

658.382.3

T 191

**Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія**



**В. К. Тарасов
Ю. В. Куріс
І. О. Кутузова**

БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Навчально-методичний посібник

*для студентів ЗДІА
напряму підготовки 6.170202 «Охорона праці»*

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

*Затверджено до друку
рішенням науково-методичної ради ЗДІА
протокол № 6 від 20.04.2017р.*

БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Навчально-методичний посібник

*для студентів ЗДІА
напряму підготовки 6.170202 «Охорона праці»*

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри ПЕОП,
протокол № 9 від 15.03.2017р.*

Запоріжжя
ЗДІА
2017

УДК 658.382.3
Т 191

В. К. Тарасов, к.т.н., доцент
Ю. В. Куріс, д.т.н., професор
І. О. Кутузова, асистент

Відповідальний за випуск: *зав. кафедри ПЕОП,*
к.т.н., доцент Г. Б. Кожемякін

Рецензенти:

М. А. Макушин, директор ТОВ «Центр будівельних технологій»
(м. Запоріжжя);

О. Г. Добровольська, к.т.н., доцент кафедри водопостачання і водовідведення
Запорізької державної інженерної академії.

Тарасов В. К.

Т 191

Безпека експлуатації будівель та споруд: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА напряму підготовки 6.170202 «Охорона праці» / Тарасов В. К., Куріс Ю. В., Кутузова І. О.; Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2017. – 246 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ДІАГНОСТИКА ПОШКОДЖЕНЬ БУДІВЕЛЬ І КОНСТРУКЦІЙ	8
1.1 Оптимальний термін служби будівель та споруд	8
1.1.1 Будівлі і вимоги до будівель та споруд	8
1.1.2 Уніфікація, типізація і стандартизація	13
1.1.3 Конструктивні схеми будинків	18
1.1.4 Єдина модульна система	21
1.1.5 Класифікація промислових будівель	22
1.1.6 Вимоги до промислових будівель	25
1.1.7 Одно- й багатопверхові промислові будівлі. Уніфікація	26
1.2 Стадії руйнування навантажених конструкцій і ймовірні небезпеки для працюючих	32
1.2.1 Рівні та класи вимог до експлуатаційних властивостей будівельних виробів	32
1.2.2 Три стадії напруженого стану залізобетонних елементів при їх згинанні	33
1.2.3 Основні вимоги до безпеки експлуатації будівель та споруд	34
1.2.4 Ризики нещасних випадків при експлуатації будівель та споруд	35
1.3 Організація обстежень будівель і конструкцій	47
1.3.1 Обстеження будівельних конструкцій	49
1.3.2 Організація робіт по обстеженню будівельних конструкцій	51
1.4 Задачі технічної діагностики. Обстеження будівельних конструкцій	53
1.5 Методи і засоби контролю параметрів експлуатаційних якостей будівель та споруд	62
1.5.1 Паспортизація технічного стану будівлі (споруди)	66
1.5.2 Вплив параметрів мікроклімату на організм людини	69
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ І ПОБУТОВИХ БУДІВЕЛЬ	77
2.1 Порядок обстеження технічного стану і техніки безпеки	77
2.2 Пристрої для встановлення дефектів будівельних конструкцій	82
2.2.1 Прилади, апаратура та методи контролю	

властивостей матеріалів	82
2.2.2 Метод проникаючих середовищ	83
2.2.3 Механічні методи випробувань	83
2.2.4 Акустичні методи випробувань	85
2.2.5 Магнітні методи випробувань	87
2.2.6 Радіаційні випробування, пов'язані з використанням нейтронів і радіоізотопів	87
2.2.7 Радіохвильовий метод випробувань	88
2.2.8 Електричні методи випробувань	88
2.2.9 Використання геодезичних приладів та інструментів при огляді і випробуваннях конструкцій	88
2.3 Порядок визначення деформації споруд	89
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ВИРОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ	96
3.1 Випробування на вогнестійкість	96
3.2 Досліди навантажень та опору конструкцій	99
3.3 Незворотні деформації та зниження міцності конструкцій	102
РОЗДІЛ 4. ЗАСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЯКОСТЕЙ БУДІВЕЛЬ	105
4.1 Класифікація способів посилення елементів будівель та споруд	105
4.2 Вразливі місця та дефекти конструкцій будівель	106
4.3 Ремонт і підсилення фундаментів	110
4.3.1 Основні помилки у фундаментобудуванні	110
4.3.2 Натурні обстеження фундаментів та їх основ	112
4.3.3 Зміцнення і підсилення основ	119
4.3.4 Підсилення та реконструкція фундаментів мілкового закладення	122
4.3.5 Підсилення пальових фундаментів	125
4.3.6 Підвищення стійкості будівель і споруд, розташованих на нестійких схилах	127
4.3.7 Зведення фундаментів поблизу існуючих будівель	128
4.4 Технічне обслуговування стін та елементів фасаду	131
4.5 Експлуатаційні вимоги до дахів і покриття, ремонт і герметизація	146
РОЗДІЛ 5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.	157
5.1 Розрахунок згинальних металевих елементів балкової клітки	157

5.1.1 Основи методики розрахунку балок балкових кліток . . .	158
5.1.2 Приклад розрахунку	160
5.1.3 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	166
5.2 Розрахунок збірної залізобетонної колони середнього ряду першого поверху	169
5.2.1 Визначення навантажень на колону	169
5.2.2 Вибір класів бетону і арматури	170
5.2.3 Приклад розрахунку	170
5.2.4 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	173
5.3 Розрахунок центральнонавантаженої стиснутої металевої колони	175
5.3.1 Основи методики розрахунку сталевих одностійкових колон	176
5.3.2 Приклад розрахунку	178
5.3.3 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	182
5.4 Визначення межі вогнестійкості плоскої кам'яної стінки . . .	184
5.4.1 Приклад розрахунку	185
5.4.2 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	187
5.5 Визначення межі вогнестійкості за втратою несучої спроможності суцільної залізобетонної плити в результаті нагріву арматури	188
5.5.1 Приклад розрахунку	191
5.5.2 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	193
5.6 Визначення межі вогнестійкості плоскої перегородки . . .	194
5.6.1 Приклад розрахунку	195
5.6.2 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	196
5.7 Визначення межі вогнестійкості металевих конструктивних елементів	198
5.7.1 Приклад розрахунку	200
5.7.2 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	202
5.8 Посилення цегляного стовпа, що має тріщини . . .	205
5.8.1 Приклад розрахунку	205
5.8.2 Варіанти завдань для самостійної роботи . . .	207
 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ	 209
 ДОДАТКИ	 212
 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	 246

ВСТУП

Основна мета вивчення дисципліни «Безпека експлуатації будівель та споруд» - надати майбутньому фахівцю в галузі експлуатації будівель теоретичні знання та практичні навички задля вирішення проблем організації та технічного забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці на об'єктах його майбутньої професійної діяльності, тобто надати йому умови та можливість самостійно приймати інженерні рішення по безпеці праці на будівельному майданчику. Вивчення дисципліни базується на знаннях з питань безпеки, отриманих студентами при освоєнні навчальних програм освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, на основі раніше отриманих знань передбачає вивчення спеціалізованих питань охорони праці стосовно об'єктів професійної діяльності майбутніх фахівців і особливостей їхньої роботи в якості спеціаліста з охорони праці

Завдання вивчення дисципліни: формування знань студентів про організацію охорони праці та застосування тих чи інших методів безпечного ведення робіт при експлуатації будівель та споруд.

Безпека праці досягається забезпеченням безпеки будівель та споруд, виробничих процесів і обладнання. Вирішення питань охорони праці здійснюється на стадіях проектування, виготовлення й експлуатації різних об'єктів виробничого призначення.

Безпека експлуатації будівель і споруд забезпечується шляхом організації та здійснення постійного контролю за їх станом, проведення планово-попереджувальних ремонтів.

Крім систематичного спостереження за експлуатацією будівель і споруд спеціально на те уповноваженими особами, всі виробничі будівлі і споруди піддаються періодичним технічним оглядам. Огляди можуть бути загальними і приватними.

При загальному огляді обстежується вся будівля або споруда в цілому, включаючи всі конструкції будівлі або споруди, в тому числі інженерне обладнання, різні види оздоблення і всі елементи зовнішнього благоустрою (або всього комплексу будівель і споруд, наприклад, залізничні колії з штучними спорудами).

При приватному огляді обстеженню піддаються окремі будівлі, або споруди комплексу, або окремі конструкції, або види обладнання (наприклад,

ферми і балки будівлі, мости і труби на автомобільній дорозі, колодязі на каналізаційній або водопровідній мережі).

Власник будівлі, споруди при виявленні відхилень у його міцності (поява тріщин, прогинів, гнильних дерев'яних несучих елементів, масштабною корозії і т.п.) зобов'язаний самостійно, а також за приписом наглядово-контрольних органів запросити спеціалізовану організацію (що має ліцензію на відповідний вид діяльності) для проведення технічної експертизи об'єкта. За результатами акта експертизи - прийняти спільно з компетентними органами (особами) рішення про можливість подальшої експлуатації об'єкта з проведенням його ремонту (і яким способом) без зупинки виробництва або прийняти рішення про негайне закриття об'єкта, виведення з нього людей, з подальшим капітальним ремонтом або демонтажем об'єкта.

РОЗДІЛ 1. ДІАГНОСТИКА ПОШКОДЖЕНЬ БУДІВЕЛЬ І КОНСТРУКЦІЙ

1.1 Оптимальний термін служби будівель та споруд

1.1.1 Будівлі і вимоги до будівель та споруд

У будівельній практиці розрізняють поняття «будинок» і «споруда».

Спорудою прийнято називати все, що штучно зведено людиною задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства. *Будинок* називається наземна споруда, що має внутрішній простір, призначений і пристосований для того чи іншого виду людської діяльності (наприклад, житлові будинки, заводські корпуси, вокзали і т.д.).

Таким чином, поняття «споруда» немовби містить в собі поняття «будинок».

У практичній діяльності прийнято всі інші споруди, що не належать до будинків, відносити до так званих інженерних споруд. Іншими словами, споруди призначені для виконання суто технічних завдань (наприклад, міст, телевізійна щогла, тунель, станція метро, димар, резервуар і т.д.).

Внутрішній простір будинків розділяється на окремі приміщення (житлова кімната, кухня, аудиторія, службовий кабінет, цех та ін.).

Приміщення, розташовані на одному рівні, утворюють поверх. Поверхи розділяються перекриттями. У будь-якому будинку можна умовно виділити три групи взаємно пов'язаних між собою частин чи елементів, що в той же час немовби доповнюють і визначають один одного: об'ємно-планувальні елементи, тобто великі частини, на які можна розчленувати весь об'єм будинку (поверх, окремі приміщення, частина будинку між основними його стінами, що розчленовують, та ін.); конструктивні елементи, що визначають структуру будинку (фундаменти, стіни, перекриття, дах та ін.); будівельні вироби, тобто порівняно дрібні деталі, з яких складаються конструктивні елементи. Докладніше всі частини й елементи будинку розглядаються далі. Форма будинку в плані, його розміри, а також розміри окремих приміщень, поверховість та інші характерні ознаки визначаються в ході проектування будинку з урахуванням його призначення.

Будь-який будинок повинен відповідати наступним вимогам [1]:

1) функціональної доцільності, тобто будинок повинен цілком відповідати тому процесу, для якого він призначений (зручність проживання, праці, відпочинку і т.д.);

2) технічної доцільності, тобто будинок повинен надійно захищати людей від зовнішніх впливів (низьких чи високих температур, опадів, вітру), бути

міцним і стійким, тобто витримувати різні навантаження, і довговічним, тобто зберігати нормальні експлуатаційні якості в часі;

3) архітектурно-художньої виразності, тобто будинок повинен бути привабливим за своїм зовнішнім (екстер'єром) і внутрішнім (інтер'єром) виглядом, сприятливо впливати на психологічний стан і свідомість людей;

4) економічної доцільності, що передбачає найбільш оптимальні для даного виду будинку витрати праці, засобів і часу на його зведення. При цьому необхідно також поряд з одноразовими витратами на будівництво враховувати й витрати, пов'язані з експлуатацією будинку.

Головними з перелічених вимог є функціональна чи технологічна доцільність. Оскільки будинок є матеріально-організованим середовищем для здійснення людьми найрізноманітніших процесів праці, побуту і відпочинку, то приміщення будинку повинні найбільш повно відповідати тим процесам, на які вони розраховані; отже основним у будинку чи його окремих приміщеннях є його функціональне призначення.

Усі приміщення в будинку, що відповідають головним і підсобним функціям, зв'язуються між собою приміщеннями, головне призначення яких – забезпечення руху людей. Ці приміщення прийнято називати комунікаційними. До них відносяться коридори, сходи, вестибюлі, фойє, кулуари і т.п.

Отже, приміщення повинне обов'язково відповідати тій чи іншій функції. При цьому мають бути створені найбільш оптимальні умови для людини, тобто середовище, що відповідає виконуваний нею у приміщенні функції.

Якість середовища залежить від таких факторів, як простір для діяльності людини, розміщення устаткування і руху людей; стан повітряного середовища (температура і вологість, повітрообмін у приміщенні); звуковий режим (забезпечення чутності й захист від шумів, щозаважають); світловий режим; видимість і зорове сприйняття; забезпечення зручності пересування і безпечної евакуації людей.

Отже для того щоб правильно запроектувати приміщення, створити в ньому оптимальне середовище для людини, необхідно врахувати всі вимоги, що визначають якість середовища. Ці вимоги для кожного виду будинків і його приміщень установлюються Державними будівельними нормами (ДБН) – основним документом, що регламентує проектування і будівництво будинків і споруд у країні.

Технічна доцільність будинку визначається вирішенням його конструкцій, що має враховувати всі зовнішні впливи, сприймані будинком у цілому і його окремими елементами. Ці впливи підрозділяють на силові і несилові (вплив середовища) (рис.1.1). [1]

До силового відносять навантаження від власної маси елементів будинку (постійні навантаження), маси устаткування, людей, снігу, навантаження від дії вітру (тимчасові) й особливі (сейсмічні навантаження, впливи в результаті аварії устаткування і т.п.).

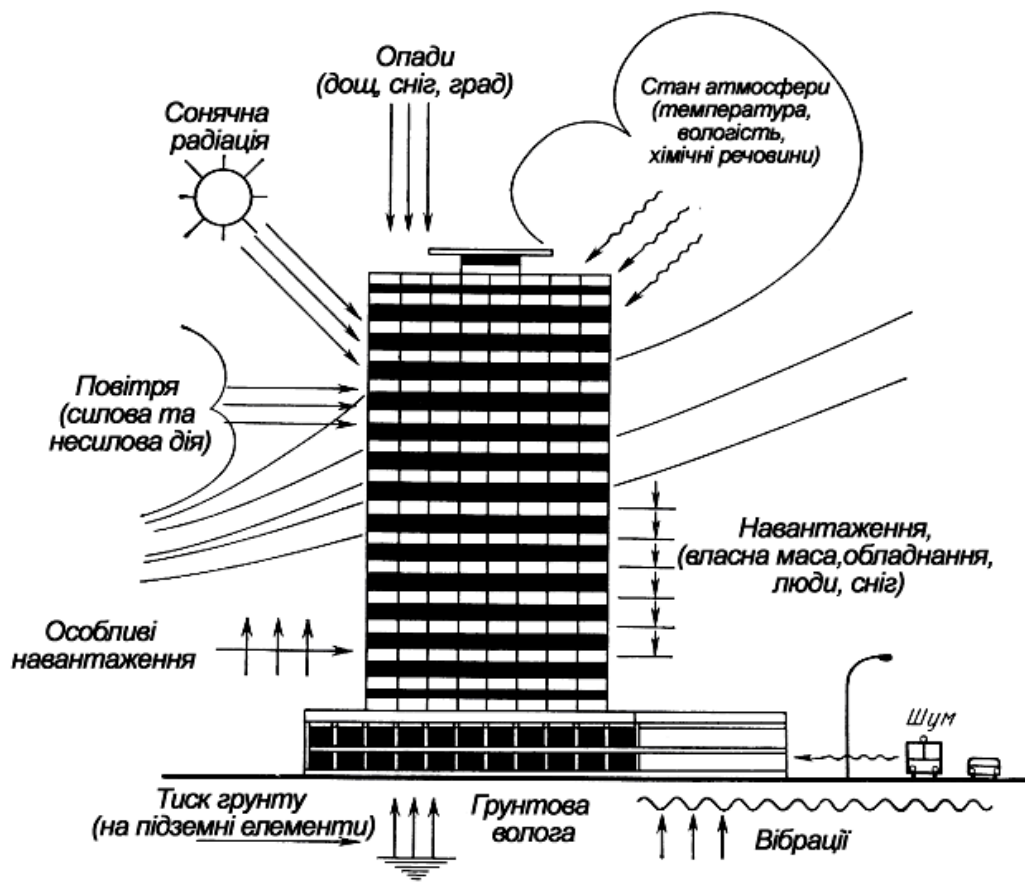


Рисунок 1.1 - Зовнішні впливи на будинок

До несилового відносять температурні впливи (викликають зміни лінійних розмірів конструкцій), вплив атмосферної і ґрунтової вологи (викликає зміну властивостей матеріалів конструкцій), рух повітря (зміна мікроклімату в приміщенні), вплив променистої енергії сонця (викликає зміна фізико-технічних властивостей матеріалів конструкцій), вплив агресивних хімічних домішок, що містяться в повітрі (можуть призвести до руйнування конструкцій), біологічні впливи (викликані мікроорганізмами чи комахами, що призводять до руйнування конструкцій), вплив шуму від джерел усередині чи поза будинком, що порушують нормальний акустичний режим приміщення. З урахуванням вказаних впливів будинок повинен задовольняти вимогам міцності, стійкості і довговічності.

Міцністю будинку називається здатність сприймати впливи без руйнування та істотних залишкових деформацій.

Стійкістю (твердістю) будинку називається здатність зберігати рівновагу при зовнішніх впливах. Довговічність означає міцність, стійкість і схоронність як будинку в цілому, так і його елементів у часі.

Будівельні норми і правила поділяють будинки за довговічністю на IV ступені: I – термін служби більше 100 років; II – від 50 до 100 років; III – від 20 до 50 років; IV – від 5 до 20 років.

Важливою технічною вимогою до будинків є пожежна безпека, що означає заходи, які зменшують можливість виникнення пожежі і, отже, загоряння конструкцій будинку.

Застосовувані для будівництва матеріали й конструкції поділяються на неспалювані, важко спалювані і спалювані.

Конструкції будинку характеризуються також межею вогнестійкості, тобто опором впливу вогню до втрати міцності чи стійкості або утворення наскрізних тріщин чи підвищення температури на поверхні конструкції з боку протилежної дії вогню до 140 0C (у середньому). За вогнестійкістю будинки розділяються на п'ять ступенів залежно від рівня загоряння і межі вогнестійкості конструкцій. Найбільшу вогнестійкість мають будинки I ступеня, а найменшу – V ступеня. До будинків I, II і III ступенів вогнестійкості відносять кам'яні будинки, до IV – дерев'яні оштукатурені, до V – дерев'яні неоштукатурені будинки. У будинках I і II ступенів вогнестійкості стіни, опори, перекриття і перегородки неспалені. У будинках III ступеня вогнестійкості стіни, опори, перекриття і перегородки неспалювані. У будинках III ступеня вогнестійкості стіни й опори неспалювані, а перекриття і перегородки важко спалювані. Дерев'яні будинки IV і V ступенів вогнестійкості за протипожежними вимогами повинні бути не більше двох поверхів.

Архітектурно-художні якості будинку визначаються критеріями краси. Для цього будинок повинен бути зручним у функціональному і зробленим у технічному відношенні. Для досягнення необхідних архітектурно-художніх якостей використовують такі засоби, як композиція, масштабність та ін.

При вирішенні економічних вимог мають бути обґрунтовані прийняті розміри й форма приміщень з урахуванням потреб населення. Економічна доцільність у вирішенні технічних завдань припускає забезпечення міцності й стійкості будинку, його довговічності.

При цьому необхідно, щоб вартість 1 м² площі або 1 м³ об'єму будинку не перевищувала встановленої межі. Зниження вартості будинку може бути досягнуто раціональним плануванням і недопущенням надмірностей при встановленні площі об'ємів приміщень, а також внутрішньою і зовнішньою обробкою; вибором найбільш оптимальних конструкцій з урахуванням виду будинку і умов його експлуатації; застосуванням сучасних методів і прийомів виконання будівельних робіт з урахуванням досягнень будівельної науки і техніки. [2]

Будинки залежно від призначення прийнято підрозділяти на цивільні, промислові й сільськогосподарські.

До цивільних відносять будинки, призначені для обслуговування побутових і суспільних потреб людей. Їх розділяють на житлові (житлові будинки, готелі, гуртожитки і т.п.) і суспільні (адміністративні, торгові, комунальні, спортивні, навчальні, культурно-просвітні та ін.).

Промисловими називають будинки, споруджені для розміщення знарядь виробництва і виконання трудових процесів, у результаті яких виходить промислова продукція (будинки цехів, електростанцій, транспорту, склади та ін.).

Сільськогосподарськими називають будинки, що обслуговують потреби сільського господарства (будинки для утримання худоби, тварин і птахів, теплиці, склади сільськогосподарських продуктів і т.п.). Перераховані види будинків різко відрізняються за своїм архітектурно-конструктивним рішенням і зовнішнім виглядом. Залежно від матеріалу стін будинки умовно поділяють на дерев'яні й кам'яні. За видом і розміром будівельних конструкцій розрізняють будинки з малорозмірних елементів (цегельні будинки, дерев'яні з колод, із дрібних блоків) і з великорозмірних елементів (великоблочні, панельні, з об'ємних блоків), монолітні.

За поверховістю будинки поділяють на одной багатопверхові.

У цивільному будівництві розрізняють будинки малоповерхові (1-3 поверхи), багатопверхові (4-9 поверхів) і підвищеної поверховості (10 поверхів і більше). [3]

Залежно від розташування поверхи бувають надземні, цокольні, підвальні й мансардні (горищні).

За ступенем поширення розрізняють будинки: масового будівництва, а возводимые повсюдно, як правило, за типовими проектами (школи, житлові будинки, поліклініки, дошкільні установи, кінотеатри та ін.); унікальні, особливо важливої суспільної і народногосподарської значущості, що споруджуються за спеціальними проектами (театри, музеї, спортивні будинки, адміністративні установи та ін.).

За функціональним призначенням та особливостями експлуатації суспільні будинки і споруди можуть бути розділені на спеціалізовані й універсальні.

Спеціалізовані суспільні будинки мають певне призначення, як правило, що не змінюється протягом усього періоду експлуатації (школи, лікарні, театри і т.д.).

Універсальні суспільні будинки можуть бути двох видів. До першого відносяться будинки багатоцільового призначення, в яких приміщення протягом декількох годин можуть бути трансформовані для використання за іншим призначенням. До другого виду відносяться будинки, в яких можна періодично видозмінювати розміри приміщень і їхнє угруповання, а також устаткування, його розміщення відповідно до удосконалення функціональних процесів. Обидва види суспільних будинків забезпечують гнучку ефективну й економічну експлуатацію і відповідають сучасним формам громадської діяльності людей.

Особливістю експлуатації універсальних суспільних будинків із залами великої місткості є їхня трансформація при зміні призначення протягом короткого часу. Здійснення швидкої трансформації залів вимагає особливих

об'ємно-планувальних конструктивних рішень будинків, спеціального устаткування і механізації трудомістких процесів.

Універсальні суспільні будинки другого виду використовують для великих торгових підприємств, адміністративних, проектних та інших організацій. Функціональний процес у них розвивається, змінюється та удосконалюється, що викликає необхідність періодичної заміни устаткування, видозміни приміщень і їхнього угруповання. Періодичність видозміни для таких будинків різна (кілька місяців чи років).

Періодична видозміна приміщень в універсальних суспільних будинках досягається спеціальними об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями на основі використання укрупнених прольотів і кроку несучих конструкцій.

1.1.2 Уніфікація, типізація і стандартизація

Збірні конструкції виконують з різних матеріалів. Найбільше застосування в сучасному будівництві одержав залізобетон. Поряд зі сталевими великорозмірними конструкціями в практиці будівництва все більше застосування одержують збірні конструкції з легких металевих сплавів, пластичних мас та ін.

Перевага індустріальних методів масового будівництва доведена практикою. Його технологія заснована на застосуванні типових збірних деталей і конструкцій.

Типізацією називають добір кращих з технічної та економічної сторони рішень окремих конструкцій і цілих будинків, призначених для багаторазового застосування в масовому будівництві.

Кількість типів і розмірів збірних деталей і конструкцій для будівель.

Будь-який будинок повинен відповідати наступним вимогам [1]:

1) функціональної доцільності, тобто будинок повинен цілком відповідати тому процесу, для якого він призначений (зручність проживання, праці, відпочинку і т.п.);

2) технічної доцільності, тобто будинок повинен надійно захищати людей від зовнішніх впливів (низьких чи високих температур, опадів, вітру), бути міцним і стійким, тобто витримувати різні навантаження, і довговічним, тобто зберігати нормальні експлуатаційні якості в часі;

3) архітектурно-художньої виразності, тобто будинок повинен бути привабливим за своїм зовнішнім (екстер'єром) і внутрішнім (інтер'єром) виглядом, сприятливо впливати на психологічний стан і свідомість людей;

4) економічної доцільності, що передбачає найбільш оптимальні для даного виду будинку витрати праці, засобів і часу на його зведення. При цьому необхідно також поряд з одноразовими витратами на будівництво враховувати й витрати, пов'язані з експлуатацією будинку.

Головними з перелічених вимог є функціональна чи технологічна доцільність. Оскільки будинок є матеріально-організованим середовищем для здійснення людьми найрізноманітніших процесів праці, побуту і відпочинку, то приміщення будинку повинні найбільш повно відповідати тим процесам, на які вони розраховані; отже основним у будинку чи його окремих приміщеннях є його функціональне призначення.

Усі приміщення в будинку, що відповідають головним і підсобним функціям, зв'язуються між собою приміщеннями, головне призначення яких – забезпечення руху людей. Ці приміщення прийнято називати комунікаційними. До них відносяться коридори, сходи, вестибюлі, фойє, кулуари і т.п.

Отже, приміщення повинне обов'язково відповідати тій чи іншій функції. При цьому в ньому мають бути створені найбільш оптимальні умови для людини, тобто середовище, що відповідає виконуваний нею у приміщенні функції.

Якість середовища залежить від таких факторів, як простір для діяльності людини, розміщення устаткування і руху людей; стан повітряного середовища (температура і вологість, повітрообмін у приміщенні); звуковий режим (забезпечення чутності й захист від шумів, що заважають); світловий режим; видимість і зорове сприйняття; забезпечення зручності пересування і безпечної евакуації людей.

Отже, для того щоб правильно запроектувати приміщення, створити в ньому оптимальне середовище для людини, необхідно врахувати всі вимоги, що визначають якість середовища. Ці вимоги для кожного виду будинків і його приміщень устанавлюються Державними будівельними нормами (ДБН) – основним документом, що регламентує проектування і будівництво будинків і споруд у країні.

До цивільних відносять будинки, призначені для обслуговування побутових і суспільних потреб людей. Їх розділяють на житлові (житлові будинки, готелі, гуртожитки і т.п.) і суспільні (адміністративні, торгові, комунальні, спортивні, навчальні, культурно-просвітні та ін.).

За ступенем поширення розрізняють будинки: масового будівництва а, возводимые повсюдно, як правило, за типовими проектами (школи, житлові будинки, поліклініки, дошкільні установи, кінотеатри та ін.); унікальні, особливо важливої суспільної і народногосподарської значущості, що споруджуються за спеціальними проектами (театри, музеї, спортивні будинки, адміністративні установи та ін.).

Кількість типів і розмірів збірних деталей і конструкцій для будинку повинна бути обмежена, тому що виготовляти велику кількість однакових виробів і монтаж їх вести легше. Це дозволяє знизити вартість будівництва. Тому типізація супроводжується уніфікацією, що припускає приведення різноманітних видів типових деталей до невеликого числа певних типів, однакових за формою і розмірами. При цьому в масовому будівництві уніфікують не тільки розміри деталей і конструкцій, але й основні їхні властивості (наприклад, несучу здатність для плит, тепло- і звукоізоляційні

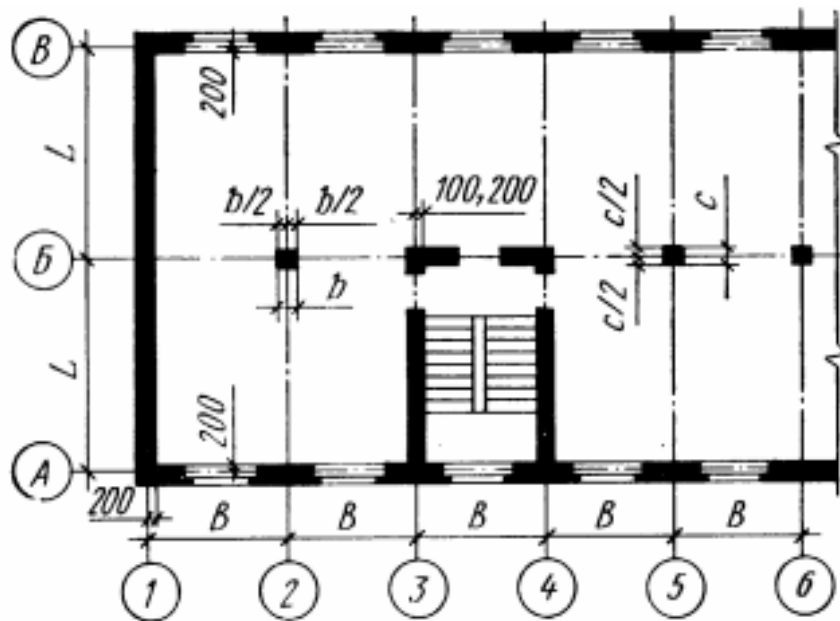
властивості для панелей огороження). Уніфікація деталей повинна забезпечувати їхню взаємозамінність і універсальність.

Під взаємозамінністю розуміється можливість заміни даного виробу іншим без зміни параметрів будинку. Наприклад, взаємозамінними є плити покриття шириною 3000 і 1500 мм, тому що замість однієї широкої плити можна укласти дві вузькі. Можлива взаємозамінність за матеріалом і конструктивним рішенням тих чи інших виробів. [2]

Універсальність дозволяє застосовувати той самий типорозмір деталей для різних видів будинків. Найбільш типові деталі й конструкції, запропоновані проектними організаціями і перевірені на практиці будівництва, стандартизують, після чого вони стають обов'язковими для застосування у проектуванні і для заводського виготовлення.

При розробці проектів будинків використовують конструкції, вироби і деталі, зведені в каталоги, що періодично обновляються з урахуванням зростання рівня будівельної науки і техніки. Оскільки основні розміри будівельних конструкцій і деталей визначаються об'ємно-планувальними рішеннями будинків, об'єднання їх базується на уніфікації об'ємно-планувальних параметрів будинків, якими є крок, прольот і висота поверху.

Кроком (рис.1.2) при проектуванні плану будинку є відстань між координаційними осями, що розчленовують будинок на планувальні елементи чи визначають розташування вертикальних несущих конструкцій будинку (стіл, колон, стовпів).



В – крок; L – прольот

Рисунок 1.2 - Схема розташування координаційних вісей у плані будинку

Залежно від напрямку в плані будинку крок може бути поперечний або поздовжній.

Прольотом (рис.1.2) у плані називають відстань між координаційними вісями несущих стін чи окремих опор у напрямку, що відповідає довжині основної несучої конструкції перекриття чи покриття.

У більшості випадків крок являє собою меншу відстань між осями, а прольот – більшу. Координаційні вісі будинку для зручності застосування маркують, тобто позначають в одному напрямку (більш протяжному) цифрами, а в іншому – заголовними буквами алфавіту.

Висотою поверху є відстань по вертикалі від рівня підлоги нижче розташованого поверху до рівня підлоги вище лежачого поверху, а у верхніх поверхах і одноповерхових будинках – до верху оцінки горищного перекриття.

Використання у проектах єдиного чи обмеженого числа розмірів кроків, прольотів і висот поверхів дає можливість застосовувати обмежене число типорозмірів деталей. Таким чином, уніфікація об'ємно-планувальних рішень будинків є неодмінною вимогою для уніфікації будівельних виробів.

Основні конструктивні елементи цивільних будинків – це фундаменти, стіни, перекриття, окремі опори, дахи, сходи, вікна, двері й перегородки (рис.1.3).

Фундаменти є підземною конструкцією, що сприймає все навантаження від будинку і передає його на ґрунт.

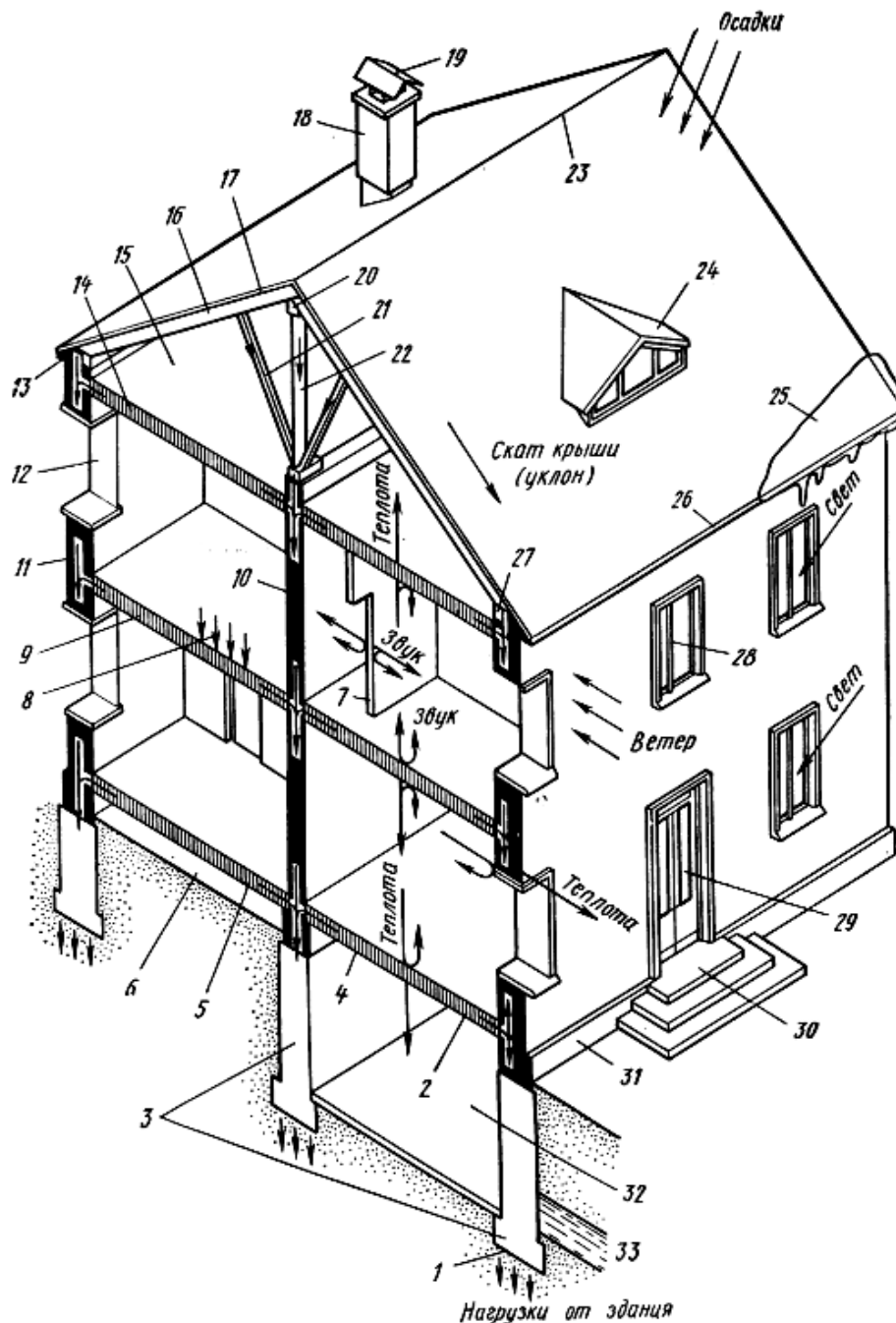
Стіни за своїм призначенням і місцем розташування в будинку поділяються на зовнішні й внутрішні, є вертикальними огороженнями, одночасно виконуючи несущі функції. Залежно від цього вони поділяються на несучі й ненесучі. Несущими можуть бути як зовнішні, так і внутрішні стіни. Ненесучі стіни – це звичайно перегородки. Вони служать для розподілу в межах поверху великих, обмежених капітальними стінами приміщень на більш дрібні, причому для обпирання перегородок не потрібне влаштування фундаментів.

Зовнішні стіни, крім того, можуть бути самонесучими, котрі спираються на фундаменти і несуть навантаження тільки від власної маси, і начіпними, які є тільки огороженнями і спираються в кожному поверсі на інші елементи будинку.

Окремі опори – несучі вертикальні елементи (колони, стовпи, стояки), що передають навантаження від перекриттів та інших елементів будинку на фундаменти.

Перекриття спираються на покладені по колонах спеціальні балки, називані прогонами чи ригелями, а іноді й безпосередньо на колони.

Розташовані всередині будинку окремі опори й балки утворюють внутрішній каркас будинку.



1 – підшва; 2 – підвальне перекриття; 3 – фундаменти; 4 – стеля; 5 – нижнє перекриття; 6 – підпілля; 7 – перегородка; 8 – навантаження від власної маси, людей і устаткування; 9 – міжповерхове перекриття; 10 – поздовжня внутрішня стіна; 11 – стіна; 12 – віконний проріз; 13 – карниз; 14 – горищне перекриття; 15 – горище; 16 – кровяна балка; 17 – покрівля; 18 – димар; 19 – парасоль; 20 – коньковий прогін; 21 – підкіс; 22 – стійка; 23 – коник; 24 – слухове вікно; 25 – сніг; 26 – карниз; 27 – мауерлат; 28 – віконне плетіння; 29 – дверна полотнина; 30 – ганок; 31 – цоколь; 32 – підвал; 33 – грунтова волога

Рисунок 1.3 - Основні конструктивні елементи будинку з цегельними несущими стінами [3]

Перекрыття являють собою горизонтальні несучі конструкції, що спираються на несучі стіни чи стовпи і сприймають передані на них постійні й тимчасові навантаження. Одночасно перекрыття, зв'язуючи між собою стіни, значно підвищують їхню стійкість і збільшують просторову твердість будинку в цілому. Залежно від місця розташування в будинку перекрыття поділяються на міжповерхові (поділяючі суміжні поверхи), горищні (між верхнім поверхом і горищем), підвальні (між першим поверхом і підвалом) і нижні (між першим поверхом і підпіллям).

Дах є конструктивним елементом, що захищає приміщення і конструкції будинку від атмосферних опадів. Він складається з несучих елементів і частини, що огорожує. Дах, сполучений з перекрыттям верхнього поверху, тобто без технічного поверху (чи горища), називається сполученим дахом чи покриттям. Добре виконані плоскі сполучені дахи дешевіше скатних як у будівництві, так і в експлуатації. Крім того, плоскі дахи можна використовувати як площадки для відпочинку та інших цілей.

Сходи служать для сполучення між поверхами, а також для евакуації людей з будинку. Приміщення, в яких розташовуються сходи, називаються сходовими клітками. Конструкції сходів в основному складаються з маршів (похилих елементів зі ступенями) і площадок. Для безпеки пересування по сходах марші відгороджують поручнями.

Вікна влаштовують для освітлення і провітрювання приміщень; вони складаються з віконних прорізів, рам чи коробок і віконних сплетінь.

Двері служать для сполучення між приміщеннями. Складаються з дверних прорізів, що влаштовуються у стінах і перегородках, дверних коробок і дверних полотен.

У цивільних будинках можуть бути й інші конструктивні елементи (вхідні тамбури, козирки над дверима, балкони, лоджії та ін.).

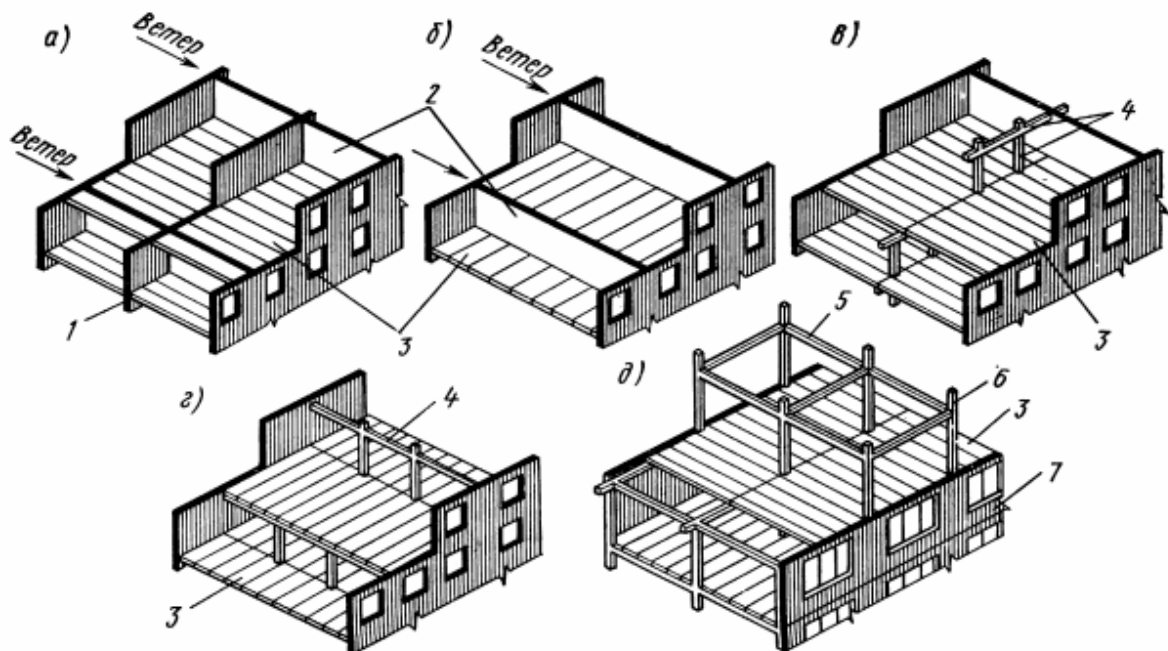
Для забезпечення необхідних експлуатаційних і санітарно-гігієнічних умов сучасний цивільний будинок обладнується санітарно-технічними й інженерними пристроями. До них відносяться опалення, гаряче і холодне водопостачання, вентиляція, каналізація, сміттєвидалення, газифікація, енергопостачання, телефонізація та ін. Устаткування цих будинків розглядається у спеціальних курсах.

1.1.3 Конструктивні схеми будинків

Фундаменти, стіни, окремі опори і перекрыття – основні несучі елементи будинку. Вони утворюють кістяк будинку – просторову систему вертикальних і горизонтальних несучих елементів.

Кістяк визначає так звану конструктивну схему будинку. Залежно від характеру обпирання горизонтальних несучих елементів (перекрыттів) на вертикальні несучі елементи (стіни, окремі опори й балки між ними) розрізняють

наступні конструктивні схеми цивільних будинків (рис.1.4): з несущими поздовжніми стінами; з несущими поперечними стінами; з неповним каркасом; з повним каркасом.



1 – внутрішня поздовжня стіна; 2 – внутрішні поперечні стіни; 3 – панелі перекриттів; 4 – стовпи і прогони; 5 – прогони (чи розпірки); 6 – стояки каркаса; 7 – ненесучі зовнішні стіни

Рисунок 1.4 - Конструктивні схеми будинків [3]

У будівлях з несущими поздовжніми стінами (рис.1.4, а) останні влаштовують з важких матеріалів, що мають потрібну міцність. Крім того, зовнішні стіни також повинні задовольняти теплозахисним вимогам. За такою конструктивною схемою будують цегельні й великоблочні будинки.

Стійкість такої конструктивної схеми в поперечному напрямку забезпечується поперечними стінами, що влаштовуються спеціально, не несуть навантаження від перекриття.

Такі поперечні стіни зводяться лише для огороження сходових кліток і в місцях, де вони потрібні для додання стійкості зовнішнім стінам.

Застосування зазначеної конструктивної схеми дає великі можливості для вирішення планування приміщень чи, іншими словами, дає велику свободу у вирішенні планувальних питань. Крім того, при даній конструктивній схемі потрібне менше число типорозмірів збірних виробів.

У будинках з поперечними несущими стінами (рис.1.4, б) забезпечується велика твердість системи, але збільшується загальна довжина несущих внутрішніх стін. Проте таке рішення в ряді випадків є раціональним, тому що

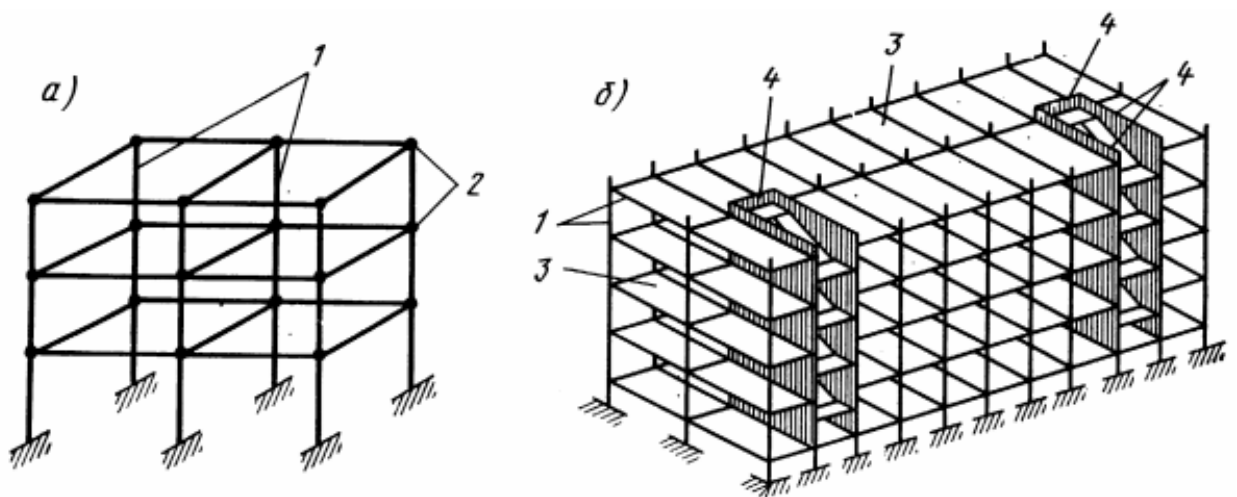
при цьому до конструкцій зовнішніх поздовжніх стін ставляться тільки теплозахисні вимоги і для їхнього влаштування можна застосувати легкі ефективні матеріали.

Крім того, іноді застосовується змішаний варіант, при якому опорами для перекриттів служать як поздовжні, так і поперечні стіни.

Якщо замість внутрішніх поздовжніх і поперечних стін улаштовується система стовпів з горизонтальними балками, що спираються на них (прогонами), на які, у свою чергу, спираються перекриття, то така схема відповідає будинку з неповним каркасом (кістяк) (рис.1.4, в, г).

Якщо замість несущих зовнішніх стін застосовані стовпи, що утворюють разом з внутрішніми стовпами і балками (прогонами) немовби кістяк будинку, то така конструктивна схема визначає будинки з повним каркасом (рис.1.4, д). У цьому випадку зовнішні стіни виконують тільки огорожуючі функції і можуть бути самонесучими або навісними. Самонесучі стіни спираються на фундаментні балки і не сприймають ніяких навантажень, крім власної маси. Навісні стіни спираються на горизонтальні елементи на рівні кожного поверху.

За характером роботи каркаси бувають рамні, зв'язкові й рамнозв'язкові. Стовпи і балки рамного каркаса (рис.1.5, а) з'єднуються між собою твердими вузлами, утворюючи поперечні й поздовжні рами, що сприймають усі діючі вертикальні й горизонтальні навантаження. У будинках із зв'язковим каркасом (рис.1.5, б) вузли між стовпами і балками нежорсткі, тому для сприйняття горизонтальних навантажень необхідні додаткові зв'язки.



1 – елемент каркаса; 2 – тверді вузли; 3 – горизонтальні діафрагми;
4 – вертикальні поперечні й поздовжні діафрагми.

Рисунок 1.5 - Схеми каркасів будинку 31]

Роль цих зв'язків виконують найчастіше перекриття, що утворюють діафрагми і передають горизонтальні навантаження на тверді вертикальні діафрагми (стіни сходових кліток, залізобетонні перегородки, шахти ліфтів та ін.). У практиці будівництва знаходять застосування будинку з комбінованим типом каркаса, який називають рамно-зв'язковим. У ньому в одному напрямку ставлять рами, а в іншому – зв'язку. У цивільному будівництві найбільше поширення одержали будинку із зв'язковими каркасами.

Слід відзначити, що застосування каркасної конструктивної схеми найбільше вигідне для будівництва великопанельних висотних житлових і громадських будинків.

Матеріалом для конструкцій каркаса є залізобетон, сталь, а для малоповерхових будинків стовпи нерідко викладають з цегли.

Велике поширення одержує монолітне будівництво, будівництво будинків з об'ємних елементів (блок-коробка), в яких кістяк будинку утворюється коробчастими елементами заводського виготовлення.

1.1.4 Єдина модульна система

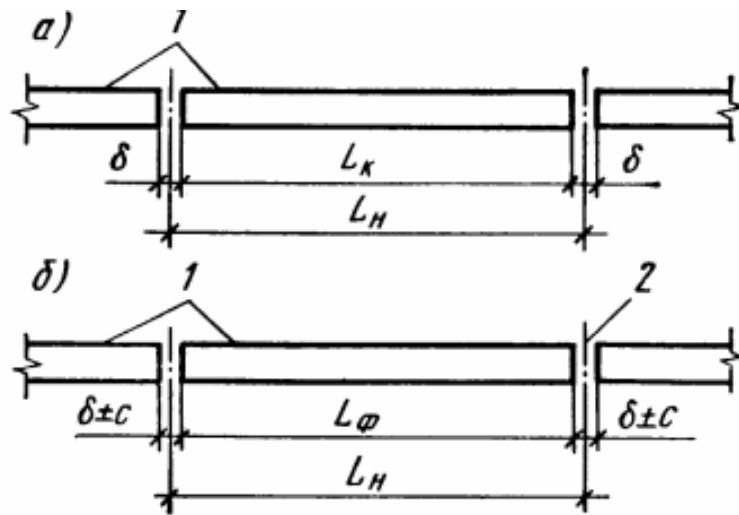
Уніфікація об'ємно-планувальних параметрів будинків і розмірів конструкцій та будівельних виробів здійснюється на основі Єдиної модульної системи (ЕМС), тобто сукупності правил координації розмірів будинків і їхніх елементів на основі кратності цих розмірів встановленій одиниці, тобто модулю.

Як основний модуль (М) прийнята величина 100 мм. Усі розміри будинку, що мають значення для уніфікації, повинні бути кратні М. Для підвищення ступеня уніфікації прийняті похідні модулі (ПМ) укрупнені й дробові. Укрупнені модулі 6000, 3000, 1500, 1200, 600, 300, 200 мм, що позначаються відповідно 60М, 30М, 15М, 12М, 6М, 3М, 2М, передбачені для призначення розмірів об'ємно-планувальних елементів будинку і великих конструкцій. Дробові модулі 50, 20, 10, 5, 2, 1 мм, що позначаються відповідно 1/2М, 1/5М, 1/10М, 1/20М, 1/50М, 1/100М, служать для призначення розмірів щодо невеликих перетинів конструктивних елементів, товщини плитних і листових матеріалів. [2]

ЕМС передбачає три види розмірів: номінальні, конструктивні й натурні (рис.1.6).

Номінальний – це проектний розмір між координаційними вісями будинку, а також розмір конструктивних елементів і будівельних виробів між їхніми умовними гранями (з включенням частин швів, що примикають, або зазорів). Цей розмір завжди призначають кратним модулю.

Конструктивний – це проектний розмір виробу, що відрізняється від номінального розміру на величину конструктивного зазору.



а – номінальний і конструктивний; б – натурний або фактичний;
 1 – конструктивні елементи; 2 – зазор

Рисунок 1.6 - Розміри конструктивних елементів

Натурний – фактичний розмір виробу, що відрізняється від конструктивного на величину, обумовлену допуском (позитивним і від'ємним), його значення залежить від прийнятого класу точності виготовлення деталей.

1.1.5 Класифікація промислових будівель

Промислові підприємства поділяють на галузі виробництва, що є складовою частиною народного господарства. Промислові підприємства складаються з будівель, які призначені для здійснення виробничо-технологічних процесів, прямо або посередньо зв'язаних з випуском певного виду продукції.

Незалежно від галузі промисловості будівлі поділяють на чотири основні групи: виробничі, енергетичні, будівлі транспортно-складського господарства і допоміжні будівлі або приміщення.

До виробничих належать будівлі, в яких здійснюється випуск готової продукції або напівфабрикатів. Вони поділяються на багато видів відповідно до галузей виробництва. Серед них механоскладання, термічні, ковальсько-штампувальні, ткацькі, інструментальні, ремонтні та ін.

До енергетичних належать будівлі ТЕЦ (теплоелектроцентралей), котельних, електричні і трансформаторні підстанції та ін.

До будівель транспортно-складського господарства належать гаражі, склади готової продукції, пожежні депо та ін.

До допоміжних будівель належать адміністративно-конторські, побутові, пункти харчування, медичні пункти та ін.

Характер об'ємно-розпланувального й конструктивного вирішення промислових будівель залежить від їх призначення та характеру технологічних процесів.

Промислові будівлі поділяють на чотири класи, причому до I класу відносять ті, до яких ставляться підвищені вимоги, а до IV класу - будівлі з мінімальними вимогами. Для кожного класу визначено свої експлуатаційні властивості, а також довговічність і вогнестійкість основних конструкцій будівель.

Є три ступені довговічності промислових будівель: I ступінь - не менше 100 років; II - не менше 50 років і III - не менше 20 років. За ступенем вогнестійкості будівлі і споруди поділяють на п'ять ступенів. Ступінь вогнестійкості, що характеризується групою загоряння і границею вогнестійкості основних будівельних конструкцій, установлюють: для будівель I класу - не нижче II ступеня, для будівель II класу - не нижче III ступеня. Для будівель III і IV класів ступінь вогнестійкості ненормується. [4]

За архітектурно-конструктивними ознаками промислові будівлі поділяють на одноповерхові, багатоповерхові й змішаної поверховості. Виробництва, в яких технологічний процес відбувається по горизонталі і вони характеризуються важким і громіздким устаткуванням, великогабаритними виробами й значними динамічними навантаженнями, доцільно розміщувати в одноповерхових будівлях.

Залежно від кількості прольотів одноповерхові будівлі можуть бути одно- і багатопрольотними (рис.1.7). **Прольотом** називається об'єм промислової будівлі, обмежений по периметру рядами колон і перекриттів за однопрольотною схемою. Відстань між поздовжніми рядами називають *шириною прольоту*.

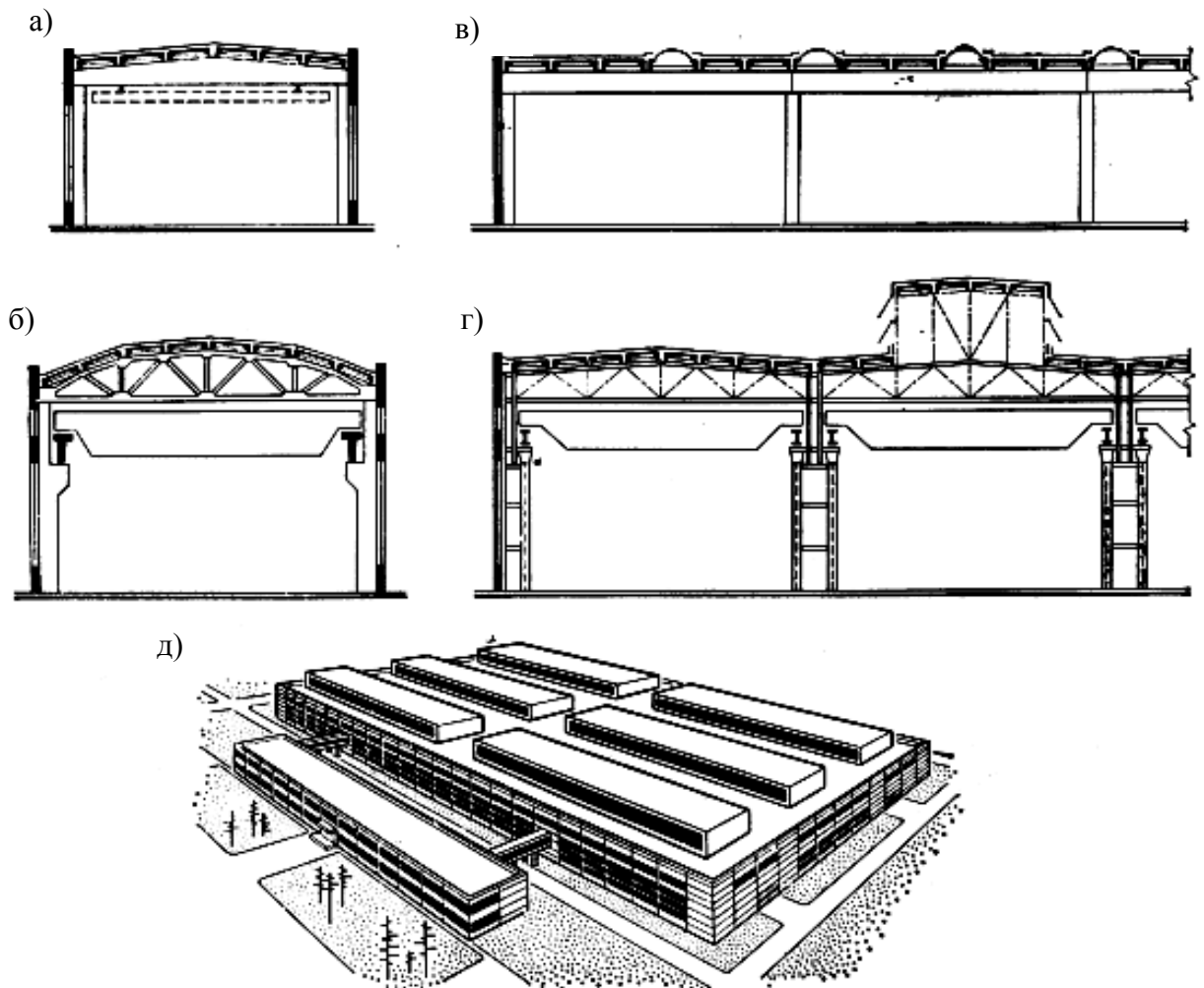
У багатоповерхових будівлях розміщують виробництва з вертикально спрямованими технологічними процесами для підприємств легкої, харчової, радіотехнічної та аналогічних їм видів промисловості, їх, як правило, споруджують багатопрольотними (рис.1.8). На перших поверхах розміщують виробництва, що мають важче устаткування, виділяють агресивні стічні води, у верхніх - виробництва, які виділяють газові шкідливі відходи, пожежонебезпечні та ін.

За розташуванням внутрішніх опор промислові будівлі поділяють на коміркові, пролітні, зальні й комбіновані.

У будівлях коміркового типу звичайно використовують квадратну сітку опор з відносно невеликим поздовжнім і поперечним кроком. У цих будівлях технологічні лінії розміщують у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

У будівлях прольотного типу, які найпоширеніші, ширина прольотів переважає над кроком опор.

Будівлі зального типу характерні для виробництв, що потребують значних вільних площ без внутрішніх опор.



а – однопрольотна безліхтарна; б – те саме, з мостовим краном;
в, г – багатопрольотні з ліхтарями; д – загальний вигляд будівлі

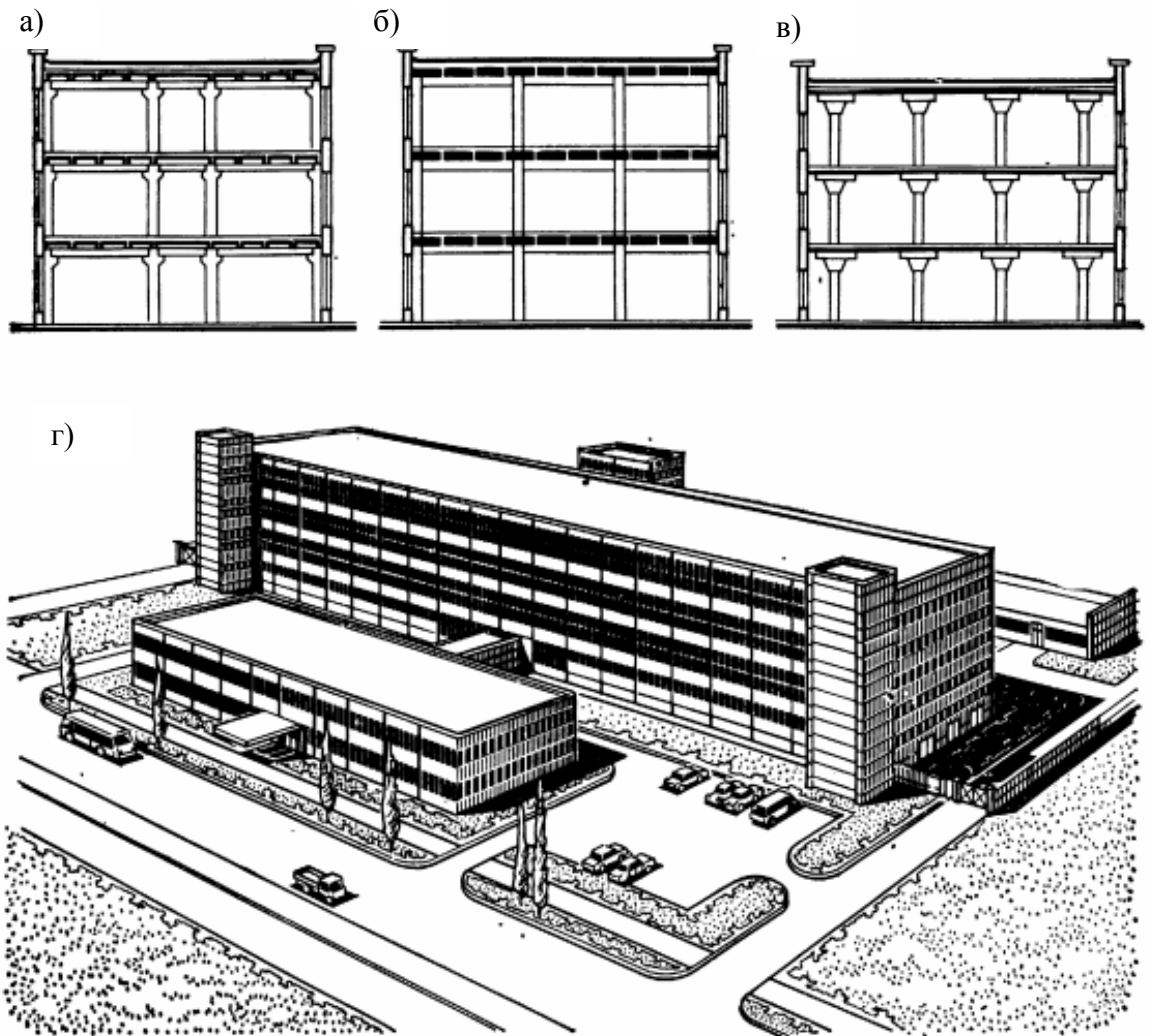
Рисунок 1.7 - Основні типи одноповерхових промислових будівель [3]

Будівлі комбінованого типу являють собою поєднання перелічених вище типів.

За наявністю підйомно-транспортного устаткування будівлі бувають кранові (з мостовим або підвісний транспортом) і безкранові.

За матеріалом основних несучих конструкцій будівлі можна поділити на такі різновиди: із залізобетонним каркасом (збірним, збірно-монолітним і монолітним); із сталевим каркасом; з цегляними стінами і покриттям із залізобетонних, металевих або дерев'яних конструкціях.

Крім перелічених факторів промислові будівлі класифікують і за іншими ознаками: за системою опалення, вентиляції, освітлення, за профілем покриття. Нижче розглядаються особливості проектування будівель з урахуванням цих ознак.



а-в – схеми поперечних розрізів; г – загальний вигляд будівлі

Рисунок 1.8 - Основні типи багатоповерхових промислових будівель [3]

1.1.6 Вимоги до промислових будівель

До промислових будівель ставлять *технологічні, технічні, архітектурно-художні й економічні вимоги*.

Технологічні вимоги обумовлюють цілковиту відповідність будівлі своєму призначенню, тобто будівля повинна забезпечувати нормальне функціонування розміщеного в ній технологічного устаткування, нормальний хід технологічного процесу в цілому. З цією метою при проектуванні будівлі складають технологічну частину проекту й вирішують усі питання, пов'язані з вибором способу виробництва, типів устаткування, його продуктивності та ін. До цієї частини проекту входить так звана технологічна схема, що в значас

послідовність операцій у технологічному процесі і, отже, послідовність розставлення устаткування та компонування виробничих приміщень.

З урахуванням технологічних вимог вибирають вид і матеріал несучих і захисних конструкцій, тип і вантажопідйомність внутрішньоцехового підйомно-транспортного устаткування, забезпечують відповідні санітарною гігієнічні умови працюючим у цеху, якість і характер опорядження.

Розв'язуючи питання об'ємно-розпланувального та конструктивного вирішення будівлі, треба враховувати перспективи розвитку цього технологічного процесу, що дасть змогу змінювати й удосконалювати виробництво без реконструкції самої будівлі.

До технічних вимог належать забезпечення потрібних міцності, стійкості й довговічності будівель, протипожежних заходів, а також спорудження будівель індустріальними методами. Перелічені якості, що забезпечуються під час проектування і спорудження будівлі, характеризують її надійність. Під надійністю будівлі або її окремих конструктивних елементів звичайно розуміють безвідмовну роботу їх у заданих умовах і всього розрахункового періоду експлуатації.

До технічних вимог відносять також вимоги до пожежної, вибухопожежної і вибухової безпеки. Слід мати на увазі дедалі зростаюче значення цього фактору у зв'язку з ускладненням технології виробництва, застосуванням дорогого устаткування.

Економічні вимоги висувають завдання оптимальної, науково обгрунтованої витрати коштів на будівництво й експлуатацію будівлі, яку проектують. З цією метою беруть кілька варіантів об'ємно-розпланувальних і конструктивних вирішень і порівнюють їх за основними техніко-економічними показниками.

1.1.7 Одно- й багатопверхові промислові будівлі. Уніфікація

Одноповерхові будівлі можуть мати в плані прості й складні форми. В основному переважає прямокутна форма, а складні форми характерні для виробництв із значними теплою газовиділеннями, коли потрібна організація припливу й видалення повітря.

Залежно від характеру технологічного процесу одноповерхові будівлі за об'ємно-розпланувальним вирішенням можуть бути прольотного, зального, коміркового й комбінованого типу.

Будівлі прольотного типу проектують у тих випадках, коли технологічні процеси спрямовані уздовж прольоту й обслуговуються кранами або без них.

Основними конструктивними елементами сучасної одноповерхової пролітної будівлі є: колони, які передають навантаження на фундаменти; конструкції покриття, що складаються з несучої частини (балки, ферми, арки) й захисної (плити й елементи покриття); підкранові балки, що встановлюються на

консолі колон; ліхтарі, що забезпечують потрібний рівень освітленості й повітрообмін у цеху; вертикальні захисні конструкції (стіни, перегородки, конструкції).

Довговічність конструкцій та елементів будівлі чи споруди оцінюється їх тривалістю безвідмовної роботи (з можливими перервами для проведення профілактичного (поточного) ремонту) у визначених експлуатаційних умовах з моменту зведення до повної втрати експлуатаційних якостей, коли необхідно проводити їх капітальний ремонт. Регулятором довговічності конструкцій (елементів) є ремонтпридатність об'єкта: пристосованість його конструкцій (елементів) до періодичних оглядів, поточних і капітальних ремонтів.

Одним із питань, які регламентують забезпечення надійності на всіх етапах життєвого циклу конструкції (елемента), будівлі (споруди), відповідно проекту нових норм, є оцінка їх технічного стану, а також своєчасний їх ремонт і відновлення. На сьогодні основним критерієм, яким враховується значимість конструкції і об'єкта в цілому, а також можливі наслідки їх відмови, є коефіцієнт відповідальності K_n , який визначається відповідно до проекту норм, залежно від класу об'єкта та типу розрахункової ситуації. У зв'язку з відсутністю коефіцієнта відповідальності K_n , конструкції (елементи) різного призначення, що використовуються в будівлях (спорудах) різного призначення проектується за однаковими нормами і правилами, які забезпечують достатню їх надійність. Відомо, що конструкції повинні мати різну надійність залежно від відповідальності об'єктів. Тому пропонується запровадити в норми проектування коефіцієнт відповідальності K_n , який дозволить диференційовано підійти до рівня надійності конструкцій (елементів), при цьому отримати визначений економічний ефект. [4]

Постійні вимоги до підвищення надійності конструкцій (елементів) не можуть бути єдиними визначними при їх проектуванні, оскільки призводять до збільшення вартості об'єкта. Збільшуються одноразові витрати коштів при його будівництві споруд, а з іншого боку – до зменшення витрат на ремонти. Встановлено, що періодичність їх проведення, довготривалість і вартість також залежить від надійності. Таким чином, задача вибору оптимального рівня надійності конструкції (елемента) зводиться до деякого раціонального збалансування одноразових витрат і наслідків відмов. Ця багатокритеріальна оптимізаційна задача дуже складна тільки при урахуванні економічних факторів, а ще більше ускладнюється, враховуючи рівень громадської шкоди, яка викликає загрозу для життя людей.

Питанню визначення оптимального рівня надійності конструкцій (елементів) приділялася значна увага на протязі всієї історії розвитку імовірнісних методів розрахунку.

Аналіз відомих методик оцінки надійності й відповідальності конструкцій (елементів), будівель (споруд) виявив ряд недоліків для оцінки їх надійності у визначений термін протягом експлуатації: будівлі та споруди за їх відповідальністю на сьогодні поділені, відповідно до діючих норм, на три класи, для кожного з яких за допомогою експертних оцінок встановлені

відповідні значення коефіцієнта надійності за призначенням, які на сьогодні не мають імовірнісного і фінансового обґрунтування.

“Ідеальна” будівля повинна складатися з конструкцій та елементів, які б мали однакові характеристики початкової безвідмовності і довговічності. Після закінчення нормативного терміну експлуатації такої будівлі (споруди) повинні були б одночасно зруйнуватися усі її конструкції та елементи. Однак такої “ідеальної” будівлі не існує. Практично майже однотипні конструкції та елементи мають різні параметри якості й порізно зношуються в процесі експлуатації, тобто мають різний характер довговічності. Збільшення термінів експлуатації будівельних конструкцій (елементів) можна досягти шляхом своєчасного усунення (ремонт) дефектів і пошкоджень, які виникають в них. При цьому об’єм ремонтних робіт і терміни їх проведення визначаються конструктивними особливостями будівлі, умовами технічної експлуатації її конструкцій (елементів) та економічними міркуваннями.

Дійсним заходом підвищення довговічності конструкцій в економічно доцільних межах є регулярне проведення профілактичних поточних їх ремонтів, у результаті яких періодично усуваються їх пошкодження і дефекти, тобто ліквідується фізичний їх знос. Важливою задачею поточних ремонтів є попередження можливих ушкоджень, дефектів – фізичного зносу конструкцій (елементів). Своєчасне проведення поточних ремонтів конструкцій (елементів) з повною ліквідацією фізичного зносу відтерміновує початок проведення їх капітального ремонту, збільшуючи нормативний термін (T_K) їх експлуатації до його проведення. [1]

В нормативних документах наводяться основні визначення поточного і капітального ремонтів та їх функцій:

➤ поточний ремонт будівлі ведеться з метою відновлення роботоспроможності її конструкцій та систем інженерного обладнання, а також підтримання їх експлуатаційних якостей. Поточні ремонти проводяться в межах між двома капітальними ремонтами;

➤ капітальний ремонт будівлі проводиться з метою відновлення ресурсів її конструкцій (елементів), а при необхідності, з їх заміною, а також з метою поліпшення їх експлуатаційних якостей.

Залежно від специфіки проведення ремонтів, їх періодичності та нормативного терміну експлуатації конструкції (елемента) (T_K), усі конструкції можна поділити на два основних типи:

- ◆ конструкції (елементи), які мають довготривалий нормативний термін експлуатації до капітального ремонту T_K більше 20 років;
- ◆ швидкозношувані конструкції (елементи), які мають нормативний термін експлуатації до капітального ремонту T_K до 20 років.

Деякі конструкції (елементи) будівлі (споруди) залежно від середовища експлуатації і значень нормативного терміну експлуатації до капітального ремонту можуть одночасно відноситися до обох типів. Крім того, на етапі експлуатації до капітального ремонту кожна конструкція чи елемент залежно

від середовища функціонування, може мати різний характер фізичного зносу: регресивний, прогресивний чи пропорційний.

На рис.1.9, 1.10 наведено види фізичного зносу залізобетонних колон, які експлуатуються в нормальних умовах до капітального ремонту з періодичністю $T_k=60$ років, і залізобетонних збірних плит перекриття, які експлуатуються під впливом агресивного середовища і в нормальних умовах з періодичністю проведення капітальних ремонтів, відповідно $T_k =15$ років і $T_k=25$ років. [5]

Регресивний знос конструкції (елемента) характеризується відносно високим темпом зносу на початковій стадії експлуатації з поступовим його затуханням. При регресивному зносі приріст зносу за кожний наступний рік зменшується в порівнянні з попереднім роком. Такий графік віддзеркалює можливість досить тривалої експлуатації в значній мірі конструкцій, що мають дуже високий процент фізичного зносу.

Прогресивний знос характеризується приростом швидкості зношення конструкції під час її експлуатації. При прогресивному зносі приріст зношення за кожний наступний рік збільшується у порівнянні з попереднім роком.

У реальних умовах експлуатації конструкції (елементи) мають більш складний графік зносу, в якому комбінуються (поєднуються) різні типи фізичного зносу в різні моменти терміну їх експлуатації.

Отримання чисельних оптимальних (мінімальних) значень витрат $B(I)$ від відмов конструкції (елемента), які використовують на її ремонт, є задача вельми складна. Вона залежить від імовірності та кількості відмов, часу їх виникнення, умов експлуатації конструкції, які впливають на характер її зносу. Для вирішення цієї задачі прийняті наступні передумови:

- ♦ під відмовою конструкції (елемента) будівлі споруди, яка експлуатується до капітального ремонту або між двома капітальними ремонтами, приймаємо такі ознаки фізичного зносу, при яких подальша її експлуатація може призвести до її часткової втрати несучої здатності
- ♦ кожна відмова конструкції (елемента) пов'язана з визначеною шкодою, і не призводить до вичерпування нею повної несучої здатності. Термін експлуатації конструкції чи елемента до капітального ремонту чи заміни поділяють на три інтервали.

I-й часовий інтервал: від початку експлуатації конструкції (елемента), коли $Q(I)=1$, до появи перших ознак її фізичного зносу, коли ймовірність “нечіткої” відмови становить $Q(I_{min})$; II-й часовий інтервал: від появи перших ознак фізичного зносу конструкції (елемента), коли ймовірність відмови становить $Q(I_{min})$, до терміну її експлуатації, коли ймовірність відмови становить $Q(I_{gr})$, де I_{gr} – значення індикатора “нечіткої” відмови, при якому необхідно виконувати поточний ремонт.

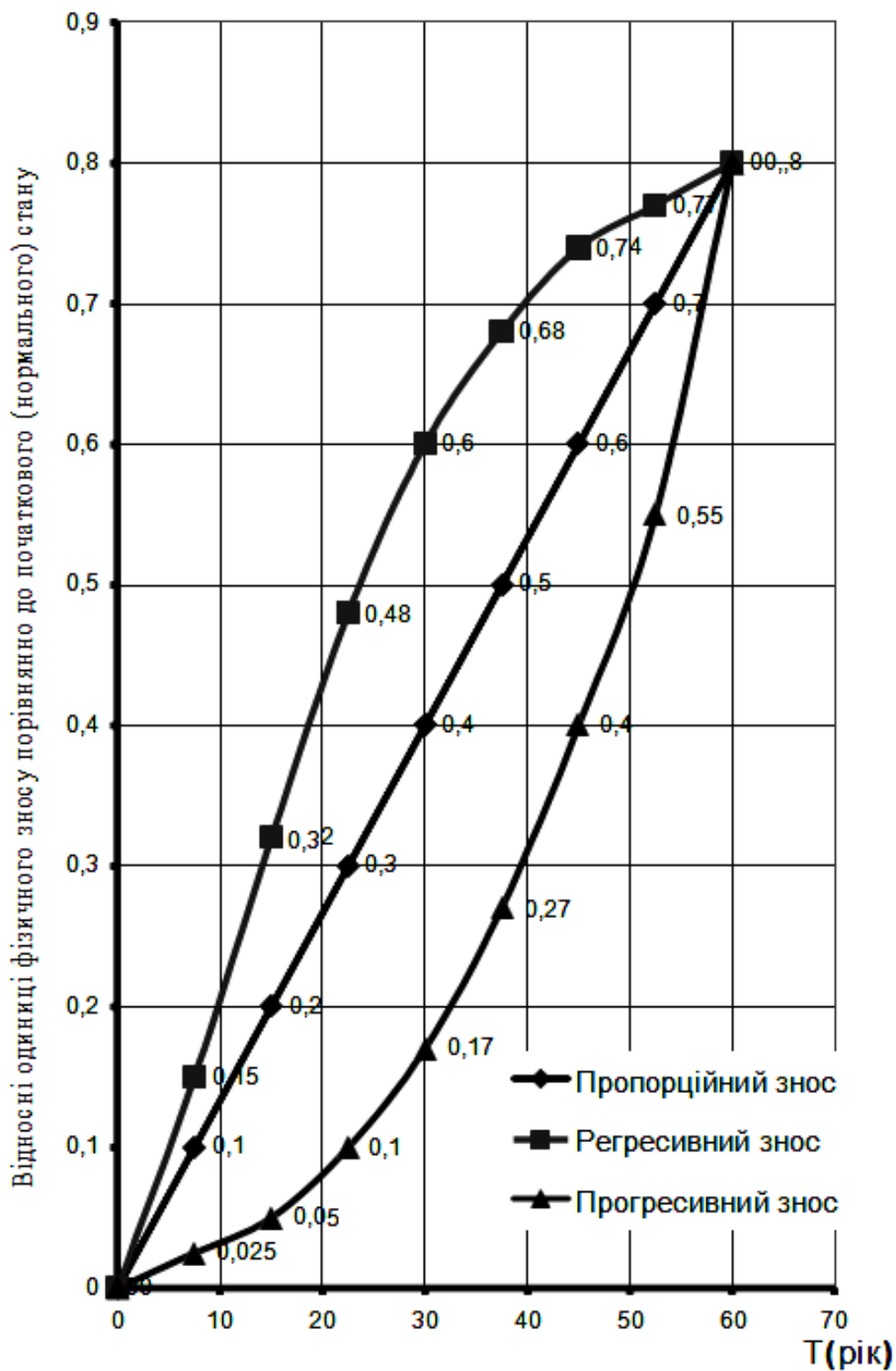


Рисунок 1.9 – Типи фізичного зносу залізобетонних колон будівель, які експлуатуються в нормальних умовах до капітального ремонту з періодичністю $T_K=60$ років

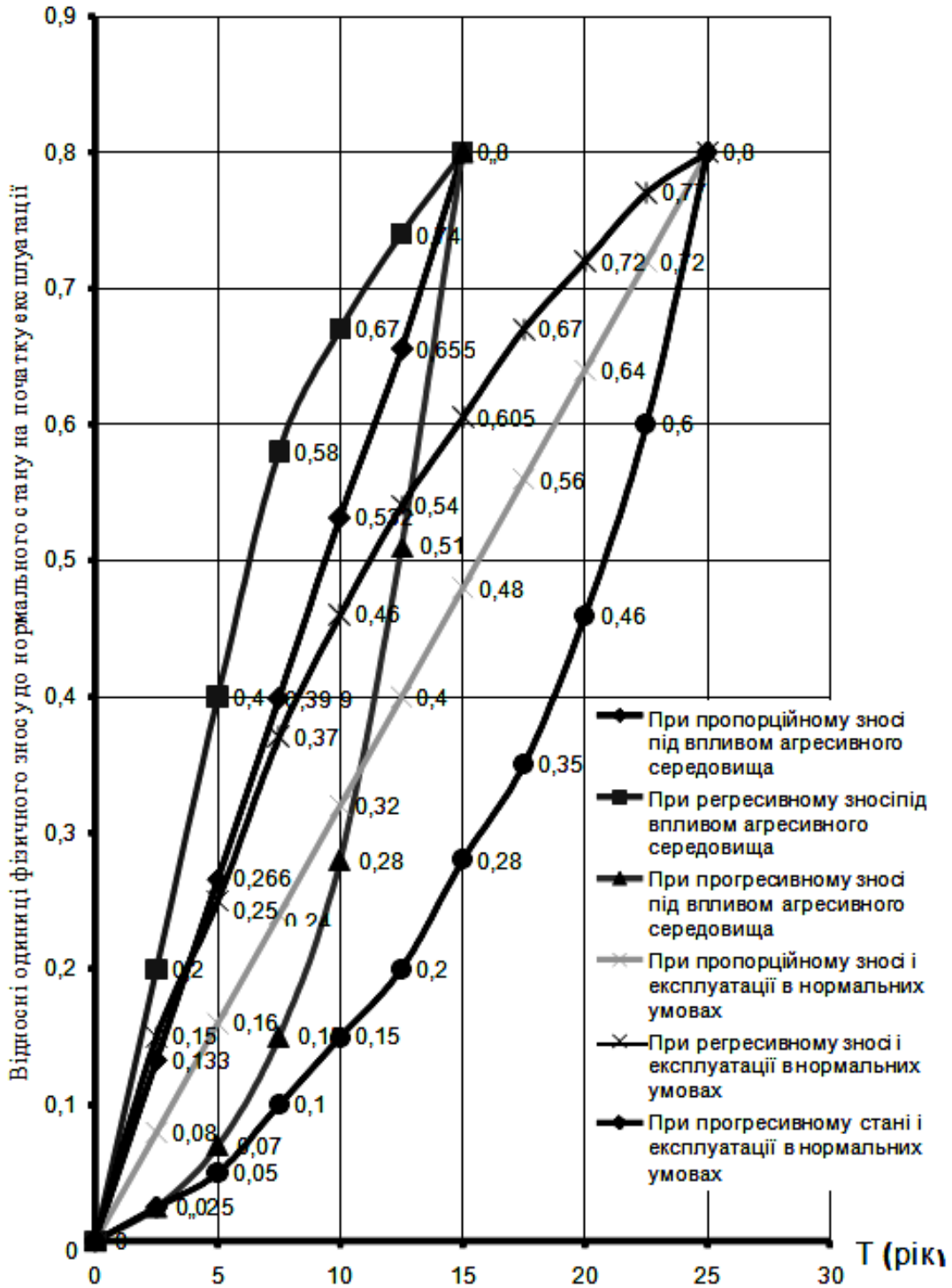


Рисунок 1.10 – Типи фізичного зносу залізобетонних плит перекриття, які експлуатуються під впливом агресивного середовища і в нормальних умовах з періодичністю проведення капітальних ремонтів відповідно $T_K=15$ років і $T_K=25$ років

III-й часовий інтервал: від появи ознак фізичного зносу конструкції (елемента), коли ймовірність відмови становить $Q(I_{gr})$ конструкцій має такі ознаки фізичного зносу, які кваліфікують її стан як граничний (непридатний для нормальної експлуатації (III)). Тобто повністю вичерпана несуча здатність, факторами якої є її руйнування або набуття таких ознак фізичного зносу, які кваліфікують її стан як критичний (аварійний (IV) ,коли ймовірність відмови конструкції (елемента) становить $Q(I_{max})$. [5]

1.2 Стадії руйнування навантажених конструкцій і ймовірні небезпеки для працюючих

1.2.1 Рівні та класи вимог до експлуатаційних властивостей будівельних виробів

Рівні технічних характеристик пов'язані з виробом взагалі або з його конкретними характеристиками і використовуються з метою визначення будівельного виробу для конкретно передбачуваного застосування та для встановлення мінімального рівня допустимих технічних характеристик . Класи технічних характеристик, виражені діапазоном рівнів характеристик виробу відповідно до основних вимог, дають кількісне представлення характеру роботи виробу на вплив прикладеної дії або викликані передбаченими умовами експлуатації.

Класи технічних характеристик стосуються будівельного виробу в цілому або його конкретних характеристик чи їх комбінацій.

Розрізняють два типи класів технічних характеристик будівельних виробів: засоби для вираження необхідних рівнів будівельних об'єктів (регулятивні класи характеристик будівельного виробу) ,нерегулятивні (технічні класи характеристик будівельного виробу).

Не ідентифіковані класи (рівні) робочих характеристик будівельних виробів можуть визначатися під час розроблення нормативних документів як засіб для уточнення експлуатаційних властивостей виробів і передбаченого їх використання.

У разі відсутності жодних юридичних вимог у певній сфері при визначенні рівнів або класів вимог до будівельних виробів необхідно запроваджувати клас під назвою "жодної експлуатаційної властивості не визначено".

1.2.2 Три стадії напруженого стану залізобетонних елементів при їх згинанні

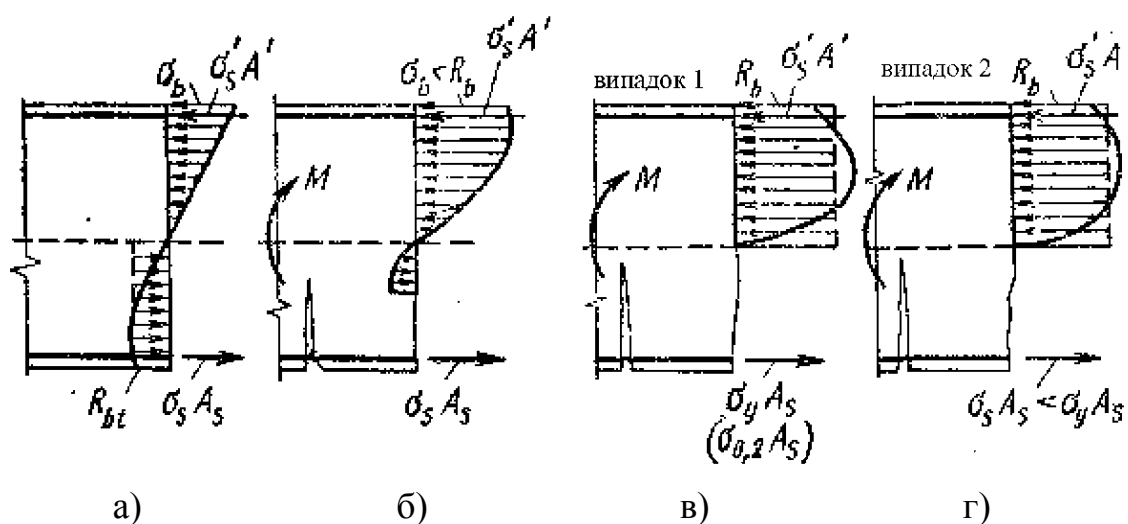
Досліди показують, що при завантаженні залізобетонної балки відбуваються специфічні явища, які можна уявити як різні стадії напруженого стану залізобетонного елементу, що згинається. У міру зростання навантаження в балці виникають тріщини по нормальних і похилих перерізах.

Причиною перших є нормальні напруження, других – головні напруження, що з'являються у похилих перерізах. Руйнування цієї балки може відбуватися як по нормальних, так і по похилих перерізах. Розглянемо послідовність розвитку напружень у залізобетонній балці по нормальних перерізах.

Розсічемо умовно балку посередині і будемо уявляти в місці розрізу розвиток нормальних напружень по всій висоті перерізу. Розрізняють у теорії розрахунку залізобетонних балок три характерні стадії.

I стадія. При малих навантаженнях напруження в бетоні й арматурі невеликі, деформації мають пружний характер, епюри нормальних напружень у стиснутій і в розтягнутій зоні бетону мають форму трикутника (рис.1.11, а).

Ця стадія називається пружною стадією роботи. Зі збільшенням навантаження в розтягнутому бетоні виникають непружні деформації, напруження досягають міцності бетону на розтяг R_{bt} . Цей стан I стадії покладено в основу розрахунку тріщиностійкості залізобетонних елементів. При подальшому збільшенні навантаження в перерізі утворюються тріщини, починається друга стадія напруженого стану.



а – I стадія – пружна; б – II стадія – робота з тріщинами; в – III стадія – руйнування по арматурі; г – III стадія – руйнування по бетону

Рисунок 1.11 – Послідовні стадії розвитку напружено-деформованого стану [5]

II стадія. Після появи тріщин розтягуючі зусилля в перерізі сприймаються в основному арматурою і частково бетоном над тріщиною. Між тріщинами бетон працює на розтяг, і напруження в арматурі за довжиною зменшуються в міру віддалення від тріщини (рис.1.11, б). Епюра напружень у стиснутій зоні бетону викривляється і має вигляд параболічної форми.

По цій стадії, названій роботою з тріщинами або експлуатаційною стадією, виконується розрахунок прогинів та ширини розкриття тріщин у залізобетонних елементах.

III стадія – стадія руйнування (рис. 1.11, в, г). Досвід свідчить, що руйнування залежить від кількості й виду арматури. При невеликому відсотку армування (1% і менше) руйнування відбувається в основному по розтягнутій зоні, по арматурі. З розвитком пластичних деформацій в арматурі розкриваються інтенсивно тріщини в розтягнутій зоні бетону і відбувається руйнування стиснутої зони бетону. Епюра напружень у стиснутій зоні бетону ще більше викривляється. Руйнування має м'який пластичний характер. Даний випадок руйнування має назву випадку 1.

У другому випадку руйнування першим втрачає свої міцнісні властивості бетон, напруження в нижній розтягнутій арматурі можуть не досягати межі плинності і її міцнісні властивості використовуються не повністю. Таке руйнування має крихкий характер і, як правило, має місце в перерізах з надлишковим вмістом арматури (2,5% і більше). Дані конструкції називаються переармованими.

Стадія III покладена в основу розрахунку несучої здатності залізобетонних елементів у діючих нормах [5].

Усі зазначені стадії у завантаженому елементі протікають безупинно, і поділ їх на окремі етапи розглядається в теорії розрахунку залізобетонних конструкцій тільки умовно.

1.2.3 Основні вимоги до безпеки експлуатації будівель та споруд

Безпека експлуатації будівель та споруд визначає аспекти будівельних об'єктів, які пов'язані з ризиком тілесних пошкоджень людей на будівельному об'єкті чи поряд з ним, з будь-якої причини. Основні вимоги щодо безпеки експлуатації дотримуються протягом економічно обгрунтованого терміну експлуатації будівельного об'єкта.

Вимоги забезпечуються взаємопов'язаними заходами:

- планування, проектування та будівництва будівельних об'єктів і їх технічного обслуговування у відповідності з порядком, передбаченим нормативними документами категорії А (організаційно-методичні норми, правила і стандарти);

- використання будівельних виробів із властивостями і характеристиками, що відповідають вимогам нормативних документів категорії В (технічні умови).

1.2.4 Ризики нещасних випадків при експлуатації будівель та споруд

Оцінка ризиків ґрунтується на нормальній чи очікуваній експлуатації будівельних об'єктів, що передбачає користування будівельними об'єктами ризикуючими користувачами: людьми похилого віку, інвалідами та дітьми.

Основна вимога безпеки стосується трьох груп ризиків:

- ковзання, падіння, удари;
- опіки, електроудари, вибух;
- нещасні випадки в наслідок руху транспортного засобу та роботі вантажно-підйомних кранів і будівельних машин і механізмів.

Перша група ризиків стосується перешкод через:

- ковзання і удари, обумовлені, наприклад, падінням, спотиканням чи ковзанням користувачів будівельних об'єктів;
- прямі удари чи контакти, спричинені падінням елементів будівельних об'єктів на користувачів;
- тілесні пошкодження як наслідки контакту чи маніпуляції з елементами рухомих частин будівельних об'єктів (затиснення, трощення, різання тощо).

Друга група ризиків пов'язана з наявністю спеціального устаткування чи обладнання будівельних об'єктів, контактів з ними або використанням і стосується:

- електроударів, опіків і вибухів від електричного обладнання та устаткування;
- опіків і вибухів від термічного обладнання та устаткування;
- опіків та ошпарень від водного обладнання з високою температурою.

До третьої групи ризиків відносяться поранення людей у транспортних засобах або пішоходів на узбіччі доріг (пристрої пасивної безпеки, дорожнє обладнання).

Пояснення причин і вимог до об'єктів наведено в таблицях 1.1 – 1.8.

Ризик падіння після ковзання (табл.1.1) пов'язаний із координацією руху пішоходів, типом взуття, станом підлоги чи тротуару (дороги) через слизькість.

Ризик падіння після спотикання чи зачеплення (табл.1.2) може визвати поранення чи смерть. Причини: погана видимість чи перепади рівнів поверхні підлоги, відсутність відповідних огорож та наявність невідповідних сходів, трапів або пандусів.

Для запобігання падінню після ковзання будівельні вироби, що застосовуються для відповідних елементів будівельних об'єктів (підлоги, тротуари, дороги), повинні мати обмеження щодо слизькості, яка залежить від характеристики поверхонь виробів, а також наявності на них води чи жиру.

Таблиця 1.1 - Ризик нещасних випадків через падіння після ковзання [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Ковзання при ходьбі	Обмеження слизькості підлоги чи тротуару за різних обставин	Уникнення слизькості підлоги / тротуару стосовно взуття та босої ноги	Покриття для підлоги чи тротуару	Слизькість

Таблиця 1.2 - Ризик нещасних випадків через падіння після спотикання (зачеплення) [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Слабка видимість	Забезпечення необхідного освітлення у внутрішніх зонах приміщення та в запасних виходах	Забезпечення мінімальної освітленості на горизонтальних маршрутах та на сходах, пандусах	Світильники Прилади аварійного освітлення	Потужність, ємність. Час затримки перед початком освітлення. Вихідна потужність (ватт)
	Безпечне освітлення в запасних виходах	Реагування на відмову електромагістралі, мінімальний проміжок часу	Світильники	Потужність

Для запобігання падінню після спотикання необхідно забезпечити гладкі поверхні підлоги в місцях пересування користувачів об'єктів без раптових малих змін у рівні, змін у слизькості та низьких переполах.

Для запобігання падінню через спотикання або зачеплення в умовах слабкої видимості вимагається мінімальне стандартне освітлення, щоб люди могли рухатись безпечно в приміщеннях будівельного об'єкта, в тому числі бігти у разі небезпеки. Крім того, мають бути запасні виходи з адекватним освітленням, здатним до функціонування навіть у разі відмови електроживлення.

Таблиця 1.3 - Ризик падіння через зміни в рівні переходів та раптові зниження [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Раптові зниження	Захист всіх раптових змін у рівні підлоги та вертикальних зниженнях	Встановлення огорож відповідної висоти, цілісності, міцності та опору щодо сходження	Балюстради, поручні, парапети	Висота без отворів, через які проходить сфера заданим діаметром ;опір горизонтальному навантаженню у вершині; без особливостей, які провокують крок між заглибленням та вище рівня підлоги
	Безпечність доступних отворів у зовнішній стіні та перекритті	Встановлення поручнів чи інших огорож достатньої висоти та міцності Захист отворів над деякими рівнями	Вікна, що відкриваються, та двері	Запобіжні шпінгалети та петлі
Зміни в рівні	Безпечність засобів вертикального переміщення	Обмеження висоти безперервного сходження	Сходи, прямі марші	Сходинок узгодженого розміру "крізь марш"; Форма сходинок Похил у градусах Максимальна висота та глибина сходинок Мінімальна ширина сходинок
			Відкриті сходи	Мінімальний напусток між суміжними сходишками та максимальний отвір
			Площадки	Така сама ширина та мінімальна глибина
			Поручні	Висота над лінією похилу
			Балюстрада	Без отворів, через які проходить сфера діаметром ...
			Криволінійні сходи	Похил у градусах на відстані не менше ніж ... від краю сходів
			Встановлені сходи	Мінімальний напусток між суміжними сходишками та максимальний отвір

Таблиця 1.4 - Ризик нещасних випадків через прямі впливи (удари) [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Удар головою: - у стелею, сходи та площадки; - у дверних прорізах та дверях	Мінімізація ризику поранення голови та можливого (наступного) падіння через зіткнення я зі стелею над сходами чи в дверних прорізах	Забезпечення мінімальної висоти просвіту з урахуванням висоти стелі, сходів та сходової клітки, площадок чи дверних прорізів	Прямі сходи / пандуси Спіральні сходи Двері та їх рами	Просвіт до стелі Просвіт до стелі Висота
Зіткнення з людьми / об'єктами під час пересування на будівельних об'єктах	Мінімізація ризику зіткнення через впровадження належного візуального стану: - під час нормальної експлуатації; - - під час відмови головного освітлення	Забезпечення мінімального освітлення та відповідних написів (знаків)	Світильники (арматура) Ознаки для запасних виходів Батареї. Резервне енергообладнання	Потужність Світлова продуктивність Інтенсивність світла Розмір літер чи символів та/чи ілюмінації Ємність Потужність
	Мінімізація ризику через візуальні попередження Мінімізація ризику затискання в автоматичних дверях	Забезпечення належної прозорості дверей	Коливальні двері Автоматичні двері	Розмір прозорого елемента, видимість Характеристика запобіжних пристроїв для захисту людей
Удар транспортним засобом усередині приміщення	Обмеження ризику поранення / смерті від удару / зіткнення з транспортними засобами	Забезпечення захист/бар'єрами достатньої висоти та міцності (кН/м)	Захист / бар'єри	Висота Опір горизонтальному навантаженню
Зіткнення з "проекціями" назовні чи в зоні переміщення (в об'єкті)	Мінімізація ризику зіткнення із фіксованими чи рухомими "проекціями" всередині чи ззовні будівельних об'єктів	Проектування з метою уникнення небезпечних перешкод	Проектування без небезпечних перешкод	Проектування без небезпечних перешкод
Зіткнення з крихкими елементами	Мінімізація ризику поранення (порізів) / смерті від зіткнення з крихкими елементами дверей, вікон, балюстрад, дахів	Обмеження використання крихких елементів, пов'язані з розміром віконного скла (м), типом скління та його розміщенням Наявність попереджуючих позначок чи маркувань	Крихкі елементи, включаючи скління / скло та пластики, двері, вікна, поручні, балюстради, покрівельні елементи	Розмір віконного скла Геометрія скла у дверях Крихкі властивості / реакція на удар та опір

Таблиця 1.5 – Ризик нещасних випадків через опіки [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів	
	функціональні	виконавчі			
Контакт з гарячими поверхнями	Унеможливлення опіку після контакту із такою поверхнею	Забезпечення температури обігрівуючих рідин - стан (фаза) рідини, пари (тиск насиченої пари). Забезпечення температури доступних частин	1. Системи нагрівання замкнуті	Надійність утримання рідини нижче встановленої максимальної температури (насичена пара)	
			2. Тепло-генератори	Тиск	
			3. Обігрівачі (та інші частини 1)	Температура доступних частин	
			4. Запобіжні пристрої, пов'язані з 1, 2, 3	Точність Чутливість	
	Попередження контактів з гарячими поверхнями	Недосяжність попереджувальних пристроїв	Теплогенератори Обігрівачі Димоходи	Доступність гарячих частин	
Контакт з гарячою водою (рідинами) - занурення	Унеможливлення опіку через контакти з гарячою водою (рідинами, хімікаліями)	Забезпечення максимального рівня температури води у пункті постачання	Запобіжні пристрої для обмеження температури на місці виробництва Запобіжні змішувальні клапани після виробництва Змішувальні крани на місці постачання	Точність, чутливість, надійність Точність, чутливість, температурна стабільність Те саме	
			Забезпечення граничного ризику через розпилення гарячої води	Нагрівальні системи	Щільність системи щодо води
			Забезпечення граничного ризику падіння в стічні ями	Огорожі Захисні поручні	Закріплення, висота, механічний опір
Випромінювання тепла нагрівачами та лампами	Уникнення опіку стоячи або проходячи біля такого обладнання		Випромінюючі панелі чи апаратура	Температурний ефект Рівень випробувальної поверхневої передачі (тест-метод)	

Таблиця 1.6 - Ризик нещасних випадків через електричний удар та електрошок [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Харак-ки виробів
	функціональні	виконавчі		
Блискавка	Забезпечення захисту будівельного об'єкта та користувачів від удару блискавкою	Ефективність пристроїв перехоплення систем захисту від блискавки, опір їх заземлення тощо	Компоненти систем захисту від блискавки: перехоплювачі, провідники, конденсатори, електроди	Бути визначеними
Напруга систем електроживлення	Унеможливлення дотику до частин систем електроживлення, які знаходяться під напругою (більше ніж 42 вольт) за нормальних умов. Унеможливлення перебування у межах деякої відстані до частин, які є під напругою, більшою ніж 42 вольт. Унеможливлення наявності напруги на доступних частинах систем за специфічних умов (вологість та ін.)	Захист проти електричних ризиків за всіх умов	Компоненти низьковольтних систем, включаючи розетки, високовольтні системи, освітлювальну апаратуру, електричну вбудовану апаратуру	Доступність частин, які знаходяться під напругою, геометрія тощо
Напруга електричної системи постачання сигналів дорожнього руху, освітлення дороги тощо	Унеможливлення наявності напруги на доступних частинах систем через дотик (прямий контакт людей) або удар (контакт транспортного засобу)	Те саме	Світлофор, сигнали керування переходом, табло для змінних повідомлень, датчики руху, контрольне обладнання, обладнання лінії, джерела енергії	Ізоляція, напруга, запобіжні пристрої

Таблиця 1.7 - Ризик нещасних випадків через вибух [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Вибухи	Зниження ризику вибуху вогневих генераторів, комунікацій, витяжних труб, допоміжних паливних систем, димоходів, трубок, резервуарів та трубопроводів (труби) для вогнебезпечних газів та рідин	Забезпечення надійності при обслуговуванні та в разі пожежі	Труби, включаючи їх обладнання та з'єднання	Тиск, температура, щільність, опір до зовнішніх впливів
	Зниження ризику вибуху труб та з'єднання для вогнебезпечних газів	Забезпечення видимості, доступності, прийнятності з'єднань, їх вентиляції, відключення з безпечної позиції, запобігання електроіскрінню	Матеріал з'єднання	Щільність, розрядженість, міцність, гнучкість, тиск, внутрішній діаметр
Розриви	Відповідність проекту герметичності системи гарячої води	Забезпечення температури, ємності для зберігання, загальної конфігурації та умов безпечної роботи	Термостати, теплові запобіжники, температурні редуктори, вимірювальні прилади, клапани зменшення тиску, пульти	Надійність, чутливість, температура
	Відповідність проекту систем зберігання		Газгольдери, парові котли (бойлери), повітряний ресивер	Надійність, тиск
Вибухова атмосфера в спорудах (їх частинах)	Зниження ризику щодо вибухової атмосфери середовища	Вжиття запобіжних заходів щодо небезпечної та вибухової атмосфери	Контейнери, посудини, арматура, завантажувальне та розвантажувальне устаткування, з'єднання труб	Щільність, тиск, температура

Таблиця 1.8 - Ризик нещасних випадків через рух транспортних засобів [4]

Причина	Вимоги до споруд в цілому		Вироби	Характеристики виробів
	функціональні	виконавчі		
Буксування	Уникнення поранення чи смерті після буксування на дорозі (рух на велосипеді, мотоциклі, пересування в автомобілі чи автобусі або в будь-якому моторному транспортному засобі)	Обмеження слизькості дорожньої поверхні, рівність, дренаж води, структура	Матеріали, які використовуються для виконання дорожньої поверхні чи тротуару, а саме: камені для бруківки тощо. Дорожнє маркування, впускні отвори, люки тощо	Індекс полірованого каменю Опір буксуванню
Буксування та / або помилка керування	Уникнення раптової чи дезорієнтації через нерозбірливі чи помилково розміщені сигнали біля дороги чи над нею	Забезпечення видимості знаків за будь-яких погодних умов	Дорожні знаки, маркування дороги, включаючи гвіздки, оптичні керівні пристрої (стовпчики маркування, шевронна крива, описи, індикатори відстані тощо)	Колір Розмір (x / y координати) Яскравість, чіткість літер Відбиття
	Уникнення поранення або смерті на шляхах (рух на велосипеді, мотоциклі, пересування в автомобілі чи автобусі або в будь-якому моторному транспортному засобі)	Забезпечення безпеки дорожнього обладнання за всіх необхідних умов	Освітлювальні колони, стовпи, щогли, сигнальні вогні, стовпчики маркування	Безпека через піддатливість перешкоди. Ударна безпека, яку визначено через руйнівні випробування транспортного засобу (маса засобу, швидкість, кут, індекс безпечного прискорення) тощо
	Уникнення поранення або смерті внаслідок падіння зі схилу чи з мосту або внаслідок удару в перешкоду поруч з трасою чи в транспорт-ний засіб з іншого боку розподільної смуги	Забезпечення бар'єрами відповідної висоти, ударної безпеки, опору пробиванню та рикошетними властивостями за всіх умов	Запобіжні огорожі, бар'єри, парапети мосту, подушки безпеки	Ударна безпека, визначена через руйнівні випробування транспортного засобу (маса засобу, швидкість, кут, динамічна деформація, індекс безпечного прискорення, межа поздовжнього ковзання, межа рикошету)

Для запобігання падінню при раптових суттєвих змінах в рівні підлоги чи тротуару наявні отвори в них мають бути закриті сітками чи ґратами. Висота поручнів, балюстрад, парапетів та інших подібних захисних пристосувань визначається відповідно до глибини можливого падіння.

Має бути встановлений також мінімальний рівень опору горизонтальному поштовху.

Для запобігання падінню через раптові зниження рівня підлоги необхідна наявність поручнів, балюстрад та парапетів, які мають характеризуватись:

- висотою над підлогою;
- можливістю подолання дітьми;
- розмірами отворів, які унеможливають застрягнення або провалювання в них дітей;
- стійкістю до горизонтального поштовху.

Ризик прямих впливів стосується поранення чи смерті користувачів, що перебувають всередині чи ззовні будівельного об'єкта, через випадкові чи невідповідні контакти (впливи, зіткнення) з будівельним об'єктом або його частинами (елементами).

Зокрема цей ризик стосується:

- контактів між користувачами та елементами або частинами будівельного об'єкта (двері, вікна тощо);
- контактів між користувачами та частинами будівельного об'єкта в результаті нещасних випадків (наприклад, провалювання скрізь слабкий елемент) чи специфічні обставини (наприклад, відмова освітлення);
- контактів користувачів з падаючими елементами, складовими частинами будівельного об'єкта;
- ризиків нещасних випадків у результаті руху транспортного засобу.

Характеристиками будівельних об'єктів чи їх елементів, які впливають на рівень ризику, є:

- геометричні параметри (наприклад, висота приміщення);
- наявність гострих чи ріжучих крайок;
- характер поверхонь (твердість, шорсткість тощо);
- реакція на удар (міцність, здатність перешкоджати проникненню падаючих людей чи елементів, крихкі властивості, розмір уламків тощо);
- сили, що можуть бути прикладені до користувачів будівельних об'єктів (наприклад, від автоматичних дверей). Рівень ризику прямих впливів залежить від наявності запобіжних пристроїв для обмеження чи попередження доступу до небезпечних елементів і може бути мінімізованим через вимоги до проекту будівельного об'єкта ніж до виробів.

Суттєвими характеристиками будівельних виробів є:

- для автоматичних виробів (наприклад, двері) - сила, прикладена до тіла, та характеристика запобіжних пристроїв;
- для дверей, балюстрад та вікон із склінням - визначеність геометрії скління та видимість прозорих перепон;
- для сходів, площадок, дверних прорізів - висота приміщення;

- для спіральних сходів - визначеність геометрії;
- для світильників - потужність та світлова продуктивність;
- для знаків запасних виходів - визначеність геометрії знаку, його видимість та чіткість;
- для коливальних дверей - визначеність геометрії прозорих елементів та їх видимість;
- для виробів, які викликають ризики нещасних випадків, - механічний опір та стійкість.

Вимога, яка є загальною для всіх будівельних виробів і має бути відображена у нормативних документах, пов'язана з виключенням ризику порізів від гострих крайок доступних виробів та зменшення ризиків контактів з потенційно небезпечними частинами виробів.

Ризик опіків може бути наслідком:

- контакту з гарячими частинами будівельного об'єкта чи обладнання;
- контакту через розпилення гарячих рідин або занурення в них;
- впливу випромінюючих джерел.

Ступінь одержаного опіку залежить від температури об'єктів чи середовища.

Вимогами безпеки щодо ризиків опіку є температурний критерій (поверхнева температура, температура рідин, температура випромінювання) і ступінь доступності небезпечних частин елементів будівельних об'єктів.

Пов'язані з ризиком опіків робочі характеристики будівельних об'єктів стосуються головним чином обладнання для обігрівання приміщень, зберігання та розподілення гарячої води та інших рідин. Беруться до уваги і деякі частини освітлювального обладнання, механічного чи електричного устаткування, які в нормальному чи аварійному режимах могли б спричинити опіки користувачам.

Засоби для зменшення ризику (огорожі, екрани, СИЗ) повинні обмежити можливість контакту з устаткуванням, знизити температуру будівельних конструкцій та температуру відповідних рідин.

У деяких випадках експлуатація будівельних об'єктів та обладнання не дозволяє зменшити ризики опіку. У цих випадках попередження ризику залежить від навчання користувачів і необхідного інструктажу.

Ризик електричного удару та електрошоку може бути наслідком:

- удару блискавки у будівельний об'єкт або у його користувачів;
- напруги систем електроживлення на частинах будівельного об'єкта, з якими можливий контакт його користувачів.

На ризик удару блискавки у будівельний об'єкт може впливати розташування і висота будівельного об'єкта стосовно оточення. [6]

Ризик того, що напруга системи електроживлення досягає частини будівельного об'єкта, з яким може контактувати користувач, залежить від власне проекту системи, рівня напруги та обставин експлуатації (наприклад наявність вологи). Для систем електропостачання з більш високою напругою ризик виникає також і на деякій відстані від частин системи під напругою.

Для запобігання ризику електричного удару блискавки будівельний об'єкт має бути забезпечений блискавко захисною системою, яка повинна містити пристрої перехвату, провідники розряду та заземлення.

Запобігання ризику електричного удару та електрошоку від напруги систем електроживлення із напругою, більшою ніж визначений рівень, досягається відсутністю контакту користувачів з системою або забезпеченням перебування їх на певній відстані від частин системи; від систем електроживлення сигнального обладнання для дорожнього руху та вуличних ліхтарів досягається заходами щодо відсутності контакту між користувачами доріг та частинами будівельних об'єктів, які є під напругою, або можуть потрапити під напругу (наприклад, через транспортні засоби). [6]

Для мінімізації ризиків електричних ударів від світлофору, сигналів переходу, змінних табло для повідомлень, датчиків руху, контрольного обладнання, обладнання лінії електропередачі та джерел енергії для дорожнього обладнання мають бути узгоджені рівні ізоляції та автоматичні запобіжники; безпечні рівні напруги.

Термін "**вибух**" означає ризики явищ, які є наслідком швидкої термічної чи хімічної реакції, так і розривів, з викидом із системи під тиском, що містить газ.

Ризик вибухів має розглядатись з двох точок зору. З одного боку ризиком для користувачів можуть служити комунальні будівельні об'єкти (лінії постачання палива, теплогенератори, обігрівачі та зберігаючи тепло засоби, устаткування під тиском). З іншого боку вибух може бути викликаний користувачами будівельних об'єктів через необережне поводження з вибухонебезпечними матеріалами.

Вимоги для зменшення ризику вибуху для користувачів у першому випадку стосуються експлуатаційної безпеки комунальних підприємств чи об'єктів і пов'язані з їх проектуванням та виконанням будівельних робіт.

У залежності від типу засобів обслуговування та тисків і температур будівельні матеріали, обладнання, засоби розподілення мають відповідати матеріалам (енергоносіям), які будуть зберігатися та транспортуватися.

Зйомні частини для з'єднань труб та інші з'єднання повинні гарантувати щільність у всіх робочих режимах.

Трубопроводи для вогнебезпечних матеріалів та матеріалів вибухового характеру мають бути обладнані перериваючим пристроєм чи вимикачем на безпечній відстані від місця вводу.

Для запобігання вибуху під дією надмірного тиску чи температури мають бути передбачені засоби обслуговування, які обмежують чи зменшують тиски та температуру, або переривають, виключають чи автоматично зупиняють відповідні засоби обслуговування чи лінії постачання.

Якщо використання ліній постачання веде до ризику вибуху, засоби обслуговування необхідно розмістити та обладнати так, щоб захистити навколишнє середовище відповідно до вимог нормативних документів категорії А. У разі неможливості запобігання розвитку небезпечної та вибухової

атмосфери через витік газів, парів, туману чи горючого пилу через місцеві чи експлуатаційні умови слід передбачити заходи безпеки.

Одним із заходів безпеки може бути використання матеріалів, які не сприяють накопиченню статичної електрики і задовольняють вимогам вибухової безпеки.

При формулюванні вимог стосовно вибухової безпеки окремих будівельних виробів необхідно брати до уваги нормативні документи щодо:

- посудин, що знаходяться під тиском (труби, котли тощо);
- електричного обладнання для експлуатації у потенційно вибуховому середовищі;
- електричного обладнання для експлуатації у потенційно вибуховій атмосфері із застосуванням деяких типів захисту;
- електричного обладнання для експлуатації у потенційно вибухових середовищах у шахтах з наявністю рудникового газу;
- устаткування, що працює на газовому паливі.

Ризик нещасних випадків через рух транспортного засобу (табл. 1.8) є результатом експлуатації будівельних об'єктів людьми, що керують транспортними засобами.

Ризик залежить від стану поверхні для руху, характеристик транспортного засобу, навичок водія, ефективності знаків та маркування, придатності захисних огорож та іншого обладнання.

Транспортні засоби можуть:

- з'їхати до кювету через незахищені боки узбіччя дороги чи впасти з мосту та ін.;
- зіштовхнутися з дорожнім обладнанням, бар'єрами чи перешкодами поруч з дорогами;
- зіштовхнутися з засобами транспорту, що рухаються з іншого боку розподільної межі;
- перекинутися або втратити стійкість з ризиком поранення людей.

Робочі характеристики будівельних об'єктів включають обмеження слизькості поверхні для руху, забезпечення зручного розташування, видимості і чіткості знаків для дорожньої безпеки, маркувань та іншого дорожнього обладнання для різних умов, включаючи різноманітну погоду.

Для попередження ударів транспортних засобів безпеку має забезпечити дорожнє обладнання (пасивна безпека).

Слизькість поверхні для руху залежить від використаних матеріалів і технології їх застосування (складові, процедури укладання, фарби, пластикові композиції, обв'язувальні смуги, головки дорожніх гвіздків) для розмічання доріг. [5]

Постійне дорожнє обладнання (стовпи, освітлювальні колони, щогли, стояки, стовпчики розмічування) має бути випробуване ударним навантаженням.

Параметри для випробувань (маса транспортного засобу, швидкість руху, характеристика удару, пов'язана з точкою та кутом контакту, індексом значущості прискорення тощо) мають бути гармонізовані щодо визначення, способів вимірювання або обчислення.

Системи захисту, які зменшують ризик падіння з мосту чи схилу та ризик удару в перешкоду чи в інший транспортний засіб, включають: запобіжні огорожі та бар'єри зі сталі, бетону чи пластика; аварійні подушки безпеки; парапети. Системи захисту повинні випробовуватись на дію ударних навантажень з урахуванням: маси транспортного засобу; швидкості руху (удару) транспортного засобу; кута між транспортним засобом та допоміжним пристроєм; динамічної деформації запобіжного пристрою; індексу безпечного прискорення, межі позовжнього сковзання і рикошету.

1.3 Організація обстежень будівель і конструкцій

Обстеження будівель та споруд проводиться з метою отримання об'єктивних даних про фактичний стан будівельних конструкцій з урахуванням зміни у часі.

У процесі експлуатації під впливом агресивних факторів зовнішнього середовища, особливостей технологічних процесів відбувається зміна властивостей матеріалів і конструкцій, збільшується ризик порушення їх якості та нанесення шкоди навколишньому середовищу. Несвоєчасно виявлені і усунені дефекти елементів будівель нерідко переростають у серйозні порушення. Їх наслідки крім соціального й екологічного збитку можуть призвести до значних матеріальних витрат, пов'язаних з відновленням експлуатаційних властивостей конструкцій. Тому важливо правильно і своєчасно оцінити стан конструкцій та обладнання будівель, виконати прогноз про можливість розвитку дефектів і розробити заходи щодо їх стабілізації або усунення.

Для забезпечення безпечних умов експлуатації будівель і споруд першорядне значення набуває підтримання на належному рівні технічного стану будівель і споруд, у тому числі за рахунок продовження нормативних термінів експлуатації, відновлення та реконструкції.

Загальною метою обстежень технічного стану будівельних конструкцій є виявлення ступеня фізичного зносу, причин, які обумовлюють їх стан, фактичної працездатності конструкцій і розробка заходів щодо забезпечення їх експлуатаційних якостей.

Оцінка технічного стану - встановлення ступеня пошкодження і категорії технічного стану будівельних конструкцій або будинків і споруд в цілому на основі зіставлення фактичних значень кількісно оцінюваних ознак зі

значеннями цих же ознак, встановлених проектом або нормативним документом.

З якою метою проводиться:

- Технічне обстеження будівель перед реконструкцією, капітальним ремонтом, купівлею, заставою;
- Технічне обстеження і подальша фіксація технічного стану будівель, прилеглих до зони майбутньої забудови (реконструкції);
- Експертиза несучої здатності - обстеження окремих конструкцій для визначення можливості їх подальшої експлуатації і несучої здатності.

Нормативний рівень технічного стану - категорія технічного стану, при якому кількісне та якісне значення параметрів всіх критеріїв оцінки технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд відповідають вимогам нормативних документів (БНіП, ДБН, ГОСТ, ТУ тощо).

Справний стан - категорія технічного стану будівельної конструкції або будівлі і споруди в цілому, що характеризується відсутністю дефектів і пошкоджень, що впливають на зниження несучої спроможності та експлуатаційної придатності.

Працездатний стан - категорія технічного стану, при якій деякі з чисельно оцінюваних контрольованих параметрів не відповідають вимогам проекту, норм і стандартів, але наявні порушення вимог, наприклад, по деформативності, а в залізобетоні і з тріщиностійкості, в даних конкретних умовах експлуатації не призводять до порушення працездатності, і несуча здатність конструкцій, з урахуванням впливу наявних дефектів і пошкоджень, забезпечується.

Обмежено працездатний стан - категорія технічного стану конструкцій, при якій є дефекти і пошкодження, що призвели до деякого зниження несучої здатності, але відсутня небезпека раптового руйнування і функціонування конструкції можливе при контролі її стану, тривалості та умов експлуатації.

Неприпустимий стан - категорія технічного стану будівельної конструкції або будівлі і споруди в цілому, що характеризується зниженням несучої здатності та експлуатаційних характеристик, при якому існує небезпека для перебування людей та збереження обладнання (необхідне проведення страхувальних заходів та посилення конструкцій).

Аварійний стан - категорія технічного стану будівельної конструкції або будівлі і споруди в цілому, що характеризується пошкодженнями і деформаціями, що свідчать про вичерпання несучої здатності і небезпеки обвалення (необхідне проведення термінових протиаварійних заходів).

Ступінь пошкодження - встановлена у відсотковому відношенні частка втрати проектної несучої здатності будівельної конструкцією.

Поточний ремонт будівлі - комплекс будівельних та організаційно-технічних заходів з метою усунення несправностей (відновлення працездатності) елементів будинків і підтримки нормального рівня експлуатаційних показників.

Капітальний ремонт будівлі - комплекс будівельних та організаційно-технічних заходів по усуненню фізичного і морального зносу, не передбачають зміну основних техніко-економічних показників будівлі або споруди, що включають, у разі необхідності, заміну окремих конструктивних елементів і систем інженерного обладнання.

Реконструкція будівлі - комплекс будівельних робіт та організаційно-технічних заходів, пов'язаних із зміною основних техніко-економічних показників (навантажень, планування приміщень, будівельного обсягу та загальної площі будівлі, інженерної оснащеності) з метою зміни умов експлуатації, максимального заповнення втрати від що відбувся фізичного та морального зносу, досягнення нових цілей експлуатації будівлі.

Модернізація будівлі - приватний випадок реконструкції, який передбачає зміну та оновлення об'ємно-планувального та архітектурного рішень існуючої будівлі старої споруди і його морально застарілого інженерного обладнання відповідно до вимог, що пред'являються діючими нормами до естетики умов проживання та експлуатаційним параметрам житлових будинків і виробничих будівель.

Діагностика - встановлення і вивчення ознак, що характеризують стан будівельних конструкцій будівель і споруд для визначення можливих відхилень та запобігання порушень нормального режиму їх експлуатації.

Обстеження - комплекс заходів з визначення та оцінки фактичних значень контрольованих параметрів, що характеризують експлуатаційний стан, придатність і працездатність об'єктів обстеження і визначають можливість їх подальшої експлуатації або необхідність відновлення і підсилення.

Дефект - окрема невідповідність конструкцій якому-небудь параметру, встановленому проектом або нормативними документами. Пошкодження - несправність, отримана конструкцією при виготовленні, транспортуванні, монтажі або експлуатації. [1]

1.3.1 Обстеження будівельних конструкцій

Основною метою технічного обстеження будівель є визначення поточного технічного стану конструкцій будівлі або споруди, виявлення ступеня фізичного зносу, дефектів, з'ясування експлуатаційних якостей конструкцій; прогнозування їх поведінки в майбутньому.

Технічне обстеження будівель проводиться, зокрема, в наступних випадках:

- Оцінка фізичного зносу конструкцій і інженерних систем (наприклад, якщо планується поновлення незавершеного будівництва);
- Визначення стану конструкцій унаслідок їх затоки, пожежі і т.д.;
- Обстеження конструкцій на предмет подальшої перепланування будівлі, надбудови поверхів, поглиблення підвальної частини;

- При планованому капітальному ремонті будівлі;
 - При модернізації або реконструкції будівлі;
 - Для виявлення причин деформацій стін, перекриттів, колон;
 - При встановленні причин появи вогкості на стінах і промерзання.
- Технічне обстеження будівель та споруд проводиться у кілька етапів.
Перший етап - попереднє обстеження будівель і споруд.

Основним завданням попереднього обстеження є визначення загального стану будівельних конструкцій та виробничого середовища, визначення складу намічуваних робіт та збору вихідних даних, необхідних для складання технічного завдання на детальне інструментальне дослідження для встановлення вартості намічуваних робіт та укладання договору із замовником.

До складу робіт за попередньою обстеження входять [2]:

- Загальний огляд будівлі;
- Збір загальних відомостей про будівлю (час будівництва, терміни експлуатації);
- Загальна характеристика об'ємно-планувального і конструктивного рішень і систем інженерного обладнання;
- Виявлення особливостей технології виробництва для виробничих будівель з точки зору їх впливу на будівельні конструкції;
- Визначення фактичних параметрів мікроклімату або виробничого середовища, температурно-вологісного режиму приміщення, наявності агресивних до будівельних конструкцій технологічних виділень, збір відомостей про антикорозійних заходах;
- Гідрогеологічні умови ділянки і загальні характеристики ґрунтів основ;
- Ознайомлення з архівними матеріалами вишукувань;
- Вивчення матеріалів, які проводилися раніше на даному об'єкті обстежень виробничого середовища та стану будівельних конструкцій.

На стадії попереднього візуального обстеження встановлюються за зовнішніми ознаками категорії технічного стану конструкцій в залежності від наявних дефектів і пошкоджень.

Другий етап - детальне інструментальне обстеження будівель і споруд.

Детальне обстеження включає:

- Візуальне обстеження конструкцій (з фотофіксацією видимих дефектів);
- Обмірні роботи - визначаються конфігурація, розміри, положення в плані і по вертикалі конструкцій та їх елементів;
- Інструментальні обстеження:
- Вимірювання прогинів і деформацій;
- Визначення характеристик матеріалу несучих конструкцій;
- Осідання фундаментів і деформації ґрунтів підстав.

Третій етап - визначення фізико-технічних характеристик матеріалів обстежуваних конструкцій в лабораторних умовах.

Четвертий етап - узагальнення результатів досліджень.

За результатами обстеження складаються:

- Технічний звіт, що містить результат обстеження (плани в розрізи будівлі з геологічними профілями, конструктивні особливості будівлі, фундаментів, їх геометрія;
- Схеми розташування реперів і марок; опис прийнятої системи вимірювань; фотографії, графіки й епюри горизонтальних і вертикальних переміщень, кренів, розвитку тріщин, перелік факторів, що сприяють виникненню деформацій;
- Оцінка міцнісних та деформаційних характеристик ґрунтів основ і матеріалу конструкцій);
- Технічний висновок про категорію технічного стану будівлі з оцінками можливості сприйняття їм додаткових деформацій або інших впливів, зумовлених новим будівництвом або реконструкцією, а в разі необхідності - перелік заходів для підсилення конструкцій і зміцнення ґрунтів підстав.

1.3.2 Організація робіт по обстеженню будівельних конструкцій

Обстеження будівельних конструкцій, що підлягають реконструкції, повинно здійснюватись за заздалегідь розробленим технічним завданням на обстеження.

Технічне завдання складається замовником, узгоджується генпроектувальником і висилається спеціалізованої організації-виконавцю, що виробляє роботи по обстеженню.

Спеціалізована організація-виконавець робіт після отримання заявки уточнює на реконструйованому об'єкті разом із замовником обсяги, перелік і строки проведення робіт з обстеження будівельних конструкцій з урахуванням залучення фахівців замовника для підготовки довідки-акту за станом споруди на даний період.

Технічне завдання є підставою для розробки технічної програми робіт до договору.

Обстеження виконуються спеціалізованою організацією-виконавцем при наданні їй постійної допомоги з боку замовника в проведенні супутніх робіт (виділення представників для супроводу, розтину конструкцій, відбору зразків, тимчасового освітлення, забезпечення доступу до конструкцій, заходів з безпеки праці, забезпечення технічною документацією та інших робіт) .

Результатом обстеження є висновок спеціалізованої організації про технічний стан будівельних конструкцій або технічний звіт з аналогічною назвою. У них повинні міститися основні відомості, необхідні для розробки реконструкції, а саме:

- ✓ наведено перелік і коротка характеристика конструктивних рішень обстежуваних споруд, обсяги та строки виконаних робіт з обстеження;
- ✓ аналіз нормативної бази в період зведення обстежуваного об'єкта;

- ✓ короткі відомості за умовами експлуатації будівельних конструкцій, організації їх поточних та капітальних ремонтів, візуальних та інструментальних спостережень за станом конструкцій у обстежуваних спорудах;
- ✓ визначено ступінь зносу і зниження несучої здатності основних несучих і огороджувальних конструкцій (у відсотках), зазначені максимальні і мінімальні значення зносу на характерних ділянках, приблизні обсяги робіт з відновлення, заміни і посилення дефектних конструкцій (у відсотках по відношенню до загального їх обсягу для даного об'єкта);
- ✓ обґрунтовано передбачувані причини появи і розвитку дефектів і, відповідно, необхідність заміни або посилення окремих елементів конструкцій;
- ✓ зроблені висновки про технічну можливість використання їх при впливі нового і зберігається обладнання, наведені короткі рекомендації з відновлення (поточний ремонт, капітальний ремонт, заміна або посилення) конструкцій, які мають дефекти, і поліпшенню умов експлуатації споруд.

У висновку (звіті) повинні бути дані у разі необхідності рекомендації з проведення детального обстеження окремих конструкцій при розробці робочих креслень реконструкції.

Обстеження будівельних конструкцій промислових будівель і споруд (ПБ і С) передуює підбір, вивчення та аналіз вихідних даних за такою технічною документацією:

- робочим і виконавчим кресленнями по архітектурно-будівельної та конструктивної частинам проекту ПБ і С, актами приймання обстежуваних конструкцій, паспортами та сертифікатами на матеріали та вироби;

- матеріалам з експлуатації ПБ і С - технічним паспортам, журналам ремонтів, вимірювань осад і фундаментів, деформацій будівельних конструкцій, п'єзOMETричного та інших спостережень;

- схемами, планами розташування, характеристикам розміщеного в ПБ і С обладнання та механізмів та іншої документації, що відображають вплив особливостей виробництва на проведення обстеження.

Замовник до початку робіт з обстеження повинен підготувати перераховану документацію і вжити заходів до відновлення відсутніх креслень, схем, паспортів, інших документів. У разі відсутності у замовника достатніх матеріалів, що характеризують стан виробничого середовища і вплив технологічних особливостей виробництва на будівельні конструкції, паралельно з основною роботою з обстеження повинна бути виконана робота з виявлення характеристик виробничого середовища і її впливу на будівельні конструкції. При всіх змінах, внесених у виконавчу документацію в процесі експлуатації, замовник повинен підготувати відповідні технічні обґрунтування.

З метою забезпечення безпеки проведення робіт з обстеження замовник повинен виконати перед початком обстеження відповідні переключення і

відключення працюючого спільно з обстежуваними ПБ і С устаткування та мереж (резервуари, димові труби, газоходи і т.п.) або пов'язати графіки робіт з обстеження з графіком їх відключень на профілактичний огляд або ремонт. На всіх обстежуваних ділянках ПБ і С повинні бути забезпечені умови, що відповідають вимогам норм і правил по освітленості робочих місць, безпечного доступу до конструкцій (пристрій лісів, риштування і т.п.), попередження випадків отруєнь та травматизму. Відповідальність за організацію перерахованих підготовчих робіт з обстеження ПБ і С несе замовник. Обсяг цих робіт встановлюється за погодженням із спеціалізованою організацією, що виконує обстеження.

Основними завданнями, які розв'язуються в процесі обстеження, є одержання достовірної вихідної інформації про стан конструкцій і розробці рекомендацій по продовженню терміну їх експлуатації на черговий плановий термін.

Зміст основних робіт з обстеження ПБ і С, їх обсяги і терміни проведення визначаються технічною програмою до договору на їх виконання. [2]

1.4 Задачі технічної діагностики. Обстеження будівельних конструкцій

Діагностика технічного стану будівель (споруд) здійснюється шляхом поєднання взаємоузгоджувальних і взаємодоповнювальних обстежувальних, розрахункових та аналітичних процедур, перелік та повнота яких у кожному конкретному випадку уточнюється спеціалізованою організацією, що проводить обстеження.

При розробці програми візуальних та інструментальних обстежень встановлюється такий обсяг і порядок обстежувальних процедур, при якому за мінімального обсягу обстежувальної роботи (особливо інструментальних обстежень та лабораторних визначень) можна отримати максимально повну інформацію про несправності, дефекти та пошкодження конструкції.

При візуальному огляді слід керуватися тим правилом, що найбільш імовірні ділянки пошкоджень конструкцій у виробничих будівлях (спорудах) спостерігаються:

- 1) для основ - у зонах складування важких вантажів; біля дуже навантажених колон, стін, фундаментів, опор; у місцях зволжених ґрунтів; у місцях можливих вібраційних чи ударних навантажень;
- 2) для фундаментів - у зонах зволжених ґрунтів особливо агресивними рідинами; у зонах дії вібрацій, ударних навантажень, привантажень; при спорудженні важких прибудов; при влаштуванні близько розташованих котлованів; при невпоряджених водовідливів та водозниженні;

- 3) для колон - у найбільш напружених зонах стику з фундаментом, біля консолей, у стиках збірних колон по висоті, поблизу підлоги, де можливе попадання агресивної рідини або механічне пошкодження транспортом та вантажо-розвантажувальними засобами, у вузлах стикування з ригелями перекриттів та покриттів;
- 4) для ригелів та плит перекриттів - у зоні дії максимальних згинальних моментів, поперечних сил, передачі зосереджених зусиль, дії вібраційних та ударних навантажень, агресивних рідин, газів, пилу, в місцях стикування;
- 5) для покриттів - у місцях підвищеного зволоження та пошкоджень з боку приміщень та накопичень технологічного пилу, на ділянках з підвищеною щільністю або насиченого вологою утеплювача;
- 6) для стін - у місцях підвищеного зволоження з заморожуванням та відтаванням, у стиках панельних стін, у приляганнях до підлоги та перекриття.

До найбільш характерних дефектів та пошкоджень конструкцій, які належить виявити при візуальному огляді, належать:

- 1) дефекти, які пов'язані з недоліками проекту (невідповідність розрахункової схеми дійсним умовам, відхилення від норм проектування);
- 2) дефекти виготовлення конструкцій, які допущені на заводах-виготовлювачах;
- 3) дефекти монтажу конструкцій та зведення будівель (споруд);
- 4) механічні пошкодження від порушення умов експлуатації;
- 5) пошкодження від непередбачених проектом статичних, динамічних, температурних впливів;
- 6) пошкодження від зовнішніх агресивних впливів робочого та навколишнього середовища.

Для повної діагностики технічного стану будівель (споруд) доцільно паралельно з натурними обстеженнями та лабораторними визначеннями планувати та здійснювати також такі діагностичні процедури:

- 1) аналіз та виявлення змін основних проектних та розрахункових передумов (для будівель (споруд) у цілому та їх окремих частин і конструкцій), які виникли за період експлуатації;
- 2) аналіз дефектів та пошкоджень, змін характеристик матеріалів, ґрунтів та основ;
- 3) коригування розрахункових моделей елементів, конструкцій, основ у зв'язку з наявністю дефектів та пошкоджень, зміни характеристики матеріалів та ґрунтів;
- 4) перевірні розрахунки елементів, конструкцій, основ за скоригованими розрахунковими моделями та з урахуванням змін, які виникли в проектних та розрахункових передумовах за час експлуатації;

- 5) оцінка технічного стану елементів, конструкцій, основ відповідно до розроблених критеріїв;
- 6) оцінка технічного стану будівлі (споруди) у цілому в залежності від технічного стану його елементів, конструкцій, основ.

Основною метою технічного обстеження будинків є визначення поточного технічного стану конструкцій будівлі споруди, виявлення ступеня фізичного зносу, дефектів, з'ясування експлуатаційних якостей конструкцій; прогнозування їхньої поведінки у майбутньому.

Технічне обстеження будинків проводиться, зокрема, у таких випадках:

- оцінка фізичного зносу конструкцій і інженерних систем (наприклад, якщо планується поновлення незавершеного будівництва);
- визначення стану конструкцій унаслідок їх затоки, пожежі тощо;
- обстеження конструкцій щодо наступної перепланування будинку, надбудови поверхів, поглиблення підвальної частини;
- при планованому капітальний ремонт будинку;
- при модернізації або реконструкцію будинку;
- виявлення причин деформацій стін, перекриттів, колон;
- під час встановлення причин появи вогкості на стінах і промерзання.

Технічне обстеження будинків та споруд проводиться на кілька етапів.

Перший етап – попереднє обстеження будинків та споруд.

Основне завдання попереднього обстеження є визначення загального стану будівельних конструкцій та виробничої середовища, визначення складу намічуваних робіт та збору вихідних даних, необхідні складання технічного завдання на детальне інструментальне дослідження задля встановлення вартості намічуваних робіт і укладання з замовником.

До складу робіт з попередньому обстеження входять [4]:

- загальний огляд будинку;
- збір загальних даних про будинку (час будівництва, терміни експлуатації);
- загальну характеристику об'ємно-планувального і конструктивного прийняття рішень та систем інженерного устаткування;
- виявлення особливостей технології виробництва для виробничих будинків з погляду їхнього впливу на будівельні конструкції;
- визначення фактичних параметрів мікроклімату чи виробничої середовища, температурно-вологісного режиму приміщення, наявності агресивних до будівельним конструкціям технологічних виділень, збір відомостей про антикорозійних заходах;
- гідрогеологічні умови дільниці і загальні характеристики ґрунтів підстав;
- ознайомлення з архівних матеріалів пошуків;

- вивчення матеріалів раніше проведені цьому об'єкті обстежень виробничої середовища проживання і стану будівельних конструкцій.

На стадії попереднього візуального обстеження встановлюються зовнішніми ознаками категорії технічного стану конструкцій залежно наявних дефектів і ушкоджень.

Другий етап – детальне інструментальне обстеження будинків та споруд.

Детальне обстеження включає:

- візуальне обстеження конструкцій (з фото фіксуванням видимих дефектів);
- обмірні роботи – визначаються конфігурація, розміри, становище у плані за вертикаллю конструкцій та його елементів;
- інструментальні обстеження:
- вимір прогибів і деформацій;
- визначення характеристик матеріалу несучих конструкцій;
- опади фундаментів і деформації ґрунтів підстав.

Третій етап – визначення фізико-технічних характеристик матеріалів обстежуваних конструкцій в лабораторних умовах.

Четвертий етап – узагальнення результатів досліджень.

За результатами обстеження складаються:

- ✓ технічний звіт, у якому результат обстеження (плани в розрізи будинки геологічними профілями, конструктивні особливості будинку, фундаментів, їх геометрія);
- ✓ схеми розташування реперів і марок; опис прийнятої системи вимірів; фотографії, графіки і епюри горизонтальних і вертикальних переміщень, кренів, розвитку тріщин, перелік чинників, сприяють виникненню деформацій;
- ✓ оцінка міцносних і деформаційних характеристик ґрунтів підстав і матеріалу конструкцій);
- ✓ технічний висновок категорії технічного стану будинку оцінками можливості сприйняття нею додаткових деформацій чи інших впливів, обумовлених новим будівництвом чи реконструкцією, а у разі потреби – перелік заходів посилення конструкцій й зміцнення ґрунтів підстав.

Обстеження поділяються на планові та позапланові.

Плановими обстеженнями оцінюють поточний технічний стан об'єкта, встановлюють можливість його подальшої безаварійної експлуатації або необхідність відновлення експлуатаційних властивостей.

Позапланове обстеження об'єкта проводять у разі необхідності відновити його експлуатаційні властивості, змінити умови використання або припинити експлуатацію.

Мета обстеження та оцінки технічного стану об'єкта, склад інформації щодо його результатів, склад і обсяги робіт з його проведення мають бути

визначені в технічному завданні. При наявності результатів науково-технічного супроводу їх слід враховувати у технічному завданні.

Планові обстеження слід здійснювати на відповідність основним вимогам законодавства, чинних будівельних норм та національних стандартів залежно від типу, призначення і класу наслідків (відповідальності) об'єкта.

Рекомендації з визначення термінів планових обстежень об'єктів.

Термін планового обстеження об'єкта T рекомендується визначати з урахуванням коефіцієнта його безпеки за формулою:

$$T = T_B * K_B, \text{ років,} \quad (1.1)$$

де T_B – термін планового обстеження для об'єктів, що перебувають у типових для даної галузі умовах експлуатації,

K_B – коефіцієнт безпеки об'єкта.

Рекомендоване усереднене значення терміну T_B для об'єктів, що перебувають у типових для даної галузі умовах експлуатації, може бути прийняте, в залежності від виду об'єкта, за таблицею 1.9.

Визначена за таблицею 1.9 усереднена величина T_B може бути скоригована з огляду на конструктивні особливості конкретного об'єкта, його поточний технічний стан, властивості та стан основ, наявність в конструкціях та основах контрольно-вимірювальної апаратури, досвід експлуатації подібних об'єктів та інші фактори, що впливають на його надійність і довговічність.

Коефіцієнт безпеки об'єкта K_B обчислюється за формулою:

$$K_B = \gamma_k * K_{вк} * K_{аг} * K_{сс}, \quad (1.2)$$

де γ_k – коефіцієнт капітальності об'єкта,

$K_{вк}$ – коефіцієнт екологічної небезпеки виробництва, яка може виникнути через відмову конструктивної системи об'єкта,

$K_{аг}$ – коефіцієнт впливу агресивності виробничого середовища,

$K_{сс}$ – коефіцієнт, який враховує функціонування служби спостереження за експлуатацією об'єкта (якщо служба спостереження функціонує, $K_{сс} = 1$, якщо ні, то $K_{сс} = 0,5$).

Рекомендовані значення коефіцієнта капітальності об'єкта γ_k , встановлені в залежності від його класу наслідків (відповідальності), наведено в таблиці 1.10.

Рекомендовані значення коефіцієнта екологічної небезпеки виробництва $K_{вк}$, встановлені в залежності від ступеня екологічної небезпеки виробничих процесів, наведено в таблиці 1.11.

До екологічно дуже небезпечних виробництв слід відносити основні споруди об'єктів та види діяльності, що становлять підвищену екологічну небезпеку (табл.1.12).

Таблиця 1.9 - Орієнтовний термін планового обстеження об'єкта T_B у типових умовах експлуатації [1]

Вид об'єкта	Термін планового обстеження T_B , роки
1. Будівлі	
1.1. житлові та громадські	6 – 7
1.2. виробничі та допоміжні, складські	5 – 6
1.3. сільськогосподарські	4 – 5
1.4. мобільні збірно-розбірні та контейнерні	3 – 4
2. Споруди	
2.1. мости, греблі, тунелі	5 – 6
2.2. резервуари для води	4 – 5
2.3. резервуари для нафти і нафтопродуктів	3 – 4
2.4. резервуари для хімічної промисловості	2 – 3
2.5. ємнісні конструкції для сипучих матеріалів	3 – 4
2.6. башти, щогли, димові труби	3 – 4
2.7. теплиці	4 – 5

Таблиця 1.10 - Коефіцієнт капітальності об'єкта γ_k в залежності від класу наслідків (відповідальності) [1]

Клас наслідків (відповідальності) об'єкта	Коефіцієнт капітальності γ_k
CC ₃	1,00
CC ₂	0,98
CC ₁	0,95

До екологічно небезпечних виробництв слід відносити допоміжні споруди об'єктів дуже небезпечних виробництв, а також основні споруди таких видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку (табл.1.13):

Таблиця 1.11 - Коефіцієнт екологічної небезпеки виробництва K_{BK} [1]

Номер	Ступінь небезпеки виробництва	Коефіцієнт екологічної небезпеки виробництва K_{BK}
1	Дуже небезпечні виробництва	0,8
2	Небезпечні виробництва	0,9
3	Безпечні виробництва	1,0

Таблиця 1.12 - Види діяльності та об'єкти з екологічною небезпекою [1]

№	Види діяльності та об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку
1	Атомна енергетика і промисловість (у тому числі видобуток і збагачення руди, виготовлення тепловиділяючих елементів для атомних електростанцій, регенерація відпрацьованого ядерного палива чи збереження, утилізація радіоактивних відходів)
2	Біохімічне, біотехнічне і фармацевтичне виробництво
3	Збір, обробка, зберігання, поховання, знешкодження і утилізація всіх видів промислових і побутових відходів
4	Видобування нафти, нафтохімія і нафтопереробка (включаючи всі види продуктопроводів), нафтобази, автозаправні станції
5	Видобування і переробка природного газу, будівництво газосховищ
6	Хімічна промисловість (включаючи виробництво засобів захисту рослин, стимуляторів їх росту, мінеральних добрив), текстильне виробництво (з фарбуванням тканин і обробкою їх іншими хімічними засобами)
7	Металургія (чорна і кольорова)
8	Вугільна, гірничовидобувна промисловість, видобування і переробка торфу, сапропелю
9	Виробництво, зберігання, утилізація і знищення боєприпасів усіх видів, вибухових речовин і ракетного палива
15	Будівництво гідроенергетичних і гідротехнічних споруд і меліоративних систем, включаючи хвостосховища і шламонакопичувачі
20	Будівництво каналізаційних систем і очисних споруд
22	Об'єкти, що викликають транскордонний вплив і обумовлені міжнародними конвенціями і директивами

Таблиця 1.13 - Види діяльності та об'єкти з підвищеною екологічною небезпекою [1]

№	Види діяльності та об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку
10	Виробництво електроенергії і тепла на базі органічного палива
11	Промисловість будівельних матеріалів (виробництво цементу, асфальтобетону, азбесту, скла)
12	Целюлозно-паперова промисловість
13	Деревообробна промисловість (хімічна переробка деревини, виробництво деревностружкових і деревноволокнистих плит тощо, з використанням синтетичних смол, консервування деревини просочуванням)
14	Машинобудування і металообробка (з литтям із чавуну, сталі, кольорових металів і хімічною обробкою)
16	Будівництво аеропортів, залізничних вузлів, вокзалів, річкових і морських портів, залізничних і автомобільних магістралей, метрополітенів
17	Тваринництво (тваринницькі комплекси продуктивністю понад 5 000 голів і птахофабрики)
18	Виробництво харчових продуктів (м'ясокомбінати, молокозаводи, цукрозаводи, спиртозаводи)
19	Обробка продуктів і переробка відходів тваринного походження (переробка шкіри, виготовлення клею і технічного желатину, утильзаводи)
21	Будівництво водозаборів поверхневих і підземних вод для централізованих систем водопостачання, водозабезпечення меліоративних систем, окремих промислових підприємств; будівництво водозаборів мінеральних вод

До екологічно безпечних виробництв слід відносити об'єкти, які не ввійшли до 1-ї та 2-ї груп.

Рекомендовані значення коефіцієнта впливу агресивності виробничого середовища K_{ag} на матеріал конструкцій об'єкта наведено в таблиці 1.14.

В межах встановленого терміну експлуатації об'єкта термін його наступного планового обстеження має призначатись під час чергового обстеження з умови, що до наступного обстеження експлуатаційна придатність об'єкта може бути підтримана.

Після закінчення встановленого проектною документацією терміну експлуатації об'єкта питання щодо його подальшої експлуатації вирішують за результатами обстеження.

Таблиця 1.14 - Коефіцієнт впливу агресивності виробничого середовища K_{ag}

Номер	Ступінь агресивності виробничого середовища (за ДСТУ-Н Б В.2.6-186)	Коефіцієнт впливу агресивності виробничого середовища K_{ag}
1	Середовище сильної агресивності	0,7
2	Середовище середньої агресивності	0,8
3	Середовище слабкої агресивності	0,9
4	Середовище неагресивне	1,0

Позапланове обстеження об'єкта слід проводити після екстремальних явищ стихійного або техногенного характеру та/або у разі:

а) якщо черговим технічним оглядом виявлено, що технічний стан об'єкта погіршився порівняно з попереднім оглядом до рівня, який не відповідає вимогам експлуатаційної придатності;

б) виявлення нових значних дефектів і пошкоджень конструкцій, руйнування об'єкта або його частини;

в) виникнення або прогнозування небезпечних змін в умовах експлуатації, які загрожують змінити проектні навантаження, впливи, інженерно - геологічну, гідрогеологічну або іншу ситуацію чи конструктивну систему об'єкта;

г) планування заходів з відновлення експлуатаційної придатності об'єкта або його пристосування до зміни умов експлуатації;

д) планування консервації, розконсервації або ліквідації об'єкта.

Рівень експлуатаційної придатності технічного стану об'єкта та його окремих конструкцій слід визначати через ступінь відповідності нормативним та проектним вимогам.

Перевірку основних вимог до об'єктів слід здійснювати відповідно до таких норм:

а) механічний опір та стійкість – ДБН В.1.2-6, ДБН В.1.2-14;

б) пожежна безпека – ДБН В.1.1-7 та ДБН В.1.2-7;

в) безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища – ДБН В.1.2-8, ДБН В.1.2-12;

г) безпека експлуатації – ДБН В.1.2-9;

д) захист від шуму – ДБН В.1.1-31, ДБН В.1.2-10;

е) економія енергії – ДБН В.1.2-11, ДБН В.2.6-31.

Поряд із зазначеними нормативами слід використовувати відповідні будівельні норми та національні стандарти.

Перелік основних вимог і значення показників технічного стану, на відповідність яким має здійснюватись перевірка об'єкта при обстеженні, слід визначати за відповідними будівельними нормами та національними

стандартами з урахуванням призначення об'єкта, його класу наслідків (відповідальності) і мети обстеження.

Рівень придатності технічного стану об'єкта по кожній вимозі окремо або за їх сукупності, як правило, характеризують однією з чотирьох категорій:

а) нормальний – кількісні та якісні значення всіх контрольованих параметрів технічного стану відповідають встановленим в чинних нормах значенням з врахуванням меж їх зміни;

б) задовільний – окремі показники контрольованих параметрів не відповідають вимогам чинних норм, але наявні порушення вимог не призводять до порушення експлуатаційної придатності і необхідні властивості забезпечуються з урахуванням впливу наявних дефектів і пошкоджень;

в) непридатний до нормальної експлуатації – наявні дефекти і пошкодження, що призвели до значного зниження експлуатаційної придатності об'єкта, але відсутня небезпека раптового руйнування, і при контролі (моніторингу) технічного стану або при відновленні експлуатаційної придатності експлуатація об'єкта можлива;

г) аварійний – наявні дефекти і пошкодження свідчать про вичерпання експлуатаційної придатності об'єкта та/або є небезпека його раптового руйнування.

Загальні принципи забезпечення експлуатаційної придатності та безпеки об'єктів представлено на рис.1.12.

1.5 Методи і засоби контролю параметрів експлуатаційних якостей будівель та споруд

Аналіз та виявлення змін основних проектних та розрахункових передумов, які виникли за період експлуатації, належить виконувати шляхом порівняння таких проектних (нормованих) та фактичних (на момент обстеження та паспортизації) показників та їх параметрів:

- функціонального призначення будівлі (споруди);
- рівня відповідальності будівлі (споруди) за економічними, соціальними та екологічними наслідками їх відмови або класом капітальності за нормами проектування гідротехнічних споруд, а також за відповідними до рівнів відповідальності та класів капітальності коефіцієнтами надійності Y_n ;
- нормативних та розрахункових значень навантажень та впливів (у тому числі: власна вага, атмосферні, гідросферні, технологічні, сейсмологічні навантаження та ін.);

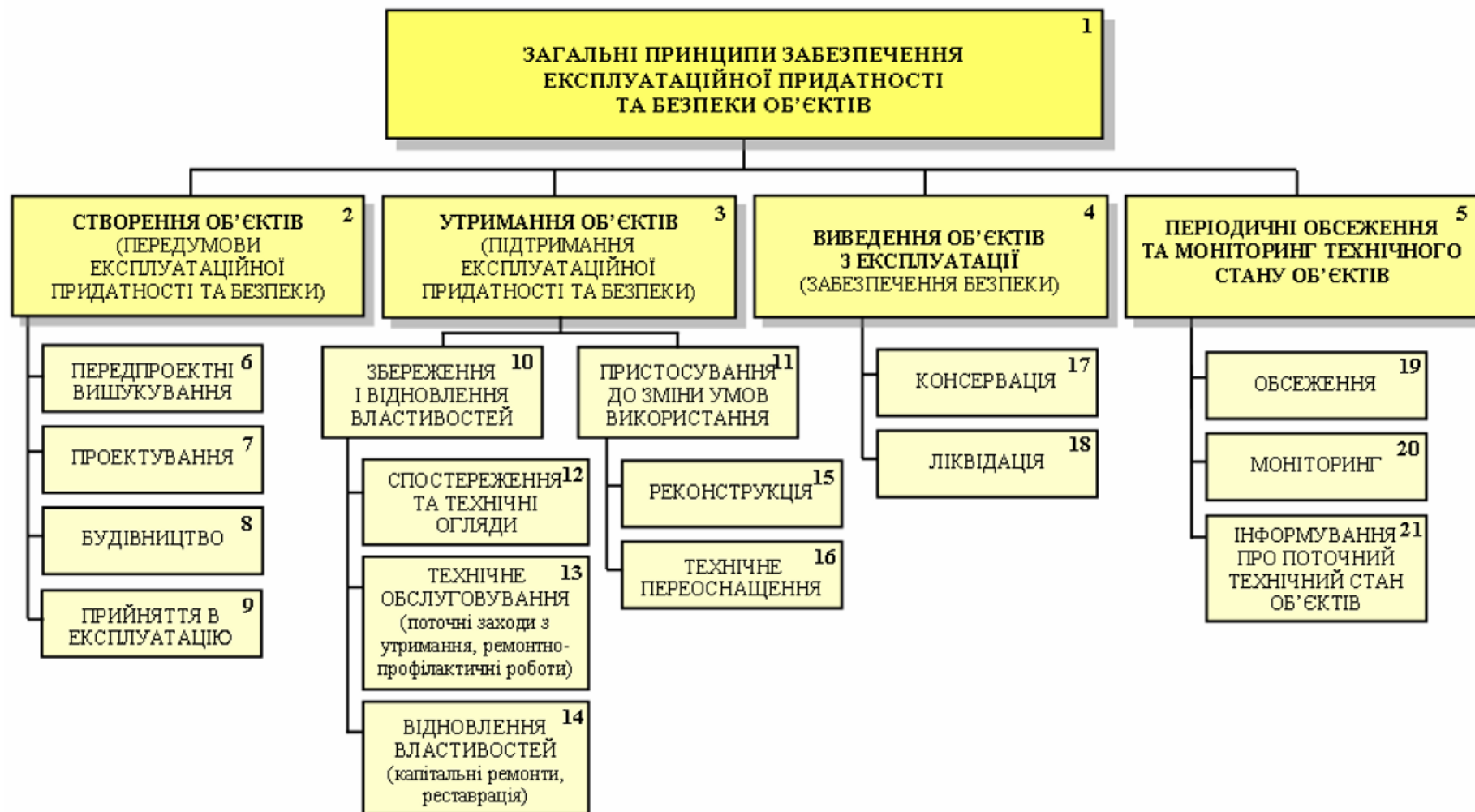


Рисунок 1.12 - Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів протягом їх життєвого циклу

- особливостей та параметрів розрахункових ситуацій;
- ступеня агресивності природного та виробничого середовищ;
- інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов.

Нормативні значення навантажень треба визначити:

- для навантажень від власної ваги - за обмірами геометричних розмірів конструкцій, за контрольним визначенням середньої щільності матеріалів (при цьому помилки визначень не повинні перевищувати +/- 5%);
- для атмосферних та гідросферних навантажень та впливів - за даними найближчих до об'єкта станцій Держкомгідромету з урахуванням вказівок БНіП;
- для технологічних статичних та динамічних навантажень - за паспортними даними обладнання, що експлуатується;
- для сейсмічних впливів та на підроблюваних територіях - відповідно до вимог нормативних документів, що діють на час проведення обстежень.

При перевірочних розрахунках слід враховувати ті розрахункові ситуації, які можуть реально мати місце в залишковий строк служби конструкції. При цьому в кожній розрахунковій ситуації потрібно уточнювати:

- розрахункові схеми конструкцій та основ;
- види навантажень;
- значення коефіцієнтів умов праці, коефіцієнтів поєднання навантажень та коефіцієнтів надійності;
- перелік граничних станів, які слід розглядати у даній розрахунковій ситуації.

Ступінь агресивності природного та виробничого середовищ слід визначати:

- для ґрунтових вод - за СНиП 1.02.07-87 та СНиП 2.03.11-85;
- для повітряного середовища - за СНиП 2.03.11-85.

Зміни інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов майданчика будівлі (споруди) слід визначати згідно з вимогами СНиП 1.02.07-87, БНіП.

Аналіз дефектів і пошкоджень та їх вплив на несучу здатність та довговічність конструкцій та основ рекомендується виконувати з урахуванням особливостей різних типів конструкцій. При цьому рекомендується використовувати такі групи дефектів та пошкоджень:

Дефекти: нормування, проектування, будівництва, недоробки.

Пошкодження: механічні руйнування, механічний знос, корозійний знос (атмосферна корозія, хімічна корозія), деформації та переміщення (прогини, кутові деформації, осідання, крени).

Фізико-механічні характеристики несучих та огорожувальних конструкцій будівель (споруд) слід визначати:

- за допомогою стандартних неруйнівних методів (ультразвукових, пластичних деформацій та ін.);
- шляхом вилучення зразків матеріалів для виконання стандартних лабораторних випробувань.

Кількість визначень характеристик міцності матеріалів рекомендується призначати з урахуванням стану конструкцій. При цьому забезпеченість нормативних значень характеристик міцності матеріалів повинна бути не менше 0,95.

При проведенні контролю якості матеріалів потрібно керуватися вимогами та вказівками чинних державних стандартів.

Вилучення зразків матеріалів слід виконувати тільки з другорядних та ненапружених частин елементів будівлі (споруди). Місця в конструкціях, з яких вилучені зразки, повинні бути надійно полагожені, а при потребі - підсилені.

Відхилення просторового положення несучих та огорожувальних конструкцій та їх розрахункових розмірів слід визначати методами, що викладені в СНиП 3.01.03-84. Стан опорних вузлів та з'єднань визначають шляхом вимірювань, візуальних оглядів або експертних оцінок.

Ступінь зносу перерізів несучих та огорожувальних конструкцій будівлі (споруди) слід визначати шляхом безпосередніх вимірювань площі поперечних перерізів основних елементів несучих та огорожувальних конструкцій у найбільш дефектних або пошкоджених, а також найбільш напружених місцях. При цьому шари матеріалів, які уражені корозією, до уваги не беруться.

Перевірні розрахунки елементів конструкцій, основ слід виконувати відповідно до ДСТУ та до норм проектування, що діють на момент виконання обстежень.

Шляхом спільного аналізу дефектів та пошкоджень, а також результатів перевірних розрахунків визначається технічний стан окремих конструкцій. За несучою здатністю та експлуатаційними властивостями конструкції рекомендується відносити до одного з таких станів [3]:

- стан конструкцій I - нормальний. Фактичні зусилля в елементах та перерізах не перевищують допустимих за розрахунком. Відсутні дефекти та пошкодження, які перешкоджають нормальній експлуатації або знижують несучу здатність або довговічність;
- стан конструкції II - задовільний. За несучою здатністю та умовами експлуатації відповідають стану I. Мають місце дефекти та пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкції. Потрібні заходи щодо захисту конструкції;
- стан конструкції III - не придатний для експлуатації. Конструкція перевантажена або мають місце дефекти та пошкодження, які свідчать про зниження її несучої здатності. Але на основі перевірних розрахунків та аналізу пошкоджень можливо забезпечити її цілісність на час підсилення;

- стан конструкції IV - аварійний. Те саме, що і за станом конструкції III. Але на основі перевірних розрахунків та аналізу дефектів і пошкоджень неможливо гарантувати цілісність конструкцій на період підсилення, особливо якщо можливий "крихкий" характер руйнування. Необхідно вивести людей із зони можливого обвалення, виконати негайне розвантаження, вжити інших заходів безпеки.

Будівлі (споруди) у цілому рекомендується зараховувати до одного із таких станів у залежності від стану несучих та огорожувальних конструкцій:

- стан будівлі (споруди) I - нормальний. У будівлі (споруді) відсутні несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій II (задовільний), III (не придатний для нормальної експлуатації) та IV (аварійний);
- стан будівлі (споруди) II - задовільний. У будівлі (споруді) відсутні несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій III (не придатний для нормальної експлуатації) та IV (аварійний);
- стан будівлі (споруди) III - не придатний до нормальної експлуатації. У будівлі (споруді) відсутні несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій IV (аварійний);
- стан будівлі (споруди) IV - аварійний. У будівлі (споруді) є несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій IV (аварійний).

При відповідному обґрунтуванні можливе проведення обстежень та оцінка технічного стану окремих частин будівлі (споруди), які можуть бути виділені за функціональними і конструктивними ознаками.

1.5.1 Паспортизація технічного стану будівлі (споруди)

Паспортизації підлягають будівлі (споруди) всіх підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності.

Результатом паспортизації є створення єдиної системи обліку та моніторингового контролю за станом об'єктів з метою своєчасного виявлення передаварійних та аварійних ситуацій, а також припинення експлуатації аварійно небезпечних будівель (споруд).

Обстеження здійснюється спеціалізованою організацією на договірних засадах на кошти власника об'єкта або інші.

Достовірність даних, що занесені до Паспорта, підтверджується підписами власника об'єкта (керівника організації), представника спеціалізованої організації, що проводила обстеження, та представника територіального органу Держнаглядохоронпраці.

Паспорт шнурується та скріплюється печаткою організації - власника об'єкта.

Паспорт складається у двох примірниках: один з них зберігається у власника будівлі (споруди), а другий - в організації, що проводила паспортизацію.

Якщо обстеження визначило, що стан об'єкта або його окремих конструкцій відповідає III або IV категорії технічного стану, то копія Паспорта в десятиденний термін після закінчення обстеження надсилається представником спеціалізованої організації до реєстру аварійно небезпечних будівель і споруд у Науково-дослідний інститут будівельного виробництва рекомендованим листом з повідомленням про одержання.

Зміни технічного стану об'єкта, що зафіксовані наступними за паспортизацією обстеженнями, заносять до Паспорта у вигляді доповнень із зазначенням дати обстеження та засвідчують підписами власника об'єкта, особи, що відповідає за обстеження (в результаті якого були виявлені ці зміни), та представника територіального органу Держнаглядохоронпраці.

Види контролю санітарно-гігієнічних параметрів виробничих приміщень Мікрокліматичні умови на робочому місці, у виробничих приміщеннях - найважливіший санітарно-гігієнічний фактор, від якого багато в чому залежить стан здоров'я та працездатність людини. Визначається він поєднанням таких показників або параметрів, як температура повітря і поверхонь, відносна вологість, швидкість руху (рухливість) повітря, теплове випромінювання.

Висока температура як ступінь нагрівання повітря (вимірюється в градусах Цельсія, °C) відзначається в ливарних, термічних, ковальських цехах, у ряді виробництв текстильної, гумової, харчової, хімічної промисловості, виробництві цементу, шиферу, скла, цегли та інших будівельних матеріалів і найчастіше обумовлена роботою основного технологічного обладнання. Низька температура характерна для робіт, виконуваних на відкритому повітрі (лісозаготівельні, будівельні, дорожні, торф'яні та інші роботи) і в неопалюваних приміщеннях в холодний період року, а також при обслуговуванні штучно охолоджуваних приміщень, зокрема холодильних камер.

Теплове випромінювання (інфрачервона радіація) як електромагнітне випромінювання оптичного діапазону генерують багато і різноманітні джерела, які об'єднує дві основні закономірності: чим вища температура джерела, тим менше, коротше довжина хвилі (вимірюється в мкм) і тим більше теплоти віддає, випромінює дане джерело в навколишнє середовище.

Вологість повітря характеризується абсолютною вологістю (виражається тиском водяної пари або в вагових одиницях для певного об'єму повітря) і максимальною вологістю (кількість вологи при повному насиченні повітря для даної температури). На основі зазначених показників визначається відносна вологість повітря як відношення абсолютної вологості до максимальної і вимірюється в відсотках (%). Високі рівні вологості повітря характерні для травільних, гальванічних, рибообробних, фарбувальних цехів, шкіряного,

паперового, будівельного та інших виробництв. У деяких цехах (прядильне, ткацьке виробництво) підвищена вологість створюється штучно з метою реалізації завдань технологічного процесу. Менше уваги приділяється низькій вологості повітря. Разом з тим у ряді виробництв, де параметрами мікроклімату надається дуже важливе значення, де потрібна дуже суворе дотримання окремих показників температурно-вологісного режиму, працівники пред'являли скарги на "сухість повітря", дуже низьку вологість повітряного середовища, з чим пов'язували виражені відчуття дискомфорту, сухість зовнішніх слизових оболонок ока.

Рухливість повітря (одиниця виміру - м/с) створюється в результаті різниці температур в суміжних ділянках приміщення, проникнення в приміщення холодних потоків повітря ззовні при роботі вентиляційних систем і т. д. Підвищені швидкості руху повітря відзначаються при роботі спеціальних установок повітряного душирования, кондиціонування, обдування та інших, однак підвищена швидкість руху повітря іноді перешкоджає нормальному перебігу технологічного процесу, наприклад у виробництві скловолокна вона може призводити до підвищеної частоти розриву формується скляної нитки.

Для ряду виробництв і технологічних процесів необхідне виконання досить жорстких вимог до дотримання параметрів мікроклімату. Так, в деяких цехах (дільницях) температура повітряного середовища повинна підтримуватися з точністю до кількох десятих, а іноді і сотих часток градуса, відносна вологість - з точністю до кількох відсотків (радіоелектронна промисловість, прецизійне верстатобудування, виробництво медичних препаратів і т. п.) . Невиконання цих вимог може призвести до зниження якості продукції, що випускається, появи несправностей у використовуваному устаткуванні. Все більш зростає і роль людського чинника, багато видів праці стають механізованими і автоматизованими з масовою появою професій операторської праці, для якого характерні значне зростання нервово-емоційного напруження і підвищення відповідальності за продукцію, що випускається, за кінцевий результат роботи потужних комплексів сучасного технологічного обладнання. У цих умовах успішна діяльність працівників багато в чому залежить від умов праці, в тому числі від мікрокліматичних умов на робочому місці. Показано, що в умовах підвищеної температури істотно сповільнюється виконання спеціальних психофізіологічних тестів, а працездатність, за різними даними, знижується на 5-15% і більше. Сьогодні все більше зростає число робочих місць, на яких параметри мікроклімату необхідно підтримувати на оптимальному рівні, а на думку фахівців, вже більше 250 важливих виробничих процесів і сучасних технологій практично неможливі без кондиціонування повітря.

Таким чином, мікроклімат на робочому місці залежить від ряду багатьох факторів, в тому числі таких, як теплофізичні особливості технологічного процесу та виду використовуваного обладнання, клімат, сезон або період року, число працівників, а також умов опалення та вентиляції, розмірів і стану виробничого приміщення (теплоізоляція і т. д.) і ін. Мікроклімат, особливо

температура повітря і теплове випромінювання, може змінюватися протягом робочої зміни, бути різним на окремих ділянках одного й того ж цеху. [3]

Тривала дія на організм людини несприятливих метеорологічних умов погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань і порушень стану здоров'я працівника. Інтегральний, узагальнюючий показник відповідної реакції організму людини на термічне вплив - тепловий стан, що характеризується змістом і розподілом тепла в глибоких (умовно називають "ядро") і поверхневих ("оболонка") тканинах організму і ступенем напруги механізмів терморегуляції. Крім впливу мікрокліматичних умов тепловий стан людини залежить від якості одягу, фізичної активності, тривалості впливу термічного навантаження, а також адаптації до тепла і теплової стійкості. Порушення теплового стану організму, перегрівання, викликане впливом комплексу несприятливих показників мікроклімату (температура, швидкість руху повітря, вологість, теплове випромінювання), при обмеженні або повному виключенні окремих механізмів і шляхів тепловіддачі отримало назву тепловий стрес. Треба відзначити, що для визначення сумарної оцінки впливу теплового навантаження на організм розроблено і використовується в різних цілях понад 50 різних показників, що говорить про різноманітність завдань і питань, що вирішуються на основі використання цих показників. Додамо, що вплив низьких температур, роботи в умовах охолоджуючого мікроклімату можуть також призвести до порушення теплового стану організму людини, іноді званого "холодового стресу".

1.5.2 Вплив параметрів мікроклімату на організм людини

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність чинить мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях, під яким розуміють умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури поверхонь, що оточують людину, та інтенсивності теплового (інфрачервоного) опромінення.

Незважаючи на те, що параметри мікроклімату виробничих приміщень можуть змінюватись, іноді навіть значно, температура тіла людини залишається сталою (36,6 °C). Це досягається завдяки терморегуляції - властивості організму людини підтримувати тепловий баланс із навколишнім середовищем.

Нормальний перебіг фізіологічних процесів, а отже, і хороше самопочуття можливе лише тоді, коли тепло, що виділяється організмом людини, постійно відводиться в навколишнє середовище. Мікрокліматичні умови, які забезпечують цей процес, вважаються найкращими. У разі незадовільних мікрокліматичних умов у організмі людини для підтримання сталої температури тіла починають відбуватися різні процеси, спрямовані на

регулювання теплоутворення і тепловіддачі. При температурі повітря в межах 15-25 °С теплоутворення організму майже не змінюється (зона байдужості). Зі зниженням температури повітря теплоутворення підвищується, головним чином, унаслідок м'язової активності (з'являється тремтіння) та посилення обміну речовин. З підвищенням температури повітря посилюються процеси тепловіддачі. Кількість тепла, що утворюється в організмі людини, залежить в основному від фізичних навантажень, а рівень тепловіддачі - від мікрокліматичних умов, головним чином, температури повітря (табл. 1.15).

Таблиця 1.15 - Кількість тепла та вологи, що виділяється однією людиною

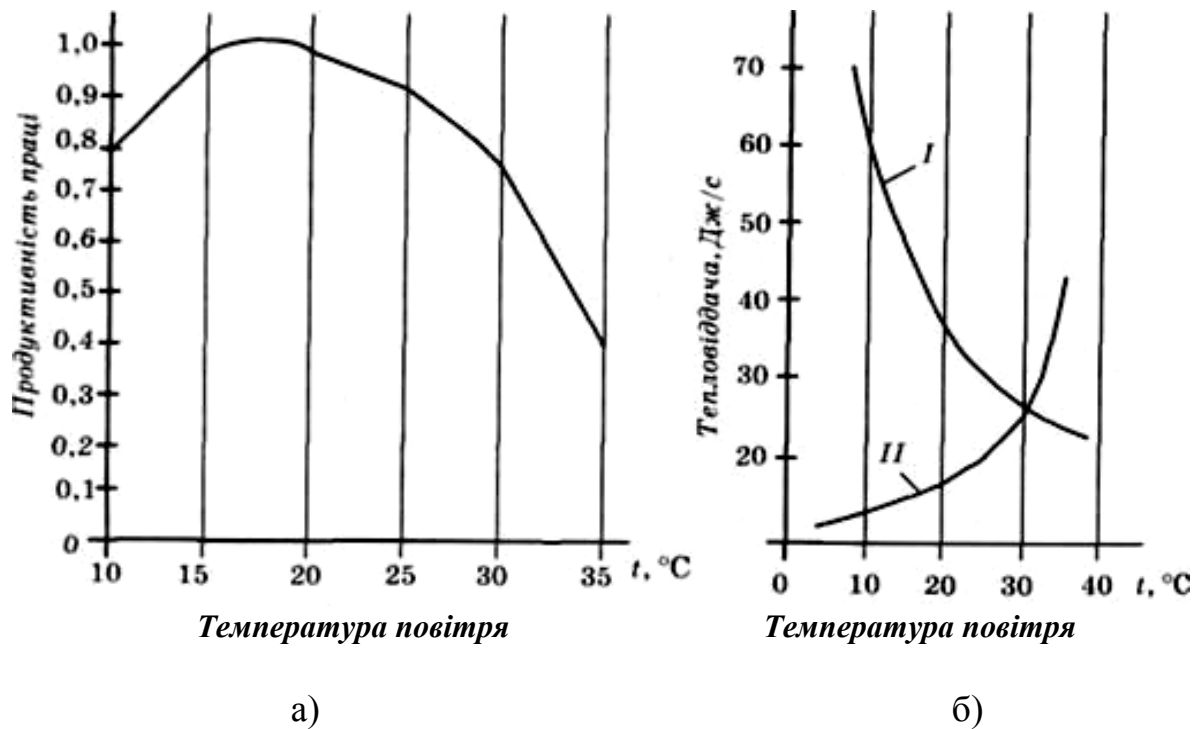
Виконувана робота	Тепло, Вт				Волога, г/год	
	повне		явне		при 10°C	при 35°C
	при 10°C	при 35°C	при 10°C	при 35°C		
У стані спокою	160	93	140	2	30	115
Фізична:						
- легка	180	145	150	5	40	200
- середньої важкості	215	195	165	5	70	280
- важка	290	290	195	10	135	415

Віддача тепла організмом людини в навколишнє середовище здійснюється трьома основними способами (шляхами): конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри.

Чим нижча температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту (рис. 1.13,б). Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого він зневоднюється, порушується обмін речовин. Тому працівники "гарячих" цехів забезпечуються газованою підсоленою водою.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування утруднюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість спричинює висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35 °С рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, нагріваючи його.



а – вплив на продуктивність праці; б – вплив на тепловіддачу організмом людини; I - випромінюванням і конвекцією; II- випаровуванням

Рисунок 1.13 - Вплив температури повітря

Рухоме повітря при низькій температурі зумовлює переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протяг), значно порушують терморегуляцію організму і можуть спричинити простудні захворювання. Відомо, що незалежно від температури повітряного середовища температура тіла людини зберігається постійної (36,5-36,9 °С при вимірі в пахвовій западині) з коливаннями протягом доби в межах 0,5-0,7 °С. Стан основних функцій людини, що працює в умовах високих або низьких температур, перебуває в стані динамічної рівноваги з зовнішнім середовищем. Ця рівновага встановлюється завдяки пристосуванню організму людини до певних метеорологічних умов за рахунок механізмів теплової адаптації, акліматизації. [3]

Межі можливих температур, при яких зберігається життєздатність, відносно невеликі. Смерть може настати при підвищенні температури тіла до + 43 °С, а нижня межа дорівнює 25-27°С з величиною відповідного температурного діапазону, рівного 18 °С.

Тепловий комфорт виникає при таких метеорологічних умовах, коли Терморегулююча система організму відчуває найменше напруження, перебуваючи в стадії фізіологічного спокою. Один з найбільш об'єктивних

показників комфорту (дискомфорту) - стан шкіри (тремтіння, посиніння, почервоніння і т. д.). При комфортному стані шкірний покрив не схильний згаданим станам, а середня температура поверхні шкіри (t_k) становить 31-33 °С. При температурі шкіри $> 34,0^\circ\text{C}$ тепловідчуття легко вдягнену людину оцінюються для різних людей як "дуже тепло, жарко, дуже жарко", при $t_k = 29,0-30,9^\circ\text{C}$ - як прохолодно, $t_k = 27,0-28,9^\circ\text{C}$ - холодно, $23,0-26,9^\circ\text{C}$ - дуже холодно і вкрай холодно при t_k менш $23,0^\circ\text{C}$.

Характер тепловідчуття залежить як від одягу, так і від стану температури зовнішнього середовища або приміщень. Особи, одягнені тільки в плавки, відчувають себе цілком комфортно в кімнаті, поверхні стін якої мають температуру $+ 25^\circ\text{C}$, але при температурі повітря в цій кімнаті всього $+ 10^\circ\text{C}$. Однак якщо повітря нагріте до температури $+ 25^\circ\text{C}$, а стіни зберігають температуру замерзання, люди скоро починають тремтіти, оскільки тепло від обміну речовин (теплопродукція) вже не компенсує радіаційну втрату тепла тілом людини.

Важлива роль для підтримки умов теплового комфорту належить одязі. Її теплоізоляційні властивості оцінюють на основі вимірів дифузії тепла в одязі і вимірюють у спеціальних одиницях КЛО (від англ. Clothes - одяг). Визначення КЛО як одиниці теплоізоляції говорить: це кількість теплоізолюючого матеріалу, необхідне для підтримки середньої температури шкіри, рівної 33°C , у спокійно сидячої людини (інтенсивність обміну речовин, теплопродукція дорівнює 58 Вт/м^2) при температурі повітря $+ 21^\circ\text{C}$, вологості 50% і швидкості руху повітря $0,1 \text{ м/с}$.

Теплоізоляція одягу, що дорівнює одному КЛО, відповідає комплекту одягу з чоловічого легкого костюма і нижньої білизни. Для літнього легкого дамського плаття оцінка теплоізоляції становить $0,5$ КЛО, для демісезонного пальто - $2-3$ КЛО, для хутряного одягу $4-6$ КЛО, а от костюм полярника вже відповідає 8 КЛО. Встановлено, що зниження теплового опору одягу тільки на $0,1$ КЛО відповідає підвищенню оптимальної температури повітря на $0,6-0,7^\circ\text{C}$. Показник теплоізоляції одягу (в одиницях КЛО) часто використовується при оцінці впливу мікрокліматичних умов на організм людини.

Параметри мікроклімату певним чином взаємопов'язані. Наприклад, вищій температурі повітря відповідає більша швидкість руху повітря, а вищій відносній вологості - нижча температура повітря. Так, на людину чинять однаковий тепловий вплив наступні співвідношення температури та відносної вологості повітря (у разі відсутності руху повітря): $17,7^\circ\text{C} - 100\%$; $18,3^\circ\text{C} - 90\%$; $20,7^\circ\text{C} - 50\%$; $22,3^\circ\text{C} - 30\%$.

Здатність організму пристосовуватись до метеорологічних умов значна, однак не безмежна. Верхньою межею терморегуляції людини, що перебуває в стані спокою, прийнято вважати $30-31^\circ\text{C}$ за відносної вологості 86% або 40°C за відносної вологості 30%. При виконанні фізичної праці ця межа значно нижча. Так, при виконанні важкої роботи теплова рівновага ще зберігається завдяки терморегуляторній функції організму при $t - 25-26^\circ\text{C}$ (відносна вологість 40-60 %).

Отже, для нормального теплового самопочуття людини важливо, щоб температура, відносна вологість і швидкість руху повітря перебували у певному співвідношенні.

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 та ГОСТ 12.1.005-88. Ці параметри нормуються для робочої зони - визначеного простору, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників. [2]

В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладено диференційну оцінку оптимальних та допустимих метеорологічних умов у робочій зоні в залежності від категорії робіт, періоду року та виду робочих місць.

Під оптимальними мікрокліматичними умовами розуміють поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони створюють відчуття теплового комфорту та передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови - це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть спричинювати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатись дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень для різних категорій робіт у теплий та холодний періоди року наведені в табл.1.16. Період року визначається за середньодобовою температурою зовнішнього середовища. Коли протягом десяти днів середня температура $< +10\text{ }^{\circ}\text{C}$ - холодний період, а якщо $> +10\text{ }^{\circ}\text{C}$ - теплий період року. [4]

Допустимі величини параметрів мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальних умов мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленних, огорожень не повинна перевищувати [2]:

- 35 Вт/м² при опроміненні 50 % і більше поверхні тіла;
- 70 Вт/м² при опроміненні від 25 % до 50 % поверхні тіла;
- 100 Вт/м² при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла.

Для того щоб визначити, чи відповідає повітряне середовище даного приміщення встановленим нормам, необхідно кількісно оцінити кожен з його параметрів.

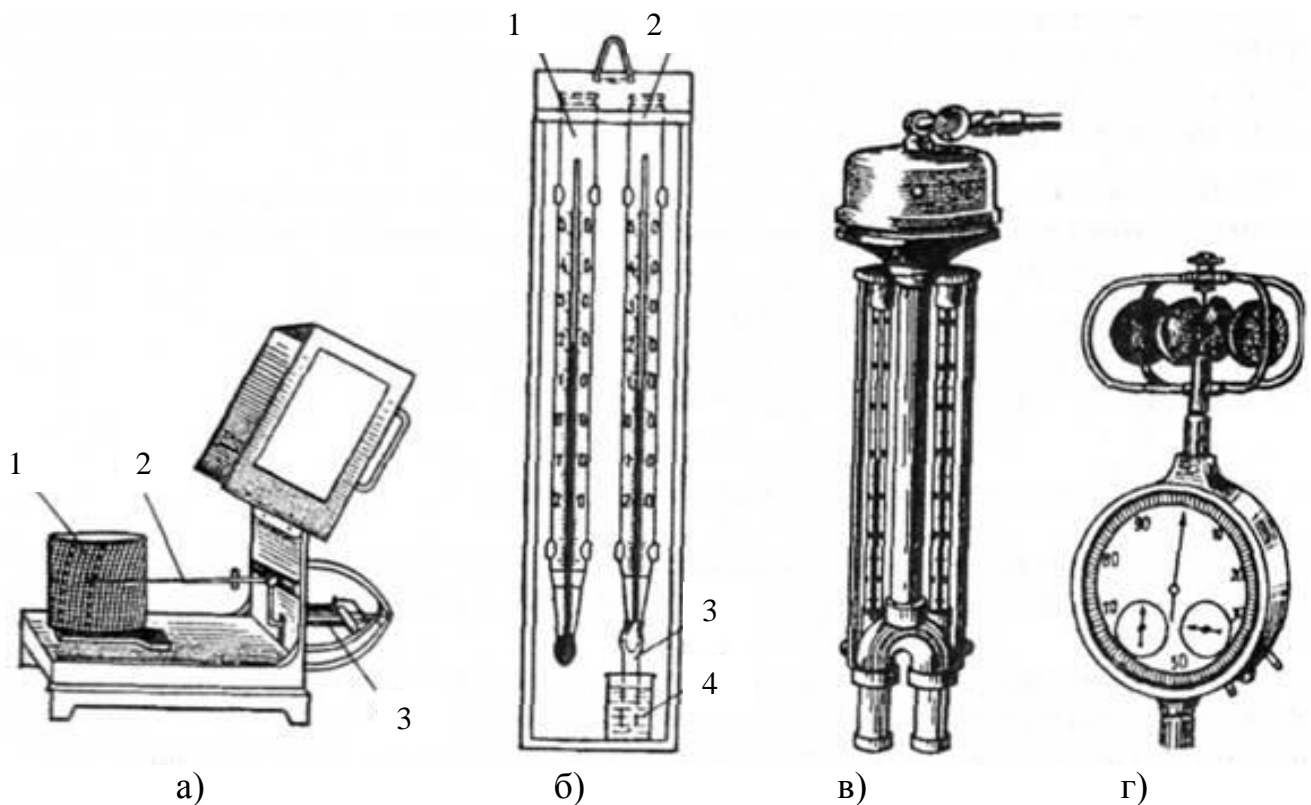
Таблиця 1.16 - Оптимальні і допустимі параметри мікроклімату виробничих приміщень [2]

Період року	Характеристика робіт	Категорія робіт	Енерговитрати, Вт	Температура, °С				Вологість, %		Швидкість руху, м/с		
				Оптимальна	допустима		Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше ніж	оптимальна, не більше ніж	допустима на робочих місцях, постійних і непостійних		
					верхня межа	нижня межа						
					на робочих місцях							
п	н	п	н									
Холодний	Легка	Ia	90-120	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	≤ 0,1
		Iб	121-150	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	≤ 0,2
	Середня	IIa	151-200	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	≤ 0,3
		IIб	201-250	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	≤ 0,4
Важка	III	251-300	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	≤ 0,5	
Теплий	Легка	Ia	90-120	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°C)	0,1	0,1-0,2
		Iб	121-150	22-24	28	30	21	19	40-60	55 (при 28°C)	0,2	0,1-0,3
	Середня	IIa	151-200	21-23	27	29	18	17	40-60	55 (при 28°C)	0,3	0,2-0,4
		IIб	201-250	20-22	27	29	16	15	40-60	55 (при 28°C)	0,3	0,2-0,5
	Важка	III	251-300	18-20	26	28	15	13	40-60	55 (при 28°C)	0,4	0,2-0,6

Примітка: більша швидкість руху повітря у теплий період року відповідає максимально допустимій температурі повітря; менша - мінімальній. Для середніх величин температури повітря швидкість його руху дозволяється визначати інтерполяцією; при мінімальній температурі повітря швидкість його руху може обиратися нижче 0,1 м/с - при легкій роботі й нижче 0,2 м/с - при роботі середньої важкості та важкій.

Температуру вимірюють ртутними чи спиртовими термометрами (рис. 1.14). У приміщеннях зі значними тепловими випромінюваннями використовують парний термометр, що складається з двох термометрів (із зачорненим та посрібленим резервуаром). Для неперервної реєстрації температури навколишнього повітряного середовища застосовують самозаписувальні прилади - термографи (рис.1.14, а). Температуру повітря вимірюють у кількох точках робочої зони, як правило, на рівні 1,3-1,5 м від підлоги в різний час. На тих робочих місцях, де температура повітря біля підлоги помітно відрізняється від температури повітря верхньої зони приміщення, вона вимірюється й на рівні ніг (0,2-0,3 м від підлоги).

Відносна вологість повітря (відношення фактичного вмісту маси водяних парів, що містяться в даний час в м³ повітря, до максимально можливого їх вмісту при даній температурі) визначається психрометром Августа (рис. 1.14, б), аспіраційним психрометром (рис. 1.14, в), гігрометром та гігрографом.



а термограф: 1 - барабан; 2 - стрілка; 3 - біметалева пластинка;
 б - психрометр Августа: 1 - "сухий" термометр; 2 - "вологий" термометр;
 3 - марля; 4 - мензурка з водою;
 в - аспіраційний психрометр; г - чашковий анемометр

Рисунок 1.14 - Прилади для вимірювання деяких параметрів мікроклімату

Для вимірювання швидкості руху повітря використовують крильчасті (0,3-0,5 м/с) та чашкові (1-20 м/с) анемометри (рис. 1.14, г) у а для визначення малих швидкостей руху повітря (менше 0,5 м/с) - термоанемометри та кататермометри. [4]

Температура нагрітих поверхонь вимірюється за допомогою електротермометрів, термопар та інших контактних приладів.

Для вимірювання інтенсивності теплового опромінення використовують актинометри, термостовбці, спеціальні радіометри.

Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та ін. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовують засоби індивідуального захисту.

Розглянемо основні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату, які використовуються на виробництві:

1. Удосконалення технологічних процесів та устаткування.

Впровадження нових технологій та устаткування, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу - холодним, нагрів полум'ям - індуктивним, горнових печей - тунельними тощо.

2. Раціональне розміщення технологічного устаткування.

Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі й в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення обладнання, що виділяє тепло, в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках.

3. Автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами.

Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі чинники (наприклад, автоматизоване завантаження печей у металургії, управління розливом сталі тощо).

4. Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря.

Вони є найбільш поширеними способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення широко використовується для запобігання перегріванню робітників у гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надто габаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом у цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих дільниць. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштування повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах.

5. Раціоналізація режимів праці та відпочинку

Досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку - охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови. Для робітників, що працюють на відкритому повітрі взимку, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

6. Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів.

Як теплоізоляційні матеріали широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт та ін.

На виробництві застосовують також захисні екрани для огороження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом дії теплозахисні екрани поділяються на:

- тепловідбивні (поліровані або покриті білою фарбою металеві листи, загартоване скло з плівковим покриттям, металізовані тканини, плівковий матеріал);
- теплопоглинальні (металеві листи та коробки з теплоізоляцією, загартоване силікатне органічне скло та ін.);
- тепловідвідні (водяні завіси та металеві листи або сітки, з яких стікає вода);
- комбіновані.

7. Використання засобів індивідуального захисту.

Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний крій. Для роботи в екстремальних умовах (наприклад, при пожежі) застосовують спеціальні костюми з металізованої тканини. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; очей - окуляри (темні, або з прозорим шаром металу); обличчя - маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів - плащів та гумових чобіт.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ І ПОБУТОВИХ БУДІВЕЛЬ

2.1 Порядок обстеження технічного стану і техніка безпеки

Технічна програма обстеження включає в себе наступні роботи:

- підбір та вивчення технічної документації з проектування, будівництва та експлуатації ПБ і С, визначення на місці її відповідності технічним завданням на обстеження, об'єкту обстеження в цілому, а також результатами попередніх оглядів; узгодження технічної програми і термінів виконання робіт із замовником;
- ознайомлення з об'єктом обстеження, його попереднє візуальне огляд з метою перевірки достатності виконаних замовником підготовчих робіт та уточнення необхідності проведення додаткових робіт з підготовки робочих місць; визначення місць відбору проб матеріалів, необхідності проведення інструментальних вимірювань та обсягів робіт;

- натурне обстеження будівельних конструкцій - збір даних по навантаженнях, визначення прогинів і деформацій, вимірювання перерізів, виявлення ступеня зносу будівельних конструкцій шляхом виявлення в них дефектів і пошкоджень, фізичного зносу, визначення міцності бетонів і розчинів неруйнівними методами контролю, проведення розтинів намічених зон і ділянок, відбору проб і проведення лабораторних випробувань матеріалів;

- виявлення ступеня і причин фізичного зносу елементів конструкцій ПБ і С на підставі аналізу даних обстеження, що пред'являються замовником відомостей за умовами експлуатації ПБ і С і перевірочних розрахунків за видами конструкцій, складання відомості дефектів, розробка та добірка схем, ескізів і фотографій пошкоджених ділянок;

- розробка технічного звіту або укладення з висновками про стан та рекомендаціями щодо усунення дефектів і підвищення надійності обстежуваних ПБ і С, а також по можливості використання їх будівельних конструкцій для цілей реконструкції.

Обсяги робіт з обстеження ПБ і С залежать від стану будівельних конструкцій, їх загального обсягу та різновиди реконструкції і визначаються в кожному конкретному випадку технічними завданнями на обстеження.

При обстеженні ПБ і С потрібно проводити наступні вимірювання та дослідження.

Відповідальність за надання матеріалів з обмірюваннях ПБ і С несе замовник. Для виконання непритомних робіт замовник залучає спеціалізовані організації або генпроектувальника.

Визначення деформацій, прогинів, глибини, довжини і ширини розкриття тріщин в конструкціях, а в окремих випадках і контрольні вимірювання осідання.

Роботи проводить основний виконавець.

Визначення міцності бетону в бетонних і залізобетонних конструкціях неруйнівними методами контролю, товщини захисного шару в них і стану арматури. Вимірювання виконує основний виконавець. Якість застосованої арматурної сталі визначається (як і для сталевих конструкцій) виконавцем за її технічними характеристиками, представленими замовником (результати випробувань образів, паспорти, сертифікати та ін.)

Визначення вологості матеріалів і виробів. Роботу виконує замовник силами власного або залученого з енергосистеми персоналу (хімічних цехів, служб тощо) на зразках матеріалів (пробах), відібраних з конструкцій. Відбір проб проводиться замовником з місць і конструкцій, зазначених виконавцем. Аналогічно організуються роботи з визначення хімічних властивостей матеріалів (рН, хімічний склад і ін.)

Вимірювання температури і відносної вологості повітря, визначення наявності агресивних газів.

Характеристики узагальнюються виконавцем за наявними у замовника матеріалами досліджень.

Вимірювання температури і вологості елементів огорожувальних конструкцій, а також поверхонь несучих конструкцій і фундаментів, що піддаються при експлуатації систематичного або періодичному нагрівання (фундаменти турбоагрегатів, перекриття деаераторного і котельного відділень, димові труби тощо).

Дані роботи виконуються за допомогою залученої субпідрядної організації - співвиконавця.

Узагальнення результатів вимірювань за наявними у замовника матеріалами і окремі контрольні вимірювання здійснюються основним виконавцем.

Визначення ступеня агресивності технологічних викидів - парів, газів, розчинів, мастил на будівельні конструкції.

Відбір проб з конструкцій і необхідні вимірювання (хімічний склад, рН та ін) здійснює замовник власними силами або із залученням при необхідності співвиконавця за окремим договором.

Інші виміри, зумовлені специфікою виробництва електричної та теплової енергії (визначення впливу вібрації на будівельні конструкції, виявлення блукаючих струмів, вимірювання теплових потоків і ін), виробляються виконавцем або співвиконавцем за окремим договором.

При обстеженні експлуатаційної середовища рекомендується максимально використовувати всі наявні в розпорядженні замовника відомості за раніше проведених досліджень і перевірок.

Для ПБ і С є характерними наступні види руйнувань матеріалів:

- корозія бетону і сталі в будівельних конструкціях деаераторної і бункерних відділень з-за витоку води і водяної пари з технологічного обладнання, трубопроводів та їх арматури;

- корозія бетону і сталі в покриттях внаслідок загазованості та запиленості повітря з одночасним впливом вологи;

- руйнування покрівельних і стінових огорожень викидами конденсату;

- руйнування ущільнення стиків стінових панелей в головних корпусах і в приміщеннях через значних коливань температури і вологості повітря всередині приміщень;

- руйнування футерівки і несучого стовбура окремих конструкцій димових труб, особливо в результаті спалювання палива з підвищеним вмістом сірки, при температурі газів нижче точки роси, а також аналогічні руйнування стін газоходів;

- руйнування бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій у приміщеннях і спорудах з-за витоку і проток агресивних розчинів кислот, лугів і солей (в ємностях, каналах, складах реагентів і т.п.).

Замовник зобов'язаний надати на вимогу спеціалізованої організації-виконавця робіт необхідні відомості по агресивності експлуатаційних середовищ.

Відповідальний керівник організації, яка виконує обстеження ПБ і С, в залежності від поставлених завдань повинен оцінити повноту і достовірність

пред'явлених йому відомостей з експлуатаційної середовищі та в разі необхідності вимагати проведення додаткових досліджень.

Облік впливу температури і відносної вологості зовнішнього повітря на ПБ і С виконується за даними місцевих метеостанцій.

Виявлення закономірностей розподілу температур і вологості повітря за обсягом приміщення проводиться за допомогою засобів вимірювань. Поперечні перерізи будівель, в яких проводяться вимірювання, вибираються з урахуванням можливого впливу працюючого технологічного обладнання, систем вентиляції та аерації будівель.

Результати вимірювань зіставляються з нормативними значеннями температури і відносної вологості повітря в приміщенні. При цьому слід враховувати результати вимірювань, проведених раніше експлуатаційним персоналом.

Спеціалізована організація під час обстеження визначає обсяги і глибину ушкодження будівельних конструкцій ПБ і С з урахуванням виду агресивності середовища, намічає ділянки і контролює відбір проб матеріалів з конструкцій, виконує аналіз представлених замовником відомостей по середовищу і матеріалами, визначає достовірність і достатність цих відомостей, при необхідності виконує разом із замовником додаткові контрольні вимірювання і на підставі зіставлення результатів намічає заходи щодо підвищення надійності ПБ і С і оздоровлення експлуатаційної середовища.

Вимірювання загазованості та запиленості повітря в необхідних випадках слід проводити по можливості одночасно з вимірюваннями його температури і вологості.

Відбір проб матеріалів, золи і пилу з димових труб, газоходів, бункерів та інших спецспоруд слід проводити при розтині їх внутрішньої поверхні в характерних точках (з різним температурно-вологісним режимом середовища, її тиском і т.п.). Кількість цих точок має бути зведено до мінімуму, але не менше трьох, і перед початком робіт погоджено із замовником.

Аналіз результатів обстеження та розробка рекомендацій. Всі матеріали обстеження ПБ і С відображаються в технічному звіті або висновку про стан будівельних конструкцій. До висновку додається відомість дефектів будівельних конструкцій.

Текстова частина технічного звіту (висновку) має містити такі відомості:

- перелік об'єктів обстеження, їх короткі технічні характеристики та опис застосованих у них будівельних конструкцій, підданих обстеженню, а також відомості про плановану реконструкції та її вплив на існуючу будівельну частину ПБ і С;

- результати обстеження будівельних конструкцій, включених до технічного завдання на обстеження, із зазначенням виявлених дефектів і пошкоджень, порушень норм і правил їх експлуатації та основних причин появи і розвитку дефектів і пошкоджень;

- оцінку технічного стану ПБ і С і будівельних конструкцій на період обстеження;

- рекомендації щодо усунення виявлених дефектів і пошкоджень, порушень норм і правил експлуатації, оздоровлення експлуатаційної середовища після реконструкції.

У додатках до технічного звіту (висновку) повинні міститися:

- копія технічного завдання на обстеження;
- відомість дефектів будівельних конструкцій, що містить деталі вузлів пошкоджених конструкцій у вигляді ескізів, креслень, схем, фотографій,
- результати лабораторних випробувань відібраних зразків матеріалів, проведених замовником, виконавцем і залученими організаціями, і при необхідності повірочних розрахунків окремих будівельних конструкцій;
- матеріали з контролю якості матеріалів і перевірки агресивності експлуатаційної середовища;
- перелік або при необхідності копії листів, службових записок, протоколів, актів і висновків.

Обстеження технічного стану будівельних конструкцій є самостійним напрямком будівельної діяльності, що охоплює комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням експлуатаційної надійності будинків, з проведенням ремонтно-відновлювальних робіт, а також з розробкою проектної документації з реконструкції будівель та споруд.

Обсяг проведених обстежень будівель і споруд збільшується з кожним роком, що є наслідком низки факторів: фізичного і морального їх зносу, переозброєння та реконструкції виробничих будівель промислових підприємств, реконструкції малоповерхової старої забудови, зміни форм власності і різкого підвищення цін на нерухомість, земельні ділянки та ін. Особливо важливе проведення обстежень при реконструкції старих будівель і споруд, що часто пов'язано зі зміною діючих навантажень, зміною конструктивних схем і необхідністю врахування сучасних норм проектувань будівель. У процесі експлуатації будівель внаслідок різних причин відбуваються фізичний знос будівельних конструкцій, зниження і втрати їх несучої здатності, деформації як окремих елементів, так і будівлі в цілому. Для розробки заходів щодо відновлення експлуатаційних якостей конструкцій, необхідно проведення їх обстеження з метою виявлення причин передчасного зносу зниження їх несучої здатності.

Обстеження виконуються відповідно до СП13-102-2003 «Правила обстеження несучих будівельних конструкцій будівель і споруд».

2.2 Пристрої для встановлення дефектів будівельних конструкцій

2.2.1 Прилади, апаратура та методи контролю властивостей матеріалів

Істотне підвищення якості будівельних матеріалів, виробів та конструкцій може бути досягнуто за умови вдосконалення виробництва і методів контролю якості на всіх етапах будівельного виробництва. Контроль якості будівельних матеріалів, виробів і конструкцій проводиться двома основними способами. Перший полягає у виявленні граничних несучих здібностей об'єктів, що пов'язано з доведенням їх до руйнування. Цей спосіб ефективний при проведенні стандартних випробуваннях зразків зі сталі, бетону та інших конструкційних матеріалів. При випробуванні моделей споруд та їх фрагментів конструкції можуть доводитися до граничних станів. Що ж стосується реальних; об'єктів, то їх руйнування для виявлення граничних несучих здібностей економічно не завжди виправдано. Другий спосіб пов'язаний з виробництвом випробувань руйнівними методами, що дозволяє зберегти експлуатаційну придатність даного об'єкту без порушення його несучої здатності. Цей спосіб найбільш прийнятний при обстеженні будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації. Неруйнівними методами можна, наприклад, визначити вологість-ність наповнювачів бетону, ступінь ущільнення бетонної суміші в процесі формування, щільність і міцність бетонів у виробках, провести дефектоскопію конструкцій. Руйнівні методи випробувань побудовані в основному на непрямому визначенні властивостей і характеристик об'єктів і можуть бути класифіковані за такими видами:

- метод проникаючих середовищ, заснований на реєстрації індикаторних рідин або газів, що знаходяться в матеріалі конструкції;
- механічні методи випробувань, пов'язані з аналізом місцевих руйнувань, а також вивченням поведінки об'єктів в резонансному стані;
- акустичні методи випробувань, пов'язані з визначенням параметрів пружних коливань за допомогою ультразвукової навантаження і реєстрацією ефектів акустостемії;
- магнітні методи випробувань (індукційний і магнітопорошковий);
- радіаційні випробування, пов'язані з використанням нейтронів і радіоізотопів;
- радіохвильові методи, побудовані на ефекті поширення високоякісних і надчастотних коливань в випромінюваних об'єктах;
- електричні методи, засновані на оцінці електроємна, електроіндуктивності і електроопору досліджуваного об'єкта;
- використання геодезичних приладів та інструментів при огляді і випробуваннях конструкцій.

2.2.2 Метод проникаючих середовищ

Цей метод можна розділити на два: метод течнопошук і капілярний. Перший з них використовують для контролю герметичності резервуарів, газгольдерів, трубопроводів та інших подібних споруд.

При випробуваннях водою перевіряються ємності заповнюються до позначки, що перевищує експлуатаційний рівень. У закритих судинах тиск рідини підвищується шляхом додаткового нагнітання води або повітря. При наявності дефектів вода просочується крізь нещільності або тріщини перевіряється конструкції.

Для виявлення тріщин іноді застосовують замість води гас. Завдяки малій в'язкості і незначного поверхневому натягу в порівнянні з водою гас легко проникає через пори і тріщини і виступає на протилежному боці конструкції.

У металевих ємностях поверхню зварних швів з одного боку рясно змочується або обприскується гасом, а протилежна - попередньо підбілювати водним розчином крейди і висушується. При наявності тріщин на підсохлій світлому тлі чітко виявляються іржаві плями і смуги від дії гасу.

Найпростіший спосіб, заснований на використанні стисненого повітря, складається в обдуванні швів з одного боку стисненим повітрям під тиском 4 атм у напрямку, перпендикулярному поверхні. Протилежна поверхня попередньо обмазується мильною водою. Освіта мильних бульбашок вказує на наявність наскрізних тріщин.

Для виявлення тріщин, не видимих неозброєним оком, використовується капілярний метод. Цим методом виявляють дефекти шляхом утворення індикаторних малюнків з високим оптичним контрастом і з шириною ліній, що перевищує ширину розкриття дефектів.

2.2.3 Механічні методи випробувань

До механічних неруйнуючих методів належать методи місцевих руйнувань, пластичних деформацій і пружного відскоку. Метод місцевих руйнувань пов'язаний з деяким ослабленням несучої здатності конструкцій, оскільки зразки для випробувань витягаються безпосередньо з самої конструкції. Відбір зразків зазвичай роблять з найменш напружених елементів конструкцій, наприклад, з верхніх поясів балок у крайніх шарнірних опорах, з нульових стрижнів ферм і т.п. Після вилучення зразків з тіла конструкції необхідно відразу ж відновити конструкцію, а випробування зразків здійснити негайно. В іншому випадку необхідно вжити заходів для консервації зразків.

Раціональною є також установка бездонних форм, які закладаються в тіло конструкції при її бетонуванні і витягають потім для проведення випробувань.

У меншій мірі піддаються зовнішніх збурень конструкції при використанні прийомів, заснованих на непрямому визначенні механічних характеристик. Так, міцність бетону може бути встановлена шляхом випробування на відрив зі сколюванням. Ці випробування пов'язані або з витягом з тіла бетону заздалегідь встановлених анкерів, або з відривом з масиву деякої його частини. Прийом, заснований на визначенні міцності бетону відривом, менш трудомісткий. У цьому випадку на поверхні бетону за допомогою епоксидного клею кріплять сталевий диск, а визначення класу бетону виробляють по градуировочной залежності умовної напруги $R = 4P / \pi d^2$ при відриві. Швидкість навантаження диска не повинна перевищувати 1 кН / с. На кожному зразку проводять випробування на відрив на двох протилежних гранях. Міцність бетону може бути встановлена шляхом сколювання ділянки ребра конструкції зусиллям P . При ширині майданчика сколювання 30 мм ребро конструкції пошкоджується на ділянці 60-100 мм. Для отримання прийнятних результатів проводять випробування на двох сусідніх ділянках і беруть середнє значення, а для побудови градуировальной залежності зусилля сколювання від міцності бетону на стиск відчуюють стандартні бетонні куби зі стороною 200 мм.

Метод пластичних деформацій заснований на оцінці місцевих деформацій, викликаних додаванням до конструкції зосереджених зусиль. Цей метод заснований на залежності розмірів відбитка на поверхні елемента, отриманого при вдавлюванні индентора статистичними або динамічним впливом, від міцності матеріалу. Гідність цього метода - в його технологічній простоті, недолік - в оцінці міцності матеріалу за станом поверхневих шарів.

При визначенні міцності бетону користуються приладами як статичної дії (штамп НіїЖБе і прилад М.А. Новгородського), так і ударної (молоток К.П. Кашкарова).

Принцип дії штампа НіїЖБе полягає в тому, що між випробуваною поверхнею і штампом прокладаються аркуші білого і копіювального паперу так, щоб на білому папері залишався відбиток штампа при його вдавлюванні в тіло бетону гідравлічним домкратом. По діаметру відбитка за допомогою градуировальной кривої в залежності від радіуса штампа r і сили P вдавнення визначають клас бетону.

Велике застосування в практиці знаходить молоток К.П. Кашкарова. Принцип визначення міцності бетону з його допомогою аналогічний описаному вище. Відмінність полягає в тому, що удар молотком наносять вручну, і в залежності від ставлення діаметра відбитка d_0 на бетоні і діаметра відбитка на еталонному стрижні d_e молотка (d_0 / d_e) за градуировальной кривої визначають міцність бетону.

Найбільш стабільні і прийнятні результати при використанні молотка К.П. Кашкарова виходять, якщо бетон випробовується у термін 28 діб і при вологості 2-6%. В інших випадках міцність бетону на стиск R можна визначити за формулою:

$$R = K_v * K_t * R_{28}, \quad (2.1)$$

де K_v - коефіцієнт, що враховує вологість бетону;

K_t - коефіцієнт, що враховує вік бетону;

R_{28} -фактична напруга бетону через 28 діб.

Ці коефіцієнти рекомендується визначати дослідним шляхом.

Метод пружного відскоку заснований на існуванні залежності між параметрами, що характеризують пружні властивості матеріалу, і параметрами, що визначають міцність на стиск. Існують два принципи побудови приладів. Один заснований на відскакуванні бойка від ударника - ковадла, притиснутого до поверхні випробуваного матеріалу, інший - на відскакуванні від поверхні випробуваного матеріалу.

Найбільш поширений перший принцип, який реалізований в молотку Шмідта, широко застосовується за кордоном. У нашій країні цей молоток відомий як склерометр Шмідта.

Склерометри Шмідта випускають в основному пружинного типу. Молоток складається з алюмінієвого корпусу, в якому по штоку переміщається ударник. При вдавлюванні ударника пружин на розтягується, і після звільнення енергія розтягнутої пружини передається ударнику. Після удару по випробуваному матеріалу ударник відскакує на відстань, яке фіксується стрілкою на шкалі приладу, і за спеціальною тарировочною шкалою або діаграмою, доданої даного приладу, визначається міцність матеріалу.

2.2.4 Акустичні методи випробувань

Ультразвукові методи засновані на вивченні характеру поширення звуку в конструкційних матеріалах. Звук - коливальний рух частинок пружного середовища, що поширюється у вигляді хвиль в газоподібному, рідкому або твердому середовищі. Пружні хвилі поділяються на інфразвукові, частот яких знаходиться в межах від 20 Гц до 20 кГц, і ультразвукові з частотою від 20 кГц до 1000 МГц. При випробуванні бетону і кераміки застосовують ультразвукові коливання з частотою від 20 до 200 кГц, при випробуванні металів і пластмас - з частотою від 30 кГц до 10 МГц.

У практиці визначення характеристик міцності властивостей бетону в основному застосовують вимірювання швидкості поширення поздовжніх ультразвукових хвиль. Сутність ультразвукового імпульсного методу полягає в тому, що вимірюють швидкість поширення через бетон переднього фронту поздовжньої ультразвукової хвилі v . Виходячи із залежності $R = f / (v)$, по вимірної v визначають міцність бетону. Для вимірювання v необхідно знати час про-ходіння ультразвуку на ділянці певної довжини, званому базою прозвучивання. Оскільки швидкість ультразвуку в бетоні велика (до 5 км / с),

при звичайних значеннях l (до 1,5 м) доводиться визначати дуже малі інтервали часу, вимірювані в мікросекундах. Для збудження ультразвукових хвиль і вимірювання часу їх проходження через бетон застосовують спеціальну апаратуру, принцип роботи якої полягає в тому, що електронний генератор високочастотних імпульсів періодично посиляє електричні імпульси на випромінювач, який перетворює ці імпульси в ультразвукові механічні хвилі. З випромінювача ультразвукові хвилі проходять через досліджуваний бетонний елемент і потрапляють на щуп-приймач. У приймачі ультразвукові коливання перетворюються в електричні імпульси, що направляються в підсилювач. Посилений імпульс потрапляє на індикатор - електронно-променеву трубку. Наявне в приладі електронний пристрій, зване «чекає затримати рядків», включається одночасно з пуском імпульсного генератора. Розгортка зміщує електронний промінь по екрану електронно-променевої трубки зліва направо; при цьому в лівій частині екрана індикатора виникає вертикальна відмітка, відповідна моменту посилки імпульсів, а в правій - зображення пройшли через бетон ультразвукових імпульсів. Електронний генератор створює на екрані індикатора електронну шкалу міток часу у вигляді вертикальних відміток з інтервалами, за кількістю яких визначають час проходження ультразвукового імпульсу через бетон. У приладах останніх моделей амплітуду тимчасового інтервалу між зондируючим і пройшли через бетон імпульсами вимірюють малогабаритним цифровим вольтметром. Прилади виконані на напівпровідникових елементах і інтегральних мікросхемах.

Контроль метрологічних характеристик ультразвукових приладів - визначення основної та додаткових похибок, вимір часу проходження ультразвукових коливань - слід проводити відповідно до діючих рекомендацій, що випускається заводами-виробниками разом з приладами.

Застосовують різні методики для визначення міцності бетону, наприклад, ультразвуковий метод, який найкращий для важких, легких, пористих і щільних силікатних бетонів, а також методику ВНІФТРИМІСІ-ВЗПІ. Однак незалежно від методу випробувань завжди необхідно дотримуватися таких загальних положень, прийняті при побудові залежності « v - $R_{сж}$ ».

Поверхня бетону, на якій встановлюють щупи (ультразвукові перетворювачі), не повинна мати напливів і вм'ятин, а також раковин і 51 повітряних пір глибиною понад 3 мм і діаметром більше 6 мм. З поверхні повинні бути видалені декоративне покриття або облицювальний матеріал. Для забезпечення надійного акустичного контакту між бетоном і робочою поверхнею щупів застосовують в'язкі контактні середовища (мастила) або еластичні прокладкі. При випробуваннях конструкцій і зразків, що застосовуються для побудови залежності « v - $R_{сж}$ », повинна використовуватися однакова контактна мастило. Вимірювання бази прозвучивання проводять з похибкою не більше $\pm 0,5\%$. При випробуванні кубів прозвучу ведуть в напрямку, перпендикулярному напрямку укладання бетонної

суміші в форму. Визначення проводиться в кубах на трьох рівнях по висоті, при цьому розкид не повинен перевищувати 5%.

2.2.5 Магнітні методи випробувань

Магнітні методи засновані на реєстрації магнітних полів розсіювання, що виникають над дефектами або на визначенні магнітних виробів. Магнітні методи випробувань можна класифікувати по способам реєстрації магнітних полів розсіювання або визначення магнітних властивостей контрольованих виробів. Основними є такі методи: магнітопорошковий, магнітографіческие, ферозондовий, індукційний.

Магнітопорошковий метод - один з найпоширеніших для виявлення дефектів (типу порушення цілісності металу). Він застосовується тільки для контролю деталей з феромагнітних матеріалів. Цей метод дозволяє виявляти дефекти без руйнування виробів: неметалеві і шлакові включення, порожнечі, розшарування, дефекти зварювання і тріщини. Метод особливо ефективний в резервуаростроєнні.

Магнітографіческие метод полягає в запису магнітних полів розсіювання над дефектом на магнітну стрічку. Цей метод застосовується для перевірки суцільності зварних швів різних споруд, виготовлених з феромагнітних сталей з товщиною стіни до 18 мм.

Ферозондовий метод заснований на перетворенні градієнта або напруженості магнітного поля в електричний сигнал.

Індукційний метод заснований на тому, що виявлення полів розсіювання в намагніченому контрольованому металі здійснюється за допомогою котушки з сердечником, яка харчується змінним струмом і є елементом мостової схеми. Індукційний метод застосовують для виявлення тріщин, непроварів і включень при контролі зварних швів.

2.2.6 Радіаційні випробування, пов'язані з використанням нейтронів і радіоізотопів

Метод заснований на використанні γ -променів, джерелом яких є радіоактивні ізотопи. Метод ефективний при інженерно-геологічних дослідженнях, а також визначенні об'ємної маси важких, легких і пористих бетонів.

2.2.7 Радіохвильовий метод випробувань

Радіодефектоскопія заснована на проникаючих властивостях радіохвиль сантиметрового і міліметрового діапазонів. Цим методом виявляються поверхневі дефекти, що складаються з неметалічних матеріалів. Від генератора, що працює в безперервному або імпульсному режимі, радіохвилі проникають в конструкцію і за допомогою підсилювача реєструються на приймальній пристрій. Радіохвильовим методом можливо визначити вологість матеріалу.

Для діагностики стану конструкцій будівель або споруд використовують інфрачервоні випромінювання.

2.2.8 Електричні методи випробувань

Електричні методи вимірювання неелектричних величин широко поширені при постійному контролі й визначенні фізико-механічних характеристик будівельних матеріалів, виробів та конструкцій. За замірному електричному опору можна судити про вологості деревини в конструкціях. Електричний метод використовують також для визначення вологості піску. Однак більш точними є методи визначення вологості, засновані на термоелектричних і діелектричних ефекти. Термоелектричний метод заснований на функціональному зв'язку теплопровідності піску з його вологістю, діелектричний метод - на вимірі електроємна конденсатора, між пластинками якого поміщається проба піску різної вологості. Електричний метод часто використовують для визначення вмісту води в бетонній суміші.

2.2.9 Використання геодезичних приладів та інструментів при огляді і випробуваннях конструкцій

Геодезичні прилади та інструменти широко застосовуються при огляді будівель і споруд. У деяких випадках їх застосування виявляється не тільки простим, але і єдино можливим способом вимірювання переміщень елементів конструкцій. Особливо доцільно застосовувати геодезичні методи вимірювання переміщень, коли підхід до випробовуваним конструкцій утруднений.

Найпоширенішими приладами є нівеліри і теодоліти. Нівеліри використовуються для визначення величин вертикальних переміщень (осад і прогинів) окремих точок конструкцій або споруд. Використання прецизійних (високоточних) нівелірів і інварних рейок дозволяє отримувати точність вимірювань порядку $\pm 0,25$ мм.

Теодоліти використовуються для визначення горизонтальних переміщень окремих точок, що відзначаються на конструкції спеціальними марками. При двох положеннях вертикального кола рулетки заміряються кути між окремими точками на конструкції і будь-якими нерухомими предметами. Виробляючи виміру кутів через певні проміжки часу, судять про переміщення закріплених марками точок будівлі або споруди в кутовій мірі. Точність вимірювання кутів залежить від виду використовуваного інструменту. Так, при застосуванні оптичних теодолітів останнього покоління помилка вимірювань кута становить $\pm 2''$.

Для визначення переміщень споруди або його відділи точок в останні роки часто застосовують метод стереофотограмметрії. Суть методу в тому, що за допомогою спеціального фотоапарата, з'єданого з геодезичної трубкою (фототеодоліта), проводиться фотографування випробуваної конструкції або споруди з двох точок. При зйомці застосовують скляні фотопластинки з великою роздільною здатністю емульсії. Отримувані негативи розглядаються через спеціальний прилад стереокомпаратор. При розгляданні двох негативів, знятих з двох точок (стереопари), відтворюється стереомодель знятого об'єкта. Стереомодель має певний масштаб, що залежить від відстані знімальної камери до об'єкта зйомки і фокусної відстані камери фототеодоліта. За допомогою стереокомпаратора по негативах визначають координати цікавить точки на поверхні досліджуваного об'єкта. Повторні стереофотознімання і підрахунки координат тих же точок дозволяють визначити переміщення окремих точок за проміжок часу, що пройшов між першою і другою фотозйомкою. Метод стереофотограмметрії застосовують при випробуваннях будівельних конструкцій і споруд динамічними навантаженнями. При цьому застосовують фотоапарати з синхронним затвором об'єктива.

2.3 Порядок визначення деформації споруд

Прогини будівельних конструкцій, які працюють в умовах згину, нормуються, виходячи з конструктивних, технологічних та естетичних вимог. З часом, під дією різноманітних факторів, зазначені деформації можуть збільшуватися. Збільшення прогинів будівельних конструкцій може призвести не тільки до погіршення естетичного вигляду, а і до порушення технологічного процесу. Наприклад, наднормативний прогин підкранових балок викликає вертикальні деформації кранових рейок, що унеможливорює нормальну роботу мостових кранів і, в окремих випадках, повну їх зупинку. Внаслідок цього зупиняється весь технологічний процес виробництва продукції. Також наднормативний прогин може свідчити про перенавантаження будівельної конструкції або про зниження її несучої здатності, наприклад, через корозію робочої арматури внаслідок замочування елемента атмосферними або

технологічними водами. Така ситуація може призвести вже до катастрофічних наслідків – руйнування самої конструкції і будівлі в цілому.

Зміна значень перекосів конструкцій відносно проектних посередньо вказує на осідання несучих конструкцій каркасу будівлі, що також небезпечно, особливо для статично невизначних систем. Своєчасне виявлення граничних прогинів і кренів дозволить розробити заходи зі стабілізації, в окремих випадках, – зменшенню деформацій, що дозволить забезпечити надійну роботу будівельних конструкцій і будівель в цілому на весь проектний термін експлуатації. Таким чином, розробка способів оперативного визначення прогинів і перекосів зазначених конструкцій є актуальною задачею.

Проблемі визначення деформацій будівельних конструкцій присвячені роботи багатьох науковців. Більшість робіт об'єднує те, що визначення деформацій пропонується виконувати класичними методами інженерної геодезії або безпосередніми інструментальними методами.

Але такі підходи не завжди можливі в умовах діючих промислових цехів. У зв'язку з цим метою роботи є розробка способу визначення прогинів і перекосів, недоступних для безпосередніх вимірювань конструкцій промислових будівель і споруд.

Основною конструкцією промислової будівлі є поперечна рама, яка складається з вертикальних несучих елементів (залізобетонних або сталевих колон) і горизонтальних – кроквяних конструкцій (ферма, балка). Окрім зазначених елементів, існують інші конструкції, які потребують контролю їх деформацій, насамперед, прогинів: плити покриття і перекриття, підкроквяні ферми і балки, ригелі, підкранові балки тощо.

При проектуванні конструкцій їх прогини розраховуються за другою групою граничних станів. Граничні прогини регламентуються діючими нормативними документами: СНиП, ДБН, ГОСТ, ДСТУ. У табл.2.1 наведені граничні прогини для деяких елементів.

Таблиця 2.1 – Граничні прогини елементів конструкцій

Елементи конструкцій	Вертикальні граничні прогини
Балки кранових колій під мостові та підвісні крани, якими керують з кабіни при групах режимів роботи: 1К – 6К 7К 8К	$l/400$ $l/500$ $l/600$
Балки, ферми, ригелі, прогоны, плити, настили покриттів і перекриттів, відкритих для огляду, при прогоні: $l = 6$ м $l = 24$ (12) м $l = 36$ (24) м	$l/200$ $l/250$ $l/300$

Розглянемо деякі традиційні способи визначення прогинів згинальних конструкцій:

1) інструментальні способи, тобто вимірювання прогинів за допомогою спеціальних приладів – прогиномірів (Максимова, Аістова, Мокіна) та індикаторів годинникового типу. Але такими способами можна вимірювати прогини тільки при випробуванні конструкції, тобто при прикладанні навантаження. В умовах експлуатації конструкції ці способи не використовуються;

2) способи інженерної геодезії.

Спосіб гідростатичного нівелювання.

У даному способі використовується гідростатичний нівелір, який працює на основі ефекту сполучених посудин. Значення прогину визначається за різницею рівня рідини у різних точках по довжині елемента.

Спосіб геометричного нівелювання.

Як вимірювальний прилад використовується оптичний або лазерний нівелір. Відліки знімаються безпосередньо з нівелірної рейки або з іншого приладу типу мірної стрічки, рулетки. За різницею відліків визначається прогин конструкції.

Спосіб «горизонтальної нитки і лінійки».

Для вимірювання прогинів горизонтально натягується сталевий дріт. Від нього перпендикулярно лінійкою вимірюються відстані до грані елемента (позначки). За цими даними і визначається прогин конструкції.

Зазначені способи об'єднує один значний недолік, а саме, для проведення вимірювань необхідний безпосередній контакт із конструкцією, яка досліджується. В реальних умовах виробництва у більшості випадків такий безпосередній контакт неможливий.

Спосіб тригонометричного нівелювання.

Для вимірювання використовується теодоліт і сталева рулетка. Теодолітом вимірюються вертикальні кути між горизонтом і віссю елемента, рулеткою – горизонтальні відстані від теодоліта до проекції вісі елемента на прийнятий горизонт. Позначки точок вісі елемента визначаються шляхом розв'язання рівнянь прямокутного трикутника за допомогою тригонометричних функцій. До недоліків зазначеного способу можна віднести:

1. Складність створення зйомочної основи в умовах виробничого процесу.
2. Труднощі, які пов'язані із вимірюванням горизонтальних відстаней від приладу до проекції вісі елемента на прийнятий горизонт.
3. Складність точного наведення перехрестя сітки ниток зорової труби теодоліта на вісь елемента через погане освітлення, задимленість і запиленість внутрішнього простору цеху.

Наведені недоліки можуть взагалі унеможливити проведення вимірювань даним способом.

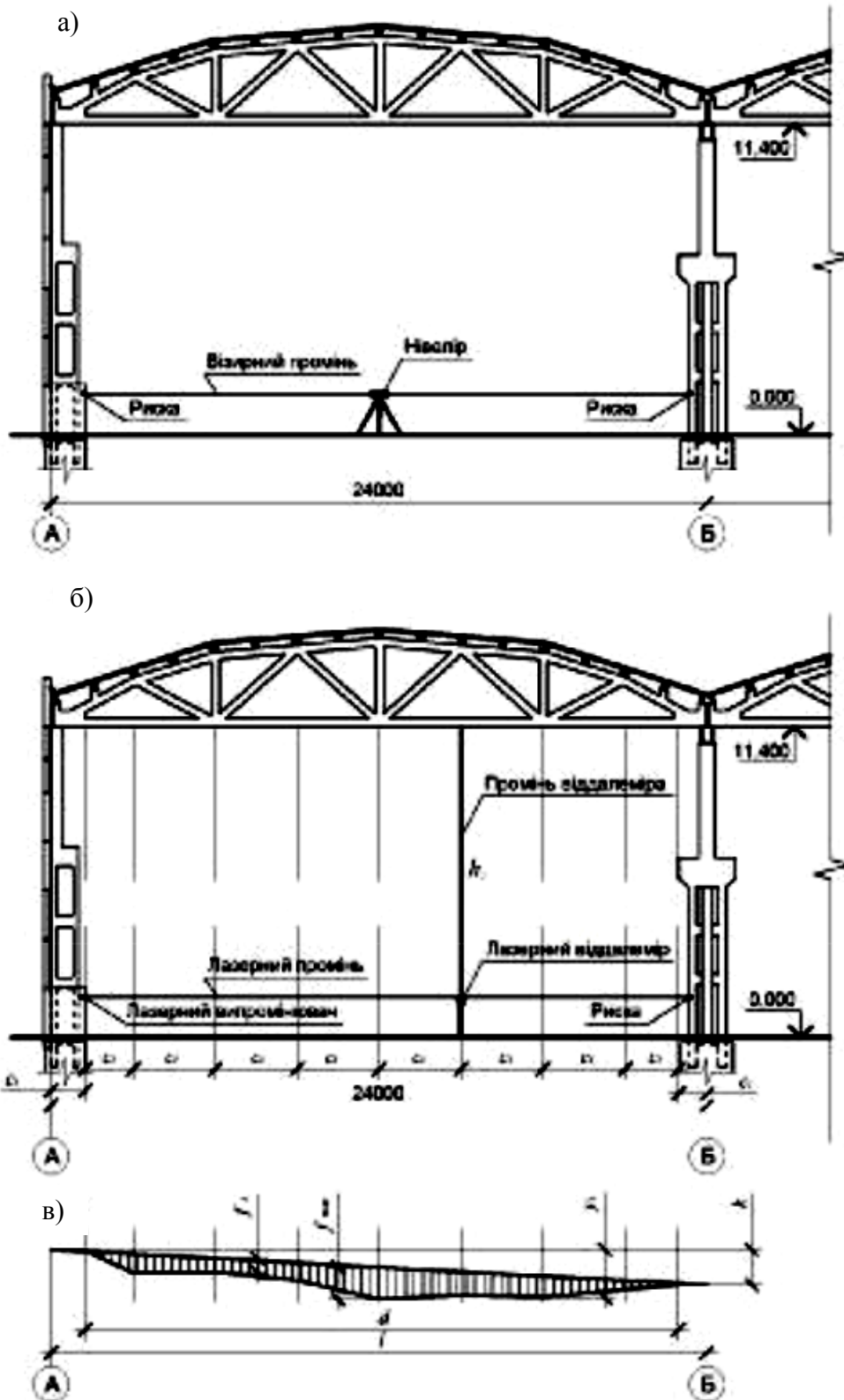
Для виконання зазначених робіт пропонується наступний спосіб, який є вдосконаленням способу «горизонтальної нитки і лінійки». Схема проведення вимірювань наведена на рис.2.1.

Для прикладу використана поперечна рама промислової будівлі, яка складається із залізобетонних колон і залізобетонної кроквяної ферми покриття. Об'єкт дослідження – кроквяна ферма.

Послідовність виконання операцій:

1. На колонах, за допомогою оптичного нівеліра позначаються риски (рис. 2.1,а).

2. На одній колоні по ризиці встановлюється лазерний випромінювач і наводиться на риску другої колони (рис. 2.1,б). Таким чином задається умовний горизонт.



а) схема створення умовного горизонту; б) схема встановлення віддалеміра; в) епюра прогинів: y_i – ординати вісі елемента; f_i , f_{max} – прогини елемента в точках знімання; k – перекіс елемента; d – горизонтальна відстань між початковою і кінцевою точками знімання

Рисунок 2.1 – Схема проведення вимірювань

3. По умовному горизонту за допомогою телескопічного штативу встановлюється лазерний віддалемір і виконуються вимірювання позначок нижньої грані елемента h_i . Вимірювання виконуються через визначені відстані c_i (рис. 2.1,б).

Тангенс кута нахилу вісі елемента визначається за формулою:

$$tg\alpha = \frac{h^n - h^k}{d}, \quad (2.2)$$

де h^n, h^k – позначки відповідно початкової і кінцевої точок знімання вісі елемента.

Значення прогинів f_i розраховуються наступним чином:

$$f_i = h^n - h_i - \sum c_i tg\alpha \quad (2.3)$$

Якщо f_i отримане з від'ємним знаком, тоді конструкція має вигін. Перекіс конструкції k визначається як

$$k = l \cdot tg\alpha. \quad (2.4)$$

Зазначені характеристики можна знайти і графічним методом. Для цього за позначками необхідно побудувати епюру прогинів (рис. 2.1,в). З'єднати прямою лінією крайні точки і від цієї лінії виміряти прогин і перекіс. Перевіримо можливість використання даного способу на практиці.

Точність визначення позначок осі елемента визначається, в основному, наступними похибками:

1. Похибки геометричного нівелювання.
2. Похибка у створенні умовного горизонту.
3. Похибка віддалеміра.

Розглянемо більш детально зазначені похибки.

Більшість промислових цехів мають прогони 1 до 36 м. Таким чином, геометричне нівелювання при створенні умовного горизонту в основному проводиться з плечами L до 20 м. Згідно з [1] середня квадратична похибка погляду по рейці складає при:

$$\begin{aligned} L = 20 \text{ м} & \quad m_{\text{п}} = 0,63 \text{ мм}, \\ L = 50 \text{ м} & \quad m_{\text{п}} = 0,84 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Наведені дані розраховані для нівеліру типу НЗ і шашкової рейки з ціною поділки 10 мм. Виходячи із результатів розрахунків, більш точні прилади використовувати недоцільно.

Похибка у створенні умовного горизонту обумовлена неточним встановленням лазерного випромінювача і наведенням його променя на риску протилежної колони. Ця похибка складає $m_{\text{г}} = \pm 0,5-1,0$ мм. Її можна зменшити

шляхом використання вимірювальних приладів типу штангенциркуля з ціною поділки 0,1 мм, але такий підхід вимагає більших витрат часу.

Похибка віддалеміра складається з похибки встановлення приладу за висотою, похибки, яка бумовлена відхиленням променя віддалеміра від вертикальної лінії, і саме власної похибки у вимірюванні відстаней.

При використанні напівпрозорого екрану з міліметровою шкалою похибка встановлення приладу по висоті складає $m_{вп} = \pm 0,5$ мм. Для вимірювання відстаней пропонується використовувати лазерні віддалеміри типу Leica DISTO серій D3 – D5, Bosch GLM і інших зі схожими характеристиками. Точність вимірювання відстаней зазначеними приладами складає $m_h = \pm 1,0$ мм. Віддаль вимірювання без відбивача до 80 м.

Точність вмонтованого електронного рівня $\xi = \pm 0,3^\circ$.

Похибка у відстані через відхилення променя віддалеміра від вертикальної лінії:

$$\Delta h = \frac{h}{\cos \xi} - h. \quad (2.5)$$

При вимірюванні відстаней до $h = 50$ м, зазначена похибка складає $\pm 0,69$ мм.

Загальна гранична похибка визначення позначки вісі елемента розраховується за формулою:

$$\Delta H = \sqrt{\sum m_i^2}, \quad (2.6)$$

де m_i – похибки окремих факторів.

З урахуванням максимальних значень окремих похибок загальна гранична похибка складе при:

$$\begin{aligned} L = 20 \text{ м} & \quad \Delta H = \pm 1,77 \text{ мм}, \\ L = 50 \text{ м} & \quad \Delta H = \pm 1,85 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Таким чином, точність дозволяє проводити вимірювання наведеним способом. Розроблений спосіб дозволяє з достатньою точністю визначати прогини і перекося недоступних конструкцій промислових будівель і споруд. Максимальна похибка у визначенні позначок точок вісі елемента складає менше 2 мм.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ,ВИРОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Випробування на вогнестійкість

Потенційна пожежна небезпека будівель та споруд залежить як від кількості та властивостей матеріалів, що знаходяться усередині, так і від горючості та здатності чинити опір дії пожежі будівельних конструкцій, яка характеризується їх вогнестійкістю.

Ступінь вогнестійкості – це нормована характеристика вогнестійкості будинків і споруд, що визначається межею вогнестійкості основних будівельних конструкцій.

Вогнестійкість (вогнетривкість) – здатність конструкції зберігати несучі та (або) огорожувальні функції в умовах пожежі.

Ступінь вогнестійкості будівель та споруд залежить від меж вогнестійкості будівельних конструкцій та меж поширення вогню по них.

Межа вогнестійкості конструкцій – показник вогнестійкості конструкції, який визначається часом від початку вогневого випробування за стандартного температурного режиму до настання одного з нормованих для даної конструкції граничних станів з вогнестійкості.

До граничного стану належать: втрата несучої здатності (R); втрата цілісності (E); втрата теплоізолювальної здатності (I).

Втрата несучої здатності визначається заваленням конструкції або виникненням її граничних деформацій.

Втрата цілісності – це вид граничного стану конструкції за вогнестійкістю, що характеризується утворенням в конструкціях наскрізних тріщин або наскрізних отворів, через які проникають продукти горіння або полум'я.

Втрата теплоізолювальної здатності – вид граничного стану конструкції за вогнестійкістю, що характеризується підвищенням температури на поверхні, що не обігривається, до встановлених граничних значень. Вона визначається підвищенням температури на поверхні конструкції, що не обігривається, в середньому більше ніж на 140 °C або в будь-якій точці цієї поверхні – більше ніж на 180 °C у порівнянні з температурою конструкцій до випробування.

Для колон, балок, ферм, стовпів межа вогнестійкості визначається тільки втратою несучої здатності конструкцій. Для зовнішніх несучих стін та покриттів – втратою несучої здатності та цілісності. Для ненесучих внутрішніх стін та перегородок – втратою цілісності та теплоізолювальної здатності. Для несучих внутрішніх стін та протипожежних перешкод – всіма трьома граничними станами.

Фактичні межі вогнестійкості визначаються у більшості випадків експериментальним шляхом. Суть методу випробувань конструкцій на вогнестійкість полягає в тому, що зразок конструкції, нагрівають у спеціальній печі та одночасно піддають дії нормативних навантажень. При цьому визначають тривалість часу від початку випробувань до з'явлення одного з граничних станів.

Для випробування будівельних конструкцій на вогнестійкість дані про температури на реальних пожежах були покладені в основу температурних режимів, прийнятих стандартами ряду держав світу. Як результат Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) була рекомендована стандартна температурна крива.

Фактичні температури на пожежах бувають вищі або нижчі вказаних стандартною температурною кривою, яку необхідно розглядати як усереднений температурний режим для співставлення даних про вогнестійкість будівельних конструкцій.

Під час випробувань температура у вогневій камері печі змінюється за часом саме за стандартною температурною кривою. Температуру в печі вимірюють не менше ніж в п'ятьох точках за допомогою термопар. Нагрівання зразків конструкцій виконують згідно з реальними вимогами до роботи конструкцій та можливими напрямками дії вогню при пожежі. Тому при випробуванні колони, як правило, обігрівають з чотирьох боків; балки – з трьох; покриття – з боку нижньої поверхні; стіни, перегородки, двері – з одного боку.

Випробують не менш двох однакових серійно або спеціально виготовлених зразків в спеціальних випробувальних установках.

Межею розповсюдження вогню по будівельних конструкціях визначають розміри пошкодження конструкції у сантиметрах внаслідок її горіння за межами зони нагрівання – у контрольній зоні.

Будівлі та споруди за вогнестійкістю діляться на ступені (ДБН В.1.1-7-2002), які визначаються мінімальними межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій та максимальними межами розповсюдження по них вогню.

Ці норми встановлюють пожежно-технічну класифікацію будівельних матеріалів, конструкцій, протипожежних перешкод, зовнішніх пожежних драбин, сходів та сходових кліток, будинків і споруд (надалі – будинків), приміщень, а також загальні вимоги щодо забезпечення безпеки людей у разі виникнення пожежі, пожежної безпеки конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, обладнання будинків, приміщень інженерно-технічними засобами захисту від пожежі. Норми поширюються на нове будівництво, розширення, реконструкцію, технічне переоснащення, реставрацію, капітальний ремонт будинків і приміщень різного призначення.

Вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки під час експлуатації будинків і приміщень встановлюються відповідними нормативними

документами (НД) системи стандартизації та нормування в будівництві, а також нормативно-правовими актами з питань пожежної безпеки.

Межі вогнестійкості та межі розповсюдження вогню по будівельних конструкціях визначаються на основі випробування зразків у спеціальних печах. Мінімальні межі вогнестійкості та максимальні межі розповсюдження вогню по будівельних конструкціях залежно від ступеня вогнестійкості будівель та споруд приведені у ДБН В 1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», який передбачає вісім ступенів вогнестійкості – I, II, III, IIIa, IIIб, IV, IVa, V (табл.3.1).

Таблиця 3.1 - Конструктивні характеристики будинків залежно від їх ступеня вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості	Конструктивні характеристики
I, II	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів
III	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами або матеріалами груп горючості Г1, Г2. До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку
IIIa	Будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з негорючим утеплювачем або утеплювачем груп горючості Г1, Г2
IIIб	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з деревини, підданої вогнезахисній обробці. Огороджувальні конструкції виконують із застосуванням деревини або матеріалів на її основі. Деревина та інші матеріали груп горючості Г3, Г4 огорожувальних конструкцій мають бути піддані вогнезахисній обробці або захищені від дії вогню та високих температур
IV	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з деревини або інших горючих матеріалів, захищених від дії вогню та високих температур штукатуркою або іншими листовими, плитними матеріалами. До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку
IVa	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з утеплювачем груп горючості Г3, Г4
V	Будинки, до несучих і огорожувальних конструкцій яких не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню

Лати дахів та крокви у будівлях із горищами, перегородки, підлоги, облицювання стін, перегородок та підлоги, а також двері, ворота, рами вікон і ліхтарів у будівлях усіх ступенів вогнестійкості можуть бути виконані з горючих матеріалів. Облицювання горючими матеріалами поверхонь конструкцій у коридорах, сходових клітках, вестибюлях, холах та фойє будівель (за виключенням будівель V ступеня вогнестійкості), а також улаштування в зазначених приміщеннях підлоги із горючих матеріалів не допускається.

Металеві засклені перегородки допускається застосовувати у будівлях усіх ступенів вогнестійкості. Каркаси підвісних стель повинні виконуватися із негорючих матеріалів.

Підвісні стелі (за виключенням улаштованих у загальних коридорах, на сходах сходових кліток, вестибюлях, холах I – IV ступеня вогнестійкості) допускається заповнювати горючими матеріалами.

Протипожежні перешкоди у будівлях та приміщеннях, до яких належать протипожежні стіни, перегородки, перекриття, двері, ворота, люки, тамбури, шлюзи та вікна, повинні виконуватися із негорючих матеріалів.

Заповнення отворів у протипожежних перешкодах, конструкціях огорож шахт та ніш для комунікацій (протипожежні двері, люки та інші пристрої) допускається виконувати із важкогорючих матеріалів. Загальна площа отворів не повинна перевищувати 25% площі протипожежних перешкод. Протипожежні двері та ворота у протипожежних перешкодах повинні мати пристосування для самозакриття та ущільнювачі у стулках. Протипожежні вікна не повинні відкриватися.

Усі виробничі приміщення та зовнішні установки (у яких експлуатується електрообладнання) необхідно розташовувати зовні приміщення відкрито або під навісом за сітчастими чи решітчастими огорожами. Згідно «Правил улаштування електроустановок» приміщення діляться за вибухонебезпекою на класи вибухонебезпечних зон. Потрібний клас зони, згідно якого вибирається електрообладнання, визначають технологи спільно із спеціалістами-електриками проектної або експлуатуючої організації.

3.2 Досліди навантажень та опору конструкцій

При розрахунку будь-яких будівельних конструкцій вирішуються три основні задачі: статична, тобто визначають внутрішні зусилля в конструкції; геометрична, тобто встановлюють співвідношення між переміщеннями і деформаціями і, нарешті, фізична, тобто визначають закон, за яким деформації залежать від внутрішніх напружень. Для пружних матеріалів ці закони визначаються простими рівняннями з курсу опору матеріалів. Це статичні умови рівноваги, фізичний закон у вигляді закону Гука і геометричний закон у вигляді гіпотези плоских перерізів. За цими законами можна нескладно

визначити деформації, напруження та прогини в заданій конструкції, виготовленій з пружного матеріалу.

Однак у залізобетонних конструкціях закони для пружних матеріалів не завжди застосовні. Властивості залізобетону і його складових свідчать про те, що цей матеріал далекий від пружного. Розрахунок залізобетонних конструкцій як пружних елементів можливий лише при дуже невеликих навантаженнях. При експлуатаційних навантаженнях ($0,5 \div 0,6 R_{max}$) бетон не підкорюється закону Гука (діаграма $\sigma - \varepsilon$ має нелінійний характер і залежить від часу); виявляється несправедливою гіпотеза плоских перерізів; з'являються тріщини, бетон втрачає суцільність, класичні методи опору матеріалів виявляються неприйнятними. Тому при розробці методів розрахунку залізобетонних конструкцій широко використовують дослідні дані, отримані в результаті спеціальних експериментів. І майже вся теорія розрахунку залізобетонних конструкцій будується тільки на експериментальній основі з введенням припущень і відомих математичних залежностей.

Існуючі методи розрахунку залізобетонних конструкцій.

До початку застосування залізобетону (кінець XIX ст.) інженери мали у своєму розпорядженні найпростіші методи розрахунку будівельних конструкцій з урахуванням пружних властивостей матеріалів. В основу міцнісної характеристики перерізу було покладено значення напруження, що допускається за умови безпечної експлуатації конструкції. Метод розрахунку з використанням напружень, що допускаються, має вигляд:

$$[\sigma] = R/k, \quad (3.1)$$

де k – узагальнений коефіцієнт запасу.

За цим методом розраховувались і залізобетонні конструкції. В основу цього методу прийнята друга стадія напружено-деформованого стану залізобетонного елемента, що згинається, тобто розглядається трикутна епюра стискаючих напружень у стиснутій зоні бетону і використовується закон Гука і гіпотеза плоских перерізів, розтягнута зона бетону в розрахунку не враховується. Весь переріз залізобетонного елемента замінюється приведеним перерізом

$$A_{red} = A_b + \alpha (A_s + A_s'), \quad (3.2)$$

де A_b – площа всього перерізу;

α – коефіцієнт приведення, $\alpha = E_s / E_b$; E_s і E_b – модуль пружності арматури і бетону;

A_s , A_s' – площа перерізу розтягнутої і стиснутої арматур.

Застосування методу розрахунку по напруженнях, що допускаються, мало ряд недоліків, що призводило до неточних чи помилкових результатів. Так, неврахування нелінійних властивостей деформування бетону недопускало визначити дійсні напруження в бетоні й арматурі; прийняття трикутної епюри напружень у стиснутій зоні бетону давало занижене значення несучої здатності елементів, що згинаються; напруження, що допускаються, знижували міцнісні характеристики матеріалів. Проте даний метод використовувався довго і проіснував аж до 1938 р., коли на зміну йому прийшов більш прогресивний і теоретично обґрунтований метод розрахунку по руйнівних зусиллях. Хоча окремі елементи і передумови методу розрахунку по напруженнях, що допускаються, використовуються навіть на сучасному етапі розрахунку залізобетонних конструкцій.

У результаті великих експериментальних досліджень, виконаних А.Ф.Лолейтом, Я.В.Столяровим, М.Я.Штаерманом, А.А.Гвоздьовим та іншими, був розроблений метод, що враховує пружньо-пластичні властивості залізобетону, і був включений у норми проектування в 1938 р. Цей метод звався розрахунком по руйнівних зусиллях. В основу даного методу була покладена вже не друга, а третя стадія напружено-деформованого стану елемента, при цьому епюра напружень у стиснутій зоні приймалася прямокутна, напруження в бетоні й арматурі досягали своїх граничних значень. Метод дозволяв визначати повну величину руйнівного навантаження і призначати загальний для всього перерізу коефіцієнт запасу k .

Величина навантаження, що допускається, знаходилася шляхом ділення зусилля, що руйнує, на цей коефіцієнт ($M = Mp/k$, $N = Np/k$). Цей метод більш об'єктивно відтворював дійсну роботу перерізів, підтверджувався експериментально і був кроком вперед у теорії розрахунку залізобетонних конструкцій. Несучу здатність перерізу для елемента, що згинається, визначали за формулою

$$M_{ser} = R_s A_s \left(h_o - \frac{x}{2} \right) = R_b b x \left(h_o - \frac{x}{2} \right), \quad (3.3)$$

де R_s , R_b – граничні міцнісні характеристики арматури і бетону;

x – висота стиснутої зони бетону;

h_o – робоча висота перерізу.

До недоліків методу розрахунку по руйнівних зусиллях слід віднести введення єдиного коефіцієнта запасу k , що не міг враховувати різні особливості роботи як вихідних матеріалів, так і зовнішніх навантажень.

Розрахунки прогинів, утворення і розкриття тріщин як у методі розрахунку по напруженнях, що допускаються, так і в методі розрахунку по руйнівних зусиллях детально не розглядалися і мали наближений характер.

На зміну двом попереднім методам, починаючи з 1955 р., приходять більш сучасний і більш обґрунтований метод розрахунку по граничних станах. Цей метод є фактично розвитком методу по руйнівних зусиллях.

Сутність нового методу полягає в тому, що в ньому чітко встановлюються задані граничні стани конструкцій (чи то за міцністю, чи то за деформативністю, чи то за тріщиноутворенням і т.д.) і вводиться система розрахункових коефіцієнтів (не один, а багато), що гарантують конструкцію від настання цих станів при самих несприятливих сполученнях навантажень і найменших значеннях міцнісних характеристик матеріалів. Іншими словами, які великі не були б навантаження і які б малі не були міцнісні характеристики бетону й арматури, заданий граничний стан не наступить. Міцність перерізів у цьому методі визначається також за третьою стадією, але безпека роботи конструкції під навантаженням оцінюється не одним коефіцієнтом запасу, а цілою системою науково обґрунтованих коефіцієнтів.

Конструкції, запроектовані за методом граничного стану, виходять, як правило, більш економічні, ніж запроектовані з використанням інших методів.

Розглянемо докладно прийнятий в існуючих нормах СНиП 2.01.03-84 метод розрахунку залізобетонних конструкцій за граничними станами [1, 7].

3.3 Незворотні деформації та зниження міцності конструкцій

Механічні властивості матеріалів визначають поведінку конструкцій під дією зовнішніх навантажень. Останні викликають руйнування або деформацію матеріалів. Опір матеріалів механічному руйнуванню характеризується їх властивостями: міцністю, твердістю, стиранистю, опором удару, зносом. Здатність матеріалів змінювати під навантаженням форму і розміри характеризується деформаційними властивостями: пружністю, пластичністю, крихкістю і повзучістю. Під дією зовнішніх сил будівельні конструкції зазнають деформацію. Зміна форми і розмірів тіла під дією зовнішніх сил називається деформацією. При цьому тверді тіла по-різному реагують на зняття навантаження, проявляючи властивості пружності або пластичності. Пружність - властивість матеріалу відновлювати свої форму і об'єм після припинення дії зовнішніх сил. Пружну деформацію називають оборотною. Найбільша напруга, при якій діє лише пружна деформація. В цій царині діє закон Гука, тобто деформація пропорційна діючій нарузі.

Пластичність це властивість матеріалів незворотно деформуватись за рахунок зовнішніх сил. Пластична (залишкова) деформація, що не зникає після зняття навантаження, є незворотною. Механічні властивості будівельних матеріалів характеризують діаграмою деформацій в координатах: механічна напруга - відносна деформація. Початкові ділянки діаграми деформування - прямолінійні. Це визначає, що матеріал працює як пружне тіло і його деформація пропорційна нарузі. При підвищенні напруги в сталевому зразку

спостерігають пластичні деформації у вигляді горизонтальної площадки стосовно плинності. Проте бетон характеризується руйнуванням при якому пластичні деформації незначні –площадка плинності відсутня.

На характер і величину деформації впливає не тільки величина механічного навантаження , а і швидкість його прикладання , а також температури матеріалу. Звичайно підвищення швидкості навантаження , а відповідно і деформування , разом із зниженням температури матеріалу – деформації наближаються до пружних і пружно-пластичних за характером. Деформації при цьому зменшуються за своєю абсолютною величиною. Якщо пластична деформація повільно зростає в продовж довгого часу під впливом постійних силових чинників, що не здатні викликати залишкову деформацію, її називають деформацією повзучості, а весь процес –повзучістю. Явище повзучості визначається у безупинної зміни розмірів тіла зразка під дією постійних силових впливів (напруги нижче межі міцності), якщо температура буде нижче температури плавлення. Повзучість визначається в одиницях швидкості деформації як відносне змінення розмірів зразка в мм за час в годинах.

Деформаційні властивості будівельних матеріалів обумовлюються періодом або часом релаксації. Релаксацією називається процес мимовільного падіння внутрішньої напруги в матеріалі, пов'язаної з молекулярним переміщенням, за умови, що початкова величина деформації залишається незмінною, наприклад зафіксованою жорсткими зв'язками. Характер початкової деформації в період релаксації напруги може змінитися, наприклад з пружної перейти в необоротну (пластичну), що пов'язане з Час або період релаксації визначає тривалість релаксаційних процесів, в результаті яких первинна величина напруги при строго зафіксованій деформації знизилася в e разів (e - основа натурального логарифма, рівна 2,718...). Ця величина є важливою характеристикою будівельних матеріалів: чим вона менша, тим менш деформаційним є матеріал. Нерідка час релаксації залежить від температури матеріалів у момент випробування і швидкості додатка навантаження, будучи перемінною величиною.

До пружних матеріалів відносяться природні і штучні кам'яні матеріали, скло, сталь; до пластичних - бітуми при позитивних температурах, деякі види пластмас, бетонні і розчини суміші до твердіння. При вельми малій тривалості дії сил в порівнянні з величиною часу релаксації всі матеріали (тіла) поводяться як пружно-крихкі і мають повну оборотність деформацій, якщо, звичайно, напруга не порушує їх сплошності.

Крихкість - властивість матеріалу руйнуватися після незначної пластичної деформації. Крихкому матеріалу на відміну від пластичного не можна надати при пресуванні бажану форму, оскільки такий матеріал під навантаженням дробиться на частини, розсипається. Крихкими є природні і штучні камені, скло, чавун і ін. Приблизним значенням міри крихкості служить такий стан матеріалу, коли руйнування від вантаження відбувається без гальмування тріщини, раптово.

Провести чітку межу між пластичними і крихкими тілами неможливо. Навіть у одному і тому ж тілі можна спостерігати або пластичність, або крихкість. На характер деформації впливають різні чинники, такі як температура, тип напруженого стану, швидкість деформації, довкілля і ін. Підвищення температури, як правило, сприяє пластичності, при пониженні температури зростає крихкість. Вплив напруженого стану на характер деформації показують досліди з крихкими матеріалами. Наприклад, мармур при лінійному напруженому стані - крихке тіло, але при деформації в умовах об'ємного напруженого стану він набуває пластичності. У всякому тілі, схильному до дії зовнішніх сил, виникають внутрішні сили. Це відбувається унаслідок деформації твердого тіла: атоми або іони, створюючи кристалічну решітку, зміщуються відносно своїх положень рівноваги, а сили зв'язку між ними протидіють цьому зсуву як внутрішні сили.

Міцність - здатність матеріалу чинити опір руйнуванню, а також незворотній зміні форми (пластичній деформації) при дії зовнішніх навантажень. Мірою міцності матеріалу є межа міцності - найбільша напруга, відповідна наростаючому навантаженню, при якому зразок матеріалу руйнується. Окрім вказаної, типовими характеристиками служать межі пружності і пластичності, відповідні напрузі на діаграмі деформації відповідно для крапок А і Б. Все ці характеристики міцності відносяться до короткочасної дії прикладеного навантаження. При тривалій дії навантаження зростає небезпека порушення структури матеріалу. На практиці руйнування матеріалу починається значно раніше за той момент, коли напруга в нім досягне теоретичного граничного значення. Це пояснюється тим, що в реальних матеріалах багато дефектів самого різного рівня (починаючи від молекулярного і кінчаючи макродефектами, наприклад тріщинами). Для експериментального визначення межі міцності матеріалу використовують зразки правильної геометричної форми - куби, призми, циліндри, стрижні, смужки. Розміри зразків, процедура випробування, вигляд і швидкість вантаження, правила обробки результатів витримуються в строгій відповідності з вимогами стандарту. Найчастіше матеріали випробовують стискуючим або розтягуючим навантаженням F.

Різні матеріали відрізняються межею міцності при стискуванні: від 0,05 (пінополістирол) до 1000 МПа і більш (високоміцна сталь). Часто одні і ті ж матеріали мають неоднакову межу міцності, і залежно від цього їх підрозділяють на марки і сорти. Так, марки будівельного розчину відповідають межі міцності (кгс/см²) від 4 до 200, звичайного бетону - від 100 до 600, керамічної цеглини - від 75 до 300.

Міцність матеріалу залежить від його структури, пористості, вологості, дефектів будови, температури, стану поверхні і інших чинників.

РОЗДІЛ 4 ЗАСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЯКОСТЕЙ БУДІВЕЛЬ

4.1 Класифікація способів посилення елементів будівель та споруд

В процесі експлуатації будівель і споруд будівельні конструкції пошкоджуються внаслідок корозії арматури і руйнування бетону, що приводить до зниження несучої здатності і як наслідок виникнення аварійної ситуації. Основними традиційними способами посилення конструкцій є збільшення їхнього перерізу за рахунок приєднання до них нових елементів, введення зтягувань і шпренгелів зі створенням попередньої напруги, устрій дублюючих елементів і розвантаження конструкцій. В умовах діючого виробництва дані способи посилення не завжди можна застосувати через велику вагу конструкцій посилення, трудомісткості монтажу.

Для посилення й відновлення експлуатаційної придатності залізобетонних конструкцій використовується метод зовнішнього армування композитними матеріалами: вуглепластиковими стрічками й полотнами із застосуванням клеїв, ремонтних і захисних сумішей на основі епоксидних смол. Перевагами композитних матеріалів є: високі міцність і модуль деформації, мала вага, технологічність, несприйнятливність до агресивних зовнішніх факторів, здатність повторювати форми підсилюваних конструкцій, витривалість (табл.4.1).

Таблиця 4.1 - Основні характеристики вуглецевих композитних матеріалів

Тип матеріалу	Міцність на розтягування, МПа	Модуль пружності, ГПа	Товщина, мм	Ширина, мм
Стрічка	1450-3050	300-165	1,2-.1,4	50-120
Полотно	3500	230	0,13	610

Загальна технологічна схема відновлення експлуатаційної придатності й посилення конструкцій:

1. Очищення конструкції від продуктів корозії й деструкції бетону.
2. Обробка арматури захисними сумішами, що перешкоджають корозії.
3. Відновлення перерізу ушкодженого залізобетон-ного елемента.

4. Наліпка вуглепластикових стрічок і полотен для відновлення несучої здатності.
5. Нанесення захисних сумішей по поверхні залізобетонних елементів.

4.2 Вразливі місця та дефекти конструкцій будівель

Надземні будівлі, на відміну від інших типів споруд - обсіпних, котлованих, підземних, характеризуються специфічними особливостями, що визначають їх експлуатаційні якості, а також специфікою догляду за ними, організацією оглядів і ремонту; ці особливості визначаються насамперед кліматичними умовами, призначенням будівель, матеріалами їх конструкцій, інженерного обладнання. Кліматичні умови району розміщення будівель накладають відбиток на їх експлуатацію відповідно до сезонів року, яка особливо складна і трудомістка взимку і до якої ведеться підготовка огороджувальних конструкцій, інженерного обладнання та систем в теплий період.

Найбільш характерними і важливими особливостями експлуатації будівель є перераховані нижче [3]:

- вибірковий ремонт конструкцій і інженерного обладнання, оскільки будівлі зведені з різних по довговічності і зносу матеріалів і конструкцій;
- доступ до конструкцій в надземних будівлях і зовні, і зсередини, що полегшує огляди, діагностику ушкоджень, визначення місць та обсягів ремонтних робіт;
- збереження проектних умов для підстав, захист їх від підтоплення, зволоження і промерзання, бо будівлі вельми чутливі до деформацій підстав, небезпечним для всієї надземної частини;
- відновлення герметичності стиків великопанельних будинків, схильних до температурних деформацій, і як наслідок - пошкодження стиків і порушення температурного режиму в будівлях;
- захист конструкцій від зволоження як першопричина їх промерзання і руйнування, так як стіни і покриття будівель чутливі до промерзання, особливо після їх зволоження;
- захист даху і покриття, покрівлі, оскільки вони виконують важливі для збереження експлуатаційних якостей будівель функції і знаходяться в особливо жорстких умовах, зазнаючи багатьох механічних, фізико-хімічних і температурних впливів, а також

неприпустимим впливів при скиданні снігу і збиванні полою ломами і лопатами;

- збереження і відновлення герметичності огорожувальних конструкцій, сходових клітин, шахт ліфтів, входів, яка виключає надлишкову ексфільтрація тепла з будівель підвищеної поверховості, схильних до тепловому і вітрового напору, а також збільшення тепловтрат;
- підтримання на належному рівні зовнішнього вигляду будівель (входів, всього фасаду, водовідводів, дахів), так як вони є об'єктами огляду багатьох людей, викликаючи у них певні емоції, які повинні бути позитивними.

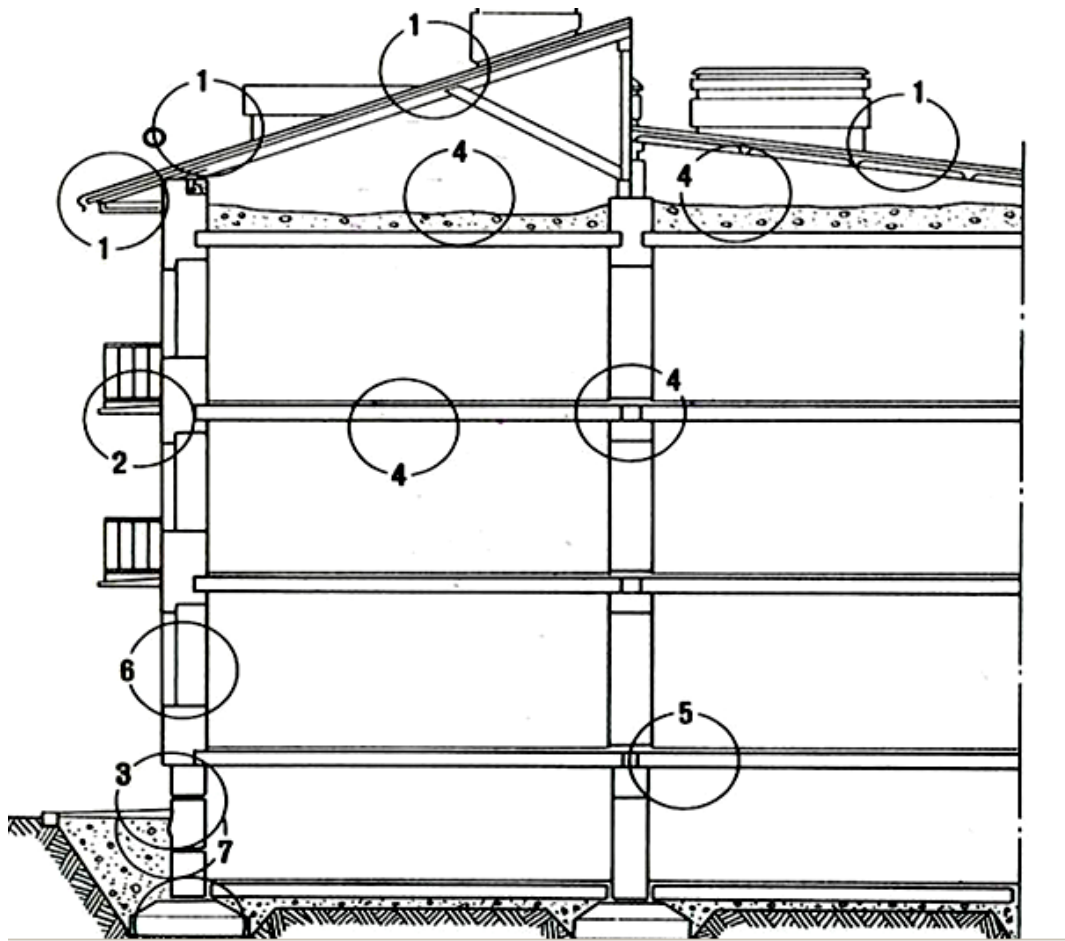
Аналіз досвіду експлуатації будівель, побудованих в останні десятиліття, дозволив виявити характерні, найбільш вразливі місця і дефекти, з яких починається руйнування конструкцій (рис. 4.1). Експлуатаційний персонал повинен провести аналогічний аналіз обслуговуються будівель, виявити в кожному їхньому типі найбільш вразливі місця, за якими треба встановити ретельне спостереження, щоб запобігти руйнуванню; це перш за все сполучення конструкцій з різних матеріалів, місця пропуску труб та ін.

Руйнування навантажених конструкцій проходить три стадії: стадію зародження тріщин в місцях великих концентрацій напруг і різноманітних дефектів, стадію повільного їх розвитку і стадію лавиноподібного руйнування при досягненні критичних напружень. Тривалість кожної стадії залежить від ступеня навантаженості конструкцій, рівня концентрації напружень у порівнянні з номінальними, характеру дефектів, додаткових впливів агресивного середовища і т. п.

Джерелами руйнування конструкцій найчастіше є конструктивні і технологічні концентратори напружень, зокрема початкові тріщини, дефекти зварювання, місця різких змін перетинів, стики конструкцій і т. п. У зварних конструкціях до найбільш слабких місцях, що призводить до відмов, відносяться зварні шви і зони термовліяння ; в збірних залізобетонних конструкціях – стики як щодо водо- і газопроникності, так і руйнування (корозії) елементів зв'язку.

Початок руйнування обумовлюється несприятливим поєднанням руйнуючих факторів: висока вологість, низька температура, скупчення снігу, пилу, забруднення повітря пилом, наприклад вугільної, сполуками сірки та ін. Багатовіковий досвід будівництва свідчить, що пошкодження і вихід будівель і споруд з ладу завжди були наслідком сукупного впливу багатьох чинників, у тому числі основними були недостатнє врахування роботи конструкцій і дефекти їх виготовлення. В даний час удосконалюються теорія і практика будівництва, підвищується надійність окремих елементів і споруд в цілому завдяки використанню нових будівельних матеріалів, конструкцій і типів будівель.

Процентні співвідношення виходів з ладу (відмов) будівель і споруд, виходячи з однакового їх кількості, % [3]:



1 - на покрівлі; 2 - на балконі; 3 – на цоколі; 4 - в перекритті; 5 - на стіні

Рисунок 4.1 - Найхарактерніші вразливі місця з яких починається руйнування конструкцій

✓ За призначенням споруд: виробничі – 47; інженерні - 17; суспільні, побутові – 16; житлові – 14; сільськогосподарські – 6.

✓ За видами конструкцій виробничих будівель: балки, прогони – 29; перекриття – 24; колони – 21; перегородки - 12; ферми – 8; стіни – 6.

✓ За матеріалами конструкцій виробничих будівель: кам'яні - 32; металеві - 12,5; великопанельні, великоблочні - 6; збірні залізобетонні – 30; монолітні залізобетонні - 17,5; інші конструкції -2.

Аналізуючи наведені процентні співвідношення ушкоджень (відмов), бачимо, що більше їх число в виробничих будівлях пояснюється великими прольотами конструкцій і навантаженнями на них, агресивним впливом середовищ в зонах концентрації напружень; в житлових - виходом з ладу стиків великих панелей, виконаних на нетривких містичних герметиках; в балкових

конструкціях - як найбільш складно працюють на розтяг при згині; в кам'яних і бетонних - через низький їх якість, поганий захисту від руйнівного впливу.

Виникнення одних дефектів носить випадковий характер інших - обумовлено організаційними або технологічними причинами. Для запобігання дефектам * необхідно виділити з них основні, роль яких у погіршенні технічних характеристик і експлуатаційних якостей будівель і споруд найбільш велика (70-80%). Виникнення таких дефектів зазвичай викликається однорідними причинами. Впливаючи на них, можна істотно підвищити якість будівництва споруд, спростити і здешевити їх експлуатацію.

Запропоновано методика ранжирування дефектів будівельної продукції, яка полягає у визначенні трьох показників: частоти виникнення дефектів при будівництві; матеріальних витрат на усунення дефектів; витрат праці на їх усунення.

Частота виникнення дефектів відображає кількісну сторону дефектності і показує, яка частка продукції дефектна:

$$F = P/N, \quad (4.1)$$

де P - обсяг дефектної продукції (змінюється від нуля до одиниці);

N - Загальний обсяг продукції.

Матеріальні витрати на усунення дефектів відображають якісну сторону дефектності та матеріальні втрати. витрати праці $T_{це}$ чисті втрати праці на усунення дефектів, пов'язані з демонтажем (T_D) і власне усуненням дефектів ($T_{пр}$) [3]:

$$T = T_D + T_{пр} \quad (4.2)$$

Однак прямі витрати на усунення дефектів визначаються з урахуванням ряду коефіцієнтів:

$$C = (T_D + T_{пр}) B k_n k_z k_v, \quad (4.3)$$

де T_D і $T_{пр}$ - трудомісткості розбирання, демонтаж та усунення дефектів, які визначаються за одиничними нормам і розцінками, люд.-год;

B - середньорічні затрати часу робочих, зайнятих усуненням дефектів (за уточненими даними ремонтно-будівельної організації за рік);

k_n -коефіцієнт переводу середньорічних витрат в середньочасову, який визначається як відношення $1/8,2 n$ (n - число робочих днів на рік);

k_z - запланований коефіцієнт зростання продуктивності праці по ремонтно-будівельної організації;

k_v - коефіцієнт втрат за низькоякісне виготовлення продукції, що дорівнює 1,5 (за Положенням про взаємини генерального підрядника з субпідрядними організаціями).

Наведений приклад оцінки дефектів дозволяє зробити їх ранжування, виявити ті з них, які суттєво погіршують технічний стан та експлуатаційні якості будівель. Таку оцінку доцільно проводити за видами робіт (наприклад, монтажні, покрівельні, оздоблювальні та ін.), Що буде сприяти підвищенню якості будівництва і ремонту будівель.

Високоякісне, бездефектне будівництво, здійснення якого є найважливішим завданням, зумовлює раціональну експлуатацію будівель, мінімальні витрати сил і засобів на неї, і, навпаки, будівлі, побудовані з дефектами, дуже ускладнюють експлуатацію, віднімають сили і засоби на їх усунення, внаслідок чого не проводяться планові заходи, знижуються експлуатаційні якості будівель, їх довговічність. Для запобігання цьому необхідно підвищити вимоги при прийманні будівель в експлуатацію, що і передбачено керівними документами.

4.3 Ремонт і підсилення фундаментів

4.3.1 Основні помилки у фундаментобудуванні

Перш ніж розглядати питання підсилення основ і перебудови фундаментів коротко зупинимося на термінах теорії надійності: безвідмовність, відмова й довговічність.

Основа - фундамент - споруда (будівля) являє собою єдину систему, що складається із взаємозалежних елементів. Слабкою ланкою в цій системі є споруда або фундамент, деформації яких обмежені деформацією основи. На цьому положенні базується розрахунок основ за деформаціями споруди (будівлі).

Під надійністю в техніці розуміють властивість будь-якої системи зберігати свою якість (дієздатність) у процесі експлуатації, сприймати всі тимчасові впливи як при виготовленні (зведенні стосовно до будівництва), так і корисному функціонуванні.

Безвідмовність - здатність системи безупинно зберігати дієздатність у певних умовах експлуатації протягом заданого часу. Безвідмовність містить у собі вимоги: міцності, твердості й стійкості як всієї системи, так і окремих її елементів.

Відмова - повне або часткове порушення надійної роботи елементів системи «О-Ф-С»(основа - фундамент – споруда). Відмова може проявлятися як у явному вигляді (наприклад, раптове, миттєве обвалення), так і у вигляді поступового порушення, спричиненого умовами експлуатації. Тому відмови системи «О-Ф-С» поділяють на миттєві і поступові. Перші найчастіше виникають під впливом випадкових зовнішніх чинників (наприклад, при

землетрусі високої бальності, перевантаженні фундаментів чи конструкцій та ін.), які проявляються раптово. Другі викликані не випадковими чинниками (дефекти в конструкціях, недостатнє врахування властивостей основи, фізичне зношення фундаментів, деформації стомленості та ін.), розтягнуті в часі і можуть бути виправлені при проектуванні та будівництві.

Миттєві відмови важко заздалегідь передбачати і врахувати. Поступову відмову можливо врахувати заздалегідь. Більшість відмов системи «О-Ф-С» є поступовими.

Довговічність - властивість системи зберігати дієздатність і ефективність при встановленій системі ремонтів, аж до стану, при якому експлуатація стає неможливою або небезпечно, а ремонт або відновлення економічно недоцільним.

Перебудову як більш загальне поняття, що полягає в будь-якій зміні конструкції або розмірів фундаментів з метою пристосування їх для використання в змінених умовах експлуатації, можна поділити на підсилення й реконструкцію. Підсилення фундаментів пов'язане з відновленням або заміною морально або фізично зношених (зруйнованих) конструктивних елементів, зі зменшенням несучої здатності основи, а також зі збільшенням навантажень на фундамент. Під реконструкцією фундаментів розуміють зміну конструкції у зв'язку із заміною надземних конструкцій або технологічного устаткування, а також зі зміною функціонального призначення будівлі або споруди. Реконструкція фундаментів, як правило, не пов'язана з їхнім руйнуванням (зношуванням).

Залежно від характеру виконуваних робіт у таблиці наведені основні види, способи й цілі перебудови фундаментів. Кожний вид перебудови здійснюється різними способами, вибір яких визначається конкретними умовами: станом основи, характером ушкодження фундаменту і його елементів, цілями перебудови, наявними технічними ресурсами та ін.

Випадки порушення роботи основ і фундаментів зустрічаються часто. Вони, обумовлені переважно помилками, допущеними при інженерно - геологічних вишукуваннях, проектуванні, будівництві й експлуатації.

При проектуванні часто неможливо врахувати непередбачувані зовнішні впливи на ґрунти основи. Несприятливим є підвищення вологості в процесі експлуатації (обводнення за рахунок витоків і підвищення рівня підземних вод), особливо в умовах просадкових ґрунтів. У ряді випадків на будівельному майданчику проходять недостатню кількість геологічних виробок, трапляються помилки в лабораторних визначеннях фізико-механічних показників ґрунтів.

Відсутність належного контролю за роботами нульового циклу призводить до порушення природної структури верхніх шарів ґрунту при розробці котлованів, до неправильного проведення водознижувальних (замість глибинного водозниження практикують відкритий водовідлив) і вибухових робіт, до замочування та проморожування основи при тривалому простої, до негативного впливу динамічних навантажень на сусідні будинки від занурення паль, шпунта та ін.

У процесі будівництва зустрічаються випадки прискореного монтажу і раннього замонолічування стиків, що є несприятливим чинником в умовах слабких ґрунтів, розміщення на неущільненій зворотній засипці механізмів, застосування бетону зниженого класу, вплив поряд розташованих існуючих фундаментів, відсутність завершених планувальних робіт і т.ін.

При експлуатації будівель і споруд часто відбувається замочування основи агресивними водами, що призводить не тільки до розвитку несприятливих процесів у ґрунтах (хімічного набрякання, осідання), але й до руйнування фундаментів внаслідок корозії матеріалу; позначається динамічний вплив установленого обладнання, переобтяження фундаментів за рахунок однобічного привантаження складованою продукцією, порушення стійкості будівель й споруд на зсувних схилах та ін.(табл.4.2).

4.3.2 Натурні обстеження фундаментів та їх основ

Натурні обстеження основ і фундаментів слід проводити після одержання від відповідних організацій (проектної, органів нагляду) дозволу на проведення цих робіт.

Метою обстеження основ і фундаментів є виявлення їх фактичного стану.

Роботи по проведенню обстежень включають наступні види:

- ознайомлення зі станом ґрунтів і конструкцій будівлі і складання програми обстежень фундаментів;
- візуальне (загальне) обстеження конструкцій будівлі;
- детальне (технічне) обстеження фундаментів і вивчення ґрунтів основи;
- визначення міцності та тріщиностійкості конструкцій фундаментів;
- оцінку технічного стану конструкцій фундаментів за результатами обстеження.

Програма обстеження укладається на підставі технічного завдання замовника та ознайомлення із проектно-технічною документацією будівлі що реконструюється.

Технічне завдання містить наступні дані: обґрунтування для виконання робіт, цілі й завдання роботи, склад робіт, короткий зміст звітних матеріалів і зобов'язання замовника.

Ознайомлення із проектно-технічною документацією проводиться з метою врахування інженерно-геологічних умов майданчика, конструктивних особливостей роботи конструкцій, а також виявлення причин і характеру можливих дефектів.

На цьому етапі необхідно також установити фактично діючі навантаження на фундаменти з урахуванням власної ваги конструкцій, технологічного устаткування й тимчасових навантажень

Таблиця 4.2 - Основні види перебудов [3]

Вид перебудови	Найменування виду	Методи здійснення перебудови	Цілі перебудови
I	Зміцнення і закріплення основ	Осушення. Ущільнення: поверхнєве глибинне. Закріплення: силікатизація смолизація, цементация. Армування товщі ґрунту	Підвищення міцності основ і зменшення деформацій будівель і споруд
II	Підсилення фундаментів	Улаштування обойм. Розширення підшви. Підведення блоків. Підведення паль. Улаштування додаткових опор. Заміна й відновлення зруйнованих елементів. Заглиблення	Збільшення несучої здатності фундаментів і підвищення надійності роботи будівель і споруд
III	Реконструкція фундаментів	Заміна. Заглиблення. Зміна конструкції. Зміна розмірів.	Модернізація виробництва, зміна призначення і поліпшення експлуатаційних якостей будівель і споруд.
IV	Захист фундаментів і основ від агресивних впливів	Улаштування глиняних замків. Обмазувальна ізоляція. Обклеювальна ізоляція Улаштування притискних стінок і обойм. Гідроізоляція та захист підлог. Улаштування лотків і дренажних систем.	Підвищення довговічності й надійності основ і фундаментів
V	Зміцнення споруд на схилах і в укосах	Улаштування пальових стінок. Улаштування опор методом «стіна в ґрунті». Улаштування паль-шпонок, контрбанкетів.	Запобігання зсувних явищ.
VI	Виправлення кренів і перекосів фундаментів	Однобічне закріплення або зміцнення основи. Стабілізація положення споруди. Вибирання ґрунту з-під підшви. Осушування або обводнювання. Поворот механічними способами.	Відновлення та збереження експлуатаційних якостей споруд

У необхідних випадках варто встановити: проектну марку й клас бетону, діаметр, клас і кількість робочої арматури, марку цегли й розчину, геометричні розміри конструкцій і інші дані.

При відсутності зазначених вище даних вони уточнюються в процесі проведення обстеження, а при їх наявності вибірково перевіряються.

Візуальне обстеження конструкцій будівлі слід проводити з метою визначення стану конструкцій, наявності тріщин у стінах і перекриттях і їх фіксації (установлення їх напрямку, довжини, величини розкриття), а також виявлення осідання фундаментів.

Результати візуального обстеження конструкцій будівлі фіксуються у вигляді карти дефектів, нанесених на схематичні фасади, плани й розрізи будівлі, фотографії, або у вигляді таблиць із умовними позначками основних дефектів.

За результатами аналізу наявного матеріалу й візуального обстеження залежно від типу будівлі і її стану, складності інженерно-геологічних умов, а також залежно від цілей реконструкції (збільшення навантажень на фундаменти чи ін.) призначають склад, обсяг і методи обстеження ґрунтів і фундаментів. У випадку виявлення при візуальному огляді неприпустимих деформацій або ушкоджень конструкцій варто негайно повідомити замовника та проектну організацію.

Обстеження конструкцій фундаментів проводиться методом їх розкриття шляхом проходки шурфів або інших виробок.

Детальне обстеження фундаментів включає:

- огляд конструкцій і реєстрацію виявлених дефектів;
- обмірювання, вимір ширини розкриття тріщин, величини осідань і прогинів (інструментальне обстеження);
- визначення фактичних характеристик залізобетонних і кам'яних конструкцій шляхом випробування відібраних з них зразків або неруйнуючими методами (інструментальне обстеження). Склад і обсяг робіт, а також ступінь деталізації при обстеженні фундаментів визначається програмою робіт.

При огляді фундаментів фіксують:

- тріщини в конструкціях (поперечні, поздовжні, похилі й ін.);
- оголення арматури;
- вивали бетону і кам'яної кладки, каверни, раковини, ушкодження захисного шару, виявлені ділянки бетону зі зміною його кольорів;
- ушкодження арматури, закладних деталей, зварних швів (у тому числі внаслідок корозії);
- схеми обпирання конструкцій, невідповідність площин обпирання збірних конструкцій проектним вимогам і відхилення фактичних геометричних розмірів від проектних;
- найбільш ушкоджені й аварійні ділянки конструкцій фундаментів;
- результати визначення вологості матеріалу фундаменту і наявність гідроізоляції.

Визначення стану конструкцій за вологістю фундаментів проводять методами:

- добору проб з матеріалу фундаментів і наступного дослідження їх у лабораторії;

- електрометричним за оцінкою питомого опору матеріалу кладки та ін.

При визначенні стану за вологістю конструкцій фундаментів варто встановити причини їх зволоження.

Детальному обстеженню підлягають всі конструкції фундаментів, у яких при візуальному огляді виявлені серйозні дефекти. Якщо за результатами попереднього обстеження зроблена достатня відповідно до поставлених завдань оцінка стану конструкції, то детальне обстеження можна не проводити.

Детальні обстеження проводять з метою уточнення вихідних даних, необхідних для виконання повного комплексу розрахунків конструкцій об'єктів, що підлягають реконструкції.

Залежно від стану конструкцій і необхідних завдань обстеження може бути суцільним і вибіркоvim. При суцільному обстеженні перевіряються всі конструкції фундаментів під кожною стіною й всіма колонами. При вибіркоvim обстеженні перевіряються окремі конструкції, що становлять вибірку, обсяг якої призначається залежно від стану конструкцій і завдань обстежень, але не менш трьох.

При інструментальному обстеженні стану фундаментів у необхідних випадках слід визначати:

- міцність і проникність бетону;
- кількість арматури, її площу й профіль;
- товщина захисного шару бетону;
- ступінь і глибину корозії бетону (карбонізація, сульфатизація, проникання хлоридів і т.д.);
- міцність матеріалів кам'яної кладки;
- нахили, прекуси й зрушення елементів конструкцій;
- ступінь корозії сталевих елементів і зварних швів;
- деформації основи;
- осідання, крени, прогини фундаментів.

При неруйнуючому методі контролю в залізобетонних конструкціях положення і діаметр арматури визначають магнітним і радіаційним методом за ДСТ 17625-83. Товщину захисного шару бетону й арматури також визначають методом розкриття.

Ділянки для контролю армування (діаметр, розміщення арматури, товщина захисного шару) рекомендується розташовувати:

- у місцях підвищеного розкриття тріщин;
- для позацентрово стиснених фундаментів з малим ексцентриситетом у довільному, зручному для доступу перетині по довжині конструкції;
- для позацентрово стиснених фундаментів з більшим ексцентриситетом, а також для гнучких конструкцій - у передбачуваних розрахункових перетинах.

Важливим показником стану залізобетонної конструкції фундаменту є фактична величина міцності бетону, її відповідність проектній міцності.

При детальному обстеженні міцність бетону слід визначати методами:

- випробування зразків (кернів), випиляних або вибуренних з конструкції фундаменту;

- механічними методами неруйнуючого контролю;

- ультразвуковим методом або методом радіаційної дефектоскопії.

Допускається використання й інших методів, передбачених державними й галузевими стандартами.

При обстеженні кам'яної кладки фундаментів необхідно враховувати міцність каменю, розчину та вид напруженого стану.

Міцність каменю може бути визначена неруйнуючим способом за допомогою ультразвукових приладів.

При реконструкції будівель поблизу динамічних джерел, що викликають коливання прилеглих до них ділянок основи, необхідно проводити вібраційні обстеження.

Вібраційне обстеження виконується з метою одержання фактичних даних про коливання ґрунту і конструкцій фундаментів будівель і споруд, що реконструюються, при наявності динамічних впливів:

- від устаткування, яке встановлюється або планується експлуатуватися в будівлі;

- від проходження наземного або підземного колісного чи рейкового транспорту поблизу від будівлі;

- від будівельних робіт при реконструкції;

- від інших джерел вібрації, розташованих поблизу будівлі, що підлягає реконструкції.

У випадку, коли внаслідок реконструкції істотно змінюються динамічні властивості будівлі і її основи, слід вимірювати параметри коливань з метою прогнозування рівнів її коливань після реконструкції.

Для вібраційних обстежень будівель, фундаментів, їх основ і підземних споруд рекомендується застосовувати комплекси апаратури, що забезпечують запис коливань у діапазоні частот від 1 до 100 Гц.

Для аналізу результатів вібраційного обстеження крім фактичних даних про коливання конструкцій фундаментів (ділянок ґрунту) необхідні наступні матеріали:

- дані інженерно-геологічних і геодезичних вишукувань;

- результати спостережень й виміру деформацій конструкцій будівлі, осідання фундаментів;

- дані про наявність тріщин, ушкоджень конструкцій;

- дані про стан і фактичну несучу здатність конструкцій і основи під фундаментами будівлі.

Результати вібраційного обстеження слід подавати у вигляді таблиць середньоквадратичних значень вібропереміщень (віброшвидкостей, віброприскорень) в обстежених точках.

За результатами вібраційного обстеження фундаментів або конструкцій підземних споруд роблять висновок про допустимість наявних вібрацій для нормальної експлуатації споруди, або ж дають рекомендації щодо зменшення динамічного впливу на несучі конструкції обстежуваної споруди чи її реконструкції з метою зменшення рівня коливань до припустимого.

За результатами обстеження складається:

- технічний звіт, що містить: результати обстеження, які подають у вигляді дефектних відомостей стану конструкцій фундаментів, наявності їх деформації, осідань, дефектів матеріалів та ін. ушкоджень, у тому числі плани й розрізи будівель з інженерно-геологічними профілями; конструктивні особливості будівлі, фундаментів, їхню геометрію; схеми розташування реперів, марок; опис застосованої системи вимірів; фотографії, графіки й епюри горизонтальних і вертикальних переміщень, кренів, розвиток тріщин; перелік чинників, що сприяють виникненню деформацій; оцінку міцносних і деформаційних характеристик матеріалу конструкцій фундаментів;

- технічний висновок про можливості використання конструкцій фундаментів при реконструкції.

Технічний висновок про можливості реконструкції будівлі при збільшенні навантажень на її основу, влаштування підземної споруди поблизу неї або в межах її забудови, а також при поглибленні підвалів містить:

- технічну характеристику передбачуваної конструкції;
- опис існуючого стану будівлі;
- плани несучих конструкцій, у тому числі фундаментів із вказівкою глибини їх закладення;

- дані про навантаження, що діяли на фундаменти будівлі до реконструкції;

- дані про додаткові навантаження на будівлю або споруду і їх розподіл на окремі фундаменти після реконструкції;

- відомості про деформації будівлі й дані нівелювання цоколя або вікон першого поверху;

- відомості про матеріал фундаментів;

- дані інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань (узагальнення архівних матеріалів, опис шурфів і свердловин, геологічні розрізи по основних напрямках розташування несучих конструкцій, фізико-механічні характеристики ґрунтів основ, необхідні для обчислення деформацій будівлі після його реконструкції, відомості про глибину залягання підземних вод, зміну рівня їх залягання в осінньо-весняний період, склад і характер їх агресивності);

- перевірочні розрахунки існуючих і очікуваних після реконструкції тисків на ґрунти основ;

- прогноз середніх осідань будівлі і їх нерівномірності після реконструкції;

- висновки й рекомендації щодо реконструкції основ і фундаментів, які включають у себе тип фундаментів, що реконструюються і технологію їх влаштування.

Обстеження фундаментів мілкого закладення, обгороджуваних підземних конструкцій, виду й стану ґрунтів основи здійснюють проходкою шурфів на глибину до 1.5 м нижче подошви. Обстеження пальових фундаментів або фундаментів з підвищеною глибиною закладення, а також їх основ роблять шляхом проходки шурфів-дудок.

Дослідження ґрунтів при перебудові фундаментів варто робити так само, як і при новому проектуванні. Вишукування для реконструкції будівель повинні забезпечити одержання за допомогою польових і лабораторних методів таких характеристик ґрунтів як щільність і вологість для всіх ґрунтів, гранулометричний склад піщаних ґрунтів, число пластичності і показник текучості глинистих ґрунтів, ступінь заторфованості та ступінь розкладання рослинних залишків органічно-мінеральних ґрунтів, коефіцієнт фільтрації, модуль деформації, кут внутрішнього тертя й питоме зчеплення.

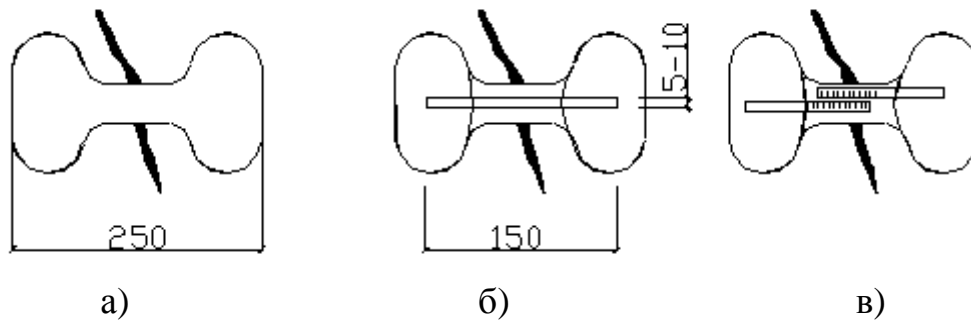
Загальне число контрольних шурфів, розвідницьких виробок і точок зондування встановлюють залежно від складності геологічної будови й ступеня вивченості території, розмірів будівель та споруд. Інженерно-геологічному обстеженню основ і фундаментів передують детальне вивчення наявних проектних і архівних матеріалів первинних вишукувань, стану існуючих будівель і споруд, умов закладення фундаментів і інших підземних комунікацій.

Спостереження за величинами осідань і деформаціями є спеціальним видом геодезичних робіт, які виконуються за погодженою із проектною або науково-дослідною організацією програмою. З огляду на те, що на період спостережень основна частина деформацій, як правило, завершена, для оцінки швидкості їх протікання необхідно забезпечувати максимальну точність спостережень.

Спостереження за осіданням здійснюються методом геодезичного нівелювання. Найбільш оптимальною в умовах реконструкції і підсилення фундаментів може бути так звана методика "безреперного" нівелювання», при якій визначають лише значення відносних вертикальних переміщення осадових знаків. При цьому вертикальні переміщення визначають шляхом порівняння відповідних перевищень, обмірюваних у різні моменти часу.

Спостереження за кренами будівлі або фундаментів здійснюють методом геодезичного нівелювання (по різниці осідання протилежних сторін, віднесеної до поперечного розміру) або способом проєкціювання з використанням теодоліта (по різниці відліків проєкцій вгору й вниз, віднесеної до висоти).

До складу геодезичних робіт входить також організація спостережень за тріщинами. Ці спостереження мають дві мети: виявити поширення зон деформацій (маяками, рис.4.2) і встановити характер розвитку ушкоджень у часі, (наприклад, за допомогою найпростішого мікроскопа). [3]



а - у формі вісімки; б - зі скляною пластинкою; в - з пластинками що перекривають одна одну

Рисунок 4.2 - Види алебастрових маяків

На основі викладеного застосовують наступний порядок виконання робіт при посиленні фундаментів і їхніх основ.

1. Обстеження будівлі (споруди) з попереднім висновком про причини деформацій.
2. Геодезичні спостереження до попереднього висновку і після нього.
3. Інженерно - геологічні вишукування на стадії технічного проекту.
4. Аналіз деформацій і їх причин.
5. Розробка варіантів підсилення (технічний проект перебудови фундаментів).
6. Інженерно - геологічні вишукування на стадії робочих креслень.
7. Розробка робочих креслень підсилення фундаментів або зміцнення основ.
8. У зв'язку з можливим при перебудові фундаментів збільшенням потужності активної зони (особливо при наявності слабких ґрунтів) виконують розрахунок основ за граничними станами.

4.3.3 Зміцнення і підсилення основ

Зміцнення й підсилення основ може бути здійснено шляхом осушення і дренажу, закріплення і зміцнення ґрунтів.

Осушення і дренаж основ застосовують самостійно або в комплексі з активними способами захисту від деформацій (підсилення фундаментів, заміна або підсилення надземних конструкцій).

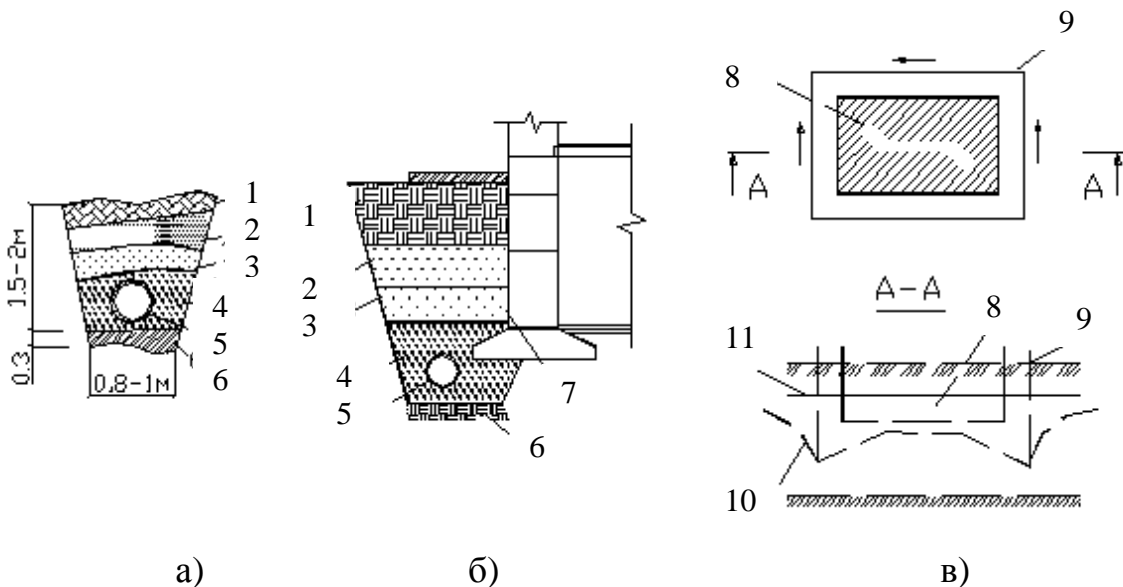
Для захисту основ від впливу підземних вод здійснюють наступні заходи:

1. Повне припинення доступу води на забудовану територію. У цьому випадку влаштовують нагірні канали і кювети, водоперехоплюючі і відвідні лотки, дренажні траншеї або засипання із відвідними дренажними трубами,

(рис.4.3,а) протифільтраційні завіси та ін. Сюди ж належать заходи щодо відведення поверхневих вод, здійснюваного шляхом вертикального планування і влаштування зливової каналізації.

2. Водозахисні заходи, призначені для відводу води потрапляючої до будівлі від розташованих поряд джерел замочування. У цьому випадку влаштовують кільцеві дренажі у вигляді траншей з прокладеними в них дренами, заповнених дренажним матеріалом, дренажні завіси, дренажні галереї та ін.

3. Заходи, направлені на зниження рівня підземних вод безпосередньо під фундаментами будівлі. Застосовують пристінний дренаж уздовж обгороджуючої стіни з зануренням дренажних відвідних труб нижче подошви фундаменту, (рис. 4.3, б), вертикальний дренаж з водознижуючих свердловин (рис. 4.3, в), променевий дренаж у вигляді горизонтальних дрен, виконаних з вертикального колодязя та ін. При цьому слід досягати такого зниження, щоб крива депресії проходила на 0.5м нижче необхідного рівня осушення основи.



а) закритий дренаж; б) пристінний дренаж; в) кільцева система водозниження при всебічному припливі підземних вод; 1 - місцевий ґрунт; 2 - дрібнозернистий пісок; 3 - грубозернистий пісок; 4 - гравій (щебінь); 5 - трубчаста дрена; 6 - ущільнений ґрунт; 7 - вертикальна гідроізоляція підвальної стіни; 8 - захищаєма будівля; 9 - вісь водознижувальних (дренажних) свердловин; 10 - знижений рівень підземних вод; 11 - первісний рівень підземних вод

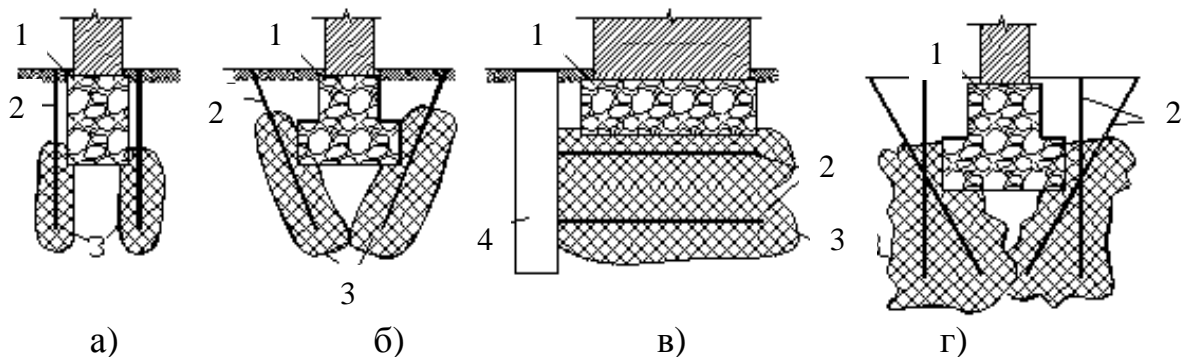
Рисунок 4.3 - Схема дренажних пристроїв [3]

При здійсненні водозниження в ґрунтах, що мають коефіцієнт фільтрації менше 0.1м/сут., використовують спеціальні методи водозниження - вакуумування й електроосушення.

Дренажні води відводяться від фундаментів самопливом або примусовою відкачкою зі скиданням їх у каналізаційну або зливову мережу, водоймища.

Підвищення міцності основ, у тому числі й на період підсилення фундаментів і надземних конструкцій, може бути забезпечено методами закріплення (хімічне, термічне, фізико-хімічне).

За характером розташування ін'єкторів хімічне закріплення може бути вертикальним, похилим, горизонтальним і комбінованим (рис.4.4,а, б, в і г відповідно). Закріплювані зони можуть бути стрічковими, суцільними, переривчастими, кільцевими.



1 – фундамент, 2 - ін'єктор, 3 - зона закріплення, 4 - шахта

Рисунок 4.4 - Схеми можливого розташування ін'єкторів при закріпленні основ

Вибір способу і схем закріплення залежить від виду та характеристик ґрунту основи, форми і розмірів фундаменту, діючих навантажень.

До традиційних способів хімічного закріплення відносять цементацію, силікатизацію (одно- і двофазну, газову, електросилікатизацію), електрохімічне закріплення, смолизацію.

Термозакріплення (випал) застосовується, головним чином, при закріпленні лесових необводнених ґрунтів.

Фізико-хімічні або комбіновані способи ґрунтуються на ін'єкційній і бурозмішувальній технології. До цих способів відносять нагнітання цементно-піщаних розчинів, розрядно-імпульсний (електророзрядна обробка свердловин із закріплюючим матеріалом) і струменеву технологію (гідралічне руйнування ґрунту в свердловині високонапірними струменями з наступним заповненням порожнин, що утворилися, закріплюючим матеріалом).

Підсилення основи може бути забезпечено також глибинним ущільненням ґрунту механічними способами - улаштуванням похилих ґрунтових паль (піщаних і ґрунтовапняних) чи включенням у основу твердих елементів (наприклад, залізобетонних, буронабивних і буроін'єкційних паль).

Основи можуть бути посилені шляхом улаштування по периметру фундаменту обгороджуючої стінки нижче подошви на глибину, рівну 1-2 ширинам фундаменту. Обгороджуючі стінки можуть бути вертикальними або похилими, з монолітного або збірного залізобетону, шпунта, паль (задавлюваних, буронабивних, буроін'єкційних). Ґрунт основи, розташований між обгороджуючими стінками, ущільнюється, отже частину навантаження внаслідок тертя сприймають стінки. Крім того, обгороджуючі стінки перешкоджають випиранню слабого ґрунту з-під подошви.

4.3.4 Підсилення та реконструкція фундаментів мілкового закладення

Вибір методу підсилення і реконструкції фундаментів мілкового закладення (як стрічкових, так і стовпчастих) залежить від причин, що викликають необхідність такого підсилення, конструктивних особливостей існуючих фундаментів і ґрунтових умов майданчика. Як правило, застосовують такі методи. [3]

1. В разі руйнування матеріалу фундаменту, недостатньої несучої здатності основи і необхідності часткового збільшення навантаження, застосовують підсилення кладки шляхом:

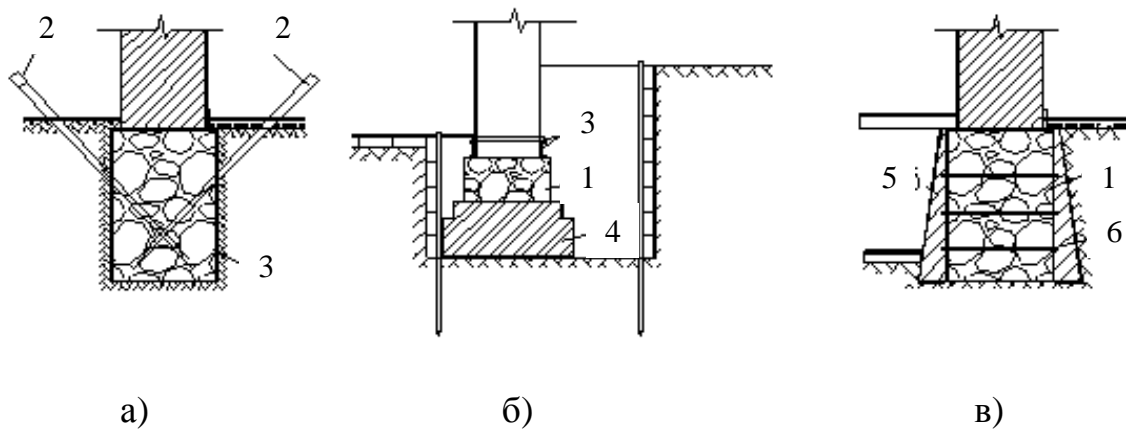
- нагнітання цементного розчину в порожнечі;
- заміну слабкої ділянки фундаменту;
- влаштування бетонних або залізобетонних обойм без розширення або з розширенням подошви фундаменту (рис. 4.5,а, б, в).

2. При великій товщі слабких ґрунтів у основі, корозійному або іншому руйнуванні фундаментів, необхідності збільшення глибини закладення або зміни підземної частини будівлі здійснюють підводку конструктивних елементів (плити, стовпи) під існуючі фундаменти (рис. 4.6,а, б). Підводку стовпів і плит виконують у шаховому порядку або шляхом зведення суцільної стіни.

3. При неможливості розширення подошви фундаментів і наявності великої товщі слабких ґрунтів підсилення здійснюють шляхом:

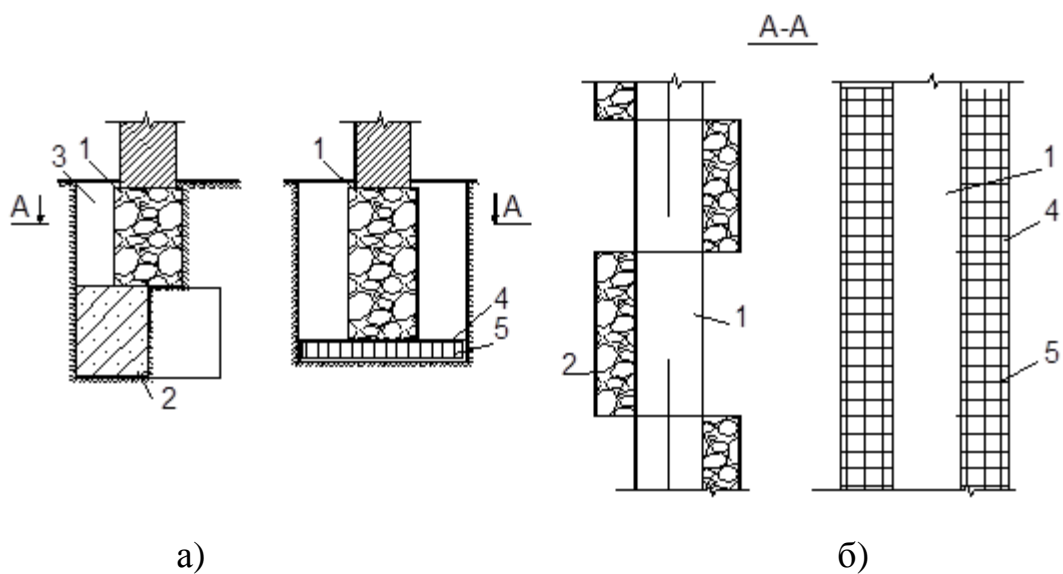
- влаштуванням проміжних опор, які за допомогою обойм замоноличують з тілом фундаменту.
- постановкою фундаментів на палі.

Застосовують задавлювані палі (металеві, залізобетонні), у тому числі складові (рис.4.7,а), набивні (рис.4.7,б), буроін'єкційні (рис.4.7,в).



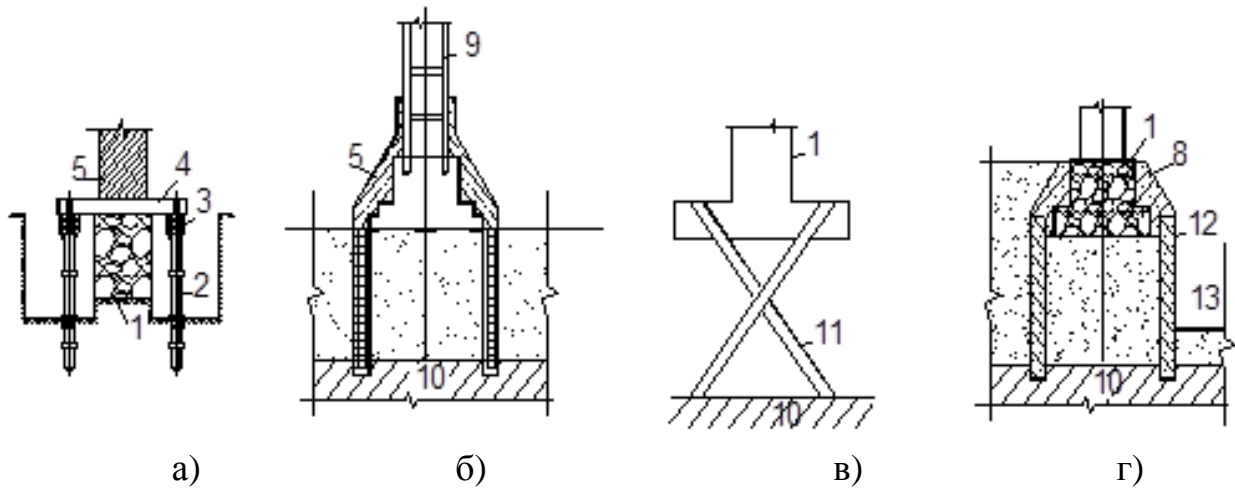
а - цементациєю; б - заміною слабкої ділянки; в - бетонною обіймою;
 1 - існуючий фундамент; 2 – ін'єктор; 3 - металеві підкріплюючі балки;
 4 - новозведена частина фундаменту; 5 - обійма; 6 - анкерні стрижні

Рисунок 4.5 - Укріплення фундаменту



а - стовпи із шаховим розташуванням у плані; б - залізобетонні плити;
 1 - фундамент; 2 - стовп; 3 - шурф; 4 - плита; 5 - арматурний каркас.

Рисунок 4.6 - Конструктивні рішення підводки фундаменту



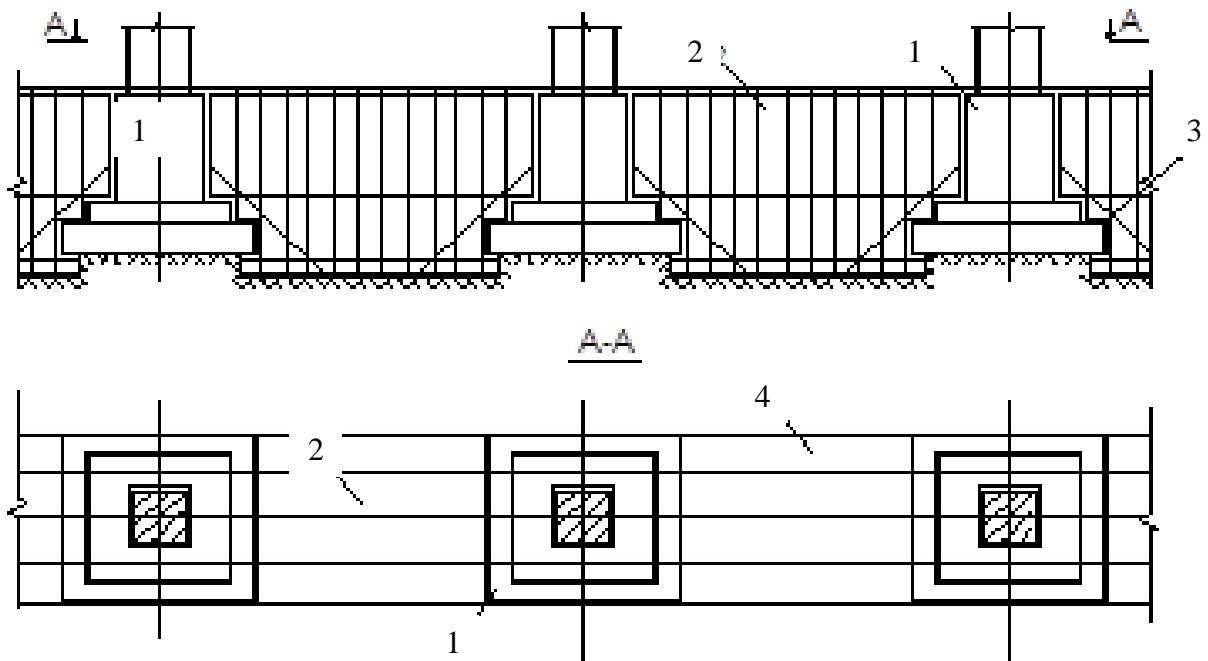
а - задавлюваними; б - набивними; в – буроін'єкційними; г - стіною в ґрунті; 1 - існуючий фундамент; 2 - металеві трубчасті палі; 3 - оголовок ; 4 - монолітна залізобетонна балка; 5 - стіна будівлі; 6 - труба для подачі бетону; 7 - набивна паля; 8 - залізобетонна обойма; 9 - колона; 10 - щільний ґрунт; 11 - буроін'єкційна паля; 12 - стіна в ґрунті; 13 - підвальне приміщення.

Рисунок 4.7 - Схеми підсилення фундаментів палями та глибокими стінами

В окремих випадках палі (складові задавлювані, буроін'єкційні) слід підводити під подошву фундаменту. Влаштування буроін'єкційних паль здійснюється нагнітанням через ін'єктор цементного розчину з водоцементним відношенням 1:1 або пластичного бетону на дрібному заповнювачі. При більших навантаженнях підсилення може бути зроблене шляхом постановки фундаменту на виносні конструкції, влаштовані по периметру способом «стіна в ґрунті». Такий спосіб підсилення застосовують також при влаштуванні глибоких виїмок і підвалів у безпосередній близькості від фундаменту (рис.4.7,г).

4. У випадках значних нерівномірних деформацій основи, зміни величини навантажень і статичної схеми роботи фундаментів, необхідності підвищення жорсткості будівлі здійснюють перебудову стовпчастих фундаментів у стрічкові рис.4.8.

Для перебудови стовпчастого фундаменту в стрічковий між існуючими фундаментами влаштовується залізобетонна стяжка у вигляді перемички. Перемичка, нижня частина якої підводиться під подошву стовпчастого фундаменту, охоплює підколінник залізобетонною обоймою. Арматуру перемички зварюють із оголеною арматурою стовпчастого фундаменту (рис. 4.8).



1 - стовпчастий фундамент; 2 - залізобетонна перемичка; 3 - арматурні каркаси; 4 - розширена частина залізобетонної перемички

Рисунок 4.8 - Схема перебудови стовпчастих фундаментів у стрічкові

Перебудова стрічкового фундаменту в плитний виконується шляхом підведення кінців плит під стрічковий фундамент. Плити між стрічками поєднують обіймами, що проходять через отвори, пробиті в нижній частині стрічкового фундаменту. Через 3-4 м плити між стрічками поєднують залізобетонними перемичками, що проходять під подошвою стрічкового фундаменту.

При реконструкції можлива перебудова стовпчастих фундаментів у перехресно-стрічкові, а також перехресно-стрічкових у плитні.

4.3.5 Підсилення пальових фундаментів

Підсилення пальових фундаментів виконується у випадках ушкодження ростверків, руйнування голів паль, а також недостатньої несучої здатності кушів паль чи зростання навантаження при реконструкції.

Спосіб підсилення ростверків вибирають залежно від характеру ушкодження і причин, що його викликали. Так, ремонт дрібних поверхневих і неглибоких тріщин, зарівнювання виколів й раковин усувають шляхом обмазки або торкретування (під тиском цементного розчину по металевій сітці). При наскрізних тріщинах, недостатній міцності бетону, недостатнім армуванні, а

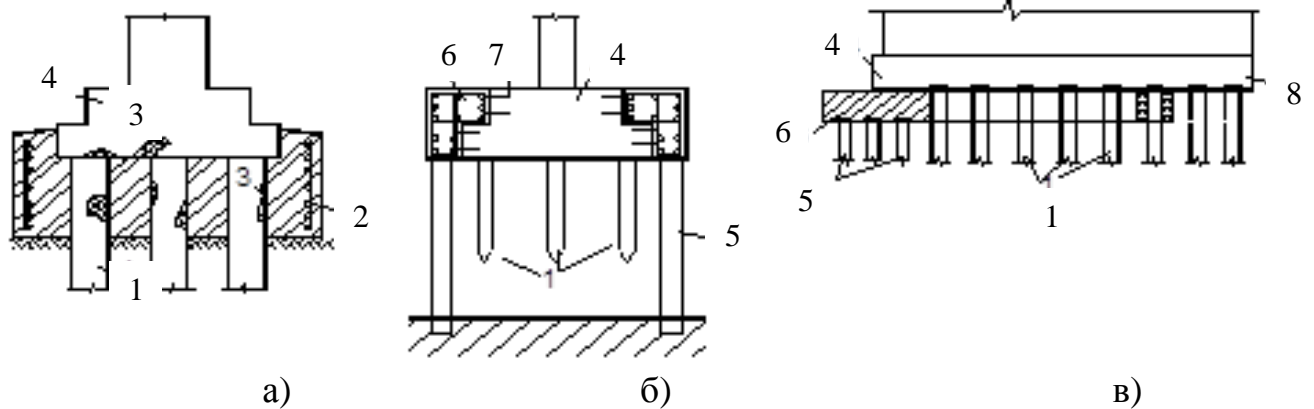
також для запобігання подальшого розвитку небезпечних вертикальних тріщин у ростверку поряд із цементацією влаштовують залізобетонні обойми у вигляді сорочки або пояса.

Підсилення верхніх кінців залізобетонних паль і місць їх сполучення з ростверком (різні випадки ушкоджень і порушень у процесі виконання робіт, руйнування бетону і арматури при експлуатації) виконують влаштуванням залізобетонної сорочки - обойми (рис. 4.9,а) Розміри сорочки і армування приймають конструктивно; роботи виконують захватками.

Підсилення пальових фундаментів у випадку їх недостатньої несучої здатності може здійснюватися шляхом задавлювання паль до обпирання їхніх нижніх кінців на щільні ґрунти або нарощування існуючих паль додатковими секціями. Частіше за все підсилення роблять зануренням додаткових паль поза контуром споруди (виносні палі). Навантаження на виносні палі може передаватися за допомогою спеціальних опорних горизонтальних балок, які пропускають крізь ростверк або стіну будівлі, а також за допомогою нового ростверку (рис.4.9,б). Підсилення може також бути виконане за допомогою буроін'єкційних паль.

Тип додаткових паль - буронабивні, задавлювані складові, буроін'єкційні - вибираються з урахуванням конкретних умов.

Підсилення пальових фундаментів виносними палями роблять і для призупинення крену. У цьому випадку для включення в роботу виносних паль в існуючих палях вирубуються верхня частина стовбура (рис. 4.9,в).



- а - кінців паль; б - влаштування виносних паль; в - підведення додаткових паль;
 1 - існуючі палі; 2 - залізобетонна обойма; 3 - ушкодження палі і ростверку;
 4 - ростверк; 5 - додаткова виносна паля; 6 - новий ростверк; 7 - зв'язок додаткового ростверка з підсилюваним; 8 - сторона будівлі, по якій вирубувалися палі

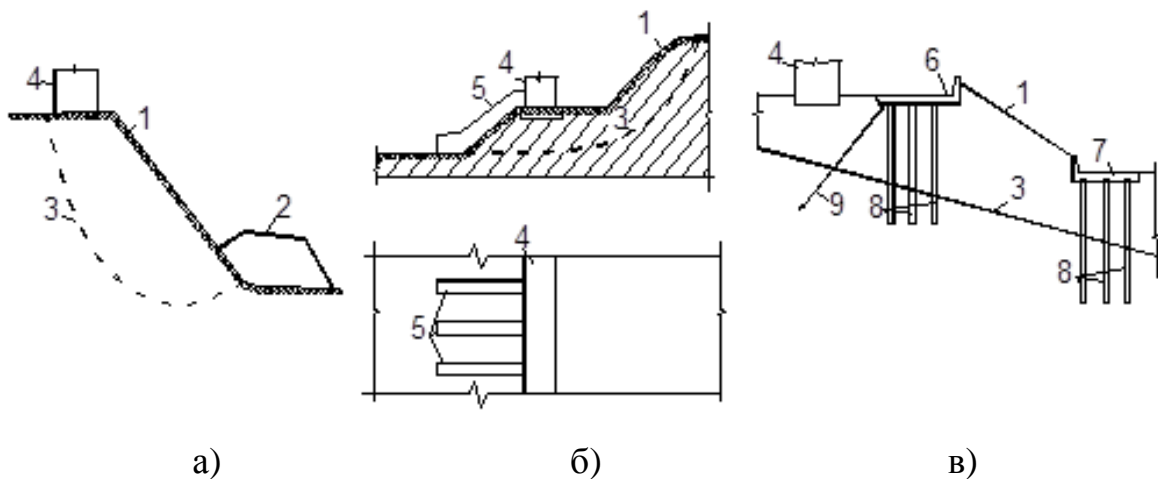
Рисунок 4.9 - Підсилення пальових фундаментів

4.3.6 Підвищення стійкості будівель і споруд, розташованих на нестійких схилах

Найбільш ефективними заходами щодо закріплення нестійкого (зсувного) схилу з розташованими на ньому будівлями й спорудами є влаштування контрбанкетів, контрфорсів і утримуючих протизсувних конструкцій. Треба, однак, мати на увазі, що будівлі або споруди, побудовані на схилах, можуть деформуватися і незалежно від ступеня стійкості схилу. Якщо схил або укіс, на якому (або поблизу якого) зведено будівлю або споруду, стійкий, а деформації фундаментів відбуваються, то причини цих деформацій варто шукати в недостатній несучій здатності основи або міцності фундаменту. У цих випадках підсилення основ і фундаментів роблять розглянутими в п.п 3-5 способами.

Контрбанкет (рис. 4.10,а) являє собою відсіпання із ґрунту, призначений для збільшення утримуючих сил у схилі під дією власної ваги. Найбільший ефект від контрбанкета досягається в тому випадку, коли він розташований над висхідною гілкою поверхні ковзання. В окремих випадках низовий укіс контрбанкета може бути підсилений підпірною стінкою або пальовою конструкцією. Основу контрбанкета часто виконують із дренажного матеріалу (щебінь, гравій, крупний пісок) для відведення ґрунтових вод.

Для зміцнення схилів замість суцільного контрбанкета влаштовують контрфорс, що являє собою поперечний вертикальний виступ, ребро або стінку, що підсилює схил (або утримує конструкцію, наприклад, - підпірну стінку) і приймає на себе тиск ґрунту (рис.4.10, б).



- а - контрбанкетом; б - контрфорсом; в - утримуючими конструкціями;
1 - поверхня схилу; 2 - контрбанкет; 3 - поверхня ковзання зсуву;
4 - будівля; 5 - контрфорс; 6, 7 – верхова і низова утримуючі конструкції;
8 - буронабивні палі; 9 - анкер

Рисунок 4.10 - Підсилення схилів

Контрфорси можуть бути як кам'яними, так і бетонними; кам'яні контрфорси одночасно служать для відведення з товщі схилу ґрунтових вод і їх називають контрфорсними дренажами.

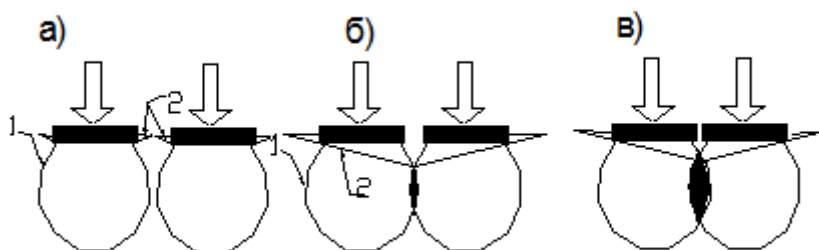
Деформації будівель і споруд на зсувних схилах не завжди можна запобігти влаштуванням контрфорса або контрбанкета. У подібних випадках застосовують протизсувні утримуючі конструкції глибокого закладення. Такі конструкції найчастіше виконують із буронабивних паль, розташованих впоперек руху зсуву й поєднаних залізобетонними ростверками (рис.4.10,в).

Останнім часом протизсувні утримуючі пальові конструкції стали використовувати із застосуванням анкера, що прикріплює ростверк до корінних порід. У якості анкерних пристроїв використовують похилі буроін'єкційні палі діаметром 200-300мм. Такі конструкції більш економічні, оскільки анкерівка голови конструкції істотно полегшує її роботу й дозволяє зменшити число рядів паль, їх діаметр і довжину.

4.3.7 Зведення фундаментів поблизу існуючих будівель

Будівництво нової споруди в умовах тісної забудови впливає на деформації основи під раніше зведеними будівлями. Додаткове осідання (іноді тріщини, нахили і перекоси) сильніше проявляються в тій частині існуючої будівлі, яка перебуває поблизу нової.

Як відомо, напружена (або деформована) зона в основі виходить за межі фундаменту, у результаті чого утворюється вирва осідання (рис 4.11,б).

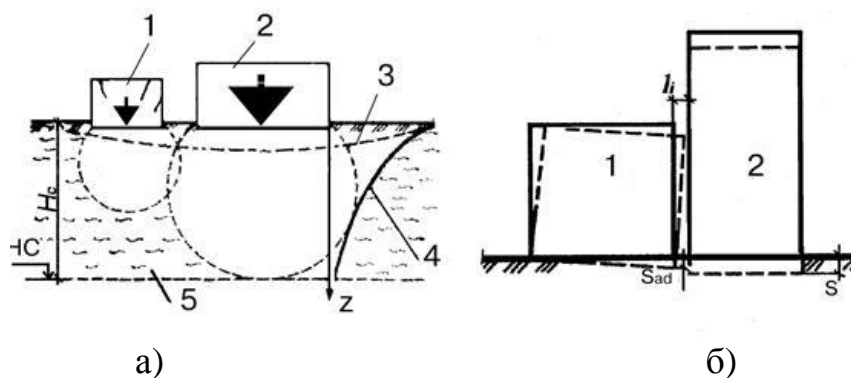


а - напружені зони не перекриваються; б, в - зони напруг перекриваються;
1 -зона напруг; 2 - вирва осідання.

Рисунок 4.11 - Взаємний вплив двох фундаментів

Взаємний вплив близько розташованих фундаментів проявляється в тім, що формується загальна вирва осідання (рис. 4.11, в).

Характер деформацій (осідань і кренів) при взаємному впливі фундаментів залежить від умов навантаження цих фундаментів, тобто від часу прикладення навантаження. Так, якщо завантаження основ двох фундаментів відбувається одночасно, то й будівлі отримують нахил у напрямку одна до одної. Коли фундаменти зводяться і навантажуються послідовно, то будівля, що споруджується в другу чергу (за інших рівних умов), отримає величину осідання меншу, ніж коли б вони будувалися одночасно; при цьому крен будівель і першої і другої черги виявляється спрямованим в одну сторону (рис.4.12).



1 - існуюча будівля; 2 – новозбудована; 3 - вирва осідання; 4 – еюра осідання поверхні ґрунту; 5 - стислива товща.

Рисунок 4.12 - Осідання поверхні ґрунту (а) і характер деформації різнонавантажених будівель (б), розташованих поблизу одна від одної

Поверхня ґрунту безпосередньо біля краю підшви жорсткого фундаменту дає осідання, близьке до осідання самого фундаменту (рис. 4.12,а), і з віддаленням від краю підшви воно інтенсивно зменшується. Ширина вирви осідання поблизу будівлі, як показують спостереження, залежно від виду ґрунту, його стисливості і типу фундаменту становить (0.8-1.0) його ширини b для стовпчастого і (1.2 -1.5) b для стрічкового.

У випадку коли поряд з існуючою будівлею будується нова, „важча” за першу, то вирва осідання від нової будівлі призводить до додаткового осідання S_{ad} і деформації поряд існуючої будівлі (рис. 4.12,б) і інженерних комунікацій, що перебувають у межах зазначеної вирви. На відстані 0.5 b від краю фундаменту глибина вирви осідання може становити (25 - 40)% величини осідання самого фундаменту.

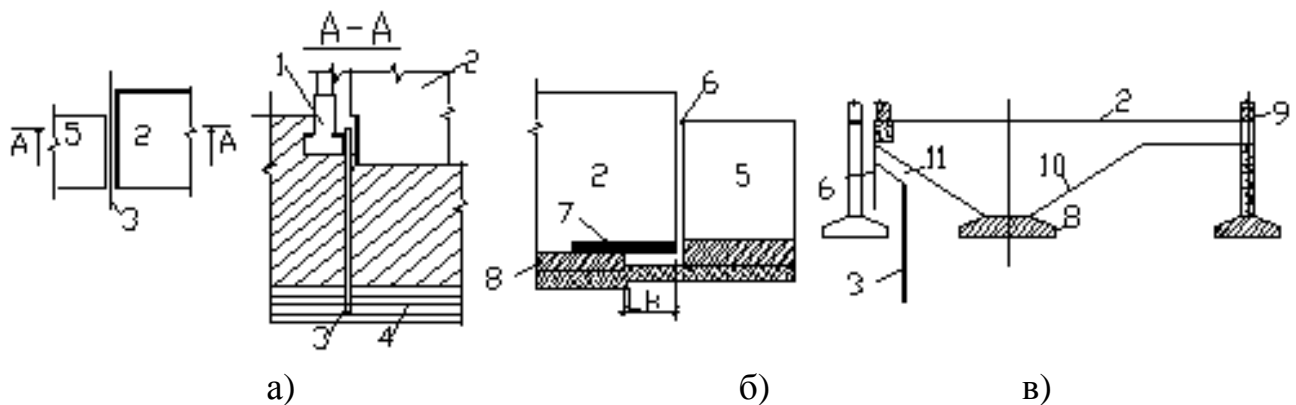
Утворення вирви осідання в існуючій будівлі може бути викликане однобічним привантаженням складованим матеріалом або підсипанням ґрунту при планувальних роботах.

У тих випадках, коли неможливо забезпечити розрив між суміжними фундаментами рівний $1,5 b$ для стовпчастого фундаменту і $2,0 b$ - для стрічкового необхідно застосовувати спеціальні заходи: влаштування огорож з розділової стінки і застосування фундаментів з консолями.

Огороження слабкої основи існуючої будівлі (рис. 4.13,а) уздовж сторони, з якої починається будівництво нової, виконують зі шпунта, буронабивних і буроін'єкційних паль і способом «стіна в ґрунті». У вертикальному розрізі огорожа повинна прорізати стисливу товщу в слабкому ґрунті і входити в щільні шари для того, щоб переміщення огорожі було набагато меншим від величини осідання споруджуваної будівлі.

Суть використання фундаментів з консолями (рис.4.13, в) полягає в наступному: фундамент нової будівлі не доводять до його торця; торцева частина будівлі опирається на консоль, виліт якої l_k визначається з розрахунку; консоль найчастіше виконується у вигляді плити.

Вибір захисного заходу залежить від конкретних умов зведення нової будівлі поблизу існуючої.



- а - захисна огорожа; б - фундаменти з консоллю при поздовжніх несучих стінах або плиті; в - при поперечних несучих стінах;
 1 - існуючий фундамент; 2 - проєктований будинок; 3 - захисне огородження; 4 - щільний ґрунт; 5 - існуючий будинок; 6 - осадовий шов;
 7 - консоль; 8 - проєктований фундамент; 9 - несуча стіна; 10 - монолітна частина стіни фундаменту з консоллю; 11 - зазор

Рисунок 4.13- Конструктивні заходи щодо виключення взаємного впливу поряд розташованих будівель на їхні деформації

4.4 Технічне обслуговування стін і елементів фасаду

Управитель будинку повинен ознайомитись з проектними характеристиками і нормативними вимогами до основ будинків і споруд, що знаходяться в його віданні, міцнісними характеристиками і глибиною закладання фундаментів, несучою спроможністю ґрунтів основ, рівнем ґрунтових вод і глибиною промерзання.

Організація робіт з технічного обслуговування житлового фонду щодо основ та фундаментів повинна забезпечувати [7]:

- нормований температурно-вологісний режим підвалів і техпідвалів. Температура повітря повинна бути не нижче + 5°C, відносна вологість повітря — не вище 60%;

- справний стан фундаментів і стін підвалів будинків. Підвальні приміщення повинні бути сухими, чистими, мати освітлення і вентиляцію;

- герметизацію та утеплення вводів інженерних комунікацій у підвальні приміщення через фундаменти і стіни підвалів;

- своєчасне усунення ушкоджень фундаментів і стін підвалів у міру виявлення, не припускаючи їх подальшого розвитку;

- запобігання вогкості і замочування фунтів основ і фундаментів та конструкцій підвалів і техпідвалів;

- працездатний стан внутрішньобудинкових і зовнішніх дренажів.

Ознаки, що вказують на необхідність негайних заходів, на які слід звертати увагу при оглядах основ та фундаментів будинків:

- наявність тріщин, скривлення рядів кладки стін підвальних приміщень;

- відхилення стін від вертикалі;

- наявність сирості, вилуговування солей, руйнування мурувальних розчинів та випадіння окремих каменів стін фундаментів в підвальних приміщеннях;

- наявність фунтових вод або ознак руйнування підлог в підвальних приміщеннях, наявність тріщин між цоколем будинку та тротуаром чи відмосткою;

- відшарування штукатурки кам'яних стін та руйнування захисного шару стінових панелей в підвальних приміщеннях;

- течі в системі водопроводу, каналізації чи теплофікації.

При загрозовому замочуванні фунтових основ атмосферними водами, або водами внаслідок аварій водопровідних та каналізаційних мереж, та наявності нерівномірних просідань будинку особливу увагу необхідно приділити виміру величини зсуву ригелів міжповерхових перекриттів з опорних поверхонь. Якщо зона обпирання хоч на одному ригелі досягне мінімальних розмірів, подальше нерівномірне осідання може загрожувати руйнацією будинку.

Для попередження виникнення нових чи збільшення існуючих осідань фундаментів при замочуванні ґрунту основ необхідно виконати такі роботи:

- заміну чи капітальний ремонт водопроводу, каналізації, гідроізоляції оглядових колодязів;
- виконати роботи з організації стоку атмосферних вод і гідроізоляційних заходів, що перешкоджають попаданню вод під фундаменти;
- випал, силікатизація та інші засоби зміцнення ґрунтових основ для ліквідації просадних властивостей фундаментів.

Після виконання робіт, що виключають подальше осідання, відновлюють справність деформованих елементів конструкцій.

Тільки з'являться ознаки нерівномірного осідання фундаментів, необхідно зробити огляд будинків, установити маяки на тріщини, ужити заходів для виявлення причин деформації і їх усунення. При наявності швидкого росту розкриття тріщин, необхідно зупинити всі роботи, вивести людей з небезпечної зони, визвати загін МНС та розпочати заходи, що запобігають розвитку деформацій.

Дослідження стану ґрунтів, конструкцій фундаментів і стін підвалів, як правило, проводяться спеціалізованими організаціями.

Найчастіше при технічному обслуговуванні та поточних ремонтах фундаментів будинків своїми силами виконуються такі роботи:

- охорона фундаментів від розмивання шляхом ремонту та відновлення в деяких місцях вимощення, що осіло, і тротуарів біля будівлі;
- часткова заміна трухлявих дерев'яних стільців (не більше 2-3) для запобігання осадженню будівлі;
- укладання на розчині окремих каменів, що випали або відстали від старого розчину, у фундаментних стінах з внутрішнього боку підвальних приміщень;
- ремонт облицювання фундаментних стін з боку підвальних приміщень (перекладання не більше 10 цеглин в одному місці).
- розшивання стабілізованих тріщин у муруванні фундаментів;
- розчищення та забивання неповних стиків у збірних та монолітних фундаментних стінах з боку підвалів в разі проникнення через них ґрунтових або поверхневих вод;
- усунення дрібних несправностей у фундаментних стінах, що не пов'язані з підсиленням або перемуровуванням фундаменту;
- виправлення дрібних дефектів бетонних фундаментів під устаткуванням в котельнях та пральнях;
- виправлення зовнішнього цегляного мурування верхніх рядів цоколів та стовпів;
- ремонт існуючих та улаштування, за необхідності, нових вентиляційних продуктів в цоколях будівель;
- забивання на зиму вентиляційних каналів;

- виправлення металевих ґрат, що огорожують приямки вікон підвальних поверхів;

- забивання прорізів та улаштування додаткових огорож у вікнах підвальних приміщень у будівлях, що піддаються паводку.

Вхідні двері в техпідвал, підвал повинні бути замкнені, ключі мають зберігатися в управителя й у жителів сусідньої квартири (про що повинен бути відповідний напис), двері мають бути утеплені, ущільнені й оббиті з двох сторін покрівельною сталлю.

Не припускається:

- підтоплення підвалів і техпідвалів через несправність і витоки від інженерного обладнання;

- захаращувати і забруднювати підвальні приміщення;

- встановлювати в підвалах і техпідвалах додаткові фундаменти під обладнання, збільшувати висоту приміщень за рахунок зниження позначки підлоги без затвердженого проекту;

- риття котлованів, траншей та інші земляні роботи в безпосередній близькості від будинку (до 10 м) без спеціального дозволу;

- підсипка фунту навколо будинку вище розміщення відмостки на 10—15 см;

- використовувати підвали і технічні підвали жителями для господарських та інших потреб без відповідного дозволу.

З метою охорони конструкцій від появи конденсату і цвілі, а також усунення затхлого запаху необхідно організовувати регулярно наскрізне провітрювання, відкривши усі продухи, люки та двері в сухі і не морозні дні.

При капітальному ремонті будинку слід замінити в технічних підвалах земляні підлоги на підлоги з твердим покриттям. Поверхня підлоги має бути з ухилом до трапа або спеціального бетонного приямку для збирання води. Тільки з'явиться вода в приямку, її необхідно видалити й усунути причини надходження вологи. Допускається обладнувати внутрішньобудинкові дренажі.

Біля прочищень каналізаційних стояків у підвальних приміщеннях слід обладнувати бетонні лотки для відведення води в каналізацію або приямок.

Управитель будинку повинен ознайомитись з проектними характеристиками і нормативними вимогами до стін та фасадів будинків і споруд, що знаходяться в його віданні, знати конструктивну схему стін будинку, проектні характеристики і міцність матеріалів стін будинку, нормативні вимоги до конструкцій.

Організація робіт з технічного обслуговування житлового фонду щодо стін та фасадів повинна забезпечувати:

- заданий температурно-вологісний режим усередині будинку;

- справний стан стін для сприйняття навантажень (конструктивну міцність);

- усунення ушкоджень стін у міру виявлення, не допускаючи їх подальшого розвитку;

- теплозахист, вологозахист зовнішніх стін.

Ознаки, що вказують на необхідність прийняття відновлюючих та ремонтних заходів, на які слід звертати увагу при оглядах стін та фасадів:

- деформації конструкцій, відхилення конструкцій стін від вертикалі й осідання конструкцій, розшарування рядів кладки, руйнація і вивітрювання стінового матеріалу, провисання і випадання цеглин. Допустима ширина розкриття тріщин у панелях 0,3 мм, у стиках — 1 мм;

- ослаблення кріплень виступаючих деталей стін: карнизів, балконів, пасків, кронштейнів, розеток, тяги та ін., відшарування, руйнація та ушкодження облицювального шару фасадів, у тому числі облицювальних плиток;

- наявність тріщин в місцях сполучення цегляних стін з іншими конструкціями;

- наявність тріщин в балконних плитах та консолях;

- наявність сирості, висолів, лушпиння, плям та підтьоків;

- порушення водо- і повітрянепроникнення стиків великопанельних будинків і т. ін.

Найчастіше при технічному обслуговуванні та поточних ремонтах будинків щодо стін та фасадів своїми силами виконуються такі роботи:

- ремонт кам'яного облицювання цоколю та стін в окремих місцях (до 10 цеглин) або облицювальних плит в одному місці, розташованих у межах перших поверхів;

- розшивання розчином дрібних тріщин у цегляних стінах;

- розчищення від старого розчину та ретельне герметичне забивання або конопачення смоляним клоччям стиків крупноблокових та крупнопанельних стін із забиванням цементним розчином в місцях підвищеного продування або проникнення атмосферної вологи;

- установлення на розчині окремих цеглин, що вивітрилися або випали — менше 10 шт. в одному місці (в межах одного поверху);

- усунення різних дрібних несправностей у зовнішніх та внутрішніх (капітальних) стінах, що не пов'язане з перемуровуванням або кріпленням стін, а також із зміною вінців по всьому периметру (у дерев'яних будинках);

- пробивання дрібних (до 0,05 кв. м) наскрізних отворів, гнізд та борозен у цегляних стінах загальною кількістю не більше 10 шт.;

- дрібний ремонт бетонних та залізобетонних стін в окремих місцях;

- укріплення зовнішніх дерев'яних стін встановленням стискачів;

- вставлення місцями забивань у дерев'яні стіни з підконопаченням;

- утеплення стін під підвіконнями;

- поповнення засипки цоколя (між фундаментними стовпами) з частковою заміною дощатої забирки;

- часткова зміна трухлявої обшивки стін, цоколя та відливів ззовні будівель;

- ремонт та заміна відливних дощок, покриттів цоколя, відливів вікон;

- додавання утеплювальної засипки в стіни каркасів обшивних будівель;
- утеплення кутів будівель, що промерзають, з внутрішнього боку приміщення;
- загальне та часткове проконопачення рублених та брусчатих стін;
- простукування, обшивання та укріплення окремих цеглин або архітектурних деталей, які загрожують падінням, в перемичках, карнизах та інших частинах будівлі, що виступають;
- ремонт зовнішньої штукатурки в окремих місцях з відбиванням відсталої штукатурки (не більше 3% поверхні фасаду);
- частковий ремонт або відновлення окремих місць облицювання фасадів будівель;
- ремонт та підтримання у порядку настінних жолобів, водостоків труб, лійок, лотків, колон, жолобчастої черепиці, а також ремонт окремих місць зовнішніх сталевих та плиткових покриттів на частинах фасаду будівель, що виступають, з їх заміною;
- промивання поверхонь фасадів будівель, пофарбованих перхлорвініловими фарбами або облицьованих плитками, а також очищення від кіптяви, пилу цегляних або раніше пофарбованих олійною фарбою фасадів;
- фарбування фасадів будівель;
- укріплення ґрат та огорож на балконах будівель, забивання тріщин у місцях примикання підлоги балкону до стін, ремонт штукатурки балконів;
- усунення дрібних несправностей на фасадах, не пов'язаних із заміною штукатурки або новим архітектурним оздобленням;
- ремонт ганків та зонтів.

Щоб запобігти руйнації облицювання, штукатурки й фарбованих шарів фасаду слід, не припускати зволоження стін атмосферною, технологічною та побутовою вологою.

Не припускається покриття фасаду паронепроникним матеріалом.

Цоколь будинку повинен бути захищений від зволоження та обростання мохом, для цього шар гідроізоляції фундаменту має бути нижчим за рівень відмостки.

Стики панелей при правильному догляді повинні відповідати трьом вимогам:

- водозахисту за рахунок герметувальних мастик із дотриманням технології їх нанесення, з забезпеченням підготовки поверхні;
- повітрязахисту за рахунок ущільнюваних прокладок із пороїзолу, герніту, вілтерму, клоччя, смоляного канату або інших матеріалів з обов'язковим обтисненням стиків не менше ніж на 30—50% об'єму прокладок;
- теплозахисту за рахунок встановлення утеплювальних пакетів.

Регламентоване розкриття стиків від температурних деформацій: вертикальних 2—3 мм; горизонтальних 0,6—0,7 мм.

У стиках закритого типу гідроізоляція досягається герметиком; повітрязахист — ущільнювальними матеріалами з обов'язковим обтисненням

30—50%; теплоізоляція — теплопакетами або опорядженням «вутів», ширина яких повинна бути не меншою 300 мм.

Стикові з'єднання, що мають протікання, повинні бути зашпаровані з зовнішнього боку ефективними герметизувальними матеріалами (пружними прокладками і мастиками) силами спеціалістів у найкоротші терміни (у малих обсягах у період підготовки будинків до зими).

Усі частини фасадів, що виступають: пояски, виступи, парапети, віконні і балконні відливи повинні мати металеві покриття з оцинкованої покрівельної сталі або керамічних плиток із замуруванням крайок у стіни (укуси) або в облицювальний шар. Захисні покриття повинні мати ухил не менше 3% і винос від стіни не менше 50 мм.

Для попередження висолів, лущення, плям і т. п. використовується своєчасне фарбування фасадів.

Відмітини ринв встановлюються на 20—40 см від рівня тротуарів. Жолоби, лотки, лійки і ринви повинні бути виконані як єдина водоприймальна система з дотриманням необхідних ухилів, для чого лежачі фальці загинають за ухилом, лотки в нижній частині заводять під жолоби, коліна і ланки ринв вставляють один в інший (верхні усередину нижніх). [7]

Ділянки стін, що промерзають або відволожуються внаслідок недостатнього теплозахисту, а також стіни з малою теплотривкістю в жарких районах необхідно утеплювати.

Зволоження нижніх частин стін ґрунтовою вологою необхідно усувати шляхом відновлення горизонтальною гідроізоляцією із використанням рулонних матеріалів і мастик або блокування вологи.

Перекриття, підлоги, перегородки.

Управитель будинку повинен ознайомитись з проектними характеристиками і нормативними вимогами до перекриттів, підлог та перегородок будинків і споруд, що знаходяться в його віданні, знати конструктивну схему перекриттів будинків, проектні характеристики і міцність матеріалів перекриттів, нормативні вимоги до конструкцій підлог та перегородок.

Організація робіт з технічного обслуговування житлового фонду щодо перекриттів, підлог та перегородок повинна забезпечувати:

- справний стан перекриття для сприйняття навантажень (конструктивну міцність);
- усунення ушкоджень перекриттів у міру виявлення, не допускаючи їх подальшого розвитку;
- теплозахист, вологозахист та теплозахист перекриттів, підлог та перегородок, не допускаючи перевантажень.

Ознаки, що вказують на необхідність прийняття відновлюючих та ремонтних заходів, на які слід звертати увагу при оглядах перекриттів, підлог та перегородок:

- наявність відкритої арматури в залізобетонних перекриттях;
- наявність прогинів, тріщин, сирості і потьоків в стелях;

- наявність хибкості підлог;
- наявність ураження грибками і дереворуйнуючими комахами дерев'яних елементів конструкцій перекриттів, підлог та перегородок;
- відсутність вентиляції простору під підлогою при паркетних і дощатих підлогах;
- порушення нормального стану клепок чи щитів та їх прилягання один до одного при паркетних підлогах, стану місць примикання дощатої підлоги до стін і перегородок, стану і розташування вентиляційних ґрат при дощатих підлогах;
- наявність спучувань, стирань, плям, розривів, здуттів покриття при підлогах з лінолеумів і синтетичних матеріалів, відшарування керамічних, мозаїчних і цементних плиток на підлогах; вибоїн на поверхні асфальтових, бетонних і цементних підлог.

Не припускаються деформації конструкцій, відхилення конструкцій від горизонталі й наднормативні прогини конструкцій, оголення арматури та руйнування захисного шару в залізобетонних перекриттях, наявність хибкості, промерзання, тріщини в місцях сполучення з іншими несучими конструкціями, сирі місця і патьоки, підвищену звукопровідність (прокладок під балками, лаг і т. ін.), ушкодження деревини балок, особливо в місцях їхнього закладення в стіни і прогони, корозія металевих балок, особливо на опорах і в місцях сполучень, висоли і раковини в бетоні та арматура залізобетонних перекриттів, що вражена корозією, враження балок, прогонів, накату і підлоги будинковими грибками і дереворуйнуючими комахами в дерев'яних перекриттях, протікання міжповерхових перекриттів у санвузлах і горищних перекриттях у місцях обпирання на зовнішні стіни, наявність тріщин, особливо в несучих елементах (балках, прогонах), підвищена звукопровідність.

Найчастіше при технічному обслуговуванні та поточних ремонтах будинків перекриттів, підлог та перегородок своїми силами виконуються такі роботи [7]:

- установлення тимчасових підпірок під провислі балки перекриттів у будинках;
- укріплення трухлявих кінців балок встановленням прогонів на стояках (в старих будинках);
- укріплення трухлявих окремих частин накату (підбору) в перекриттях шляхом підведення листів фанери, підкладок з дощок з встановленням окремих стінок;
- антисептування окремих частин дерев'яних перекриттів;
- додаткове утеплення металевих балок на горищі з улаштуванням дощатих коробів та засипанням їх утеплювачем;
- огляд, заміна антикорозійного мастила та доповнення засипки перекриття горища;
- часткова заміна старих дощок підлог та укріплення їх цвяхами;
- вибіркова заміна, а також укріплення відсталих плінтусів;

- вибірковий ремонт та виправлення вибоїн у бетонних та цементних підлогах розчином, а в плиткових підлогах — новими плитками;
- вибіркове розкриття чистих підлог та засипання в місцях замочування (для просушування накатів), а в разі необхідності — часткова заміна накатів з подальшим забиванням;
- частковий ремонт паркетних підлог вставленням окремих клепок, що випали;
- ремонт перекриттів в окремих місцях з частковою заміною чорної підлоги, мастила та засипки;
- розшивання швів в стиках перекриттів із залізобетонних настилів;
- ремонт окремих місць (до 0,05 м) в залізобетонних конструкціях з очищенням від іржі оголеної арматури та бетонуванням із розшиванням та затиранням їх;
- фарбування металевих конструкцій перекриттів;
- пробивання в залізобетонних перекриттях дрібних отворів та забивання їх знову;
- вирубування пошкоджених місць (до 0,5 м) у ксилолітових підлогах, із забиванням цих місць ксилолітом на повну товщину;
- ремонт цементних плінтусів у санітарних вузлах та інших місцях, що піддаються сирості;
- дрібний ремонт паркетних підлог та підлог з лінолеуму з переклеюванням окремих клепок та полотен лінолеуму;
- ремонт бетонної основи підлог в окремих місцях;
- спаювання дощатих підлог після усушування дощок;
- укріплення існуючих перегородок встановленням залізних закрєпів із забиванням просвітів, щілин та отворів в перегородках;
- часткова заміна старих об'язок та дощок перегородок;
- ремонт та заміна окремих місць в облицюванні стін глазурованими плитками;
- споювання чистих дощатих перегородок з додаванням нового матеріалу.

У міжповерхових перекриттях необхідно додатково утеплювати місця промерзання (оштукатурити стіни в просторі між підлогами, влаштувати витяжки в місцях примикання перекриттів до стін і перегородок); у горищному перекритті по металевим балкам необхідно утеплювати виступаючі частини балок.

При сильному усиханні нової дощатої підлоги необхідно виконати її згуртовування чи споювання і пристружку з наступним фарбуванням.

Дахи та покрівлі. [7]

Управитель будинку повинен ознайомитись з проектними характеристиками і нормативними вимогами до дахів та покрівель будинків і споруд, що знаходяться в його віданні, знати конструктивні особливості несучих конструкцій і стан покрівлі, особливо в місцях сполучення з

водостоками, будівельними конструкціями та устаткуванням, що проходять через покрівлю, проектні характеристики і міцність матеріалів, нормативні вимоги до конструкцій дахів та покрівель.

Організація робіт з технічного обслуговування будівель і споруд щодо дахів та покрівель перекриттів повинна забезпечувати:

- проектний температурно-вологісний режим горищ;
- відсутність дефектів металевих з'єднань у сполученнях дерев'яних конструкцій крокв, гідроізоляції, враження деревини дереворуйнуючими комахами і будинковим грибком, наднормативний прогин риштування, крокв, прогонів, у залізобетонних дахах — руйнування поверхні бетону, корозії оголеної арматури, тріщин, патьоків, висолів та ін., у металевих дахах — пошкодження фарбування і корозії металу, особливо у вузлах з'єднання (закладних деталей, болтів, зварювальних швів, косинок і т. ін.);
- відсутність промерзання окремих ділянок, особливо в місцях сполучення з зовнішніми стінами, конденсаційного зволоження утеплювача конструкцій, протікання даху;
- справність і чистоту жолобів та водоприймальних лійок, а також місць сполучення їх із покрівлею;
- відсутність протікань через місця сполучення лійок з покрівлею, засмічень і замерзань відкритих випусків, руйнувань водовідвідних лотків, протікань через стикові з'єднання водоприймального стояка та ін.;

Ознаки, що вказують на необхідність прийняття відновлюючих та ремонтних заходів, на які слід звертати увагу при оглядах дахів та покрівель:

- порушення температурно-вологісного режиму;
- порушення стану зовнішніх дверей та люків, стану слухових вікон і жалюзів горищ та дахів;
- наявність дефектів ходових дощок уздовж приміщення і між слуховими вікнами на покрівлі крутого даху;
- порушення стану ізоляції трубопроводів;
- наявність мокрих і темних плям на поверхні стель;
- промерзання окремих ділянок, особливо в місцях сполучення з зовнішніми стінами;
- конденсаційне зволоження утеплювача конструкцій;
- дефекти місць сполучення покрівлі з виступаючими конструкціями та устаткуванням на даху з водовідвідними пристроями;
- дефекти стиків між полотнищами покрівель, захисного шару і стану рулонного покриття;
- наявність корозії сталевих закладних деталей.

До основних дефектів покрівель відносяться:

- сталевих — корозія, розкриття гребенів і фальців, пробоїни і свищі, ушкодження фарбування;
- рулонних — здуття, розриви і пробоїни, місцеві осідання, розшарування рулонного килима, розтріскування покривного шару;

- з окремих елементів (азбестоцементних листів і плиток шиферу, черепиці, гонтових покрівель і т. ін.) — ушкодження, зсув і випадання окремих елементів, ослаблення кріплень покрівлі з риштуванням.

До основних дефектів водовідвідних пристроїв відносяться:

- при влаштованому зовнішньому водовідводі — порушення стиків між окремими елементами ринв і покрівлю, скупчення бруду в настінних жолобах, утворення подоїв у жолобах, лійках і трубах;

- при неорганізованому зовнішньому водовідводі — протікання через місця сполучення лійок з покрівлю, засмічення і замерзання відкритих випусків, руйнування водовідвідних лотків, протіканні через стикові з'єднання водоприймального стояка, втрата пружності компенсаторних пристроїв та ін.

Найчастіше при технічному обслуговуванні та поточних ремонтах будинків щодо дахів та покрівель своїми силами виконуються такі роботи:

- підсилення кроквяних ніг нашиванням обрізків дощок з бокових сторін кроквяної ноги;

- установлення підкосів та підпірок в окремих місцях провисання даху з передачею навантаження на капітальні стіни;

- заміна кінців кроквяних ніг в окремих місцях протезами (пруткового та інших типів);

- заміна окремих ділянок підкроквяних брусів (мауерлатів);

- підсилення обгратування даху пришиванням дощок упоперек обгратування з внутрішнього боку;

- установлення додаткових металевих скоб та болтів в місцях послаблення спряження кроквяних елементів;

- ремонт та заміна окремих дощок опалубки, обгратування в місцях розжолобків, карнизних спусків тощо;

- обробка дерев'яних конструкцій та їх деталей антисептичними та вогнезахисними сумішами;

- вибіркова заміна обгратування;

- заміна окремих плиток в етернітовій, черепичній або шиферній покрівлі: промазування швів з боку приміщення горища вапняним розчином з волокнистими домішками;

- часткове виправлення дранкової покрівлі в місцях протікання, ремонт тесової покрівлі та покрівлі з покрівельної стружки з частковою заміною трухлявих дощок;

- частковий ремонт покрівлі з рулонних матеріалів з встановленням заплат на клебемасі та мастиці;

- часткове перекриття рулонної покрівлі з додаванням 10% нового матеріалу та з подальшим просмоленням або бітумізацією покриття і посипанням піском;

- частковий ремонт настінних жолобів, провисань карнизних та водосточних труб з частковою заміною матеріалу. Закріплення зірваних сталевих листів на спусках, окремих покриттях тощо;

- ремонт покриттів навкруги димових та вентиляційних труб, брандмауерів, парапетів та інших частин на даху, що виступають;
- ремонт драбин, встановлених на дахах з м'яким покриттям або таких, що мають крутий скат;
- установлення різного роду заплат на сталевій покрівлі (листовою сталлю, з мішкщини на замазці тощо);
- вибірковий ремонт металеві покрівлі із заміною 10% загальної площі покриття;
- укріплення, дрібний ремонт парапетів, сталевих ґрат, огорожі, ремонт оголовків вентиляційних шахт, газоходів, каналізаційних стояків та інших виступаючих частин на даху;
- заміна або ремонт слухових вікон або спеціальних люків (виходів на дах) з виготовленням приставних сходів, драбин тощо, ремонт зовнішніх пожежних сходів;
- ремонт дверей та люків горищ, утеплення їх, улаштування запорів тощо;
- ремонт та скління слухових вікон та світлових ліхтарів з промащуванням фальців; дрібний ремонт ліхтарів, що відчиняються та зачиняються;
- регулярне очищення покрівлі від сміття, бруду, листя та інших побічних предметів, фарбування олійною фарбою сталевих покрівель, водосточних труб (або просмолювання рулонної покрівлі) з виправленням та промазуванням гребенів та фальців;
- заміна та ремонт сталевих патрубків з ковпаками для вентиляції горища;
- укріплення фальців та обтискання гребенів в сталевій покрівлі з промазуванням гребенів та свищів суриковою замазкою;
- покриття м'якими покрівельними матеріалами сталевих покрівель аварійних будинків (без знімання листової сталі);
- ремонт та відновлення переходів на горищах через труби центрального опалення та вентиляційні коробки;
- заміна ковпаків на димових та вентиляційних трубах;
- ремонт водосточних лійок, труб, лотків, кілець, жолобчастої черепиці, а також спряжень покрівлі в місцях встановлення антени, навкруги труб та інших виступаючих частин на покрівлях;
- ремонт та забезпечення щільності примикання гідроізоляційного килиму до різних конструкцій, що виступають над покрівлею (парапети, труби, вентиляційні камери тощо);
- улаштування водостічних лотків на дворівній частині малоповерхових будівель (при неможливості відновлення водостічних труб та лійок).

Не припускається без окремого проекту:

- змінювати конструкцію несучих елементів даху;
- установлювати на дахах транспаранти, світлові реклами і т. ін.;

- установлювати радіо- і телеантени.

З появою непрямих ознак корозії (іржаві патьоки, деформації й ін.) необхідно перевірити стан сталевих закладних деталей (особливо забезпечують кріплення карнизних елементів до стін чи перекриття) шляхом вибіркового розкриттів вузлів.

У будинках, що мають більше двох поверхів, по периметру покрівлі до зовнішніх водовідводів необхідно встановити ґратчасті металеві огороження чи петлі, до яких під час ремонтних робіт робітники кріплять монтажні пояси.

При ремонті з підвісних колисок чи інших причіпних пристроїв необхідно перевірити надійність кріплень карнизів, крокв, мауерлатів і інших несучих елементів поблизу карниза до капітальних конструкцій стін, даху, перекриттів.

Після закінчення ремонтних робіт з покрівлі видаляють будівельні матеріали, що залишилися, і сміття.

Горищне приміщення необхідно утримувати в чистоті. На горищному приміщенні дозволяється зберігати зимові віконні плетіння, а також матеріали для непередбачених ремонтів. Забороняється використовувати горищні приміщення для сушіння білизни, для майстерень і постійних складських приміщень.

Слухові вікна повинні бути обладнані зйомними жалюзіями, відкритими протягом весняного і літнього періодів. З настанням холодів і дощів жалюзі знімають, а вікна закривають. У цей час слухові вікна відкривають тільки в суху погоду для провітрювання. Горищні приміщення з покрівлею підвищеної повітронепроникності (черепичної, етернітової та ін.) можна не провітрювати. Знаходиться в горищному приміщенні і на покрівлі дозволяється лише працівникам, які безпосередньо залучені до технічного обслуговування та ремонту покрівель та дахів.

Двері і люки в горищні приміщення повинні бути закриті на замок. Один комплект ключів від дверей повинен зберігатися у управителя, другий — у двірника. Брандмауерні двері закривають тільки на засув.

Несправності водовідвідних пристроїв усуваються в терміновому порядку.

Необхідно вчасно замінити окремі лійки, коліна, відмітки і ланки ринв, а при встановленні ретельно пофарбувати з зовнішньої і внутрішньої сторони. Внутрішні водостоки з дахів повинні безперебійно відводити дощові і талі води.

Дахи з зовнішнім водовідводом необхідно періодично очищати від снігу, не допускаючи нагромадження його до товщини 30 см. При заледенінні звисаючих і водовідвідних пристроїв у відлигу сніг скидають і при меншій товщині. На покрівлях з ухилом більш 45° (черепичних, гонтових, дранкових), а також на шиферних сніг очищають тільки в тих місцях, де він затримується (у розжолобках над карнизами та ін.). Забороняється очищати від снігу пологоскатні залізобетонні дахи з внутрішнім водостоком, тому що вони мають достатній запас міцності, а очищення дахів може привести до руйнування гідроізоляційного килима. Очищати такі дахи слід тільки при протіканні на

окремих ділянках, дотримуючись при цьому крайньої обережності. Після очищення даху від снігу слід обов'язково перевірити стан покрівлі і в разі потреби виконати ремонт ушкоджених ділянок.

Сходи та балкони. [7]

Управитель будинку повинен знати основні дефекти, що виникають при експлуатації сходових кліток та балконів; заходи, що забезпечують нормативно-вологісний режим та необхідний санітарний стан на сходових клітках; нормативні вимоги до експлуатації, ремонту та обслуговування балконів, сходових кліток та смітєпроводів.

Організація робіт з технічного обслуговування сходів та балконів будівель і споруд повинна забезпечувати:

- справний стан будівельних конструкцій балконів, маршів та східців; опалювальних приладів і трубопроводів, розміщених на сходових клітках; обладнання смітєпроводів;

- нормативний температурно-вологісний режим на сходових клітках;
- необхідний санітарний стан сходових кліток.

Ознаки, що вказують на необхідність прийняття відновлюючих та ремонтних заходів, на які слід звертати увагу при оглядах сходів та балконів:

- порушення температурно-вологісного режиму та необхідного санітарного стану;

- наявність корозії металевих косоурів та площадкових балок;

- наявність наднормативних прогинів сходових кліткових площадок і східців;

- наявність нещільного прилягання маршів та площадок до стін, ослаблення кріплень поручнів та ушкоджень огорожень маршів сходів та балконів;

- руйнування і відшарування оздоблювального покриття поверхонь стін, східців і площадок (керамічної плитки, мармурової крихти і т. ін.);

- дефекти сполучень площадок та маршів між собою і зі стінами, сталевих закладних деталей; кріплення балконів і поручнів; поверхонь сходів, стін металевих кліток, внутрішніх панельних стін із закладеними інженерними комунікаціями (водопровід, каналізація, внутрішній водостік, електрокабель та ін.);

- нещільність кріплення клапанів смітєпроводів, випадіння гумових прокладок, тріщини штукатурки біля клапанів, поява запаху та комах, пошкодження вентиляції змінних збірників і бункерів, їх переповнення.

Найчастіше при технічному обслуговуванні та поточних ремонтах сходів та балконів будинків своїми силами виконуються такі роботи:

- заміна або виправлення східців бетонних або з природного каменю;
- забивання вибоїн в бетонних східцях сходів та на площадках;
- укріплення перил, поручнів або розхитаних баясин кам'яних та дерев'яних сходів;
- укріплення в тятивах та заміна розколотих дерев'яних східців;

- заміна зношених дощок на площадках, дерев'яних сходах та ганках;
- перестилання окремих плит з природного каменю, бетону, кераміки на площадках сходових клітин;
- виправлення дерев'яного поручня перил окремими вставками;
- виправлення тятив в дерев'яних сходах;
- укріплення окремих плит підлог на сходових площадках;
- укріплення ґрат та огорож балконів, забивання дрібних тріщин в місцях примикання балкона до стіни;
- ремонт бетонних плит та штукатурки балконів;
- укріплення та виправлення прогнутих елементів та вставлення елементів, яких бракує, в металевих перилах сходів та балконів;
- дрібний ремонт сміттєпроводу.

Прорізи (вікна та двері). [7]

Управитель будинку повинен знати основні дефекти, що виникають при експлуатації вікон та дверей, та організацію робіт з їх технічного обслуговування, що повинна забезпечувати:

- контроль стану вікон та дверей, кріплення їх до стін (правильність навішення і якість віконних і дверних приладів, а також плетінь кватирок, фрамуг і т. ін.);
- правильність засклення, закладання в стіни підвіконних дощок, обрамлення дверних і віконних прорізів (лиштв, відливів і т. ін.);
- фарбування віконних і дверних плетінь;
- підготовку до зими зовнішніх дверей і вікон, дерев'яних дверей і вікон у місцях, підданих зволоженню, а також наявність пошкодження дереворуйнуючими комахами і грибками;
- для того, щоб тримати приміщення в чистоті при освітленні, температурі, вологості повітря і кратності повітрообміну відповідно до встановлених вимог.

Ознаки, що вказують на необхідність прийняття відновлюючих та ремонтних заходів, на які слід звертати увагу при оглядах вікон та дверей:

- незадовільний стан стяжних гвинтів, з'єднання зовнішніх і внутрішніх плетінь, стопорів чи металевих рейок, що служать для закріплення плетінь у необхідному положенні, вентиляційних приладів, ущільнючих прокладок між плетіннями та у притворах, кріплення скла до плетінь, випусків для конденсату в міжрамному просторі;
- наявність нещільностей між стінами та віконними чи дверними коробками та у притворах плетінь і дверей;
- руйнування замазки у фальцах і відшарування штапиків;
- промерзання фільонок балконних дверей, заледеніння приплинних отворів вентиляційних приладів, встановлених під підвіконнями (у великопанельних будинках);
- підвищена повітропроникність і проникнення атмосферної вологи через заповнення віконних прорізів, нещільне з'єднання між собою зовнішніх і

внутрішніх плетінь, відсутність чи зношеність ущільнюючих прокладок у притворах плетінь (полотен);

- відсутність чи забруднення отворів у віконних коробках для відводу назовні конденсату, що утворюється в міжрамному просторі між плетіннями, зношеність чи відсутність ущільнюючих прокладок;

- загнивання деревини чи її враження дереворуйнуючими комахами, розсихання, короблення плетінь і полотен;

- малий ухил і відсутність закладення країв віконних зливів;

- ушкодження засклення, несправність чи відсутність віконних та дверних приладів;

- відшарування і руйнування фарбування вікон та дверей.

Найчастіше при технічному обслуговуванні та поточних ремонтах вікон та дверей будинків виконуються такі роботи:

- виправлення віконних рам та дверей із заміною до 5% всієї площі зимових рам та до 3% загальної кількості дверей;

- заміна несправних віконних, дверних приладів та встановлення тих, що бракує;

- заміна старих кватирок новими або ремонт їх в літніх або зимових рамах;

- укріплення та виправлення існуючих віконних та дверних наличників та встановлення нових;

- усунення щілин в дерев'яних підвіконнях вставленням рейок або промазуванням шпаклівкою, а також промазування щілин під підвіконнями, забивання цементним розчином тріщин в бетонних, мозаїчних та інших підвіконнях;

- ремонт та заміна окремих віконних коробок та підвіконь до 2% загальної кількості їх;

- укріплення та дрібний ремонт віконних рам з пристругуванням та нашиванням планок;

- укріплення та заміна відливів-сльозників із зовнішнього боку літніх рам та фрамуг;

- обконопачування віконних та дверних коробок (когод) в дерев'яних зовнішніх рублених стінах із забиванням та утепленням простору над верхником, обконопачування та промазування зазорів між коробкою та стіною в кам'яних будівлях;

- заміна розбитого віконного та дверного скла;

- заміна розтрісканої замазки та розбитого скла у віконних рамах сходових клітин житлових будинків;

- очищення скла та забивання других віконних рам замазкою та папером на зимовий період у сходових клітинах житлових будинків та у всіх приміщеннях громадських будівель;

- дрібний ремонт вхідних та квартирних дверей з пристругуванням, нашиванням планок або вставленням рейок у фільтр, а також

перенавішуванням з улаштуванням нових та забиванням старих чвертей в коробках;

- утеплення вхідних та квартирних дверей, а також балконних;
- суцільне фарбування вікон, дверей, воріт;
- встановлення пружин до зовнішніх вхідних дверей.

Штукатурні та малярні роботи. [7]

Управитель будинку повинен знати основні дефекти, що виникають при експлуатації поверхонь, що потребують оштукатурення та малярних робіт, та заходи, що забезпечують нормативно-вологісний режим та необхідний санітарний стан приміщень при проведенні ремонтних робіт. Найчастіше зустрічаються наступні роботи:

- ремонт штукатурки стін та стель в окремих місцях протікання та після аварії, зарівнювання різного роду ушкоджень, вибоїн у штукатурці;
- часткове штукатурення перекриттів, стін та перегородок, а також ремонт сухої штукатурки;
- часткове побілення та фарбування стін та стель, зміна шпалер після ремонту штукатурки;
- побілення та фарбування стін, стель, підлог, вікон та дверей у місцях загального користування та у сходових клітинах житлових будинків;
- олійне фарбування радіаторів, труб опалення, каналізації, водопроводу, металевих ґрат, перил сходів тощо;
- встановлення облицьовувальних плиток, що випали на стінах санвузлів та кухонь;
- розшивання тріщин та забивання нещільностей, а також вибоїн цементним розчином з частковим оголенням арматури в залізобетонних настилах;
- забивання тріщин в перегородках з гіпсових, алебастрових плит тощо;
- частковий ремонт штукатурки віконних та дверних укосів;
- укріплення відсталих розеток з постановкою їх на розчин;
- укріплення відсталих порізків у карнизах.

4.5 Експлуатаційні вимоги до дахів і покриття, ремонт і герметизація

Технічний стан даху, її експлуатаційні якості дуже впливають на стан приміщень, що знаходяться нижче. Саме ж дах і її верхній шар - покрівля - піддаються постійному впливу багатьох фізико-хімічних і механічних, нерідко вельми агресивних чинників. Тому підтримці даху, особливо покрівлі, в справному стані надається важливе значення; витрати на їх утримання досить значні - близько однієї шостої частини всіх витрат на утримання будівель.

Покриття промислових будівель складаються з несучої і захисної частин. До складу захисної частини покриття можуть входити:

- несучий настил, що підтримує захисні розташовані вище елементи;
- пароізоляція, що захищає розташований вище теплоізоляційний шар від зволоження водяною парою, яка проникає в захисну конструкцію покриття з приміщень;
- теплозахисний шар, що влаштовується для захисту приміщень від тепловтрат узимку й перегрівання влітку. Товщину теплоізоляційних матеріалів (легких бетонів, мінераловатних плит та ін.) визначають розрахунком;
- вирівнюючий шар (стяжка), призначений для вирівнювання розташованого нижче шару з цементного розчину або асфальту;
- покрівля (водоізоляційний шар з рулонних або листових матеріалів), призначена для захисту приміщень від атмосферних опадів;
- захисний шар, що влаштовується з крупнозернистого піску або дрібнозернистого гравію на бітумному змащенні для захисту покрівлі від дії прямого сонячного проміння.

Залежно від конструктивного вирішення покриття можуть бути з великорозмірних елементів, що укладаються по несучих конструкціях, і балкові, в яких плити розташовують по балках, які спираються на несучі конструкції покриття.

Залежно від волого-температурного режиму приміщень покриття можуть бути утеплені й холодні (рис.4.14).

Утеплені покриття влаштовують в опалюваних приміщеннях, а також у будівлях з незначними надлишковими тепловиділеннями (термічні цехи, цехи гарячого штампування та ін.), коли тепловиділення не перевищують $23\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

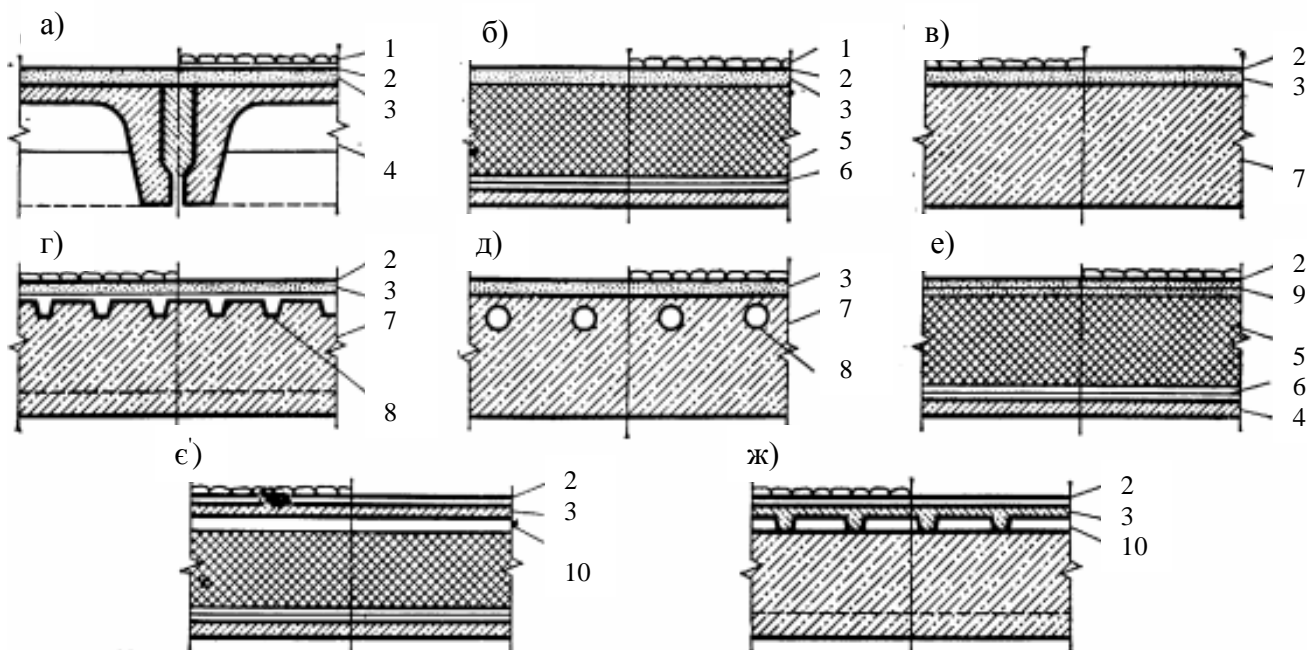
Над неопалюваними приміщеннями, а також у гарячих цехах зі значними тепловиділеннями влаштовують холодні покриття, в яких немає теплоізоляційного шару й пароізоляції (рис.4.15,а).

Утеплені покриття влаштовують в опалюваних приміщеннях, а також у будівлях з незначними надлишковими тепловиділеннями (термічні цехи, цехи гарячого штампування та ін.), коли тепловиділення не перевищують $23\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Над неопалюваними приміщеннями, а також у гарячих цехах зі значними тепловиділеннями влаштовують холодні покриття, в яких немає теплоізоляційного шару й пароізоляції (рис.4.15,а).

Залежно від експлуатаційного режиму захисна частина покриттів може бути вентиляваною, частково вентиляваною й невентильованою. Призначенням вентиляційних продухів є відведення водяної пари з під покрівельного килима.

Вентильовані покриття влаштовують також у південних районах для захисту приміщень від перегрівання. Крім того, вентиляційні продухи підвищують надійність й експлуатаційні властивості покриттям.



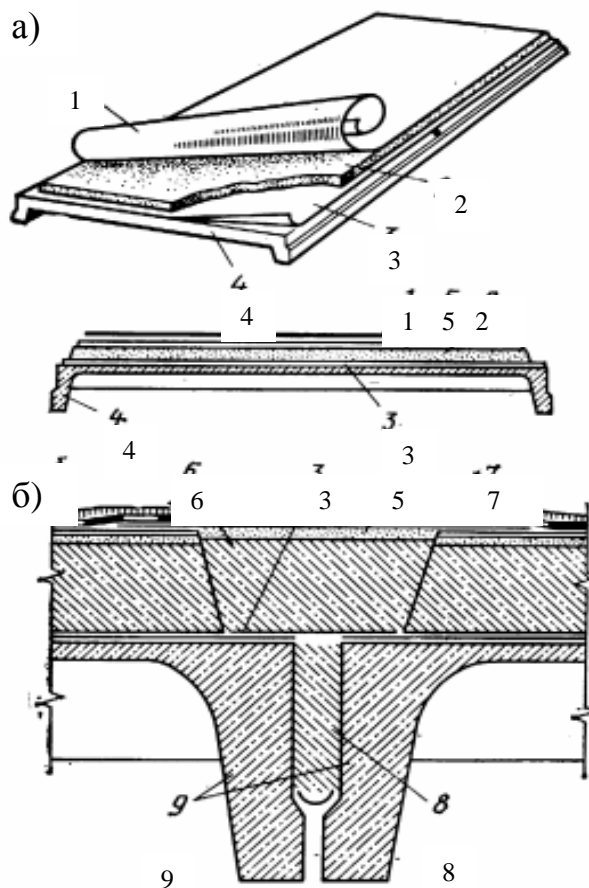
а-в – невентильовані; г, д – часткововентильовані; е-ж – вентильовані;
 1 – захисний шар; 2 – водоізоляційний килим; 3 – стяжка; 4 – несуча плита; 5 – утеплювач; 6 – пароізоляція; 7 – комплексна плита; 8 – канали і борозни; 9 – перфорований руберойд з гравієм; 10 – повітряний прошарок

Рисунок 4.14 - Основні типи покриттів із залізобетонними плитами й рулонною покрівлею

Найбільшого поширення набули покриття по залізобетонних настилах. Як несучі елементи застосовують попередньо напружені залізобетонні ребристі плити розмірами 1,5х6; 1,5х12; 3х6 і 3х12 м .

Дедалі ширше застосовують комплексні панелі (рис.4.15), коли в заводських умовах виконують усі роботи щодо влаштування покриття , а на будівельному майданчику тільки замоноличують шви між панелями настилу (рис.4.15,б).

Високі техніко-економічні показники, добрі експлуатаційні властивості має профільований настил (рис.4.16), який виготовляють із сталюого оцинкованого ребристого профілю 1 мм завтовшки, утеплений шаром пінополістиролу 50 мм завтовшки. Висота настилу 80 мм, ширина 600 мм, довжина до 12 м. Настил кріплять до сталюих конструкцій покриття болтами діаметром 6 мм. Порівняно з настилом із залізобетонних плит сталюий настил дає змогу знизити трудомісткість виготовлення і монтажу покриття на 25-40%. [7]



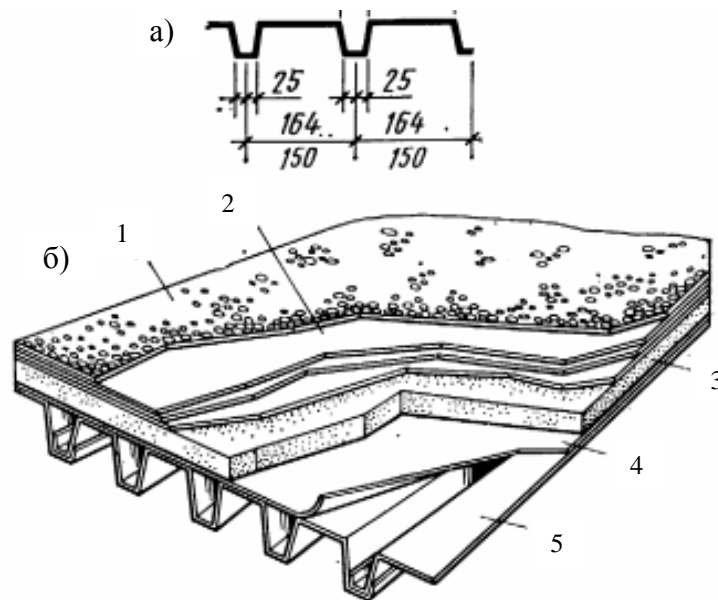
а – загальний вигляд; б – деталь сполучення панелей;
 1 – гідроізоляційний шар; 2 – теп лоізоляція; 3 – пароізоляція; 4 – плита;
 5 – стяжка; 6 – керамзитовий гравій; 7 – смуга руберойду ; 8 – бетон на
 дрібному заповнювачі; 9 – комплексні плити

Рисунок 4.15 - Конструкція комплексної панелі покриття

Перспективними є великорозмірні панелі покриттів з використанням пластмас. До них належать азбестоцементні, азбестопластмасові й алюмінієво-пластмасові панелі.

Неутеплені покриття з азбестоцементних хвилястих листів по сталевих прогонах і фермах більш економічні порівняно із залізобетонними покриттями. Так, при прольоті 24 м вони в 5-6 раз легші і в 1,5-2 рази дешевші.

У промисловому будівництві для похилих і малопохилих покриттів застосовують рулонні покрівлі, хвилясті азбестоцементні й алюмінієві листи. Для опалювальних будівель найбільш економічні рулонні або мастикові покрівлі, які влаштовують по покриттях з нахилом від 1,5 до 12%. [3]



а – профіль настилу; б – загальний вигляд;
 1 – захисний шар із гравію; 2 – водоізоляційний килим; 3 – плита з пінополістиролу; 4 – шар руберойду ; 5 – сталевий настил

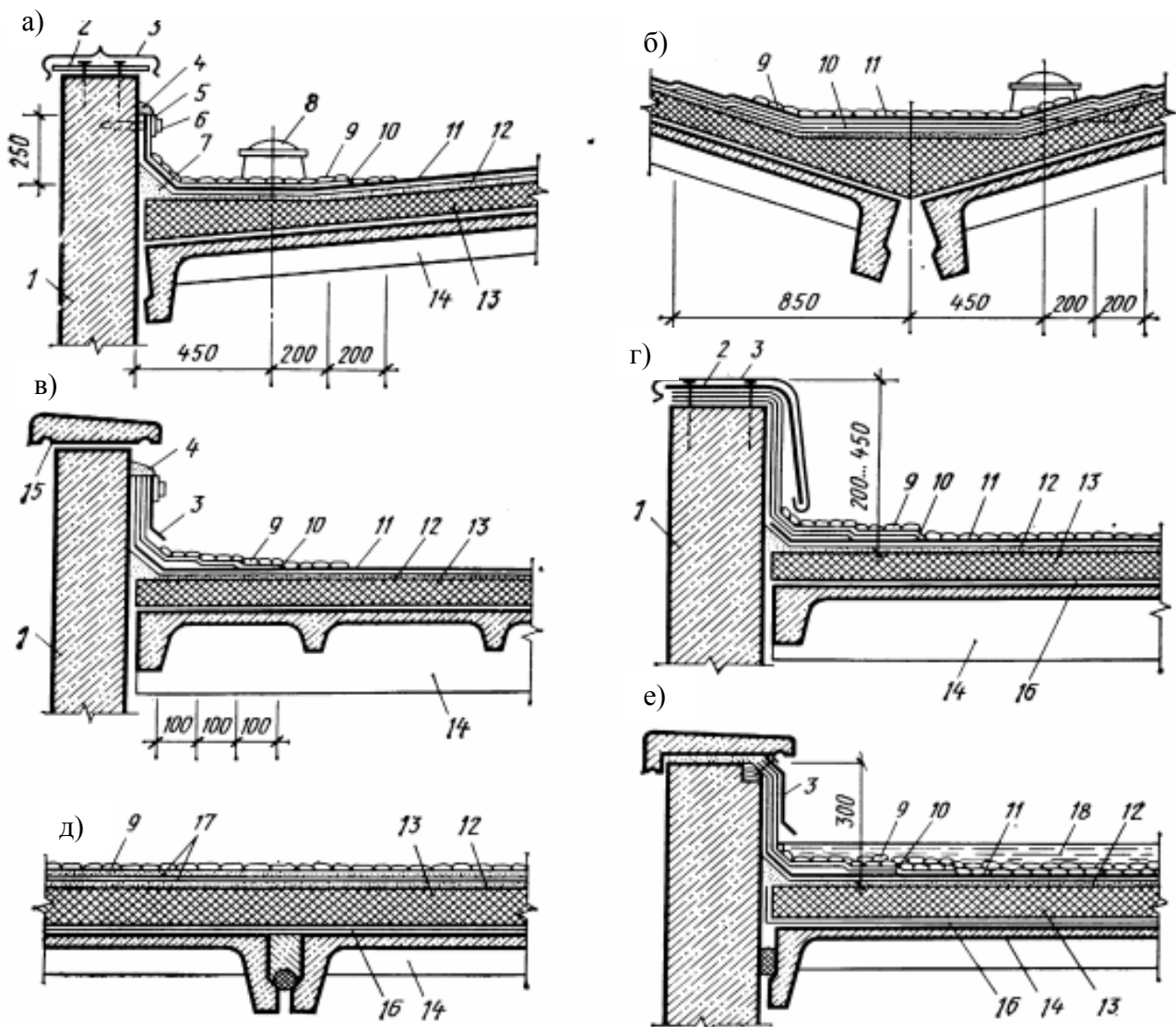
Рисунок 4.16 - Сталевий профільований настил

Перевагою плоских рулонних покрівель є водонепроникність; стійкість проти розтріскування у зв'язку із застосуванням пластичних приклеюючих мастик; стійкість проти механічних та атмосферних впливів. Матеріалом для влаштування рулонних покрівель є толь, руберойд, гідроізол, склоруберойд, пергамін, які наклеюють на бітумні або дьогтьові мастики.

Для забезпечення водонепроникності покрівлю укладають у кілька шарів, кількість яких залежить від нахилу покриття; при нахилі понад 15% – двошарові без захисного шару; від 10 до 15 % – тришарові без захисного шару; від 2,5 до 10% – тришарові із захисним шаром; до 2,5% – чотиришарові (і більше) із захисним шаром. [3]

Полотнища рулонних матеріалів при нахилах до 15% розташовують паралельно, а при нахилах понад 19% – перпендикулярно до гребеня з напуском полотнищ одне на одне 50-100 мм. [3]

У місцях примикання рулонних покрівель до виступаючих елементів (рис.4.17) і в місцях влаштування температурних швів у покритті укладають додаткові шари водоізоляційного килима. Килим заводять на виступаючі елементи, прикріплюють до них цвяхами або дюбелями, а стики захищають промазуванням або оббивають оцинкованою сталлю. На ділянках розжолобок усіх похилих покриттів укладають захисний гравійний або слюдяний шар (рис.4.17,а,б).



а-г – рулонна покрівля; д – мастикова покрівля; е – водонаповнена покрівля;

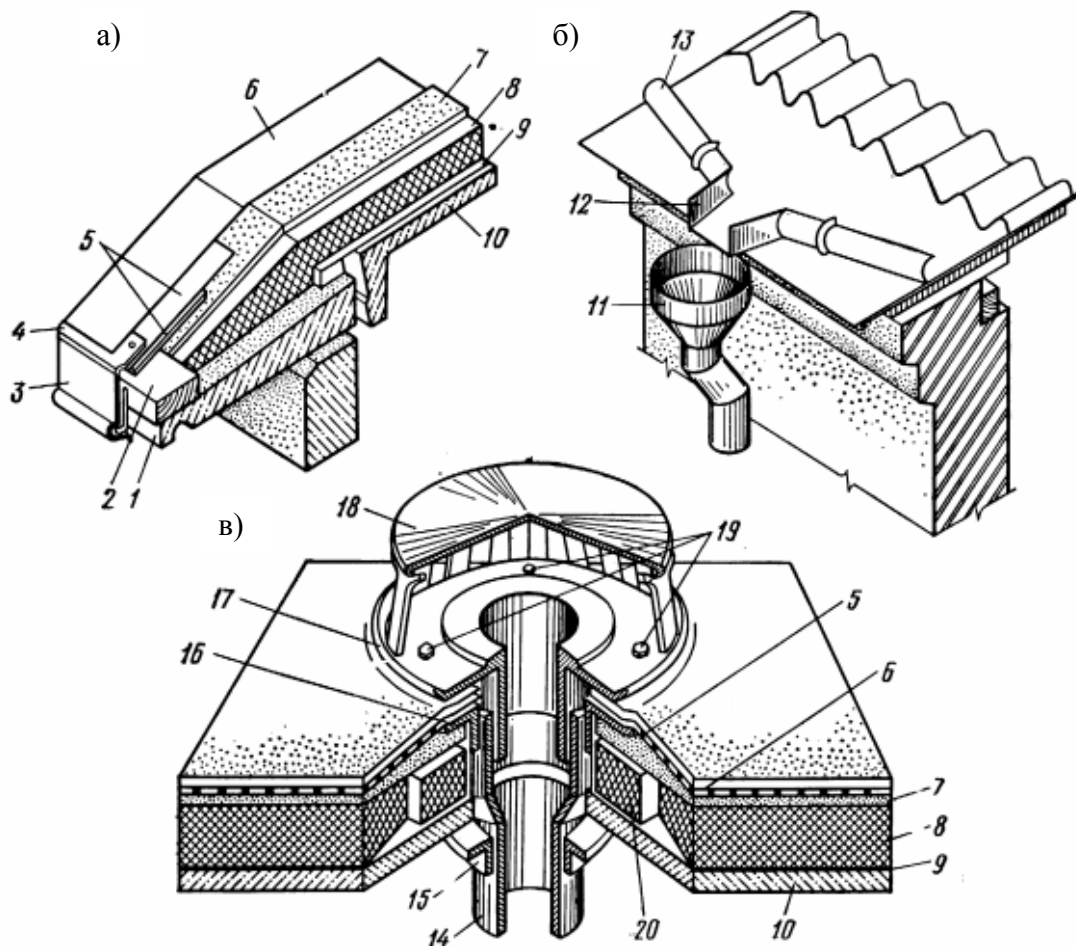
1 – стіна; 2 – костилі через 0,5 м; 3 – оцинкована сталь; 4 – мастика; 5 – стальна стрічка 40x3 мм; 6 – дюбель; 7 – розчин; 8 – воронка; 9 – захисний шар; 10 – додаткові шари покрівлі; 11 – основний килим; 12 – вирівнюючий шар; 13 – утеплювач; 14 – плита; 15 – парапетна плита; 16 – пароізоляція; 17 – мастикові шари; 18 – шар води

Рисунок 4.17 - Деталі покриттів з різними видами покрівлі

У районах з розрахунковими температурами зовнішнього повітря o 13 годині найжаркішого місця $+25^{\circ}\text{C}$ і вище доцільно застосовувати водонаповнені покрівлі. Шар води до 300 мм забезпечує надійний захист будівель від перегрівання. Узимку воду спускають у спеціальні воронки, які роблять на покритті (одна воронка на 1000 м^2 площі).

Водовідведення з покриттів промислових будівель буває зовнішнє і внутрішнє. Зовнішнє водовідведення роблять неорганізоване при висоті будівлі не більше 10 м, а також організоване через водостічні воронки (рис. 4.18,а,б).

Для неопалюваних будівель проектують вільне скидання води з покрівлі. Внутрішнє відведення води з покриттів не опалюваних будівель допускається при наявності виробничих тепло виділень, які забезпечують позитивну температуру в будівлі, але при спеціальному обігріванні водостічних воронок і труб.



- 1 – карнизна плита; 2 – антисептований брусок; 3 – фартух з оцинкованої сталі; 4 – верх фартуха (буртик); 5 – додаткові шари покрівлі; 6 – основний рулонний килим; 7 – цементна стяжка; 8 – утеплювач; 9 – пароізоляція; 10 – залізобетонна плита покриття; 11 – водоприймальна воронка; 12 – лоток; 13 – настінні жолоби; 14 – патрубок ринви; 15 – хомут із півкілець; 16 – комір (чаша) воронки; 17 – притискне кільце; 18 – захисний ковпак; 19 – шпилька М-12; 20 – керамзитобетонний блок

Рисунок 4.18 - Конструкції водовідведення з покриттів промислових будівель

При влаштуванні внутрішнього водовідведення (рис.4.18,в) водоприймальні воронки, відвідні труби й стояки, що збирають і відводять воду в зливову каналізацію, розташовують відповідно до розмірів площі покриття й поперечного профілю.

При влаштуванні покриття треба створити нахил у бік водоприймальних воронкок укладанням у жолобках шару легкого бетону змінної товщини.

Водонепроникності покрівель у місцях установлення водостічних воронкок досягають наклеюванням на фланець чаші воронки шарів основного гідроізоляційного килима з підсиленням трьома мастиковими шарами, армуванням склополотном або склосіткою.

Воронки мають бути рівномірно розміщені на плані покрівлі. Максимальна відстань між ними не повинна перевищувати 48-60 м. У поперечному напрямі будівлі на кожній поздовжній розбивочній осі будівлі розміщують не менше двох воронкок.

Ліхтарями називають засклені або частково засклені надбудови на покритті будівлі, призначені для верхнього освітлення виробничих площ, віддалених від віконних прорізів, а також для повітрообміну в приміщеннях.

За призначенням ліхтарі поділяють на світлові, аераційні й комбіновані (світлоаераційні).

За профілем перерізу ліхтарі бувають (рис.4.19) прямокутні, трапецієвидні, трикутні, М-подібні, шедові й зенітні.

Потреба влаштування ліхтарів має бути обгрунтована старанним техніко-економічним порівнянням і з урахуванням технологічних та санітарно-гігієнічних вимог, а також природно-кліматичних умов району будівництва. Так для захисту приміщень від потрапляння прямого сонячного проміння треба застосовувати шедові ліхтарі із засклінням, повернутим на північ. Комбіновані ліхтарі для багатопрольотних будівель слід влаштовувати переважно однакової висоти в усіх прольотах. У неопалюваних будівлях із зовнішнім водовідведенням не рекомендується застосовувати М-подібні ліхтарі.

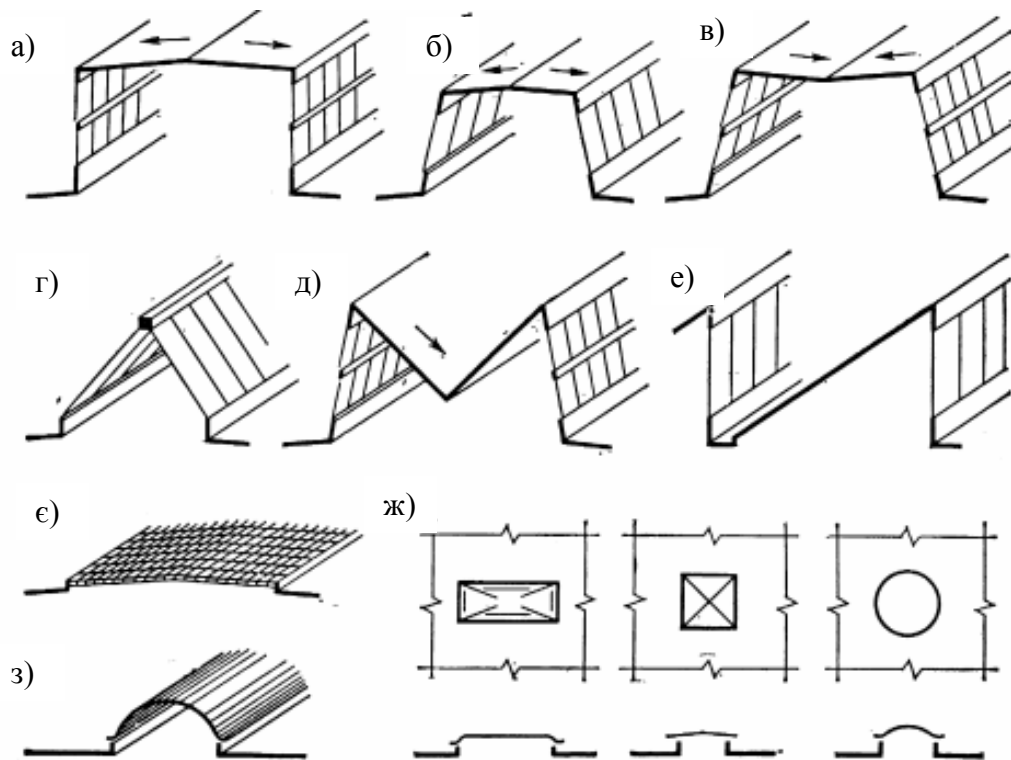
Звичайно ліхтарі розташовують уздовж будівлі, вони не доходять до торців зовнішніх стін на 6 або 12 м. [7]

У світлових ліхтарях передбачають розрив и по довжині не рідше ніж через 84 м, не менше 6 м завширшки. Коли немає можливості зробити такий розрив, ліхтарі обладнують перехідними пожежними драбинами.

Відведення води з ліхтарів проектують зовнішнє і внутрішнє. Зовнішнє водовідведення влаштовують при ширині ліхтаря до 12 м в разі вертикального заскління й до 6 м – при похилому.

Якщо водовідведення зовнішнє, то у відповідних місцях треба захистити покриття від пошкодження водою, що стікає з ліхтаря, гравійною засипкою по мастиці або спеціальними бетонними плитами.

Ліхтарі (крім зенітних) виготовляють із сталі. Залізобетон застосовують рідко.



а – прямокутний; б, в – трапецієвидний; г – трикутний, д – М-подібний;
е – шедовий; е-з – zenітний

Рисунок 4.19 - Основні профілі світлових і комбінованих ліхтарів

Несучий каркас ліхтаря складається з поперечних конструкцій (ферм) і бічних панелей. Для підвищення поперечної жорсткості до контура ліхтаря вводять розкоси й установлюють зв'язки між рамами .

Для підтримки дахів в справному стані фахівець повинен добре знати експлуатаційні вимоги до них і їх ефективність. Необхідно кваліфіковано зіставити якості конкретного даху з вимогами, що пред'являються нормативними документами. Для цього персоналу необхідні наступні знання і відомості , які об'єднують у вигляді груп:

- фактори, що впливають на дах, пов'язані з величиною вітрового, снігового та інших навантажень, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, тиску пароповітряної суміші знизу, з боку приміщення, про атмосферні опади і ін.. Переваги, недоліки і особливості застосованих конструкцій дахів - горищних з зовнішнім і внутрішнім водовідведенням, горищних з напівпрохідним і непрохідним горищами, суміщених вентиляльованих і невентильованих, характеристики покрівель;

- експлуатаційні вимоги до дахів, їх міцності і жорсткості, водонепроникності і рівня відведення води, теплозахист, який визначається нормативною температурою стелі, при якій не випадає конденсат. Заходи підтримки теплозахисних властивостей утеплювача, його вологості і

щільності, від проникнення пароповітряної суміші з боку приміщення, або встановлення пристроїв пароізоляції з тієї ж сторони;

- характеристики елементів даху, які відповідають необхідним експлуатаційним вимогам до несучих елементів, матеріалу покрівлі, теплоізоляції, пароізоляції і ін.

З врахуванням вищезгаданих факторів будується принципова структурна схема даху з позначенням факторів впливу і складових конструктивних елементів. Крім того враховуються особливості експлуатованого даху.

Використовуючи параметри і відомості про дахи, експлуатаційні вимоги до них, експлуатаційники повинні кваліфіковано і ефективно здійснювати їх безпечну технічну експлуатацію. При цьому вони зобов'язані провести технічний огляд і експертизу даху, використовуючи при цьому проект, і виявити наскільки дах відповідає своєму призначенню за конструктивною схемою і матеріалами, доступності для огляду і ремонту, а також місцевим умовам. Особливо важливими є такі чинники, як водонепроникність покрівлі, вологість утеплювача, його теплозахисні якості, ретельне сполучення покрівлі з трубами та іншими надбудовами.

Підсумки технічного огляду та експертизи будуть задовільні, якщо дах надійно захищає будівлю за всіма пред'явленими до неї вимогам. Однак нерідкі випадки виявлення дефектів і пошкоджень, недотримання експлуатаційних вимог (наприклад, немає вентиляції і осушення утеплювача в процесі служби будівлі). Виявлені недоліки і пошкодження даху і покрівлі повинні бути якомога швидше усунені.

Спеціаліст, відповідальний за наглядом будинку, повинен забезпечувати постійний догляд за дахом, її технічне обслуговування, звертаючи особливу увагу на виявлені дефекти.

При цьому дах і покрівлю необхідно регулярно очищати, оглядати, ремонтувати водоприймальні воронки та водостічні труби в установлені терміни відповідно до норм технічного стану, відновлювати захисні покриття покрівлі, не допускати утворення криги на карнизах, інею на конструкціях горища і тим більше - на стелі. Він повинен вміти організувати і провести поточний ремонт даху та покрівлі або обґрунтувати висновок будівлі в капітальний ремонт з метою заміни утеплювача, ремонту крокв, водостоків, заміни покрівлі і т.п.

Досвід показав, що експлуатаційні якості даху можуть бути надійно забезпечені тільки при наявності горищного приміщення висотою близько 2 м. Менш придатні і зручні даху з напівпрохідним горищем, які мають висоту в прикарнизах частини менше 60 см, бо це ускладнює огляд і заміну утеплювача.

У суміщених вентиляваних дахах експлуатаційні якості через протікання і промерзання погіршуються, а відновити їх складно і дорого; крім того, для цього необхідно порушувати цілісність покрівлі. Дещо краще йде справа при наявності між перекриттям і покрівлею вентиляваного прошарку, так як при цьому осушується утеплювач, але її розмір не дозволяє оглядати і

замінювати утеплювач. Неремонтоздатність таких дахів ускладнює догляд за ними і підтримання їх експлуатаційних якостей.

Вентиляційні канали в панелях суміщених дахів хоча і сприяють осушенню підкровельній частини панелей при пошкодженні покрівлі, але з плином часу вони засмічуються пилом.пташиним послідом і ін..Їх необхідно регулярно прочищати, що вельми складно; в іншому випадку в забитих каналах нагромаджується конденсат, який, замерзаючи, руйнує панелі.

Була зроблена спроба поліпшити якості суміщеної даху шляхом виключення з неї при будівництві пароізоляції, щоб в ході експлуатації просушка утеплювача відбувалася через залізобетонні панелі перекриття з боку приміщення; однак цей захід не мав успіху, вона давала позитивні результати тільки при невеликому надлишковому зволоженні утеплювача (на кілька відсотків).

При малій висоті вентиляційних труб, що проходять через поєднану дах, холодне повітря затікає по вентиляційних каналах, що викликає значне переохолодження приміщень верхнього поверху. Внаслідок цього в районах, де дмуть сильні вітри, доводиться закладати на зиму вентиляційні канали (ставити на каналах шибери і т. п.), що неприпустимо при використанні газу. При наявності горища і високих вентиляційних труб, що проходять через тепле горище, переохолодження приміщень верхнього поверху не відбувається.

Таким чином, горищне приміщення, яке існує в будівлях, побудованих в зонах помірного і холодного клімату, вже багато століть, не втратило свого важливого значення і в період повнозбірного індустріального будівництва. Функції дахів і покриття будівель настільки складні і багатогранні, що виявляється необхідним вентиляований простір між горищним перекриттям і покрівлею, яке служить для огляду покрівлі та догляду за утеплювачем: розпушування, просушування, заміни.

Залізобетонні несучі конструкції дахів і покриття довговічні, а тому їх ремонтом доводиться рідко займатися, за винятком карнизних блоків. У деяких серіях типових проектів житлових будинків передбачені «падаючі» карнизні блоки, утримувані металевими тяжами, схильними до корозії. Експлуатація дахів з такими або подібними карнизами небезпечна: ступати на такі карнизи, навантажувати їх ляльками категорично забороняється. Необхідно стежити за станом заставних деталей, що утримують такі карнизи, і періодично захищати їх від корозії.

У горищних дахах на залізобетонних елементах найчастіше утворюється іній, що свідчить про високу температуру повітря в горищному приміщенні і призводить до руйнування бетону через періодичне заморожування і відтавання. Для запобігання утворенню інею потрібно посилити вентиляцію горищного приміщення і знизити температуру повітря в ньому. При різниці температур на горищі і зовні від 2 до 4 ° танення снігу на даху та утворення криги не відбувається, а при більшій різниці треба вживати заходів щодо зниження температури в горищному приміщенні.

Причинами перегріву горищного приміщення можуть бути: недостатня теплоізоляція горищного перекриття, незадовільна ізоляція трубопроводів, розширювальних баків, водозбірників та іншого обладнання, розміщеного на горищі, а також недостатня його вентиляція. Площа слухових вікон і продухов повинна становити не менше $\frac{1}{300}$ - $\frac{1}{500}$ площі горищного перекриття; при цьому розташування слухових вікон і продухов має забезпечувати наскрізне провітрювання горища без застійних зон. При необхідності можна влаштувати продухи-щілини між карнизом і покрівлею шириною 2-2,5 см або отвори в прикарнизних частини розмірами 20x20 см з обов'язковим встановленням решіток, щоб уникнути проникнення птахів. У коньковій частини теж повинні бути влаштовані або продухи, або вставлені патрубки через 5-6 м по довжині коника з флюгарками і піддоном. [3]

Перегрів горищного приміщення і випадання конденсату, особливо на залізобетонних елементах, позначаються і на вологості утеплювача; волога може досягти стелі. Однак в горищних дахах утеплювач легко просушити, замінити або доповнити. Сипучий утеплювач з плином часу слеживається, ущільнюється, втрачаючи свої теплозахисні якості. Такий утеплювач кожні п'ять років рихлять, доповнюють, особливо в прикарнизних найбільш холодній частини.

Дуже складні і дорогі просушка і заміна утеплювача на ієпроходних горищах. Тут доводиться вирубувати в підкровельній панелі вікна розмірами 50x50 см, розрізати арматуру і через них міняти утеплювач, а потім знову зварювати арматуру і закладати вікна бетоном. Труднощі таких робіт зайвий раз показує, що до утеплювача повинен бути забезпечений доступ для контролю за його параметрами, а при необхідності-для заміни.

При експлуатації даху першорядне увага повинна приділятися покрівлі. Поточний її ремонт може бути плановим з урахуванням строків служби і непередбаченим, що складається в терміновій ліквідації пошкоджень. Для забезпечення розрахункового терміну служби покрівлі необхідно дотримуватися трьох головних умов:

- постійно утримувати покрівлю в чистоті, але сніг видаляти лише за крайньої необхідності і в період відлиг, залишаючи захисний шар снігу 5 см; покрівля псується при ходінні по ній і ударах, неминучих при скиданні снігу;
- своєчасно проводити огляди, виявляти і усувати дефекти і пошкодження, звертаючи особливу увагу на місця сполучення покрівлі з виступаючими або пов'язаними конструкціями- трубами, парапетами, стінками виходів на дах і т. п. .;
- виконувати в строго встановлені терміни профілактичні ремонти з відновлення захисних покриттів покрівлі та усунення дрібних пошкоджень.

Характер ремонту покрівлі визначається її матеріалом. Порядок ремонту азбестоцементних і рулонних покрівель докладно описаний в довідниках. Дахи і покрівлі повинні бути весь час в полі зору працівників експлуатаційної служби.

Іншу групу робіт становить догляд за несучими конструкціями і утеплювачем даху, починаючи з періодичного їх огляду. До пошкоджень дерев'яних крокв і балок відноситься їх загнивання в місцях опирання і закладення в стіну, а також неприпустимі прогини крокв і обрешітки.

РОЗДІЛ 5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

5.1 Розрахунок згинальних металевих елементів балкової клітки

Мета задачі - підібрати стандартні прокатні двотаврові профілі для виготовлення балок настилу та головних балок металеві балкової клітки.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- зібрати навантаження, що діють на балкову клітку;
- визначити згинальні моменти, що виникають у балці настилу від нормативних та розрахункових навантажень;
- визначити опорні реакції у балці настилу, що виникають під дією нормативних та розрахункових навантажень;
- визначити потрібний момент опору перерізу балки настилу;
- знаючи потрібний момент опору перерізу, за сортаментом підібрати двотавровий профіль для виготовлення балки настилу, виписати з сортаменту значення моменту інерції та фактичного моменту опору двотавра;
- перевірити обраний двотавровий профіль за міцністю та жорсткістю;
- якщо перевірка виявить, що обраний двотавровий профіль не задовольняє вимогам міцності або жорсткості - підібрати наступний двотавр і перевірити його;
- визначити опорні реакції, що виникають у головній балці під дією нормативних та розрахункових навантажень;
- визначити згинальні моменти, що виникають у головній балці під дією нормативних та розрахункових навантажень;
- визначити необхідний момент опору перерізу головної балки;
- знаючи необхідний момент опору, за сортаментом підібрати двотавровий профіль для виготовлення головної балки, виписати з сортаменту значення моменту інерції та фактичного моменту опору двотавра;
- перевірити обраний двотавровий профіль за міцністю та жорсткістю;
- якщо перевірка виявить, що обраний двотавровий профіль не задовольняє вимогам міцності або жорсткості - підібрати наступний двотавр і перевірити його.

5.1.1 Основи методики розрахунку балок балкових кліток

Стійкість балкових кліток може бути забезпечена у тому разі, коли будуть виконані умови досягнення граничних станів металевих конструкцій. Ефективність розрахунку може бути забезпечена тільки за умов правильності вибору величини прокатного профілю після проведення проектних

розрахунків.

У зв'язку з цим умови стійкості балок формулюються двома співвідношеннями [8]:

$$\sigma_{max} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (5.1)$$

$$\left(\frac{f}{l} \right)_p \leq \left[\frac{f}{l} \right]_{табл}, \quad (5.2)$$

де σ_{max} - максимальна величина напружень від розрахункових навантажень, кН/см²;

R_y - розрахунковий опір сталі, кН/см²;

γ_c - коефіцієнт умов роботи;

f/l - відносний прогин балки.

Розрахунок на міцність при вигині розрізних балок суцільного перерізу, що несуть статичне навантаження, та закріплених від втрати загальної стійкості настилом (у нашому випадку залізобетонним), проводиться за формулою:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{C_1 W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (5.3)$$

де M_{max} - максимальний згинальний момент від розрахункового навантаження, кНм;

W_x - момент опору перерізу балки, см³;

C_1 - коефіцієнт, що враховує пластичну роботу сталі під навантаженням.

Виходячи з формули (5.3), знаходимо необхідний момент опору перерізу балки за максимальним згинальним моментом, що отримано за розрахунком:

$$W_{вим} = \frac{M_{max}}{C_1 R_y \gamma_c} \quad (5.4)$$

За моментом опору, що вимагається, підбирається ближчий більший номер балки (Додатки 14 та 15).

Підібраний опір перерізу балки повинен бути перевірений за жорсткістю (розрахунок за II групою граничних станів). Для цього визначається прогин балки від нормативного значення навантаження. Відносний прогин балки є мірою її жорсткості. Він не повинен перебільшувати нормативного прогину, що залежить від призначення балки (формула 5.2). Нормативне значення відносного прогину для балок та перекриттів, що відкриті для огляду $f/l = 1/250$. [8]

Якщо перевірка за формулою (5.2) не задовольняється, потрібно

збільшити переріз балки.

5.1.2 Приклад розрахунку

Вихідні дані:

- прольот будівлі - 9 м;
- крок колон - 6 м;
- тимчасове нормативне навантаження - 5 кН/м²;
- нормативне навантаження від настилу - 1,5 кН/м²;
- матеріал балок - сталь $R_y = 20$ кН/м²;
- модуль пружності сталі $E = 2,1 * 10^4$ кН/см²
- коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$;
- нормативний прогин балки настилу - $f/l = 1/200 = 0,005$;
- нормативний прогин головної балки - $f/l = 1/250 = 0,004$.
- На настилі влаштована підлога з наступних матеріалів:
 - а) керамічна плитка ($p_n = 1900$ кг/м³; $h_n = 0,013$ м);
 - б) цементний розчин ($p_{ц.р} = 1900$ кг/м³; $h_{ц.р} = 0,02$ м);
 - в) гідроізоляція - один шар руберойду ($p_p = 1300$ кг/м³; $h_p = 0,003$ м);
 - г) цементна стяжка ($p_{ц.с} = 1900$ кг/м³; $h_{ц.с} = 0,08$ м).

Розрахунок балки настилу та головної балки проводиться окремо.

Розрахунок балки настилу

Розрахункова схема балки настилу (рис. 5.1): балка, що вільно лежить на 2-х опорах (головних балках), навантажена рівномірно розподіленим навантаженням.

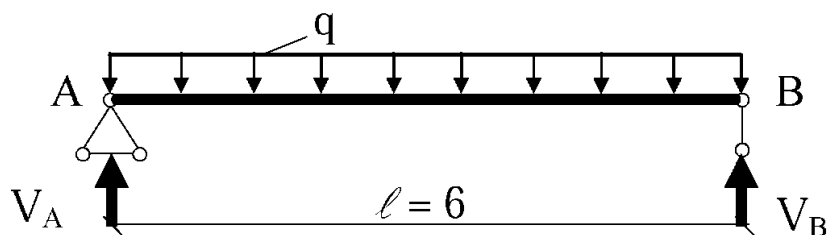


Рисунок 5.1 - Розрахункова схема балки настилу

На балку настилу діють навантаження від вищележачого залізобетонного настилу, а також від тимчасового нормативного навантаження та елементів підлоги, влаштованій на настилі.

Необхідно знайти нормативні навантаження від елементів підлоги. Для

цього завдану товщину матеріалу помножуємо на його щільність.

Нормативне навантаження від керамічної плитки:

$$V_{п}^H = \rho_n \cdot h_{п} = 19 \cdot 0,013 = 0,247 \text{ кН/м}^2. \quad (5.5)$$

Нормативне навантаження від цементного розчину:

$$V_{ц,р}^H = \rho_{ц,р} \cdot h_{ц,р} = 19 \cdot 0,02 = 0,38 \text{ кН/м}^2. \quad (5.6)$$

Нормативне навантаження від гідроізоляції (руберойду):

$$V_p^H = \rho_p \cdot h_p = 13 \cdot 0,003 = 0,039 \text{ кН/м}^2. \quad (5.7)$$

Нормативне навантаження від цементної стяжки:

$$V_{ц,с}^H = \rho_{ц,с} \cdot h_{ц,с} = 19 \cdot 0,08 = 1,52 \text{ кН/м}^2. \quad (5.8)$$

Визначаємо сумарне нормативне навантаження:

$$\begin{aligned} \sum V^H &= g_r^H + V_n^H + V_{п}^H + V_{ц,р}^H + V_p^H + V_{ц,с}^H = \\ &= 5 + 1,5 + 0,247 + 0,38 + 0,039 + 1,52 = 8,69 \text{ кН/м}^2. \end{aligned} \quad (5.9)$$

Визначаємо сумарне розрахункове навантаження:

$$\sum V_p = V^H \gamma_c \gamma_n = 8,69 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 9,07 \text{ кН/м}^2. \quad (5.10)$$

Для розрахунків приймаємо, що на одну головну балку спирається 5 балок настилу. Довжина балки настилу дорівнює кроку колон (в нашому випадку 6 м), а довжина головної балки - прольоту (тобто 9 м). Крок балок настилу складає:

$$l_k = l_{с.б} / n_{б,н} = 9 / 5 = 2,25 \text{ м}. \quad (5.11)$$

Визначаємо максимальний згинальний момент від нормативних навантажень, що виникає у балці настилу:

$$M_{\max} = \frac{1,03 \cdot \sum V^n \cdot l_k \cdot l^2}{8} = \frac{1,03 \cdot 8,69 \cdot 2,25 \cdot 6^2}{8} = 92,24 \text{ кНм}. \quad (5.12)$$

Визначаємо максимальний згинальний момент від розрахункових навантажень, що виникає у балці настилу:

$$M_{\max} = \frac{1,03 \cdot \Sigma V^p \cdot l_k \cdot l^2}{8} = \frac{1,03 \cdot 9,07 \cdot 2,25 \cdot 6^2}{8} = 94,594 \text{кНм}. \quad (5.13)$$

де 1,03 - коефіцієнт, що враховує збільшення згинального моменту за рахунок власної ваги балки настилу.

Визначаємо опорні реакції балки настилу від нормативних навантажень:

$$P_p = \frac{\Sigma V^n \cdot l_k \cdot l}{2} = \frac{8,69 \cdot 2,25 \cdot 6}{2} = 58,66 \text{кН}. \quad (5.14)$$

Визначаємо опорні реакції балки настилу від розрахункових навантажень:

$$P_p = \frac{\Sigma V^p \cdot l_k \cdot l}{2} = \frac{9,07 \cdot 2,25 \cdot 6}{2} = 61,22 \text{кН}. \quad (5.15)$$

Визначаємо потрібний момент опору перерізу балки настилу за формулою 5.4:

$$W_{\text{розр}} = \frac{M_p}{C_1 R_y \gamma_c} = \frac{6122}{1,12 \cdot 20 \cdot 1} = 273,3 \text{см}^3,$$

де M_p - максимальний згинальний момент від розрахункових навантажень, кН* см.

На базі отриманих даних за сортаментом (додаток 14) попередньо обираємо двотавр №24 та виписуємо його геометричні характеристики:

- момент інерції $I = 3450 \text{см}^4$;
- момент опору перерізу $W_x = 289 \text{см}^3$.

Перевіряємо обраний двотавр на міцність (за 1-м граничним станом), тобто визначаємо напруження в балці настилу і порівнюємо їх з розрахунковим опором сталі (формула 5.3):

$$\sigma = \frac{M_p}{C_1 W_x} = \frac{6122}{1,12 \cdot 289} = 18,9 \text{кН / см}^2 \leq 20 \text{кН/см}^2.$$

Оскільки напруження, що виникають в обраній двотавровій балці, не перевищують розрахункового опору сталі, можна стверджувати, що обраний двотавр №24 задовольняє умову міцності.

Перевіряємо обраний двотавр за жорсткістю (за 2-м граничним станом), тобто визначаємо відносний прогин і порівнюємо його з нормативним прогином:

$$\frac{f}{l} = \frac{M_{\max}^n \cdot l_1}{10 \cdot E \cdot I} = \frac{9224 \cdot 600}{10 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 3450} = 0,0076 > 0,005 \quad (5.16)$$

де M_{\max}^n - максимальний згинальний момент від нормативних навантажень, кН · см;

E - модуль пружності сталі, кН/см²;

I - момент інерції перерізу, см⁴;

l_1 - прольот балки настилу, см.

Можна бачити, що відносний прогин перевищує нормативний. Отже, двотавр №24 не відповідає вимогам жорсткості, а тому за сортаментом у додатку 14 підбираємо наступний двотавр №27 і виконуємо його перевірку за жорсткістю. Момент інерції для двотавру №27 дорівнює 5010 см⁴.

$$\frac{f}{l} = \frac{9224 \cdot 600}{10 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 5010} = 0,0053 > 0,005$$

Відносний прогин у балці настилу з двотавру №27 також дещо перевищує нормативне значення, а тому і двотавр №27 не відповідає вимогам жорсткості. Тому вибираємо за сортаментом у додатку 14 наступний профіль, двотавр №30, і виконуємо його перевірку за жорсткістю. Момент інерції для двотавру №30 складає 7080 см⁴.

$$\frac{f}{l} = \frac{9224 \cdot 600}{10 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 7080} = 0,0037 < 0,005.$$

Оскільки відносний прогин менший, ніж нормативний, то умова жорсткості виконується. Остаточо приймаємо балку настилу з двотавру №30.

Розрахунок головної балки

Розрахункова схема головної балки (рис. 5.2): балка, що вільно лежить на двох опорах (колонах), навантажена системою зосереджених навантажень в місцях обпирання балок настилу (опорними реакціями балок настилу).

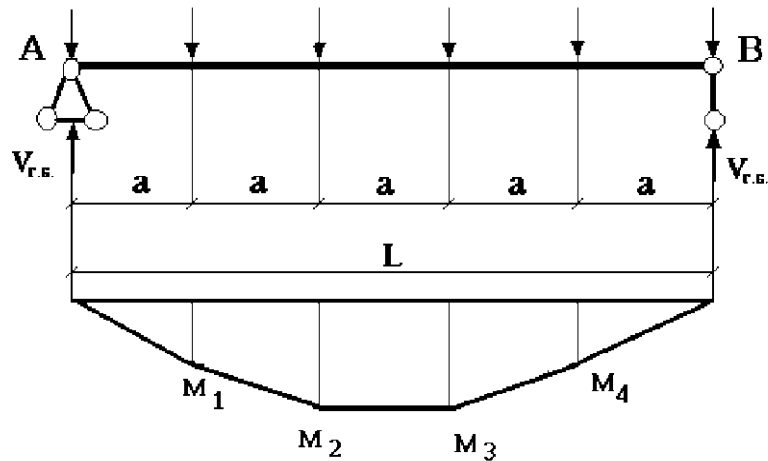


Рисунок 5.2 - Розрахункова схема головної балки та епюри згинальних моментів

На головну балку діють реакції опор балок настилу з такими характеристиками [8]:

- від нормативних навантажень $P_n = 58,66$ кН;
- від розрахункових навантажень $P_p = 61,22$ кН.

Визначаємо опорні реакції головної балки від нормативних навантажень:

$$P_{z.б.}^n = \frac{l_{z.б.} \cdot P_n}{l_k} = \frac{9}{2,25} \cdot 58,66 = 117,32 \text{ кН}. \quad (5.17)$$

Визначаємо опорні реакції головної балки від розрахункових навантажень:

$$P_{z.б.}^p = \frac{l_{z.б.} \cdot P_p}{l_k} = \frac{9}{2,25} \cdot 61,22 = 122,44 \text{ кН}. \quad (5.18)$$

Визначаємо максимальний згинальний момент від нормативних навантажень, що виникає у головній балці:

$$M_{\max}^n = \left(P_{z.б.}^n - \frac{P_n}{2} \right) \cdot 2 \cdot l_k \cdot 1,05 = \left(117,32 - \frac{58,66}{2} \right) \cdot 2 \cdot 2,25 \cdot 1,05 = 415,75 \text{ кНм}. \quad (5.19)$$

де 1,05 - коефіцієнт, який враховує збільшення згинального моменту за рахунок власної ваги головної балки.

Визначаємо максимальний згинальний момент від розрахункових навантажень:

$$M_{\max}^p = \left(P_{з.б.}^p - \frac{P_p}{2} \right) \cdot 2 \cdot l_k \cdot 1,05 = \left(122,44 - \frac{61,22}{2} \right) \cdot 2 \cdot 2,25 \cdot 1,05 = 547,92 \text{ кНм}. \quad (5.20)$$

Визначаємо необхідний момент опору перерізу головної балки

$$W_{розп. з.б.} = \frac{M_{\max}^p}{R_y \gamma_c} = \frac{54793}{20 \cdot 1} = 2739,6 \text{ см}^3. \quad (5.21)$$

На базі отриманих даних за сортаментом (Додаток 15) обираємо двотавр №60Б2 та виписуємо його геометричні характеристики [8]:

- момент інерції $I = 87640 \text{ см}^4$;
- момент опору перерізу $W_x = 2936 \text{ см}^3$.

Визначаємо напруження, що виникають у головній балці під дією зовнішнього навантаження і порівнюємо їх із розрахунковим опором сталі (перевіряємо обраний двотавр за міцністю, за 1-м граничним станом):

$$\sigma = \frac{M_{\max}^p}{W_x} = \frac{54792}{2936} = 18,66 \text{ кН/см}^2 \leq 20 \text{ кН/см}^2. \quad (5.22)$$

Оскільки напруження не перевищують розрахункового опору сталі, то умова міцності виконується.

Визначаємо відносний прогин головної балки і порівнюємо його із нормативним прогином, тобто перевіряємо головну балку за жорсткістю (за 2-м граничним станом):

$$\frac{f}{l} = \frac{M_{\max}^n \cdot l_1}{10 \cdot E \cdot I} = \frac{41575 \cdot 900}{10 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 87640} = 0,002 < 0,004.$$

Оскільки відносний прогин менший, ніж нормативний, то умова жорсткості виконується.

Остаточно приймаємо головну балку з двотавру №60Б2.

Якщо розрахунки за першим та другим граничним станом не відповідають умовам, береться двотавр на номер більший і розрахунки на міцність та стійкість проводять заново до тих пір, поки умови за двома граничними станами не будуть задовольнятися.

5.1.3 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 6$ м; крок колон $l_1 = 3$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 24$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; модуль пружності сталі $E = 2,4 \cdot 10^4$ кН/см²; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) $3,5$ кН/м²;

- склад підлоги:

- а) керамічна плитка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,013$ м);
- б) цементний розчин ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,02$ м);
- в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300$ кг/м³; $h = 0,003$ м);
- г) цементна стяжка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,08$ м);

- нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, $1,5$ кН/м².

2. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_1 = 5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; модуль пружності сталі $E = 2,6 \cdot 10^4$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3 кН/м²;

- склад підлоги:

- а) керамічна плитка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,013$ м);
- б) цементний розчин ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,02$ м);
- в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300$ кг/м³; $h = 0,003$ м);
- г) цементна стяжка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,08$ м);

- нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, $1,5$ кН/м².

3. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8$ м; крок колон $l_1 = 4$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 20$ кН/см²; модуль пружності сталі $E = 2,1 \cdot 10^4$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3 кН/м²;

- склад підлоги:

- а) керамічна плитка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,013$ м);
- б) цементний розчин ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,02$ м);
- в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300$ кг/м³; $h = 0,003$ м);
- г) цементна стяжка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,08$ м);

- нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, $1,5$ кН/м².

4. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні

балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_1 = 3,5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 28$ кН/см²; модуль пружності сталі $E = 2,8 \cdot 10^4$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 4,3 кН/м²;

- склад підлоги:

а) керамічна плитка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,013$ м);

б) цементний розчин ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,02$ м);

в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300$ кг/м³; $h = 0,003$ м);

г) цементна стяжка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,08$ м);

- нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, 1,5 кН/м².

5. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 5$ м; крок колон $l_1 = 2,5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 20$ кН/см²; модуль пружності сталі $E = 2,1 \cdot 10^4$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3,3 кН/м²;

- склад підлоги:

а) керамічна плитка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,013$ м);

б) цементний розчин ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,02$ м);

в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300$ кг/м³; $h = 0,003$ м);

г) цементна стяжка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,08$ м);

- нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, 1,5 кН/м².

6. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8$ м; крок колон $l_1 = 4$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; модуль пружності сталі $E = 2,6 \cdot 10^4$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 2,8 кН/м²;

- склад підлоги:

а) керамічна плитка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,013$ м);

б) цементний розчин ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,02$ м);

в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300$ кг/м³; $h = 0,003$ м);

г) цементна стяжка ($\rho = 1900$ кг/м³; $h = 0,08$ м);

- нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, 1,7 кН/м².

7. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 9$ м; крок колон $l_1 = 4,5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; модуль пружності сталі $E = 2,6 \cdot 10^4$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3,3 кН/м²;

- склад підлоги:

- а) керамічна плитка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,013 \text{ м}$);
- б) цементний розчин ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,02 \text{ м}$);
- в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,003 \text{ м}$);
- г) цементна стяжка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,08 \text{ м}$);

нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, $1,7 \text{ кН/м}^2$.

8. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8 \text{ м}$; крок колон $l_I = 4 \text{ м}$; розрахунковий опір сталі $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$; модуль пружності сталі $E = 2,4 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2$; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) $2,6 \text{ кН/м}^2$;

- склад підлоги:

- а) керамічна плитка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,013 \text{ м}$);
- б) цементний розчин ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,02 \text{ м}$);
- в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,003 \text{ м}$);
- г) цементна стяжка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,08 \text{ м}$);

нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, $1,5 \text{ кН/м}^2$.

9. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 6 \text{ м}$; крок колон $l_I = 3 \text{ м}$; розрахунковий опір сталі $R_y = 22 \text{ кН/см}^2$; модуль пружності сталі $E = 2,210^4 \text{ кН/см}^2$; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) $3,2 \text{ кН/м}^2$;

- склад підлоги:

- а) керамічна плитка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,013 \text{ м}$);
- б) цементний розчин ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,02 \text{ м}$);
- в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,003 \text{ м}$);
- г) цементна стяжка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,08 \text{ м}$);

нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за винятком підлоги, $1,6 \text{ кН/м}^2$.

10. Розрахувати металеву балкову клітку (балки настилу та головні балки) за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8 \text{ м}$; крок колон $l_I = 4 \text{ м}$; розрахунковий опір сталі $R_y = 26 \text{ кН/см}^2$; модуль пружності сталі $E = 2,610^4 \text{ кН/см}^2$; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) $2,8 \text{ кН/м}^2$;

- склад підлоги:

- а) керамічна плитка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,013 \text{ м}$);
- б) цементний розчин ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,02 \text{ м}$);
- в) гідроізоляція - один шар руберойду ($\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,003 \text{ м}$);
- г) цементна стяжка ($\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$; $h = 0,08 \text{ м}$);

нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу, за

винятком підлоги, 1,7 кН/м².

5.2 Розрахунок збірної залізобетонної колони середнього ряду першого поверху

Мета задачі - підібрати поздовжню робочу арматуру, а також поперечну арматуру, тобто визначити кількість поздовжніх робочих арматурних стрижнів та їх діаметр, а також діаметр поперечних стрижнів і відстань між ними.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити нормативне навантаження від власної ваги колони;
- визначити масу залізобетонного ригеля та нормативне навантаження від залізобетонних ригелів;
- визначити нормативне навантаження бід балок настилу та головної балки металевої балкової клітки;
- визначити площу вантажного майданчика для плоского перекриття;
- визначити нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу;
- визначити нормативне навантаження від збірних плит перекриттів;
- визначити нормативне навантаження від конструкцій підлоги;
- визначити нормативне технологічне навантаження;
- визначити сумарне нормативне та сумарне розрахункове навантаження, що діють на колону;
- визначити гнучкість колони;
- визначити загальну площу робочої поздовжньої арматури;
- за сортаментом підібрати кількість робочих поздовжніх стрижнів та їх діаметр;
- підібрати діаметр поперечної арматури та визначити відстань між поперечними стрижнями.

5.2.1 Визначення навантажень на колону

Колони каркасних будинків - складова частина каркаса; їх розраховують як позацентрово стиснуті елементи на вплив стискаючих поздовжніх сил і згинальних моментів, з урахуванням випадкового ексцентриситету. Але враховуючи те, що будинок має несучі кам'яні стіни, незначну гнучкість колон ($\epsilon_0 \leq 20\text{И}$) і приблизно рівне симетричне їх навантаження ригелями, що примикають, можна розраховувати колони спрощено - на дію тільки поздовжньої сили, що стискає.

Розрахункова схема колони може бути уявлена у вигляді центрально-

стислої стійки із защемленням внизу на рівні верхнього обрізу фундаменту і шарніром на рівні верху перекриття над першим поверхом.

Для визначення навантажень розміри перетину колони приймаємо розмірами 400 x 400 мм. Вантажний майданчик, навантаження з якого припадає на одну окремо взяту колону, буде обмежений прольотом та кроком колон.

5.2.2 Вибір класів бетону і арматури

Розрахункова довжина збірної залізобетонної колони в нашому випадку буде дорівнювати висоті поверху, оскільки колона по обох кінцях закріплена шарнірно. Бетон прийнято важкий, на гранітному щебені, класу В20 з розрахунковим опором на стиск $K = 11,5$ МПа; поздовжня робоча арматура колони - класу А - IV з розрахунковим опором на стиск $K = 590$ МПа. Діаметр арматури колон рекомендується приймати в межах 12 - 32 мм, кількість арматурних стрижнів повинна бути кратна 4-м, оптимальна кількість - 8 або 12 стрижнів. [9]

5.2.3 Приклад розрахунку

Для задачі маємо наступні умови:

- прольот будівлі $l = 9$ м;
- крок колон $b = 6$ м;
- кількість поверхів - 5;
- висота поверху $h = 4,8$ м;
- матеріал конструкції: важкий бетон на гранітному щебені класу В20;
- розрахунковий опір бетону $R_b = 11,5$ МПа;
- робоча арматура класу АIV;
- розрахунковий опір арматури (сталі) $R_s = 590$ МПа;
- щільність бетону $\rho = 2500$ кг/м³;
- колона має квадратний переріз розмірами 400x400 мм.

Перекриття другого поверху являє собою монолітний залізобетонний настил, що спирається на металеву балкову клітку, яка складається з балок настилу та головних балок. На головну балку спираються 5 балок настилу. Балки настилу виготовлені з двотаврів №18, головні балки - з двотаврів №30. Довжина головної балки дорівнює прольоту, довжина балки настилу - кроку колон. Навантаження від монолітного залізобетонного настилу складає $V_{наст} = 2,8$ кН/м².

Перекриття від 3-го поверху і вище являють собою збірні залізобетонні плити, що спираються на залізобетонні ригелі. Довжина залізобетонного

ригеля дорівнює прольоту, розміри перерізу ригеля - 0,3x0,6 м. Навантаження від збірних плит перекриття $V_{плит} = 4,8 \text{ кН/м}^2$.

На перекриттях та на покритті діє тимчасове технологічне навантаження $q=4,2 \text{ кН/м}^2$. Нормативне навантаження від конструкції покриття підлоги становить $V_{покр} = 0,4 \text{ кН/м}^2$.

Алгоритм розрахунку колони наступний: спочатку треба визначити навантаження від власної ваги колони. Нам відомо, що вона має переріз 400x400 мм, висоту у межах поверху 4,8 м, а всього у будівлі налічується 5 поверхів. Відома також щільність бетону. Отже, можна розрахувати нормативне навантаження від її власної ваги:

$$V_k^H = \rho \cdot h_{нов} \cdot n_{нов} = 25 \cdot 4,8 \cdot 5 = 600 \text{ кН/м}^2. \quad (5.23)$$

Для того, щоб визначити нормативне навантаження від залізобетонного ригеля, спочатку треба розрахувати його масу, а потім знайти площу спирання ригеля на колону. Маса ригеля буде дорівнювати:

$$m_p = l_p \cdot b_p \cdot h_p \cdot \rho = 9 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot 25 = 40,5 \text{ кН}. \quad (5.24)$$

Площа спирання ригеля визначається таким чином: необхідно меншу сторону перерізу ригеля помножити на 0,12 м - найменшу нормативну величину обпирання елемента [9]. В нашому випадку:

$$A_{сп} = 0,3 \cdot 0,12 = 0,04 \text{ м}^2. \quad (5.25)$$

Отже, визначаємо нормативне навантаження від залізобетонного ригеля:

$$V_p^H = \frac{m_p}{A_{сп}} = \frac{40,5}{0,04} = 1012,5 \text{ кН/м}^2. \quad (5.26)$$

Це навантаження від ригеля у межах одного перекриття. Але в нашому випадку (див. умови задачі) перекриття по залізобетонних ригелях розташовані на 3-му, 4-му та 5-му поверхах. Отже, для отримання повного навантаження вказане значення треба помножити на кількість поверхів, тобто на 3. Разом нормативне навантаження від ригелів буде становити:

$$V_p^H = n_{нов} \frac{m_p}{A_{сп}} = 3 \frac{40,5}{0,04} = 3037,5 \text{ кН/м}^2. \quad (5.27)$$

Визначаємо нормативне навантаження від балок настилу та головних балок. Нам відомо, з яких двотаврів вони виготовлені і яку довжину вони мають. За сортаментом у додатку 14 для заданих двотаврів виписуємо величину маси погонного метра. Для двотавру №18 вона становить 18,4 кг/м, а для двотавру №30 - 36,5 кг/м [9]. Знаючи вагу погонного метра і довжину

балки, визначаємо нормативні навантаження від балок настилу та головної балки:

$$\begin{aligned} V_{б.н.}^H &= 5 \cdot 18,4 \cdot 6 = 552 \text{ кг} = 5,52 \text{ кН}; \\ V_{г.б.}^H &= 36,5 \cdot 9 = 328,5 \text{ кг} = 3,3 \text{ кН}, \end{aligned}$$

де 5 - кількість балок настилу, що спираються на головну балку (за умовами задачі).

Визначаємо нормативні навантаження від монолітного залізобетонного настилу, збірних плит перекриттів, конструкцій покриття підлоги та тимчасового технологічного навантаження. Для цього треба визначити площу вантажного майданчика, з якого відповідні навантаження припадуть на одну окрему колону. Розміри вантажного майданчика обмежуються прольотом та кроком колон. Таким чином, площа вантажного майданчика для колони визначатиметься за формулою:

$$A_{\text{вм}} = l \cdot b = 9 \cdot 6 = 54 \text{ м}^2. \quad (5.28)$$

Нормативне навантаження від монолітного залізобетонного настилу буде дорівнювати:

$$V_{\text{наст.}}^H = V_{\text{наст.}} \cdot A_{\text{вм}} = 2,8 \cdot 54 = 151,2 \text{ кН}. \quad (5.29)$$

Нормативне навантаження від збірних плит перекриття:

$$V_{\text{плит}}^H = n_{\text{пов}} \cdot V_{\text{плит}} \cdot A_{\text{вм}} = 3 \cdot 4,8 \cdot 54 = 777,6 \text{ кН}, \quad (5.30)$$

де $n_{\text{пов}}$ - кількість поверхів, на яких, в даному випадку, розташовані перекриття зі збірних залізобетонних плит.

Нормативне навантаження від конструкцій покриття підлоги:

$$V_{\text{покр.}}^H = n_{\text{пов}} \cdot V_{\text{покр.}} \cdot A_{\text{вм}} = 4 \cdot 0,4 \cdot 54 = 86,4 \text{ кН}, \quad (5.31)$$

де $n_{\text{пов}}$ - кількість поверхів, на яких, в даному випадку, розташоване покриття підлоги.

Нормативне технологічне навантаження:

$$q^H = q \cdot A_{\text{вм}} = 4,2 \cdot 54 = 226,8 \text{ кН}. \quad (5.32)$$

Визначаємо сумарне нормативне навантаження:

$$\begin{aligned} \sum V^H &= V_{\text{к}}^H + V_{\text{р}}^H + V_{\text{б.п}}^H + V_{\text{г.б.}}^H + V_{\text{наст.}}^H + V_{\text{плит}}^H + V_{\text{покр.}}^H + g_{\text{г}}^H = \\ &= 600 + 3037,5 + 5,52 + 3,3 + 151,2 + 777,6 + 86,4 + 226,8 = 4888,3 \text{ кН}. \end{aligned} \quad (5.33)$$

Визначаємо сумарне розрахункове навантаження:

$$\sum V^p = V^H \gamma_f \gamma_n = 4888,3 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 5378,1 \text{ кН.} \quad (5.34)$$

Знаючи величину навантажень, переходимо до безпосереднього розрахунку колони. Визначаємо гнучкість колони, яка залежить від довжини колони у межах поверху (розрахункової довжини колони) та ширини її перерізу:

$$\lambda = l^k_p / b_k = 4800 / 400 = 12. \quad (5.35)$$

Знаючи гнучкість колони, за додатком 9 для $\lambda = 16$ приймаємо значення коефіцієнта поздовжнього вигину колони $\phi = 0,93$. [9]

Визначаємо потрібну сумарну площу робочої арматури:

$$A_s = \frac{\sum V^p}{\phi \cdot R_s} - \frac{R_b A_k}{R_s} = \frac{5378,1 \cdot 10^3}{0,93 \cdot 590 \cdot 10^6} - \frac{11,5 \cdot 10^6 \cdot 0,16}{590 \cdot 10^6} = 0,0067 \text{ м}^2 = 67 \text{ см}^2. \quad (5.36)$$

Знаючи необхідну площу робочої арматури, за сортаментом арматури у додатку 16 визначаємо діаметри робочих стрижнів. Приймаємо 12 робочих стрижнів діаметром 28 мм (12Ø28AIV) з фактичною площею $A_s = 73,9 \text{ см}^2$.

Поперечна арматура (хомути) колони призначається конструктивно діаметром 1/3 - 1/4 від діаметра поздовжньої робочої арматури d_s з кроком не більше 20 d_s і не більше 400 мм [9]. Приймаємо, в якості поперечної, арматуру діаметром 7 мм класу Вр-II з кроком 400 мм.

5.2.4 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 6 \text{ м}$; крок колон $l_1 = 6 \text{ м}$; щільність бетону $\rho_b = 2500 \text{ кг/м}^3$; кількість поверхів - 5; висота поверху - 3,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) $3,5 \text{ кН/м}^2$.

Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття $0,4 \text{ кН/м}^2$; від плит перекриття $5,8 \text{ кН/м}^2$; від ригеля з розмірами перерізу $0,6 \times 0,24 \text{ м}$; від монолітного перекриття $2,8 \text{ кН/м}^2$; балки настилу: двотавр № 18; головні балки: двотавр № 33.

2. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 7 \text{ м}$; крок колон $l_1 = 6 \text{ м}$; щільність бетону $\rho_b = 2400 \text{ кг/м}^3$; кількість поверхів - 5; висота поверху - 4 м; тимчасове

нормативне навантаження (технологічне) 3.5 кН/м^2 . Постійне нормативне навантаження: від конструкцій покриття $0,4 \text{ кН/м}^2$; від плит перекриття $5,8 \text{ кН/м}^2$; від ригеля з розмірами перерізу $0,6 \times 0,24 \text{ м}$; від монолітного перекриття $2,8 \text{ кН/м}^2$; балки настилу: двотавр № 20; головні балки: двотавр № 45.

ригеля з розмірами перерізу $0,6 \times 0,24 \text{ м}$; від монолітного перекриття $2,8 \text{ кН/м}^2$; балки настилу: двотавр № 22; головні балки: двотавр № 45.

3 Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8 \text{ м}$; крок колон $l_1 = 6 \text{ м}$; щільність бетону $\rho_b = 2300 \text{ кг/м}^3$; кількість поверхів - 5; висота поверху - 3.3 м ; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5 кН/м^2 . Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття $0,4 \text{ кН/м}^2$; від плит перекриття $5,8 \text{ кН/м}^2$; від ригеля з розмірами перерізу $0,6 \times 0,24 \text{ м}$; від монолітного перекриття $2,8 \text{ кН/м}^2$; балки настилу: двотавр № 22; головні балки: двотавр № 45.

4. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8 \text{ м}$; крок колон $l_1 = 5 \text{ м}$; щільність бетону $\rho_b = 2300 \text{ кг/м}^3$; кількість поверхів - 5; висота поверху - $2,5 \text{ м}$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 4 кН/м^2 . Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття $0,4 \text{ кН/м}^2$; від плит перекриття $5,8 \text{ кН/м}^2$; від ригеля з розмірами перерізу $0,6 \times 0,24 \text{ м}$; від монолітного перекриття $2,8 \text{ кН/м}^2$; балки настилу: двотавр № 22; головні балки: двотавр № 50.

5. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 7 \text{ м}$; крок колон $l_1 = 6 \text{ м}$; щільність бетону $\rho_b = 2350 \text{ кг/м}^3$; кількість поверхів - 5; висота поверху - $3,5 \text{ м}$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5 кН/м^2 .

Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття $0,4 \text{ кН/м}^2$; від плит перекриття $5,8 \text{ кН/м}^2$; від ригеля з розмірами перерізу $0,6 \times 0,24 \text{ м}$; від монолітного перекриття $2,8 \text{ кН/м}^2$; балки настилу: двотавр № 20; головні балки: двотавр № 45.

6. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 6 \text{ м}$; крок колон $l_1 = 6 \text{ м}$; щільність бетону $\rho_b = 2500 \text{ кг/м}^3$; кількість поверхів - 5; висота поверху - $5,2 \text{ м}$; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5 кН/м^2 . Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття $0,4 \text{ кН/м}^2$; від плит перекриття $6,48 \text{ кН/м}^2$; від ригеля з розмірами перерізу $0,6 \times 0,24 \text{ м}$; від монолітного перекриття $2,8 \text{ кН/м}^2$; балки настилу: двотавр № 30; головні балки: двотавр № 55.

7. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_1 = 7$ м; щільність бетону $\rho_6 = 2350$ кг/м³; кількість поверхів - 5; висота поверху - 4,2 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5 кН/м². Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,7х0,28 м; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 24; головні балки: двотавр № 45.

8. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8$ м; крок колон $l_1 = 8$ м; щільність бетону $\rho_6 = 2450$ кг/м³; кількість поверхів - 5; висота поверху - 4,7 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5 кН/м². Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6х0,24 м; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 18; головні балки: двотавр № 45.

9. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 6$ м; крок колон $l_1 = 5$ м; щільність бетону $\rho_6 = 2400$ кг/м³; кількість поверхів - 5; висота поверху - 4,7 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5 кН/м². Постійне нормативне навантаження від:

- конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6х0,24 м; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 24; головні балки: двотавр № 60.

10. Розрахувати центрально навантажену збірну залізобетонну колону середнього ряду першого поверху за таких умов:

- прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_1 = 5$ м; щільність бетону $\rho_6 = 2500$ кг/м³; кількість поверхів - 5; висота поверху - 3,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3,9 кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6х0,24 м; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 24; головні балки: двотавр № 55.

5.3 Розрахунок центральнонавантаженої стиснутої металевої колони

Мета задачі - підібрати стандартні прокатні профілі для виготовлення стиснутої сталевий колони.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити розрахункову довжину колони та знайти коефіцієнт поздовжнього вигину;
- визначити площу вантажного майданчика для плоского перекриття;
- визначити нормативні навантаження на колону від заданих конструкцій;
- визначити сумарні нормативні та розрахункові навантаження, що діють на колону;
- визначити необхідну площу колони та одного окремого двотавра;
- визначити необхідний радіус інерції колони;
- за отриманими даними підібрати стандартний двотавровий профіль для виготовлення колони;
- визначити фактичну гнучкість колони та коефіцієнт гнучкості;
- перевірити колону за міцністю та жорсткістю;
- якщо перевірка виявить, що обраний двотавровий профіль не задовольняє вимогам міцності або жорсткості - підібрати наступний двотавр і перевірити його.

5.3.1 Основи методики розрахунку сталевих одностійкових колон

Стійкість центрально-стиснутих елементів може бути забезпечена у тому разі, коли будуть виконані умови досягнення граничних станів металевих конструкцій. Ефективність розрахунку може бути забезпечена тільки за умов правильності вибору величини прокатного профілю після проведення проектних розрахунків.

У зв'язку з цим умови стійкості центрально-стиснутих елементів формулюються двома умовами [9]:

$$\sigma_{max} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (5.37)$$

$$(\lambda)_p \leq [\lambda]_{табл}, \quad (5.38)$$

де σ_{max} - максимальна величина напружень від розрахункових навантажень, кН/см²;

R_y - розрахунковий опір сталі, кН/см²;

γ_c - коефіцієнт умов роботи;

λ - гнучкість стержня.

Розрахунок стійкості суцільностінчастих колон, схильних до центрального стиску, виконується за формулою:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (5.39)$$

де N - стискаюче зусилля, кН;

φ - коефіцієнт подовжнього вигину;

A - площа поперечного перетину конструкції, см².

Коефіцієнт подовжнього вигину φ або коефіцієнт зниження напруження при подовжньому вигині є функцією гнучкості стержня.

Гнучкість стержня є відношення розрахункової довжини колони l_{lf} до радіуса інерції перерізу i :

$$\lambda = \frac{l_{lf}}{i}. \quad (5.40)$$

Розрахункова довжина колони l_{lf} :

$$l_{lf} = \mu \cdot l, \quad (5.41)$$

де l - довжина колони, м;

μ - коефіцієнт гнучкості, що залежить від умов закріплення країв стержня.

На даному практичному занятті беремо колону з шарнірним закріпленням обох країв. В цьому випадку коефіцієнт $\mu = 1$ [9]. Граничне значення гнучкості колони приймається за формулою:

$$[\lambda] = 180 - 60 \alpha, \quad (5.42)$$

де

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c}. \quad (5.43)$$

Для спрощення можна взяти $[\lambda] = 120$. Таким чином, розрахункова гнучкість колони не повинна перевищувати граничну $[\lambda] = 120$. [9]

Підбір перерізу одностійкової колони слід виконувати у такій послідовності:

1. Задаємось типом перерізу та розраховуємо потрібну площину перетину за формулою:

$$A = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c}. \quad (5.44)$$

Значення φ приймаємо згідно з обраним опором металу та граничною гнучкістю за додатком 20 у даному практикумі.

2. Знайшовши площу поперечного перерізу A , обираємо калібр профілю,

у якого площа перерізу не менша розрахункової (додаток 14).

3. Для обраного калібру профілю виписуємо геометричні характеристики:

A - площа поперечного перетину, см^2 ;

i_x, i_y - радіуси інерції перетину відносно осей $x-x$ та $y-y$.

4. Розраховуємо гнучкість стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{1f,x}}{i_x} \leq 120; \quad \lambda_y = \frac{l_{1f,y}}{i_y} \leq 120, \quad (5.45)$$

де $l_{1f,x}, l_{1f,y}$ - розрахункові довжини колон, рівні її довжині l , м.

5. За більшою величиною гнучкості λ_x або λ_y знаходимо φ .

6. Перевіряємо напруження в перетині колони. При невеликих зусиллях в колоні її переріз підбирають за граничною гнучкістю $[\lambda] = 120$. За обраним перерізом знаходять мінімальний радіус інерції перерізу i .

$$i_{\min} = \frac{l_{1f}}{\lambda}. \quad (5.46)$$

За значенням i_{\min} знаходимо калібр профілю. В цьому випадку необхідно перевірити напруження.

5.3.2 Приклад розрахунку

Визначення характеристик перерізу центрально-стиснутих одностійкових колон промислової будівлі при дії на них різних видів навантаження базується на таких вихідних даних:

1. Колона має коробчастий переріз і складається з двох двотаврів, зварених між собою на рівнях верхньої та нижньої полиць.

2. Висота поверху (до верхньої полиці балки настилу) $h_{нов} = 5,2$ м.

3. Прольот будівлі $l = 9$ м.

4. Крок колон $b = 6$ м.

5. Розрахунковий опір сталі $R_s = 20$ кН/см^2 .

6. Кількість поверхів $n_{нов} = 2$.

7. Коефіцієнт умов роботи $\gamma = 1$.

8. Балка настилу - двотавр № 18.

9. Головна балка - двотавр № 33.

10. Щільність бетону $\rho = 2500$ кг/м^3 .

11. Тимчасове нормативне навантаження на покриття $g_{покр}^H = 0,4$ кН/м^2 .

12. Нормативне навантаження від збірних залізобетонних плит $V_{пл}=5,1$ кН/м².
13. Розміри перерізу ригеля 0,6 х 0,3 м, довжина ригеля дорівнює прольоту.
14. Навантаження від монолітного настилу $V_{наст}^H = 3,1$ кН/м².
15. Довжина головної балки дорівнює прольоту, довжина балки настилу - кроку колон.

Враховуючи, що ми приймаємо розрахункову схему у вигляді стержня шарнірно закріпленого з обох боків (рис.5.3, 5.4), $\mu = 1$.

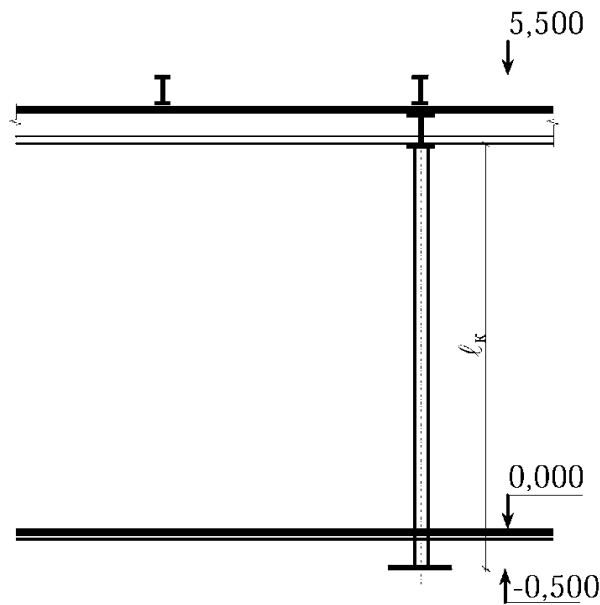


Рисунок 5.3 - До визначення довжини колони

Визначаємо розрахункову довжину колони:

$$l_p = h_{нов} \cdot \mu = 5,2 \cdot 1 = 5,2 \text{ м}$$

Задаємося граничною гнучкістю $\lambda = 120$.

За додатком 20, в залежності від граничної гнучкості, знаходимо коефіцієнт подовжнього вигину: $\varphi = 0,479$.

Збираємо навантаження на колону.

Площа вантажного майданчика буде обмежуватися прольотом та кроком колон і становитиме:

$$A_{в.м.} = l \cdot b = 6 \cdot 9 = 54 \text{ м}^2.$$

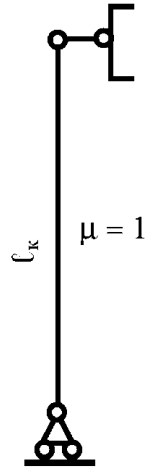


Рисунок 5.4 - Розрахункова схема колони

Визначаємо нормативне навантаження на колону від тимчасового навантаження на покриття:

$$g_{покp}^{нк} = g_{покp}^н \cdot A_{в.м.} = 0,4 \cdot 54 = 21,6 \text{ кН.}$$

Визначаємо постійне (нормативне) навантаження на колону від збірних плит:

$$V_{пл}^{нк} = V_{пл}^н \cdot A_{в.м.} = 5,1 \cdot 54 = 275,4 \text{ кН.}$$

Визначаємо постійне навантаження на колону від монолітного настилу:

$$V_{наст}^{нк} = V_{наст}^н \cdot A_{в.м.} = 3,1 \cdot 54 = 167,4 \text{ кН.}$$

Визначаємо масу залізобетонного ригеля:

$$m_p = l_p \cdot b_p \cdot h_p \cdot \rho = 9 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot 25 = 40,5 \text{ кН.}$$

Визначаємо площу спирання ригеля на колону, яка буде дорівнювати добутку мінімальної довжини спирання елемента (0,12 м) на довжину меншої сторони перерізу ригеля:

$$A_p^{cn} = 0,3 \cdot 0,12 = 0,036 \text{ м}^2.$$

Визначаємо постійне нормативне навантаження на колону від ригеля:

$$V_p^{нк} = m_p / A_p^{cn} = 40,5 / 0,036 = 1125 \text{ кН}$$

Випишемо із сортаменту вагу погонного метра відповідного двотавру для балки настилу і головної балки (додаток 14):

- двотавр №18 - 18,4 кг;
- двотавр №33 - 42,2 кг.

Визначаємо постійні нормативні навантаження на колону від балок настилу. Приймаємо, що на головну балку спирається 5 балок настилу:

$$V_{б.н.}^{HK} = n_{б.н.} \cdot l_{б.н.} \cdot m_{м.лог} = 5 \cdot 6 \cdot 18,4 = 552 \text{ кг} = 5,52 \text{ кН.}$$

Визначаємо постійні нормативні навантаження на колону від головної балки:

$$V_{г.б.}^{HK} = l_{г.б.} \cdot m_{м.лог} = 1 \cdot 9 \cdot 42,2 = 379,8 \text{ кг} = 3,8 \text{ кН.}$$

Визначаємо тимчасове технологічне навантаження на колону:

$$g_{техн.}^{HK} = g_{техн.}^{HK} \cdot A_{в.м.} = 5,1 \cdot 54 = 275,4 \text{ кН.}$$

Визначаємо сумарне нормативне навантаження на колону:

$$\Sigma V^{HK} = g_{покр.}^{HK} + V_{пл.}^{HK} + V_{наст.}^{HK} + V_p^{HK} + V_{б.н.}^{HK} + V_{г.б.}^{HK} + g_{техн.}^{HK} = 1874,12 \text{ кН.}$$

Визначаємо сумарне розрахункове навантаження на колону:

$$\Sigma V^{PK} = N = \Sigma V^{HK} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 1874,12 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 1958,5 \text{ кН.}$$

Визначаємо мінімальну необхідну площу колони:

$$A = \frac{1958,5}{0,479 \cdot 20 \cdot 1} = 204,43 \text{ см}^2.$$

Це - площа колони, що складається з двох двотаврів. Відповідно, необхідна площа одного двотавру: $204,43 / 2 = 102,21 \text{ см}^2$

За сортаментом в додатку 14 підбираємо двотавр. Попередньо приймаємо колону із двох двотаврів №55. Фактична площа перерізу одного двотавру 118 см^2 , загальна фактична площа перерізу колони: $118 \cdot 2 = 236 \text{ см}^2$.

Визначаємо мінімальний необхідний радіус інерції для перерізу колони:

$$i_{номр.} = \frac{l_p}{[\lambda]} = \frac{520}{120} = 4,3 \text{ см.}$$

Порівнюємо отриманий радіус з радіусом інерції обраного двотавру №55: $I_{№55} = 3,4 \text{ см}$. Оскільки фактичний радіус інерції менший за потрібний, для подальших розрахунків обираємо двотавр №55Б1, у якого площа перерізу становить $113,37 \text{ см}^2$, а радіус інерції - $4,61 \text{ см}$. Фактична площа перерізу колони буде дорівнювати $226,74 \text{ см}^2$.

Визначаємо фактичну гнучкість колони:

$$\lambda^{\phi} = \frac{l_p}{i} = \frac{520}{4,61} = 112,8.$$

Оскільки фактична гнучкість менша за граничну, умова жорсткості виконується. Згідно з розрахованою гнучкістю за додатком 20 визначаємо коефіцієнт гнучкості $\phi = 0,537$.

Перевіряємо напруження у колоні:

$$\sigma = \frac{\Sigma V^{pk}}{\phi A} = \frac{1958,5}{0,537 \cdot 226,74} = 16,1 \text{ кН/см}^2 \leq 20 \text{ кН/см}^2.$$

Оскільки напруження не перевищують розрахункового опору сталі, то умова міцності виконується. Остаточо приймаємо колону з двотаврів №55Б1.

5.3.3 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 6$ м; крок колон $l_1 = 6$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 24$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 4 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3,5 кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6x0,24 м; щільність бетону 2500 кг/м³ від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 18; головні балки: двотавр № 33.

2. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_1 = 5,5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 28$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 4,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 2,5 кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6x0,24 м; щільність бетону 2400 кг/м³; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 18; головні балки: двотавр № 33.

3 Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 5,5$ м; крок колон $l_1 = 3,5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 20$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 4,5 кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6х0,24 м; щільність бетону 2300 кг/м³; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 20; головні балки: двотавр № 45.

4. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_1 = 7$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 28$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3.5 кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6х0,24 м; щільність бетону 2500 кг/м³; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 18; головні балки: двотавр № 30.

5. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 8$ м; крок колон $l_1 = 6$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 3.5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5 кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,8х0,0,32 м; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 12; головні балки: двотавр № 22.

6. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 6$ м; крок колон $l_1 = 6$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 28$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 3,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3,5кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; плит перекриття 5.8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,6х0,24х6 м; щільність бетону 2400 кг/м³ монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 18; головні балки: двотавр № 30.

7. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: Прольот будівлі $l = 7$ м; Крок колон $l_1 = 7$ м; Розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 4,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 4,5кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,7х0,28 м; щільність бетону 2300 кг/м³ від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 20; головні балки: двотавр № 33.

8. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 5$ м; крок колон $l_1 = 5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 3,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,5х0,2 м; щільність бетону 2350 кг/м³ від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 12; головні балки: двотавр № 22.

9. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_1 = 5$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 3,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 5кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,7х0,28 м; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 18; головні балки: двотавр № 27.

10. Розрахувати центрально навантажену суцільну металеву колону за таких умов: прольот будівлі $l = 8$ м; крок колон $l_1 = 4$ м; розрахунковий опір сталі $R_y = 26$ кН/см²; коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$; кількість поверхів - 2; висота поверху - 3,5 м; тимчасове нормативне навантаження (технологічне) 3,5кН/м².

Постійне нормативне навантаження від: конструкцій покриття 0,4 кН/м²; від плит перекриття 5,8 кН/м²; від ригеля з розмірами перерізу 0,8х0,32 м; від монолітного перекриття 2,8 кН/м²; балки настилу: двотавр № 16; головні балки: двотавр № 33.

5.4 Визначення межі вогнестійкості плоскої кам'яної стінки

Мета задачі - визначити межу вогнестійкості вертикальної стінової конструкції за втратою теплоізолюючої здатності (за III граничним станом), а також ступінь вогнестійкості, якому вона відповідає.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити коефіцієнти теплопровідності і теплоємності;
- визначити критичну температуру для необігріваної поверхні;
- визначити коефіцієнти впливу щільності матеріалу, температуропровідності та теплопередачі;
- визначити критерій Біо;

- визначити межу вогнестійкості стіни;
- виходячи з межі вогнестійкості, визначити, якому ступеню вогнестійкості відповідає стіна.

Огороджуючі конструкції при випробуваннях на вогнестійкість підлягають односторонньому тепловому впливові. Межа вогнестійкості огорожуючих конструкцій, які виконують одночасно і несучі функції, може наступити при температурі необігрівальної поверхні, яка дорівнює, або дуже близька до початкової.

В цьому випадку температурне поле в перетині описується рівнянням теплопровідності напівобмеженого масиву. Для інших огорожуючих конструкцій при розрахунку температурного поля необхідно враховувати теплообмін необігрівальної поверхні з навколишнім середовищем.

Послідовність розрахунку вогнестійкості огорожуючих конструкцій при "стандартній" пожежі за ознаками прогріву необігрівальної поверхні до розрахункової температури приведена на блок-схемі (рис. 5.5).

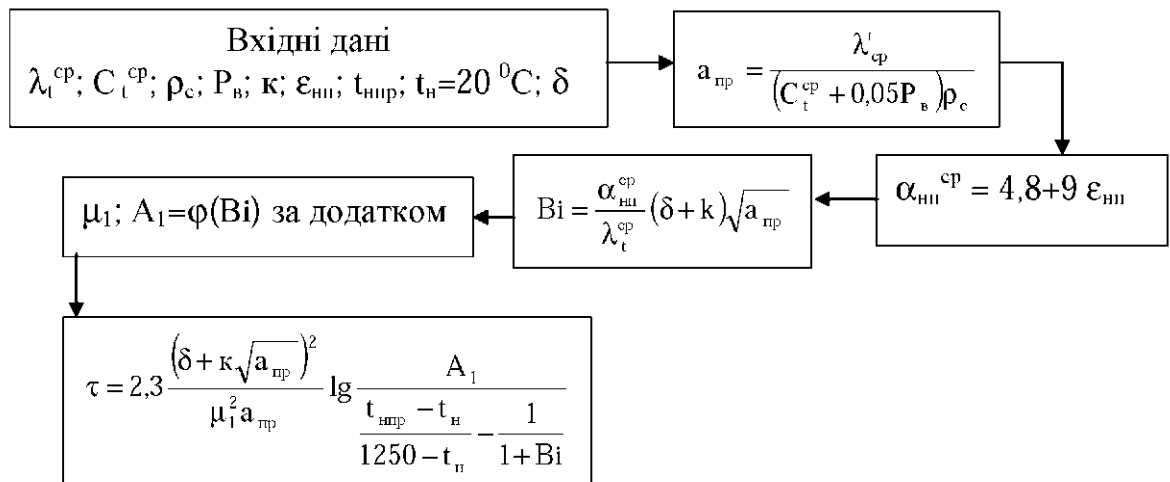


Рисунок 5.5 - До розрахунку межі вогнестійкості плоскої стіни за III-м граничним станом

5.4.1 Приклад розрахунку

Вихідні дані:

1. Стіна виготовлена із залізобетону, бетон важкий на гранітному щебені.
2. Щільність бетону $\rho = 2330 \text{ кг/м}^3$.
3. Вологість бетону $w = 2\%$.
4. Товщина конструкції $h = 0,15 \text{ м}$.
5. Ступінь чорноти необігріваної поверхні бетону $\varepsilon_{nn} = 0,625$.

6. Для керамічної цегли ступінь чорноти дорівнює 0,9. Для силікатної цегли - 0,75.

7. Початкова температура (до пожежі) $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$.

В залежності від матеріалу конструкції, за таблицею в додатку 6 визначаємо коефіцієнти теплопровідності і теплоємності:

$$\lambda_t = 1,03 - 0,0003 \cdot t_{\text{кр}} = 0,980 \text{ ккал/м} \cdot \text{год}^{\circ}\text{C};$$

$$C_t = 0,17 + 0,0002 \cdot t_{\text{кр}} = 0,202 \text{ ккал/кг} \cdot ^{\circ}\text{C} \quad (5.47)$$

$$(5.48)$$

За критичну температуру приймаємо середнє перевищення температури необігріваної поверхні на 140°C :

$$t_{\text{кр}} = t_0 + 140 = 20 + 140 = 160^{\circ}\text{C}.$$

Коефіцієнт впливу щільності бетону визначається в залежності від початкової щільності матеріалу за додатком 7: $K = 0,63$.

Визначаємо коефіцієнт температуропровідності бетону:

$$a_{\text{red}} = \frac{\lambda_t}{(C_t + 0.012 \cdot w)\rho} = \frac{0,980}{(0,202 + 0,012 \cdot 2)2330} = 0,0018 \text{ м}^2 / \text{год}. \quad (5.49)$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі з необігрівальної поверхні:

$$\alpha_{\text{нн}}^{\text{сп}} = 4,8 + 9 \varepsilon_{\text{нн}} = 4,8 + 9 \cdot 0,625 = 10,425 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}. \quad (5.50)$$

Знаходимо критерій Bi :

$$Bi = \frac{\alpha_{\text{нн}}^{\text{сп}}}{\lambda_t} (h + K \sqrt{a_{\text{red}}}) = \frac{10,425}{0,980} (0,15 + 0,63 \sqrt{0,0018}) = 0,35. \quad (5.51)$$

За знайденим значенням критерія Bi , по додатку 21 визначаємо: $\mu_1 = 1,766$, $A = -1,0044$.

Знаходимо межу вогнестійкості стіни:

$$\tau = 2,3 \frac{(h + K \sqrt{a_{\text{red}}})^2}{\mu_1^2 \cdot a_{\text{red}}} \cdot \ln \frac{A_1}{\frac{t - t_0}{1250 - t_0} - \frac{1}{1 + Bi}} = 1,61 \text{ год} = 96 \text{ хв}. \quad (5.52)$$

Під час перерахунку межі вогнестійкості з годин у хвилини необхідно отриманий результат округлити до цілого числа у бік зменшення.

Знаючи межу вогнестійкості, за таблицею у додатку 3 визначаємо ступінь вогнестійкості, якому відповідає плоска стінка.

Дана стінова конструкція за своєю межею вогнестійкості може бути віднесена до ступеня вогнестійкості Ша.

5.4.2 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина плити $h = 0,1$ м; - вологість бетону $W = 3$ %;
- щільність бетону $\rho_6 = 2450$ кг/м³;
- бетон на гранітному щебені;
- $t_0 = 27$ °С.

2. Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина плити $h = 0,22$ м; - вологість бетону $W = 2,5$ %;
- щільність бетону $\rho_6 = 2350$ кг/м³;
- бетон на гранітному щебені;
- $t_0 = 25$ °С.

3. Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина плити $h = 0,3$ м; - вологість бетону $W = 3$ %;
- щільність бетону $\rho_6 = 2250$ кг/м³;
- бетон на вапняковому щебені;
- $t_0 = 22$ °С.

4. Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина плити $h = 0,3$ м; - вологість бетону $W = 2$ %;
- щільність бетону $\rho_6 = 2450$ кг/м³;
- бетон на гранітному щебені;
- $t_0 = 28$ °С.

5. Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,3$ м; - вологість матеріалу $W = 2$ %;
- щільність матеріалу $\rho_6 = 1480$ кг/м³;
- керамзитобетон;
- $t_0 = 28$ °С.

6. Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,15$ м; - вологість матеріалу $W = 2,5$ %;
- щільність матеріалу $\rho_6 = 1480$ кг/м³;
- керамзитобетон;
- $t_0 = 28$ °С.

7.Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,3$ м; - вологість матеріалу $W = 3$ %;
- щільність матеріалу $\rho_6 = 1300$ кг/м³;
- газобетон;
- $t_0 = 28$ °С.

8.Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,3$ м; - вологість матеріалу $W = 3$ %;
- щільність матеріалу $\rho_6 = 1600$ кг/м³;
- глиняна цегла;
- $t_0 = 28$ °С.

9.Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,13$ м; - вологість матеріалу $W = 3,5$ %;
- щільність матеріалу $\rho_6 = 1600$ кг/м³;
- глиняна цегла;
- $t_0 = 28$ °С.

10.Визначити межу вогнестійкості плоскої стіни за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,3$ м; - вологість матеріалу $W = 2,5$ %;
- щільність матеріалу $\rho_6 = 1900$ кг/м³;
- силікатна цегла;
- $t_0 = 28$ °С.

5.5 Визначення межі вогнестійкості за втратою несучої спроможності суцільної залізобетонної плити в результаті нагріву арматури

Мета задачі - визначити інтервал часу, протягом якого під дією високої температури робоча арматура залізобетонної плити прогріється до критичної

температури, тобто визначити межу вогнестійкості плити за I-м граничним станом.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити робочу висоту стиснутої зони бетону у плиті;
- визначити згинальний момент, що виникає у плиті під час пожежі;
- визначити коефіцієнт стиснутої зони бетону і відносну висоту стиснутої зони;
- визначити коефіцієнт зниження опору робочої арматури при нагріванні;
- визначити критичну температуру для робочої арматури;
- визначити щільність бетону у сухому стані;
- визначити коефіцієнти теплопровідності та теплоємності;
- визначити коефіцієнт температуропровідності;
- визначити функцію помилок Гаусса та аргумент функції помилок Гаусса;
- визначити межу вогнестійкості плити.

Робоча висота стиснутої зони бетону визначатиметься за формулою [10]:

$$h_0 = h - \left(\delta + \frac{d}{2} \right). \quad (5.53)$$

Згинальний момент у плиті, при її розрахунковій схемі у вигляді балки на двох опорах, з урахуванням частки тимчасового навантаження, що залишається при пожежі, визначається за формулою:

$$M_{ser} = \frac{B(g_n + V_{ser})l^2}{8}. \quad (5.54)$$

Коефіцієнт висоти стиснутої зони бетону:

$$\alpha_m = \frac{M_{ser}}{R_{bn} \cdot b \cdot h_0^2}. \quad (5.55)$$

Відносна висота стиснутої зони бетону:

$$\zeta = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}. \quad (5.56)$$

Перевірка умови

$$\zeta \leq \zeta_R = 0,25 \quad (5.57)$$

Якщо умова задовольняється, продовжуємо розрахунок. В іншому випадку необхідно виконати перерахунок для збільшених розмірів товщини плити (h) або більш високого класу бетону.

Коефіцієнт зниження нормативного опору арматури:

$$\gamma_{st} = \frac{M_{ser}}{R_{sn} \cdot A \cdot h_0 (1 - 0,5\zeta)}. \quad (5.58)$$

Визначаємо критичну температуру арматури за додатком 5 в залежності від значення γ_{st} . [10]

Межа вогнестійкості залежатиме від тривалості нагріву арматури до критичної температури і визначатиметься за формулою:

$$t_{x,t} = t_{cr} = 1250 - (1250 - t_0) \cdot \operatorname{erf} \frac{k + \frac{X_1}{\sqrt{a_{red}}}}{2\sqrt{t}}, \quad (5.59)$$

де $\operatorname{erf} X$ - функція помилок Гауса (додаток 8);

k - коефіцієнт, що залежить від об'ємної ваги сухого бетону, визначається за додатком 7.

Обчислюємо необхідні величини:

- щільність сухого бетону - за формулою

$$\rho_{dr} = \frac{100 \cdot \rho_b}{100 + W_b}; \quad (5.60)$$

- за додатком 7 визначається коефіцієнт впливу щільності матеріалу K ;
- відстань від верху плити до центру арматури

$$x_1 = \delta + \frac{d}{2}; \quad (5.61)$$

- середній коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{t,m}$ і середній коефіцієнт теплоємності $C_{t,m}$ визначаємо за додатком 6;

- визначення наведеного коефіцієнта температуропровідності a_{red} проводиться за формулою:

$$a_{red} = \frac{\lambda_{t,m}}{(C_{t,m} + 0,012 \cdot W_b) \rho_{dr}}; \quad (5.62)$$

- після підстановки в (3.53) отримаємо значення

$$\operatorname{erf} \frac{k + x_1 \sqrt{a_{red}}}{2\sqrt{\tau}}; \quad (5.63)$$

- за даними додатка 8, шляхом інтерполяції, знаходимо аргумент функції Гауса, з якого визначаємо час $-\tau_u$, s - межу вогнестійкості.

5.5.1 Приклад розрахунку

Залізобетонна плита таких розмірів: ширина плити $b = 1,8$ м; довжина $l = 6$ м; висота перерізу $h = 0,30$ м; товщина захисного шару до низу робочої арматури $\delta = 20$ мм. Вологість $W_b = 3,5$ %, бетон на гранітному щебені класу В15; $R = 11,5$ МПа, $\rho = 2430$ кг/м³. Подовжня робоча арматура 9 Ø 10 А - III; $R = 365$ МПа, $A_s = 707$ мм²; $R_{s,ser} = R_{sn} = 390$ МПа. Корисне тимчасове навантаження $V_{ser} = 0$ кН/м²; постійні навантаження $g_n = 8$ кН/м².

Розрахунок проводимо за наступним алгоритмом.

1. Робоча висота стиснутої зони бетону:

$$h_0 = h - \left(\delta + \frac{d}{2} \right) = 30 - (1,5 + 1,8/2) = 19,6 \text{ см.}$$

2. Згинальний момент в плиті при її розрахунковій схемі у вигляді балки на двох опорах з урахуванням частки тимчасового навантаження, що залишається при пожежі:

$$M_{ser} = \frac{B(g_n + V_{ser})\ell^2}{8} = \frac{1,8 \cdot (8 + 0) \cdot 5,76^2}{8} = 59,72 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

3. Коефіцієнт висоти стиснутої зони бетону;

$$\alpha_m = \frac{M_{ser}}{R_{bn} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{59720}{11,5 \cdot 10^6 \cdot 1,8 \cdot 0,28^2} = 0,0368.$$

4. Відносна висота стиснутої зони бетону:

$$\zeta = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0368} = 0,0375.$$

5. Перевірка умови $\zeta = 0,120 < \zeta_R = 0,25$. Умова задовольняється.
6. Коефіцієнт зниження нормативного опору арматури:

$$\gamma_{st} = \frac{M_{ser}}{R_{stl} \cdot A_s \cdot h_0 \cdot (1 - 0,5 \cdot \zeta)} =$$

$$= \frac{59720}{365 \cdot 10^6 \cdot 707 \cdot 10^{-6} \cdot 0,275(1 - 0,5 \cdot 0,0378)} = 0,91.$$

7. Шляхом інтерполяції за додатком 5 знаходимо, що знайденому значенню $\gamma_t = 0,91$ для А-III відповідає

$$t_{cr} = 500 - \frac{(0,95 - 0,77) \cdot (500 - 450)}{0,91 - 0,77} = 500 - 64 \approx 436 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

8. Межу вогнестійкості (тривалість нагріву арматури до $t_{cr} = 436 \text{ } ^\circ\text{C}$ визначаємо за формулою (5.59).

Обчислюємо необхідні величини:

- щільність сухого бетону - за формулою (5.60):

$$\rho_{dr} = \frac{100 \cdot \rho_b}{100 + W_b} = \frac{100 \cdot 2250}{100 + 1,4} = 2220 \text{ кг/м}^3$$

- за додатком 7, $k = 0,615$;

$$x_1 = \delta + d/2 = 1,5 + 1,8/2 = 2,4 \text{ см} = 0,024 \text{ м};$$

Середній коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{t,m}$ визначаємо для бетону на гранітному щебені за додатком 6:

$$\lambda_{t,m} = 1,03 - 0,0003 t_m = 1,03 - 0,0003 \cdot 450 = 0,895 \text{ ккал/м год } ^\circ\text{C};$$

- середній коефіцієнт теплоємності - також за додатком 6:

$$C_{t,m} = 0,17 + 0,0002 \cdot 450 = 0,26 \text{ ккал/кг } ^\circ\text{C};$$

Тоді за формулою (5.62)

$$a_{red} = \frac{0,895}{(0,26 + 0,012 \cdot 3,5) \cdot 2347} = 0,00126 \text{ м/год.}$$

Після підстановки отримаємо:

$$492 = 1250 - (1250 - 20) \cdot \operatorname{erf} \frac{0,63 + \frac{0,025}{\sqrt{0,00126}}}{2\sqrt{\tau}};$$

$$X_1 = 0,02 + 0,005 = 0,025 \text{ м}$$

$$\text{або } \operatorname{erf} \frac{0,667}{\sqrt{\tau}} = 0,616$$

За даними додатку 8 шляхом інтерполяції знаходимо, що функції Гауса $\operatorname{erf} X = 0,616$ відповідає аргумент: $X = 0,7$

Тоді межа вогнестійкості буде складати:

$$\sqrt{\tau_{u,s}} = \frac{0,667}{0,615} = 1,08 \text{ години або } \tau_{u,s} = 71 \text{ хв.}$$

5.5.2 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Визначити межу вогнестійкості за втратою несучої спроможності залізобетонної плити за таких умов:

- прольот будівлі $l = 9$ м; крок колон $l_f = 6$ м; щільність бетону $\rho_b = 2250$ кг/м³; - вологість $W = 2,5$ %; товщина захисного шару бетону $\delta = 0,035$ м; бетон на гранітному щебені класу В35; арматура 3 \varnothing 22 А-IV, $R_{sn} = 590$ МПа; тимчасове навантаження $V_n = 4,8$ кН/м²; постійне навантаження (крім власної ваги) $g_n = 5,6$ кН/м².

2. Визначити межу вогнестійкості за втратою несучої спроможності залізобетонної плити за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8,4$ м; крок колон $l_f = 6,3$ м; щільність бетону $\rho_b = 2350$ кг/м³; - вологість $W = 2$ %; товщина захисного шару бетону $\delta = 0,03$ м; бетон на гранітному щебені класу В40; арматура 4 \varnothing 18 А-IV, $R_{sn} = 590$ МПа; тимчасове навантаження $V_n = 3,6$ кН/м²; постійне навантаження (крім власної ваги) $g_n = 4,1$ кН/м².

3. Визначити межу вогнестійкості за втратою несучої спроможності залізобетонної плити за таких умов: прольот будівлі $l = 8,6$ м; крок колон $l_f = 6,6$ м; щільність бетону $\rho_b = 2300$ кг/м³; - вологість $W = 3$ %; товщина захисного шару бетону $\delta = 0,03$ м бетон на гранітному щебені класу В40; арматура 3 \varnothing 20 А-V, $R_{sn} = 785$ МПа тимчасове навантаження $V_n = 4,2$ кН/м²; постійне навантаження (крім власної ваги) $g_n = 5,0$ кН/м².

4. Визначити межу вогнестійкості за втратою несучої спроможності суцільної залізобетонної плити за таких умов: прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_f = 5$ м; щільність бетону $\rho_b = 2300$ кг/м³; - вологість $W = 2,5$ %; бетон на гранітному щебені класу В15; висота перетину $h = 0,08$ м; товщина захисного шару бетону $\delta = 0,015$ м; арматура 5 \varnothing 3 Вр-I, $R_{sn} = 410$ МПа; тимчасове навантаження $V_n = 4,7$ кН/м²; постійне навантаження (крім власної ваги плити) $g_n = 3,8$ кН/м².

5. Визначити межу вогнестійкості за втратою несучої спроможності суцільної залізобетонної плити за таких умов:

- прольот будівлі $l = 8$ м; крок колон $l_f = 5,5$ м; щільність бетону $\rho_b = 2350$ кг/м³; - вологість $W = 2$ %; бетон на гранітному щебені класу В25; висота перетину $h = 0,08$ м; товщина захисного шару бетону $\delta = 0,015$ м; арматура 5 \varnothing 4 Вр-I, $R_{sn} = 405$ МПа; тимчасове навантаження $V_n = 5,3$ кН/м²; постійне навантаження (крім власної ваги плити) $g_n = 4,2$ кН/м².

6. Визначити межу вогнестійкості за втратою несучої спроможності суцільної залізобетонної плити за таких умов: прольот будівлі $l = 7$ м; крок

колон $l_f = 8$ м; щільність бетону $\rho_b = 2250$ кг/м³; - вологість $W = 2,5$ %; бетон на гранітному щебені класу В20; висота перетину $h = 0,09$ м; товщина захисного шару бетону $\delta = 0,015$ м; арматура 6 Ø 4 Вр-II, $R_{sn} = 1410$ МПа; тимчасове навантаження $V_n = 7,7$ кН/м²; постійне навантаження (крім власної ваги плити) $g_n = 6,8$ кН/м².

7. Визначити межу вогнестійкості за втратою несучої спроможності суцільної залізобетонної плити за таких умов: прольот будівлі $l = 7$ м; крок колон $l_f = 8$ м; щільність бетону $\rho_b = 2250$ кг/м³; - вологість $W = 2,5$ %; бетон на вапняковому щебені класу В20; висота перетину $h = 0,09$ м; товщина захисного шару бетону $\delta = 0,015$ м; арматура 6 Ø 4 Вр-II, $R_{sn} = 1410$ МПа; тимчасове навантаження $V_n = 7,7$ кН/м²; постійне навантаження (крім власної ваги плити) $g_n = 6,8$ кН/м².

5.6 Визначення межі вогнестійкості плоскої перегородки

Мета задачі - визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за втратою теплоізолюючої здатності (за III граничним станом), а також визначити ступінь вогнестійкості, якому відповідає перегородка.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити коефіцієнти теплопровідності та теплоємності;
- визначити критичну температуру для необігріваної поверхні;
- визначити щільність матеріалу конструкції у сухому стані;
- визначити коефіцієнти температуропровідності та впливу щільності сухого матеріалу;
- визначити коефіцієнти теплообміну для обігрітої та не обігрітої поверхні перегородки;
- визначити критерії Біо для поверхонь, що обігрівається та не обігрівається, а також співвідношення критеріїв Біо;
- визначити допоміжний комплексний параметр та безрозмірну відносну температуру;
- визначити комплекс та критерій Фур'є;
- визначити межу вогнестійкості перегородки;
- визначити, якому ступеню вогнестійкості відповідає перегородка.

Втрата теплоізолюючої здатності деякої пластини характеризується підвищенням температури на її необогрівальній поверхні в середньому більш ніж на 140⁰С, або в будь-якій точці поверхні більш ніж на 180 ⁰С над початковою температурою, що була до початку теплового впливу.

5.6.1 Приклад розрахунку

Вихідні дані:

Матеріал конструкції - бетон на гранітному щебені.

Щільність бетону $\rho = 2330 \text{ кг/м}^3$.

Вологість конструкції $w = 3,5\%$.

Товщина конструкції $h = 0,075 \text{ м}$.

Початкова температура (до пожежі) $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

В залежності від матеріалу конструкції, по таблиці в додатку 6 визначаємо коефіцієнти теплопровідності і теплоємності:

$$\lambda_t = 1,03 - 0,0003 \cdot t_{\text{кр}} = 0,980 \text{ ккал/м} \cdot \text{год} \cdot \text{}^\circ\text{C};$$

$$C_t = 0,17 + 0,0002 \cdot t_{\text{кр}} = 0,202 \text{ ккал/кг} \cdot \text{}^\circ\text{C}.$$

За критичну температуру приймаємо середнє перевищення температури необігріваної поверхні на $140 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$t_{\text{кр}} = t_0 + 140 = 20 + 140 = 160 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Визначаємо щільність бетону в сухому стані:

$$\rho_{\text{сух}} = \frac{100 \cdot \rho}{100 + w} = \frac{233000}{103,5} = 2251,2 \text{ кг/м}^3.$$

З урахуванням щільності матеріалу у сухому стані визначаємо коефіцієнт температуропровідності:

$$a_{\text{ред}} = \frac{\lambda_t}{(c_t + 0,012 \cdot w) \cdot \rho_{\text{сух}}} = 0,0018.$$

Знаючи щільність матеріалу у сухому стані, за таблицею в додатку 7 визначаємо коефіцієнт впливу щільності: $K = 0,61$.

Визначаємо коефіцієнт теплообміну на поверхні, що обігрівається:

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_t}{K \cdot \sqrt{a_{\text{ред}}}} = 38,4 \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)}.$$

Визначаємо коефіцієнт теплообміну на поверхні, що не обігрівається:

$$\alpha_2 = 5,5 + 0,045 \cdot t_{\text{кр}} = 12,7 \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)}.$$

Визначаємо критерій Біо для поверхні, що обігрівається:

$$Bi_1 = \frac{\alpha_1 \cdot h}{\lambda_t} = 2,93.$$

Визначаємо критерій Біо для поверхні, що не обігрівається:

$$Bi_2 = \frac{\alpha_2 \cdot h}{\lambda_1} = 0,97.$$

Визначаємо відношення коефіцієнтів Біо:

$$\frac{Bi_1}{Bi_2} = 3,02.$$

Вимагається, щоб це співвідношення не перевищувало 10, в нашому випадку $3,15 < 10$ - умова задовольняється.

Знаходимо допоміжний комплексний параметр:

$$N = \frac{Bi_1 + Bi_2}{Bi_1 + Bi_2 + Bi_1 \cdot Bi_2} = 0,57. \quad (5.64)$$

Знаходимо безрозмірну відносну температуру:

$$\theta = \frac{140}{(1250 - t_0) \cdot N} = \frac{140}{(1250 - 20) \cdot 0,57} = 0,29. \quad (5.65)$$

Визначаємо комплекс Фур'є – K_F за номограмою у додатку 12, з інтерполяцією, при знайдених вище параметрах $\Theta = 0,29$; $Bi = 3,02$; $K_F = 2,5$.

Розраховуємо критерій Фур'є - F_0 :

$$F_0 = \frac{K_F}{Bi_1^2} = 0,29. \quad (5.66)$$

Межа вогнестійкості залізобетонної плити (пластини) за втратою теплоізолюючої здатності - за наскрізним прогрівом тильної грані на $t = 140$ °С може бути обчислена за такою формулою:

$$\tau_u = \frac{F_0 \cdot h^2}{a_{red}} = \frac{0,29 \cdot 0,075^2}{0,0018} = 0,95 \text{ год} = 57 \text{ хвилин} \quad (5.67)$$

Знаючи межу вогнестійкості перегородки, за таблицею в додатку 3 визначаємо ступінь вогнестійкості перегородки - IIIа.

5.6.2 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,07$ м; - вологість бетону $W = 3$ %;
- щільність бетону $\rho_6 = 2500$ кг/м³; - бетон на гранітному щебені;
- $t_0 = 23$ °С.

2. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,06\text{м}$; - вологість бетону $W = 2,3 \%$;
- щільність бетону $\rho_b = 2330 \text{ кг/м}^3$; - бетон на гранітному щебені;
- $t_0 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,07\text{м}$; - вологість матеріалу $W = 3 \%$;
- щільність матеріалу $\rho_{б.м.} = 1600 \text{ кг/м}^3$; - глиняна цегла;
- $t_0 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,09 \text{ м}$; - вологість бетону $W = 5 \%$;
- щільність матеріалу $\rho_b = 1800 \text{ кг/м}^3$; - гіпсобетон;
- $t_0 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,05\text{м}$; - вологість бетону $W = 3 \%$;
- щільність матеріалу $\rho_b = 1800 \text{ кг/м}^3$; - гіпсобетон;
- $t_0 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$.

6. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,07\text{м}$; - вологість матеріалу $W = 3 \%$;
- щільність матеріалу $\rho_{б.м.} = 1900 \text{ кг/м}^3$; - силікатна цегла;
- $t_0 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$.

7. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,07\text{м}$; - вологість матеріалу $W = 3 \%$;
- щільність матеріалу $\rho_{б.м.} = 1600 \text{ кг/м}^3$; - глиняна цегла;
- $t_0 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$.

8. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,1 \text{ м}$; - вологість бетону $W = 3 \%$;
- щільність матеріалу $\rho_{б.м.} = 1480 \text{ кг/м}^3$; - керамзитобетон;
- $t_0 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$.

9. Визначити межу вогнестійкості плоскої перегородки за третім граничним станом за таких умов:

- товщина перегородки $h = 0,08\text{м}$; - вологість бетону $W = 2,5 \%$;
- щільність матеріалу $\rho_{б.м.} = 1300 \text{ кг/м}^3$; - газобетон;
- $t_0 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.7 Визначення межі вогнестійкості металевих конструктивних елементів

Мета задачі - визначити інтервал часу, протягом якого під час пожежі металеві конструктивні елементи балкової клітки прогріються до критичної температури, тобто визначити межу вогнестійкості металевої конструкції за I-м граничним станом.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити коефіцієнт зниження опору сталі під час прогрівання балки настилу;
- визначити критичну температуру для балки настилу;
- визначити обігрітий периметр балки настилу;
- визначити наведену товщину балки настилу;
- визначити межу вогнестійкості балки настилу;
- визначити коефіцієнт зниження опору сталі під час прогрівання головної балки;
- визначити критичну температуру для головної балки;
- визначити обігрітий периметр головної балки;
- визначити наведену товщину головної балки;
- визначити межу вогнестійкості головної балки;
- визначити фактичну гнучкість та коефіцієнт поздовжнього вигину колони;
- визначити коефіцієнт зниження опору сталі під час прогрівання колони;
- визначити критичну температуру для колони;
- визначити обігрітий периметр колони;
- визначити наведену товщину колони;
- визначити межу вогнестійкості колони;
- результати розрахунку меж вогнестійкості балки настилу, головної балки та колони порівняти між собою, найменший результат призначити в якості загальної межі вогнестійкості для балкової клітки в цілому.

Якщо конструкція складається з декількох окремих елементів (в нашому випадку балкова клітка складається з балок настилу, головних балок та колон), то необхідно розрахувати межі вогнестійкості для кожного елемента окремо, результати порівняти між собою і найменший обрати як загальну межу вогнестійкості для всієї конструкції в цілому.

Для сталевих конструкцій граничним станом за вогнестійкістю є втрата несучої спроможності конструкцій або вузлів.

Розрахункові методи визначення вогнестійкості сталевих конструкцій були розроблені М.С.Стрілецьким, В.С.Сидоренко, О.І.Яковлевим та ін. В результаті статичного розрахунку визначається втрата конструкцією несучої спроможності внаслідок зміни механічних характеристик сталі.

Враховуючи незначно малу вірогідність збігу розрахункового сполучення навантажень за час експлуатації конструкцій з навантаженнями при пожежі, рекомендується при встановленні межі вогнестійкості користуватися нормативними навантаженнями. Згідно з цим, пропонується постійне навантаження приймати з коефіцієнтом надійності за навантаженнями $\gamma_f = 1$, а з тимчасових - враховувати тільки довготривалі з $\gamma_f = 1$.

Таким чином, резервом зберігання несучої спроможності конструкції при пожежі є різниця між величинами розрахункових навантажень, на які конструкція розрахована в нормальних умовах експлуатації, та навантажень, що ураховуються при пожежі.

Звідси витікає, що межа вогнестійкості сталевих конструкцій визначається часом їх нагріву до температури, що відповідає зниженню несучої спроможності до рівня діючих при пожежі навантажень. Цю температуру називають критичною.

В результаті статичного розрахунку за величинами γ_T (γ_E) визначають критичну температуру сталі. Після цього розв'язанням теплотехнічної задачі визначають межу вогнестійкості як час, що витрачається на прогрів конструкції до критичної температури. При цьому враховується, що теплообмін відбувається за площею, що визначається приведеною товщиною металу δ , яку визначають за формулою:

$$\delta_{np} = A/P, \quad (5.68)$$

де A - площа поперечного перерізу, см^2 ;

P - периметр, що обігривається, см .

Периметр, що обігривається, визначається без урахування поверхонь, що примикають до плит, настилів, перекриттів та стін при умові, що межа вогнестійкості цих конструкцій не нижча за межу вогнестійкості конструкцій, що обігриваються.

З умов досягнення граничного стану за вогнестійкістю для згинальних елементів коефіцієнт γ_T визначається за формулою:

$$\gamma_T = \frac{M_{n, \max}}{W_x \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (5.69)$$

де $M_{n, \max}$ - максимальний згинальний момент від нормативних значень постійних та тимчасових навантажень (при $\gamma_c = 1$), $\text{Н} \cdot \text{см}$.

Для центрально-стиснутих стрижнів граничним станом за вогнестійкістю, як і при нормальній температурі, буде втрата стійкості. У цьому випадку коефіцієнт γ_T розраховується за формулою:

$$\gamma_T = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (5.70)$$

де N - поздовжня стискаюча сила від нормативних навантажень, кН;
 A - площа поперечного перерізу, см^2 ;
 R_y - розрахунковий опір сталі, $\text{кН}/\text{см}^2$;
 γ_c - коефіцієнт умов роботи.

5.7.1 Приклад розрахунку

Вихідні дані:

Розрахунковий опір сталі $R_{st} = 20 \text{ кН}/\text{см}^2$.

Номери двотаврів: балки настилу - № 30; головної балки - № 60.

Максимальний згинальний момент від нормативних навантажень, що діє на: балку настилу $M_1 = 95,42 \text{ кНм}$; головну балку $M_2 = 397,54 \text{ кНм}$.

Висота поверху (довжина колони) $H (l) = 4,8 \text{ м}$.

Колона виготовлена з квадратного замкнутого профілю $120 \times 120 \times 4 \text{ мм}$. Вертикальне стискаюче навантаження на колону від нормативних значень $N = 57,58 \text{ кН}$.

Розрахунок межі вогнестійкості балки настилу

Визначаємо коефіцієнт зниження несучої здатності металевої конструкції при підвищеній температурі:

$$\gamma_{t1} = \frac{M_1}{W_{30} \cdot R_{st} \cdot \gamma} = \frac{9542}{472 \cdot 20 \cdot 1} = 1,01.$$

За таблицею в додатку 11 знаходимо критичну температуру: $t_{кр.1} = 20^\circ\text{C}$.

Визначаємо обігріваний периметр перерізу балки настилу: на балку настилу опирається залізобетонний настил, у якого теплопровідність набагато нижча, ніж у металу. Виходячи з цього, для балки настилу приймаємо схему обігріву з трьох боків, а відтак периметр балки, що обігрівається, розраховуємо без урахування верхньої полки двотавра (значення b , d , h і t беремо з додатку 14):

$$\begin{aligned} \Pi &= b + 2(b - d) + 2(h - 2t) = \\ &= 13,5 + 2(13,5 - 0,65) + 2(30 - 2 \cdot 1,02) = 95,12 \text{ см}. \end{aligned} \quad (5.71)$$

Враховуючи, що площа поперечного перерізу балки настилу № 30 $A = 46,5 \text{ см}^2$ (додаток 14), визначаємо наведену товщину балки настилу:

$$\delta_{np} = 46,5 / 95,12 = 0,49 \text{ см}.$$

Враховуючи критичну температуру (20 °С) та наведену товщину металу за номограмою у додатку 25 визначаємо межу вогнестійкості, яка дорівнює 2 хвилини.

Розрахунок межі вогнестійкості головної балки

Визначаємо коефіцієнт зниження несучої здатності металевої конструкції при підвищеній температурі:

$$\gamma_{t2} = \frac{M_2}{W_{60} \cdot R_{st} \cdot \gamma} = \frac{39754}{2560 \cdot 20 \cdot 1} = 0,78.$$

За додаток 11 знаходимо відповідну критичну температуру $t_{кр2} = 300^{\circ}\text{C}$. На головну балку спираються балки настилу, які виготовлені із сталі. Отже, для головної балки приймаємо схему обігріву з чотирьох боків. Визначаємо обігріваний периметр головної балки в залежності від геометричних характеристик заданого двотавру (значення b, d, h і t беремо з додатку 14):

$$\begin{aligned} P &= 2 \cdot b + 2(b - d) + 2(h - 2t) = \\ &= 2 \cdot 19 + 2(19 - 1,2) + 2(60 - 2 \cdot 1,78) = 187,48 \text{ см.} \end{aligned}$$

Враховуючи, що площа поперечного перерізу головної балки № 60 $A = 138 \text{ см}^2$ (додаток 14), визначаємо наведену товщину головної балки:

$$\delta_{np} = 138 / 187,48 = 0,74 \text{ см.}$$

Враховуючи критичну температуру (300 °С) та наведену товщину металу за додатком 25 визначаємо межу вогнестійкості, яка дорівнює 5 хвилин.

Розрахунок межі вогнестійкості металевої колони

Приймаємо, що колона закріплена шарнірно по обох кінцях, тоді $\mu = 1$. За додатком 22, відповідно до заданого профілю, знаходимо $i = 4,74$ см. Визначаємо гнучкість колони:

$$\lambda = l / i = 480 / 4,74 = 101,3.$$

За додатком 20 визначаємо коефіцієнт подовжнього вигину, що дорівнює $\varphi = 0,537$.

З умови досягнення граничного стану з вогнестійкості стиснутих елементів визначаємо коефіцієнт γ_{t3} , значення площі перерізу колони $A = 18,56 \text{ см}^2$ беремо з додатка 22:

$$\gamma_{t3} = \frac{57,58}{0,537 \cdot 18,56 \cdot 20 \cdot 1} = 0,29.$$

Визначаємо обігрівний периметр колони:

$$P = 4 \cdot b = 4 \cdot 120 = 480 \text{ мм} = 48 \text{ см.}$$

Враховуючи, що площа поперечного перерізу колони $A = 18,56 \text{ см}^2$, визначаємо наведену товщину колони:

$$\delta_{np} = 18,56 / 48 = 0,39 \text{ см.}$$

Знаходимо критичну температуру (додаток 11): $t_{кр3}=625 \text{ }^\circ\text{C}$

Враховуючи критичну температуру та наведену товщину металу за додатком 25 визначаємо межу вогнестійкості колони, яка дорівнює 10 хвилин.

Порівнюємо межу вогнестійкості балки настилу, головної балки і колони, обираємо найменшу (2 хв) - це і буде межею вогнестійкості металевій балковій клітці.

5.7.2 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металевій суцільній колоні при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 24, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 35,47 \text{ кНм}$;

- головна балка - двотавр № 50, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 274,86 \text{ кНм}$;

- сталева колона - труба 160 x 160 x 6 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 125 \text{ кН}$, довжина колони 4,5 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$, коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

2. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металевій суцільній колоні при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 36, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 162,5 \text{ кНм}$;

- головна балка - двотавр № 55Б2, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 512,17 \text{ кНм}$;

- сталева колона - труба 160 x 160 x 6 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 180 \text{ кН}$, довжина колони 5 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 26 \text{ кН/см}^2$, коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

3. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металевій суцільній колоні при обігріві з усіх боків за

таких умов:

- балка настилу - двотавр № 33, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 102$ кНм;

- головна балка - двотавр № 50, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 229,65$ кНм;

- сталева колона - труба 140 x 140 x 6 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 130$ кН, довжина колони 4 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 20$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

4. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металеві суцільної колони при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 33, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 115,9$ кНм;

- головна балка - двотавр № 50, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 309,2$ кНм;

- сталева колона - труба 180 x 180 x 8 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 240$ кН, довжина колони 4 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 28$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

5. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металеві суцільної колони при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 27, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 62,57$ кНм;

- головна балка - двотавр № 45, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 226,96$ кНм;

- сталева колона - труба 160 x 160 x 8 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 160$ кН, довжина колони 4 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 28$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

6. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металеві суцільної колони при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 27, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 59,60$ кНм;

- головна балка - двотавр № 45, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 259,41$ кНм.

- сталева колона - труба 160 x 160 x 8 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 180$ кН, довжина колони 3,5 м;

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 28$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

7. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металеві суцільної колони при обігріві з усіх боків за

таких умов:

- балка настилу - двотавр № 24, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 78,4$ кНм;

- головна балка - двотавр № 40, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 226,96$ кНм;

- сталева колона - труба 140 x 140 x 8 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 120$ кН, довжина колони 3,5 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 30$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

8. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металеві суцільної колони при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 22, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 49,75$ кНм;

- головна балка - двотавр № 45, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 253,16$ кНм;

- сталева колона - труба 140 x 140 x 8 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 100$ кН, довжина колони 4 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 28$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

9. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металеві суцільної колони при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 30, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 59,97$ кНм;

- головна балка - двотавр № 55, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 288,55$ кНм;

- сталева колона - труба 140 x 140 x 8 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 135$ кН, довжина колони 4,5 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 30$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

10. Визначити межу вогнестійкості металевих балок балкової клітки та центрально стислої металеві суцільної колони при обігріві з усіх боків за таких умов:

- балка настилу - двотавр № 18, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 26,55$ кНм;

- головна балка - двотавр № 40, згинальний момент від нормативних навантажень $M_H = 1543,69$ кНм;

- сталева колона - труба 140 x 140 x 8 мм, поздовжня стискаюча сила $N_H = 135$ кН, довжина колони 4,5 м.

Усі сталеві елементи виконані зі сталі з розрахунковим опором $R_y = 20$ кН/см², коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$.

5.8 Посилення цегляного стовпа, що має тріщини

Мета задачі - підібрати спосіб посилення цегляного стовпа, що розтріскався під час експлуатації.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити розрахункову висоту та гнучкість цегляного стовпа;
- визначити пружну характеристику кладки та коефіцієнт поздовжнього вигину;
- визначити розрахунковий опір кладки стисканню;
- визначити несучу здатність стовпа;
- призначити спосіб посилення;
- визначити несучу здатність посиленого стовпа;
- визначити ефективність посилення.

5.8.1 Приклад розрахунку

Потрібно виконати посилення центрально навантаженого цегельного стовпа висотою $H = 3$ м і перерізом $b \cdot h = 51 \cdot 51$ см (рис. 5.6). Стовп виконаний із глиняної цегли пластичного пресування марки 100 на цементному розчині марки 25, являє собою вільно стоячу конструкцію, на яку передається поздовжня сила від розрахункових навантажень $N = 350$ кН. У кладці цегельного стовпа в процесі експлуатації виникли тріщини з розкриттям до 2мм і вони перетинають не більше восьми рядів кладки.

Визначаємо несучу здатність існуючої кладки. Розрахункова висота стовпа для прийнятої схеми обпирання дорівнює: $l_0 = 2H = 2 \cdot 3 = 6$ м.

Гнучкість стовпа у площині перерізу дорівнює:

$$\lambda^h = l_0 / b = 600 / 51 = 11,8.$$

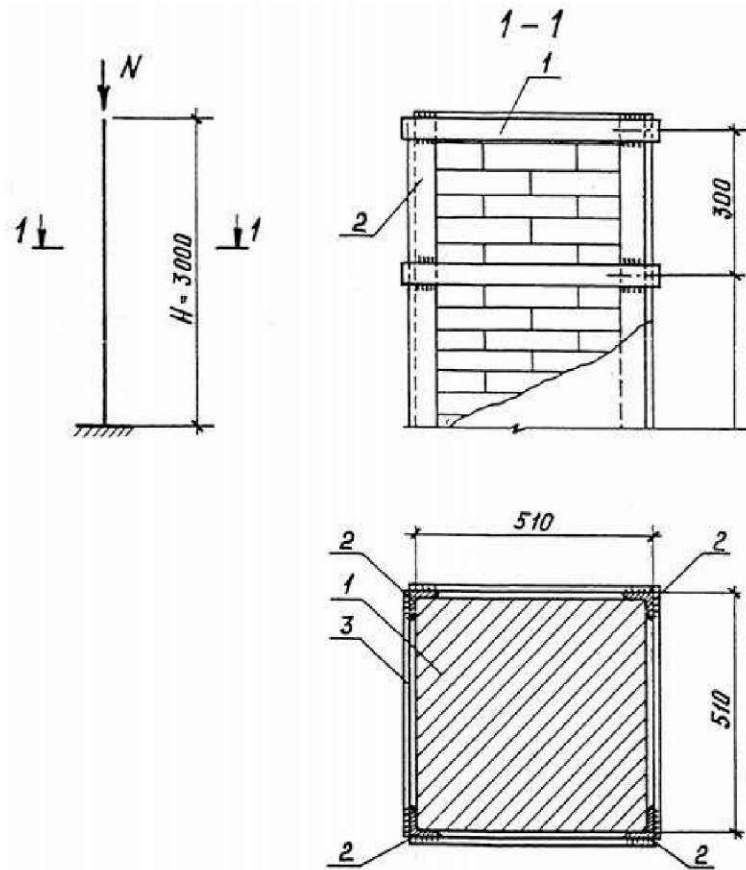
За таблицями у додатках 31 та 32 знаходимо пружну характеристику заданої кладки $a = 1000$ і коефіцієнт поздовжнього вигину $\varphi = 0,845$.

Оскільки $h > 30$ см, то коефіцієнт, що враховує вплив тривалого навантаження $m_{mp} = 1$; для заданого виду кладки розрахунковий опір стиску кладки $R = 1,3 \cdot 0,9 = 1,17$ МПа; площа перерізу цегельного стовпа дорівнює $F = 0,51 \times 0,51 = 0,26$ м² < 0,3 м², тому коефіцієнт умов роботи кладки $m = 0,8$.

Розрахунковий опір стиску кладки з урахуванням коефіцієнта умов роботи кладки дорівнює $R = 1,17 \cdot 0,8 = 0,936$ МПа.

Несуча здатність цегельного центрально навантаженого стовпа визначається за умовою:

$$N_{переріз} = \gamma_T m_g \varphi R F, \quad (5.72)$$



1 - цегельна кладка; 2 - кутики посилення 50x50x5; 3 - планки перерізом 35x5 мм

Рисунок 5.6 - До розрахунку посилення цегельного стовпа сталеву обіймою

де $\gamma_T = 0,5$ - коефіцієнт зниження несучої здатності кам'яних конструкцій при наявності ушкоджень.

$$N_{\text{переріз}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,845 \cdot 0,0936 \cdot 2600 = 102,8 \text{ кН} < N = 350 \text{ кН},$$

тобто міцність цегляного стовпа не забезпечена, потрібне посилення.

Приймаємо посилення за допомогою сталеві обійми, що складається із чотирьох вертикальних сталевих кутиків 50x50x5 мм на повну висоту стовпа, установлених по кутах елемента і з'єднаних один з одним смуговою сталлю (планками) через 30 см. Переріз планок призначаємо 35x5 мм. Для захисту від корозії сталеві обійми покриваються цементною штукатуркою товщиною 25мм. Приймаємо для обійми сталь марки Вст3кп класу А-І.

Розрахунковий опір поперечних арматур обойми $R_{a.n.} = 150$ МПа;

Розрахунковий опір поздовжніх стислих арматур обойми дорівнює $R_{ac} = 43$ МПа.

Площа перерізу поздовжніх арматур сталевोї обойми з кутиків дорівнює $F_a = 4 \cdot 4,8 = 19,2$ см².

Несуча здатність кладки, посиленої сталевною обоймою з кутиків, розраховується за формулою:

$$N_{\text{переріз}} = \psi \cdot \varphi \cdot m_o \left(m_k R + \eta \frac{2,5P}{1 + 2,5 \cdot P} \cdot \frac{R_{a.n.}}{100} \right) F + R_{ac} F'_a, \quad (5.73)$$

де $P = \left(\frac{2F_z(h+b)}{h \cdot b \cdot S} \right) 100 = \frac{21,75(51+51)}{51 \cdot 51 \cdot 30} 100 = 0,46$ - відсоток армування

поперечними планками;

$F_a = 3,5 \cdot 0,5 = 1,75$ см² - площа перерізу поперечної планки;

$S = 30$ см - відстань між осями поперечних планок;

$\psi = 1$; $\eta = 1$ - коефіцієнт при центральному стисканні;

$m_k = 0,7$ - коефіцієнт умов роботи для кладки із тріщинами.

$$N_{\text{переріз}} = 1 \cdot 0,845 \cdot 1 \left(0,7 \cdot 0,0936 + 1 \frac{2,5 \cdot 0,46}{1 + 2,5 \cdot 0,46} \cdot \frac{15}{100} \right) 2600 + 4,3 \cdot 19,2 = 390 \text{ кН}.$$

Оскільки $390 \text{ кН} > N = 350 \text{ кН}$, несуча здатність посиленої конструкції забезпечена.

5.8.2 Варіанти завдань для самостійної роботи

1. Потрібно виконати посилення центрально навантаженого цегляного стовпа висотою $H = 3,5$ м і перерізом $b \cdot h = 51 \times 51$ см. Стовп зведений із глиняної цегли пластичного пресування марки 125 на цементному розчині марки 25, являє собою вільно стоячу конструкцію, на яку передається поздовжня сила від розрахункових навантажень $N = 400$ кН. У кладці цегельного стовпа в процесі експлуатації виникли тріщини з розкриттям до 2 мм і вони перетинають не більше восьми рядів кладки.

2. Потрібно виконати посилення центрально навантаженого цегляного стовпа висотою $H = 2,5$ м і перерізом $b \cdot h = 51 \times 51$ см. Стовп зведений із глиняної цегли пластичного пресування марки 125 на цементному розчині марки 10, являє собою вільно стоячу конструкцію, на яку передається поздовжня сила від розрахункових навантажень $N = 400$ кН. У кладці цегельного стовпа в процесі експлуатації виникли тріщини з розкриттям до 2 мм і вони перетинають не більше восьми рядів кладки.

3. Потрібно виконати посилення центрально навантаженого цегляного стовпа висотою $H = 3$ м і перерізом $b \cdot h = 51 \times 38$ см. Стовп зведений із глиняної цегли пластичного пресування марки 125 на цементному розчині марки 25, являє собою вільно стоячу конструкцію, на яку передається поздовжня сила від розрахункових навантажень $N = 300$ кН. У кладці цегельного стовпа в процесі експлуатації виникли тріщини з розкриттям до 2 мм і вони перетинають не більше восьми рядів кладки.

4. Потрібно виконати посилення центрально навантаженого цегляного стовпа висотою $H = 3,5$ м і перерізом $b \cdot h = 51 \times 51$ см. Стовп зведений із глиняної цегли пластичного пресування марки 75 на цементному розчині марки 25, являє собою вільно стоячу конструкцію, на яку передається поздовжня сила від розрахункових навантажень $N = 250$ кН. У кладці цегельного стовпа в процесі експлуатації виникли тріщини з розкриттям до 2 мм і вони перетинають не більше восьми рядів кладки.

5. Потрібно виконати посилення центрально навантаженого цегляного стовпа висотою $H = 4,5$ м і перерізом $b \cdot h = 51 \times 51$ см. Стовп зведений із глиняної цегли пластичного пресування марки 150 на цементному розчині марки 25, являє собою вільно стоячу конструкцію, на яку передається поздовжня сила від розрахункових навантажень $N = 400$ кН. У кладці цегельного стовпа в процесі експлуатації виникли тріщини з розкриттям до 2 мм і вони перетинають не більше восьми рядів кладки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

Питання до розділу 1. Діагностика пошкоджень будівель і конструкцій

1. Для чого необхідна діагностика пошкоджень будівель і конструкцій?
2. Визначить основний принцип діагностики.
3. Яке основне завдання при проектуванні і експлуатації об'єкту?
4. Назвіть види відмов будівельних конструкцій.
5. Які відмови найбільш небезпечні?
6. Що визначає оцінка надійності споруд?
7. Вкажіть причини виникнення пошкоджень.
8. До якого виду причин відносяться: недоліки проекту, низька якість виготовлення, порушення умов експлуатації?
9. Що можна віднести до технічних причин пошкоджень?
10. Які найбільш поширені пошкодження виникають при експлуатації споруд?
11. Як визначається величина припустимого ризику будівельних конструкцій?
12. Визначить орієнтований термін експлуатації житлових та громадських будівель.
13. Укажіть допустимий термін експлуатації виробничих будівель.

Питання до розділу 2. Організація безпечної експлуатації промислових і побутових будівель

- 1 Що встановлюється при проведенні обстеження будівель і конструкцій?
- 2 Назвіть категорії технічного стану об'єкту досліджень
- 3 Які пристрої використовують для вимірювання ширини розкриття тріщини будівельних конструкцій?
- 4 Назвіть основні причини позапланових обстежень об'єктів
- 5 Дайте перелік етапів проведення обстежень.
- 6 Укажіть шляхи проведення моніторингу технічного стану об'єкту.
- 7 Визначить термін планового обстеження житлових і громадських будівель.
- 8 Термін планового обстеження резервуарів для нафти і нафтопродуктів становить..
- 9 Через кілька років проводиться планове обстеження мостів, гребель?
- 10 Що враховує коефіцієнт безпеки об'єкту?

Питання до розділу 3. Методи випробувань будівельних матеріалів, виробів та конструкцій

- 1 Визначить методи контролю якості будівельних матеріалів.
2. Неруйнівні методи, це-
- 3 Що таке метод пластичних деформацій?
- 4 Назвіть види тріщини будівель та споруд.
- 5 Як проводиться оцінка розкриття тріщини?
- 6 Укажіть способи визначення твердості бетону.
- 7 Як проводять випробування будівельних конструкцій на вогнестійкість?

- 8 Як проводять дослідження навантажень конструкцій?
- 9 Що таке незворотні деформації будівельних конструкцій?

**Питання до розділу 4. Засоби відновлення експлуатаційних якостей
будівель**

- 1 Назвіть відомі способи посилення елементів будівель і споруд .
- 2 Які місця конструкцій найбільш вразливі?
- 3 Визначить основні дефекти конструкцій фундаментів .
- 4 Як виконують ремонт і підсилення фундаменту?
- 5 Яким чином проводиться обслуговування стін і фасаду будівель?
- 6 Як проводиться обстеження даху і покрівлі будівель ?
- 7 Визначить експлуатаційні вимоги до елементів будівель.
- 8 Назвіть небезпеки при ремонті покрівлі будівель.
- 9 Укажіть засоби захисту при роботі на висоті.
- 10 Як запобігти деформації залізобетонних конструкцій будівель і споруд?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Межі вогнестійкості протипожежних перешкод

Протипожежні перешкоди	Тип протипожежних перешкод	Межа вогнестійкості протипожежної перешкоди не менше	Тип заповнення прорізів не нижче	Тип тамбур-шлюзу не нижче
Стіни	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	2
Перегородки	1	EI 45	2	1
	2	EI 15	3	2
Перекриття	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	1
	4	REI 15	3	2

Додаток 2

Межа вогнестійкості заповнення прорізів у протипожежних перешкодах

Заповнення прорізів у протипожежних перешкодах	Тип заповнення прорізів у протипожежних перешкодах	Межа вогнестійкості, не нижче
Двері, ворота, вікна, люки, клапани	1	EI 60
	2	EI 30
	3	EI 15
Завіси	1	EI 60

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі розповсюдження вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них								
	стіни				колони	сходові майданчики, косоури, сходи, балки, марші сходових кліток	плити, настили (у тому числі з утеплювачем) та ін. несучі конструкції перекриттів	елементи покриттів	
	несучі та сходових кліток	самонесучі	зовнішні несучі	внутрішні несучі				плити, настили (у тому числі з утеплювачем) та прогони	балки, ферми, арки, рами
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	REI 150, M0	REI 75, M0	E 30, M0	EI 30, M0	R 150, M0	R 60, M0	REI 60, M0	RE 30, M0	R 30, M0
II	REI 120, M0	REI 60, M0	EI 15, M0	EI 15, M0	R 120, M0	R 60, M0	REI 45, M0	RE 15, M0	R 15, M0
III	REI 120, M0	REI 60, M0	E 15, M0 E 30, M0	EI 15, M1	R 120, M0	R 60, M0	REI 45, M1	Не нормуються	
IIIa	REI 60, M0	REI 30, M0	E 15, M1	E 15, M1	R 15, M0	R 60, M0	REI 15, M0	RE 15, M1	R 15, M0
IIIб	REI 60, M1	REI 30, M1	E 15, M0 E 39, M1	EI 15, M0	R 60, M1	R 45, M0	REI 45, M1	RE 15, M0 RE 30, M1	R 45, M1
IV	REI 30, M1	REI 15, M1	E 15, M1	EI 15, M1	R 30, M1	R 15, M1	REI 15, M1	Не нормуються	
IVa	REI 30, M1	REI 15, M1	E 15	EI 15, M1	R 15, M0	R 15, M0	REI 15, M0	RE 15	R 15, M0
V	Не нормуються								

Коефіцієнти роботи бетону при нагріві

Бетон	Середня щільність бетону, ρ , кг/м ³	Коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma_{\beta T}$ при температурі бетону, °C								
		20	100	200	300	400	500	600	700	800
Важкий бетон з великим заповнювачем із силікатних порід	2350	1.0	0.85	0.95	0.85	0.7	0.55	0.35	0.2	0.05
Те ж, з карбонатних порід	2350	1.0	0.9	1.0	0.9	0.75	0.6	0.4	0.25	0.06
Легкий бетон з великим заповнювачем з керамзиту	1600	1.0	0.95	1.0	0.9	0.75	0.65	0.65	0.55	0.4
Керамзитоперлітобетон	1200	1.0	0.92	0.83	0.74	0.65	0.55	0.47	0.37	0.28

Коефіцієнти роботи арматури при нагріві

Клас Арматури	$\gamma_{\sigma T}$ при температурі нагріву, °C									
	≤350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
A – I	1,0	1,0	0,8	0,65	0,5	0,35	0,23	0,15	0,05	0
A – II	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5	0,35	0,23	0,15	0,05	0
A – III	1,0	1,0	0,95	0,75	0,6	0,45	0,30	0,15	0,10	0,05
A – IIIв	1,0	1,0	0,9	0,65	0,45	0,35	0,20	0,10	0,05	0
B – I, Bp – I	0,85	0,65	0,50	0,30	0,15	0,05	0	0	0	0
B-II, Bp-II	0,65	0,53	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0	0	0

Теплофізичні характеристики бетонів

№ п.п.	Вид бетону	$\rho_{dr}, \text{кг/м}^3$	$\lambda_t = A + B \cdot t, \text{ккал/(м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C)}$	$C_t = C + D \cdot t$
1.	На гранітному щебені	2330	$\lambda_t = 1,03 - 0,0003t$	$C_t = 0,17 + 0,0002t$
2.	На вапняковому щебені	2250	$\lambda_t = 0,98 - 0,00047t$	$C_t = 0,17 + 0,0002t$
3.	Піщаний бетон	1900	$\lambda_t = 0,9 - 0,0005 t$	$C_t = 0,184 + 0,00015t$
4.	Керамзитобетон	1380	$\lambda_t = 0,33 + 0,00007t$	$C_t = 0,2 + 0,000114t$
5.	Те ж	1030	$\lambda_t = 0,22 + 0,000064t$	$C_t = 0,2 + 0,000093t$
6.	Газобетон	1100	$\lambda_t = 0,27 \text{ (const)}$	$C_t = 0,22 + 0,00015t$
7.	Перегородки і стіни з цегли глиняної (орієнтовно)	1800	$\lambda_t = 0,65 - 0,0003t$	$C_t = 0,21 + 0,0001t$
8.	Те ж, з силікатної цегли (орієнтовно)	1900	$\lambda_t = 0,73 - 0,0003t$	$C_t = 0,2 + 0,0001t$

Додаток 7

Коефіцієнт щільності бетону

$\rho_{dr}, \text{кг/м}^3$	1000	1500	2000	2300	2450
$K, \text{г}^{1/2}$	0.55	0.58	0.60	0.62	0.65

Функція помилок Гауса

Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	0,0000	0011	0023	0034	0045	0056	0068	0079	0090	0102
0,01	0,0113	0124	0135	0147	0158	0169	0181	0192	0203	0214
0,02	0,0226	0237	0248	0259	0271	0282	0293	0305	0316	0327
0,03	0,0338	0350	0361	0372	0384	0395	0406	0417	0429	0440
0,04	0,0451	0462	0474	0485	0496	0507	0519	0530	0541	0552
0,05	0,0564	0575	0586	0597	0609	0620	0631	0642	0654	0665
0,06	0,0676	0687	0699	0710	0721	0732	0744	0755	0766	0777
0,07	0,0789	0800	0811	0822	0833	0845	0856	0867	0878	0890
0,08	0,0901	0912	0923	0934	0946	0957	0968	0979	0990	1002
0,09	0,1013	1024	1035	1046	1058	1069	1080	1091	1102	1113
0,10	0,1125	1136	1147	1158	1169	1180	1192	1203	1214	1225
0,11	0,1236	1247	1259	1270	1281	1292	1303	1314	1325	1336
0,12	0,1348	1359	1370	1381	1392	1403	1414	1425	1436	1448
0,13	0,1459	1470	1481	1492	1503	1514	1525	1536	1547	1558
0,14	0,1569	1581	1592	1603	1614	1625	1636	1647	1658	1669
0,15	0,1680	1691	1702	1713	1724	1735	1746	1757	1768	1779
0,16	0,1790	4801	1812	1823	1834	1845	1856	1867	1878	1889
0,17	0,1900	1911	1922	1933	1944	1955	1966	1977	1988	1998
0,18	0,2009	2020	2031	2042	2053	2064	2075	2086	2097	2108
0,19	0,2118	2129	2140	2151	2162	2173	2184	2194	2205	2216
0,20	0,2227	2238	2249	2260	2270	2281	2292	2303	2314	2324
0,21	0,2335	2346	2357	2368	2378	2389	2400	2411	2421	2432
0,22	0,2443	2454	2464	2475	2486	2497	2507	2518	2529	2540
0,23	0,2550	2561	2572	2582	2593	2604	2614	2625	2636	2646
0,24	0,2657	2668	2678	2689	2700	2710	2721	2731	2742	2753
0,25	0,2763	2774	2784	2795	2806	2816	2827	2837	2848	2858
0,26	0,2869	2880	2890	2901	2911	2922	2932	2943	2953	2964
0,27	0,2974	2985	2995	3006	3016	3027	3037	3047	3058	3068
0,28	0,3079	3089	3100	3116	3120	3131	3141	3152	3162	3172
0,29	0,3183	3193	3204	3214	3224	3235	3245	3255	3266	3276
0,30	0,3286	3297	3307	3317	3327	3338	3348	3358	3369	3379
0,31	0,3389	3399	3410	3420	3430	3440	3450	3461	3471	3481
0,32	0,3491	3501	3512	3522	3532	3542	3552	3562	3573	3583
0,33	0,3593	3603	3613	3623	3633	3643	3653	3663	3674	3684
0,34	0,3694	3704	3714	3724	3734	3744	3754	3764	3774	3784
0,35	0,3794	3804	3814	3824	3834	3844	3854	3864	3873	3883
0,36	0,3893	3903	3913	3923	3933	3943	3953	3963	3972	3982
0,37	0,3992	4002	4012	4022	4031	4041	4051	4061	4071	4080
0,38	0,4090	4100	4110	4119	4129	4139	4149	4158	4168	4178
0,39	0,4187	4197	4207	4216	4226	4236	4245	4255	4265	4274
0,40	0,4285	4294	4305	4314	4325	4334	4345	4354	4365	4374
0,41	0,4385	4394	4404	4413	4424	4433	4435	4444	4455	4464
0,42	0,4475	4486	4495	4504	4515	4523	4532	4543	4550	4600

Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,43	0,4569	4578	4588	4597	4606	4616	4625	4634	4644	4653
0,44	0,4662	4672	4681	4690	4699	4709	4718	4727	4736	4746
0,45	0,4755	4764	4773	4782	4792	4801	4810	4819	4828	4837
0,46	0,4847	4856	4865	4874	4883	4892	4901	4910	4919	4928
0,47	0,4937	4946	4956	4965	4974	4983	4992	5001	5010	5019
0,48	0,5027	5036	5045	5054	5063	5072	5081	5090	5099	5108
0,49	0,5117	5126	5134	5143	5152	5161	5170	5179	5187	5196
0,50	0,5205	5214	5223	5231	5240	5249	5258	5266	5275	5284
0,51	0,5292	5301	5310	5318	5327	5336	5344	5353	5362	5370
0,52	0,5379	5388	5396	5405	5413	5422	5430	5439	5448	5456
0,53	0,5465	5473	5482	5490	5499	5507	5516	5524	5533	5541
0,54	0,5549	5558	5566	5575	5583	5591	5600	5608	5617	5625
0,55	0,5633	5642	5650	5658	5667	5675	5683	5691	5700	5708
0,56	0,5716	5724	5733	5741	5749	5757	5765	5774	5782	5790
0,57	0,5798	5806	5814	5823	5831	5839	5847	5855	5863	5871
0,58	0,5879	5887	5895	5903	5911	5919	5927	5935	5943	5951
0,59	0,5959	5967	5975	5983	5991	5999	6007	6015	6023	6031
0,60	0,6039	6046	6054	6062	6070	6078	6086	6093	6101	6109
0,61	0,6117	6125	6132	6140	6148	6156	6163	6171	6179	6186
0,62	0,6194	6202	6209	6217	6225	6232	6240	6248	6255	6263
0,63	0,6270	6278	6286	6293	6301	6308	6316	6323	6331	6338
0,64	0,6346	6353	6361	6368	6376	6383	6391	6398	6405	6413
0,65	0,6420	6428	6435	6442	6450	6457	6464	6472	6479	6486
0,66	0,6494	6501	6508	6516	6523	6530	6537	6545	6552	6559
0,67	0,6566	6573	6581	6588	6595	6602	6609	6616	6624	6631
0,68	0,6638	6645	6652	6659	6666	6673	6680	6687	6694	6701
0,69	0,6708	6715	6722	6729	6736	6743	6750	6757	6764	6771
0,70	0,6778	6785	6792	6799	6806	6812	6819	6826	6833	6840
0,71	0,6847	6853	6860	6867	6874	6881	6887	6894	6901	6908
0,72	0,6914	6921	6928	6934	6941	6948	6954	6961	6968	6974
0,73	0,6981	6988	6994	7001	7007	7014	7021	7027	7034	7040
0,74	0,7047	7053	7060	7066	7073	7079	7086	7092	7099	7105
0,75	0,7112	7118	7124	7131	7137	7144	7150	7156	7163	7169
0,76	0,7175	7182	7188	7194	7201	7207	7213	7219	7226	7232
0,77	0,7238	7244	7251	7257	7263	7269	7275	7282	7288	7294
0,78	0,7300	7306	7312	7318	7325	7331	7337	7343	7349	7355
0,79	0,7361	7367	7373	7379	7385	7391	7397	7403	7409	7415
0,80	0,7421	7427	7433	7439	7445	7451	7457	7462	7468	7474
0,81	0,7480	7486	7492	7498	7503	7509	7515	7521	7527	7532
0,82	0,7538	7544	7550	7555	7561	7567	7572	7578	7584	7590
0,83	0,7595	7601	7607	7612	7618	7623	7629	7635	7640	7646
0,84	0,7651	7657	7663	7668	7674	7679	7685	7690	7696	7701
0,85	0,7707	7712	7718	7723	7729	7734	7739	7745	7750	7756
0,86	0,7761	7766	7772	7777	7782	7788	7793	7798	7804	7809
0,87	0,7814	7820	7825	7830	7835	7841	7846	7851	7856	7862
0,88	0,7867	7872	7878	7883	7888	7894	7899	7904	7908	7914

Продовження додатку 8

Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,89	0,7918	7924	7929	7936	7940	7945	7950	7954	7959	7964
0,90	0,7969	7974	7979	7984	7989	7994	7999	8004	8009	8014
0,91	0,8019	8024	8029	8034	8038	8043	8048	8053	8058	8063
0,92	0,8068	8073	8077	8082	8087	8092	8097	8101	8106	8111
0,93	0,8116	8120	8125	8130	8135	8139	8144	8149	8153	8158
0,94	0,8163	8167	8172	8177	8181	8186	8191	8195	8200	8204
0,95	0,8209	8213	8218	8223	8227	8232	8236	8241	8245	8250
0,96	0,8254	8259	8263	8268	8272	8277	8281	8285	8290	8294
0,97	0,8299	8303	8307	8312	8316	8321	8325	8329	8334	8338
0,98	0,8342	8347	8351	8355	8360	8364	8368	8372	8377	8381
0,99	0,8385	8389	8394	8398	8402	8406	8410	8415	8419	8423
1,00	0,8427	8431	8435	8439	8444	8448	8452	8456	8460	8464
1,01	0,8468	8472	8476	8480	8484	8488	8492	8496	8500	8504
1,02	0,8508	8512	8516	8520	8524	8528	8532	8536	8540	8544
1,03	0,8548	8552	8556	8560	8563	8567	8571	8575	8579	8583
1,04	0,8586	8590	8594	8598	8602	8606	8609	8613	8617	8621
1,05	0,8624	8628	8632	8636	8639	8643	8647	8650	8654	8658
1,06	0,8661	8665	8669	8672	8676	8680	8683	8687	8691	8694
1,07	0,8698	8701	8705	8708	8712	8716	8719	8723	8726	8730
1,08	0,8733	8737	8740	8744	8747	8751	8754	8758	8761	8765
1,09	0,8768	8771	8775	8778	8782	8785	8789	8792	8795	8799
1,10	0,8802	8805	8809	8812	8815	8819	8822	8825	8829	8832
1,11	0,8835	8839	8842	8845	8848	8852	8855	8858	8861	8865
1,12	0,8868	8871	8874	8878	8881	8884	8887	8890	8893	8897
1,13	0,8900	8903	8906	8909	8912	8915	8918	8922	8925	8928
1,14	0,8931	8934	8937	8940	8943	8946	8949	8952	8955	8958
1,15	0,8961	8964	8967	8970	8973	8976	8979	8982	8985	8988
1,16	0,8991	8994	8997	9000	9003	9006	9008	9011	9014	9017
1,17	0,9020	9023	9026	9029	9031	9034	9037	9040	9043	9046
1,18	0,9048	9051	9054	9057	9060	9062	9065	9068	9071	9073
1,19	0,9076	9079	9082	9084	9087	9090	9092	9095	9098	9100
1,20	0,9103	9106	9108	9111	9114	9116	9119	9122	9124	9127
1,21	0,9130	9132	9135	9137	9140	9143	9145	9148	9150	9153
1,22	0,9155	9158	9160	9163	9165	9168	9171	9173	9176	9178
1,23	0,9181	9183	9185	9188	9190	9193	9195	9198	9200	9203
1,24	0,9205	9207	9210	9212	9215	9217	9219	9222	9224	9227
1,25	0,9229	9231	9234	9236	9238	9241	9243	9245	9248	9250
1,26	0,9252	9255	9257	9259	9262	9264	9266	9268	9271	9273
1,27	0,9275	9277	9280	9282	9284	9286	9289	9291	9293	9295
1,28	0,9297	9300	9302	9304	9306	9308	9310	9313	9315	9317
1,29	0,9319	9321	9323	9325	9327	9330	9332	9334	9336	9338
1,30	0,9340	9342	9344	9346	9348	9350	9352	9355	9357	9359
1,31	0,9361	9363	9365	9367	9369	9371	9373	9375	9377	9379
1,32	0,9381	9383	9385	9387	9389	9390	9392	9394	9396	9398
1,33	0,9400	9402	9404	9406	9408	9410	9412	9413	9415	9417
1,34	0,9419	9421	9423	9425	9427	9429	9431	9433	9434	9437

Продовження додатку 8

Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,35	0,9439	9441	9443	9444	9446	9448	9450	9452	9453	9454
1,36	0,9456	9457	9459	9461	9463	9464	9466	9468	9470	9471
1,37	0,9473	9475	9477	9478	9480	9482	9484	9485	9487	9488
1,38	0,9490	9492	9494	9495	9497	9499	9500	9502	9503	9505
1,39	0,9507	9508	9510	9512	9513	9515	9516	9518	9520	9521
1,40	0,9523	9524	9526	9528	9529	9531	9532	9534	9535	9537
1,41	0,9539	9540	9542	9543	9545	9546	9548	9549	9551	9552
1,42	0,9554	9555	9557	9558	9560	9561	9563	9564	9566	9567
1,43	0,9569	9570	9571	9573	9574	9576	9577	9579	9580	9582
1,44	0,9583	9584	9586	9587	9589	9590	9591	9593	9594	9596
1,45	0,9597	9598	9600	9601	9602	9604	9605	9607	9608	9609
1,46	0,9611	9612	9613	9615	9616	9617	9618	9620	9621	9622
1,47	0,9624	9625	9626	9628	9629	9630	9631	9633	9634	9635
1,48	0,9637	9638	9639	9640	9642	9643	9644	9645	9647	9648
1,49	0,9649	9650	9651	9653	9654	9655	9656	9657	9659	9660
1,50	0,9661	9662	9663	9665	9666	9667	9668	9669	9670	9672
1,5	0,9661	9673	9684	9695	9706	9716	9726	9736	9745	9755
1,6	0,9763	9772	9780	9788	9796	9804	9811	9818	9825	9832
1,7	0,9838	9844	9850	9856	9861	9867	9872	9877	9882	9886
1,8	0,9891	9895	9899	9903	9907	9911	9915	9918	9922	9925
1,9	0,9928	9931	9934	9937	9939	9942	9944	9947	9949	9951
2,0	0,9953	9955	9957	9959	9961	9963	9964	9966	9967	9969
2,1	0,9970	9972	9973	9974	9975	9976	9977	9979	9980	9980
2,2	0,9981	9982	9983	9984	9985	9985	9986	9987	9987	9988
2,3	0,9989	9989	9990	9990	9991	9991	9992	9992	9992	9993
2,4	0,9993	9993	9994	9994	9994	9995	9995	9995	9995	9996
2,5	0,9996	9996	9996	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9998
2,6	0,9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9999
2,7	0,9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
2,8	0 9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	1,000	1,000	1,000

Значення коефіцієнта подовжнього вигину

$l_0/b_{я}$	$l_0/b_{я}$	φ	$l_0/b_{я}$	$l_0/b_{я}$	φ
≤ 8	≤ 7	1	24	21	0.73
10	8.5	0.98	26	22.5	0.68
12	10.5	0.96	28	24	0.64
14	12	0.93	30	26	0.59
16	14	0.89	32	28	0.54
18	15.5	0.85	34	29.5	0.49
20	17	0.81	36	31	0.44
22	19	0.77	38	33	0.39

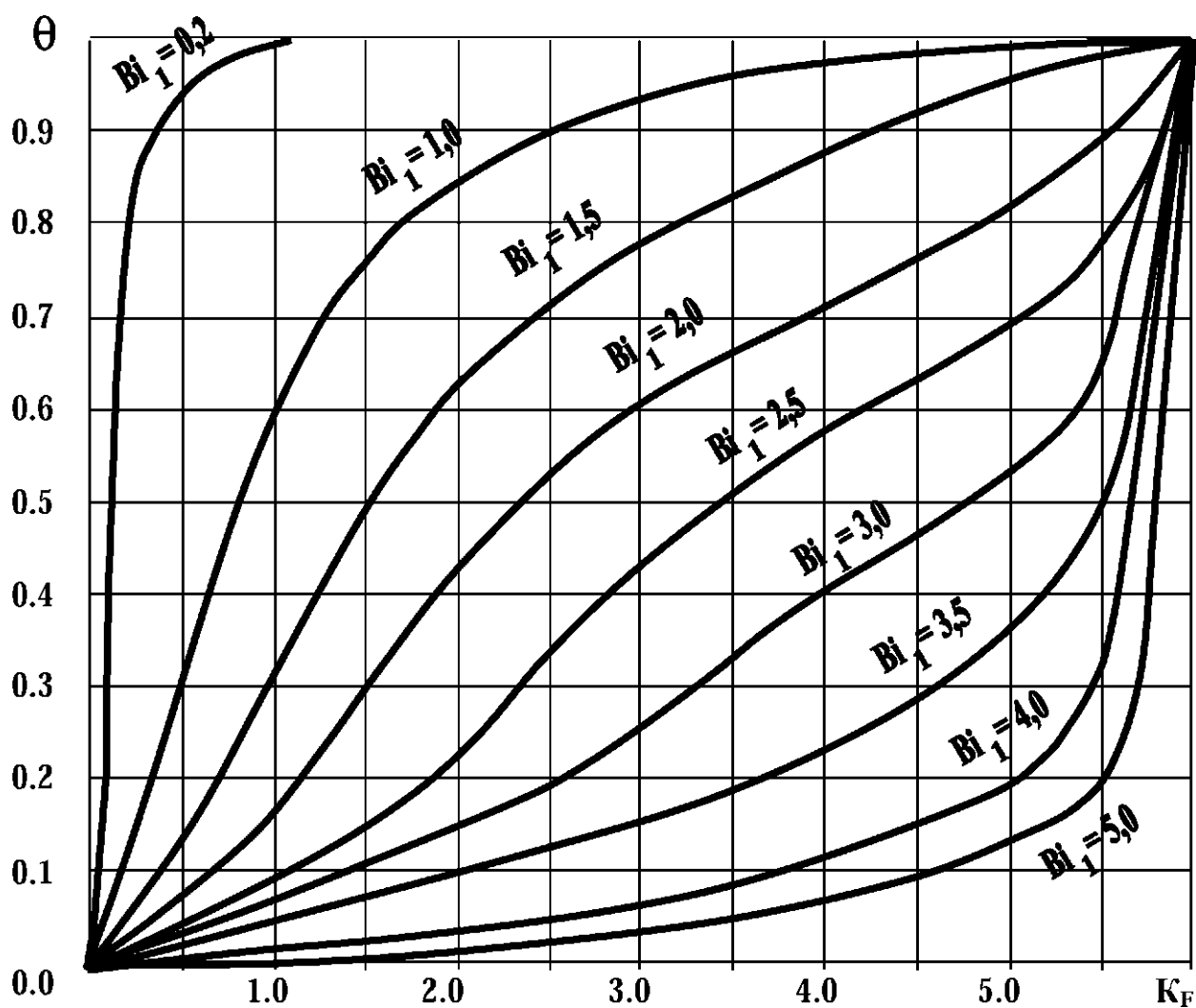
Температура в середині необмеженої пластини

$Fo/4$	θ_c	$Fo/4$	θ_c	$Fo/4$	θ_c	$Fo/4$	θ_c
0.001-0.007	1.0000	0.044	0.8162	0.054	0.7437	0.091	0.5185
0.008	0.9998	0.045	0.8088	0.055	0.7367	0.092	0.5134
0.009	0.9996	0.046	0.8015	0.056	0.7297	0.093	0.5084
0.010	0.9992	0.047	0.7941	0.057	0.7227	0.094	0.5034
0.011	0.9985	0.048	0.7868	0.058	0.7158	0.095	0.4985
0.012	0.9975	0.049	0.7796	0.059	0.7090	0.096	0.4936
0.013	0.9961	0.050	0.7723	0.087	0.5393	0.097	0.4887
0.014	0.9944	0.051	0.7651	0.088	0.5340	0.098	0.4839
0.015	0.9922	0.052	0.7579	0.089	0.5288	0.099	0.4792
0.016	0.9896	0.053	0.7508	0.090	0.5236	0.100	0.4745

Залежність значень γ_T , γ_6 , γ_B

$t, ^\circ\text{C}$	T, K	γ_T	γ_6	γ_B	$t, ^\circ\text{C}$	T, K	γ_T	γ_6	γ_B
20	293	1	1	1	400	673	0,70	0,86	0,90
100	373	0,99	0,96	1	450	723	0,65	0,84	–
150	423	0,93	0,95	–	500	773	0,58	0,80	0,60
200	473	0,85	0,94	1,12	550	823	0,45	0,77	–
250	523	0,81	0,92	–	600	873	0,34	0,72	0,30
300	573	0,77	0,90	1,09	650	923	0,22	0,68	–
650	623	0,74	0,88	–	700	973	0,11	0,59	–

Номограма залежності Θ - Bi_1 - K_p ($K_p = Bi_1^2 * Fo$).

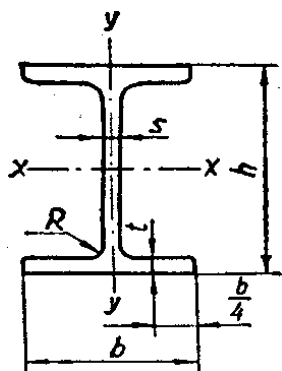


Сортамент пиломатеріалів хвойних порід

Товщина, мм	ширина, мм								
	75	100	125	150	—	—	—	—	—
16	75	100	125	150	—	—	—	—	—
19	75	100	125	150	175	—	—	—	—
22	75	100	125	150	175	200	225	—	—
25	75	100	125	150	175	200	225	250	—
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	—	100	125	150	175	200	225	250	275
125	—	—	125	150	175	200	225	250	—
150	—	—	—	150	175	200	225	250	—
175	—	—	—	—	175	200	225	250	—
200	—	—	—	—	—	200	225	250	—
250	—	—	—	—	—	—	—	250	—

Примітки:

1. Розміри пиломатеріалів за довжиною встановлені з градацією 0.25 м від 1 до 6.5 м.
2. Номінальні товщина і ширина пиломатеріалів встановлені для деревини з вологістю 20 %.
3. Дошка має ширину, більшу за подвійну товщину. Брусок відповідно - не більше подвійної товщини, брус - якщо товщина і ширина більше 100 мм.
4. При необхідності прийняття спеціального замовлення розміри пиломатеріалів можуть відрізнятись від зазначених у таблиці.



Сортамент двотаврових балок:

h - висота балки; b - ширина полиці; t - товщина полиці; d - товщина стінки;

R - радіус внутрішнього закруглення; J - момент інерції перерізу; W - момент опору перерізу;

S - статистичний момент напівперерізу; i - радіус інерції; J_t - момент інерції при крутінні

Но- мер балки	Розмір, мм					$A, \text{см}^2$	$q, \text{кг/м}$	$J_x, \text{см}^4$	$W_{x_1}, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$S_x, \text{см}^3$	$J_y, \text{см}^4$	$W_{y_1}, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$J_t, \text{см}^4$
	h	b	d	t	R										
10	100	55	4,5	7,2	7,1	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22	2,28
12	120	64	4,8	7,3	7,5	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38	2,88
14	140	73	4,9	7,5	8,0	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55	3,59
16	160	81	5,0	7,8	8,5	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70	4,45
18	180	90	5,1	8,1	9,0	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	82,4	82,6	18,40	1,88	5,50
20	200	100	5,2	8,4	9,5	25,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07	6,92
22	220	110	5,4	8,7	10,0	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27	6,60
24	240	115	5,5	9,5	10,5	34,8	27,30	3450	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37	11,10
27	270	125	6,0	9,8	11,0	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	250,0	41,50	2,54	15,60
30	300	135	6,5	10,2	12,0	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69	17,40
33	330	140	7,0	11,2	13,0	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79	23,80
36	360	145	7,5	12,3	14,0	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89	31,40
40	400	155	8,3	13,0	15,0	72,7	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03	40,60
45	450	160	9,0	14,2	16,0	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09	54,70
50	500	170	10,0	15,2	17,00	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23	75,40
55	550	180	11,0	16,5	18,0	118,0	92,60	56962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39	100,00
60	600	190	12,0	17,8	20,0	138,0	108,00	78606	2560,0	23,80	1491,0	1725,0	182,00	3,54	135,00

Двотаври сталеві гарячекатані з паралельними гранями полиць за ГОСТ 26020-83
Приклад позначення I40K1/ГОСТ26020-83

№ профіля	Лінійна щільність, кг/м	Розміри, мм					Площа перерізу, см ²	Довідкові значення для осей						
		h	b	s	t	R		x-x				y-y		
								I_x , см ⁴	W_x , см ³	S_w , см ³	i_x , см	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см
<i>Нормальні двотаври</i>														
10Б1	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,32	171	34,2	19,7	4,07	16,9	5,8	1,24
12Б1	8,7	117,6	64	3,8	5,1		11,03	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7	1,42
12Б2	10,4	120	64	4,4	6,3		13,21	318	53	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45
14Б1	10,5	137,4	73	3,8	5,6		13,39	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10	1,65
14Б2	12,9	140	73	4,7	6,9		16,43	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65
16Б1	12,7	157	82	4	5,9	9	16,18	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83
16Б2	15,8	160	82	5	7,4		20,09	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84
18Б1	15,4	177	91	4,3	6,5		19,58	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18	2,04
18Б2	18,8	180	91	8,3	8		23,95	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05
20Б1	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,49	1943	194,3	110,3	8,26	147,2	28,5	2,23
23Б1	25,8	230	110	5,6	9		32,91	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47
26Б1	28	268	120	5,8	8,5		35,62	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63
26Б2	31,2	261	120	6	10		39,70	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70
30Б1	32,9	296	140	5,8	8,5	15	41,92	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05
30Б2	36,6	299	140	6,0	10		46,67	7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13
35Б1	38,9	346	155	6,2	8,5	18	49,53	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27
35Б2	43,3	349	155	6,5	10		55,17	11550	662,2	373	14,47	322,9	80,4	3,36

№ профіля	Лінійна щільність, кг/м	Розміри, мм					Площа перерізу, см ²	Довідкові значення для вісй						
		h	b	s	t	R		x x				y y		
								I _x , см ⁴	W _x , см ³	S _x , см ³	I _x , см	I _y , см ⁴	W _y , см ³	I _y , см
40Б1	48,1	392	165	7	9,5	21	61,25	15750	803,6	456	16,03	714,9	86,7	3,42
40Б2	54,7	396	165	7,5	11,5		69,72	18530	935,7	529,7	16,30	865	104,8	3,52
45Б1	59,8	443	180	7,8	11		76,23	24940	1125,8	639,5	18,09	1073,7	119,3	3,75
45Б2	67,5	447	180	8,4	13		85,96	28870	1291,9	732,9	18,32	1269	141	3,84
50Б1	73	492	200	8,8	12		92,98	37160	1511	860,4	19,99	1606	160,6	4,16
50Б2	80,7	496	200	9,2	14		102,80	42390	1709	970,2	20,30	1873	187,3	4,27
55Б1	89	543	220	9,5	13,5	24	113,37	55680	2051	1165	22,16	2404	218,6	4,61
55Б2	97	547	220	10	15,5		124,75	62790	2296	1302	22,43	2760	250,9	4,70
60Б1	106,2	593	230	10,5	15,5		135,26	78760	2656	1512	24,13	3154	274,3	4,83
60Б2	115,6	597	230	11	17,5		147,30	87640	2936	1669	24,39	3561	309,6	4,92
70Б1	129,3	691	260	12	15,5		164,70	125930	3645	2095	27,65	4556	350,5	5,26
70Б2	144,2	697	260	12,5	18,5		183,60	145912	4187	2393	28,19	5437	418,3	5,44
80Б1	159,5	791	280	13,5	17	26	203,20	199500	5044	2917	31,33	6244	446,0	5,54
80Б2	177,9	798	280	14	20,5		226,60	232200	5820	3343	32,01	7527	537,6	5,76
90Б1	194	893	300	15	18,5	30	247,10	304400	6817	3964	35,09	8365	557,6	5,82
90Б2	213,8	900	300	15,5	22		272,40	349200	7760	4480	35,80	9943	662,8	6,04
100Б1	230,8	990	320	16	21		293,82	446000	9011	5234	38,96	11520	719,9	6,26
100Б2	258,2	998	320	17	25		328,9	516400	10350	5980	39,62	13710	856,9	6,46
100Б3	285,7	1006	320	18	29		364,00	597700	11680	6736	40,18	15900	993,9	6,61
100Б4	314,5	1013	320	19,5	32,5		400,60	655400	12940	7470	40,45	17830	1114,3	6,67
Широкополіцеві двотаври														
20Ш1	30,6	196	193	6	9	13	38,95	2660	275	153	8,26	507	67,6	3,61
23Ш1	36,2	226	155	6,5	10	14	46,08	4260	377	210	9,62	622	80,2	3,67
26Ш1	42,7	251	180	7	10	16	54,37	6225	496	276	10,70	974	108,2	4,23
26Ш2	49,2	255	180	7,5	12		62,73	7429	583	325	10,88	1168	129,8	4,31
30Ш1	53,6	291	200	8	11	18	68,31	10400	715	398	12,34	1470	147	4,64
30Ш2	61	295	200	8,5	13		77,65	12200	827	462	12,53	1737	173,7	4,73
30Ш3	68,3	299	200	9	15		87	14040	939	526	12,70	2004	200,4	4,80

№ профіля	Лінійна щільність, кг/м	Розміри, мм					Площа перерізу, см^2	Довідкові значення для віссей						
		h	B	s	t	R		x-x				y-y		
								$I_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$S_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$I_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$
Широкопліцеві двотаври														
35Ш1	75,1	338	250	9,5	12,5	20	95,67	19790	1171	651	14,38	3260	261	5,84
35Ш2	82,2	341	250	10,0	14		104,74	22070	1295	721	14,52	3650	292	5,90
35Ш3	91,3	345	250	10,5	16		116,30	25140	1458	813	14,70	4170	334	5,99
40Ш1	96,1	388	300	9,5	14	22	122,40	34360	1771	976	16,76	6306	420	7,18
40Ш2	111,1	392	300	11,5	16		141,60	39700	2025	1125	16,75	7209	481	7,14
40Ш3	123,4	396	300	12,5	18		157,20	44740	2260	1259	16,87	8111	541	7,18
50Ш1	114,4	484	300	11	15	26	145,70	60930	2518	1403	20,45	6762	451	6,81
50Ш2	138,7	489	300	14,5	17,5		176,60	72530	2967	1676	20,26	7900	526	6,69
50Ш3	156,4	495	300	15,5	20,5		199,20	84200	3402	1923	20,56	7900	526	6,81
50Ш4	174,1	501	300	16,5	23,5		221,70	96150	3838	2173	20,82	10600	707	6,92
60Ш1	142,1	580	320	12	17	28	181,10	107300	3701	2068	24,35	9302	581	7,17
60Ш2	176,9	587	320	16	20,5		225,30	131800	4490	2544	24,19	11230	702	7,06
60Ш3	205,5	595	320	18	27,5		299,80	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09
60Ш4	234,2	603	320	20	28,5		298,34	182500	6055	3455	24,73	15620	976	7,23
70Ш1	169,9	683	320	13,5	19	30	216,40	172000	5036	2843	28,19	10400	650	6,93
70Ш2	197,6	691	320	15	23		251,70	205500	5949	3360	28,58	12590	787	7,07
70Ш3	235,4	700	320	18	27,5		299,80	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09
70Ш4	268,1	708	320	20,5	31,5		341,60	284400	8033	4598	28,85	17270	1079	7,11
70Ш5	305,9	718	320	23	36,5		389,70	330600	9210	5298	29,13	20020	1251	7,17

Сортамент арматури

Діаметр, мм	Розрахункова площа поперечного перетину, см ² , при кількості стержнів										Маса 1м, кг	Арматура								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Стержнева класів						Дротяна класів		
												A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI	Bp-I	B-II	Bp-II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
3	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71	0,055	-	-	-	-	-	-	x	-	-
4	0,12	0,25	0,36	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	1,26	0,098	-	-	-	-	-	-	x	x	-
5	0,19	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	0,154	-	-	-	-	-	-	x	x	x
6	0,28	0,57	0,86	1,13	1,42	1,7	1,98	2,26	2,55	2,83	0,222	x	-	x	-	-	-	-	x	x
7	0,38	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	0,302	-	-	-	-	-	-	-	x	x
8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03	0,395	x	-	x	-	-	-	-	x	x
10	0,78	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	0,617	x	x	x	x	x	x	-	-	-
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,1	11,3	0,888	x	x	x	x	x	x	-	-	-
14	1,53	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,7	12,3	13,8	15,3	1,208	x	x	x	x	x	x	-	-	-
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,0	12,0	14,0	16,0	18,1	20,1	1,578	x	x	x	x	x	x	-	-	-
18	2,54	5,09	7,63	10,1	12,7	15,2	17,8	20,3	22,9	25,4	1,998	x	x	x	x	x	x	-	-	-
20	3,14	6,28	9,41	12,5	15,7	18,8	21,9	25,1	28,2	31,4	2,466	-	x	x	x	x	x	-	-	-
22	3,80	7,60	11,4	15,2	19	22,8	26,6	30,4	34,2	38,0	2,984	x	x	x	x	x	x	-	-	-
25	4,90	9,82	14,7	19,6	24,5	29,4	34,3	39,2	44,1	49,0	3,853	-	x	x	x	x	x	-	-	-
28	6,15	12,3	18,4	24,6	30,7	36,9	43,1	49,2	55,4	61,5	4,834	-	x	x	x	x	x	-	-	-
32	8,04	16,0	24,1	32,1	40,2	48,2	56,3	64,3	72,3	80,4	6,313	-	x	x	x	x	x	-	-	-
36	10,1	20,3	30,5	40,7	50,9	61,0	71,2	81,4	91,6	101,	7,990	-	-	x	-	-	-	-	-	-
40	12,5	25,1	37,6	50,2	62,8	75,3	87,9	100,	113,	125,	9,805	-	-	x	-	-	-	-	-	-

Примітка: Позначкою "x" відмічені діаметри, що прокатуються.

Додаток 17

Нормативні R_b и R_{bn} та розрахункові опору бетону для граничних станів другої групи $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$, МПа

Вид опору	Бетон	Клас бетону за міцністю на стиск														
		B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Стиск осьовий (призменна міцність) R_{bn} та $R_{b,ser}$	Важкий і дрібнозернистий	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,5	43,0
	Легкий	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	-	-	-	-

Додаток 18

Значення розрахункових температур при розрахунку межі вогнестійкості колон

Бетон	Найменший розмір перерізу, мм	Температура T_{cr} в °С при N_u/N_{ser}		
		4 та менше	4 – 5	5 і більше
На гранітному щебені та піщаний	120 і менше	650	650	650
	160	575	575	575
	200 і більше	500	575	650
На вапняковому щебені	120 і менше	750	750	750
	160	675	675	675
	200 і більше	600	675	750

Додаток 19

Розрахункові опори бетону для граничних станів першої групи R_b и R_{bt}

Вид опору	Бетон	Клас бетону за міцністю на стискання														
		B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Стиск осьовий (призменна міцність) R_b	Важкий і дрібнозернистий	2.1	2.8	4.5	6.0	7.5	8.5	11.5	14.5	17.0	19.5	22.0	25.0	27.5	30	33
	Легкий	2.1	2.8	4.5	6.0	7.5	8.5	11.5	14.5	17.0	19.5	22.0	-	-	-	-

Коефіцієнти поздовжнього вигину центрально стиснутих елементів
(Таблиця 72 СНиП П-23-81*, стор. 77)

Гнучкість, λ	Коефіцієнти φ для елементів зі сталі з розрахунковим опором $R_y, \text{кН/см}^2$											
	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	854	849	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	745	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	629	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	508	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	532	483	497	413	380	349	325	305	287
100	599	542	493	448	408	359	335	309	286	267	250	235
110	537	473	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	414	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	275	247	223	204	189	175	163	153	145
140	375	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	125
150	323	275	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

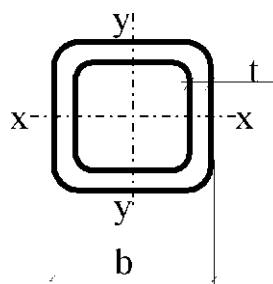
Примітка. Значення коефіцієнтів φ в таблиці збільшені в 1000 разів.

**Значення критерію Бі та коефіцієнтів до розрахунку межі
вогнестійкості стін та перегородок за ознакою втрати теплоізолюючої
здатності**

Bi	μ_1	μ_2	A_1	A_2
0	1,57087	4,7124	-1,2735	0,4265
0,01	1,5769	4,7145	-1,2648	0,4261
0,02	1,5830	4,7166	-1,2561	0,4256
0,03	1,5892	4,7187	-1,2474	0,4252
0,04	1,5953	4,7208	-1,2387	0,4247
0,05	1,6014	4,7230	-1,2300	0,4243
0,06	1,6075	4,7251	-1,2213	0,4238
0,07	1,6136	4,7272	-1,2126	0,4234
0,08	1,6198	4,7293	-1,2039	0,4229
0,09	1,6259	4,7314	-1,1952	0,4225
0,10	1,6320	4,7335	-1,1865	0,4220
0,11	1,6377	4,7356	-1,1782	0,4216
0,12	1,6433	4,7377	-1,1699	0,4212
0,13	1,6490	4,7398	-1,1617	0,4208
0,14	1,6547	4,7419	-1,1534	0,4204
0,15	1,6604	4,7440	-1,1451	0,4200
0,16	1,6660	4,7460	-1,1368	0,4195
0,17	1,6717	4,7481	-1,1285	0,4191
0,18	1,6774	4,7502	-1,1203	0,4187
0,19	1,6830	4,7523	-1,1120	0,4183
0,20	1,6887	4,7544	-1,1037	0,4179
0,21	1,6940	4,7565	-1,0966	0,4176
0,22	1,6992	4,7585	-1,0895	0,4173
0,23	1,7045	4,7606	-1,0825	0,4171
0,24	1,7098	4,7627	-1,0754	0,4168
0,25	1,7151	4,7648	-1,0683	0,4165
0,26	1,7203	4,7668	-1,0612	0,4162
0,27	1,7256	4,7689	-1,0541	0,4159
0,28	1,7309	4,7710	-1,0471	0,4157
0,29	1,7361	4,7730	-1,0400	0,4154
0,30	1,7414	4,7751	-1,0329	0,4151
0,31	1,7463	4,7772	-1,0272	0,4146
0,32	1,7512	4,7792	-1,0215	0,4142
0,33	1,7562	4,7813	-1,0158	0,4137
0,34	1,7611	4,7834	-1,0101	0,4133
0,35	1,7660	4,7854	-1,0044	0,4128
0,36	1,7709	4,7875	-0,9986	0,4123
0,37	1,7758	4,7895	-0,9929	0,4119
0,38	1,7808	4,7916	-0,9872	0,4114

B_i	μ_1	μ_2	A_1	A_2
0,39	1,7857	4,7936	-0,9815	0,4110
0,40	1,7906	4,7956	-0,9758	0,4105
0,41	1,7952	4,7976	-0,9707	0,4101
0,42	1,7998	4,7996	-0,9656	0,4097
0,43	1,8044	4,8017	-0,9604	0,4093
0,44	1,8090	4,8037	-0,9553	0,4089
0,45	1,8136	4,8057	-0,9502	0,4085
0,46	1,8182	4,8077	-0,9451	0,4081
0,47	1,8228	4,8097	-0,9400	0,4077
0,48	1,8274	4,8118	-0,9343	0,4073
0,49	1,8320	4,8138	-0,9297	0,4069
0,50	1,8366	4,8158	-0,9246	0,4065
0,52	1,8452	4,8198	-0,9159	0,4058
0,54	1,8539	4,8238	-0,9072	0,4051
0,56	1,8625	4,8278	-0,8986	0,4044
0,58	1,8712	4,8318	-0,8899	0,4037
0,60	1,8798	4,8358	-0,8812	0,4030
0,62	1,8879	4,8398	-0,8731	0,4020
0,64	1,8961	4,8437	-0,8650	0,4010
0,66	1,9042	4,8477	-0,8568	0,4000
0,68	1,9123	4,8516	-0,8487	0,3990
0,70	1,9203	4,8556	-0,8406	0,3980
0,72	1,9280	4,8595	-0,8332	0,3971
0,74	1,9356	4,8634	-0,8259	0,3962
0,76	1,9433	4,8673	-0,8185	0,3954
0,78	1,9509	4,8712	-0,8112	0,3945
0,80	1,9586	4,8751	-0,8038	0,3936
0,82	1,9568	4,8789	-0,7972	0,3927
0,84	1,9730	4,8828	-0,7907	0,3918
0,86	1,9803	4,8866	-0,7941	0,3910
0,88	1,9875	4,8905	-0,7776	0,3901
0,90	1,9947	4,8943	-0,7710	0,3892
0,92	2,0015	4,8981	-0,7651	0,3886
0,94	2,0083	4,9019	-0,7592	0,3880
0,96	2,0152	4,9056	-0,7533	0,3873
0,98	2,0220	4,9094	-0,7474	0,3867
1,00	2,0288	4,9132	-0,7415	0,3861
1,10	2,0580	4,9313	-0,7183	0,3818
1,20	2,0871	4,9494	-0,6950	0,3776
1,30	2,1163	4,9675	-0,6718	0,3733
1,40	2,1454	4,9856	-0,6485	0,3691
1,50	2,1746	5,0037	-0,6253	0,3648

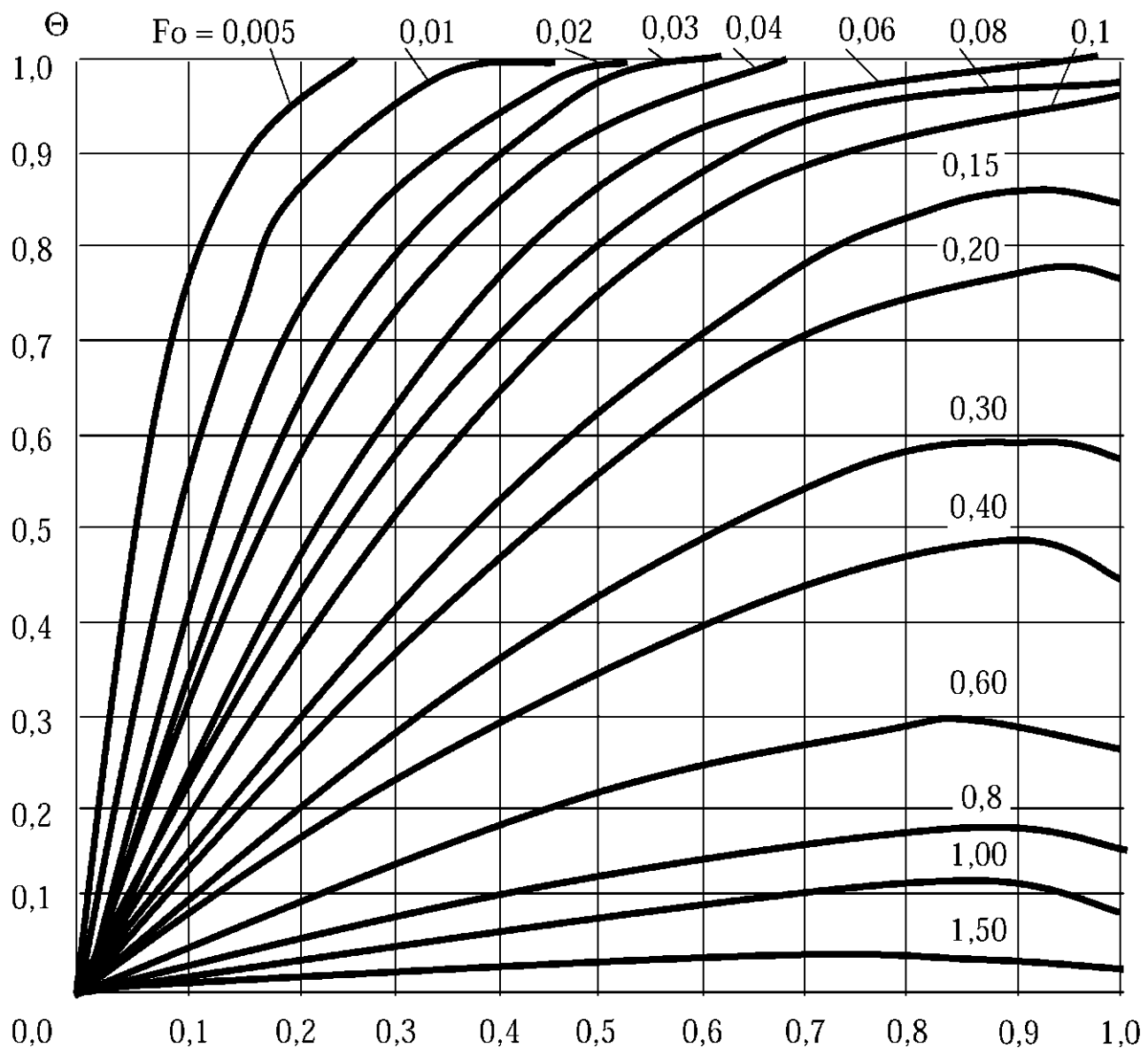
B_i	μ_1	μ_2	A_1	A_2
1,60	2,1975	5,0204	-0,6089	0,3608
1,70	2,2203	5,0370	-0,5926	0,3567
1,80	2,2432	5,0537	-0,5762	0,3527
1,90	2,2660	5,0703	-0,5599	0,3486
2,00	2,2889	5,0870	-0,5435	0,3446
2,20	2,3223	5,1162	-0,5216	0,3374
2,40	2,3556	5,1454	-0,4998	0,3302
2,60	2,3890	5,1745	-0,4779	0,3229
2,80	2,4223	5,2037	-0,4561	0,3157
3,00	2,4557	5,2329	-0,4342	0,3085
3,20	2,4786	5,2571	-0,4191	0,3020
3,40	2,5016	5,2813	-0,4040	0,2955
3,60	2,5245	5,3056	-0,3889	0,2889
3,80	2,5475	5,3298	-0,3738	0,2824
4,00	2,5704	5,3540	-0,3587	0,2759
4,50	2,60121	5,4042	-0,3326	0,2625
5,00	2,6537	5,4544	-0,3065	0,2491
5,50	2,6851	5,4961	-0,2879	0,2376
6,00	2,7165	5,5378	-0,2692	0,2260
6,50	2,7410	5,5728	-0,2536	0,2155
7,00	2,7654	5,6078	-0,2380	0,2049
7,50	2,7849	5,6274	-0,2257	0,1972
8,00	2,8044	5,6669	-0,2133	0,1895
8,50	2,8204	5,6921	-0,2034	0,1820
9,00	2,8363	5,7172	-0,1934	0,1745
9,50	2,8496	5,7389	-0,1849	0,1683
10,00	2,8628	5,7606	-0,1763	0,1620



Замкнені гнуті зварені профілі квадратні за ТУ 36–2287–80

Розміри, мм		Маса, кг/м	Площа перерізу, см ²	Осі x -x, y -y		
b	t			J, см ⁴	W, см ³	i, см
80	4	9,54	12,16	117	29,3	3,10
	5	11,77	15,00	141	35,3	3,07
	6	13,97	17,75	163	40,7	3,03
100	4	12,05	15,36	236	47,3	3,92
	5	14,92	19,00	287	57,3	3,89
	6	17,71	22,56	334	66,7	3,84
120	4	14,57	18,56	417	69,4	4,74
	5	18,06	23,00	508	84,6	4,69
	6	21,48	27,36	594	99,0	4,66
140	4	17,03	21,75	671	95,9	5,55
	5	21,19	27,00	821	117,0	5,51
	6	25,24	32,15	964	138,0	5,48
	7	29,23	37,24	1101	157,0	5,44
	8	33,16	42,34	12,38	176,0	5,39
160	4	19,60	24,95	1013	125,6	6,37
	5	24,33	31,00	1243	155,0	6,33
	6	29,01	35,96	1463	183,0	6,29
	7	33,63	42,84	1675	209,0	6,25
	8	38,18	48,54	1878	235,0	6,21
180	5	27,47	35,00	1788	198,5	7,15
	6	32,73	41,76	2110	234,4	7,11
	7	38,02	48,44	2420	258,9	7,07
	8	43,21	55,04	2720	302,1	7,03

Графік розподілу відносної температури



$$\xi = 1 - \frac{x}{R + k\sqrt{a}}$$

Нормативні і розрахункові опори арматури, модуль пружності, МПа

Клас арматури	Діаметр, мм	Нормативні R_n і розрахункові $R_{s,ser}$ опори розтягу для граничних станів другої групи	Розрахункові опори для граничних станів першої групи			Модуль пружності E_s
			розтягу		стискові R_{sc}	
			подовжньої та поперечної при розрахунку похилих перерізів на дію M , R_{sc}	поперечної при розрахунку похилих перерізів на дію поперечної сили Q , R_{sc}		
<i>Стрижнева</i>						
А І	6...22	235	225	175	225	$2.1 \cdot 10^5$
А ІІ	10...32	295	280	225	280	$2.1 \cdot 10^5$
А-Ш	6...8	390	355	285*	355	$2 \cdot 10^5$
А-ІІІ	10...40	390	365	290*	365	$2 \cdot 10^5$
А-ІІІв з контролем: подовження напруження і подовження	20...40	540	490	390	200	$1.8 \cdot 10^5$
А ІУ	10...32	590	510	405	400	$1.9 \cdot 10^5$
А-У	10...32	785	680	545	400	$1.9 \cdot 10^5$
А-У1	10...32	980	815	650	400	$1.9 \cdot 10^5$
<i>Проволочена</i>						
Вр - І	3	410	375	270(300**)	375	$1.7 \cdot 10^5$
	4	405	365	265(296**)	365	$1.7 \cdot 10^5$
	5	395	360	260(290**)	360	$1.7 \cdot 10^5$
В ІІ	3	1490	1240	990	400	$2 \cdot 10^5$
	4	1410	1180	940	400	$2 \cdot 10^5$
	5	1335	1110	890	400	$2 \cdot 10^5$
	6	1255	1050	835	400	$2 \cdot 10^5$
	7	1175	980	785	400	$2 \cdot 10^5$
Вр - ІІ	3	1460	1215	970	400	$2 \cdot 10^5$
	4	1370	1145	915	400	$2 \cdot 10^5$
	5	1250	1045	835	400	$2 \cdot 10^5$
	6	1175	980	785	400	$2 \cdot 10^5$
	7	1100	915	730	400	$2 \cdot 10^5$
	8	1020	850	680	400	$2 \cdot 10^5$
<i>Канатна</i>						
К 7	6	1450	1210	965	400	$1.8 \cdot 10^5$
	9	1370	1145	915	400	$1.5 \cdot 10^5$
	12	1335	1110	890	400	$1.5 \cdot 10^5$
	15	1295	1080	865	400	$1.5 \cdot 10^5$
К 19	14	1410	1175	940	400	$1.5 \cdot 10^5$

*У зварних каркасах для хомутів з арматури класу А - ІІІ, діаметр яких менше 1/3 діаметра подовжніх стрижнів, приймають $R_{sw} = 255$ МПа.

** При застосуванні у в'язаних каркасах

Таблиця 1 - Розрахункові значення опору арматури на розтяг і стиск при розрахунку за граничними станами першої групи

Клас арматури	Розрахункові опори арматури для граничних станів першої групи, МПа		
	на розтяг		
	подовжньої R_s	поперечної (хомутів, відігнутих стержнів), R_{sw}	на стиск R_{sw}
A240C	225	175	225
A300C	280	225	280
A400C ¹⁾ діаметром, мм:			
6-8	365	290 ³⁾	365
10-40	375	290 ³⁾	375
A400C ²⁾	365	290 ³⁾	365
A500C діаметром, мм			
8-22	450	290 ³⁾	450 ⁴⁾
25-32	435	290 ³⁾	435 ⁴⁾

Примітка:

¹⁾ - гарячекатаний арматурний прокат за табл.3.

²⁾ - термомеханічно зміцнений арматурний прокат за табл. 3.

³⁾ - у зварних каркасах при використанні в якості хомутів, діаметр яких менше 1/3 діаметру подовжніх стержнів, R_{sw} приймаються рівними 260 МПа;

⁴⁾ - наведені значення R_{sc} приймають при урахуванні в розрахунках навантажень короткочасної дії, вказаних в поз. 2а табл. 15 СНиП 2.03.01-84*: при врахуванні навантажень, вказаних в поз. 2б табл.15 СНиП 2.03.01-84*, необхідно приймати $R_{sc} = 400$ МПа.

Таблиця 2

Клас арматури по ДСТУ 3760-98	Клас арматури по СНиП 2.03.01-84*
A240C	A-I
A300C	A-II
A400C ¹⁾	A-III
A400C ²⁾	At-IIIС
A500C	-

Примітка:

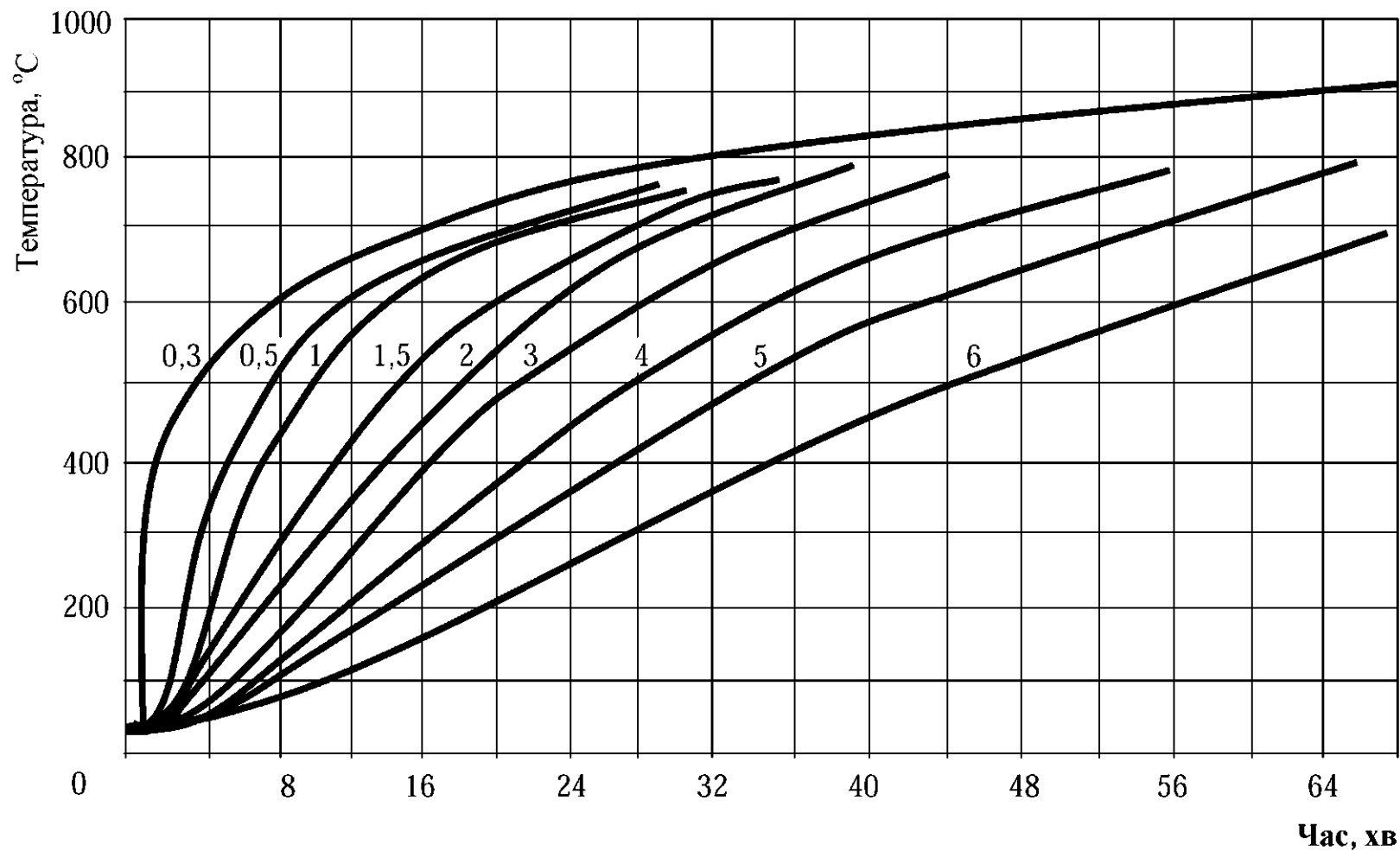
¹⁾ - гарячекатаний арматурний прокат (див. табл.3.);

²⁾ - термомеханічно зміцнений арматурний прокат (див. табл.3.)

Таблиця 3

№ п/п	Клас арматури за ДСТУ 3760-98	Діаметр прокату, мм	Марка сталі	Тип профілю	Класифікація прокату за способом виробництва
1	A240C	6-40	Ст3сп Ст3сп Ст3кп	гладкий	гарячекатаний
2	A300C	10-40	Ст5сп Ст5пс	періодичний (серповидний), за рис.	гарячекатаний
		10-32	10ГТ		
3	A400C	6-40	35ГС 25Г2С	періодичний (серповидний), за рис.	гарячекатаний
4	A400C	10-32	Ст3сп Ст3пс Ст5сп Ст5пс	періодичний (серповидний), за рис. 1	термомеханічно зміцнений
5	A500C	8-16	Ст3сп Ст3пс Ст3Гпс	періодичний (серповидний), за рис.	термомеханічно зміцнений
		8-22	Ст3Гпс		
		25-32	25Г2С 20ГС		

Температура сталі в залежності від наведеної товщини перетину та часу нагрівання за режимом "стандартної пожежі"



Матеріали для зварювання, що відповідають сталі

Групи конструкцій у кліматичних районах	Сталі	Матеріали для зварювання:			
		під флюсом		у вуглекислому газі або в його суміші з аргоном	з покритими електродами типів:
		Марки			
		флюсів	зварювального дроту		
2, 3 та 4 – у всіх районах, крім I ₁ , I ₂ , II ₂ та II ₃	C235, Вст3пс, ВСт3сп, С255, С285, ВСт3кп, С245, С275, 20,	АН-348-А, АН-60	СВ-08А, СВ-08ГА	СВ-08Г2С	Э42, Э46
	C345, С345Т, С375, С375Т, С390, С390Т, С390К С410 16Г2АФ 09Г2С С345К	АН 47, АН 43, АН 17М, АН-348А ¹	Св 10НМА, СВ 10Г2, СВ 08ГА, СВ-10ГА	Св-08ХГ2СДЮ	Э50
	АН-348-А	Св-08Х1ДЮ	Э50А		
1 – у всіх районах; 2,3 та 4 – у районах I ₁ , I ₂ , II ₂ та II ₃	C235, С245, С255, С275, С285, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, 20.	АН- 348-А	Св-08А, СВ-08ГА	Св-08Г2С	Э42А, Э46А
	C345, С345Т, С375, С375Т, 09Г2С	АН-47, АН-43, АН-348-А	Св-10НМА, СВ-10Г2, СВ-08ГА, СВ-10ГА,		Э50А
	C390, С390Т, С390К, С440, 16Г2АФ	АН-47, АН-17-М, АН-348-А	Св-10НМА, СВ-10Г2, СВ-08ГА, СВ-10ГА		Э50А
	С345К	АН 348 А	Св 08Х1ДЮ	Св 08 ХГ2СДЮ	Э50А
	С590, С590К, С590КШ	АН-17-М	СВ-08ХН2ГМЮ, СВ-10НМА	Св-10ХГ2СМА, СВ-08ХГСМА, СВ-08Г2С	Э60, Э70

Розрахунковий опір зварних з'єднань

Зварні з'єднання	Напружений стан		Умовна позначка	Розрахунковий опір зварених з'єднань
Стикові	Стиск. Розтягання й вигин при автоматичному, напівавтоматичному або ручному зварюванні з фізичним контролем якості швів	По границі текучості	R_{wy}	$R_{wy} = R_y$
		По тимчасовому опорі	R_{wt}	$R_{wt} = R_t$
	Розтягання й вигин при автоматичному, напівавтоматичному або ручному зварюванні	По межі текучості	R_{wy}	$R_{wy} = 0,85 R_y$
	Зрушення		R_{zw}	$R_{zw} = R_s$
З кутовими швами	Зріз (умовний)	По металі шва	R_s	$R_{zw} = 0,55 \times R_{sw} / \gamma_{sw}$
		По металі границі сплавки	R_{zf}	$R_{zf} = 0,45 R_{sw}$

Примітка: значення коефіцієнта надійності за матеріалом шва $\gamma_{шов}$ варто приймати рівними:

1,25 - при значеннях $R_{шип} < 490$ МПа,

1,35 - при значеннях $R_{шип} < 590$ Мпа,

1,30-при проміжних значеннях.

Додаток 28

Нормативні й розрахункові опори сталі при розтяганні, стиску й вигині

Сталь	Товщина прокату, мм	Нормативний опір, МПа, прокату				Розрахунковий опір, МПа, прокату			
		листового, широкосмугового універсального		фасонного		листового, широкосмугового універсального		фасонного	
		R_{yn}	R_{un}	R_{yn}	R_{un}	R_y	R_u	R_y	R_u
С 235	Від 2 до 20 Св.20" 40 " 40" 100 " 100	235	360	235	360	230	350	230	350
		225	360	225	360	220	350	220	350
		215	360	-	-	210	350	-	-
		195	360	-	-	190	350	-	-
С 245	Від 2 до 20 Св.20" 30	245	370	245	370	240	360	240	360
		-	-	235	370	-	-	230	360
С 255	Від 2 до 3,9 " 4 " 10 Св.10 " 20 " 20 " 40	255	380	-	-	250	370	-	-
		245	380	255	380	240	370	250	370
		245	370	245	370	240	360	240	360
		235	370	235	370	230	360	230	360
С 275	Від 2 до 10 Св.10 " 20	275	380	275	390	270	370	270	380
		265	370	275	380	260	360	270	370
С 285	Від 2 до 3,9 " 4 " 10 Св.10 " 20	285	390	-	-	280	380	-	-
		275	390	285	400	270	380	280	390
		265	380	275	390	260	370	270	380
С 345	Від 2 до 10 Св.10 " 20 " 20 " 40 " 40 " 60 " 60 " 80 " 80 " 160	345	490	345	490	335	480	335	480
		325	470	325	470	315	460	315	460
		305	460	305	460	300	450	300	450
		285	450	-	-	280	440	-	-
		275	440	-	-	270	430	-	-
		265	430	-	-	260	420	-	-
С345К	Від 4 до 10	345	470	345	470	335	460	335	460
С 375	Від 2 до 10 Св.10 " 20 " 20 " 40	375	510	375	510	365	500	365	500
		355	490	355	490	345	480	345	480
		335	480	335	480	325	470	325	470
С 390	Від 4 до 50	390	540	-	-	380	530	-	-
С390К	Від 4 до 30	390	540	-	-	380	530	-	-
С 440	Від 4 до 30 Св. 30 " 50	440	590	-	-	430 400	575	-	-
		410	570	-	-	-	555	-	-
С 590	Від 10 до 36	540	635	-	-	515	605	-	-

Нормативні опори металу шва

Марки дроту для автоматичного або напівавтоматичного зварювання		Марки порошкового дроту	Значення нормативного опору металу шва $R_{шов}$, МПа
під флюсом	у вуглекислому газі або в його суміші з аргоном		
Св-08, Св-08А	–	–	410
Св-08ГА	–	–	450
Св-10ГА	Св-08Г2С	ПП-АН8, ПП-АН3	490
Св 10НМА, Св 10Г2	Св 08Г2С*		590
Св-08ХН2ГМЮ, Св-08Х1ДЮ	Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГ2СДЮ	–	685

Примітка: при зварюванні дротом Св-08М2С значення $R_{шов}$ варто приймати рівним 590 МПа тільки для кутових швів з катетом $k_f < 8$ мм у конструкціях зі сталі із межею текучості, рівною 440 МПа й більше.

Залежність коефіцієнта умов роботи від елемента конструкції

Елемент конструкції	Коефіцієнт умов роботи
1. Суцільні балки й стислі елементи ферм перекриттів під залами театрів, клубів, кінотеатрів, під трибунами, під приміщеннями магазинів, книгосховищ й архівів і т.п. при вазі перекриття, рівного або більшого за тимчасове навантаження	0,9
2. Колони громадських будинків і опор водонапірних башт	0,95
3. Стислі основні елементи (крім опорних) ґрат складного таврового перетину з куточків зварних ферм покриттів і перекриттів (наприклад, кроквяних й аналогічних їм ферм) при гнучкості $\lambda \geq 60$	0,8
4. Суцільні балки при розрахунках на загальну стійкість при $\varphi_0 < 1,0$	0,95
5. Затягування, тяги, відтягнення, підвіски, виконані із прокатної сталі.	0,9
6. Елементи стрижневих конструкцій покриттів і перекриттів: - стислі (за винятком замкнутих трубчастих перетинів) при розрахунках на стійкість; - розтягнуті – у зварних конструкціях; - розтягнуті, стислі, а також стикові накладки в болтових конструкціях (крім конструкцій на високоміцних болтах) зі сталі із межею текучості до 440 Мпа (4500 кгс/см ²), що несуть статичне навантаження, при розрахунках на міцність	0,95 0,95 1,05
7. Суцільні складені балки, колони, а також стикові накладки зі сталі із межею текучості до 440 Мпа (4500 кгс/см ²), що несуть статичне навантаження й виконані за допомогою болтових з'єднань (крім з'єднань на високоміцних болтах), при розрахунках на міцність	1,1
8. Перетини прокатних і зварних елементів, а також накладок зі сталі із межею текучості до 440 Мпа (4500 кгс/см ²) у місцях стиків, виконаних на болтах (крім стиків на високоміцних болтах), що несуть статичне навантаження, при розрахунках на міцність: - суцільних балок і колон; - стрижневих конструкцій покриттів і перекриттів	1,1 1,05
9. Стислі елементи ґрат просторових ґратчастих конструкцій з одиночних рівнополичних або нерівнополичних (що прикріплені більшою полицею) кутиків: - прикріплюються безпосередньо до поясів однією полицею зварними швами або двома болтами й більше, поставленими уздовж куточка; - прикріплюють безпосередньо до поясів однією полицею, одним болтом (крім зазначених у поз.9, у даній таблиці), і прикріплюються також через фасонку, незалежно від виду з'єднання; - при складних перехресних ґратах з одноболтовими з'єднаннями	0,9 0,75 0,7
10. Стислі елементи з одиночних кутиків, що прикріплюються однією полицею (для нерівнополичних кутиків – тільки меншою полицею), за винятком елементів конструкцій, зазначених у поз.9 даної таблиці, розкосів, що прикріплюються безпосередньо до поясів зварними швами або двома болтами й більше, поставленими уздовж кутика, і плоских ферм із одиночних кутиків	0,75
11. Опорні плити зі сталі із границею текучості до 285 Мпа, що несуть статичне навантаження, товщиною, мм: а) до 40; б) від 40 до 60; в) від 60 до 80	1,2 1,15 1,1

Значення пружної характеристики α для неармованої кладки

Вид кладки	Пружна характеристика α				
	при марках розчину			при міцності розчину	
	25-200	10	4	0,2 (2)	нульовий
1. З великих блоків, виготовлених з важкого й крупнопористого бетону на важких заповнювачах і з важкого природного каменю ($\gamma \geq 1800 \text{ кг/м}^3$)	1500	1000	750	750	500
2. З каменів, виготовлених з важкого бетону, важких природних каменів і буту	1500	1000	750	500	350
3. З великих блоків, виготовлених з бетону на пористих заповнювачах і поризованого, крупнопористого бетону на легких заповнювачах, щільного силікатного бетону й з легкого природного каменю	1000	750	500	500	350
4. З великих блоків, виготовлених з чарункових бетонів виду:					
А	750	750	500	500	350
Б	500	500	350	350	350
5. З каменів чарункових бетонів виду:					
А	750	500	350	350	200
Б	500	350	200	200	200
6. З керамічних каменів	1200	1000	750	500	350
7. Із цегли глиняної пластичного пресування, повнотілої й пустотілої, з пустотілих силікатних каменів, з каменів, виготовлених з бетону на пористих заповнювачах і поризованого, з легких природних каменів	1000	750	500	350	200
8. Із цегли силікатної повнотілої й пустотілої	750	500	350	350	200
9. Із цегли глиняної напівсухого пресування повнотілої й пустотілої	500	500	350	350	200

Примітки:

1. При визначенні коефіцієнтів поздовжнього вигину для елементів із гнучкістю $l_0/i \leq 28$ або відношенням $l_0/h \leq 8$ допускається приймати величини пружної характеристики кладки із цегли всіх видів, як із цегли пластичного пресування.
2. Наведені в таблиці значення пружної характеристики α для цегельної кладки поширюються на віброцегляні панелі і блоки.
3. Пружна характеристика бутобетону приймається рівною $\alpha = 2000$.
4. Для кладки на легких розчинах значення пружної характеристики α варто приймати з коефіцієнтом 0,7.
5. Пружні характеристики кладки із природних каменів допускається уточнювати за спеціальними вказівками, складеними на основі результатів експериментальних досліджень і затверджених у встановленому порядку.

Гнучкість		Коефіцієнт поздовжнього вигину φ при пружних характеристиках кладки α						
λ_y	λ_z	1500	1000	750	500	350	200	100
4	14	1	1	1	0,98	0,94	0,9	0,82
6	21	0,98	0,96	0,95	0,91	0,88	0,81	0,68
8	28	0,95	0,92	0,9	0,85	0,8	0,7	0,54
10	35	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,6	0,43
12	42	0,88	0,84	0,79	0,72	0,64	0,51	0,34
14	49	0,85	0,79	0,73	0,66	0,57	0,43	0,28
16	56	0,81	0,74	0,68	0,59	0,5	0,37	0,23
18	63	0,77	0,7	0,63	0,53	0,45	0,32	-
22	76	0,69	0,61	0,53	0,43	0,35	0,24	-
26	90	0,61	0,52	0,45	0,36	0,29	0,2	-
30	104	0,53	0,45	0,39	0,32	0,25	0,17	-
34	118	0,44	0,38	0,32	0,26	0,21	0,14	-
38	132	0,36	0,31	0,26	0,21	0,17	0,12	-
42	146	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,09	-
46	160	0,21	0,18	0,16	0,13	0,1	0,07	-
50	173	0,17	0,15	0,13	0,1	0,08	0,05	-
54	187	0,13	0,12	0,1	0,08	0,06	0,04	-

Примітки:

1. Коефіцієнт φ при проміжних значеннях гнучкості визначається шляхом інтерполяції.

2. Коефіцієнт φ для співвідношень λ_k , що перевищують граничні, слід приймати при визначенні φ_c у випадку розрахунку на позацентрове стискання з великим ексцентриситетом.

3. Для кладки із сітчастим армуванням величини пружних характеристик можуть бути меншими, ніж 200.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. **Васильченко, О.В.** Безпека експлуатації будівель і споруд та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій. [Текст]: Навч. Посібник / О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, Ю.В. Луценко, О.В. Миргород. - Х. : НУЦЗУ, 2010. — 372 с.
2. **Жидецький, В.Ц.** Основи охорони праці [Текст] : Підручник для студ.вищ.навч.закл. / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников — Л.: Афіша, 2005. — 318 с. – ISBN 966-8013-11-5.
3. **Комков, В. А.** Техническая эксплуатация зданий и сооружений [Текст] : учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений / В.А. Комков, С.И. Рощина, Н.С. Тимахова. - М. : РИОР, 2007. - 248 с. : ил. - ISBN 978-5-369-00150-9.
4. **Зеркалов Д.В.** Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. -К.: Основа, 2011. - 551с.
5. **Пермяков В.О., Нілов О.О., Шимановський О.В., Белов І.Д., Лавріненко Л.І., Володимирський В.О.** Металеві конструкції [Текст] : Підручник / Під загальною редакцією В.О. Пермякова та О.В. Шимановського. – К.: Видавництво «Сталь», 2008. – 282 с.
6. **Кулешов М.М., Уваров Ю.В., Олійник О.Л., Пустомельник В.П., Беліков А.С.** Пожежна безпека будівель та споруд [Текст] : Навчальний посібник. Харків, 2004. – 324с
7. **Архітектура будівель і споруд [Текст] : Навч.посібник / З.І.Котеньова - Харків: ХНАМГ, 2007. - 170с.**
8. **Доронін Є.В., Одарюк П.В., Стельмах О.А.** Практикум з дисципліни "Будівлі та споруди та їх поведінка в умовах пожежі" [Текст]. – Харків : АЦЗУ, 2005. – 134 с.
9. **Методичні вказівки до практичних занять з навчальної дисципліни «Безпека експлуатації будівель та споруд» (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці»)** [Текст] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М.Бекетова; уклад.: О.В.Чеботарьова, І.О.Мікуліна. – Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова, 2015. – 94 с.
10. **Квітковський Ю.В., Удянський М.М., Луценко Ю.В., Миргород О.В., Морозов А.І.** Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій. Практикум. [Текст] - Х. : НУ- ЦЗУ, 2011. — 158 с
11. **ДБН В.1.2-2:2006** Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
12. **ДБН Б В.1.2-2:2006** Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування.
13. **СНиП 2.09.03.-85.** Сооружения промышленных предприятий.
14. **СНиП 2.03.11-85** Защита строительных конструкций от коррозии.

Методичне видання

В. К. Тарасов

к.т.н., доцент

Ю. В. Куріс

д.т.н., професор

І. О. Кутузова

асистент

БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Навчально-методичний посібник

для студентів ЗДІА

напряму підготовки 6.170202 «Охорона праці»

Підписано до друку 22.05.2017р. Формат 60x84 1/32. Папір офсетний.

Умовн. друк. арк. 13,7. Наклад 1 прим.

Внутрішній договір № 76/17

Запорізька державна інженерна академія
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 2958 від 03.09.2007 р.

Віддруковано друкарнею
Запорізької державної інженерної академії
з оригінал-макету авторів

69006, м. Запоріжжя, пр. Соборний, 226
ЗДІА