

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Добрянський І.М., Ільчук Н.І., Добрянська Л.О.



ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
ПРОМИСЛОВОГО ЗНАЧЕННЯ
Навчальний посібник

Схвалено до друку Навчально-методичною радою
Луцького національного технічного університету
(протокол № 2 від 10 жовтня 2024 року)

Колектив авторів:

Добрянський І.М., д.т.н., проф. (розділ 3),
Ільчук Н.І., к.т.н., доц. (розділ 1),
Добрянська Л.О., к.е.н., доц. (розділ 2).

Рецензенти:

Семко О.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії Національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Кочкаръов Д.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри міського будівництва та господарства Національного університету водного господарства та природокористування

Колесніченко С.В. – д.т.н., професор кафедри «Будівельні конструкції будівлі та споруди» Донбаської національної академії будівництва і архітектури

Основи проектування об'єктів промислового значення: навчальний посібник /
Добрянський І.М., Ільчук Н.І., Добрянська Л.О. Луцьк: ЛНТУ, 2024. 50 с.

В навчальному посібнику стисло викладені узагальнені положення щодо архітектурно-будівельного проектування виробничих будівель та планування промислової території з детальним розглядом конструктивних рішень їх основних елементів. Навчальний посібник забезпечує можливість більш ефективного засвоєння студентами матеріалу лекційного курсу при вивченні навчальних дисциплін передбачених планом підготовки фахівців з будівельних та інженерних спеціальностей галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Навчальний посібник «Основи проектування об'єктів промислового значення», розроблений на основі освітніх компонентів, що забезпечують набуття компетентностей та досягнення програмних результатів здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» відповідно до стандарту вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД.....	5
1.1. Загальні положення для проектування промислових будівель і споруд.....	5
1.2. Основи планувальної структури територій промислових підприємств.....	9
1.3. Фізико-технічні основи проектування промислових будівель та споруд.....	12
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНІ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ, КОМПОЗИЦІЙНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	14
2.1. Об'ємно-планувальні рішення та конструктивні схеми промислових будівель і споруд.....	14
2.2. Уніфікація, типізація та стандартизація промислових будівель та споруд.....	16
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	19
3.1. Види та конструктивні елементи збірної залізобетонної і сталевий каркасів промислових будівель.....	19
3.2. Фундаменти промислових будівель та споруд.....	25
3.3. Несучі конструкції огорожень та опори. Влаштування стінового заповнення.....	29
3.4. Конструкції покриттів. Влаштування пристроїв для верхнього освітлення та аерації.....	36
3.5. Влаштування інших елементів промислових будівель.....	44
Питання для самоконтролю	47
Список використаних джерел	49

ВСТУП

У навчальному посібнику розглядаються питання проектування різних об'єктів промислового значення, зокрема промислових будівель, які запроектовано на основі поєднання виробничо-технологічних, технічних, художньо-естетичних, економічних та екологічних вимог.

Викладено основні вимоги щодо принципу конструювання будівель та їх конструкцій. На основі аналізу як вітчизняного так і закордонного досвіду запропоновано різні варіанти конструктивних рішень для проектування промислових будівель та їх елементів з використанням найбільш ефективних будівельних конструкцій, матеріалів і виробів.

У посібнику стисло викладені узагальнені положення щодо архітектурно-будівельного проектування виробничих будівель та планування промислової території з детальним розглядом конструктивних рішень їх основних елементів.

Навчальний посібник забезпечує можливість більш ефективного засвоєння студентами матеріалу лекційного курсу при вивченні навчальних дисциплін передбачених планом підготовки фахівців з будівельних та інженерних спеціальностей галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Навчальний посібник «Основи проектування об'єктів промислового значення», розроблений на основі освітніх компонентів, що забезпечують набуття компетентностей та досягнення програмних результатів здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» відповідно до стандарту вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

Методичний матеріал, викладений в навчальному посібнику, має навчально-пізнавальний характер та передбачає закріплення основ лекційного курсу по вивченню основних положень проектування промислових будівель та споруд.

Навчальний посібник складається зі вступу, основної частини (3 розділи), списку використаних літературних джерел, містить ілюстрований матеріал в необхідному об'ємі у вигляді рисунків та схем, а також забезпечений питаннями для самоконтролю для кращого засвоєння студентами навчального матеріалу при самостійній роботі.

При викладенні інформаційного матеріалу основна увага була приділена поданню загальних відомостей щодо об'ємно - планувальних та конструктивних рішень промислових будівель; основним положенням уніфікації, типізації та стандартизації у промисловому будівництві; видам та елементам залізобетонного і сталевих каркасів промислових будівель; видам фундаментів, несучих конструкцій огорожень і стінового заповнення; несучим та огорожувальним конструкціям покриттів; пристроям для верхнього освітлення та аерації виробничих будівель.

У посібнику наведено архітектурно-будівельні та фізико-технічні основи проектування виробничих будівель та планування території промислового підприємства.

Наведений перелік контрольних питань, у повній мірі дозволить здобувачам

вищої освіти закріпити матеріал, та провести самостійну перевірку отриманих знань, а також дозволить забезпечити формування навичок логічного мислення, а також забезпечить умови для використання необхідної нормативної та довідкової літератури.

При підготовці навчального посібника були використані матеріали, які викладені у нормативних документах, фахових монографічних і періодичних виданнях видання.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

1.1. Загальні положення для проектування промислових будівель і споруд.

Класифікація промислових будівель за функціональним призначенням, об'ємно-планувальним рішенням, конструктивною схемою, поверховістю, матеріалом основних несучих конструкцій та іншими ознаками. Основні конструктивні елементи промислових будівель. Види підйомно-транспортного обладнання.

До промислових будівель відносять будови, які призначені для розташування різних видів виробництв, зокрема будівельної індустрії, чорної та кольорової металургії, хімічної, гірничорудної, легкої, харчової промисловості, машинобудування та ін. [1,2].

Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення промислових будівель залежать від їх призначення, характеру розміщення в них технологічних процесів та відзначаються великою різноманітністю. Виходячи з цього, промислові будівлі класифікують за наступними ознаками:

За функціональним призначенням розрізняють виробничі будівлі, обслуговуючі та допоміжні.

Виробничими будівлями є основні цехи (заготовчі, обробляючі, складальні) та підсобні (ремонтні, інструментальні). До обслуговуючих будівель відносять енергетичні (котельні, електростанції, компресорні), транспортні (депо, гаражі) та різні склади. Допоміжними називають будівлі, в яких розміщують побутові, адміністративно-конторські приміщення, лабораторії, тощо [3, 4, 27].

За кількістю прогонів будівлі розділяють на однопрогонові та багатопрогонові промислові будівлі.

Один прогін є доцільним для невеликих виробничих, енергетичних та складських будівель. Однопрогонові будівлі також використовуються для розміщення виробництв, що потребують значної величини прогонів (від 36 та більше метрів – великопрогонові будівлі) та значної висоти (більше 18 м). Однопрогонові будівлі характерні й для виробництв із розташуванням технологічного обладнання на спеціальних конструкціях – «етажерках», які не пов'язані з несучими конструкціями самої будівлі [4, 27].

Багатопрогонові будівлі є найбільш поширеним типом одноповерхових промислових будівель, який широко використовується в різних галузях промисловості. Багатопрогонові будівлі з однаковими або близькими параметрами прогонів (шириною та висотою) без внутрішніх відкритих дворів називаються будівлями суцільної забудови й можуть досягати в плані значних розмірів (кілька сотень метрів по ширині та довжині).

Промислові будівлі підрозділяють й по розмірам прогонів: на дрібнопрогонові (6, 9, 12 м), середньопрогонові (18, 24, 30, 36 м) та великопрогонові (більше 36 м – 60, 90, 120 м) [18, 27].

За кількістю поверхів розрізняють одноповерхові та багатоповерхові будівлі. В сучасному будівництві переважають одноповерхові будівлі, через те, що вони мають певні переваги. В таких будівлях кращі умови для розміщення обладнання, організації виробничих потоків, використання різних транспортних та вантажопідйомних пристроїв. Багатоповерхові промислові будівлі проектують при обмежених розмірах території та в випадках, коли технологічний процес організовують по вертикальній схемі [19].

За наявністю підйомно-транспортного обладнання будівлі розділяють на безкранові та кранові (з мостовими кранами та підвісним транспортом).

За конструктивними схемами покриттів розрізняють будівлі: каркасні площинні (з покриттями по балках, фермам, рамам, аркам), каркасні просторові (з покриттями – оболонками одинарної та двоякої кривини, складками, куполами, склепінням), висячі покриття різних типів, перехресні, пневматичні (повітроопорні та повітронесучі) [23, 27].

За матеріалом основних несучих конструкцій розрізняють будівлі з залізобетонним каркасом (збірним, монолітним, збірно-монолітним), сталевим каркасом, цегляними несучими стінами та покриттям по залізобетонним балкам, металевим та дерев'яним конструкціям [5,6].

За системою опалення будівлі розділяють на опалювальні та неопалювальні. До неопалювальних відносять будівлі, в яких виробництво супроводжується надмірними тепловиділеннями (так звані гарячі цехи: ливарні, прокатні та інші), а також будівлі, що не потребують опалення (холодні цехи: склади, сховища та т.п.). До опалювальних будівель відносять всі інші промислові будівлі, в яких за санітарно-гігієнічними або технологічними умовами необхідно підтримувати позитивну температуру повітря в холодний період року [7,8].

За системами вентиляції розрізняють будівлі з природною вентиляцією або аерацією через спеціальні прорізи в огорожувальних конструкціях; зі штучною припливно-витяжною вентиляцією за допомогою вентиляторів та системи повітроводів; з кондиціонуванням повітря (штучна вентиляція, що створює постійні параметри повітряного середовища – температури, вологості, ступеня чистоти повітря) [19,27].

За системами освітлення розрізняють будівлі з природним, штучним або суміщеним (інтегральним) освітленням. Природне освітлення здійснюють через світлопрорізи в стінах (вікна) та в покритті (ліхтарі). Штучне освітлення є основним в будівлях без природного освітлення або в будівлях без ліхтарів. У таких будівлях застосовують електричні лампи, що дають спектр, близький до природного [16, 27].

За профілем покриття будівлі бувають з ліхтарними надбудовами або без них. Будівлі з ліхтарними надбудовами влаштовують з метою аерації та (або) для природного освітлення. Ліхтарні надбудови ускладнюють конструктивне рішення будівель та їх експлуатацію через накопичення снігу на даху в міжліхтарних просторах [26,27].

Конструктивна схема багатопрогової одноповерхової будівлі, яка є найбільш поширеною для виробничих корпусів заводів з виробництва будівельних конструкцій та виробів, в поперечному розрізі зазвичай має вигляд багатопрогової рами з закріпленими в фундаментах колонами та шарнірно пов'язаними з колонами ригелями в вигляді ферм та балок.

До основних конструктивних елементів промислових будівель відносяться фундаменти, колони, несучі конструкції покриття, фундаментні, підкранові, обв'язувальні балки, підкроквяні конструкції, плити покриття, зв'язки та елементи освітлення [13, 27].

В промислових будівлях можуть бути прийняті різні рішення несучого остову, під яким розуміють сукупність вертикальних і горизонтальних несучих елементів, об'єднаних в єдину систему, що забезпечує його міцність, просторову жорсткість і стійкість. Несучий остов призначений для сприйняття та передачі навантажень на основу будівлі.

Рішення несучого остову характеризуються конструктивними рішеннями та схемами промислових будівель. Застосовують різні конструктивні схеми: безкаркасні та каркасні: з неповним і повним каркасом [25,27].

Вибір виду підйомно-транспортного обладнання зумовлюється технологічними процесами, що здійснюються на підприємстві, й залежить від кількості та виду вантажів, характеру транспортно-підйомних операцій, механізмів для навантаження, вивантаження та переміщення вантажів.

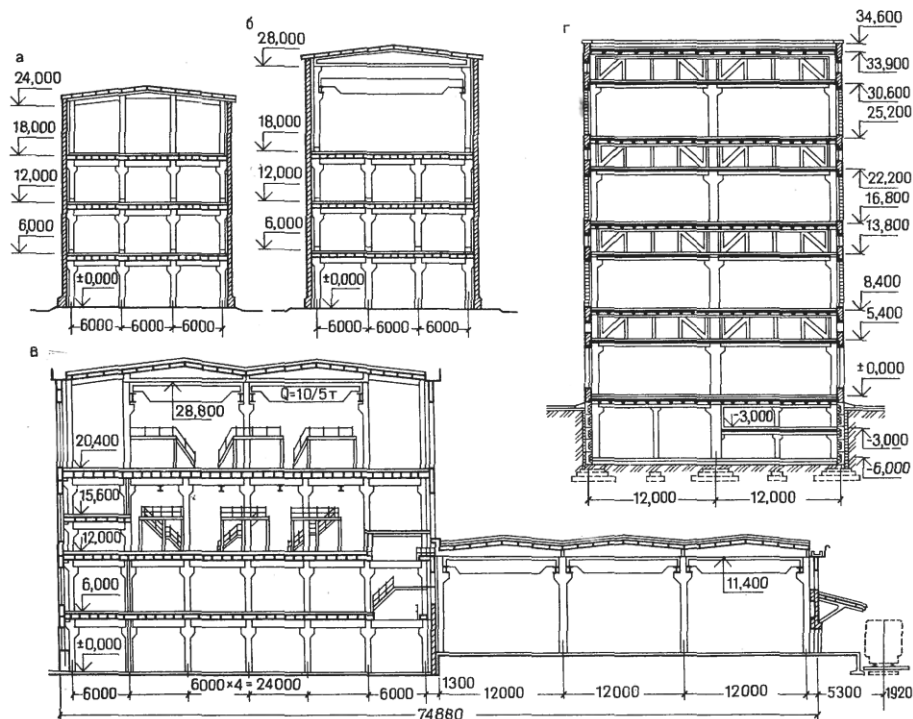
Підйомно-транспортне обладнання можна підрозділити на наступні групи:

- екіпажне транспортне обладнання (електро- та автокари, автотранспортувачі, рухливий склад вузько- та ширококоліїних залізниць, ручні візки та ін.). До екіпажного типу можна віднести також крани, які рухаються по коліям, укладеним по землі, наприклад, козлові крани;
- обладнання станинного типу (надпідлогові конвеєри, елеватори й т.п.);
- мостові крани, для експлуатації яких потрібно влаштовувати підкранові шляхи на значній висоті від підлоги та посилювати колони;
- консольні крани, які кріплять до стін або колон;
- підвісне обладнання (підвісні крани, конвеєри, монорейки та ін.) [27].

Обладнання цього виду підвішують до несучої конструкції покриття, що викликає необхідність її посилення.

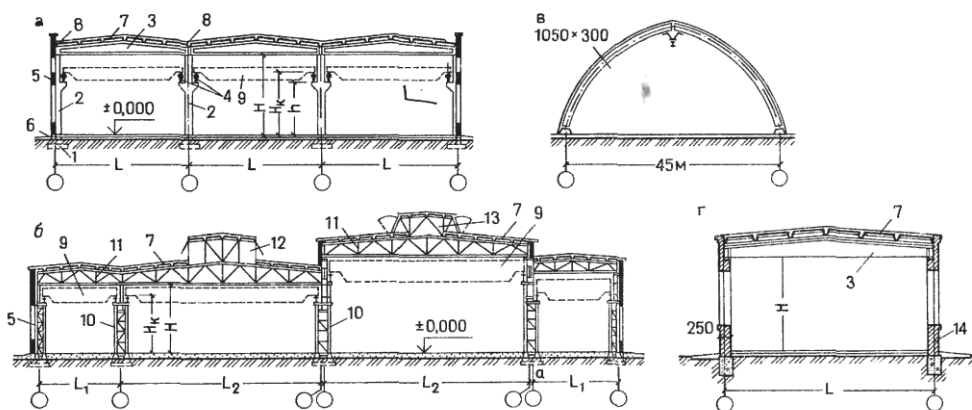
В одноповерхових промислових будівлях особливо широко застосовують мостові крани, за допомогою яких можна переміщувати значні вантажі по довжині, ширині та висоті будівлі, не зменшуючи її корисної площі. В залежності від режиму експлуатації всі крани ділять на п'ять груп: крани з легким, середнім, важким, вельми важким режимом роботи та крани з вельми важким режимом роботи безперервної дії [25,27].

Розглянуті вище види підйомного-транспортного обладнання відносяться до транспортних засобів періодичної дії. До числа транспорту безперервної дії належать конвеєри, переміщення вантажів в яких здійснюється за допомогою прогумованих, сталевих або сіткових стрічок, ковшів, підвісних ланцюгів та інше [25,27].



Види багатопверхових промислових будівель:

а – чотирьохповерхова будівля; б – те ж, з верхнім крановим поверхом;
в – будівля змішаної поверховості; г – будівля з технічними поверхами.



Промислові будівлі та їх основні конструктивні елементи:

а – зі збірним залізобетонним каркасом; б – зі сталевим каркасом; з несучими дерев'яними конструкціями у вигляді тришарнірних арок; г – з несучими цегляними стінами та покриттям по збірним з/б балкам:

1 – фундаменти; 2 – залізобетонні колони; 3 – залізобетонні балки покриття; 4 – підкранові залізобетонні балки; 5 – зовнішня стіна; 6 – фундаментні балки; 7 – плити покриття; 8 – місця розташування воронки внутрішнього водостоку; 9 – мостові крани; 10 – сталеві колони; 11 – сталеві ферми; 12 – світлоаераційний ліхтар; 13 – аераційний ліхтар; 14 – несуча цегляна стіна; Н – розрахункова висота цеха; Нк – висота від рівня підлоги до рівня головки підкранової рейки; h – висота від рівня підлоги до верха підкранової консолі колони.

1.2. Основи планувальної структури територій промислових підприємств.

Генеральні плани промислових будівель. Вибір території. Планування та забудова території. Види та розміщення мереж інженерних комунікацій. Транспортні шляхи. Види благоустрою та озеленення промислової території.

Промислові підприємства представляють собою комплекс різноманітних видів будівель та споруд, пов'язаних між собою технологічним процесом [16,17].

До складу промислових підприємств, як правило, входять виробничі основні та підсобні цехи, допоміжні, складські та енергетичні будівлі і об'єкти, транспортні та інженерні комунікації, елементи благоустрою і озеленення та ін.

Всі ці об'єкти розміщують на відведеній території у визначеному порядку відповідно з генеральним планом промислового підприємства, який, у свою чергу, проектують у відповідності з вказівками державних будівельних норм і правил, а також з іншими нормативними документами [21,27].

Генеральний план представляє собою проектний документ, який визначає розміри території, що відводиться під забудову, характер розміщення на цій території будівель і споруд та їх габарити, види інженерних мереж та особливості благоустрою [22].

Вибір території будівництва підприємства повинен відповідати принципам раціонального розміщення виробничих сил, конкретним техніко-економічним особливостям кожної галузі промисловості, створенню найкращих умов праці та життя населення. Основними положеннями, якими слід керуватися при визначенні пункту будівництва підприємства, є: залучення до виробництва найбільш економічно вигідних природних ресурсів; раціональне використання трудових ресурсів; спеціалізація та комплексний розвиток господарства пункту будівництва підприємства; розвиток ефективних зв'язків між підприємством, що проектується, та іншими об'єктами, які розташовані в районі будівництва [25,27].

При виборі майданчику та проектуванні генерального плану підприємств враховують характер їх виробництва, потужність, вантажообіг та інші умови виробничого процесу, а також місцеві умови: клімат, рельєф місцевості, оточуючу забудову, водні системи, поверхневі та підземні води.

Промислові підприємства повинні бути віддалені від селітебної території на деяку відстань відповідно до ступеня шкідливості підприємства. Смугу між джерелом виробничих шкідливостей та границею селітебної території називають санітарно-захисною зоною [25].

Вихідним проектним документом для розробки генерального плану є ситуаційний план, згідно з яким визначають раціональні зовнішні інженерні, транспортні, виробничі та господарські зв'язки підприємства, що проектується, з існуючими підприємствами, а також із загальною мережею доріг, границі санітарно-захисних зон, умови розвитку на перспективу [23,24].

Основним принципом організації генерального плану промислового підприємства є зонування території за: функціонально-технологічною ознакою,

величиною вантажообігу, ступенем трудомісткості та насиченості робочими місцями, складом і рівнем виділення виробничих шкідливостей, ступенем вибухо- та пожежонебезпечності [25,26].

За функціонально-технологічною ознакою на території промислового підприємства виділяють наступні основні зони: передзаводську, виробничу, підсобну, складську.

Зонування території промислового підприємства за величиною вантажообігу проводиться з метою розробки раціональної схеми вантажопотоків на території підприємства.

У відповідності до зонування за ступенем трудомісткості та насиченості робочими місцями виробничі цехи і відділення з найбільшою кількістю працюючих бажано розміщувати поблизу вхідної зони підприємства [26,27].

Зонування за складом і рівнем виділення виробничих шкідливостей здійснюється для зменшення несприятливих впливів на тих, що працюють на підприємстві й проживають у близько розташованих житлових районах, та на оточуюче природне середовище.

При проектуванні генеральних планів необхідно прагнути до компактності забудови, що забезпечується блокуванням виробничих будівель.

Забудова території виробничої зони промислового підприємства може здійснюватися за різними планувальними схемами: квартальною, суцільною, павільйонною, павільйонно-гребінковою або вільною [27].

Квартальна (панельна) забудова характеризується наявністю однієї головної магістралі (повздовжньої чи поперечної) транспортних та інженерних мереж. Головна магістраль служить організуючою віссю генерального плану, паралельно та перпендикулярно якій розміщують інші магістралі та проїзди, котрі розчленують територію підприємства на окремі панелі та квартали. Квартальне планування дозволяє розмістити на потрібних відстанях пожежо- і вибухонебезпечні цехи, відкриті технологічні установки та ємнісні споруди [26,27].

На території суцільної забудови одним або двома та трьома одноповерховими будівлями великої довжини і ширини може бути скомпоновано декілька виробництв. Суцільна забудова забезпечує максимальне використання промислової території (щільність забудови 70-75%). Принципи суцільної забудови використовують при проектуванні підприємств панельного домобудування та збірного залізобетону [21,27].

Павільйонна забудова є фрагментом загальної квартальної забудови території підприємства. Павільйони комплексу можуть бути однотипними за габаритами та поверховістю або різнотипними, різноповерховими. В кожному з павільйонів розташовують окреме виробництво чи його окремих закінчених технологічний цикл. Перевагою павільйонної забудови є гнучке пристосування до рельєфу [22,27].

Павільйонно-гребінкова (або секційно-гребінкова) забудова komponується з уніфікованих мало- або багатопверхових типових секцій, що групуються біля світлових дворів та відкритих рекреаційних просторів. До переваг такого виду

забудови, порівняно із суцільною забудовою, відносять часткову ізоляцію цехів, можливість використання природного бокового освітлення та покращення повітрообміну, а також послідовного вводу цехів, їх технологічного монтажу і демонтажу [23,27].

Вільна забудова характеризується розчленуванням будівельних об'ємів за функціональною ознакою (виробничі, складські, адміністративно-допоміжні, культурно-побутові) при різноманітних сполученнях цих об'ємів в ансамблі всього комплексу [24].

Рішення генерального плану повинне забезпечувати умови розвитку та поширення промислового підприємства, а при реконструкції передбачати заходи з удосконалення функціонального зонування, об'єднання розрізнених об'єктів для підвищення ефективності використання території, здійснення впорядкування схем транспортних шляхів та інженерних комунікацій [13].

Однією з особливостей генерального плану промислових підприємств є наявність розвинутої мережі інженерно-технічних комунікацій, включаючи лінії електропостачання, зв'язку, трубопроводи холодної та гарячої води, газу, стиснутого повітря, нафти, технічних і атмосферних вод.

За розташуванням відносно поверхні землі мережі підрозділяються на підземні, наземні та надземні.

Прокладка транспортних і пішохідних комунікацій на промисловому підприємстві виконується відповідно до схеми організації технологічного процесу, зонування за величиною вантажообігу, ступенем трудомісткості виробництв, при дотримуванні принципів розподілу вантажних і транспортних потоків й модульної координації території підприємства. Вид транспорту вибирають залежно від характеру, габаритів і маси вантажів, що потрібно переміщувати [23,27].

За функціональним призначенням заводські залізничні шляхи підрозділяють на ходові, вантажно-розвантажувальні та сортувальні.

Автомобільні дороги на території промислових підприємств проектують за тупиковою, кільцевою та змішаною схемах.

Проїзди на території підприємства повинні розташовуватися з урахуванням можливості забезпечення зручних та найкоротших сполучень між виробничими будівлями, спорудами, складами, вантажно-розвантажувальних пунктами та іншими об'єктами.

Пішохідні дороги слід прокладати таким чином, щоб вони не пересікали головних транспортних шляхів й у першу чергу залізничних колій. Якщо це не можливо, пересікання вантажних та пішохідних шляхів передбачають на різних рівнях – підземні тунелі, перехідні містки.

Благоустрій та озеленення промислової території включає розбивку газонів, посадку дерев та чагарників, організацію місць для відпочинку на відкритому повітрі, спортивних майданчиків, розташування малих архітектурних форм, улаштування пішохідних тротуарів, майданчиків для індивідуального транспорту [12].

1.3. Фізико-технічні основи проектування промислових будівель та споруд.

Зовнішні та внутрішні фактори, що визначають стан повітряного середовища приміщень промислових будівель. Природна та штучна вентиляція виробничих приміщень. Аерація. Види світлового режиму. Класифікація та нормування шумів і вібрацій. Вплив технології виробництва та виробничого середовища на об'ємно-планувальні рішення промислових будівель.

Експлуатаційні властивості промислових будівель визначаються не тільки розмірами та об'ємами приміщень, їх оздобленням та інженерним і санітарно-технічним обладнанням, але й огорожувальними конструкціями, які захищають приміщення від холоду, сонячної радіації, осадків та інших зовнішніх впливів [14,15].

Стан повітряного середовища виробничих приміщень характеризується температурою, вологістю та швидкістю руху повітря, а також вмістом хімічних і механічних (аерозолів) домішок, що входять в його склад. Забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища досягається за допомогою систем опалювання, природної вентиляції (аерації), штучної вентиляції та систем кондиціювання повітря, а також шляхом підбору раціональних фізико-технічних параметрів огорожувальних конструкцій будівель [15].

Основними теплотехнічними вимогами, які пред'являють до зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель, є належний опір теплопередачі, теплотривкість та повітронепроникність, а також нормальний вологий режим.

Різні виробничі шкідливості у вигляді газів, пилу, пару, надлишкових тепловиділень можна видалити з приміщень цехів посиленням повітрообміном наступними засобами:

- інфільтрацією, під якою розуміють проникання всередину приміщень зовнішнього повітря через нещільності, що є в огорожуючих конструкціях, та нещільності самого матеріалу огорожі;
- природним провітрюванням приміщень через квартирки, двері та ворота;
- механічною вентиляцією, що використовують головним чином в цехах із строго заданим внутрішнім режимом, в котрих ліхтарі використовують тільки для природного освітлення.

Видалення з виробничих приміщень шкідливих газів і парів, а також надлишкового тепла досягається шляхом аерації, під якою розуміють організований та регулюючий повітрообмін для підтримання в приміщеннях повітряного режиму, що відповідає санітарно-гігієнічним виробничим вимогам. Для аерації промислових будівель в віконних прорізах стін і ліхтарів влаштовують достатні за площею припливні та витяжні отвори [17,27].

Найкращим рішенням аерації багатопрогнових будівель значної ширини є розміщення виробництва в прогинах з різною висотою. Для забезпечення можливості одночасної роботи витяжних отворів з обох сторін ліхтаря були розроблені конструкції аераційних ліхтарів, які не задуваються.

Одним з важливих факторів, що сприяють покращенню санітарно-гігієнічних умов праці, підвищенню її продуктивності, поліпшенню якості продукції, а також зменшенню травматизму, є використання природного світла для освітлення приміщень та робочих місць виробничих будівель. Ступінь і рівномірність освітлення приміщень природним світлом залежать головним чином від форми, розмірів та розташування світло прорізів [12,13].

У виробничих приміщеннях промислових будівель застосовують природне, штучне та інтегральне освітлення.

При проектуванні промислових будівель необхідно передбачати заходи для захисту від шумів, виникаючих при роботі технологічного та інженерного обладнання. Виробничі шуми класифікують за наступними ознаками: за природою виникнення; за характером спектру: низькочастотні з переважанням максимальних значень на частотах 20-250 Гц; середньочастотні 500-1000Гц; з плоским спектром 63-8000Гц; високочастотні 1000-8000Гц; за часовими характеристиками шум підрозділяють на: постійний та непостійний, може бути коливальним, переривистим та імпульсним; за рівнем звукового тиску шуми підрозділяють на слабкі – до 40 дБ, середні – 40-80 дБ, високі – більше 80 дБ [18,19].

Захист від шуму в виробничих приміщеннях ведеться в двох напрямках: зниження шуму за рахунок заходів, що проводяться в самому джерелі шуму, та зниження шуму архітектурно-планувальними та будівельно-акустичними методами. В першому випадку зниження шуму досягають зміною виробничого процесу, в другому – через звукоізоляцію джерел повітряного шуму та відбивання звукової енергії та віброізоляцію технологічного обладнання [19].

Одним з ефективних засобів зменшення шуму в цехах є застосування звукоізолюючих кожухів, звукоізолюючих кабін, акустичних екранів або вигоронок, звукопоглинаючих облицювань або звукопоглиначів – куліс. Також для боротьби з шумом використовують індивідуальні засоби захисту: навушники, шлеми та заглушки, що встановлюються у вуха людини [19].

Вібрації впливають при визначених частотах та амплітудах коливань на конструкції промислової будівлі, виникаючи від роботи виробничого обладнання та викликаючи при цьому шум та трясіння. Якщо частота вібрацій конструкцій та обладнання співпадає, виникає явище резонансу, при якому зростають не тільки шум, але й коливання, що в окремих випадках може привести до значних пошкоджень конструкцій (тріщин, зсуву окремих частин конструкцій й т.п.). Погасити вібрації можна усуненням жорстких зв'язків між машиною та її фундаментом. Для того, щоб зменшити вібрації, покращують конструктивні характеристики обладнання (ліквідують перекося та зазори, центрують частини машин, виконують балансування елементів, що обертаються, й т.д.), а також влаштовують віброізоляцію із застосуванням пружних елементів – амортизаторів. Агрегати, які збуджують коливання, слід розміщувати в підвалах або перших поверхах будівлі на масивних фундаментах, не пов'язаних з конструкціями будівлі [20,27].

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНІ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ, КОМПОЗИЦІЙНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

2.1. Об'ємно-планувальні рішення та конструктивні схеми промислових будівель і споруд.

Технологічний процес як основа для об'ємно-планувального рішення виробничих будівель. Види конструктивних схем одноповерхових та багатопверхових промислових будівель. Класифікація та об'ємно-планувальні рішення допоміжних будівель і приміщень. Вимоги до виробничих та допоміжних будівель.

Технологічний процес включає пересування матеріалів та виробів по території підприємства, між цехами, а також всередині цехів, збереження їх на складі або в цехах та процеси, при яких відбувається якісна зміна матеріалу, що обробляється. Виробничі процеси є вельми різноманітними та в значній мірі визначають рішення промислової будівлі, а саме: її розміри, форму, конструкції, санітарно-технічне обладнання та зовнішній облік [23].

При проектуванні промислового підприємства в цілому або його окремого цеху складають технологічну частину проекту, в якій вирішують всі питання щодо вибору способу виробництва, типів і продуктивності обладнання й т.п., встановлюють послідовність операцій у технологічному процесі, а значить послідовність розстановки обладнання та компоновки виробничих приміщень згідно технологічній схемі, вибирають матеріал і конструкції будівлі, які відповідають умовам технологічного процесу. Виходячи з технологічних та будівельних задач, слід прагнути до раціонального рішення промислової будівлі, при якому будуть забезпечуватися як потрібні умови для працівників, зайнятих на цьому виробництві, так й найліпші архітектурно-конструктивні якості споруди з раціональними економічними характеристиками [14].

Об'ємно-планувальне рішення промислової будівлі приймається за виробничо-технологічною схемою того виробництва, для якого проектується визначена будівля. До схеми дається повна характеристика виробництва: його потужність, режим роботи, номенклатура продукції, що випускається, вихідна сировина, вид і розміщення обладнання, виробничі шкідливості, кількісний склад робочих та інженерно-технічних працівників й ін. З урахуванням цих даних проектуються виробнича та адміністративно-побутова частини будівлі.

Вибір об'ємно-планувального та конструктивного рішень промислової будівлі залежить не тільки від умов виробництва, але й умов будівництва: рельєфу ділянки, ґрунтів, клімату, виробничої бази та місцевих будівельних матеріалів, містобудівельних особливостей населеного пункту [26,27].

Можна умовно виділити наступні вимоги до виробничих будівель:

- технологічні (або функціональні): до простору, розміри якого повинні бути достатніми для розміщення обладнання та забезпечення пересування матеріалів та виробів; до робочого простору для людей, зайнятих на виробництві, та

простору для пересування людей в приміщенні (проходи); до повітряного середовища; до світлового та акустичного режиму;

- технічні: до міцності будівельних конструкцій будівлі, яка залежить від використаних матеріалів та типів конструкцій, їх здатності сприймати силові та несилові дії; до вибухової та пожежної небезпеки до санітарно-технічного та інженерного обладнання будівлі;

- архітектурно-художні: до архітектурної композиції (симетрії, асиметрії, ритму, пропорції);

- економічні: до економічності об'ємно-планувальних, конструктивних та архітектурно-художніх рішень [23].

Одно- та багатоповерхові виробничі будівлі та адміністративно-побутові корпуси відзначаються різноманітністю їх конструктивних схем.

Одноповерхові виробничі будівлі характеризуються наявністю приміщень з великими площею та висотою. Ці приміщення розташовують в прогинах, обмежених торцевими стінами та повздовжніми рядами колон основного каркасу (в даному випадку під прогином слід розуміти об'ємну частину будівлі). Найчастіше проектують будівлі з повздовжніми паралельними прогинами однакової довжини, ширини та висоти, що спрощує будівництво та знижує вартість робіт [25].

Будівлі прогонового типу можуть мати наступні розміри сітки колон: 6 x 18; 6 x 24; 12 x 24 м та ін.; будівлі коміркового типу: 12 x 12; 18 x 18; 18 x 24 м та ін.; будівлі зального типу проектують однопрогоновими з розмірами прогинів до 100 м і більше та з кроком колон 6, 12 м [12].

Багатоповерхові будівлі можуть мати від двох до п'яти поверхів. Кількість прогинів може досягати 8. Розміри об'ємно-планувальних параметрів багатоповерхових будівель приймаються: прогинів – 6, 9, 12, 18, 24, 30 м; кроків – 6, 9, 12 м; висот – 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6 м [12].

За розмірами сітки колон багатоповерхові промислові будівлі бувають: з малими розмірами сітки колон (6 x 6, 6 x 9 м); з укрупненими розмірами сітки колон (6 x 12, 6 x 18, 12 x 18 та ін.); без внутрішніх опор – однопрогонові з розмірами сітки 6 x 18, 12 x 24 м [12].

При проектуванні промислових підприємств важливо забезпечити для працюючих сприятливі умови санітарно-побутового, медичного, соціально-культурного та адміністративного обслуговування. З цією метою передбачають **допоміжні будівлі**, в яких розміщують санітарно-побутові приміщення (гардеробні, душові, умивальні та т.п.); пункти охорони здоров'я; приміщення громадського харчування; конструкторські бюро. Проектування допоміжних будівель проводять відповідно до нормативних вимог [18,19].

Допоміжні приміщення можуть розташовуватися в окремо стоячих будівлях, в спеціальних прибудовах до виробничих будівель (так званих «прибудованих допоміжних будівлях»), а також всередині виробничої будівлі – вбудовані – допоміжні приміщення [20,21].

2.2. Уніфікація, типізація та стандартизація промислових будівель та споруд.

Особливості уніфікації, типізації і стандартизації у промисловому будівництві. Система модульної координації розмірів у будівництві, її основні положення. Прив'язка конструктивних елементів промислових будівель до координаційних осей.

Найважливішими елементами системи уніфікації, прийнятої в Україні, є: правила призначення основних розмірів масових промислових будівель та їх елементів, а також градації розмірів на основі ряду укрупнених модулів; принципи універсального рішення первинних об'ємно-планувальних елементів будівель; правила розташування розбивочних осей будівель та прив'язок до них основних несучих і огорожувальних конструкцій [23,24].

Для зручності уніфікації об'єм промислової будівлі розчленують на окремі частини чи елементи:

1. Об'ємно-планувальний елемент або просторова комірка – частина будівлі з розмірами, рівними висоті поверху, прогину та кроку.

2. Планувальний елемент – горизонтальна проекція об'ємно-планувального елемента.

Об'ємно-планувальні та планувальні елементи в залежності від розташування в будівлі розділяють на кутові, торцеві, бокові, середні та елементи у температурного шва.

3. Температурний блок – частина будівлі, яка складається з кількох об'ємно-планувальних елементів, розташованих між повздовжніми та поперечними швами або між температурним швом та торцевою або повздовжньою стіною будівлі [19].

Для деяких галузей промисловості, в тому числі й будівельного виробництва, розробка проектів промислових будівель ведеться на основі застосування уніфікованих типових секцій (УТС) або уніфікованих типових прогинів (УТП), типізованих за габаритами, навантаженнями та конструкціями.

Уніфікований типовий прогин представляє собою фрагмент будівлі шириною в один прогин, довжиною, що, як правило, відповідає протяжності температурного блоку. Розрізняють два типа УТП – середній та крайній [19].

Під уніфікованою типовою секцією розуміють об'ємну частину будівлі, яка складається з одного або кількох прогинів єдиної висоти. Габарити секції залежать від характеру технологічного процесу та конструктивного рішення будівлі. В більшості випадків УТС представляє собою температурний блок будівлі, тому максимальна її довжина дорівнює відстані між поперечними температурними швами, а максимальна ширина – граничній відстані між повздовжніми температурними швами [20].

В залежності від сіток колон, що використовуються, а також характеру блокування в будівлі уніфіковані типові секції розділяють на типи: І тип – багатопрогонові для будівель суцільної забудови, розраховані на блокування секцій з будь-якого боку; ІІ тип – одно-, дво-, багатопрогонові, які блокують тільки вздовж прогинів (для будівель, ширина яких не може бути прийнята

більше, ніж ширина однієї секції); III тип – одно- та двопрогонові, котрі прибудовують до багатопрогонових секцій. Відступи від габаритів уніфікованих типових секцій та уніфікованих типових прогинів можливі тільки при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні [21].

Уніфікація об'ємно-планувальних та конструктивних рішень здійснюється при наявності координації розмірів конструкцій та розмірів будівлі за положеннями МКРБ (модульної координації розмірів у будівництві) із застосуванням укрупнених модулів [21].

Укрупнені модулі (мультимодулі) встановлюються для великорозмірних конструктивних елементів будівлі та мають умовні позначення: 2М; 3М; 6М; 12М; 15М; 30М і 60М, що, відповідно, дорівнює 200, 300, 600, 1200, 1500, 3000 і 6000 мм і є кратним основному модулю М (100 мм) [21].

Взаємне розташування об'ємно-планувальних елементів будівлі в просторі встановлюють за допомогою тривимірної просторової системи модульних площин, відстані між якими приймають кратними основному або похідному модулю. Лінії перерізу модульних площин називають модульними координаційними (або розбивними) осями. Модульні координаційні осі розчленовують будівлю на планувальні елементи та визначають розташування вертикальних несучих конструкцій – колон, окремих опор, стін [21].

Для одно- та багатоповерхових промислових будівель встановлені наступні уніфіковані параметри:

- **прогин «L»** (відстань між координаційними осями в повздовжньому напрямку основної несучої конструкції покриття або перекриття) – приймається кратним 6м: 12, 18, 24, 30 м та більше;
- **крок колон «B»** (відстань між координаційними осями в поперечному напрямку) – приймають кратним 6м: 6, 12, 18 м та більше;
- **висота «H»** (вимірюється від рівня підлоги до низу несучої конструкції покриття на опорі) – приймається в інтервалі від 3 до 8,4 м кратним 0,6 м; в інтервалі від 8,4 до 18 м – кратним 1,2 м (мінімальна висота будівель з мостовими кранами – 8,4 м);
- прив'язка осей підкранових балок до осей колон приймається кратним 0,25 м: 0,75, 1 м та більше [21].

З метою спрощення конструктивного рішення одноповерхові промислові будівлі проектують в основному з прогинами одного напрямку, однакової ширини та висоти. Застосовування в одній будівлі різних по величині та висоті прогинів можливе тільки в тому випадку, якщо це зумовлюється технологічним процесом та необхідністю задовольнити вимоги, пов'язані з блокуванням цехів. Для окремих виробництв дозволяється при тих же умовах взаємне перпендикулярне розташування прогинів [21].

Перепади висот в багатопрогонових будівлях менше 1,2 м зазвичай не влаштовують через значне ускладнення та дорожчання рішення будівлі. Перепади більше 1,2 м, необхідні за технологічними умовами, суміщають, як правило, з температурними швами [21].

В багатоповерхових промислових будівлях сітку колон каркасу назначають в залежності від нормативного корисного навантаження на 1м^2 перекриття. При проектуванні багатоповерхових будівель ширину прогинів слід назначати кратною укрупненим модулям: 30М – в діапазоні від 6 до 12 м, далі через 60М. Розміри кроків колон слід призначати кратними укрупненим модулям: 6М – при висотах до 4,8 м та 12М – при висотах більше 4,8 м. Висоти поверхів багатоповерхових будівель встановлюють кратними 0,6 м, але не менше 3 м [21,27].

Уніфікація промислових будівель передбачає систему прив'язки їх конструктивних елементів до координаційних модульних осей. *Прив'язкою* називають процес визначення розташування конструктивних елементів, виробів і вбудованого обладнання в плані або розрізі будівлі по відношенню до розбивочних осей [21].

Система МКРБ встановлює певний порядок прив'язки конструктивних елементів до модульних координаційних осей:

1. Зовнішня грань крайніх колон каркасу та внутрішня поверхня зовнішніх стін суміщаються з повздовжньою розбивочною віссю (нульова прив'язка) в будівлях без мостових кранів та в будівлях, обладнаних мостовими кранами вантажопідйомністю до 30 тонн включно [17].

2. Зовнішня грань колон та внутрішня поверхня зовнішніх стін зміщається з повздовжньої розбивочної осі на 250 мм в будівлях, обладнаних мостовими кранами вантажопідйомністю до 50 тонн включно, при кроці колон 6 м та висоті від підлоги до низу несучих конструкцій покриття не менше 16,2 і 18,0 м, а також при кроці колон 12 м та висоті від підлоги до низу несучих конструкцій покриття від 8,4 м до 18,0 м [17].

3. Колони середніх рядів каркасу, за виключенням колон, що примикають до повздовжнього та поперечного температурних швів, та колон, встановлених у місцях перепаду висот прогинів одного напрямку, слід розташовувати таким чином, щоб осі перерізу надкранової частини колон співпадали з повздовжньою та поперечною розбивочними осями [17].

4. Геометрична вісь колон основного каркасу, що примикають до торцевих стін, повинна зміщатися з поперечної розбивочної осі всередину будівлі на 500 мм, а внутрішня поверхня торцевих стін співпадати з поперечною розбивочною віссю (нульова прив'язка) [17].

5. Прив'язку поперечних температурних швів слід здійснювати на парних колонах. При цьому ось температурного шва суміщається з поперечною розбивочною віссю, а геометричні осі парних колон зміщуються з розбивочної осі на 500 мм кожна [17].

В багатоповерхових промислових будівлях колони крайніх рядів або мають «нульову прив'язку», або внутрішню грань колони розміщують на відстані a від координаційної осі, яку приймають рівною половині товщини внутрішньої колони. Розбивочні осі колон середніх рядів суміщають з геометричними осями. Виключенням можуть бути колони, розташовані в місцях деформаційних швів, перепаду висот прогонів та в тих випадках, коли конструкції опор різні [17].

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНІ КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

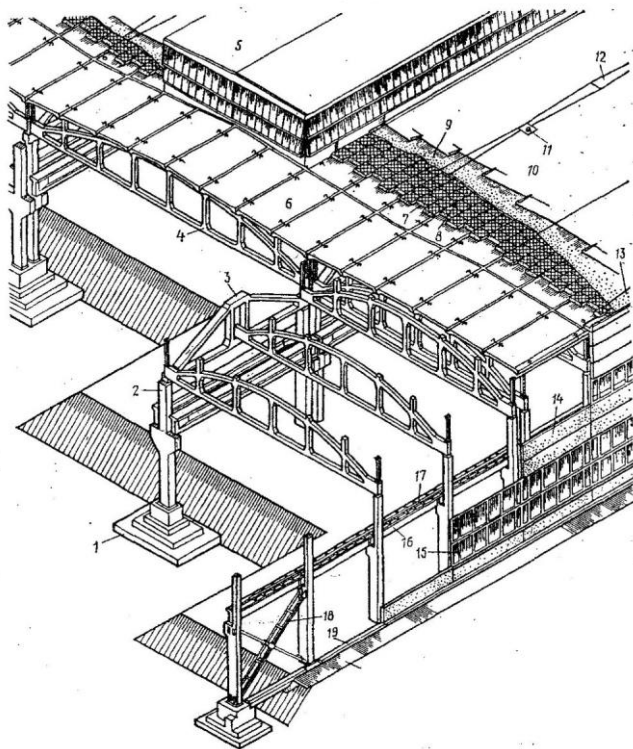
3.1. Види та конструктивні елементи збірної залізобетонної і сталевих каркасів промислових будівель.

Залізобетонні каркаси одноповерхових будівель. Сталеві каркаси одноповерхових будівель. Каркаси багатопверхових будівель. Несучі елементи каркасів промислових будівель і засоби їх сполучення.

Промислові будівлі за своєю структурою, незалежно від призначення, представляють собою велику кількість різних конструктивних елементів, взаємопов'язаних між собою у визначеному порядку, який забезпечує міцність, сталість та довговічність як всієї конструктивної системи, так і її окремих елементів. Рішення конструктивних елементів, вузлів, а також всієї конструктивної системи промислової будівлі визначається технологічним процесом, для якого будівля призначена, параметрами повітряного середовища, об'ємно-планувальним рішенням та конструктивною схемою [21].

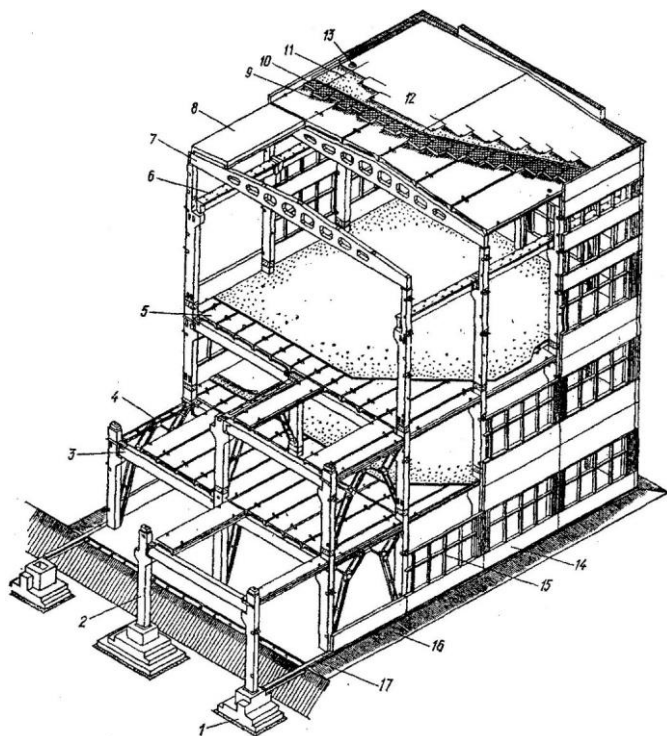
В промислових будівлях можуть бути прийняті різні рішення несучого остову, до якого відносять всю сукупність вертикальних (колони, стійки, стовпи, стіни) і горизонтальних (балки, плити, панелі, настили) несучих елементів, об'єднаних в єдину систему, що забезпечує міцність будівлі, її жорсткість та сталість. Несучий остов визначає конструктивну схему будівель. Застосовують наступні конструктивні схеми промислових будівель: безкаркасні (коли діючі навантаження сприймаються несучими стінами) та каркасні з повним чи неповним каркасом. В будівлях з неповним каркасом разом з несучими стінами всередині їх передбачають колони, стійки або стовпи в якості проміжних опор. Будівлі з повним каркасом є жорсткою системою, яка утворюється колонами, що розташовуються як в середині будівлі, так й по периметру її зовнішніх стін, та горизонтальними зв'язками – ригелями та несучими елементами покриття. При такій схемі каркас будівлі сприймає всі види навантажень, а стіни будівлі виконують огорожувальні функції [27].

Одноповерхові промислові будівлі з великими розмірами прогинів, значною висотою та наявністю мостових кранів проектується за каркасною схемою з повним каркасом. При цьому каркас одноповерхової промислової будівлі, як правило, складається з поперечних рам, що утворюються колонами і несучими конструкціями покриття, та з повздовжніх елементів: фундаментних, підкранових, обв'язувальних балок, підкроквяних конструкцій, плит покриття та зв'язків. Каркасна схема більшості одноповерхових промислових будівель може бути двох видів: з поперечними та повздовжніми несучими рамами, під якими розуміють плоску або просторову стрижньову систему, в якій всі або деякі вузлові з'єднання є жорсткими (кут між осями стрижнів, що його утворюють, не змінюється при деформації) [27].



Одноповерхова будівля зі збірним залізобетонним каркасом:

- 1 – фундамент; 2 – колона;
- 3 – підкроквяна ферма;
- 4 – крокв'яна ферма;
- 5 – світлоаераційний ліхтар;
- 6 – плита покриття; 7-10 – шари покрівлі;
- 11 – воронка внутрішнього водостоку;
- 12 – середній розжолобок;
- 13 – пристінковий розжолобок;
- 14 – стінова панель;
- 15 – віконна панель; 16 – підкранова балка;
- 17 – кранова рейка; 18 – вертикальні зв'язки між колонами; 19 – фундаментна балка;
- 20 – вимощення.



Багатоповерхова будівля з рамно-зв'язковим залізобетонним каркасом:

- 1 – фундамент; 2 – колона;
- 3 – ригель міжповерхового перекриття;
- 4 – вертикальні зв'язки між колонами;
- 5 – плита міжповерхового перекриття;
- 6 – підкранова балка;
- 7 – балка покриття; 8 – плита покриття;
- 9 – пароізоляція;
- 10 – утеплювач; 11 – вирівнюючий шар;
- 12 – водоізоляційний шар;
- 13 – воронка внутрішнього водостоку;
- 14 – стінова панель;
- 15 – віконна панель; 16 – вимощення;
- 17 – фундаментна балка.

Багатоповерхові промислові будівлі проектують, як правило, з повним збірним залізобетонним каркасом висотою до п'яти поверхів. Основними елементами каркасу багатоповерхових будівель з балочними перекриттями є: колони з фундаментами, ригелі, плити перекриттів та зв'язки. Покриття верхнього поверху зі збільшеною сіткою колон виконується з конструкцій одноповерхових будівель. Колони та ригелі, пов'язані між собою жорстко в вузлах, утворюють рами каркасу, які найчастіше розміщують поперек будівлі [19,20].

В загальному випадку просторові системи багатоповерхових каркасних промислових будівель розділяють на окремі плоскі каркасні конструктивні схеми в повздовжньому та поперечному напрямках, які в свою чергу ділять на рамні, рамно-зв'язкові та зв'язкові залежно від способу забезпечення міцності, стійкості та жорсткості будівель.

Залізобетонні каркаси багатоповерхових будівель поділяють на стійково-балочні, які включають колони, ригелі та плити, безригельні (безбалочні), до складу яких входять колони, капітелі та плити [16].

Матеріалом для влаштування каркасу промислових будівель служать переважно залізобетон (збірний залізобетонний каркас) та метал (збірний металевий каркас). При виборі матеріалу каркасу керуються характером силових та несилових навантажень, що сприймаються каркасом, а також враховують розміри прогонів, кроку колон, висоту будівлі, вимоги пожежної безпеки, техніко-економічні міркування [21].

Залізобетонні каркаси одноповерхових виробничих будівель проектують як площинні стійково-балочні системи, котрі монтують зі збірних залізобетонних елементів заводського виготовлення. В поперечному напрямку міцність і сталість залізобетонних каркасів забезпечується системою одно- та багатопрогонних рам, стійки яких у більшості випадків жорстко закріплені в фундамент, а поверху мають шарнірний зв'язок з несучими елементами покриття. В повздовжню раму каркасу включають всі колони поперечних рам температурного блоку, котрі знаходяться на одній осі, з розташованими по ним підкрановими балками або розпірками та вертикальними зв'язками, встановленими між колонами [23].

Сталість залізобетонного каркасу повинна забезпечуватися у межах кожного температурного блоку або секції, що мають однакову висоту та напрям прогинів. Гранична довжина температурного блоку залежить від температурних умов всередині та зовні будівлі, але повинна бути не більше 72 м, а ширина в поперечному напрямку – не більше 144 м [24].

Сталеві каркаси порівняно із залізобетонними каркасами відзначаються значно меншою масою та менш трудомістким монтажем. Однак, металеві каркаси дорого коштують через дефіцит сталі, менш вогнестійкі в процесі експлуатації, піддаються корозії, особливо при наявності агресивного середовища. Як правило, сталеві каркаси застосовують при великих прогинах будівлі та значних кранових навантаженнях [24].

Основними елементами несучого сталевих каркасу, які сприймають практично всі навантаження, що діють на будівлю, є плоскі поперечні рами, котрі утворюються колонами та кроквяними фермами (ригелями). На поперечні рами, розставлені відповідно прийнятому кроку колон, опираються поздовжні елементи каркасу – підкранові балки, ригелі стінового каркасу (фахверка), прогини покриття та в деяких випадках ліхтарі. Просторову жорсткість каркасу здобувають влаштуванням зв'язків в поздовжньому та поперечному напрямках, а також жорстким кріпленням ригеля рами в колонах.

При сталевому каркасі конструктивні схеми в основному аналогічні тим, що використовуються для залізобетонних каркасів, та визначаються сполученням основних елементів – балок, ферм, колон, зв'язаних у єдине ціле.

Сталеві колони каркасу в залежності від їх поперечного перерізу розділяють на суцільні постійного та перемінного перерізу, решітчасті (наскрізні) перемінного перерізу, роздільні перемінного перерізу. Сталева колона складається з наступних елементів: стрижня, який є основною несучою частиною колони; оголовка, котрий виконує функцію опори для розміщених вище конструкцій та призначений для розподілу навантаження по перерізу стрижня; бази (башмака), за допомогою якого стрижень колони анкерними болтами приєднується до фундаменту [27].

Фундаменти під сталеві колони зводять монолітними, стовпчастого типу без стаканів. Розміри їх приймають такими ж, як і у фундаментів для збірних залізобетонних колон. Фундаментні балки при сталевих каркасах виконують залізобетонними.

Сталеві обв'язувальні балки в сталевому каркасі влаштовують з одного профілю (швелера чи двотавра) або складеного перерізу [24].

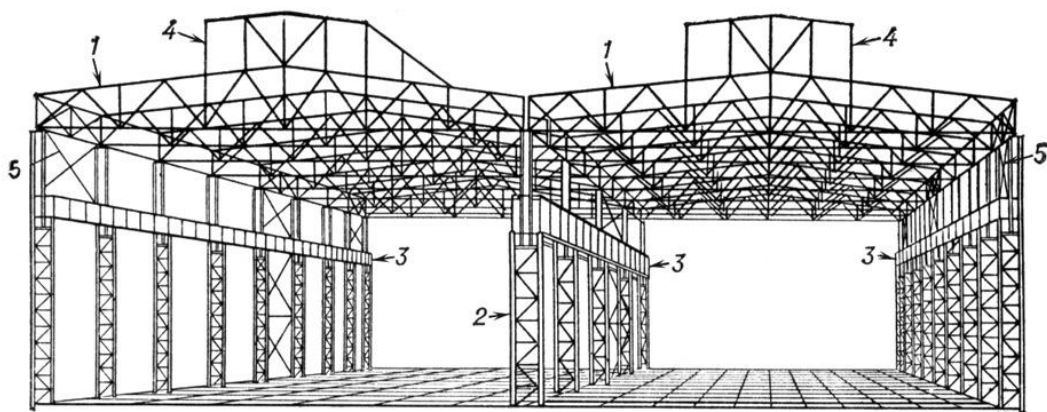
Сталеві підкранові балки можуть бути розрізними та нерозрізними, суцільними та решітчастими. Висота підкранової балки складає $1/6 \dots 1/12$ прогину.

Найпростішим видом сталевих несучих конструкцій покриття є двотаврові прокатні або складені балки з прогином 12 і 18 м. При великих прогинах раціонально використовувати типові сталеві ферми різних форм та обрисів: з паралельними поясами, полігональні, трикутні, сегментні, параболічні та інші.

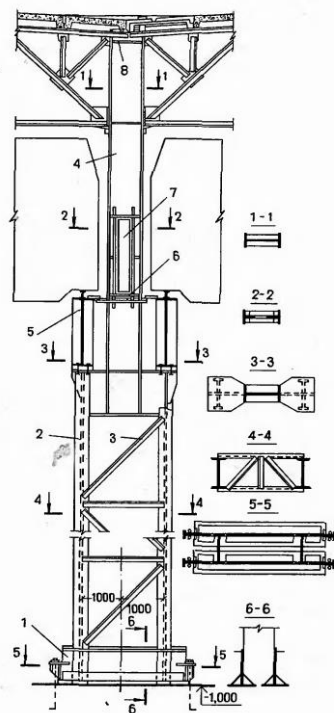
Ферми з паралельними поясами застосовують для будівель з плоскою покрівлею, а також для влаштування підкροквяних конструкцій. Полігональні ферми влаштовують при покриттях з рулонною покрівлею при прогинах 24, 30 і 36 м. Трикутні ферми дають можливість створити покриття з крутими покрівлями із сталевих листів при прогинах величиною 48 м [23,27].

Сталеві ферми можуть мати різні схеми решіток: трикутну, розкісну, хрестову та інші. Вибір схеми решітки залежить від характеру прикладення навантаження, обрису та висоти ферми.

До основних елементів сталевих ферм відносять верхній та нижній пояси, стійки та розкоси. Всі ці елементи виконують з прокатних кутиків у вигляді стрижнів парного профілю [13,27].



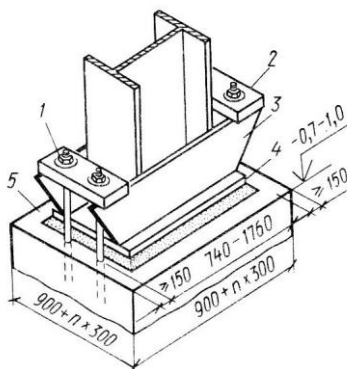
Конструктивна схема сталевго каркасу двопрогенової виробничої будівлі: 1 – кроквяна ферма; 2 – колона; 3 – підкранова балка; 4 – світлоаераційний ліхтар; 5 – зв'язки.



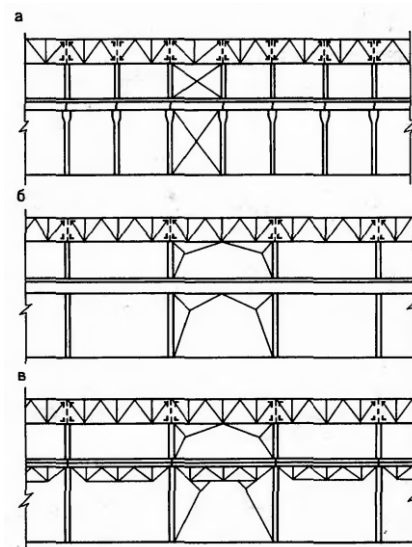
Наскрізна стальва колона перемінного перерізу із суцільним надколонником:
1 – башмак; 2 – гілка колони; 3 – решітка колони; 4 – надколонник; 5 – підкранова балка; 6 – гальмівна ферма; 7 – прохід в колоні; 8 – оголовок.



Загальний вид сталевго каркасу виробничої будівлі.



Монолітний залізобетонний фундамент та башмак сталевгої колони постійного перерізу:
1 – анкерні болти; 2 – те ж, плитка;
3 – траверса; 4 – опорна плита;
5 – цементний розчин.



Конструктивні схеми сталевих підкранових балок:
а – розрізна; б – нерозрізна;
в – решітчаста (наскрізна).

Для кроквяних ферм з прокатних кутиків проектують підкроквяні ферми з паралельними поясами довжиною 12, 18 і 24 м при висоті 3130 мм з опорним стояком з двотавру, в нижній частині якого передбачають столик для обпирання кроквяних ферм. Для кроквяних ферм з труб та двотаврів використовують трикутні підкроквяні ферми довжиною 12 м з висотою 2830 і 3000 мм, відповідно. Підкроквяні ферми з гнутих профілів роблять з паралельними поясами висотою 1700 мм [18].

Для забезпечення стійкості та просторової жорсткості одноповерхових каркасних промислових будівель проектують систему вертикальних та горизонтальних зв'язків між колонами каркасу та в покритті.

Повздовжні вертикальні металеві зв'язки між колонами можуть бути хрестовими, напіврозкісними, порталними або підкісними. Вертикальні зв'язки по сталевих колонах каркасу проектують двох видів: *основні* – розташовані по всій висоті колон від верхнього кінця до фундаментів; *верхні* – розміщені в межах верхніх ділянок колон до верху підкранових балок. Основні зв'язки розташовують всередині будівлі або температурного відсіку для забезпечення геометричної незмінності конструкцій каркасу в повздовжньому напрямі та зниження температурних напруг в колонах. Верхні зв'язки встановлюють по краях температурних відсіків, а також у місцях розташування вертикальних і горизонтальних зв'язків конструкцій покриття [19,27].

Важливим напрямком розвитку металевих конструкцій для сучасного промислового будівництва є використання типових легких несучих конструкцій комплексної постановки для одноповерхових виробничих будівель. При виборі металевих конструкцій слід враховувати їх раціональну масу, трудомісткість виготовлення та монтажу, строків монтажу та їх вартості. Сьогодні застосовують ефективні легкі, нерозрізні металеві конструкції, що забезпечують блочний монтаж або конвеєрну збірку. Використовують прогресивні конструкції покриттів: з фермами широкополичних двотаврів та гнутозварених профілів з прогинами 24, 30 і 36 м, широкополичних таврів з прогинами 18, 24, 30 і 36 м; безпрогонові – з фермами з одиночних кутиків зі зварними вузлами прогинами 24 і 30 м; структурні – з прокатних профілів з прогинами 18...24 м [27].

Разом з широким використанням залізобетонних та вибіркового застосуванням сталевих конструкцій в деяких випадках рекомендують комбіновані сталеві-залізобетонні конструкції, в яких залізобетон використовується в стиснутих частинах, а розтягнуті елементи виконуються металевими. Ці конструкції, находячись на стику залізобетонних і сталевих, вигідно відзначаються від перших меншою масою, а від других – меншою витратою сталі.

Для удосконалення умов роботи каркасів виробничих будівель, оснащених кранами значної вантажопідйомності, пропонується застосовувати новий напрямок, одним з принципів якого є роздільне конструктивне рішення та незалежна робота конструкцій будівельної та технологічної частин будівлі [12, 27].

3.2. Фундаменти промислових будівель та споруд.

Поняття про природні та штучні основи. Вимоги до фундаментів. Види фундаментів та їх конструктивні рішення. Гідроізоляція фундаментів. Фундаментні балки.

Під ґрунтами розуміють будь-які гірські породи як рихлої (глинисті, піщані, великоблочні), так і щільної (скельні породи) структури. Ґрунти використовують як основи для зведення будівель та споруд.

Основою називають пласт ґрунту, розташований під фундаментом будівлі та сприймаючий всі навантаження, що діють на будівлю, в тому числі й її власну вагу. Основи бувають двох видів: природні та штучні [6, 7].

Несуча здатність та стійкість ґрунтів може бути підвищена механічними, термічними, електричними та іншими способами укріплення ґрунтів.

Безпосередньо на основі розташовують одну з найбільш важливих частин будівлі – її фундамент. Основним призначенням фундаменту є передача та розподіл тиску від будівлі або споруди на ґрунт.

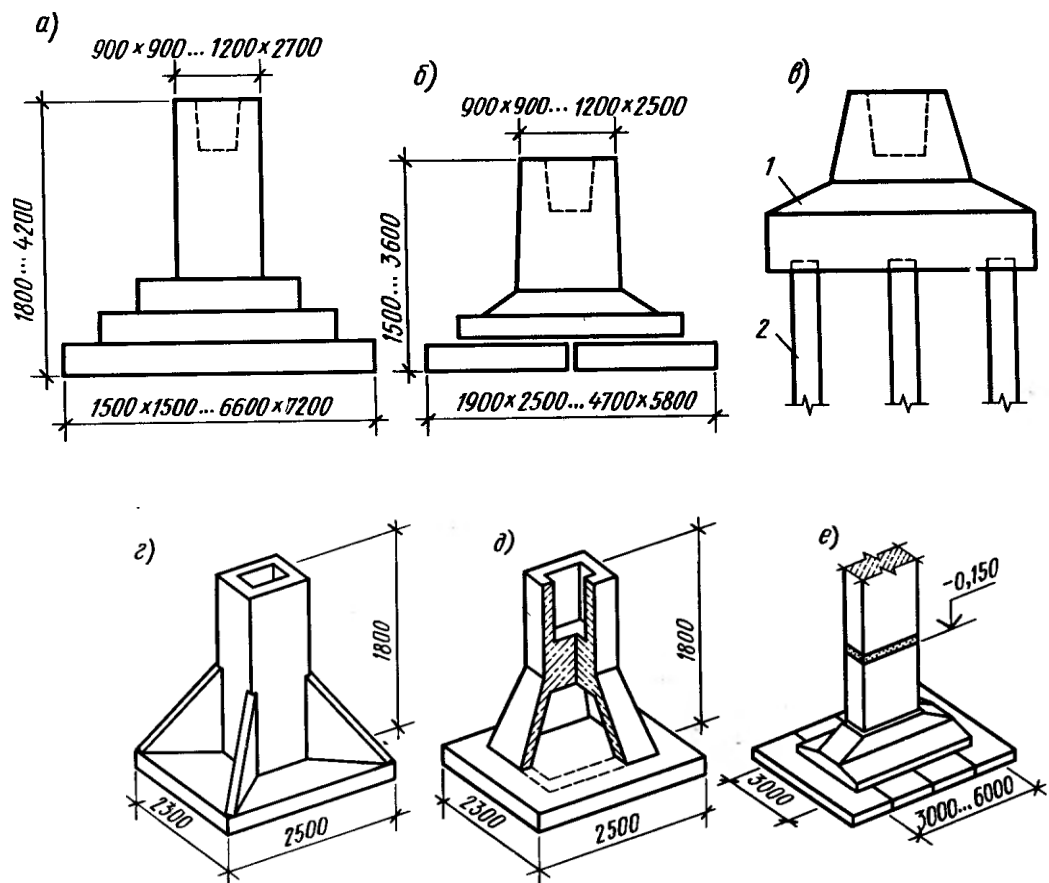
До фундаментів пред'являють вимоги головним чином по міцності, сталості до перекидання і ковзання; стійкості до впливу атмосферних дій, ґрунтових і агресивних вод. Фундаменти повинні відповідати по довговічності терміну служби будівлі та бути економічними в процесі зведення [7].

Фундаменти, що застосовуються в промислових будівлях, відрізняються великою різноманітністю типів і розмірів та великою несучою здатністю. Однією з суттєвих відзнак фундаментів промислових будівель є те, що вони часто мають різну глибину закладення (відстань по вертикалі від поверхні землі до підшови фундаменту) під окремими частинами однієї будівлі. Необхідність в цьому пов'язана з неоднаковою несучою здатністю ґрунтів, що залягають під будівлями (внаслідок великих площ, які вони займають), та з улаштуванням підземних комунікацій, тунелів, приямків та інших конструкцій і технологічних елементів будівлі, заглиблених на різні відмітки [6,7].

В промислових будівлях та спорудах фундаменти підрозділяють:

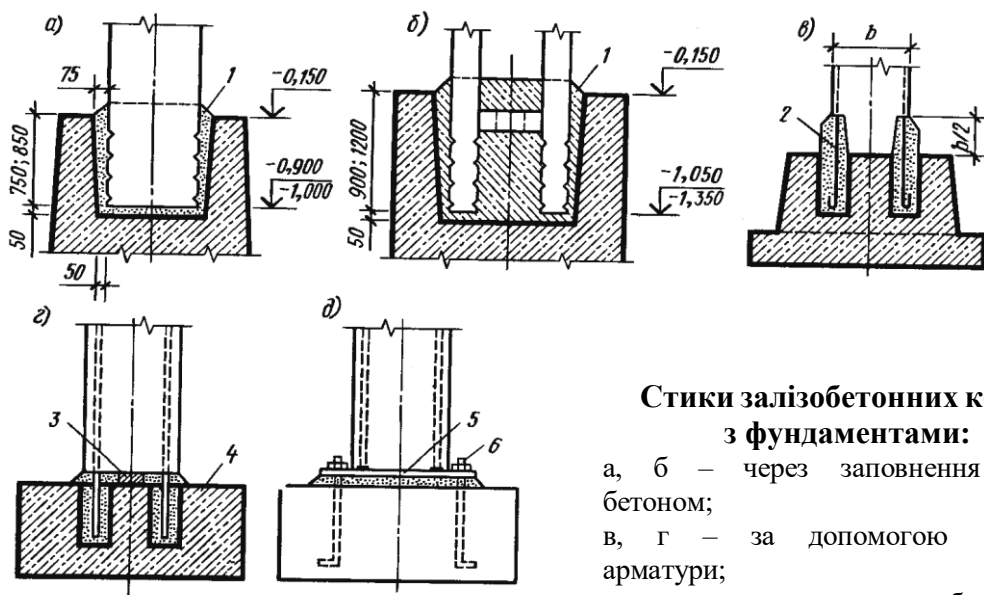
- за призначенням: на фундаменти під окремі опори, під стіни, під машини та обладнання;
- за матеріалом: на залізобетонні, бетонні та бутобетонні (рідко);
- за характером роботи під навантаженням – на жорсткі та гнучкі;
- за технологією зведення: на монолітні та збірні;
- за конструктивним рішенням: стовпчасті, стрічкові, пальові та у вигляді суцільних плит [6,7].

Найбільш поширеним варіантом фундаменту, що застосовується для установки колон в промислових будівлях, є стовпчастий фундамент склянкового типу, який виконується з одного цільного блоку-башмаку. Також стовпчасті фундаменти можуть влаштовуватися з окремих блоків-підколонників та плит [27].



Типи фундаментів промислових будівель:

а – монолітний; б – збірний складений; в – пальовий; г – збірний ребристий; д – збірний пустотілий; е – з підколінником пенькового типу; 1 – ростверк, 2 – паля.



Стики залізобетонних колон з фундаментами:

а, б – через заповнення зазору бетоном;
в, г – за допомогою випусків арматури;
д – за допомогою анкерних болтів.
1 – бетон, 2 – арматура,
3 – стальна прокладка, 4 – фундамент,
5 – стальна плита, 6 – анкер.

На один фундаментний блок можна обпірати від однієї до чотирьох колон (в місцях улаштування температурних швів). Якщо шов є осадовим, то під кожен колону влаштовується свій незалежний фундамент.

Стакани повинні бути поверху на 150 мм, а знизу на 100 мм більше розмірів колон, що забезпечує зручність монтажу та краще центрування колони [6,7].

Глибину стакану приймають на 50 мм більше частини колони, що заводять в стакан. При установці колони на дно стакану на 50 мм підсипають пісок, а після установки та закріплення колони вільне місце, що залишилося в стакані, заповнюють цементно-піщаним розчином [6].

Сполучення двогілкових колон з фундаментом можна здійснювати в одному загальному стакані або в двох стаканах під кожен гілку, що є більш економічним через те, що зменшується об'єм бетону при монтажі колони.

В місцях сполучення двох суміжних температурних блоків або прогинів різного напрямку влаштовують температурні шви, тому під кожен з близько розташованих колон потрібен свій стакан [6].

Збірні залізобетонні фундаменти відрізняються меншою трудомісткістю та більшою індустріальністю, але при великих навантаженнях доцільно використовувати монолітні залізобетонні фундаменти, як правило, ступінчастої форми. У верхній частині фундаменту в процесі бетонування залишають стакан. Монолітні фундаменти мають кращі можливості отримання необхідних форм і розмірів, обумовлених різними навантаженнями та різними місцевими несучими спроможностями основ.

Після установки колон в стакани фундаментів закладають бетон класу В20 або В25 на дрібному ґравії. Для виготовлення монолітних і збірних фундаментів використовують бетони класів В10 і В15. Під монолітні фундаменти роблять бетонну підготовку товщиною 100 мм з бетону класу В7,5. Збірні фундаменти спирають на піщану підготовку товщиною 100 мм [6,7].

Стрічкові, пальові та суцільні фундаменти в промислових будівлях влаштовують при значних навантаженнях, що передаються на ґрунт, невеликій несучій здатності основи, малих відстанях між колонами.

Потрібна площа підшви фундаментів під колони може виявитися настільки великою, що вигіднішим є устрій фундаментів у вигляді суцільний смуг, які розташовують вздовж ряду колон в одному (стрічкові фундаменти) або у взаємно перпендикулярних напрямках (перехресні стрічкові фундаменти).

Стрічкові та суцільні фундаменти, як й стовпчасті, можуть виконуватися із збірних залізобетонних елементів або монолітними [2,7].

Збірні стрічкові фундаменти складаються з опорних блоків-башмаків призматичної або трапецеїдальної форми та вертикальних блоків-стінок, які розміщують з перев'язкою вертикальних поперечних швів.

При наявності слабких природних ґрунтів застосовують пальові фундаменти. Найбільше поширення в практиці промислового будівництва мають забивні та буронабивні палі. Для переважного використання рекомендують залізобетонні забивні палі суцільного квадратного перерізу. Їх виготовляють з напруженою та

ненапруженою арматурою. Довжина паль від 3 до 20 м, розмір перерізу 300х300, 350х350 і 400х400 мм. Голови паль замоноличують у ростверк на глибину не менше 150 мм. Буронабивні палі представляють собою заповнені залізобетоном свердловини, свердленні в ґрунті спеціальною буровою установкою. Такі палі влаштовують безпосередньо в ґрунті довжиною до 50 м з діаметром стовбура без поширення в нижній частині від 500 до 800 мм [2,3,7].

Розмір фундаментів будь-якого типу визначають на основі розрахунків залежно від величини навантаження на фундамент та міцності ґрунтових основ під подошвою фундаменту. Жорстке з'єднання колон з фундаментом в необхідних випадках може досягатися анкеруванням арматури колони в гніздо, яке залишають в підколоннику, або анкеруванням сталевих плити, привареної до арматури колони.

Гідроізоляцію фундаментів виконують з метою їх захисту від капілярного зволоження атмосферою та ґрунтовою вологою, що просочується через ґрунт, а також затоплення підземними водами. Одним із способів гідроізоляції підземних части будівлі є влаштування вимощення та дренажу. Крім цього, використовують обмазувальну, обклеювальну та жорстку гідроізоляцію [2,7].

Обпирання зовнішніх та внутрішніх стінових конструкцій промислових будівель на фундаменти колон каркасу здійснюють за допомогою **фундаментних балок**.

Фундаментні балки укладають на спеціально заготовлені бетонні стовпчики, що встановлюються на горизонтальні обрізи (уступи) фундаментів.

Основні фундаментні балки виготовляють висотою 450 мм (для кроку колон – 6 м) та 600 мм (для кроку колон – 12 м); шириною 260, 300, 400 і 520 мм. Ці розміри відповідають найбільш поширеній товщині зовнішніх стін промислових будівель [6,7].

Переріз фундаментних балок може бути тавровим, двотавровим, трапецієподібним та прямокутним.

Фундаментні балки та, як наслідок, й стінове заповнення, яке вони несуть, для зовнішніх огорожувальних конструкцій прийнято розташовувати впритул до зовнішніх граней колон, для внутрішніх огорожувальних конструкцій – між колонами по лінії їх повздовжньої осі.

Для захисту фундаментних балок від деформацій, які визиваються збільшенням об'єму при замерзанні ґрунтів, що випинаються, та для запобігання пошкодження підлоги від промерзання вздовж стін фундаментні балки з боків та знизу засипають шлаком [2,6,7].

Верхню грань фундаментних балок розміщують на 30...50 мм нижче за рівень підлоги приміщення, який, у свою чергу, розташовують приблизно на 150 мм вище відмітки спланованої навколо будівлі поверхні землі.

Поверх фундаментних балок укладають гідроізоляцію з цементно-піщаного розчину або двох шарів рулонного матеріалу на мастиці. На поверхні землі вздовж фундаментних балок влаштовують вимощення або тротуар піл уклоном. Зазори між фундаментними балками та колонами заповнюють бетоном [7,8].

3.3. Несучі конструкції огорожень та опори. Влаштування стінового заповнення.

Види та конструктивні рішення колон. Фахверки. Зв'язки між колонами. Обв'язувальні балки. Підкранові балки.

Загальні вимоги до стін промислових будівель. Види стінового заповнення (цегляне, крупноблочне, панельне, листове). Типи заскленних поверхонь огорожень.

Колони каркасу. Конструкція збірних залізобетонних колон залежить від об'ємно-планувального рішення промислової будівлі та наявності в ній того чи іншого виду підйомно-транспортного обладнання визначеної вантажопідйомності.

За місцеположенням в будівлі колони розділяють на крайні, середні та ті, що розміщують у торцевих стін. За конструктивним рішенням – на одногілкові (прямокутового перерізу та кільцевого перерізу – центрифугувальні) та двогілкові.

Двогілкові колони можуть бути східчастими, які призначаються для крайніх рядів, та східчасто-консольними для середніх рядів. Двогілкові колони застосовують при кранах вантажопідйомністю більше 30 тонн та висоті будівлі більше 10,8 м. Отвори між гілками двогілкових колон використовують для пропуску санітарно-технічних та технологічних комунікацій [10,11].

Одногілкові залізобетонні колони одноповерхових промислових будівель розділяють на безконсольні, котрі використовуються в приміщеннях без мостових кранів, та консольні – з консолями для обпирання підкранових балок. Крайні колони мають односторонню консоль, середні колони – двосторонні консолі.

Колона для промислової будівлі з мостовими кранами складається з надкранової та підкранової частин. Надкранова частина служить для обпирання несучої конструкції покриття та називається *надколонником*. Підкранова частина сприймає навантаження від надколонника, а також від підкранових балок, що обпираються на консолі колон, та передає їх на фундамент [10,11].

Величина заглиблення колон нижче нульової відмітки залежить від виду і висоти колон, вантажопідйомності кранового обладнання та наявності приміщень і приямків, що розташовані нижче рівня підлоги.

Величина заглиблення для колон у будівлях з підвісним транспортом та без нього складає 0,9 м; для одногілкових колон прямокутного перерізу в будівлях з мостовими кранами – 1 м; для двогілкових колон висотою 10,8 м – 1,05 м, висотою 12,6...18 м – 1,35 м [11,12].

Для обпирання залізобетонних несучих елементів покриття колони зверху мають закладні деталі у вигляді металевих листів, до яких конструкції покриття кріпляться монтажним зварюванням. При установці сталевих несучих елементів покриття колони додатково забезпечують анкерними болтами.

Для підсилення основного каркасу в торцях будівлі застосовують колони допоміжного каркасу – **фахверк**. Цей каркас призначений для сприймання значних вітрових навантажень і ваги стінового заповнення при його значних висоті й протяжності з передачею їх на елементи основного каркасу [12].

Фахверк складається з колон та ригелів. Необхідність установки фахверка диктується великими відстанями між колонами основного каркасу, що перевищують довжину стінових панелей. Колони фахверку встановлюють вздовж лінії зовнішніх стін на власних фундаментах, найчастіше з кроком 6 м. Стійки торцевого фахверку виконують сталевими та обпирають на фундаменти колон основного каркасу [18].

Зв'язки між залізобетонними колонами. Каркаси промислових будівель повинні характеризуватися достатньою просторовою жорсткістю. Для забезпечення жорсткості та геометричної незмінності колон каркасу в повздовжньому напрямку влаштовують вертикальні зв'язки зі сталевих ферм.

Конструкція зв'язків залежить від висоти будівлі, величини прогину, кроку колон каркасу, наявності мостових кранів та їх вантажопідйомності. Зв'язки не тільки забезпечують жорсткість каркасу будівлі, а також сприймають горизонтальні вітрові навантаження, що діють на торці будівлі [18].

Встановлюють зв'язки для кожного температурного блоку. Температурним блоком називають ділянку по довжині будівлі між температурними швами або між температурним швом та найближчою до нього зовнішньою стіною будівлі.

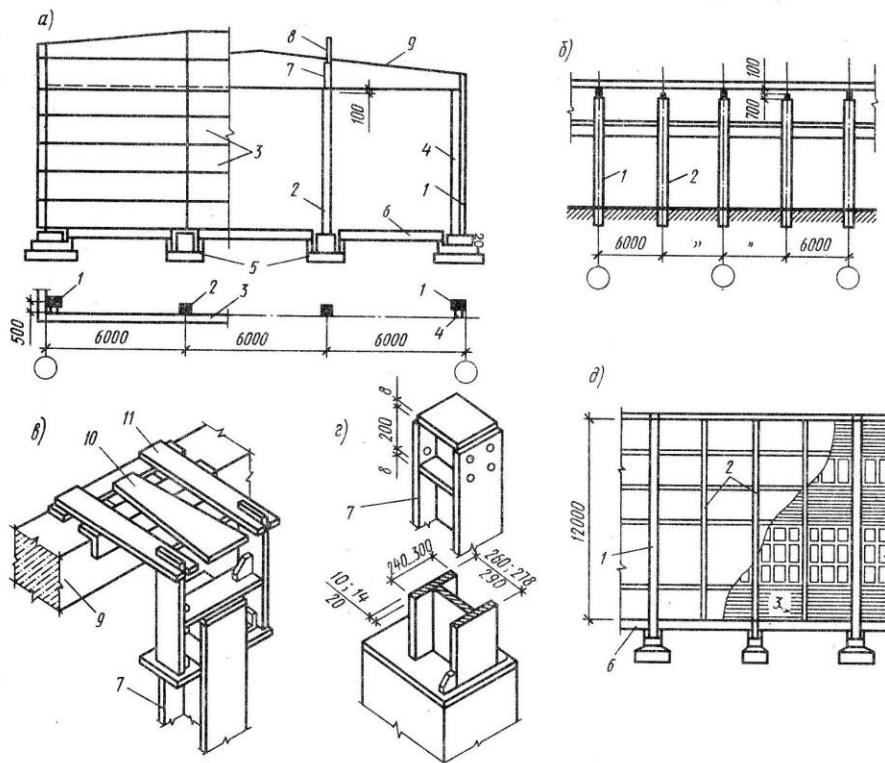
За своїм конструктивним рішенням зв'язки можуть бути хрестовими та порталними. Хрестові зв'язки застосовують при кроці колон каркасу 6...12 м та висоті до головки підкранової рейки – 6...12,6 м, а порталні зв'язки – при кроці колон 12 і 18 м та висоті до головки підкранової рейки – 8...14,6 м [18].

Обв'язувальні балки служать для обпирання стінового заповнення каркасів зовнішніх огорожень, огорожень в місцях перепаду висот будівель, а при розташуванні цих балок над віконними прорізами вони виконують роль перемичок. Також обв'язувальні балки призначені для підвищення міцності та сталості високих самонесучих стін. Стіни над обв'язувальними балками можна передбачати суцільними, з окремими прорізами, зі стрічковим заскленням. Обв'язувальні балки виконують, як правило, в збірному залізобетонні та використовують в тих випадках, коли стіни будівлі зводять з цегли або дрібних стінових блоків [18,27].

Обв'язувальні балки влаштовують виносними, примикаючими до зовнішніх граней крайніх колон каркасу. Розміри та форму поперечного перерізу цих балок приймають в залежності від товщини стін, що на них встановлюють, та величини навантаження, яке передається на балки. Обв'язувальні балки виготовляють висотою 600 мм та довжиною 6 м. Балки кріплять до колон каркасу за допомогою монтажних деталей, які приварюються до закладних деталей в балках та колонах [27].

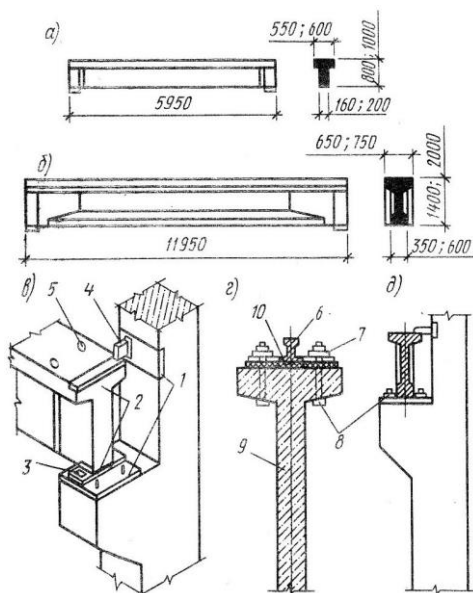
Підкранові балки. Залізобетонні підкранові балки служать опорами для рейок, по яким переміщуються мостові крани. Крім цього, вони забезпечують повздовжню просторову жорсткість каркасу будівлі.

В залежності від положення балок вздовж кранового шляху розрізняють балки середні та крайні, які розташовують у поперечних температурних швів та у торців будівель.



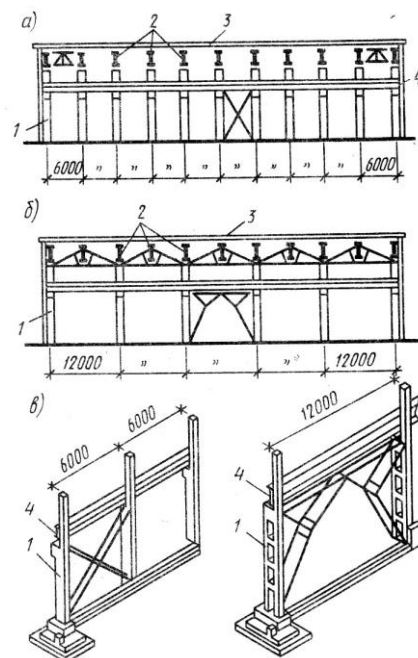
Залізобетонні колони фахверка:

а – в торцевих стінах; б – те ж, поздовжніх; в – кріплення стійки торцевого фахверка каркасу до ферми; г – верх фахверкової стійки; д – при стінах зі штучних матеріалів; 1 – колона основного каркасу, 2 – основна та допоміжна стійки фахверка, 3 – стіни панельні або зі штучних елементів, 4 – сталеві стійки фахверка, 5 – фундаменти фахверку, 6 – фундаментна балка, 7 – сталеві надставки фахверкової колони, 8 – сталевий кутик (на висоту прогину), 9 – кроквяна балка або ферма, 10 – планка для кріплення плит покриття, 11 – лист, що закріплює верх фахверкової стійки.



Залізобетонні підкранові балки:

а – прогинів 6 м; б – те ж, 12 м; в – обпирання підкранової балки на колону; г – кріплення рейки до балки; д – кріплення балки до колони; 1 – закладні деталі колони, 2 – те ж, підкранової балки, 3 – сталеві планки, 4 – сталеві накладки, 5 – отвори для кріплення рейки, 6 – рейки, 7 – гумові прокладки, 8 – болт, 9 – балка, 10 – сталеві лапки-затискачі.



Розташування вертикальних поздовжніх зв'язків між колонами:

а – хрестових; б – порталних; в – конструкцій зв'язків; 1 – колони, 2 – ферми покриття, 3 – те ж, плити, 4 – підкранові балки.

Поперечний переріз залізобетонних підкранових балок може бути таврово-трапецієподібним або двотавровим [18].

Підкранові балки при кроці колон 6 м виготовляють висотою 800...1200 мм й таврового перерізу з розташуванням полиці в стиснутій зоні. Підкранові балки при кроці колон 12 м виробляють двотаврового перерізу висотою 1400 або 1600 мм.

Кріплять залізобетонні підкранові балки до колон: знизу – на болтах та зварюванні, зверху – приварюванням вертикально поставленого листа до закладних деталей в колоні та балці [17,18].

Види стінового заповнення.

Головними вимогами до стін промислових будівель є забезпечення в приміщенні температурно-вологого режиму відповідно до вимог технологічного процесу, а також вимоги по міцності, сталості, вогнестійкості, стійкості до атмосферних дій, довговічності та надійності.

В залежності від конструктивної схеми будівлі стіни підрозділяють на несучі, самонесучі та навесні [19].

Несучі стіни сприймають навантаження від власної маси, покриттів, перекриттів та в ряді випадків підйомно-транспортного обладнання.

Для зведення несучих стін використовують цеглу, великі та дрібні стінові блоки, котрі застосовують в одноповерхових і багатоповерхових промислових будівлях з малими прогинами.

Самонесучі стіни сприймають навантаження від власної маси, вітру та передають їх на каркас за допомогою гнучких і ковзних зв'язків, які не перешкоджають осадці стін. Самонесучі стіни зводять з великих панелей та блоків, а також використовують цеглу та стінові камені [19].

Навісні стіни сприймають навантаження від власної маси та вітрові навантаження в межах тільки одного поверху в багатоповерхових будівлях або в межах одного кроку (однієї панелі в одноповерхових каркасних будівлях). Ці стіни виконують в основному функції огорожувальних конструкцій через те, що свою масу вони передають на каркас за допомогою опорних столиків або обв'язувальних балок. Навесні панелі, як правило, зводять з багат шарових панельних конструкцій і листових матеріалів [27].

У промисловому будівництві зводять як опалювальні, так й неопалювальні будівлі. Товщину зовнішніх стін опалювальних будівель в залежності від матеріалу та теплотехнічних вимог у більшості випадків приймають в межах від 200 до 500 мм [16].

За конструктивним рішенням стіни промислових будівель можуть бути монолітними та збірними: з цегли, дрібно- та великорозмірних блоків, панелей і листів. За теплотехнічними ознаками стінові конструкції можуть бути теплими – для будівель, що опалюються, та холодними – для будівель, що не опалюються, або мають надлишок виділення тепла при здійсненні технологічного процесу.

Стінове заповнення з бетонних та залізобетонних панелей. Стінові панелі за призначенням підрозділяють на два різновиди: для опалювальних та неопалювальних будівель; за довжиною – для кроку колон 6 і 12 м. Висота панелей приймається рівною 1200 і 1800 мм [19].

Для кроку колон 6 м в опалювальних та неопалювальних будівлях уніфіковані стінові панелі визначають два конструктивних рішення панельних огорожень – навесні з обпиранням панелей на консолі колон з прорізами стрічкового засклення та самонесучі з обпиранням панелей на простінки шириною 3000 і 1500 мм, розташовані між віконними прорізами. У зв'язку з цим, панелі розділяються на рядові, перемичні, парапетні, карнизові (всі довжиною 6 м) та простінкові (довжиною 3000 і 1500 мм). Крім цього, передбачаються трапецеїдальні панелі для фронтонів, блоки для кутів будівлі, блоки для вставок у температурних швах, а також в місцях примикання взаємно перпендикулярних прогинів [19].

Висота світлових прорізів у панельних огороженнях з шестиметровим кроком колон визначається типом панелей, їх товщиною, міцністю світлового заповнення. Як правило, висота прорізів складає 1,2 м для першого ярусу засклення та 2,4...7,2 м – для подальших ярусів [27].

Цокольну частину огорожень рекомендується влаштовувати з панелей висотою 1200 мм з обов'язковим обпиранням їх на фундаментні балки.

При кроці колон 12 м в опалювальних будівлях можуть застосовуватися ті ж самі стінові панелі, що й для кроку 6 м з використанням фахверкових колон, в неопалювальних будівлях – ребристі попередньо напружені залізобетонні панелі довжиною 12 м. Найбільша висота заскленого прорізу не повинна перевищувати 16,8 м; в двоярусних прорізах, розділених поясом з однієї панельно-перемички, висота верхнього прорізузначається не більше 7,2 м [19].

Для стінового заповнення опалювальних виробничих будівель застосовуються одно - та багатошарові панелі. Одношарові панелі (або панелі суцільного перерізу) виготовляються з легких та ніздрюватих бетонів, багатошарові панелі – з залізобетонних ребристих плит і утеплювача або з кількох шарів бетону різних щільності та міцності. В неопалювальних виробничих будівлях стінове заповнення, як правило, монтують із залізобетонних ребристих панелей [19].

Стіни з цегли та великих блоків використовують для невеликих окремо стоячих будівель та для ділянок стін з великим числом технологічних отворів, дверей, воріт та інших видів прорізів. Товщина подібних стін у більшості випадків складає 250...510 мм. Їх виконують із застосуванням суцільної кладки. За характером роботи вони можуть бути несучими, самонесучими та, в окремих випадках, навісними [19].

Самонесучі цегляні зовнішні стіни виносять за зовнішню грань колон каркасу та встановлюють на залізобетонні фундаментні балки.

Навісні стіни з цегли та дрібних каменів розташовують перед колонами каркасу та обпирають поярусне на фундаментні та обв'язувальні балки колон.

Великі блоки для стін промислових будівель виготовляють з легких та ніздрюватих бетонів. В залежності від району будівництва товщину блоків зовнішніх стін приймають 300, 400 і 500 мм, внутрішніх стін – 300 мм. Для влаштування стін використовують блоки рядові, кутові, перемичні, парапетні та карнизні. Висоту блоків приймають 600, 1200, 1800 мм. Довжина блоків не повинна перевищувати 3 м [27].

Стіни з полегшених конструкцій виготовляють з використанням сталевих, алюмінієвих, пластмасових та інших листових матеріалів у поєднанні з ефективними утеплювачами. Їх розміщують вертикально і закріплюють до горизонтальних ригелів, котрі, у свою чергу, з'єднують болтами з основними та фахверковими колонами. За конструктивним рішенням такі стіни представляють собою тришарові панелі типу «сандвіч» й складаються з двох личкувальних металевих листів і утеплювача між ними. Суттєвим недоліком стін з полегшених конструкцій є низька вогнестійкість, тому їх застосовують в одноповерхових промислових будівлях для виробництв з неагресивним середовищем при відносній вологості повітря приміщень не більше 60% [28].

Заповнення та засклення стінового огороження. Заповнення віконних прорізів повинне забезпечувати необхідні умови освітлення та повітрообміну, мати раціональні теплозахисні властивості, бути довговічними та зручними в експлуатації.

Конструктивно віконні прорізи заповнюють рамами, панелями та безрамними елементами. Рами конструкцій віконних прорізів промислових будівель виготовляють з пластичних мас, сталі, дерева, залізобетону. Конструкції рам можуть біти одинарними, спареними і роздільними.

Заповнення віконних прорізів складається з коробок, рам із заскленням та підвіконної дошки. Засклення виконують із склопластику, звичайного листового скла, профільного або сонцезахисного скла, склоблоків та інших видів світлопрозорих матеріалів [29].

В залежності від кліматичних умов району будівництва використовують одинарне, двійне та трійне засклення.

Розміри віконних рам приймають за шириною кратними 500 мм, по висоті – кратними 600 мм. Розміщують світлові прорізи, починаючи з відмітки 1200 мм від рівня підлоги, у вигляді суцільних засклених поверхонь, засклених стрічок на всю довжину огорожень або окремими ділянками з глухими простінками, котрі, як правило, дорівнюють кроку колон [15,16].

Заповнення із склоблоків, скляних панелей, листів зі склопластику та профільного скла мають кращі теплоізоляційні та звукоізоляційні властивості, зумовлюють отримання м'якого розсіяного світла, є стійкими до агресивних середовищ та більш економічними. Найбільш поширеними при застосуванні вважаються склозалізобетонні панелі, які складаються із залізобетонної рами та склоблоків [16].

3.4. Конструкції покриттів. Влаштування пристрої для верхнього освітлення та аерації.

Площинні несучі конструкції покриттів. Кроквяні балки, ферми, арки та рами. Підкроквяні конструкції. Просторові покриття. Зв'язки покриттів. Вимоги до огорожувальних конструкцій покриттів. Конструктивні елементи огорожувальної частини покриттів. Засоби відводу води з покриттів. Типи та призначення ліхтарів, їх схеми. Поняття про зенітні ліхтарі. Безліхтарні будівлі.

Несучі конструкції покриттів промислових будівель підрозділяють на кроквяні, підкроквяні та несучі елементи огорожувальної частини покриття.

Підкроквяні конструкції виконують у вигляді балок та ферм, а несучі конструкції огорожувальної частини покриття – у вигляді великорозмірних плит [14].

У промислових будівлях, як правило, застосовують наступні типи кроквяних несучих конструкцій: площинні – балки, ферми, арки та рами; просторові – оболонки, складки, купола, склепіння та висячі системи.

Кроквяні залізобетонні балки влаштовують таврового і двотаврового перерізу та використовують для влаштування покриттів у промислових будівлях при прогінах 6, 9, 12 і 18 м. Залізобетонні балки можуть бути односкатними, двоскатними та з паралельними поясами. З метою зменшення маси балок та для пропуску комунікацій в них влаштовують отвори різного обрису. Типові кроквяні балки розраховані для використання в будівлях з кроком колон 6 м, з обпиранням на залізобетонні колони, підкроквяні балки (при прогінах 18 м) та несучі стіни [14, 15].

Кроквяні залізобетонні ферми застосовують в одноповерхових промислових будівлях для перекриття прогінів 18, 24 і 30 м. Ферми встановлюють з кроком 6 або 12 м. Типові ферми виготовляють під покриття із залізобетонних плит шириною 1500 і 3000 мм. В залежності від обрису залізобетонні ферми поділяють на сегментні безрозкісні, сегментні розкісні, з паралельними поясами, полігональні та трикутні [27].

Залізобетонні кроквяні ферми можуть бути цільними чи складеними, які складають з двох напівферм або з окремих блоків та інших лінійних елементів.

Залізобетонні арки застосовують при великих прогінах (40 м і більше). Арки підрозділяють на трьохшарнірні з шарнірами на опорах та в середині прогину, двошарнірні з шарнірами тільки на опорах та безшарнірні. Опорами арок можуть бути колони будівлі або спеціальні фундаменти. За способом зведення арки розділяють на збірні (з окремих блоків) та монолітні. Переріз арок може бути прямокутним, тавровим, коробчастим та іншої форми [18].

Залізобетонні рами влаштовують однопрогоновими та багатопрогоновими, монолітними та збірними. Рами представляють собою стрижневу конструкцію, геометричну незмінність якої забезпечують жорсткі з'єднання елементів рами в вузлах. Обрис ригелів в рамі може бути прямолінійним, ломаним та криволінійним [18].

Просторові несучі конструкції покриття:

Оболонки представляють собою просторові тонкостінні конструкції з криволінійними поверхнями. До них відносяться: циліндричні оболонки (довгі та короткі); різної форми оболонки двоякої кривизни (пологі коноїдальні оболонки та купола); призматичні оболонки-складки [27].

Циліндричні оболонки збірні та монолітні застосовують при прогинах 24-48 м. Оболонка складається із тонкої зігненої по циліндричній поверхні плити, підсиленої бортовими елементами. Її обпирають по торцях на діафрагми, які підтримуються колонами. Відстань між осями діафрагм – це прогин оболонки l_1 . Відстань між осями бортових елементів називають довжиною хвилі l_2 . Циліндричні оболонки можуть бути однопрогоновими та багатопрогоновими. Якщо $l_1/l_2 \geq 1$, то оболонку називають довгою, якщо $l_1/l_2 < 1$ – короткою [27].

З циліндричних оболонок, розміщуючи їх похило, створюють так звані *шедові покриття*, які можуть мати зубчастий або пилкоподібний профіль.

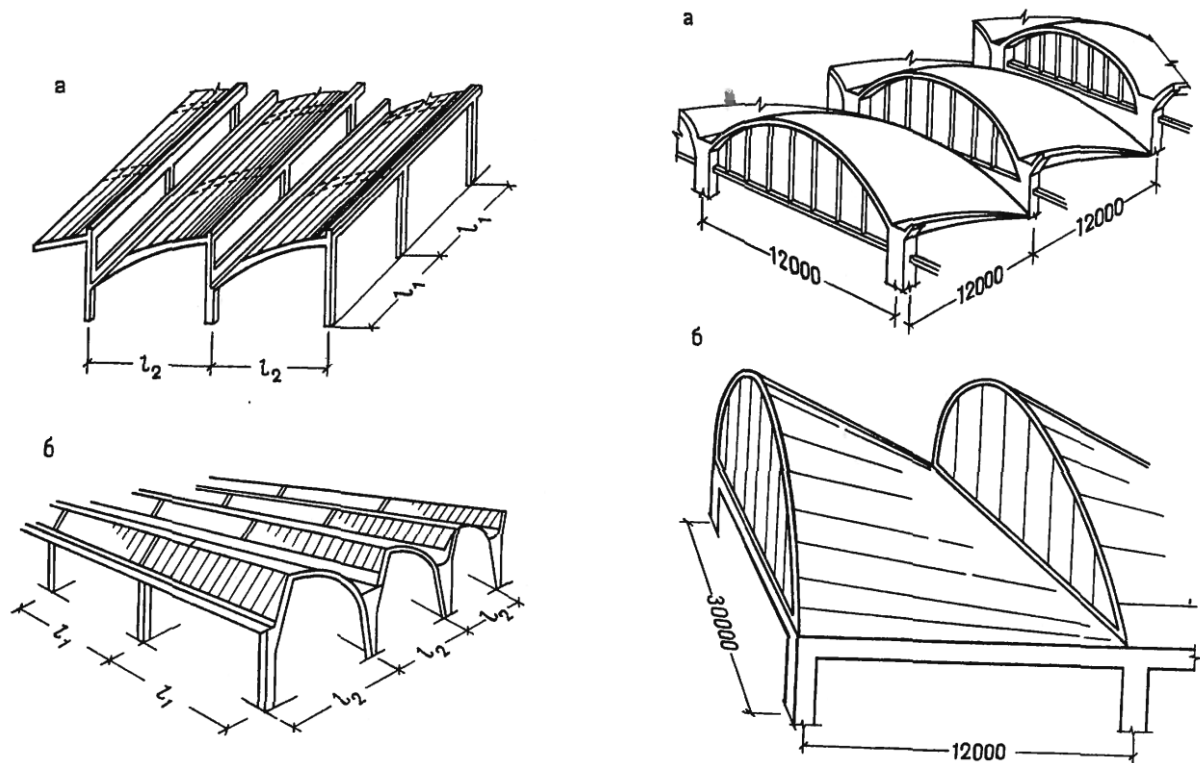
Різновидом шедових покриттів є *коноїди*. Оболонка коноїда має одинарну кривизну та працює головним чином на стиск в поперечному напрямку. Коноїдальні покриття влаштовують однохвильовими та багатохвильовими. Оболонки коноїда зазвичай мають прогини до 12 м (за умовами природного освітлення) з довжиною хвилі до 90 м, при цьому шкарлупу коноїда виконують товщиною до 100 мм [13].

Купола використовують в будівлях, що мають круглу форму в плані. Вони можуть бути збірними (ребристими) та монолітними (гладкими). Збірні залізобетонні купола мають радіальну або радіально-кільцеву розрізку поверхні на збірні елементи. Купольне покриття складається з оболонки, верхнього та нижнього опорного кільця. Нижнє кільце сприймає розтягуючі зусилля, а верхнє – стискаючі зусилля [14].

Конструкції складчастого типу, як правило збірні, використовуються в промислових будівлях з прогинами 18-36 м та при кроці колон 12 м. Збірна залізобетонна складка збирається з плоских елементів та складається з бортових балок, арок-діафрагм та трьох типів ребристих плит. Складки можуть бути однопрогоновими та багатопрогоновими, однохвильовими та багатохвильовими [14].

Склепіння застосовують для влаштування покриттів будівель при прогинах до 100 м і більше. Характерна особливість цієї конструкції – наявність розпору, який передається на опори. Склепіння можуть обпиратися на вертикальні несучі конструкції (колони, стіни) або безпосередньо на фундамент. Найбільше поширення отримали бондарні та хвильові склепіння, збірні елементи яких мають криволінійний та складчастий поперечний переріз [15].

Висячі покриття використовуються для будівель з великими прогинами. Несуча конструкція таких покриттів включає ванти (сталеві троси), які працюють тільки на розтяг. Виділяють дві групи висячих покриттів: із замкнутим контуром для будівель з круглим, овальним та еліптичним обрисом та розімкнутим контуром для будівель, що мають прямокутний план [14].

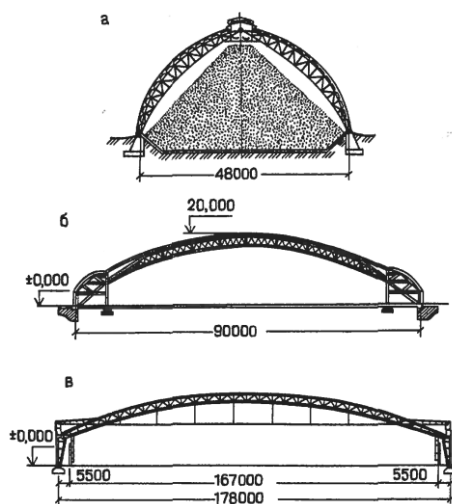
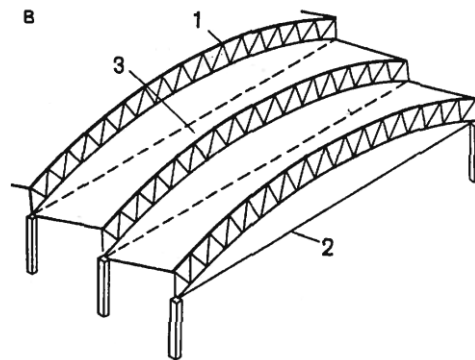


Циліндричні шедові оболонки:

а – зубчаста; б – пилкоподібна.

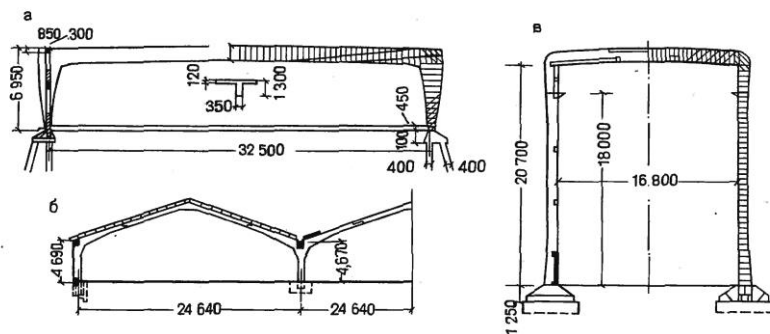
Оболонки коноїдальні та шедові:

а – шедове покриття з діафрагмами у вигляді залізобетонних арок; б – коноїдальна оболонка; в – шедове покриття з діафрагмами у вигляді сталевих ферм криволінійного обрису; 1 – арокна ферма, 2 – зтяжка, 3 – оболонка.



Схеми наскрізних арок:

а – тришарнірна; б – двошарнірна;
в – арка з піднятою зтяжкою.



Залізобетонні рами:

а, в – однопрогонові монолітні;
б – багатопрогонова збірна.

Підкроквяні конструкції. В тих випадках, коли крок колон каркасу перевищує крок несучих конструкцій покриття – балок та ферм, останні опираються на підкроквяні конструкції.

Залізобетонні підкроквяні конструкції влаштовують у вигляді балок висотою 1500 мм або у вигляді ферм висотою 2200 і 3300 мм. Підкроквяні конструкції застосовують в будівлях, технологічний процес яких потребує широкого кроку опор [15].

Залізобетонні підкроквяні балки призначені для влаштування в будівлях з залізобетонним каркасом при прогінах 12 м і більше, кроці колон 12 м та кроці кроквяних конструкцій 6 м.

Залізобетонні підкроквяні ферми передбачаються двох типів – для укладки під несучі конструкції покриттів з плоскою або зі скатною покрівлею.

Підкроквяні ферми для будівель з плоскою покрівлею розроблені з урахуванням опирання на них кроквяних ферм з прогінами 18 і 24 м й паралельними поясами в будівлях з кроком колон 12 м та кроком ферм 6 м [15].

Підкроквяні ферми для будівель зі скатною покрівлею призначені для опирання на них кроквяних ферм з прогінами 18, 24 і 30 м в будівлях з кроком колон 12 м та кроком ферм 6 м [15].

Зв'язки в покриттях передбачають, враховуючи вид каркасу, тип покриття, висоту будівлі, вид, вантажопідйомність та режим роботи внутрішньоцехового підйомно-транспортного обладнання.

Вертикальні зв'язки між опорами залізобетонних кроквяних конструкцій встановлюють тільки в покриттях з плоскою покрівлею, якщо висота кроквяних конструкцій більше 900 мм. В будівлях без підкроквяних конструкцій вертикальні зв'язки розміщують в крайніх кроках температурного блоку будівлі по поздовжніх осях у місцях опор кроквяних конструкцій покриття. При наявності підкроквяних конструкцій вертикальні зв'язки встановлюють тільки в крайніх рядах колон при кроці 6 м [18].

Горизонтальні зв'язки в конструкціях покриття встановлюють по верхніх та нижніх поясах основних несучих ферм або балок. Горизонтальні зв'язки між опорами залізобетонних кроквяних конструкцій встановлюють при наявності мостових кранів та великій висоті будівлі (більше 10 м). В цих випадках для сприйняття і перерозподілу між несучими конструкціями покриття горизонтальних тормозних зусиль мостових кранів та вітрових зусиль, що сприймаються торцевими стінами, проектують горизонтальні зв'язки у вигляді хрестових елементів з прокатної сталі, які розміщують у рівні нижнього поясу несучих кроквяних конструкцій по краях температурних блоків [18].

В ліхтарях влаштовують систему зв'язків з вертикальних та горизонтальних сталевих кутиків. Вертикальні зв'язки між несучими конструкціями покриття влаштовують в крайніх прогонах температурного відсіку, обмеженого температурними швами або торцем будівлі. Ці зв'язки призначені для сприйняття тормозних зусиль кранів, а також вітрових впливів на торець будівлі [18].

Конструктивні елементи огорожувальної частини покриттів.

Огорожувальні конструкції покриттів промислових будівель повинні давати опір всім силовим та несиловим діям й через це мати достатню міцність, малу деформативність, а також добрі гідро-, паро-, газо-, теплоізоляційні властивості, бути пожежобезпечними, довговічними і корозійностійкими, економічними та індустріальними [19].

До складу огорожувальної частини покриття можуть входити: покрівля (водоізоляційний шар) – найчастіше рулонний килим; вирівнювальний шар – стяжка з асфальтобетону або цементного розчину; теплозахисний (теплоізоляційний) шар – з пінобетонних, легкобетонних та керамзитобетонних плит; пароізоляція, яка запобігає зволоженню теплоізоляційного шару водяними парами, що проникають в покриття з приміщення; несучий настил, який підтримує огорожувальні елементи покриття [19].

Огорожувальні конструкції покриттів промислових будівель розділяють на холодні та утеплені.

В залежності від матеріалів, що використовуються, розрізняють декілька видів огорожувальних конструкцій покриттів промислових будівель:

- покриття по залізобетонних плитах, панелях та настилах (ребристі, плоскі, ребристі склепінчасті; утеплені одношарові та комплексної конструкції);
- покриття по сталевих профільованих настилах;
- покриття з комбінованих покрівельних плит та алюмінієвих листів;
- покриття з полімерних матеріалів;
- покриття з дерев'яних матеріалів (різні плити з деревним наповнювачем, деревинностружкові, деревинноволокнисті) [23,27].

Вибір та рішення огорожувальної частини покриття залежить від призначення будівлі, температурно-вологого режиму приміщень, кількості тепла, що виділяється в приміщення технологічними установками, способу видалення з покрівлі води та снігу з урахуванням комплексу зовнішніх та внутрішніх кліматичних впливів.

Відвід води з покрівель промислових будівель може бути зовнішнім та внутрішнім. Зовнішній неорганізований водовідвід влаштовують при відсутності дощової каналізації на території підприємства та ширині опалювальних будівель не більше 72 м [21].

На скатних покрівлях водостічні воронки розташовують в знижених їх ділянках – розжолобках. При плоских покрівлях у кожному ряді колон встановлюють не менше однієї воронки. Площу водозбору, що приходить на одну воронку, визначають розрахунком в залежності від типу та уклону покрівлі, а також конструкцій водостічної системи. Відстань між воронками для скатних покрівель повинна бути не більше 48 м. При плоских покриттях максимальна довжина шляху води не повинна перевищувати 150 м [21].

Для промислових будівель з плоским або скатним покриттям застосовуються, як правило, водостічні воронки, які складаються зі зливного патрубку, притискного кільця та ковпака [21].

Пристрої для верхнього освітлення та аерації.

Для верхнього освітлення виробничих площ, віддалених від віконних прорізів, та для природної вентиляції (аерації) цехів влаштовують *ліхтарі* – надбудови в промислових будівлях над прорізами в покриттях. За призначенням ліхтарі підрозділяють на світлові для освітлювання приміщення, аераційні для аерації (провітрювання) приміщення або для освітлювання та провітрювання одночасно (світлоаераційні) [9].

За розташуванням ліхтарі підрозділяються на повздовжні (мають найбільше поширення) та поперечні. За формою ліхтарі розділяють на односторонні, двосторонні та zenітні (плоскі та сферичні).

Коли світлові прорізи розміщені горизонтально, а елементи їх заповнення вмонтовані в огорожувальну конструкцію покриття, вони носять назву світлопрозорих панелей [9].

Ліхтарі та світлопрозорі панелі можуть розташовуватися в окремих точках покриття, йти по ньому у вигляді стрічки або розміщатися по всій площині покриття.

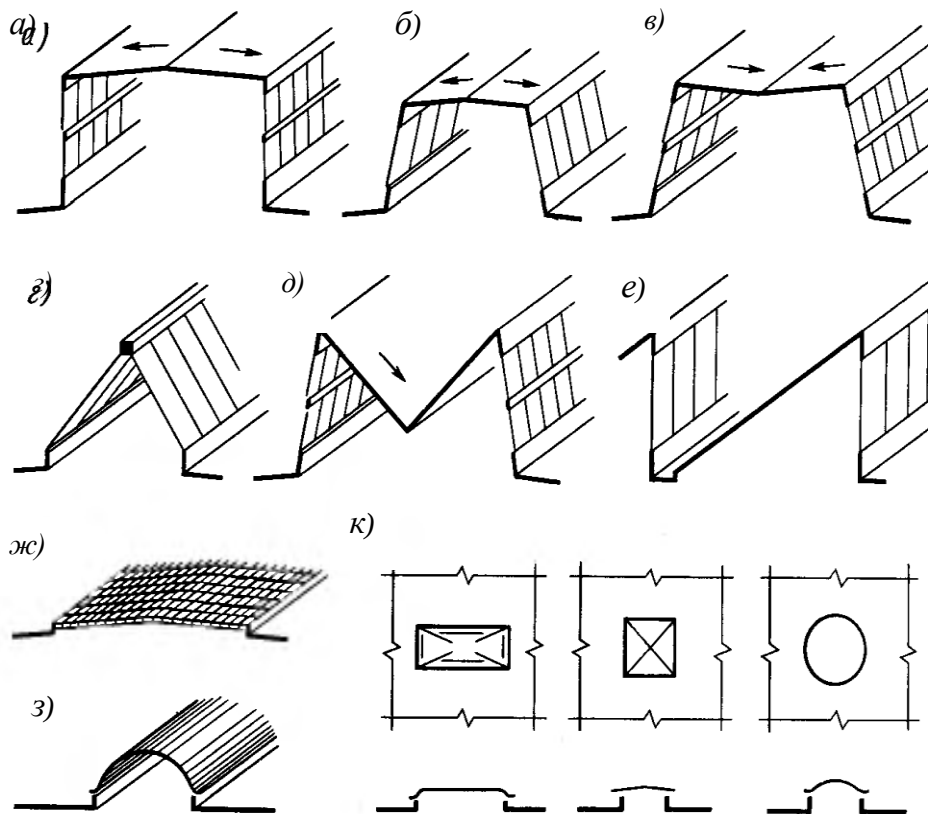
Для 12-ти та 18-ти метрових прогинів приймають ліхтарі шириною 6 м, а для прогинів 24, 30 і 36 м – 12 м. Висоту ліхтаря визначають на основі світлових та аераційних розрахунків. В багатопрогонових будівлях ширину ліхтарів слід приймати не менше треті ширини прогину. Довжина ліхтарів повинна бути до 84 м. Якщо потребується більша довжина ліхтаря, то його влаштовують з розривами, величину яких приймають 6 м. До торцевих стін ліхтар не доводять також на 6 м [9].

Водовідвід з ліхтарів шириною 6 м виробляють зовнішнім, а з ліхтарів шириною 12 м – зовнішній або внутрішній, щоб стікаюча вода не потрапляла на засклення.

Ліхтарі можуть мати різне конструктивне рішення, але їх конструкція в обов'язковому порядку включає несучий каркас та огорожувальну частину.

Каркас ліхтаря складається з поперечних рам та повздовжніх елементів, до яких відносять: бортові плити, прогини для кріплення стулок та віконних рам, плити покриття і зв'язки. До огорожувальних конструкцій ліхтарів відносять повздовжні та торцеві стіни, покриття та заповнення світлових і аераційних прорізів [9].

Застосовування ліхтарів в багатьох випадках не забезпечує потрібне природне освітлення внаслідок забруднення скла або великих снігових відкладень в міжліхтарних зонах. Крім того, вартість ліхтарів є значною, їх улаштування вимагає великих експлуатаційних витрат на ремонт і очищення засклення та особливо на поповнення в холодну пору року тепловитрат через ліхтарі. Це зумовлює той факт, що в останній час намічається тенденція щодо обмеження використання ліхтарів та перехід у деяких випадках до безліхтарних будівель, використання яких з улаштуванням штучного люмінесцентного освітлення вважається більш рентабельним, особливо в районах з тривалою зимою та сильними снігопадами [9,27].

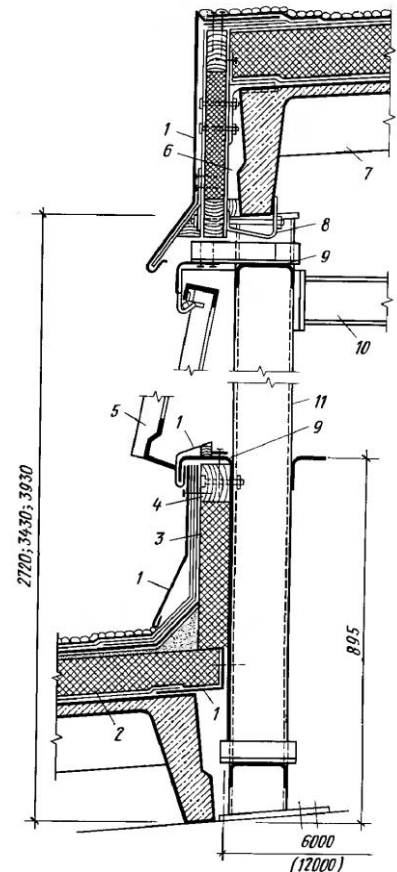
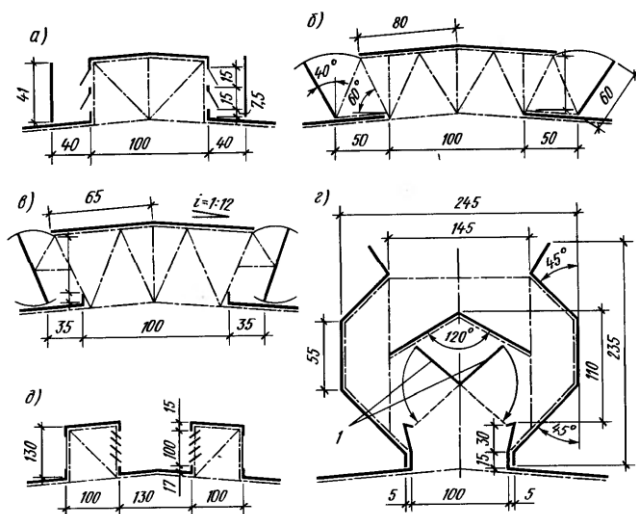


Основні профілі світлових та комбінованих ліхтарів:

а – прямокутний; б, в – трапецеїдальний; г – трикутний;
д – М-подібний; е – шедовий; ж-к – зенітні.

Деталі прямокутного світлоаераційного ліхтаря при покритті із залізобетонних плит:

1 – покрівельна оцинкована сталь; 2, 3 – плитний утеплювач; 4 – дерев'яні бруски; 5 – рама, що відкривається; 6 – карнизна панель; 7 – залізобетонна плита; 8 – кріпильний анкер; 9 – швеллери; 10 – поперечна рама ліхтаря; 11 – ліхтарна панель.



Типи аераційних ліхтарів.

3.5. Влаштування інших елементів промислових будівель.

Види та конструктивні елементи підлог промислових будівель. Види перегородок за призначенням, конструктивним рішенням та матеріалами. Конструктивні рішення воріт та дверей. Підвісні стелі. Робочі площадки та етажерки. Сходи. Протипожежні перешкоди та деформаційні шви. Інженерні споруди промислових підприємств.

Конструкція підлоги промислової будівлі визначається видом виробництва, особливостями технологічного процесу та санітарно-гігієнічними умовами. В одноповерхових виробничих будівлях підлоги настиляють, як правило, безпосередньо на ґрунт основи, в багатоповерхових – на перекриття, які в більшості випадків складаються зі збірних уніфікованих залізобетонних плит [23,27].

У промислових будівлях підлоги розділяють на три групи в залежності від конструкції та способу влаштування їх покриття:

Перша група – підлоги суцільні або безшовні. Вони можуть бути:

а) на основі природних матеріалів: земляні, гравійні, щебеневі, глинобитні, глинобетоні, комбіновані;

б) на основі штучних матеріалів: бетоні, сталобетоні, мозаїчні, цементні, шлакові, асфальтові, асфальтобетоні, дьогтебетоні, полімерні (у вигляді мастик, розчинів та бетонів).

Друга група – підлоги із дрібних штучних матеріалів: кам'яні – буличні, брусчаті, цегляні та клінкерні; з плиток та плит дерев'яних, бетонних, залізобетонних, металоцементних, асфальтобетонних, керамічних, пластмасових, деревинноволокнистих, шлакових, сталевих та чавунних.

Третя група – підлоги з рулонних та листових матеріалів: рулонні – з лінолеуму, реліну, синтетичних килимів; листові – з вінілпласту, деревинноволокнистих та деревинностружкових листів [27].

Конструкція підлог по ґрунту, крім покриття, складається також з прошарку, стяжки, гідроізоляції, тепло - або звукоізоляційних шарів, підстильного шару та основи (ґрунт).

Перегородки в виробничих будівлях підрозділяють на стаціонарні та збірно-розбірні. Стаціонарні перегородки призначені для повного розділу приміщень, які суттєво відрізняються за своїм функціональним призначенням.

Збірно-розбірні перегородки мають невелику висоту (не більше 2,4 м) та призначені для виділення ділянок виробництва, на які доступ людей повинен бути обмеженим. Збірно-розбірна конструкція перегородок дозволяє при змінах технологічного процесу виробництва переставляти перегородки на інше місце.

Виконують перегородки в промислових будівлях у вигляді панелей з важкого, легкого або ніздрюватого бетонів, з гіпсобетону, з профільованих сталевих листів. Цегляні перегородки через велику трудомісткість їх зведення застосовують рідко [27].

Основними вимогами, що пред'являють до перегородок є: економічність (в тому числі мала товщина та невелика вага), вологостійкість (водоневбирання, водонепроникність) в цехах з підвищеною вологістю, звукоізоляційна здатність в цехах з високим рівнем шуму, пробійність, санітарно-гігієнічні потреби.

Ворота та двері. На промислових підприємствах в залежності від способу відкривання прийняті наступні види воріт: підйомно-секційні, шторні, складчасті, розсувні та двійчасті.

Найбільш поширеними є двійчасті ворота, полотна яких навішують на раму, що обрамляє проріз воріт. Рама може бути дерев'яною, сталевую із кутиків або залізобетонною. При значних розмірах воріт застосовують полотна зі сталевим каркасом. Ворота можуть відкриватися вручну або автоматично за допомогою спеціального механізму.

На діючих підприємствах застосовують ворота різних типів та розмірів: підйомно-поворотні (секційні) 4,8х5,4 м, призначені для пропуску залізничного транспорту; відкотні 4,8х5,4; 3,6х3,6 і 3,6х3,6 м – для гарячих цехів, складів та ін.; шторні 4,8х5,4 м – для всіх видів надпідлогового транспорту; розсувні 4,8х5,4; 3,6х3,6 і 3,6х3,6 м для гарячих цехів, складів та ін.; двійчасті 2х2,4; 3х3; 4х3; 6,4х4,2 і 4,8х5,4 м – в цехах різного призначення, а також телескопічні розмірами 3,6х3,6; 4,2х4,2 і 4,8х5,4 м [27].

В будівлях, що опалюються, ворота повинні бути обладнанні вентиляторами та калориферами, які утворюють повітряні та повітряно-теплові завіси.

Підвісні стелі. За функціональною ознакою підвісні стелі використовують:

- для надійної ізоляції основних робочих приміщень, в яких протікають технологічні процеси, що потребують сталості температури та вологості повітря, високої освітленості та знепилювання повітря;
- для огороження надстельового простору, щільно насиченого відводами повітря, електротехнічними устроями та електросвітильниками;
- для захисту продукції від попадання на неї капелі, яка визивається випадінням конденсату;
- для рішення акустичних задач, пов'язаних з поглинанням шуму [23].

За прийнятим способом обслуговування обладнання та комунікацій підвісні стелі розділяють на прохідні, які допускають прохід по ним, та непрохідні, котрі обслуговуються знизу. Коли рух по підвісній стелі передбачається обмеженим, влаштовують напівпрохідні стелі. В цьому випадку персонал пересувається по ходовим дошкам, пригнувшись. У панелях передбачають отвори відповідних розмірів для розміщення світильників та повітророзподільних устроїв.

Робочі майданчики та етажерки. Сходи. Для зручності обслуговування технологічного обладнання всередині цеху влаштовують спеціальні майданчики, які називають робочими. Площадки складаються з балок, настилу, огорожі та сходів. Площадки можуть бути багатоярусними, балки яких мають жорстке сполучення з колонами, утворюючи багатоповерховий каркас. Технологічні площадки розділяють на слідуючі групи: оглядові, ремонтні, перехідні, посадочні та оглядові, призначені під важке або легке обладнання та для обслуговування підйомно-транспортного обладнання [16].

У виробничих будівлях промислових підприємств сходи залежно від призначення підрозділяють на основні та допоміжні (службові, пожежні та

аварійні). В багатоповерхових будівлях основні сходи можуть бути вбудованими або прибудованими до будівлі та по своїй конструкції аналогічні сходам цивільних будівель. У виробничих будівлях повинні бути передбачені зовнішні пожежні сходи. Аварійні сходи призначені тільки для евакуації людей при пожежі або аварії [22].

Деформаційні шви та протипожежні перешкоди. Деформаційні шви (температурні та осадові) влаштовують в промислових будівлях великої протяжності або ширини, а також складених з кількох об'ємів з різними висотами та навантаженнями. Виробничі будівлі по всій висоті та всім конструктивним елементам, за виключенням фундаментів, розділяють температурними швами на незалежні один від одного ділянки – температурні блоки (відсіки). Для запобігання виникнення небезпечних деформацій від нерівномірного осадку залізобетонних конструкцій будівель значної довжини, які складаються з елементів різної поверховості або обпираються на ділянки з різними ґрунтами, треба передбачати осадові шви, котрі, на відміну від температурних, доходять до підшви фундаменту [17,24].

З метою запобігання поширенню пожежі по будівлі влаштовують протипожежні перешкоди. Перешкодами від поширення вогню в вертикальному напрямку служать неспалимі перекриття (в багатоповерхових будівлях), в горизонтальному напрямку – неспалимі протипожежні стіни (брандмауери), які мають велику границю вогнестійкості та розділяють будівлю на окремі відсіки.

Інженерні споруди промислових підприємств за функціональним призначенням розподіляють на наступні групи:

- споруди для обпирання та розміщення обладнання (етажерки та площадки, підвали, відпускні колодязі);
- комунікаційні та транспортні споруди (тунелі, канали, колектори, окремо стоячі опори, естакади під технологічні трубопроводи);
- галереї та естакади;
- відкриті кранові та залізничні естакади;
- ємнісні споруди для водозабезпечення та каналізації;
- водонапірні башти;
- резервуари для нафти та нафтопродуктів;
- газгольдери;
- силосні башти та корпуси для збереження сипучих матеріалів;
- бункера, засіки;
- димові труби;
- витяжні башти;
- градирні;
- підпорні стіни [27].

Інженерні споруди промислових підприємств зводять за типовими проектами з використанням залізобетонних конструктивних елементів і деталей та індустріальних методів ведення робіт.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. Класифікація промислових будівель за функціональним призначенням, об'ємно-планувальним рішенням, конструктивною схемою, поверховістю, матеріалом основних несучих конструкцій та іншими ознаками.
2. Характеристика будівель прогонового, коміркового та зального типів.
3. Види підйомно-транспортного обладнання.
4. Класифікація мостових кранів в залежності від режиму експлуатації.
5. Генеральні плани промислових підприємств. Вибір території.
6. Планувальні схеми забудови території промислового підприємства.
7. Зонування промислової території за функціонально-технологічною ознакою.
8. Види та розміщення мереж інженерних комунікацій. Транспортні шляхи.
9. Види благоустрою та озеленення промислової території.
10. Зовнішні та внутрішні фактори, що визначають стан повітряного середовища приміщень промислових будівель.
11. Природна (аерація) та штучна вентиляція виробничих приміщень.
12. Класифікація та нормування шумів і вібрацій.
13. Технологічний процес як основа для об'ємно-планувального рішення виробничих будівель.
14. Конструктивні схеми одноповерхових та багатоповерхових промислових будівель.
15. Допоміжні будівлі та санітарно-технічні приміщення.
16. Особливості проектування адміністративно-побутових будівель. Порядок розрахунку обладнання побутових приміщень промислового підприємства.
17. Особливості уніфікації, типізації і стандартизації у промисловому будівництві. Основні положення модульної координації розмірів в будівництві.
18. Правила прив'язки конструктивних елементів промислових будівель до координаційних осей.
19. Прив'язка стін и колон у торцевих стін одноповерхових промислових будівель до координаційних осей.
20. Прив'язка колон координаційних осей в місцях улаштування поперечних температурних швів одноповерхових промислових будівель.
21. Прив'язка колон крайніх рядів одноповерхових промислових будівель до координаційних осей.
22. Конструктивні особливості та переваги одноповерхових багатопрогонових виробничих будівель.
23. Конструктивні елементи залізобетонного каркаса одноповерхових промислових будівель.
24. Розміри сіток колон промислових будівель прогонового типу.
25. Яким чином забезпечується просторова жорсткість та сталість промислових будівель?

26. Основні конструктивні елементи сталевих каркасів одноповерхових промислових будівель.
27. Каркаси багатопверхових будівель.
28. Розміри сіток колон багатопверхових промислових будівель.
29. Несучі елементи каркасів промислових будівель і засоби їх сполучення.
30. Поняття про природні та штучні основи.
31. Вимоги до фундаментів, глибина закладення, матеріали.
32. Види фундаментів промислових будівель та їх конструктивні рішення.
33. Класифікація фундаментів промислових будівель за призначенням, способом зведення, характером роботи під навантаженням.
34. Основні конструктивні елементи стрічкових та стовпчастих фундаментів.
35. Особливості конструювання пальових фундаментів.
36. Конструктивна схема та область призначення суцільних фундаментів.
37. Вузли сполучення колон зі стаканами стовпчастими фундаментами
38. Фундаментні балки, їх призначення, розміри, перерізи.
39. Види та конструктивні рішення колон.
40. Призначення та розташування фахверкових колон в одноповерховій промисловій будівлі.
41. Призначення та область застосування обв'язувальних балок.
42. Підкранові балки. Призначення та конструктивні рішення
43. Зв'язки між колонами. Призначення, конструктивні рішення.
44. Види стінового заповнення.
45. Класифікація стін промислових будівель за способом прийняття навантажень.
46. Панельні стіни. Матеріали та конструкції.
47. Стіни з полегшених конструкцій. Матеріали та конструктивні рішення.
48. Типи зашкелених поверхонь огорожень.
49. Площинні несучі конструкції покриттів.
50. Конструктивні схеми кроквяних балок та ферм.
51. Конструктивні особливості кроквяних арок та рам.
52. Просторові несучі конструкції покриття промислових будівель.
53. Конструкції огорожуючих частин покриттів.
54. Підкроквяні конструкції. Елементи та призначення.
55. Фактори, що визначають конструктивні рішення зв'язків в покриттях промислових будівель.
56. Конструкції огорожуючих частин покриттів.
57. Пристрій покрівлі із зовнішнім та внутрішнім водостоком.
58. Типи та призначення ліхтарів. Конструктивні схеми.
59. Види та конструктивні рішення підлог по ґрунту.
60. Перегородки. Конструктивні рішення воріт та дверей.
61. Підвісні стелі. Робочі площадки та етажерки. Сходи.
62. Деформаційні шви та протипожежні перешкоди.
63. Інженерні споруди промислових будівель.

Список використаних джерел

- 1. Основні вимоги до проектної та робочої документації: ДСТУ 9243.4:2023 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. – 51 с. – (Національний стандарт України).
- 2. ДСТУ 9243.10:2023 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання специфікації обладнання і будівельної продукції
- 3. ДСТУ 9243.7:2023 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень
- 4. ДСТУ Б А.2.4-2:2009 Умовні графічні зображення та умовні позначки елементів генеральних планів та споруд транспорту
- 5. ДСТУ Б А. 2.4-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів.
- 6. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія.
- 7. ДБН В.2.6-220:2017 у частині Проектування (том 1), ДСТУ-Н Б В.2.6-214:2016 у частинах Влаштування (том 2) та Експлуатація (том 3)
- 8. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
- 9. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення)
- 10. ДБН В.2.6-220:2017 у частині Проектування (том 1), ДСТУ-Н Б В.2.6-214:2016 у частинах Влаштування (том 2) та Експлуатація (том 3)
- 11. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення
- 12. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.
- 13. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги
- 14. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення
- 15. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами.
- 16. ДБН В.1.2–14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Чинний від 01.12.09. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 26 с. 35.
- 17. ДБН В.1.1–31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму.— Чинний від 2014–06–01. – Київ : Мінрегіон України, 2014. с. 85 с.
- 18. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. – Чинний від 28.02.19. – Київ : Мінрегіон, 2018. – 137 с.
- 19. ДБН В.2.5–67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування – [Чинний від 01.01.14]. – Київ : Мінрегіон, 2013. – 232 с.
- 20. ДБН Б 2.2–12:2019. Планування та забудова територій [Електронний ресурс]. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 185 с. – Режим доступу : <http://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf>.
- 21. ДБН В.1.1.7–2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Чинний від 01.06.2017 – Київ : Мінрегіон, 2017 – 38с.
- 22. ДБН В.1.2–2:2006. Система забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. – Чинний від 01.10.2007. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. – 52 с.

- 23. ДБН В.1.2–10:2008. Система забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму. – Чинний від 01.10.08. – Київ : Мінрегіон, 2008. – 14 с.
- 24. ДБН А.2.2–14:2016. Склад та зміст науково-проектної документації на реставрацію пам'яток архітектури та містобудування. – Чинний від 01.07.17 – Київ : Мінрегіон. 2017. – 33 с.
- 25. ДБН А.2.2–3:2014. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектною документації для будівництва. – Чинний від 01.10.2014 – Київ : Мінрегіон. 2014. – 33 с.
- 26. ДБН В.2.6–31:2016. Теплова ізоляція будівель [Електронний ресурс]. – Київ: Мінрегіон України, 2017. – 31 с.
- 27. Коробко О.О., Лісенко В.А., Кушнір О.М. НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК до вивчення варіативної навчальної дисципліни «АРХІТЕКТУРА ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД» для самостійної роботи студентів освітньо-кваліфікаційного рівня 7.06010104 – «спеціаліст» з галузі знань 0601 – «Будівництво та архітектура» за напрямом підготовки – «Будівництво» зі спеціального виду діяльності – «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» денної та заочної форм навчання. ОДАБА: 2012, 91 с.
- 28. Проблеми та перспективи розвитку житлової забудови в умовах комплексної реконструкції міста : монографія / [Ю. І. Гайко, Т. В. Жидкова, Е. А. Шишкін та ін. ; за заг. ред. Ю. І. Гайка, Т. В. Жидкової] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 246 с.
- 29. Поліщук В. П. Транспортне планування міст / В. П. Поліщук, О. В. Красильнікова, О. П. Дзюба. – Київ : Знання України, 2018. – 371 с.
- 30. Дудко В. Від Львова до Харкова : 10 проектів реновації занедбаних заводів [Електронний ресурс] / В. Дудко. – Режим доступу: <https://investory.news/vid-lvova-do-xarkova-10-proektiv-renovacii-zanedbanixzavodiv/>.