радіоактивності будівельних матеріалів/ Э.М. Крисюк //Гігієна і санітарія. - 1980. -№12. -с.32- 33.
43. Корольов, А.А. Медична екологія: навчань, посібник для студ.высш.учеб.закладів /А.А.Королев, М.В.Богданов, А.А.Королев. -М.'.Видавничий центр «Академія», 2003. - 192 с.
44. Швидких, В. В. Комплексна гігієнічна оцінка забруднення окружающей середовища промислового міста і показників здоров'я новонароджених: дис...канд. мед. наук/ Швидких Валерій Володимирович. - Оренбург, 1995. - 153 с.
45. Лебедькова, С. Е. Поширеність серцево-судинних захворювань в дитячій популяції шкільного віку з урахуванням екологічної обстановки повітряного середовища/ С. Е. Лебедькова, В. М. Боїв, Л.В. Кол- бина//Педіатрія. - 1991.-№12. - С. 41-44.
46. Кучма, В. Р. Епідеміологія захворювань населення, що проживають на екологічно неблагополучних територіях/ В. Р. Кучма, С. Р. Гильденскиольд, Т. Ш. Мінібаїв // Екологічна безпека регіонів і ринкові стосунки : Матеріали міжнародної конференції. -М. ЕКСПРЕС, 1994. - С. 363-368.

47. Филов, В. А. Хімічні канцерогени в довкіллі і їх екологічне значення. Природні і антропогенні канцерогени/ В. А. Филов, В. В. Худолей // Журнал екологічної хімії. - 1993. - №4. - С. 313- 317.
48. Новіков, С. М. Проблема оцінки канцерогенного ризику дії хімічних забруднень довкілля/ С. М. Новіков, Г. І. Рум'янців, З.И. Жолдакова //Гігієна і санітарія. - 1998: - №1. - С. 29- 34.
49. Агаєв, Ф.Б. Кількісна і якісна оцінка взаємозв'язку захворюваності немовлят з хімічним забрудненням атмосфери в умовах Баку/ Ф.Б. Агаєв, И.Г. Самедов, А.С. Кулиев //Гігієна і санітарія. - 1993. - №4. - С. 76.
- 50: Пушкарева, М.В. Критерії і методи мінімізації дії екологічних навантажень на населення: дис... канд. мед.наук / Пушкарева Марія Вікторівна. - М., 1995. - 144 с.
51. Сливина, Л.П. Чинники ризику захворювань дітей першого року життя у великому промисловому місті/ Л.П. Сливина, С. В. Попов, О. А. Воронкова // Труды. - Казань, 1994. - С. 67- 69.
52. Сычев, А.А. Комплексний методичний підхід до оцінки генетичних наслідків забруднень атмосферного повітря/ А.А. Сычев В. М. Санников //Гігієна довкілля. - Київ, 1989. - С. 149- 150.
53. Зайцев, В. І. Гігієнічна оцінка довкілля при-многолетней експлуатації зосереджених хімічних підприємств / В. І. Зайцев, А.П. Михайлуц. - Кемерово: Медицина, 1999. - 56 с.
54. Буштуева, К.А. Методи і критерії оцінки стану здоров'я населення у зв'язку із забрудненням довкілля/ К.А. Буштуева, И.С. Випадково. - М.: Медицина, 1979. - 285 с.
55. Денисова, Е.Л. Вплив чинників місця існування на стан здоров'я населення / Е.Л. Денисова, А.И. Горшков, Н.П. Ляхова //Гігієна і санітарія. - 2005.-№ 1. - с.6- 8.
56. Онищенко, Г.г. Основи оцінки ризику для здоров'я населення при дії

- хімічних речовин, що забруднюють довкілля/ Г. Г. Онищенко, С. М. Новіков, Ю.А. Рахманін, С. Л. Авалиани. - М.: НИИЭУ і ДЕРЖ, 2002. - 408 с.
57. Онищенко, Г. Г. Ризик здоров'ю/ Г. Г. Онищенко // Гігієна і санітарія. - 2002.- №6. -с.3- 5.
58. Онищенко, Г. Г. Основи оцінки ризику для здоров'я при дії хімічних речовин, що забруднюють довкілля/ Г. Г. Онищенко, С. М. Новіков, Ю.А. Рахманін. - М.: Медицина, 2002. -с.368- 406.
59. Екологічний стан, використання природних ресурсів, охорона довкілля Тюменської області / Департамент з довкілля охорони адміністрації Тюменської області. - Тюмень, 2005. - 152 с.
60. Екологічний стан, використання природних ресурсів, охорона, довкілля Тюменської області / Департамент з довкілля охорони адміністрації Тюменської області. - Тюмень, 2006. - 159 с.
61. Грушко, Я.М. Шкідливі з'єднання в промислових викидах в атмосферу/ Я.М. Грушко. -Л.: Гидрометеоиздат, 1986, - 123 с.
62. Лейте, В. Визначення забруднень повітря в атмосфері і на робочому місці / В. Лейте. -Л.: Хімія, 1980. - 340 с.
63. Тиунов, Л.А. Токсикологія окислу вуглецю/ Л.А. Тиунов, В. В. Куців. -М.: Медицина, 1980. - 150 с.
64. Jones, N.L. Body carbon monoxide storage capacity exercise / N.L. Jones, J.F.Jurkons// J.Appl.Physiol: Respir., Environ. Exercise Physiol. - 1979. - Vol.46,№ 4. P.811-815.
65. Дія на організм небезпечних і шкідливих екологічних чинників. У 2 т. Т. 1. Метрологічні аспекти./ Л.К. Ісаєва [та ін.]; отв. ред. Л.Н. Сухов. -М.: ПАИМС, 1997. - 512 с.
66. Лидин, Р. А. Довідник по неорганічній хімії. Константи неорганічних речовин / Р. А. Лидин, Л.Л. Андеева, В. А. Молочко - М: Хімія, 1987. - 320 с.

67. Прыткова, О. В. Комплексна еколого-гигиеническа характеристика антропогенних хімічних чинників промислового міста : дис...канд.биол.наук: 11.00.11/ Прыткова Ольга Вікторівна. - Оренбург, 1998. - 123с.
68. Муравйова, С. М. Довідник по контролю шкідливих речовин в повітрі / С. М. Муравйова, Н.И. Казнина, Е.К.Прохорова. - М.: Хімія, 1988. - 152 с.
69. Гранично допустимі концентрації хімічних речовин в довкіллі: довідник. -М.: Хімія, 1987. - 123 с.
70. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств /ОНД- 86. - М.: Гидрометеоиздат, 1987. - 150 с.
71. Матеріали XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів. ІННІ ЗНУ. –Запоріжжя: ЗНУ. -2020р.-410с.

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)»

Намус Нуредін
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Методи покращення повітряного режиму житлових приміщень в умовах несприятливих екологічних впливів».

Викона згідно до завдання, відповідає темі, містить 32 листа
(не) згідно (не) відповідає
графічного матеріалу і пояснювальну записку з 97 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією)
Актуальність обраної теми обумовлена тим що повітряний режим сучасних будівель формується під впливом багатьох чинників. Одним з найважливіших чинників є міра забрудненості зовнішнього повітря. Природна витяжна вентиляція не дозволяє контролювати рівень забрудненості внутрішнього повітря . При використанні механічної вентиляції припливне повітря в міських умовах може також привести до погіршення якості повітряного середовища.

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багатоваріантності)

У кваліфікаційній роботі наведено аналіз методів оптимізації повітряного режиму будівель залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря і аналіз рекомендацій по поліпшенню якості повітряного середовища жител.

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр»
 відповідає прийнятим вимогам

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач на достатньому професійному рівні

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень виконано у повному обсязі та відповідає вимогам

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у

роботі кваліфікаційна робота магістра виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій та сучасних нормативних документів

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів оформлено згідно норм та стандартів

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість _____

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: отримані напівемпіричні залежності величини концентрації СО в зовнішньому і внутрішньому повітрі від висоти фасаду будівель, розташованих на різній віддаленості від джерел; уточнені нормативні вимоги щодо вибору оптимального місця забору повітря для будівель з припливної механічної вентиляцією в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі.


Практичне значення одержаних результатів: проаналізовані методи розрахунку, які дозволяють проектувальнику на початковій стадії проектування вибрати оптимальну висоту забору повітря для припливної механічної вентиляції в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі і необхідний повітрообмін в житлових приміщеннях з урахуванням точкових джерел; створює науково-обґрунтовану базу для проектування систем вентиляції будівель.

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки: _____

Як побажання слід висловити наступне: бажано було б більш детально розглянути нормативні вимоги по вибору оптимальної висоти огорожі, але приведені зауваження не впливає на якість виконання роботи.

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на відповідальному рівні і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 95 національною Кваліфікаційною ЄКТС А

Керівник К.Т.Н., доцент  Савін В.О.
(посада, науковий ступінь) (підпис) (ПІБ)

Рецензія

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)»

Намус Нуредін
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Методи покращення повітряного режиму житлових приміщень в умовах несприятливих екологічних впливів».

Кваліфікаційна робота магістра виконана згідно до завдання відповідає темі,
(не) згідно не (відповідає)

містить мультимедійну репрезентацію листів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 97 сторінок.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Тема магістерської роботи є актуальною тому що повітряний режим сучасних будівель формується під впливом багатьох чинників. Одним з найважливіших чинників є міра забрудненості зовнішнього повітря. Природна витяжна вентиляція не дозволяє контролювати рівень забрудненості внутрішнього повітря . При використанні механічної вентиляції припливне повітря в міських умовах може також привести до погіршення якості повітряного середовища.

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)

У кваліфікаційній роботі наведено аналіз методів оптимізації повітряного режиму будівель залежно від міри забрудненості зовнішнього повітря і аналіз рекомендацій по поліпшенню якості повітряного середовища жител.

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: отримані напівемпіричні залежності величини концентрації СО в зовнішньому і внутрішньому повітрі від висоти фасаду будівель, розташованих на різній віддаленості від джерел; уточнені нормативні вимоги щодо вибору оптимального місця забору повітря для будівель з припливної механічної вентиляцією в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі.

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Усі розділи магістерської роботи оформлені згідно норм та відповідають вимогам, що висуваються до магістерських робіт. Розділи взаємозв'язані один з одним, чітко та технічно грамотно оформлені. Науковий стиль викладення матеріалу – виконано у повному обсязі та

відповідає вимогам, що висуваються до магістерської роботи.

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко - економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи) _____

Практичне значення одержаних результатів: проаналізовані методи розрахунку, які дозволяють проектувальнику на початковій стадії проектування вибрати оптимальну висоту забору повітря для припливної механічної вентиляції в залежності від ступеня забрудненості зовнішнього повітря по висоті будівлі і необхідний повітрообмін в житлових приміщеннях з урахуванням точкових джерел; створює науково-обґрунтовану базу для проектування систем вентиляції будівель.

5. Недоліки кваліфікаційної роботи магістра: в роботі потрібно більш детально розглянути напівемпіричні залежності, які уточнюють вибір оптимального місця забору повітря. Приведене зауваження не впливає на якість виконання роботи.

6. Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана (ний) на відповідальному рівні і заслуговує оцінки:

кількість балів 91

за національною шкалою визначено

за шкалою ЄКТС A

Рецензент доцент кафедри міського будівництва і господарства
Запорізького національного університету

(посада, місце роботи)

[підпис]
(підпис)



Сазонова О.Ю.
(П.І.Б.)