

МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ДИЗАЙНУ І МИСТЕЦТВ
Кафедра Архітектури



КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Архітектурні конструкції» (4 семестр)
для студентів 2 курсу освітньо-професійної програми «Архітектурно-
ландшафтне середовище» спеціальності 191 «Архітектура та
містобудування»
денної форми навчання

Електронне видання

Затверджено
на засіданні кафедри Архітектури
Протокол № 1 від 31.08.2022 р.

Харків 2022

Конспект лекцій з дисципліни «Архітектурні конструкції» (4 семестр) для студентів 2 курсу освітньо-професійної програми «Архітектурно-ландшафтне середовище» спеціальності 191 «Архітектура та містобудування» денної форми навчання [Електронне видання] // Укладач: А.О. Єсіпов – Харків: ХДАДМ, 2022. – 78 с.

Укладач:

викладач кафедри Архітектури

А. ЄСІПОВ

Рецензент:

к.т.н., доц. каф. ОАП ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

Н. ІВАНОВА

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри Архітектури ХДАДМ
Протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.

© А.О. Єсіпов, 2022.

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1. ПРОМИСЛОВІ БУДІВЛІ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	6
1.1. Основні положення: поняття промислової та виробничої будівлі. Різниця. Загальне	6
1.2. Впливи на промислову будівлю	7
1.3. Вимоги до промислових будівель.....	8
1.4. Поняття допоміжних виробничих будівель.....	10
1.5. Поняття допоміжних адміністративно-побутових будівель.....	12
1.6. Уніфікація конструктивних елементів.....	14
1.7. Модульна система у промисловому будівництві. Модуль. Укрупнений модуль.....	16
1.8. Класифікація промислових будівель.....	18
ЛЕКЦІЯ 2. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ...20	
2.1. Конструктивні схеми промислових будівель	20
2.2. Планувальні схеми	22
2.3. Взаємовплив конструктивної і планувальної схеми. Класифікація за розташуванням внутрішніх опор.....	24
2.4. Поняття «будівля прольотного типу».....	26
2.5. Основні параметри будівлі прольотного типу.....	27
2.6. Об'ємно-планувальні рішення будівлі прольотного типу.....	28
2.7. Поняття «деформаційні шви».....	30
ЛЕКЦІЯ 3. КОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ32	
3.1 Збірні та суцільні промислові будівлі. Будівлі зі змішаними будівельними системами.....	32
3.2 Збірні та суцільні залізобетонні конструкції.....	33
3.3 Металеві конструкції.	33
3.4 Змішані каркаси.....	34
3.5 Комплексні конструкції (плити покриття КЖС, 2П та 2Т).....	34
3.6 Поняття просторової жорсткості будівлі. Визначення.....	35
3.7 Просторова жорсткість безкаркасних та каркасних будівель. Забезпечення.....	35
ЛЕКЦІЯ 4. НЕСУЧІ КІСТЯКИ. КАРКАСИ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	37
4.1 Поняття несучого кістяка.....	37
4.2 Поняття повного та неповного каркасів у несучому кістяку.....	38
4.3 Елементи каркасу.....	39
4.4 Класифікації.....	40
4.5 Фундаменти під каркас.....	41

4.6	Колони.....	42
4.7	Прив'язки колон. Визначення терміну «прив'язка». Призначення.....	44
ЛЕКЦІЯ 5. КАРКАСИ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ (ПРОДОВЖЕННЯ)..		45
5.1	Горизонтальні елементи каркасу – конструкції перекрить та дахів.....	45
5.2	Зв'язки. Призначення. Матеріал. Розташування.....	48
5.3	Інші елементи просторової жорсткості.....	50
5.4	Влаштування деформаційних швів.....	52
ЛЕКЦІЯ 6. ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ		54
6.1	Стіни. Призначення. Вимоги. Класифікації за конструктивними типами та матеріалами.....	54
6.2	Елементи стін	
6.3	Дахи. Покрівля промислових будівель. Призначення. Вимоги.....	55
6.4	Водовідведення. Улаштування водостоку на площинних та схильних покрівлях.....	56
6.5	Ліхтарі промислових будівель. Призначення. Вимоги.....	57
6.6	Класифікації за призначенням.....	58
6.7	Класифікації за конструктивним типом.....	59
ЛЕКЦІЯ 7. НЕНЕСУЧІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ		61
7.1	Поняття ненесучих конструкцій. Класифікація. Призначення. Вимоги.....	61
7.2	Перегородки. Конструктивні типи та матеріали.....	62
7.3	Підлоги: класифікації, матеріали.....	63
7.4	Стелі. класифікації, матеріали.....	64
7.5	Сходи. Призначення. Вимоги.....	65
7.6	Під'ємно -транспортне обладнання. Призначення. Вимоги.....	67
7.7	Внутрішній та зовнішній транспорт. Призначення. Вимоги.....	68
ЛЕКЦІЯ 8. ДОПОМІЖНІ БУДІВЛІ І ПРИМІЩЕННЯ. АДМІНІСТРАТИВНО-ПОБУТОВІ КОРПУСИ		70
8.1	Поняття допоміжних виробничих будівель. Призначення. Вимоги.....	70
8.2	Поняття допоміжних адміністративно-побутових будівель. Призначення. Вимоги.....	71
8.3	Конструктивні схеми будівель АПК.....	71
8.4	Планувальні схеми будівель АПК.....	72
8.5	Об'ємно-планувальні рішення.....	72

8.6	Несучий кістяк адміністративно-побутових корпусів промислових будівель. Складові. Варіанти (промислові та цивільні конструкції).....	73
8.7	Конструкції цивільного каркасу. Склад несучого кістяка цивільної каркасної будівлі.....	73
8.8	Елементи каркасу. Вертикальні елементи – колони. Класифікації колон за розташуванням, конструкцією, несучою здатністю та матеріалом.....	73
8.9	Прив'язки колон основного каркасу до повздовжніх модульних розбивочних осей.....	74
8.10	Прив'язки колон основного каркасу до поперечних модульних розбивочних осей.....	74
8.11	Елементи каркасу. Горизонтальні елементи – конструкції перекриття та дахів.	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		76

ЛЕКЦІЯ 1

ПРОМИСЛОВІ БУДІВЛІ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

План лекції:

1. Основні положення: поняття промислової та виробничої будівлі. Різниця. Загальне
2. Впливи на промислову будівлю
3. Вимоги до промислових будівель
4. Поняття допоміжних виробничих будівель.
5. Поняття допоміжних адміністративно-побутових будівель
6. Уніфікація конструктивних елементів
7. Модульна система у промисловому будівництві. Модуль. Укрупнений модуль
8. Класифікація промислових будівель

1. Основні положення: поняття промислової та виробничої будівлі. Різниця. Загальне

До виробничих відносять будівлі , в яких розміщені цехи, що випускають готову продукцію або напівфабрикати . Виробничі будівлі за призначенням поділяють на багато види відповідно галузям виробництва . Це можуть бути металообробні , механозбірні , термічні , ковальсько-штампувальні , мартенівські цехи, цехи з виробництва залізобетонних конструкцій , ткацькі цехи, цехи з обробки харчових продуктів , цехи допоміжного виробництва , наприклад , інструментальні , ремонтні та ін .

2. Впливи на промислову будівлю

Впливи:

- Силові
- Чи не силові (вплив середовища)

Силові :

постійні

тимчасові

- тривалі
- короткочасні
- особливі впливу

Не силові :

- радіаційні

- температурні
- звукові та вібраційні
- вологі
- хімічні

До **силових** відносять навантаження від маси елементів будівлі (постійні навантаження), маси устаткування, людей, снігу, навантаження від впливу вітру (тимчасові) і спеціальні (сейсмічні навантаження, впливу результату аварії устаткування тощо. п.).

До **несилових** відносять температурні впливи (викликають зміну лінійних розмірів конструкцій), впливи атмосферної та ґрунтової вологи (викликають зміну властивостей матеріалів конструкцій), рух повітря (зміна мікроклімату в приміщенні), вплив променистої енергії сонця (викликають зміну фізико-технічних властивостей конструкцій), вплив агресивних хімічних домішок, що містяться в повітрі (можуть призвести до руйнування конструкцій), біологічні впливи (викликані мікроорганізмами або комахами, що призводять до руйнування конструкцій), вплив шуму від джерел усередині або поза будинком, що порушують нормальний акустичний режим приміщення.

Основні елементи будівлі (конструктивні елементи):

- несучі та
- огорожувальні.

Несучі конструкції сприймають значні навантаження від власної маси, снігу та вітру. Крім цього, на конструкції передаються і динамічні навантаження, що визначаються технологічним процесом будівлі.

Огороджувальні конструкції (як правило, зовнішні) сприймають власну вагу та зовнішні дії.

Ступінь впливу несилових впливів, таких як опади, сонячна радіація, агресивні речовини і т.д. на конструкції залежить від клімату району будівництва та технологічних особливостей виробництва.

3. Вимоги до промислових будівель

Можна умовно виділити такі чотири види вимог до будівель взагалі та промислових будівель зокрема:

- Функціональні, або технологічні
- Технічні
- Архітектурно-мистецькі
- Економічні
- Екологічні

3.1 Функціональні вимоги

а) до простору , розміри якого повинні бути достатніми, щоб розмістити технологічне та підйомно-транспортне обладнання та забезпечити переміщення матеріалів та виробів, а також технологічного обладнання під час його монтажу чи демонтажу.

б) до робочого простору для людей, зайнятих на виробництві, та до простору для пересування людей у приміщенні (проходи). У цьому загальне місце будівлі, тобто. обсяг виробничих приміщень (включаючи простір для обладнання та робочий простір) з санітарно-гігієнічних міркувань, згідно з діючими Санітарними нормами проектування промислових підприємств (СН 245–71), має становити не менше 15 м³ на одного працюючого, а площа – не менше 4,5 м²/ос

в) до повітряного середовища для забезпечення здорових умов праці людини необхідної якості продукції або збереження технологічного обладнання, на яке можуть впливати температура повітря, його вологість, ступінь забруднення шкідливими речовинами. Наприклад, у ткацькому виробництві особливо у виробництві високосортних тканин, до повітряного середовища пред'являють жорсткі вимоги, так як при вологості повітря більше або менше певних величин якості тканини знижується в результаті обрив; ниток, утворення вузлів та ін.;

г) до світлового режиму для забезпечення необхідної освітленості простору цеху, робочих місць та необхідного спектрального складу світла. Відповідно до СН 245–71, у промислових будівлях без природного освітлення або за недостатнього за біологічною дією природного освітлення передбачають спеціальні заходи, що компенсують недоліки штучного освітлення.

д) до акустичного режиму для забезпечення необхідного рівня шуму та ізоляції від сторонніх звуків, що перевищують допустимий рівень, заважають технологічному процесу та втомлюють робітників.

3.2 Технічні вимоги _

а) вимоги до міцності будівельних конструкцій будівлі, яка залежить від застосовуваних матеріалів і типів конструкцій, їх здатність сприймати передані ними силові і несилові впливи, тобто. впливу від технологічного обладнання (навантаження) та впливу середовища (температури, вологи, агресивних хімічних домішок, що містяться в повітрі тощо);

б) вимоги до стійкості (жорсткості) будівельних конструкцій багатьох промислових будівель, порівняно з цивільними, мають особливо важливе значення. Слід враховувати наявність динамічних навантажень, і низку випадків значних, під час роботи підйомно-транспортного устаткування

(мостових кранів, підвісних кранів, підлогового транспорту) і технологічного устаткування (верстатів для механічної обробки, ковальсько-пресового обладнання та ін.).

в) вимоги до **довговічності** матеріалів та основних конструкцій будівлі, яка залежить від ряду факторів, таких, як повзучість, морозостійкість, вологостійкість, корозієстійкість та біостійкість . Довговічність визначає термін служби будівлі, тобто втрату необхідних експлуатаційних якостей основними конструкціями.

г) вимоги щодо **вибухової, вибухопожежної та пожежної небезпеки** , оскільки технологічні процеси можуть становити подібні небезпеки.

д) вимоги до **санітарно-технічного та інженерного обладнання** будівлі, які в залежності від технологічного процесу передбачають опалення, ту чи іншу систему вентиляції чи кондиціонування повітря, водопостачання, влаштування ліфтів для працюючих тощо.

3.3 Архітектурно-художні вимоги

Архітектурно-композиційні рішення промислових будівель повинні враховувати такі вимоги:

а) **містобудівні** , якщо виробниче підприємство чи промислова будівля передбачається зводити у системі міської забудови.

б) **до архітектури комплексу** , які передбачають, що саме промислове підприємство має бути виразний в архітектурно-мистецькому відношенні ансамбль, тобто узгоджене розташування групи виробничих, допоміжних, енергетичних і складських будівель та споруд із забезпеченням його повної технологічної доцільності, містобудівних вимог та природного оточення.

в) **до архітектури будівлі** , що передбачають виразне, привабливе за зовнішнім виглядом рішення кожної будівлі або споруди, що входить до складу промислового комплексу.

г) **до інтер'єру** , який, як і зовнішній вигляд будівлі, повинен бути привабливим, створювати за всіма своїми показниками, тобто по простору, світлу, кольору поверхонь, що обмежують його, конструкціям, що утворюють елементи композиції інтер'єру, середовище, що відповідає умовам продуктивної праці .

3.4 Економічні вимоги

До економічних вимог відносяться:

а) **економічність об'ємно-планувальних рішень;**

б) **економічність конструктивних рішень;**

в) економічність коштів, що йдуть на архітектурно-мистецькі рішення;

Економічність об'ємно-планувальних, конструктивних та архітектурно-мистецьких рішень промислових будівель передбачає досягнення мінімуму одноразових та експлуатаційних витрат за рахунок раціональних проектних рішень, скорочення терміну будівництва та прискорення введення підприємств в експлуатацію, використання місцевих ефективних будівельних матеріалів та конструкцій

3.5 Екологічні вимоги

Технологічні процеси також є джерелом забруднення повітря шкідливими речовинами, шуму, вібрації, електромагнітних хвиль, радіочастот, статичної електрики, іонізуючих випромінювань та інших шкідливих факторів внутрішнього і зовнішнього середовища.

Екологічні вимоги повинні забезпечуватися насамперед виробничо-технологічним процесом, що розміщується у виробничій будівлі.

Будь-який виробничо-технологічний процес повинен унеможливити забруднення навколишнього середовища, забезпечувати раціональне використання природних ресурсів (сировини, палива, енергії та ін.) та відходів виробництва. Водночас і сама виробнича будівля, її об'ємно-планувальне, конструктивне рішення, та розміщення повинні всіляко сприяти виключенню чи ослабленню шкідливого впливу на природу, людей та прилеглі житлові райони.

4. Поняття допоміжних виробничих будівель.

Для нормальної роботи промислове підприємство має бути забезпечене комплексом допоміжних будівель чи приміщень.

Допоміжні будівлі та приміщення поділяються на:

- Загальнозаводські (обслуговують промислове підприємство загалом (заводууправління)
- Цехові (обслуговують окремі цехи чи групу цехів)

А також на використовувані

- У робочий час
- В неробочий час

Загальнозаводські – заводууправління, прохідні, столово-заготівельні, фабрика-кухня, поліклініка, проектне бюро, клуб, конференц-зал тощо.

Цехові - побутові приміщення, столові- доготівельні , буфети, медичні пункти, червоні куточки та ін.

5. Поняття допоміжних адміністративно-побутових будівель

За призначенням допоміжні приміщення поділяються на дві основні групи:

а) *приміщення культурно-побутового обслуговування* (санітарно-побутові приміщення, приміщення громадського харчування, приміщення охорони здоров'я та приміщення культурного обслуговування)

б) *приміщення адміністративно-технічного призначення* (приміщення управлінь, конструкторських бюро, навчальних занять, технічних служб тощо)

Побутові приміщення можна поділити на:

- Загальні – вбиральні, душові, умивальні, вбиральні, приміщення для особистої гігієни жінок, годування немовлят, відпочинку, курильні та ін.
- Спеціальні – приміщення для прання, хімічного чищення, сушіння, знепилювання, знешкодження та ремонту робочого одягу та взуття, приміщення для обігріву працюючих, комори для чистого та брудного одягу, комори для зберігання приладів, призначених для захисту органів дихання, зору тощо.

6. Уніфікація конструктивних елементів

Уніфікація – приведення до однаковості, обмеження типу розмірів збірних конструкцій та деталей.

Типізація - відбір з числа уніфікованих найбільш економічних для багаторазового використання у будівництві. Типізація спрощує та здешевлює будівництво.

Стандартизація - завершальний етап уніфікації та типізації будівельних конструкцій. Типові конструкції, що пройшли перевірку в експлуатації та отримали широке застосування, затверджуються як стандарти (зразки).

Уніфікація передбачає приведення до одноманітності та взаємопоєднання розмірів об'ємно-планувальних компонентів будівель та їх конструкцій з метою зменшення об'ємно-планувальних параметрів та кількості типорозмірів елементів (за формою та конструкцією). Істотно обмежуючи кількість типорозмірів конструкцій та деталей, система уніфікації є надійною передумовою економічної рентабельності їхнього заводського виробництва.

Для уніфікації здійснюють відбір таких будівель, об'ємно-планувальні схеми та конструктивні рішення яких забезпечують найбільшою мірою функціональні, технічні, архітектурно-мистецькі та економічні вимоги.

Система уніфікації покладено основою **типізації** конструкцій, тобто, напрямки, що дозволяє на базі відібраних або спеціально розроблених типів створювати оптимальні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення як зразки для багаторазового повторення у будівництві. Основою є використання прогресивних норм, уніфікованих параметрів і індустріальних конструкцій обмеженої номенклатури.

Уніфіковані об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівель не є чимось застиглим. Їх удосконалюють з урахуванням прогресивних норм та методів виробництва, розвитку будівельних конструкцій та технології будівельного виробництва, зміни норм проектування, архітектурно-мистецьких та економічних вимог тощо.

Розвиток уніфікації відбувався поетапно. На початковому етапі проводився відбір та взаємопов'язання лінійних параметрів будівель (проліт, крок колон, висота, навантаження на конструкції). На цій стадії для багатьох галузей промисловості було розроблено **габаритні схеми будівель**. У таблиці IV - I наведені найчастіше використовувані габаритні схеми одноповерхових будинках, а таблиці 1У-2 - поєднання розмірів висот, вантажопідйомності кранів і позначок головок підкранових рейок.

Перехід на використання уніфікованих габаритних схем дозволяв значно скоротити кількість типорозмірів конструкцій та деталей, підвищити серійність та знизити вартість їх виробництва, проте їх безліч ще не виключалося. Тому надалі було здійснено пошук шляхів переходу на просторову та об'ємну уніфікацію будівель. В результаті цієї роботи було розроблено **уніфіковані типові секції (УТС)**. УТС є об'ємний елемент будівлі, обмежений декількома прольотами по ширині, з постійною висотою і довжиною, як правило, що дорівнює рівної допустимій відстані між поперечними температурними швами. Так, наприклад, для низки підприємств машинобудівної промисловості були отримані секції з розмірами в плані 144 x 72 м, висотою прольотів 10,8 м та з використанням мостових кранів вантажопідйомністю 10 і 20 т. Для ряду галузей виробництва (заводи з виробництва збірного залізобетону, будівлі ТЕЦ та ін), де використання великорозмірних УТС не виправдано, було розроблено **уніфіковані типові прольоти (УТП)**.

Використання УТС та УТП дозволяло значно спростити процес проектування будівель, скоротити кількість типорозмірів конструкцій та деталей та самих видів будівель, здійснювати виготовлення основних збірних елементів за єдиним каталогом. Водночас використання УТС та УТП пов'язане з підвищенням витрат через розбіжність уніфікованих параметрів з вимогами технології того чи іншого виробництва. Подальше вдосконалення уніфікації

промислових будівель було спрямовано перехід до **міжвидової уніфікації**. Міжвидова уніфікація передбачає об'ємно-планувальні та інструктивні рішення, єдині для виробничих, громадських та сільськогосподарських будівель.

У цьому випадку надається можливість будівництва будівель за єдиним каталогом типових стандартних конструкцій та виробів із значно меншою кількістю типорозмірів, ніж передбачено каталогом для УТС та УТП.

7. Модульна система у промисловому будівництві. Модуль. Укрупнений модуль

Уніфікація об'ємно-планувальних та конструктивних рішень стала можливою на базі єдиного підходу до правил призначення основних параметрів будівель, розташування розбивальних (координаційних) осей та суворого дотримання правил прив'язки до них конструкцій, що несуть і захищають.

Призначення основних параметрів будівель (проліт та висота) виробляють відповідно до діючої єдиної модульної координації розмірів у будівництві (ЕСМК) та ГОСТами. Розвиток ЄСМК нашої країні відбувалося з різними тенденціями. Так було в 1950-1970 гг. переважала тенденція використання укрупнених модулів, що дозволяло скоротити кількість типорозмірів будівель та конструкцій. Однак, як уже зазначалося, це призводило до завищення обсягів та площ будівель. З метою економії матеріалів та енергоресурсів останнім часом стали допускати розукрупнення модулів з дотриманням обов'язкової кратності їх, як і раніше, єдиного модуля ($M = 100$ мм).

Відповідно до встановленої модульної координації

- прольоти будівель може бути (м): 9; 10,5; 12; 13,5; 15; 16,5; 18; 21; 24; 27; 30 і т.д.;
- кроки колон (м) – 6; 7,5; 9; 10,5; 12; 13,5; 15; 16,5 та 18;
- висоти поверхів (м) – 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,2; 4,5; 4,8 і т.д. через 0,3 м до 18 м включно. Допускається застосування висоти поверхів 2,8 м, кратної основного модуля $M = 100$ мм.

Призначення параметрів будівель за вказаними межами здійснюють виходячи з комплексної необхідності забезпечення економного та раціонального розміщення технологічного процесу, включаючи архітектурно-мистецьку сторону будівлі, але з обов'язковим підпорядкуванням укрупненим модулям.

У багатоповерхових будинках вибір розмірів прольоту та кроку колон (сітки колон) роблять з урахуванням нормативного корисного навантаження на 1 м^2 перекриття. Так, при навантаженні до 15 кН/м^2 (1500 кг/м^2) застосовують сітку колон $9 \times 6 \text{ м}$, а при навантаженні до 30 кН/м^2 (3000 кг/м^2) - $6 \times 6 \text{ м}$. Застосування більших сіток колон пов'язують як з обмеженням навантажень на перекриття, і з кількістю поверхів. Наприклад, при використанні сітки колон $12 \times 6 \text{ м}$ та при навантаженнях до 10 кН/м^2 (1000 кг/м^3) кількість поверхів при збірних залізобетонних каркасах не повинна перевищувати шести.

Укрупнені модулі лежать в основі призначення номінальних розмірів конструктивних елементів будівель (стінові блоки та панелі, плити покриттів та перекриттів та ін.). Оптимальні габарити збірних конструкцій вибирають з урахуванням вантажопідйомності механізмів та транспортних засобів, технології монтажу та інших факторів.

8. Класифікація промислових будівель

Залежно від **ПРИЗНАЧЕННЯ** промислові будинки ділять на:

- **Основні виробничі**
 - *основні цехи* (заготівельні та обробні);
 - *підсобні* (інструментальний, експериментальний, ремонтний та ін.)
- **Обслуговуючі**
 - *енергетичні* (електростанції, котельні, компресорні та ін.);
 - *транспортні* (гаражі, депо та ін.);
 - *Склади* (сировини, напівфабрикатів, готової продукції).
- **допоміжні** (адміністративно-конторські, побутові, столові, лабораторії та ін.)

До **промислових споруд** промислових підприємств відносять газгольдери, резервуари, градирні, силоси, димові труби, естакади, опори, щогли та ін.

Промислові будівлі **по КАПІТАЛЬНОСТІ** поділяють на 4 класи (I, II, III і IV), причому до I класу відносять будівлі, яких пред'являють підвищені вимоги, а IV класу — будівлі з мінімальними вимогами. Для кожного класу встановлені свої експлуатаційні якості, а також довговічність та вогнестійкість основних конструкцій будівель.

Експлуатаційні якості, необхідні для нормальних умов праці та технологічного процесу протягом усього терміну їхньої служби, забезпечуються потрібними розмірами прольотів та кроків колон, встановленням відповідного технологічного обладнання, зручністю його

монтажу, якістю обробки, зручностями для працюючих та для протікання технологічного процесу.

Для забезпечення необхідної довговічності та вогнестійкості основних конструктивних елементів застосовують відповідні будівельні матеріали та вироби та захищають їх у конструкціях від руйнування під впливом експлуатаційних факторів.

Довговічність конструкцій визначається терміном їхньої служби без втрати необхідних якостей у даних кліматичних умовах за заданого режиму експлуатації.

Встановлено три ступені довговічності конструкцій, що захищають:

- I ступінь - термін служби не менше 100 років,
- II ступінь - термін служби не менше 50 років і
- III ступінь - термін служби не менше 20 років.

Залежно від класу будівлі довговічність конструкцій, що захищають, приймають:

- Будівлі I класу - не нижче I ступеня,
- Будинки II класу — не нижче II ступеня,
- Будинки III класу — не нижче III ступеня,
- Будівлі IV класу – не нормується.

При проектуванні віднесення будівлі до тієї чи іншої групи за довговічністю встановлюється залежно від значення підприємства (електростанція – тривалий термін служби, тимчасовий склад – короткий термін), концентрації у ньому матеріальних цінностей (обладнання), запасів сировинних ресурсів, для переробки яких зводиться будинок від передбачуваного терміну моральної амортизації будівлі або виробничого процесу;

За **вогнестійкістю** будівлі та споруди поділяють на 5 ступенів. Ступінь вогнестійкості будівель визначається межами вогнестійкості будівельних конструкцій.

Ступінь вогнестійкості приймається:

- для будівель I класу - не нижче II ступеня,
- для будівель II класу - не нижче III ступеня,
- для будівель III та IV класів ступінь вогнестійкості не нормується.
- Межа вогнестійкості (REI) встановлюється в хвилини до настання одного з граничних станів:
 - R - втрата несучої здатності;
 - E – втрата цілісності;
 - I - втрата теплоізолюючої здатності.

- Від необхідного ступеня вогнестійкості залежить вибір матеріалів та основних несучих конструкцій будівлі. Наприклад, для будівель. І ступеня вогнестійкості всі конструкції повинні бути вогнетривкими, для будівель V ступеня вогнестійкості вони можуть бути згоряними, наприклад, з дерева. Крім того, для вибухонебезпечних виробництв (категорії А, Б і Е) зовнішні огорожувальні конструкції доцільно робити вибуховими хвилею, що «легко-скидаються», що утворюється при вибуху.
- За **КОНСТРУКТИВНОЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ** будівлі поділяють на 4 класи (С0, С1, С2 і С3). Клас конструктивної пожежної небезпеки будівлі визначається класами пожежної небезпеки будівельних конструкцій та її елементів (К0, К1, К2 та К3).
- КО - непожаронебезпечні ;
- К1 -малопожежонебезпечні ;
- К2 - помірно пожежонебезпечні;
- К3 - пожежонебезпечні.

По **ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ** будівлі поділяють на 3 групи залежно від способу їх використання та заходи безпеки людей у них у разі виникнення пожежі.

1. До 1 групи належать виробничі будівлі та споруди, виробничі та лабораторні приміщення майстерні.
2. До 2-ої групи входять складські будівлі та споруди, стоянки для автомобілів (без технічного обслуговування), книгосховища та архіви.
3. У третю – сільськогосподарські будинки.

ПО ВИБУХОЖЕЖНОЇ І ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ приміщення та будівлі класифікують на 6 категорій: А, Б, В, Р, Д, Е. Категорії визначають характеристики речовин і матеріалів, що знаходяться (звертаються в приміщенні).

- Виробництва категорії А найбільш вибухопожежонебезпечні.
- Виробництва категорії Б менш вибухопожежонебезпечні (вищі межі спалаху парів та вибуховості).
- Виробництва категорії В відносяться тільки до пожежонебезпечних (високі межі спалаху парів та пилових сумішей або роботи, пов'язані з твердими речовинами, що згораються).
- Виробництва категорій Г і Д пов'язані з обробкою вогнетривких речовин відповідно в гарячому та холодному станах.

- До категорії Е віднесено лише вибухонебезпечні виробництва, коли після вибуху не відбувається горіння.

Відповідно до категорії виробництва у технічне рішення будівлі вводять певні обмеження, що забезпечують підвищення безпеки працюючих, зниження ймовірності виникнення пожежі та шкоди внаслідок вибуху та пожежі.

- Для виробництва категорії А, Б, У будівлі повинні бути не вище шести поверхів з вогнестійкістю I та II ступеня;
- Для категорій Г і Д поверховість трохи більше десяти поверхів при I і II ступеня вогнестійкості;
- При III, IV або V ступені вогнестійкості поверховість будівель відповідно не повинна перевищувати трьох, двох та одного поверху.

Види промислових будівель за архітектурно-конструктивними ознаками:

1. За поверховістю виробничі будівлі можуть бути:

- Одноповерхові
- Двоповерхові
- Багатоповерхові, в окремих випадках висотними
- Змішаної поверховості

В даний час в одноповерхових будинках розміщується близько 75% промислових виробництв. Однак у перспективі зростатиме питома вага багатоповерхових будівель, що дозволяють зменшити площу забудови підприємства.

2. За кількістю прольотів одноповерхові будинки можуть бути:

- Однопролітними
- Багатопролітними

3. За наявності підйомно-транспортного обладнання :

- Безкранові
- Кранові

4. За конструктивними схемами покриттів:

- Каркасні площинні (з покриттями по ферм, рам, арків)
- Каркасні просторові (з покриттями-оболонками одинарної та двоякої кривизни, складками)
- Висячі різних типів
- Пневматичні, у тому числі повітроопорні та повітронесучі

5. За матеріалом основних несучих конструкцій:

- Із залізобетонним каркасом (збірним, монолітним, збірно-монолітним)
- Зі сталевим каркасом
- З цегляними несучими стінами та покриттям по залізобетонним, металевим або дерев'яним конструкціям

6. За системою опалення:

- Неопалювані
- Опалювані

7. За системою вентиляції:

- З природною вентиляцією або аерацією через спеціальні отвори в огорожувальних конструкціях
- Штучною припливно-витяжною вентиляцією за допомогою вентиляторів та системи повітроводів
- Кондиціювання повітря, тобто. зі штучною вентиляцією, що створює постійні задані параметри повітряного середовища (температура, вологість, ступінь чистоти повітря)

8. За системою освітлення:

- З природним
- Зі штучним
- З поєднаним (інтегральним)

9. За профілем покриття:

- З ліхтарними надбудовами
- Без них

Будівлі з ліхтарними надбудовами влаштовують з метою аерації або природного освітлення або того й іншого. Ліхтарні надбудови ускладнюють конструктивне рішення будівлі та їхню експлуатацію (відбувається накопичення снігу на даху в міжліхтарних просторах).

До особливої групи можуть бути **віднесені спеціальні види будівель**, наприклад, навіси для відкрито встановленого обладнання, будівлі для вибухонебезпечних виробництв, будівлі для виробництв з високим ступенем радіації, будівлі, суміщені з технологічним обладнанням, – так звані будівлі-агрегати.

До складу промислового підприємства крім промислових будівель зазвичай входять **промислові споруди**.

До них відносяться споруди для промислового транспорту (естакади для мостових кранів, похилі галереї та ін.), споруди для комунікацій (тунелі, канали, окремі опори та естакади та ін.), пристрої для встановлення

обладнання (фундаменти під машини), етажерки (у будівлях та відкритих) для розміщення обладнання, спеціальні споруди (ємності для зберігання рідин, бункера для зберігання сипучих матеріалів, димові труби, градирні для охолодження оборотної води, водонапірні вежі та ін.).

Рекомендована література:

1. Carroll J. The Complete Visual Guide до Building a House. - The Taunton Press, 2013.
2. Charleson A. Структура як архітектура: source book for architects and structural engineers. - Routledge, 2014.
3. Ching FDK A visual dictionary of architecture. - John Wiley & Sons, 2011.
4. Ching FDK Building construction illustrated. - John Wiley & Sons, 2020.
5. Ching FDK, Eckler JF Introduction до архітектури. - John Wiley & Sons, 2012.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке промислова будівля?
2. Назвіть основні вимоги до промислових будівель
3. Які можна виділити основні класи промислових будівель?
4. Дайте визначення модульній системі у будівництві

ЛЕКЦІЯ 2

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

План лекції:

1. Конструктивні схеми промислових будівель
2. Планувальні схеми
3. Взаємовплив конструктивної та планувальної схеми . Класифікація за розташуванням внутрішніх опор.
4. Поняття « будівля пролітного типу»
5. Основні параметри будівлі пролітного типу
6. Об'ємно-планувальні рішення будівлі пролітного типу
7. Поняття « деформаційні шви»

1. Конструктивні схеми промислових будівель

Несуча **конструктивна система** будівлі складається з *фундаментів, колон (рідше за стіни), несучих конструкцій і плит покриттів, підкранових балок і зв'язків* .

Конструктивні системи промислових будівель виконують за різними **конструктивними схемами** .

Розрізняють конструктивні схеми:

- Безкаркасна (стінова)
- Каркасна
- Змішана (неповний каркас)
-

1.1 Безкаркасна конструктивна схема

Одноповерхові безкаркасні будівлі з несучими стінами застосовуються при порівняно невеликих прольотах (до 12, рідко 18 м), невеликих висотах (до 9 м), а за наявності мостових кранів - за вантажопідйомності їх не більше 5 т.

Стіни такої будівлі є одночасно і огорожувальними, і несучими елементами. Для забезпечення спираючості на стіни уніфікованих конструкцій покриттів стіни розташовують так, щоб їхня внутрішня грань відстояла від осі розбивної на 250 мм.

Несучі конструкції покриття спираються своїми кінцями безпосередньо на стіни. При висоті до 8-9 м товщина стіни, необхідна для опалювальної будівлі з теплотехнічного розрахунку, у більшості випадків виявляється достатньою і з розрахунку на міцність.

При більшій висоті і за наявності мостового крана стіни підсилюють пілястрами, які мають (у плані) між вікнами на осі. У цьому випадку несучі

конструкції покриття спираються на пілястри і стіни розташовують так, щоб внутрішня грань стіни збігалася з віссю, що розбиває.

У будівлі з мостовим краном пілястри повинні мати достатні розміри для спираючого підкранових балок. За відсутності мостового крана розміри пілястр у плані призначають виходячи з вимог міцності та жорсткості стіни.

Навантаження від власної ваги покриття, снігові, вітрові, від вантажопідіймальних кранів сприймаються зовнішніми та внутрішніми стінами.

Стіни спираються на стрічкові фундаменти.

1.2 Каркасна конструктивна схема

У більшості випадків конструкції одноповерхових та багатоповерхових промислових будівель вирішуються у **каркасній схемі**. Каркасні системи найбільш раціональні при значних статичних та динамічних навантаженнях, характерних для промислових будівель.

1.3 Змішана конструктивна схема

У будинках з **неповним каркасом** зовнішні стіни виконують несучими, усередині будівлі монтують колони.

У безкаркасних та в будинках з неповним каркасом зовнішні стіни сприймають, крім основного, навантаження від покриття, перекриттів та навантаження від зовнішнього середовища (вітер).

Вибір тієї чи іншої схеми здійснюють відповідно до конкретних навантажень та впливів на будівлі, а також відповідно до функціональних, економічних та архітектурно-художніх вимог.

У каркасних будинках застосовують три конструктивні схеми:

- **з поперечними ригелями**
- **поздовжніми ригелями**
- **безригельну (безболочну)**

Так, схема з поперечними ригелями є найбільш прийнятною для більшості одно- та багатоповерхових промислових будівель. При такій схемі система стійок і ригелів утворює поперечні рами, які, у свою чергу, разом з іншими елементами (фундаментні, підкранові, обв'язувальні балки, підкровокняні конструкції, лити покриття та ін) і спеціальними зв'язками дозволяють отримати просторовий жорсткий каркас необхідного обсягу.

В основному для промислових будівель застосовують каркасну схему, в яких міцність, жорсткість і стійкість забезпечується просторовими каркасами рамними як з поперечним або поздовжнім розташуванням ригелів, так і безригельними .

2. Планувальні схеми

Об'ємно-планувальне рішення будь-якої промислової будівлі залежить від характеру технологічного процесу, що розташовується всередині будівлі.

Технологічний процес у свою чергу визначається **виробничо-технологічною схемою**, в якій встановлена певна послідовність операцій з вироблення продукції або напівфабрикату, намічено технологічне обладнання та характер його розстановки, вид та вантажопідйомність внутрішньоцехового транспорту, номенклатура, розміри та послідовність розташування приміщень, внутрішній температурно-вологий режим і т.п. Технологічна схема передбачає також місця надходження сировини та допоміжних матеріалів, виходу готової продукції або напівфабрикату, видалення відходів виробництва, місця введення інженерних мереж.

При автоматизованому конвеєрному виробництві технологічна схема передбачає розміщення автоматичних ліній із зазначенням пунктів різних операцій з обробки та збирання виробів. Крім того, технологічна схема, визначаючи характер та масу робочого обладнання та продукції, є вирішальним фактором при виборі поверховості та будівлі.

Для забезпечення раціонального планування цехів необхідно знати габарити технологічного обладнання та готових виробів, характер розташування робочих місць, ширину проходів та проїздів, а також схему розміщення виробничого обладнання.

До комплексу питань планування будівлі входить забезпечення хороших його експлуатаційних якостей, що значною мірою залежить від розміщення окремих виробничих ділянок. Так, відділення з мокрими процесами необхідно розмішати в середній частині будівлі (щоб уникнути утворення на стінах конденсату). Там же слід поміщати відділення із строго заданим температурно-вологісним режимом. Ділянки з гарячими процесами розташовують біля зовнішніх стінок для поліпшення вентиляції.

Всі види планувань можна розділити на два основні типи:

- **Роздільні** (павільйонна забудова)
- **Суцільні** (Квартальна, Периметрична, Пролітна, Пролітна зблокована, Г-подібна, П-подібна, Ш-подібна)

Роздільні планування присуши підприємствам незначної потужності, коли його складові виробництва розміщують у невеликих будівлях, що окремо стоять, з прольотами обмежених розмірів.

Підприємства з роздільним розміщенням виробництв мають такі недоліки: велику площу забудови, що збільшує протяжність інженерних та

транспортних мереж та обсяг робіт з благоустрою території; відсутність можливості організації потокового виробництва та необхідність у міжцеховому транспорті.

Сучасна практика показує, що виробництва з однотипними, а іноді й різними технологічними процесами (якщо це не суперечить санітарно-гігієнічним вимогам, пожежо- та вибухобезпеці) доцільно блокувати в одній будівлі.

Для значної кількості виробництв у будівлі під одним дахом можна розмістити всі основні, підсобні, допоміжні та складські приміщення. Зблоковані будівлі є багатопрогновими корпусами великої площі, що мають суцільне планування.

- **Павільйонна забудова** . Недоліки: розвинений периметр зовнішніх стінок, що збільшують тепловтрати, необхідність міжцехового транспорту, збільшення протяжності інженерних комунікацій та доріг;

– **суцільна забудова** – немає перелічених вище недоліків, але складніше вирішуються питання природної освітленості та вентиляції;

– **П-подібна, Ш-подібна, гребінчаста** забудова для цехів з великими тепло- та газовиділеннями. Влаштування аераційних отворів при тупиковій забудові.

Зблоковані будівлі допускають багатоваріантну розстановку технологічного обладнання, дозволяють зменшити площу заводської території на 30-40%, скоротити периметр зовнішніх стін до 50%, знизити вартість будівництва на 10-15%, скоротити довжину комунікацій та транспортних шляхів, знизити витрати на експлуатацію будівель та благоустрій території.

Разом з тим у надмірно укрупнених будинках виникає низка незручностей: здорожчується влаштування природного освітлення приміщень, утруднюється водовідведення з покриттів, ускладнюються шляхи пересування персоналу та транспортування вантажів. Тому зблоковані корпуси не слід проектувати понад 30-35 тис . м² .

Блокувати цехи особливо доцільно у тих випадках, коли суміжні виробництва не потрібно розділяти капітальними стінами і різниця в їх висоті не перевищує 2 м (бажано приведення різних висот до однієї), якщо не потрібно збільшувати площу, що обслуговується кранами більшої вантажопідйомності порівняно з окремими будинками, коли не потрібні додаткові проїзди, і, нарешті, якщо не погіршуються умови технології виробництва та праці робітників.

При блокуванні виробництв будівлі суцільної забудови, зазвичай, використовують принципи зонування. Зонування передбачає по можливості раціональне угруповання в межах обсягу виробничої будівлі приміщень,

ділянок та зон відповідно до певних ознак (технологічні, рівні виробничої шкідливості, пожежо- та вибухонебезпечність, спрямованість транспортних та людських потоків, перспективи розширення та переоснащення тощо). Так, у межах одноповерхової будівлі блокованого типу можуть бути виділені зони під'їзду автомобільного та залізничного транспорту, складів, підсобно-виробничих приміщень, вентиляційних та енергетичних систем, основних виробництв, адміністративних та побутових приміщень тощо.

Зонування може здійснюватись

- **по горизонталі** (у межах поверху)
- **по вертикалі** (у багатоповерхових будинках)

Однак навіть в одноповерхових будинках може бути використане горизонтальне та вертикальне зонування, так як все частіше інженерні комунікації розміщують вище або нижче робочої зони в межах міжферменного простору або підпільних каналах.

Промислові будівлі повинні мати просту конфігурацію у плані; слід уникати периметральних прибудов до корпусу, що ускладнюють розширення та реконструкцію виробництв.

3. Взаємовплив конструктивної та планувальної схеми. Класифікація за розташуванням внутрішніх опор.

За розташуванням внутрішніх опор одноповерхові промислові будівлі поділяють на:

- Осередкові
- Пролітні
- Зальні

У будинках **коміркового типу** переважає квадратна сітка опор з відносно невеликим поздовжнім і поперечним кроком. Таку сітку опор доцільно застосовувати для будівель з підвісним або підлоговим транспортом, коли потрібно розміщувати технологічні лінії (і транспортувати гру) у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

У будівлях **прогонового типу**, найпоширеніших у практиці будівництва, ширина прольотів переважає крок опор.

Будівлі **зального типу** характерні для виробництв, які потребують значної площі без внутрішніх проміжних опор. У таких будинках відстань між опорами може досягати 100 м і більше (більшепрогонові будівлі).

За кількістю прольотів одноповерхові будинки можуть бути одна і багатопрогоновими.

– будівлі **прогонового** типу, коли технологічний процес спрямований вздовж прольоту та обслуговується кранами. Прольоти від 12 до 36 м може бути і більше, але кратно 6 м; крок колон 6, 12, 18 м. Оптимальна сітка колон 18×12 м та 24×12 м. Така укрупнена сітка колон дозволяє більш економно використовувати виробничі площі;

- **Зального** типу, коли технологічний процес пов'язаний з випуском великогабаритної продукції або встановленням великорозмірного обладнання (самолетобудування, машинні зали ТЕС, мартенівські цехи та ін). Прольоти до 100 м і більше. Використовуються просторові покриття.

– **коміркові** – гнучкі універсальні цехи з укрупненою квадратною сіткою колон 18×18 м, 24×24 м, 30×30 м, 36×36 м, що підвищує технологічну маневреність виробництва (верстатобудування, автомобілебудування, тракторобудування та ін.).

4. Поняття «будівля пролітного типу»

Прогоновий тип будівлі характеризується переважанням прольоту над кроком колон. Такий тип застосовують для виробництв з поздовжнім напрямом технологічного потоку, що вимагають руху підйомно-транспортного обладнання лише вздовж прольотів.

Під **прольотом** розуміється відстань між двома поздовжніми рядами колон і розбивними осями, що проходять через колони, що утворюють проліт. Можлива ширина прольоту:

- для будівель, не обладнаних мостовими кранами – 12, 18 та 24 м;
- для будівель, обладнаних мостовими кранами – 18, 24 чи 30 м.

Залежно від ширини прольотів будівлі прийнято вважати

- дрібно прогоновими, якщо ширина прольотів не перевищує 12 м;
- великопролітними – при ширині прольотів понад 12 м;
- більшепрогонових - з шириною прольотів 36, 48, 60 м і більше.

Ширина прольоту цехів 12, 18, 24, 30 і 36 м, що найчастіше зустрічається.

4.2 Галузь застосування

Область застосування тих чи інших типів будівель залежить від особливості галузі промисловості та/або типу виробничого обладнання, наприклад, важка чи велика.

У більшпролітних будинках доцільно розміщувати літакобудівні виробництва, ангари, гаражі. Застосовуються у галузях важкої металургії, автомобілебудуванні, сільському господарстві.

В останні роки будують в основному багатопрольотні будівлі з великими прольотами, в яких великі виробничі площі мало стиснуті проміжними опорами.

5. Основні параметри будівлі пролітного типу

Конфігурація та розміри плану, висота та профіль промислових будівель визначаються технологічними параметрами, числом та взаємним розташуванням прольотів. Ці фактори, як зазначалося, залежать від технології виробництва, характеру продукції, що випускається, продуктивності підприємства, вимог санітарних норм тощо.

Нижче розглянуті ті компоненти, з яких складаються об'ємно-планувальні параметри прольотів (**ширина, висота та крок колон**).

5.1. Ширина прольоту

Ширину прольоту L - відстань між поздовжніми розбивними осями - пов'язують з прольотом мостового крана L_K і відстанню між віссю рейки підкранового шляху і розбивною віссю, які визначені ГОСТом .

Розмір До приймають:

750 мм – при кранах $Q \leq 50$ т;

1000 мм (і більше, кратно 250 мм) – при кранах $Q > 50$ т, а також при влаштуванні в надкранової частини колон проходу для обслуговування підкранових колій.

При залізобетонних колонах проходи вздовж підкранових колій частіше розташовують поряд із колонами.

У розмір прив'язки підкранового шляху входить зазор (не менше 60 мм) між торцевою площиною крана і колонами, а також відстань між центром котків крана і торцевою площиною, що приймається від 125 до 500 мм в залежності від вантажопідйомності кранів. Ширину прольотів, які мають мостових кранів, приймають рівної відстані між розбивними осями. Мінімально допустима ширина прольотів, що визначається лише умовами технології виробництва (габарити та характер обладнання, система його розміщення, ширина проїздів та ін.), не завжди економічно доцільна.

При виборі ширини прольотів слід враховувати тенденції розвитку даної галузі промисловості, оптимальні можливості виготовлення та монтажу конструкцій покриттів будівель, вантажопідйомність внутрішньоцехового транспорту тощо.

5.2 Крок

Крок колон – відстань між осями двох суміжних колон одного ряду (відстань між поперечними осями).

Крок колон вибирають з урахуванням габаритів і способу розміщення технологічного обладнання, розмірів виробів, що випускаються, виду внутрішньоцехових підйомно-транспортних засобів та інших факторів. Збільшення кроку колон у більшості випадків підвищує ефективність використання виробничих площ, але ускладнює конструкції покриття та підкранових шляхів будівлі. Тому розмір кроку колон завжди доводять техніко-економічним розрахунком.

Найбільш поширені кроки колон по середніх і крайніх рядах у виробничих будівель 6 або 12 м. З метою зручності планування рекомендується крок колон для середніх рядів приймати рівними 12 м. При необхідності більшого кроку його призначають кратним 6 м.

Укрупнення кроку колон зменшує кількість монтажних елементів каркасу та покриття і дає можливість за рахунок більш рідкісного розташування колон отримати економію виробничих площ (до 8—10%). Крім того, застосування більших сіток колон підвищує планувальну гнучкість будівель.

В окремих випадках за умовами розміщення великогабаритного обладнання крок колон доводиться в окремих місцях збільшувати. Наприклад, у сучасних мартенівських цехах при прольотах 24-30 м-коду зустрічається крок колон (у деяких рядах) до 48 м-коду.

При застосуванні просторових конструкцій покриття, що допускають рідкісну сітку колон (до 36х36 м), різниця між поняттями - проліт і крок колон - практично стирається.

5.3 Висота

Висота прольоту – відстань від рівня підлоги до низу несучих конструкцій покриття (в одноповерхових будинках) і рівня чистої підлоги наступного поверху (при багатоповерховому будинку).

Висота прольоту залежить від наступних факторів:

- розміри виробів, що виготовляються;
- габарити обладнання;
- розміри та конструкція мостових кранів;
- санітарно-гігієнічні вимоги

Висота прольотів одноповерхового виробничого будинку приймається різною залежно від наявності у яких мостових кранів чи відсутності (безкрановий проліт).

Загальна висота будівлі H від рівня підлоги до нижньої частини несучої конструкції покриття складається від відстані H_1 від рівня підлоги до заготівлі підкранової рейки та відстані H_2 від головки рейки до нижньої частини перекриття (залежить від конструкції крана):

$$H = H_1 + H_2$$

Величина H_2 складається з габаритної висоти крана, встановленої залежно від вантажопідйомності ($A = 0,5 \dots 5,9$ м), і просвіту між верхньою точкою крана і низом несучих конструкцій покриття (>300 мм).

Мінімальна величина розміру H_2 приймається з таким розрахунком, щоб між верхньою межею кранового габариту та низом несучих конструкцій покриття залишався зазор не менше 100 мм.

Величина H_1 складається з ряду доданків:

$$H_1 = a + b + c + d,$$

де a – висоти найбільшого технологічного обладнання (при невеликих його розмірах приймають $a \geq 2,3$ м, тобто вище за людський зріст);

b – просвіту між верхом найбільшого обладнання і низом вантажу, що переміщується, піднятого у верхнє положення ($b \geq 0,5$ м);

c – висота найбільшого вантажу, що переміщується в транспортному положенні;

e – відстані від верху виробу, що транспортується, до центру гака ($e \geq 1$ м),

d – відстань від центру гака в граничному верхньому положенні до рівня головки рейки (що залежить від Q крана і прийняте $d = 0,05 \dots 4,8$ м);

Після вибору розмірів повна висота будівлі H округляється до розмірів, кратних модулю, у більшу сторону. Слід підкреслити, що через один будь-який технологічний агрегат, що перевищує по висоті інше обладнання, недоцільно збільшувати висоту всього прольоту. У разі іноді вирішують заглибити високий агрегат чи роблять над ним надбудову.

5.4 Довжина прольоту

Довжину прольотів визначають *графічним способом* – шляхом розміщення макетів технологічного обладнання з дотриманням ширини проїздів та проходів або *аналітичним способом* – розподілом загальної площі цеху, підрахованої з урахуванням потужності підприємства, на прийнятну ширину (як суму ширини всіх прольотів).

Намітивши основні розміри прольотів, їх підпорядковують вимогам уніфікації.

При призначенні розмірів будівель повинні бути дотримані санітарні норми, що передбачають на кожного робітника не менше 15 м^3 обсягу та не менше $4,5 \text{ м}^2$ площі приміщення.

6. Об'ємно -планувальні рішення будівлі прольотного типу

Одноповерхові будівлі, як правило, проектують із паралельно розташованими прольотами однакової ширини та висоти. За вимогами технології допускається проектувати будинки з прольотами взаємно-перпендикулярного спрямування та різної уніфікованої ширини.

При різній висоті паралельних прольотів перепади висот рекомендується поєднувати з поздовжніми температурними швами, а величину зниження приймати $1,2 \text{ м}$ і більше.

6.1 Поняття УТС (Уніфікована Типова Секція)

Уніфікована типова секція являє собою об'ємний елемент будівлі, обмежений декількома прольотами по ширині, з постійною висотою і довжиною, як правило, що дорівнює рівної допустимій відстані між поперечними температурними швами.

УТС і уніфіковані типові прольоти застосовувалися під час проектування промислових будівель павільйонного типу як суцільної забудови, і у вигляді окремих корпусів.

Шляхом блокування типових секцій та прольотів можна отримувати різні об'ємно-планувальні рішення будівель.

6.2 Габарити УТС для залізобетонних та металевих конструкцій

Довжини температурних блоків становлять 72 чи 144 м .

Залежно від прийому компонування в будівлі застосовують три типи УТС:

I - блоковані по довжині та ширині;

II - блоковані тільки за довжиною;

III - одно-і двопрогонові УТС, що прилаштовуються до багатопрогонових секцій.

Найбільше застосування в проектуванні одноповерхових будівель отримали УТС з розмірами в плані 144×72 і $72 \times 72 \text{ м}$, з сітками колон 24×12 і $18 \times 12 \text{ м}$.

Відступи від габаритів уніфікованих типових секцій та уніфікованих типових прольотів можливі лише за відповідного техніко-економічного обґрунтування.

7. Поняття «деформаційні шви»

Деформаційний шов – спеціально організований зазор у конструкціях будівлі для виключення небезпечних деформацій від певних видів навантажень та впливів.

7.1 Перелік типів швів

Усі деформаційні шви, які передбачають у промислових будинках, класифікують:

По призначенню:

- температурно-деформаційні (ТДШ);
- осадові;
- антисейсмічні;
- суміщені

За розташуванням:

- поздовжні;
- поперечні.

7.2 Випадки необхідності влаштування

- 1) як наслідок поділу на УТС
- 2) велика кількість зблокованих прольотів
- 3) взаємно перпендикулярні прольоти
- 4) різниця у висотах частин будівлі
- 5) різні матеріали частин будівлі
- 6) різні вантажопідйомності підйомно-транспортного обладнання сусідніх прольотів
- 7) різна несуча здатність основи під будинком
- 8) лінійні деформації матеріалу будівельних конструкцій за зміни температури зовнішнього повітря
- 9) сейсмічні дії.

Рекомендована література:

1. Smith P. Structural design of buildings. - Wiley Blackwell, 2016.
2. Stalnakер J., Harris E. Structural design in wood. - Springer Science & Business Media, 1997.
3. Tanner JE та ін. Masonry структурний дизайн. - McGraw-Hill Education, 2017.

4. Taranath BS Structural analysis and design of tall buildings: Steel and composite construction. - CRC press, 2016.
5. Underwood JR, Chiurini M. Structural design: A практичний guide для architects. - John Wiley & Sons, 1998.

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення планувальній схеми
2. Що входить до поняття об'ємно -планувального рішення
3. Що називається деформаційним швом?

ЛЕКЦІЯ 3

КОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

План лекції:

1. Збірні та суцільні промислові будівлі. Будівлі зі змішаними будівельними системами
2. Збірні та суцільні залізобетонні конструкції.
3. Металеві конструкції.
4. Змішані каркаси.
5. Комплексні конструкції (плити покриття КЖС, 2П та 2Т)
6. Поняття просторової жорсткості будівлі. Визначення.
7. Просторова жорсткість безкаркасних та каркасних будівель. Забезпечення.

1. Збірні та суцільні промислові будівлі. Будівлі зі змішаними будівельними системами

Розрізняють 3 види каркасу:

1. **Монолітний** . Виготовляється шляхом заливання опалубки бетонним складом. Монолітні вироби немає обмежень за розміром, типу колон тощо. Вони міцні, здатні розподіляти навантаження на балки та плити перекриття, завдяки чому вдається заощадити використувані матеріали. Щоб спорудити такий вид конструкції, необхідно бетонну суміш заливати в опалубку, що знімається, т.к. це пришвидшить процес.
2. **Збірний** . Збірний каркас будівлі дозволяє працювати при низькій температурі. Його основні елементи (колони, ригелі, основи сходових отворів) виготовляються на заводі, а збираються безпосередньо на будівництві.
3. **Збірно-монолітний**. Основою технології є каркас, що несе, який складається із залізобетонних елементів заводського виготовлення (колони, ригелі, пустотні плити). Завдяки цьому є можливим складання каркасів з великою відстанню між несучими елементами. Жорсткість та стійкість конструкції досягається вузлами сполучення ригелів з колонами. Бетонування швів між плитами створює жорсткий диск перекриття.

2. Збірні та суцільні залізобетонні конструкції.

Залізобетонний каркас. Рамні залізобетонні каркаси є основною несучою конструкцією одноповерхових виробничих будівель і складаються з фундаментів, колон, конструкцій, що несуть покриття (балок, ферм) і зв'язків.

Залізобетонний каркас може бути **монолітним** та **збірним**.

Переважне поширення має збірний залізобетонний каркас із уніфікованих елементів заводського виготовлення. Він найповніше відповідає вимогам індустріалізації.

До основних **переваг** залізобетону, що забезпечує йому широке поширення у будівництві, відносяться:

- вогнестійкість
- довговічність
- малі експлуатаційні витрати (порівняно з деревом та металом)
- хороша опірність атмосферним впливам
- витрати енергії на виробництво залізобетонних конструкцій значно нижчі, ніж металевих та кам'яних

Недоліки залізобетону:

- велика щільність
- висока тепло- та звукопровідність
- трудомісткість переробок та посилень
- необхідність витримки до міцності
- поява тріщин внаслідок усадки та силових впливів

3. Металеві конструкції.

В одноповерхових промислових будинках допускається застосування сталевих каркасів в таких випадках:

1. При висоті будівлі від підлоги до низу кроквяної ферми дорівнює або більше 18м.
2. При кранах Q500 кН, а при кранах дуже важкого режиму роботи (Вт) – за будь-якої вантажопідйомності.
3. При будівництві у важкодоступних районах (гори, пустелі, тайга і т.п.) та в районах, де немає бази для виготовлення залізобетонних конструкцій.

При сталевому каркасі конструктивні схеми переважно аналогічні схемам із залізобетону і визначаються поєднанням основних елементів будівлі — балок, ферм, колон, що у єдине ціле.

Переваги застосування сталевих каркасів:

- менша маса при рівній несучій здатності із залізобетоном;
- висока індустріальність ;

- простота зведення;
- легкість транспортування.

Недоліки :

- схильність до корозії;
- зниження несучої здатності під впливом високих та низьких температур;
- висока вартість та дефіцит металу.

4. Змішані каркаси.

Змішаний каркас - що складається з ж/б колон і сталевих кроквяних і підкроквяних конструкцій. Такий спосіб забезпечення міцності, як показала практика, є виключно дієвим – поєднання матеріалів, підібраних у відповідних пропорціях, дає можливість широкого застосування у найагресивніших середовищах, а також у складних конструкціях.

Підвищені характеристики міцності змішаних каркасів визначили їх специфічне застосування: вони затребувані при будівництві протяжних прольотів (понад 30 метрів). Скатні дахи, як правило, забезпечуються саме ними через зазначені обставини.

Змішані каркаси допускається застосовувати у таких випадках:

- 1) при прольоті щонайменше 30 м.
- 2) підвісному транспорті Q50кН, а також при конвеєрному транспорті.
- 3) за важких умов експлуатації (динамічні навантаження або нагрівання конструкцій до $t > 100$ C).
- 4) при розрахунковій сейсмічності 9 балів і прольоті не менше 18 м; при розрахунковій сейсмічності 8 балів та прольоті не менше 24 м.
- 5) при прольоті не менше 24 м у неопалюваних будинках з легкою покрівлею.
- 6) при прольоті менше 24 м у будинках з підвісним транспортом з Q20 кН.
- 7) в багатопрогонових неопалюваних будинках з рулонною покрівлею при прольоті 18 м.

У ж/б каркасах частину елементів (ліхтарі, зв'язки, ригелі фахверка) допускається виконувати зі сталі, а підкранові балки майже завжди проектується сталевими крім балок прольотами 6 і 12 м під краном легкого і середнього режимів роботи Q300кН.

5. Комплексні конструкції (плити покриття КЖС, 2П та 2Т)

Плити КЖС

Плити типу КЖС застосовуються при прольотах 18 і 24 м замість кроквяних конструкцій і укладаються на підкроквяні конструкції. Дані плити використовують у районах з різним сніговим навантаженням, у будинках з мостовими кранами вантажопідйомністю до 30 т і підвісним транспортом вантажопідйомністю до 5 т. Крім огороження плити виконують функції горизонтальних зв'язків, аналогічно ребристим плитам покриття прольотом 6 і 12 м.

Плити покриттів "подвійне Т"

Для покриттів одноповерхових будівель, крім ребристих, застосовують плити "подвійне Т" розмірами 3x12 і 3x18 м. Їх можна використовувати в районах з різним сніговим навантаженням, у будинках з мостовими кранами та підвісним транспортом в умовах слабого та середньоагресивного газового середовища. Вони забезпечують стійкість верхніх стиснутих поясів кроквяних і підкроквяних конструкцій, через них навантаження з торця будівлі передається на поздовжні ряди колон.

Недоліком цих плит слід вважати розбіжність їх ребер із вузлами верхнього пояса уніфікованих ферм, що спричиняє місцевий вигин верхнього пояса. Тому плити "подвійне Т" частіше спирають на балки та арки. Значні труднощі виникають і при поєднанні плит між собою в покритті. Ці та деякі інші недоліки обмежують застосування таких плит, особливо в районах з великими сніговими навантаженнями.

6. Поняття просторової жорсткості будівлі. Визначення.

Будівля в цілому та окремі його елементи, що піддаються впливу різних навантажень, повинні мати **просторову жорсткість**, що характеризується здатністю будівлі та її елементів зберігати початкову форму при дії прикладених сил.

Просторова жорсткість та стійкість каркаса має бути забезпечена спільною роботою вертикальних та горизонтальних конструктивних елементів.

7. Просторова жорсткість безкаркасних та каркасних будівель. Забезпечення.

У будинках з несучими стінами просторова жорсткість забезпечується:

- внутрішніми поперечними стінами, у тому числі і стінами сходових кліток, що з'єднуються з поздовжніми зовнішніми стінами;

- міжповерховими перекриттями, що зв'язують стіни та розчленовують їх по висоті на яруси.

У каркасних будинках просторова жорсткість забезпечується:

- спільною роботою колон, ригелів та перекриттів, що утворюють геометрично незмінну систему;
- улаштуванням між стійками каркасу спеціальних стінок жорсткості;
- стінами сходових кліток, ліфтових шахт;
- укладанням у перекритті настилів-розпірок;
- надійними з'єднаннями вузлів

Рекомендована література:

1. Taranath BS Structural analysis and design of tall buildings: Steel and composite construction. - CRC press, 2016.
2. Underwood JR, Chiurini M. Structural design: A практичний guide для architects. - John Wiley & Sons, 1998.
3. Viljakainen M. The Open Timber Construction System // Архітектуральний дизайн. Wood Focus. - 1999.
4. Watts A. Modern construction handbook. - De Gruyter, 2013.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке просторова жорсткість?
2. Назвіть методи забезпечення просторової жорсткості будівель
3. Назвіть особливості металевих каркасів промислових будівель

ЛЕКЦІЯ 4

НЕСУЧІ КІСТЯКИ. КАРКАСІ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

План лекції:

1. Поняття несучого кістяка
2. Поняття повного та неповного каркасів у несучому кістяку.
3. Елементи каркасу
4. Класифікації
5. Фундаменти під каркас
6. Колони
7. Прив'язки колон. Визначення терміну «прив'язка». Назначення

1. Поняття несучого кістяка

Несучим кістяком будівлі називається його конструктивна основа – просторова система, що складається з сукупності вертикальних та горизонтальних стрижневих, площинних або об'ємних елементів – несучих конструкцій та зв'язків, що з'єднують ці конструкції.

Найважливіше призначення несучого кістяка полягає у сприйнятті навантажень, що діють на будинок, «роботі» на зусилля від цих навантажень із забезпеченням конструкцій необхідних експлуатаційних якостей протягом усього терміну їхньої служби.

2. Поняття повного та неповного каркасів у несучому кістяку.

У разі **повного** каркасу несучими виступають колони. Стіни є самонесучими або ненесучими.

У будинках з **неповним** каркасом зовнішні стіни виконують несучими, усередині будівлі монтують колони.

2.1 Несучий кістяк виробничих корпусів промислових будівель

Несучим остовом одноповерхової каркасної промислової будівлі є **поперечні рами**, утворені колонами і конструкціями, що несуть, і пов'язують їх **поздовжні елементи**.

Коли несучі конструкції покриттів виконуються у вигляді просторових систем – склепінь, куполів, оболонок, складок та ін, вони одночасно є поздовжніми та поперечними елементами каркасу.

2.2 Склад несучого кістяка промислової каркасної будівлі

До складу несучого кістяка промислової каркасної будівлі входять: фундамент, колони, конструкції покриття.

Поперечні рами утворені жорстко замуrowаними у **фундаментах**, **колонами** і шарнірно спираються на колони **кроквяними балками** або **фермами**.

Поздовжні рами утворені **підкрановими балками**, **балками розпірками**, **підкроквяними балками** або **фермами**, жорстким диском покриття і в необхідних випадках - **сталевими зв'язками**.

Жорсткий диск покриття утворюється **плитами покриття**, привареними до **кроквяних ферм** або **балок** з подальшим замонолічуванням швів.

3. Елементи каркасу

Залізобетонний каркас одноповерхової будівлі:

- 1 – підколонний фундамент;
- 2 – з/б крайня колона;
- 3 – підкранова балка з рейкою;
- 4 – з/б безрозкісна малоухильна ферма;
- 5 – з/б середня колона;
- 6 – з/б підкроквяна ферма;
- 7 – з/б ребристі плити покриття;
- 8 – покрівля з рубероїду;
- 9 – світлоаераційний ліхтар;
- 10 - жолобок;
- 11 – водозливна лійка;
- 12 – карнизна плита;
- 13 – стінова панель;
- 14 – сталеві віконні панелі;
- 15 – вимощення;
- 16 – сталеві хрестові зв'язки;
- 17 – фундаментна балка

3.1 Вертикальні елементи каркасу – фундамент та колони

Фундаменти під колони – стовпчасті склянки можуть бути збірні, що складаються з підколонника і плитної частини, або монолітні з підколонником

Колони каркаса спирають окремі фундаменти, переважно, скляного типу. У деяких випадках, - при слабких, просадних ґрунтах, - влаштовують

стрічкові фундаменти під ряди колон або у вигляді суцільної плити під весь будинок.

Для одноповерхових будівель використовують уніфіковані колони.

суцільного прямокутного перерізу висотою від 3,0 до 14,4 м безконсольні (для будівель без мостових кранів та з підвісними кранами),

висотою від 8,4 до 14,4 м з консолями (для будівель з мостовими кранами), а також

двогілки висотою 15,6-18,0 м для будівель з опорними, підвісними кранами та безкрановими.

Колони збірного залізобетонного каркасу поділяються на дві групи:

- колони для будівель, не обладнаних мостовими кранами, або з підвісними кранами мають перетин 300х300мм або 300х400 мм і висоту до 14,4 м;

– колони для будівель, обладнаних мостовими кранами з консолями для спирання підкранових балок.

За конструктивним рішенням колони поділяють на одногілки і двогілки, за розташуванням у будівлі – на крайні, середні та фахверкові, призначені для кріплення зовнішніх стін, панелей і перегородок. Всі колони мають вгорі сталеві оголовки та анкерні болти для кріплення до них несучих конструкцій покриття, а по висоті колон розташовуються сталеві закладні деталі для кріплення зовнішніх стінових панелей або перегородок.

Одногілки колони випускаються для висоти поверху не більше 10,8 м і мають переріз залежно від висоти та вантажопідйомності кранів від 400×500мм до 500×800 мм. Двогілкові колони застосовуються при висоті поверху від 10,8 м до 18 м, мають перетин крайні 500×1200 мм, середні 600×1900 мм (розміри орієнтовні, уточнюються за каталогом).

3.2 Горизонтальні – ферми, балки, прогони з плитами

Фундаментні балки призначені для встановлення на них зовнішніх та внутрішніх самонесучих стін будівлі, вони передають навантаження на фундаменти колон каркасу. Їх укладають на спеціально заготовлені стовпчики (припливи), встановлені на обрізи фундаментів; висота балки 450 мм (для кроку колон 6м), та 600мм (для кроку колон 12 м). Ці розміри відповідають найбільш поширеній у промислових будинках товщині зовнішніх стін. Поверх фундаментних балок укладають гідроізоляцію із цементно-піщаного розчину або двох шарів гідроізоляційного матеріалу на мастиці.

Залізобетонні балки підкранові служать опорами для рейок, по яких пересуваються мостові крани, вони також забезпечують поздовжню просторову жорсткість каркаса будівлі. Підкранові балки для кроку колон 6 м

мають клеймовий перетин і висоту 1 м, а балки для кроку колон 12 м мають двотавровий перетин і висоту 1400 мм.

4. Класифікації

- За методом виготовлення
 - збірні
 - суцільні
- За матеріалами
 - Залізобетон
 - Сталь

Збірні залізобетонні конструкції каркасів найкраще відповідають вимогам індустріалізації та скорочення термінів будівництва. Будівництво проводиться цілий рік без суттєвого подорожчання у зимовий період.

Недоліки:

- характерна лінійна уніфікація та звідси спрощені форми будівель;
- Необхідне будівництво заводів збірного залізобетону;
- чималі витрати йдуть на транспортування та монтаж.

Монолітні залізобетонні каркаси забезпечують найбільшу жорсткість каркасу в умовах високих динамічних навантажень, сейсміки або коли їх параметри відрізняються нестандартністю та відсутня можливість застосування збірних конструкцій.

Переваги:

а) монолітне будівництво дешевше, т.к. всі роботи проводяться безпосередньо на будівельному майданчику, не потрібне будівництво заводів ЗБК;

б) можна скорочувати терміни будівництва при використанні прогресивних технологій з використанням ковзних або об'ємно-переставних щитових опалубок, засобів механізації з подачі та ущільнення бетону;

в) будівля має кращі естетичні якості, можна надавати будинкам різноманітні архітектурні форми.

Недоліки:

Помітні додаткові витрати на їх зведення в зимовий час (обігрів бетону при твердінні), що збільшує термін будівництва.

Збірно-монолітні каркаси – це раціональне поєднання збірних та монолітних елементів, при якому забезпечується їхня робота як єдиного цілого (доцільно при реконструкції, прибудовах або в умовах сейсміки).

5. Фундаменти під каркас

За способом зведення фундаменти поділяють на

- Збірні
- Монолітні

За конструкцією виділяють

- Стовпчастий
- Склянного типу
- Палевий
- Плитний

За способом зведення та конструкції фундаменти поділяють на **збірні** та **монолітні**. Збірні фундаменти влаштовують з одного блоку, що складається з підколонника зі склянкою або з блоку (підколонника) та плити. Блоки виконують заввишки 1,5; 1,8-4,2 м із градацією через 0,3 м, підколонники мають розміри в плані 0,9x0,9...1,2x2,7 м із градацією через 0,3 м. Розміри склянки співвіднесені з розмірами поперечного перерізу та глибиною закладення колон. При цьому розміри склянки в плані поверху на 150 мм і внизу на 100 мм перевищують розміри перерізу колон, а його глибина становить 800, 900, 950 і 1250 мм. При встановленні колон зазор заповнюється бетоном, що забезпечує жорстке з'єднання фундаменту з колоною.

Елементи збірного фундаменту укладаються на розчині та скріплюються один з одним зварюванням сталевих закладних деталей.

У випадках, коли маса збірних елементів фундаменту перевищує вантажопідйомність транспортних та монтажних засобів, він споруджується з кількох блоків та плит. При влаштуванні температурних швів на один фундаментний блок можуть спиратися від двох до чотирьох колон. Одноблочні фундаменти заводського виготовлення мають масу до 12 т. Важкі фундаменти масою до 22 т зазвичай виготовляють монолітними безпосередньо на будмайданчику.

Підошва блоку фундаменту має в плані квадратну або прямокутну форму розмірами від 1,5x1,5 м до 6,6x7,2 м з градацією 0,3 м. Площа підошви фундаменту визначається розрахунком і залежить від величини навантаження, що передається, і несучої здатності ґрунту основи.

Збірні фундаменти вимагають великої витрати бетону та сталі. З метою зниження цих витрат застосовують збірні полегшені ребристі та порожнисті фундаменти. Широко застосовуються пальові фундаменти з монолітним або збірним ростверком, який використовується як підколонник .

6. Колоні

6.1 Класифікація колон

- за розташуванням
 - зовнішнього ряду
 - середнього ряду
- за конструкцією
 - Одногілкові
 - Двогілкові
- за несучою здатністю
 - кранова
 - безкранова
- за матеріалом
 - залізобетон
 - сталь
- за призначенням
 - колони основного каркасу
 - колони допоміжного каркасу - "фахверк"

Одногілки колони випускаються для висоти поверху не більше 10,8 м і мають переріз залежно від висоти та вантажопідйомності кранів від 400×500мм до 500×800 мм.

Двогілкові **залізобетонні** колони застосовуються при висоті поверху від 10,8 м до 18 м, мають перетин крайні 500х1200 мм, середні 600х1900 мм (розміри орієнтовні, уточнюються за каталогом).

При висоті понад 9,6 м застосовуються **сталеві** наскрізні колони, двогілки. Гілки виконуються зі швелерів або двотаврів, з'єднаних між собою двоплощинними ґратами з куточків. Консоль наскрізної колони виконується з двотаврів приблизно 900, посилені ребрами жорсткості.

При використанні кранів дуже важкого режиму роботи (або важкого і середнього при двох і більше кранах в прольоті) уздовж підкранових шляхів влаштовують проходи (галереї) для персоналу, що їх обслуговує. Ширину проходу приймають щонайменше 400, висоту 1800 мм.

Колони збірного залізобетонного каркасу поділяються на дві групи:

– колони для будівель, необладнаних мостовими кранами, або з підвісними кранами мають перетин 300х300мм або 300х400 мм і висоту до 14,4 м;

– колони для будівель, обладнаних мостовими кранами з консолями для спирання підкранових балок.

Всі колони мають вгорі сталеві оголовки та анкерні болти для кріплення до них несучих конструкцій покриття, а по висоті колон розташовуються сталеві закладні деталі для кріплення зовнішніх стінових панелей або перегородок.

Сталеві колони постійного перерізу для будівель, не обладнаних мостовими кранами або з підвісними кранами, виконуються з прокатних або зварних двотаврів від 400 мм і мають висоту до 9,6 м; для будівель, обладнаних мостовими кранами, колони мають консолі для спирання підкранових балок. Консоль є комбінацією зі сталевих пластин. На залізобетонний фундамент колона спирається за допомогою основи. База складається з траверс та сталевих накладок, які притягуються до фундаменту за допомогою анкерних болтів.

7. Прив'язки колон. Визначення терміну «прив'язка». Назначення

Використання уніфікованих об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових будівель потребує дотримання єдиних правил прив'язування конструктивних елементів до розбивальних осей. Під **розміром прив'язки** розуміють відстань від осі розбивки до грані або геометричної осі перерізу конструктивного елемента.

Єдині правила прив'язки конструкцій до розбивальних осей і єдність систем сполучення їх між собою забезпечують взаємозамінність конструкцій і дозволяють виключити чи звести до мінімуму кількість додаткових елементів.

Перша та остання колони кожного поздовжнього ряду в межах кожного температурного блоку мають прив'язку до поперечної осі **500 мм** незалежно від матеріалу колон, їх кроку та висоти будівлі. Ця прив'язка, однакова у всіх випадках і не має умовного позначення, вимірюється від розбивної осі до осі колони. Таке розташування колон в торцях будівлі дає можливість розмістити верхню частину колон торцевого фахверка між стіною і пристінною конструкцією покриття, що несе, і цим забезпечує можливість зручного кріплення торцевої стіни до колон фахверка по всій висоті від підлоги до настилу покриття.

Для кріплення торцевої стіни до основних колон каркаса в зазор між колоною і стіною встановлюються приколони сталеві стійки фахверка, що приварюються до сталевих колон або закладних деталей залізобетонних колон.

Рекомендована література:

1. Ballast DK Architect's handbook of construction detailing. - John Wiley & Sons, 2009.
2. Bizley G. Architecture in detail. - Routledge, 2007.
3. Boothby TE Engineering Iron and Stone: Understanding Structural Analysis and Design Methods of the Late 19th Century. - American Society of Civil Engineers, 2015.
4. Carroll J. The Complete Visual Guide до Building a House. - The Taunton Press, 2013.

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення несучого кістяка
2. Назвіть основні елементи каркасу
3. Дайте визначення терміну «прив'язка»

ЛЕКЦІЯ 5

КАРКАСІ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ (ПРОДОВЖЕННЯ)

План лекції:

1. Горизонтальні елементи каркасу – конструкції перекрити та дахів
2. Зв'язки. Назначення. Матеріал. Розташування.
3. Інші елементи просторової жорсткості
4. Влаштування деформаційних швів

1. Горизонтальні елементи каркасу – конструкції перекрити та дахів

Перекриттями називаються горизонтальні елементи будівлі, що поділяють внутрішній його простір на поверхи та сприймають постійні навантаження від ваги перекриттів покриттів, та тимчасові навантаження від людей, меблів та обладнання.

Дах - верхня конструкція будівлі, яка служить для захисту від атмосферних опадів, дощової та талої води. Інший основний її функцією є теплоізоляційна (збереження тепла та захист від перегріву).

Покриттям називається сукупність конструктивних елементів, що завершують будівлю та захищають її від зовнішнього середовища.

Покрівля – це верхній водонепроникний шар покриття.

Покриття промислових будівель роблять, як правило, безгорищними .

Огороджувальні конструкції покриття розташовуються поверх несучих, а несучі конструкції відкрито виступають усередину будівлі. При цьому висотою приміщень вважається розмір від підлоги до низу конструкцій, що несуть. Однак окремі види стаціонарного обладнання можуть бути змонтовані між конструкціями, що несуть, з використанням їх висоти.

При досить великій висоті несучих конструкцій простір у межах їх висоти (так званий міжфермовий простір) використовується для розміщення різних допоміжних приміщень (побутових, конторських і т. д.), а також розміщення громіздких комунікацій, наприклад великих вентиляційних коробів. У деяких випадках при великому насиченні міжферменного простору комунікаціями та при необхідності їх систематичного обслуговування міжферменний простір огороджують знизу легкою підвісною стелею, утворюючи технічне горище.

Несучі конструкції покриттів поділяють на:

- Кроквильні
- Підкроквяні
- Несучі елементи огороджувальної частини покриття

У промислових будинках застосовують такі типи кроквяних несучих конструкцій:

- **площинні** – балки, ферми, арки, рами
- **просторові** – оболонки, складки, бані, склепіння, висячі системи.

Підкроквяні конструкції виконують у вигляді *балок* або *ферм*, а несучі конструкції огороджувальної частини покриття - у вигляді *великорозмірних плит*.

Залізобетонні балки застосовують для влаштування покриттів у промислових будинках при прольотах 6, 9, 12 і 18 м. Необхідність балкових покриттів при прольотах 6, 9 і 12 м (таких розмірів прольоти можна перекрити і плитами) виникає у разі підвіски до несучих конструкцій монорейок або кранів.

Залізобетонні балки можуть бути:

- Односхилими
- Двосхилими
- З паралельними поясами

Односхилі балки застосовують у будинках з кроком колон 6 м і зовнішнім відведенням води.

Двосхилі балки застосовують як у будинках із зовнішнім, так і з внутрішнім відведенням води.

Балки прольотами 6, 9 та 12 м встановлюють тільки з кроком 6 м, а балки прольотом 18 м – з кроком 6 та 12. За наявності підвісного транспорту незалежно від прольоту ставлять із кроком 6 м.

Закладні сталеві деталі по вершині балки призначені для кріплення плит покриття; опорна пластина для кріплення балки до колони. Ухили схилів 1:12.

З метою зменшення маси (ваги) балок і для пропуску комунікацій у їх стінках можна влаштовувати отвори різного контуру. Односхилі балки спирають на типові залізобетонні колони різної висоти, яка кратна модулю 600 мм.

У зв'язку з цим ухил односхилих балок прольотом 6 м буде 1:10, прольотом 9 м - 1:15, а прольотом 12 м - 1:20. Ухил верхнього пояса двосхилих балок роблять 1:12.

Балки покриття з'єднують з колонами анкерними болтами, випущеними з колон і проходять через опорний лист, приварений до балки. У поздовжніх температурних швах одну з балок встановлюють на каткову опору: балку, розташовану поруч, встановлюють на сталевий столик, влаштований над колоною.

Залізобетонні ферми застосовують зазвичай для перекриття прольотів 18, 24, 30 м, їх встановлюють з кроком 6 або 12 м. Ферми прольотом 18 м легші за залізобетонні балки того ж прольоту, але більш трудомісткі у виготовленні.

Застосування 18-метрових ферм є доцільним у тому випадку, коли в межах покриття необхідно розмістити комунікаційні канали або використовувати міжфермовий простір для влаштування технічних поверхів. При прольотах 24 і 30 м застосування ферм порівняно з балочними конструкціями є більш вигідним, так як вага більшпрогонових ферм на 30-40% менше ваги балок

Залізобетонні ферми із паралельними поясами прольотами 18, 24, 30 м.

Елементи ферми: верхній пояс, нижній пояс, стійки, розкоси. Закладні деталі розташовуються верхньому поясі ферм для кріплення плит покриття, на опорі – кріплення ферми до колоні.

Сталеві ферми можуть бути різної форми та обриси, вибір типу ферм залежить від призначення та об'ємно-планувального рішення промислової будівлі. У практиці будівництва застосовуються ферми з *паралельними поясами, полігональними, трикутними, з паралельними поясами із затяжкою, сегментні, параболічні* та ін.

Ферми з паралельними поясами застосовують для будівель із плоским покриттям, а також для влаштування підкроквяних конструкцій. Їхній проліт може досягати 60 м і більше.

Полігональні ферми рекомендуються для покриттів із рулонною покрівлею при прольотах до 36 м.

Трикутні ферми дають можливість здійснити покриття з крутими покрівлями з азбестоцементних або сталевих листів, внаслідок чого висота ферм у середині прольоту досягає значних розмірів, а це обмежує їх прольоти завбільшки 36-48 м.

Конструктивна система покриття може бути:

- **Безпрогінний**
- **З прогонами**

У першому випадку по конструкціям, що несуть покриття укладають великорозмірні плити (панелі), які є несучою конструкцій огорожувальної частини покриття.

У другому випадку вздовж будівлі укладаються прогони, а по них у поперечному напрямку плити невеликої довжини.

Безпрогінна схема покриття за витратами матеріалу економічніша. Однак у покриттях з несучими конструкціями у вигляді балок або ферм з укладеними по них плитами значна частина бетону і сталі витрачається на те, щоб сприйняти власну вагу конструкції. Тому в даний час поширені полегшені

конструкції із застосуванням металевого профільованого настилу з легким утеплювачем, що укладається по прогонах.

2. Зв'язки. Назначення. Матеріал. Розташування.

Система **вертикальних та горизонтальних зв'язків** має виконувати такі функції:

- забезпечити жорсткість покриття загалом;
- надати стійкості стиснутим поясам кроквяних конструкцій;
- сприймати вітрові навантаження, що діють на торець будівлі
- приймати гальмівні навантаження від мостових кранів.

Система зв'язків має працювати спільно з основними елементами каркасу та забезпечувати просторову жорсткість будівлі.

Зв'язки бувають **вертикальні та горизонтальні**.

Розташовані по поздовжній лінії колон будівлі **вертикальні зв'язки** створюють жорсткість і геометричну незмінність каркаса в поздовжньому напрямку. Їх слід передбачати для кожного температурного блоку та розміщувати у його середині, т.к. вертикальні зв'язки, розташовані по краях блоку, перешкоджають температурним деформаціям і можуть спричинити значну напругу в конструкціях.

Для каркасів одноповерхових будівель із залізобетонними колонами слід застосовувати сталеві вертикальні зв'язки:

- при кроці 6 м - **хрестові** ;
- при кроці 12 м - **портальні** .

Зв'язки слід виконувати з прокатних куточків і з'єднувати з колонами шляхом зварювання косинок хрестів із закладними деталями, також можливе кріплення зв'язків безпосередньо до фундаментів.

Можливо використовувати варіант натягваних тросів як зв'язки.

Вертикальні зв'язкові ферми слід передбачати в крайніх кроках колон температурного блоку між опорами кроквяних конструкцій у будинках з плоским покриттям без підкроквяних конструкцій.

Вертикальні зв'язкові ферми слід з'єднувати залізобетонними розпірками або розпірками із сталевих куточків верхівки колон.

Ґрати вертикальних зв'язкових ферм для сприйняття горизонтальних сил слід проектувати як хрестову систему. При невеликій висоті кроквяної конструкції на опорі (до 800 мм) та наявності опорного ребра, здатного сприйняти горизонтальну силу, поздовжні зв'язки слід виконувати лише у вигляді розпірок по верху колон.

Вітрові ферми у вигляді системи **горизонтальних зв'язків** із сталевих куточків слід встановлювати біля торцевих стін будівель значної висоти. Такі ферми слід розташовувати на рівні підкранових балок або нижнього поясу кроквяних конструкцій.

Стійкість стисненого пояса кроквяної конструкції поперечної рами зі своєї площини забезпечується плитами покриття, привареними до закладних деталей кроквяної конструкції. За наявності ліхтарів розрахункову довжину стисненого пояса кроквяної конструкції слід приймати рівною шириною ліхтаря. Щоб зменшити розрахунковий проліт стисненого пояса кроквяної конструкції, по осі ліхтаря слід встановлювати розпірки, які в крайніх прольотах температурного блоку прикріплюють до горизонтальних ферм із сталевих куточків. Якщо ж ліхтар не досягає кінця температурного блоку, то горизонтальну зв'язкову ферму по верхньому поясу кроквяних конструкцій не влаштовують, а розпірки прикріплюють до елементів покриття крайнього прольоту.

Горизонтальні хрестові зв'язки встановлюються за нижніми поясами несучих конструкцій покриття в крайніх кроках температурного блоку при вантажопідйомності кранів 50 т і більше. Зв'язками верхніх поясів є:

- при прогінній схемі покриття – прогони;
- за безпрогінної схеми покриття – залізобетонні плити покриття.

Ліхтарні ферми слід поєднувати в жорсткий просторовий блок пристроєм системи сталевих зв'язків:

- вертикальних – у площині скління
- горизонтальних – у площині покриття ліхтаря.

3. Інші елементи просторової жорсткості

- Фундаментні балки
- Обв'язувальні балки
- Підкранові балки

Фундаментні балки призначені для встановлення на них зовнішніх та внутрішніх самонесучих стін будівлі, вони передають навантаження на фундаменти колон каркасу. Їх укладають на спеціально заготовлені стовпчики (припливи) перетином 300x600 мм, встановлені на підколонники .

Фундаментні балки мають висоту 450 мм (для кроку колон 6м) та 600 мм (для кроку 12 м). Поперечний переріз фундаментних балок буває:

- Тавровим
- Прямокутним
- Трапецієподібним

Найбільшого поширення набули балки таврового перерізу як економічніші за витратою бетону і стали. Ширина балки зверху приймається 260, 300, 400 і 520 мм, виходячи з товщини панелей зовнішніх стін. Щоб виключити можливу деформацію фундаментної балки під дією пучинистих ґрунтів, балку на всю довжину з боків і знизу засипають шлаком. Цей захід також захищає підлогу від промерзання вздовж зовнішніх стін. Поверх фундаментних балок укладають гідроізоляцію із цементно-піщаного розчину або двох шарів гідроізоляційного матеріалу на мастиці.

У високих стінах і за наявності в них стрічкових отворів в каркас вводять **балки обв'язувальні**, що розміщуються над отворами і службовці суцільними перемичками. Обв'язувальні балки спирають на сталеві столики-консоли і кріплять до колон за допомогою сталевих планок, що приварюються до закладних деталей.

Обв'язувальні балки в сталевому каркасі влаштовують із одного профілю (швелера або двотавра) або складного перерізу.

Підкранові балки встановлюють у будинках (прольотах) з опорними кранами для кріплення до них кранових рейок. Вони жорстко кріпляться (болтами та зварюванням закладних деталей) до колон і забезпечують просторову жорсткість будівлі в поздовжньому напрямку.

Підкранові балки виконуються з **металу та залізобетону**.

Останні мають обмежене застосування - при кроці колон 6 і 12 м і вантажопідйомності мостових кранів до 30 т.

Сталеві підкранові балки із прокатних або зварних двотаврів висотою 800, 1000, 1200, 1600 мм. Їхня просторова жорсткість забезпечується ребрами жорсткості, розташованими через 1500 мм у балках довжиною 6 м і через 1000 мм у балках довжиною 12000 м. Балки з'єднуються на консолях колон болтами за допомогою торцевих центруючих сталевих плит.

4. Влаштування деформаційних швів

Температурно-збіжний шов являє собою повітряний зазор, який як би компенсує температурні деформації в конструкціях будівлі, пов'язані з подовженням-укороченням матеріалу при перепадах температур протягом року. Температурний шов прорізає лише надземну частину будівлі, не торкаючись фундаментів. При цьому поперечний шов вирішується на одній осі координатної, а поздовжній — на двох зі вставкою між ними.

Слід враховувати, що можна запроектиувати будинок без температурного шва, якщо розрахувати конструкції вплив температурних впливів.

Довжина (в обох напрямках) температурного відсіку визначається:

- конструктивною системою будівлі;
- матеріалом основних несучих конструкцій;
- кліматичними умовами району експлуатації об'єкта (зимово-літнім перепадом температур зовнішнього повітря).

Осадний шов прорізає будинок на всю висоту, включаючи фундаменти, розділяючи таким чином будівлю на блоки (відсіки), що самостійно працюють. Він вирішується на двох координаційних осях із вставкою між ними.

Усадочні деформаційні шви в основному використовуються в монолітно-бетонних каркасах, так як при затвердінні бетон дещо зменшується в об'ємі через випаровування води. Усадковий шов не допускає утворення тріщин, що руйнують несучу здатність монолітного каркаса. Сенс такого шва полягає в тому, щоб він все більше розширювався, паралельно твердінню монолітного каркаса. Як тільки твердіння завершиться, усадковий деформаційний шов, що утворився, повністю зачеканивають. Щоб надати герметичній стійкості будь-яким видам деформаційних швів, можна використовувати спеціальні герметики та гідрошпонки.

Антисейсмічний шов поділяє будівлю на окремі обсяги простої форми і конструктивно вирішується аналогічно до осадового.

Досить часто в тому самому будинку може виникнути потреба застосування швів різних типів. Поєднані деформаційні шви називаються **температурно-осадовими**.

Осадові та антисейсмічні шви виконують також функцію температурного шва, тобто будь-який шов поділяє будинок на окремі температурні відсіки. Таким чином, температурний відсік - частина плану будівлі між будь-якими деформаційними швами або від краю до будь-якого деформаційного шва.

Вісь поперечного температурного шва на парних колонах з прольотами рівної висоти слід поєднувати з координаційною поперечною віссю.

Допускається в межах вставки приймати ширину шва між двома поперечними осями координаційними кратною 50 мм.

Для виконання **поздовжнього температурного шва** на парних колонах у будинках з прольотами однакової висоти слід передбачати дві поздовжні координаційні осі із вставкою між ними.

Розмір вставки повинен дорівнювати сумі розмірів прив'язки до координаційних осей граней колони, звернених у бік шва, та відстані між цими гранями, що дорівнює **500 мм**, для більшого розміру – кратному **250 мм**.

При влаштуванні поздовжнього температурного шва в будинках з покриттями по підкровоквних конструкціях грані колон, звернені у бік шва, слід зміщувати з координаційних осей у бік шва на **250 мм**.

При перепаді висот **упоперек прольотів будівлі** на парних колонах слід передбачати дві поперечні координаційні осі із вставкою не менше **300 мм**, а при більшому розмірі – кратною **50 мм**.

Прив'язку колон до поздовжніх координаційних осей приймають залежно від кроку колон, вантажопідйомності, режиму роботи та виду кранового обладнання. Вставка повинна дорівнювати заокругленій сумі наступних розмірів: прив'язки до поздовжніх координаційних осей граней колони, звернених у бік перепаду; зазору між зовнішньою гранню колон підвищеного прольоту та внутрішньою площиною стіни; товщини стіни та зазору не менше 50 мм між зовнішньою площиною цієї стіни та гранню колон зниженого прольоту.

Величину перепаду висот слід приймати кратною 6М (600 мм).

Примикання **взаємно перпендикулярних прольотів** слід приймати на парних колонах зі вставкою між крайньою поздовжньою та торцевою поперечною координаційними осями розміром, кратним **50 мм**, але не менше **300 мм**.

Поздовжній температурний шов між паралельними прольотами, що примикають до перпендикулярного, слід продовжувати в перпендикулярний проліт, де він є поперечним температурним швом зі вставкою між координаційними осями, що дорівнює як поздовжньому, так і поперечному швах.

Поперечний температурний шов між парними колонами в будинках з прольотами рівної висоти влаштовують з використанням прив'язки колон до однієї або двох розбивальних осей (рис. IV-, д, е). Прив'язки до двох розбивальних осей застосовують у будинках зі збірним залізобетонним каркасом і на відстані між поперечними температурними швами більше 144 м. В обох випадках прив'язка передбачає змішування геометричних осей перерізу колон на 500 мм в обидві сторони від розбивальних осей.

Нині у зв'язку з удосконаленням уніфікації рекомендується перехід нові, більш економічні прив'язки. Зокрема замість прив'язки "500" у випадках, розглянутих на рис. IV-!, пані, рекомендовано використання прив'язки "600".

Поздовжній температурний шов між парними колонами в будинках з прольотами рівної висоти здійснюють, передбачаючи дві розбивні осі зі вставкою між ними (рис. IV-!, ж-к). Розмір вставки залежить від способів прив'язок у сусідніх прольотах і може становити 500, 750 та 1000 мм.

Рекомендована література:

1. El Khouli S., John V., Zeumer M. Постійні проектування технологій: З структурного дизайну до матеріального selection: Assessing and improving the environmental impact of buildings. – DETAIL- Institut für internationale Architektur-Digland GmbH & Co. KG, 2015.
2. Emmitt S. Barry's introduction to construction of buildings. - John Wiley & Sons, 2018.
3. Erdey K. та ін. Earthquake engineering: application to design. - Wiley, 2007.

Питання для самоперевірки:

1. Охарактеризуйте горизонтальні елементи каркасу промислових будівель
2. Дайте визначення зв'язкам та охарактеризуйте принципи їх розташування
3. Назвіть елементи просторової жорсткості промислових будівель

ЛЕКЦІЯ 6

ГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

План лекції:

1. Стіни. Назначення. Вимоги. Класифікації за конструктивними типами та матеріалами
2. Елементи стін
3. Дахи. Покрівля промислових будівель. Назначення. Вимоги
4. Водовідведення. Улаштування водостоку на плоских та схильних покрівлях.
5. Ліхтарі промислових будівель. Назначення. Вимоги.
6. Класифікації за призначенням
7. Класифікації за конструктивним типом

1. Стіни. Назначення. Вимоги. Класифікації за конструктивними типами та матеріалами

Основна функція стін промислових будівель – що захищає.

Стіни промислових будівель повинні задовольняти таким **вимогам**, що забезпечують:

- температурно-вологісний режим, необхідний технологічному процесу та комфортній праці людей;
- міцність та стійкість при дії статичних та динамічних навантажень;
- вогнестійкість та довговічність;
- індустріальність ;
- естетичність;
- економічність.

Класифікують стіни промислових будівель, як і цивільних, **по статичній роботі** :

- Несучі
- Самонесучі
- навісні

за **матеріалом та технологією зведення** :

- кам'яні (ручної кладки)
- бетонні (з монолітного бетону, великих блоків чи панелей)
- стіни з небетонних матеріалів (фахверкові та каркасно-панельні)

за **конструктивним рішенням** :

- Одношарові
- багат шарові

Стіни з цегли та дрібних блоків проектують для будівель невеликих розмірів; з вологим та агресивним середовищем приміщень; з великою кількістю воріт, дверей та технологічних отворів.

Такі стіни зводять аналогічно до стін цивільних будівель. Для забезпечення стійкості їх кріплять до колон анкерами, клямерами або хомутами, які встановлюють з кроком 70-100 мм по всій висоті стіни. Міцність їхнього кріплення визначають розрахунком на вітрові навантаження.

Стіни із залізобетонних та легкобетонних панелей дозволяють знизити масу будівель, покращити якість та зменшити трудомісткість їх зведення на 30-40 %.

Залежно від **розташування** панелі бувають:

- рядові,
- цокольні,
- перемичкові ,
- простінні,
- парапетні,
- карнизні,
- кутові.

За матеріалом:

- бетонні
- небетонні

За конструкцією:

- одношарові
- тришарові

Для опалювальних будівель використовуються одношарові легкобетонні панелі довжиною 6 м і 12 м та тришарові довжиною 6 м товщиною 200 мм, 240 мм, 300 мм.

Залізобетонні тришарові панелі мають підвищену міцність і теплостійкість у порівнянні з одношаровими легкобетонними. Їх застосовують, переважно, в самонесучих стінах.

Номінальна довжина тришарових панелей становить 6 м, а висота - 1,8 і 1,2 м. Простінні панелі мають довжину 1,5 і 0,75 м. Кути будівель огорожують додатковими блоками.

Конструкція тришарової залізобетонної панелі складається із залізобетонних шарів, що обтискають внутрішній шар із пінополістиролу. Внутрішній залізобетонний шар завтовшки 70 мм сприймає власну масу стіни та вітрові навантаження. Залізобетонні шари пов'язані з гнучкими зв'язками.

Для неопалюваних будівель застосовуються залізобетонні стінові панелі суцільного перерізу довжиною 6 м, завтовшки 70 мм і залізобетонні ребристі

панелі завдовжки 12 м завтовшки ребра 300 мм; висота панелей – 1,2 м та 1,8 м.

Панелі довжиною 6 м кріпляться до колон каркасу за допомогою сталевих сполучних елементів – з гнучким стрижнем, а панелі довжиною 12 м – за допомогою сцєпа з двох куточків- коротунів , що забезпечують вільні деформації в стику. Панелі типу «сандвіч» кріпляться болтами до горизонтальних прогонів із сталевих швелерів.

Сталеві тришарові панелі («сандвіч») застосовують для опалювальних будівель. Стіни складаються з вертикально розташованих стінових панелей та горизонтальних ригелів, до яких кріплять панелі. Ригелі кріплять болтами до опорних консолей. У поздовжніх стінах їх приварюють до основних колон і стояків фахверка, а також до опорних стояків кроквяних ферм.

2. Елементи стін

- Вікна
- Двері
- Ворота

Форми та розміри світлових прорізів визначаються світлотехнічним та аераційним розрахунком.

Матеріали віконного наповнення – дерев'яні, сталеві, залізобетонні. Конструкції віконного заповнення – палітурні, панельні та безпереплетні зі склоблоків, склопакетів.

Скління віконних отворів може бути одинарне, подвійне та змішане в залежності від перепаду температур ($t_{int} - t_{ext}$).

При ($t_{int} - t_{ext}$) $< 35^{\circ}C$ - виконується одинарне скління на всю висоту отвору;

($t_{int} - t_{ext}$) від 35 до $50^{\circ}C$ - подвійне на висоту 2, 4 м, вище - одинарне;

($t_{int} - t_{ext}$) $> 50^{\circ}C$ - подвійне на всю висоту отвору.

Відкриття палітурки передбачається влітку не нижче 2,4 м, взимку - не нижче 4,8 м.

Засклені палітурки бувають:

- одинарні відкриваються;
- одинарні глухі;
- подвійні відкриваються;
- Подвійні глухі.

Конструктивні рішення зовнішніх стін, віконних заповнень, ліхтарів та інших елементів огорож призначають відповідно до особливостей теплового

середовища у виробничих приміщеннях (нормальний температурно-вологісний режим, з надлишками тепла, вологи тощо) та особливостями клімату.

Механічну вентиляцію використовують для багатьох виробництв, у яких природний спосіб повітрообміну (аерація) не допускається. Як правило, такі виробництва вимагають строго регламентованих параметрів повітря (температури, вологості та чистоти). Внаслідок цього механічна вентиляція включається до складу опалювально-вентиляційних чи вентиляційно-очисних систем. У цих випадках до конструкцій будівель пред'являються підвищені вимоги щодо герметизації (стін, вікон та інших отворів). У деяких виробництвах вдаються до повної відмови від вікон та світлових ліхтарів (герметизовані будівлі).

Для зниження шуму, що випромінюється в ізольоване приміщення, використовують такі архітектурно-будівельні заходи, як підвищення звукоізоляції перекриттів, стін, перегородок, дверей та вікон.

2.3 Ворота промислових будівель

Для проїзду транспорту підлоги в зовнішніх стінах, а іноді і в перегородках передбачають ворота. У цехах з великою інтенсивністю людських потоків ворота використовують для проходу людей. Відстань між воротами встановлюють виходячи з технологічних вимог та умов евакуації із приміщень.

Розміри отворів воріт приймають кратними модулем 600 мм. Типові ворота мають розміри 24×24; 3×3; 3,6×3; 3,6×3,6; 3,6 × 4,2 і 4,8 × 5,4 м. У прогонових складальних цехах важкого машинобудування, літакобудування, в ангарах розміри воріт можуть досягати декількох десятків метрів. Розміри отворів воріт повинні перевищувати розміри габаритів транспортних засобів у завантаженому стані за шириною не менше ніж на 600 мм та за висотою 200 мм.

Великі габарити транспортних засобів і воріт ускладнюють влаштування в них тамбурів, тому щоб уникнути охолодження приміщень і появи в них протягів ворота опалювальних будівель обладнають повітряно-тепловими завісами. Зовні воріт передбачають пандуси з ухилом до 1:10.

Ворота поділяють на:

- Орні
- Розсувні
- Підйомні
- підйомно-поворотні
- відкатні

Орні

Полотна воріт навішують до залізобетонної рами отвору на петлях, а полотна розсувних воріт підвішують на двох ходових роликах до рейки, покладеній на верхню напрямну. Над перемичкою розсувних воріт передбачають козирок.

Залізобетонна рама воріт, що обрамляє отвір, може бути збірною та монолітною. Залежно від ширини воріт раму спирають на уступи фундаментів колон каркасу або самостійні фундаменти. У межах кроку колон, між якими розташовані ворота, фундаментну балку не укладають.

Розсувні

Полотна розпашних та розсувних воріт можуть бути металодерев'яними та суцільнометалевими. В останньому випадку обв'язування, виконане з гнутих профілів, обшивають штапованими листами, а між обшивками розміщують утеплювач. В одному з полотен влаштовують хвіртки для проходу людей.

У розсувних складчастих воротах полотна збирають із шарнірно зв'язаних між собою вузьких стулок, які при відкриванні складаються в пакет, завдяки чому займають мало місця. У підйомних воротах полотно може складатися з одного елемента двох або декількох горизонтальних стулок. При відкритті полотно по напрямних піднімається нагору.

3. Дахи. Покрівля промислових будівель. Назначення. Вимоги

Огороджувальні конструкції покриттів укладаються на несучі конструкції покриттів і є:

– залізобетонні ребристі плити покриття розміром 1,5×6 м; 3×6 м; 1,5×12 м; 3×12 м з висотою ребра 300 м (для плит довжиною 6м) та 450 мм для плит довжиною 12 м. Пристрій покриття з такими плитами дуже трудомісткий, оскільки за ними необхідно робити пароізоляцію, теплоізоляцію, стяжку;

- Плоскі плити з пористих бетонів виконують несучу функцію і одночасно є теплоізоляцією;

– ребристі з легких бетонів з такими самими функціями;

– комплексні плити покриття виготовляються одночасно з обмазувальною пароізоляцією та теплоізоляцією з мінеральної вати – знижується трудомісткість зведення покрівлі;

- Довгомірні настили перетином «Т» і «2Т» прольотами 9, 12, 15 м, шириною 1,5 і 3,0 м з висотою ребра 400 або 600 мм;

- Просторові плити покриттів «на проліт» знижують трудомісткість монтажу: плити КЖС прольотом 18 м;

- П-подібні плити прольотом 18 та 24 м.

- Коробчасті плити прольотом 18 м.

– полегшені плити покриття типу «сендвіч» виконуються з верхньої та нижньої обшивок та ефективною теплоізоляції між ними. Обшивки можуть бути із сталі, оцинкованої з двох сторін та покритої полімерними матеріалами, алюмінію, пластику, бакелізованої фанери, ДСП, ДВП.

Влаштування покрівлі по з/б плит (безпрогінна схема покриття) викладено в розділі 1.4. Пристрій покрівлі за сталевим профільованим настилом (прогінна схема покриття) – сталевий профільований настил, оцинкований з двох сторін кріпиться до сталевих прогонів зі швелерів №18, покладених у вузлах кроквяних ферм.

Легкоскидані огорожувальні конструкції влаштовуються в приміщеннях категорій вибухопожежонебезпеки А і Б. Як такі конструкції використовується скління вікон і дверей. Віконне скло відноситься до конструкцій, що легко скидаються при товщині 3, 4, 5 мм і площі не менше відповідно 0,8; 1 та 1,5 м².

Площа конструкцій, що легко скидаються, повинна становити не менше 0,05 м на 1 м об'єму приміщення категорії А і не менше 0,03 м приміщення категорії Б. При недостатній площі скління допускається використовувати покриття з сталевих, алюмінієвих, азбестоцементних листів і ефективною теплоізоляції.

Рулонний килим на ділянках конструкцій покриття, що легко скидаються, розрізається на карти площею не більше 180 м кожна. Розрахункове навантаження від їхньої маси має бути не більше 0,7 кПа (70 кгс/м) для зменшення опору вибуховій хвилі.

4. Водовідведення. Улаштування водостоку на плоских та схильних покрівлях.

Водовідведення з покриттів може бути:

– **неорганізованим** – з вільним скиданням води по звису покрівлі; застосовується як найдешевший у будинках до трьох поверхів, але веде до зволоження стін, утворення льоду та бурульок на карнизі;

– **зовнішнім організованим** з ухилом даху – у бік зовнішніх стін та із системою жолобів та водостічних труб;

– **внутрішнім організованим** з ухилом даху у бік водоприймальних вирв зі стояками, що відводять воду у зливову каналізацію.

Рекомендована література:

1. Newton PH Structural Detailing: Для Architecture, Building і Civil Engineering. - Macmillan International Higher Education, 1991.
2. Ochshorn J. Структурні елементи для архітектур і будівельників. - Butterworth-Heinemann, 2009.
3. Pilla DR Elementary Structural Analysis and Design of Buildings: Guide for Practicing Engineers and Students. - CRC Press, 2017.
4. Porteous J., Kermani A. Structural timber design to Eurocode 5. – John Wiley & Sons, 2013.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікуйте стіни промислових будівель
2. Назвіть особливості внутрішнього водовідведення
3. Охарактеризуйте ліхтарі промислових будівель

ЛЕКЦІЯ 7

НЕНЕСУЧІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

План лекції:

1. Поняття ненесучих конструкцій. Класифікація. Назначення. Вимоги.
2. Перегородки. Конструктивні типи та матеріали
3. Підлоги: класифікації, матеріали
4. Стелі. класифікації, матеріали
5. Сходи. Назначення. Вимоги
6. Під'ємно- транспортне обладнання. Назначення. Вимоги
7. Внутрішній та зовнішній транспорт. Назначення. Вимоги.

1. Поняття ненесучих конструкцій. Класифікація. Назначення. Вимоги.

За призначенням всі конструктивні елементи поділяють на:

- **несучі** (фундаменти, опори, стіни, перекриття)
- **ненесучі** , або **що огороджують** (внутрішні стіни, покриття, підлоги, перегородки, двері), а деякі з них виконують обидві функції. Всі навантаження, що виникають у будівлі, сприймають несучі елементи, а огорожувальні відокремлюють приміщення будинку один від одного та від зовнішнього простору.

Основні несучі конструкції будівлі, у тому числі фундаменти, стіни, окремі опори та перекриття, що сприймають і передають усі навантаження, включаються в спільну роботу, складаючи єдину просторову конструктивну систему – несучий кістяк будівлі.

Ненесуча стіна – яка поперечно або через кілька поверхів передає вертикальне навантаження від власної ваги на суміжні конструкції (перекриття, стіни, що несуть, каркас). Внутрішня стіна, що не несе, називається перегородкою.

Несучі (**навісні**) стіни виконують функцію, що захищає, а свою вагу вони повністю передають на колони каркаса, за винятком нижнього підвіконного ярусу, що спирається на фундаментні балки. Навантаження від стін, що не несуть, передається на колони через об'язувальні балки в стінах з дрібнорозмірних виробів, а в панельних стінах – через сталеві опорні столики.

Ненесучі (**підвісні**) стіни складаються із сталевих фахверка та заповнення. Ці стіни підвішують до кінців консолей покриття, розвантажуючи цим несучі конструкції середніх ділянок покриття. Фахверк заповнюють із легких листових або панельних елементів.

2. Перегородки. Конструктивні типи та матеріали

При проектуванні промислових будівель кількість перегородок необхідно зводити до мінімуму, оскільки вони знижують ступінь універсальності будівель, погіршують природне освітлення та повітрообмін у приміщеннях.

Перегородки повинні мати міцність і стійкість, відповідати протипожежним вимогам, мати, як правило, збірно-розбірну конструкцію. Іноді до перегородок висувають звукоізоляційні вимоги.

Класифікація перегородок:

1) За призначенням:

- **розділові** - на всю висоту приміщення - поділяють ділянки цеху з різними технологічними процесами та кліматичними режимами;
- **що вигороджують** - не доходять до стелі - застосовуються, коли приміщення не вимагають повної ізоляції (склади, контори майстрів і т.п.).

Перегородки, що вигороджують, мають висоту 2,2 – 3 м; ними огороджують інструментальні комори, проміжні склади, цехові контори та інші допоміжні приміщення. Перегородки монтують із дерев'яних, металевих або залізобетонних щитів.

Залізобетонні перегородки монтують із щитів шириною 495 мм і 420 мм, висотою 2050 мм і товщиною 70 мм, нижньою та верхньою обв'язок, стійок-вкладишів. Через 6 м по довжині перегородок встановлюють несучі стійки, під які передбачають фундаментні плити розміром 1×0,5×0,075 м. Обв'язування укладають по всій довжині перегородок. Стійки-вкладиші кріплять до колон сталевими хомутами, а верхню обв'язку – до стійок болтами. Двері влаштовують дерев'яні.

Сталеві перегородки, що вигороджують, складаються з стійок, що встановлюються з кроком 1,5 м, основних щитів розмірами 1,5×1,8 м і 1,5×2,4 м і додаткових щитів розмірами 1×1,8 м і 1×2,4 м, що навішуються на стійки. Висота перегородок 1,8 м та 2,4 м. Стійки виконують із прямокутних труб перетином 60×30 мм та товщиною стінки 3 мм. Обв'язування щитів – зварне з куточків 50×32×4 мм.

Роздільні перегородки (на всю висоту приміщення) передбачають у цехах, де необхідно відокремити шкідливі виробництва від інших приміщень або ізолювати найбільш галасливі відділення. Роблять такі перегородки з цегли, дрібних блоків, залізобетонних панелей, сталевих профільованих та азбестоцементних листів.

2) За функціональними особливостями:

- стаціонарні;
- збірно-розбірні.

3) По висоті огорожі:

- на всю висоту приміщення;
- лише на частину.

4) За функціями, що захищають:

- глухі;
- з прорізами;
- із вставками.

5) За структурою:

- однорідні (суцільні);
- з прошарком.

6) За способом зведення:

- із великорозмірних елементів;
- із дрібнорозмірних елементів.

7) За видами матеріалу:

- **цегляні** товщиною 120 і 250 мм спирають на фундаментні балки при висоті більше 4 м або на потовщення в бетонній підготовці підлоги при висоті менше 4 м. Перегородки тулять до колон каркасу або розташовують між ними;
- **залізобетонні** виготовляють із важкого, легкого чи пористого бетону. Кріплять безпосередньо до колон або фахверків за допомогою закладних деталей.
- **панельні** перегородки виконують з легких бетонів, фіброліту, гіпсобетону розміром 1,2×6,0×0,08 та 1,8×6,0×0,08 м;
- **каркасно-щитові** з дерев'яним каркасом та обшиті листами плоского азбестоцементу або гіпсокартону. Як заповнювач застосовують мінеральну повсть, кріплення здійснюють за допомогою дюбелів.
- **дерев'яні** збирають із столярних щитів шириною 446; 949 та 1946 мм та стійок – вкладишів перетином 54×50 мм. Щити - стійки встановлюють на напрямний брус, що прикріплюється до підлоги, а верху укладається брус жорсткості.
- **сталеві** складаються з стійок, що встановлюються з кроком 1,5 м, основних щитів 1,5×1,8 та 1,5×2,4 м та додаткових щитів 1,0×1,8 та 1,0×2,4 м, що навішуються на стійки. Стійки виконують із труб або куточків. Листи між собою кріплять заклепками;
- **Засклені** перегородки складаються з каркасу з прямокутних труб та заповнення зі скла або пластику.

Залізобетонні панелі перегородок мають товщину 80 (100) мм, висоту від 1200 до 3000 мм, довжину від 3000 – 6000 мм.

Перегородки виготовляють з важкого армованого бетону. Перший ряд панелей перегородок встановлюють на основу, яку виконують із підкладок із плоских азбестоцементних листів з розмірами 50×340 (50×680) мм; із цегли; із збірних або монолітних з/б подушок, які у свою чергу укладають на бетонну підготовку підлоги.

Після приварювання чи встановлення всіх з'єднувальних елементів першого ряду монтуються такі ряди панелей. Для фіксації товщини горизонтальних швів застосовують фіксуючі прокладки із плоских азбестоцементних листів товщиною 15 мм та шириною 50 мм.

Кількість рядів панельних перегородок призначається залежно від призначення (роздільні або перегородки, що вигороджують).

Перегородкові панелі розташовують між колонами або притуляють до них.

3. Підлоги: класифікації, матеріали

Влаштування підлог складає до 25% вартості будівлі, оскільки при цьому багато ручної роботи.

Впливи на підлоги залежить від характеру технологічного процесу. Вимоги до підлог промислових будівель залежно від виду впливу на них:

- рівна, гладка, неслизька поверхня
- Висока механічна міцність
- безшумність під час руху транспорту та ходьби людей
- Мінімальний коефіцієнт теплосвоєння (для людей, що стоять на підлозі)
- Вогнестійкість
- водонепроникність
- Стійкість до хімічних впливів
- неелектропровідність
- гігієнічність
- економічність

Підібрати підлогу, що задовольняє всі необхідні вимоги, буває важко, а часом і неможливо. Тому іноді на окремих ділянках навіть одного приміщення доводиться застосовувати підлогу різного типу.

У зонах руху підлогового транспорту підлога повинна відповідати типу транспортного обладнання. Механічні впливи від транспорту на підлоги виробничих приміщень бувають:

- слабкі (ручні візки на гумовому ході);
- помірні (колісний транспорт);
- значні (крани на гусеничному ході, удари предметів, що падають).

В одноповерхових будинках і в нижніх поверхах багатоповерхових будівель підлогу влаштовують на ґрунті. При цьому знімають верхній рослинний шар і ґрунт основи ущільнюють котками з додаванням щебеню або гравію. Торф'янисті, мулисті ґрунти, що містять органічні домішки, як підстави під підлоги не придатні. Їх видаляють і замінюють природними або штучно підібраними ґрунтами, що володіють після укочення належною щільністю.

Основні конструктивні елементи підлоги: **основа, що підстиляє шар, прошарок, стяжка, гідроізоляція, покриття.**

Основа – природний ґрунт без органічних домішок, рослинний ґрунт знімається, а решта ущільнюється котками або трамбуваннями. У багатоповерхових будинках основою є залізничне перекриття.

Підстилаючий шар - основний несучий елемент, який сприймає навантаження від обладнання та транспорту та розподіляє його на основу. Матеріали шарів можуть бути жорсткі (бетон класу В 7,5 до 20, асфальтобетон, кислототривкий бетон на рідкому склі) і нежорсткі (пісок, гравій, щебінь, колотий камінь).

Прошарок (стяжка) – між підстилаючим шаром та покриттям – цементно-піщаний розчин, пісок, мастика, рідке скло. Прошарок можуть бути і теплоізоляційними, що зменшують коефіцієнт теплосвоєння підлоги.

Гідроізоляція – елемент, що перешкоджає проникненню в ґрунт стічних вод та інших рідин та ґрунтових вод у підлогу. Виконується з бітуму в 2 шари або з обклеювальних матеріалів один шар; у місцях лотків, трапів, каналів збільшують на один або два шари.

Покриття - верхній шар, від назви якого прийнято називати підлогу. Його матеріал залежить від впливів на підлогу – механічних, агресивних, теплових та інших.

У ряді випадків покриття та підстилаючий шар поєднуються в одному конструктивному елементі (наприклад, бетонні та земляні підлоги). Крім того, в конструкцію підлоги можуть входити прошарки різного призначення (з'єднувальні, гідроізоляційні, вирівнюючі та ін.).

Товщина шару, що підстиляє, залежить від характеру і величини навантажень, типу покриття і самого підстилаючого шару. Вона призначається

за розрахунком, але має бути не менше: для піщаного шару – 60 мм, для щебеневого та гравійного – 80 мм, для бетонного – 100 мм.

У виробничих приміщеннях іноді доцільно легке обладнання спирати не так на окремі фундаменти, але в бетонну підготовку. Це полегшує перестановку верстатів за зміни технологічного процесу. У цьому випадку підготовку роблять завтовшки 200 – 250 мм, іноді армуючи.

Щоб уникнути появи тріщин у підлогах з жорстким шаром, що підстилає, влаштовують **деформаційні шви**. Їх мають у своєму розпорядженні по лініях деформаційних швів будівлі і в місцях сполучення підлог різного типу. У приміщеннях, при експлуатації яких можлива зміна позитивних та негативних температур, шви слід розташовувати у двох взаємно перпендикулярних напрямках через кожні 6...8 м-коду.

Краї монолітних підлог, що примикають до шва, облямовують сталевими куточками, заанкерованими у підготовці. Шви заповнюють бітумом із волокнистими добавками або піском.

4. Стелі. класифікації, матеріали

Різні виробничі об'єкти вимагають відповідних критеріїв від стелі приміщення. Основними вимогами до них є:

- **Відповідність пожежним вимогам**
- **Шумоізоляція та звукопоглинання**
- **Енергозбереження за рахунок теплоізоляції**
- **Можливість високого механічного навантаження**
- **Підвищена гідроізоляція**
- Естетичний зовнішній вигляд

Усього розрізняють два види промислових стель: **підвісні** та **натяжні**. Кожен із них має кілька підвидів.

Підвісні - це оздоблювальна конструкція, що кріпиться на жорсткий дерев'яний або металевий каркас безпосередньо до стелі.

Виділяють такі підвиди конструкцій, як:

- модульний (сітчастий, касетний, рейковий, гратчастий, комірчастий)
- суцільний (гіпсокартонний)

Найбільш поширені **касетний** та **гратчастий** типи. Також досить поширеним варіантом є мінераловолокниста підвісна стеля.

5. Сходи. Назначення. Вимоги

Сходи виробничих будівель поділяють на:

- Основні
- Службові
- Пожежні
- Аварійні

Основні Сходи проектують для сполучення між поверхами, а також для евакуації людей у надзвичайних ситуаціях. Конструктивні рішення основних сходів промислових будівель не відрізняються від сходів цивільних будівель.

Основні сходи розміщують у сходових клітинах, розташованих у межах контуру будівлі або у вигляді окремих прибудов.

6. Під'ємно- транспортне обладнання. Назначення. Вимоги

Для переміщення всередині будівель сировини, напівфабрикатів та готової продукції їх обладнають підйомно-транспортними засобами, необхідними для монтажу та демонтажу технологічних установок.

Внутрішньоцехове підйомно-транспортне обладнання поділяють на дві групи:

- **Періодичної дії** – підвісний транспорт (талі, кішки, візки, підвісні крани), мостові крани та підлоговий транспорт
- **Безперервної дії** – конвеєри (стрічкові, пластинчасті, скребкові, ковшові), норії, рольганги та шнеки

У промисловому будівництві найбільш поширені будівлі з підвісними та мостовими кранами, що переміщують вантажі у трьох напрямках та обслуговують практично будь-яку точку площі цеху.

Вибір виду і типу підйомно-транспортного обладнання повинен бути обумовлений технологічним процесом, кількістю та видами вантажів, що переміщуються, характером підйомно-транспортних операцій і т.д.

Для переміщення вантажів масою **до 5 т** включно рекомендується використовувати **підвісне** підйомно-транспортне обладнання у вигляді кран-балок, монорейок, різних конвеєрів, а там, де це доцільно, застосовувати пневмо- та гідротранспорт.

Якщо підйомно-транспортні механізми обслуговують лише вузьку робочу смугу цеху, доцільно застосовувати замість підвісних кранів монорейку, що є двотавровою балкою, прикріпленою до нижнього поясу кроквяної конструкції покриття (балки, ферми).

Для обробки вантажів масою **понад 5 т** з переміщенням їх у трьох взаємно перпендикулярних напрямках (вздовж цеху, по ширині прольоту та висоті) слід застосовувати **опорні** крани (у більшості випадків – мостові).

При проектуванні рекомендується опрацювати варіанти заміни мостових кранів на **підлогові. види** підйомно-транспортного обладнання, оскільки застосування мостових кранів суттєво ускладнює несучі конструкції. Важливим принципом є роздільне конструктивне рішення та незалежна робота конструкцій будівельної та технологічної частин будівлі. У цьому випадку елементи несучого каркасу будівель звільняють від технологічних і насамперед кранових навантажень.

Найпростіші механізми – **кішки** вантажопідйомністю до 1 т. Переміщення вантажу вздовж рейки, підвішеного до конструкцій покриття, що несуть, наводиться в рух за допомогою первинної або іншої передачі.

Електроталь (тельфер) вантажопідйомністю до 3-5 тонн. Відрізняється від кішки тим, що рухається двома електромоторами. Керується за допомогою колодок із пусковими кнопками. Підвішується до конструкцій покриттів, що несуть.

7. Внутрішній та зовнішній транспорт. Назначення. Вимоги.

Ширину внутрішньоцехових проїздів для безрейкового транспорту і розміри воріт приймають залежно від габаритів транспортних засобів, що проектуються, і вантажів, що перевозяться.

Введення залізничних колій у будівлю допускається відповідно до вимог технології, якщо застосування інших видів транспорту є недоцільним.

Якщо в цьому випадку можливе використання різних видів транспорту, вибір роблять на основі техніко-економічного порівняння.

Верх голівки рейок залізничних колій усередині будівлі слід приймати лише на рівні чистої підлоги.

Вантажні платформи для залізничних колій повинні мати висоту 1,2 м-кodu.

Відстань від осі колії до краю вантажної платформи приймається 1,92 м.

Ширину зовнішніх вантажних платформ, що прибудовуються до будівель, приймають не менше 1,5 м, а за умови застосування вантажно-розвантажувальних машин – не менше 3 м.

Рекомендована література:

1. Hunter K., Kiffmeyer D. Earthbag побудови: інструменти, tricks and techniques. - New society publishers, 2004. - Т. 8.
2. Huth M. Understanding construction drawings. - Cengage Learning, 2013.

3. Kameswara Rao NSV Foundation design: theory and practice // John Wiley & Sons, USA. - 2011.
4. Lstiburek J., Carmody J. Moisture control handbook: principles and practices for residential and male commercial buildings. - John Wiley & Sons, 1996.
5. Macdonald A. Structure and Architecture: Tectonics of Form. - Routledge, 2015.

Питання для самоперевірки:

1. Назвіть основні ненесучі конструкції промислових будівель
2. Класифікуйте сходи промислових будівель за функціональним призначенням
3. Назвіть основні елементи підйомно- транспортного обладнання

ЛЕКЦІЯ 8
**ДОПОМІЖНІ БУДІВЛІ І ПРИМІЩЕННЯ.
АДМІНІСТРАТИВНО–ПОБУТОВІ КОРПУСИ**

План лекції:

1. Поняття допоміжних виробничих будівель.
2. Конструктивні схеми будівель АПК.
3. Планувальні схеми будівель АПК.
4. Об'ємно -планувальні рішення.
5. Несучий кістяк адміністративно-побутових корпусів промислових будівель.
6. Конструкції цивільного каркасу.
7. Елементи каркасу. Вертикальні елементи – колони
8. Прив'язки колон основного каркасу до продольних модульних розбивочних осей.
9. Прив'язки колон основного каркасу до поперечних модульних розбивочних осей.
10. Елементи каркасу. Горизонтальні елементи – конструкції перекрити та дахів.

1. Поняття допоміжних виробничих будівель.

За призначенням допоміжні приміщення поділяються на дві основні групи:

а) *приміщення культурно-побутового обслуговування* (санітарно-побутові приміщення, приміщення громадського харчування, приміщення охорони здоров'я та приміщення культурного обслуговування)

б) *приміщення адміністративно-технічного призначення* (приміщення управлінь, конструкторських бюро, навчальних занять, технічних служб тощо)

Побутові приміщення можна поділити на:

- Загальні – вбиральні, душові, умивальні, вбиральні, приміщення для особистої гігієни жінок, годування немовлят, відпочинку, курильні та ін.
- Спеціальні – приміщення для прання, хімічного чищення, сушіння, знепилювання, знешкодження та ремонту робочого одягу та взуття, приміщення для обігріву працюючих, комори для чистого та брудного одягу, комори для зберігання приладів, призначених для захисту органів дихання, зору тощо.

Площа всіх необхідних допоміжних приміщень та кількість санітарно-технічного обладнання визначаються розрахунком на основі двох основних факторів: кількості виробничих будівель, що працюють у розглянутій будівлі,

і санітарної характеристики технологічного процесу, що протікає в даній будівлі.

Усі виробничі процеси за своїми санітарними характеристиками поділяються на 4 групи:

- Група I – нормативний мікроклімат у виробничому приміщенні чи будівлі. При незначному вплив забруднюючих речовин малого ступеня шкідливості;
- Група II - несприятливий мікроклімат з виділенням тепла, вологи, пилу або за низьких температур;
- Група III – несприятливий мікроклімат із різко вираженими шкідливими факторами;
- Група IV – особливий мікрокліматичний режим виробництва задля забезпечення якості продукції.

Групи виробничих процесів для зручності розділені на підгрупи (А, Б, В і т.д.), що мають детальніший опис санітарних характеристик.

2. Конструктивні схеми будівель АПК.

За конструктивною схемою допоміжні будівлі поділяють на дві групи

- каркасні
- будівлі з несучими стінами

Найбільш поширена конструктивна схема допоміжної будівлі - каркасна при сітці колон 6×6 м для одно-чотирьох або п'яти-дванадцятиповерхових будівель. Найчастіше застосовують повний каркас із поздовжніми або поперечними ригелями та великорозмірними панелями перекриттів.

3. Планувальні схеми будівель АПК.

При розміщенні загальнозаводських допоміжних будівель на території промислового підприємства, використовуючи принципи блокування та кооперування, слід прагнути до утворення адміністративних, науково-дослідних, навчальних та громадських центрів. При цьому покращуються умови обслуговування, зменшується дублювання приміщень та знижується вартість будівництва.

Цехові допоміжні будівлі зазвичай мають у своєму розпорядженні на основних магістралях підприємств з таким розрахунком, щоб вони були максимально наближені до виробничих цехів.

що окремо стоять , розташовують поблизу обслуговуваних ними виробничих будівель або споруд. Зв'язок між ними та з виробничими приміщеннями здійснюють за підземними або надземними переходами або,

якщо допустимо за умовами безпеки та санітарно-технічними вимогами, безпосередньо по території.

Допоміжні будівлі, що окремо стоять, надають можливість реконструкції або розширення виробничих будівель, створюють кращий санітарно-гігієнічний режим, що надійно ізолює людей від впливу виробничих шкідливостей, мають простіше конструктивне рішення і більш компактне планування.

Разом з тим вони підвищують вартість (за рахунок пристрою переходу), створюють менш щільну забудову території та більшу віддаленість приміщень від робочих місць.

Прибудовані допоміжні будівлі мають уздовж поздовжніх або торцевих стін виробничої будівлі. Їх можна прилаштовувати до них поздовжньою або торцевою стіною. Прибудована допоміжна будівля не повинна, по можливості, погіршувати природне освітлення виробничої будівлі та знижувати її аераційні можливості.

Вбудовані допоміжні приміщення влаштовують у виробничих будинках, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, а також виробничий режим яких допускають безпосереднє розміщення допоміжних приміщень разом із цехами (приладобудівні та інші подібні підприємства).

Вбудовані допоміжні приміщення розміщують на виділених для цієї мети ділянках виробничої будівлі, на цокольних поверхах, на антресолях, у технічних поверхах багато поверхових будівель (у міжферменному просторі або на покритті). Вбудовані допоміжні приміщення можна розташувати поблизу робочих місць, що підвищує зручності для працюючих. Однак вони ускладнюють планування виробничої будівлі, часто заважають модернізації технологічних процесів.

Вибір того чи іншого рішення залежить від санітарної характеристики технологічного процесу, розмірів території промислового підприємства, кількості працюючих та інших факторів

4. Об'ємно -планувальні рішення.

Об'ємно-планувальне рішення допоміжних будівель і приміщень повинно бути чітким і відповідати функціональним процесам, що протікають в них. Необхідний склад приміщень, їх розміри та обладнання визначають залежно від кількості працюючих та санітарно-гігієнічних умов виробничих процесів.

Об'ємно-планувальні рішення допоміжних будівель, як правило, розробляють на основі уніфікованих габаритних схем або типових елементів планування.

Уніфіковані габаритні схеми найчастіше мають ширину 12 (для прибудованих) або 18 м (для окремих) будівель, при довжині 36, 48, 60 м і числі поверхів два-чотири.

Для ряду допоміжних будівель (наприклад, адміністративних) доцільним є застосування ширини 15 м ($6 + 3 + 6 = 15$ м), а для деяких і до 24, 36 м і більше, що значно підвищує гнучкість планування.

Відповідно до СНиП висота побутових приміщень від підлоги до стелі має бути не менше 2,5 м, у кліматичних підрайонах ІА, ІБ, ІГ, ІД та ІVА – не менше 2,7 м, а висота адміністративних приміщень, їдалень, залів зборів – не менше 3 м.

Допоміжні будівлі мають **безкоридорну (зальну) або коридорну** систему планування. В будинках, що окремо стоять, зальної системи планування допоміжні приміщення, що вимагають природного освітлення, розташовують на всій ширині будівлі, в прибудованих будинках — максимально на 2/3 його ширини.

Ширину коридорів і проходів у допоміжних будинках доцільно по-різному призначати, користуючись розрахунком вимушеної евакуації, що враховує кількість людей, які користуються цими приміщеннями. Проте ширина коридорів і проходів може бути відповідно менше 1,4 і 1 м.

5. Несучий кістяк адміністративно-побутових корпусів промислових будівель.

Елементи збірного каркасу:

- Фундаменти
- Колони
- Рігелі
- Панелі перекриттів та покриття

Залізобетонний каркас адміністративно-побутової будівлі вирішується за зв'язковою схемою з шарнірним поєднанням ригеля з колоною. Найчастіше застосовується поперечне розташування ригелів. Стійкість будівлі забезпечується при горизонтальних навантаженнях та впливах просторовою роботою взаємопов'язаних вертикальних (стін-діафрагм жорсткості) та горизонтальних (перекриттів) жорстких дисків, а сприйняття вертикальних – забезпечують стрижневі елементи каркасу.

6. Конструкції цивільного каркасу.

Будівля АБК проектується з уніфікованих збірних залізобетонних виробів на основі типових міжвидових серій, призначених для будівництва багатоповерхових громадських і промислових будівель.

Фундаменти під колони каркасу проектується збірними скляного типу, одноступінчастими, квадратними у плані. Для встановлення колон у температурних швах, як правило, застосовують нетипові двостаканні фундаменти. Заглиблення фундаменту визначається навантаженням, несучою здатністю основи, наявністю та глибиною розташування ґрунтових вод, глибиною промерзання ґрунту, наявністю розташованих поруч фундаментів промислової будівлі, підвалів, каналів.

Збірний **настил перекриттів** проектується з багатопустотних плит, що укладаються на полиці ригелів. Довжина плит на 240 мм коротша за крок рам, висота – 220 мм.

За положенням у настилі вони поділяються на міжколонні зв'язкові

- пристінні та середні (шириною 1,5 м з пазами для колон глибиною 100 мм)
- рядові (шириною 1,5 та 1, 2 м)

7. Елементи каркасу. Вертикальні елементи – колони

Колони каркаса перетином 300 × 300 мм (у будинках висотою до 5 поверхів) або 400 × 400 мм (у будинках понад 5 поверхів) поділяються:

1. З урахуванням положення по висоті будівлі

- Нижні
- Середні
- Верхні

2. За становищем у рамі каркаса

- Крайні
- Рядові
- Усі типи колон центруються по розбивальних осях будівлі. Консолі колон мають висоту та виліт 150 мм. Передбачено одно-, дво- та триповерхове розрізання колон за висотою. Колони, розташовані в кутах сходової клітки, мають закладні деталі для приварювання деталей консолей. Пристінні крайні колони мають заставні деталі для кріплення стінових панелей та кріплення плит-розпірок перекриттів. Стики колон по висоті – контактні зі зварюванням випусків поздовжньої арматури та з омоноличуванням вузла сполучення.
- Колони з'єднуються з ригелем шляхом спирання останнього на приховану консоль. Ригелі - таврового перерізу, висотою 450 мм, з однією або двома полицями для спирання плит перекриттів, сходових маршів та аналогічних елементів. Довжина ригеля на 440 мм (340 мм – при колонах перетином 300 × 300) коротше за проліт. Зварювання

ригеля із заставними елементами колони виконується в рівні низу ригеля.

8. Прив'язки колон основного каркасу до продольних модульних розбивочних осей.

Примикання АБК до виробничому будівлі виконується за двома конструктивними варіантами:

- Без осадового шва
- З осадовим швом

Без осадового шва:

Горизонтальні несучі конструкції (ригелі) АБК спираються крайні колони виробничого будинку. Опирання поперечних ригелів АБК виконується на сталеві опорні столики, приварені до закладних деталей колон виробничої будівлі. Об'єм АБК відокремлюється від цеху цегляною вставкою. Таке конструктивне рішення примикання АБК дозволяє зменшити вартість будівництва.

З осадовим швом:

АБК має власні вертикальні несучі конструкції (колони) та зовнішні огорожі (стіни). Поперечні осі колон АБК можуть збігатися з осями колон виробничої будівлі, так і бути зміщеними щодо останніх на половину кроку (3 м). Розміщення колон АБК між колонами виробничого корпусу дозволяє уникнути влаштування у місці осадового шва складних двостаканних фундаментів під колони.

Рекомендована література:

1. Newton PH Structural Detailing: Для Architecture, Building і Civil Engineering. - Macmillan International Higher Education, 1991.
2. Ochshorn J. Структурні елементи для архітектур і будівельників. - Butterworth-Heinemann, 2009.
3. Pilla DR Elementary Structural Analysis and Design of Buildings: Guide for Practicing Engineers and Students. - CRC Press, 2017.
4. Porteous J., Kermani A. Structural timber design to Eurocode 5. – John Wiley & Sons, 2013.

Питання для самоперевірки:

1. Назвіть основні вимоги до допоміжних виробничих будівель
2. Назвіть основні планувальні схеми АПК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adriaenssens S. et al. (ed.). Shell structures for architecture: form finding and optimization. – Routledge, 2014.
2. Aghayere A., Vigil J. Structural Wood Design: ASD/LRFD. – CRC Press, 2017.
3. Aghayere A. O., Vigil J. Structural Steel Design. – Stylus Publishing, LLC, 2020.
4. Aksamija A. Integrating innovation in architecture: Design, methods and technology for progressive practice and research. – John Wiley & Sons, 2017.
5. Allen E. How buildings work: the natural order of architecture. – Oxford University Press, 2005.
6. Allen E., Iano J. Fundamentals of building construction: materials and methods. – John Wiley & Sons, 2019.
7. Allen E., Rand P. Architectural detailing: function, constructibility, aesthetics. – John Wiley & Sons, 2016.
8. Ballast D. K. Architect's handbook of construction detailing. – John Wiley & Sons, 2009.
9. Bizley G. Architecture in detail. – Routledge, 2007.
10. Boothby T. E. Engineering Iron and Stone: Understanding Structural Analysis and Design Methods of the Late 19th Century. – American Society of Civil Engineers, 2015.
11. Carroll J. The Complete Visual Guide to Building a House. – The Taunton Press, 2013.
12. Charleson A. Structure as architecture: a source book for architects and structural engineers. – Routledge, 2014.
13. Ching F. D. K. A visual dictionary of architecture. – John Wiley & Sons, 2011.
14. Ching F. D. K. Building construction illustrated. – John Wiley & Sons, 2020.
15. Ching F. D. K., Eckler J. F. Introduction to architecture. – John Wiley & Sons, 2012.
16. Choo B. S., MacGinley T. J. Reinforced concrete: design theory and examples. – CRC Press, 2002.
17. Corum N. Building a straw bale house: the red feather construction handbook. – Princeton Architectural Press, 2005.
18. Curtin W. G. et al. Structural foundation designers' manual. – Blackwell Science, 1994.
19. Domone P., Illston J. (ed.). Construction materials: their nature and behaviour. – CRC Press, 2010.

- 20.El Khouli S., John V., Zeumer M. Sustainable construction techniques: From structural design to material selection: Assessing and improving the environmental impact of buildings. – DETAIL-Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, 2015.
- 21.Emmitt S. Barry's introduction to construction of buildings. – John Wiley & Sons, 2018.
- 22.Erdey K. et al. Earthquake engineering: application to design. – Wiley, 2007.
- 23.Farrelly L. The fundamentals of architecture. – Bloomsbury Publishing, 2012.
- 24.Gutdeutsch G. Building in wood: construction and details. – Princeton Architectural Press, 1996.
- 25.Halliday S. Sustainable construction. – Routledge, 2008.
- 26.Hanses K. H. G., Hanses K. Basics Concrete Construction. – Birkhäuser, 2017.
- 27.Harris C. M. Dictionary of Architecture and Construction. – McGraw-Hill, 2006.
- 28.Hegger M. et al. Construction materials manual. – De Gruyter, 2006.
- 29.Herzog T., Krippner R., Lang W. Facade construction manual. – DETAIL-Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, 2004.
- 30.Hunter K., Kiffmeyer D. Earthbag building: The tools, tricks and techniques. – New society publishers, 2004. – T. 8.
- 31.Huth M. Understanding construction drawings. – Cengage Learning, 2013.
- 32.Kameswara Rao N. S. V. Foundation design: theory and practice //John Wiley & Sons, USA. – 2011.
- 33.Lstiburek J., Carmody J. Moisture control handbook: principles and practices for residential and small commercial buildings. – John Wiley & Sons, 1996.
- 34.Macdonald A. Structure and Architecture: Tectonics of Form. – Routledge, 2015.
- 35.Martin L., Purkiss J. Structural Design of Steelwork to EN 1993 and EN 1994. – Elsevier, 2008.
- 36.McRaven C. The Classic Hewn-log House: A Step-by-step Guide to Building and Restoration. – Storey Publishing, 2005.
- 37.Merritt F. S., Ricketts J. T. Building design and construction handbook. – McGraw-Hill Education, 2001.
- 38.Miller M. R., Miller R. Carpentry and construction. – McGraw-Hill Education, 2016.
- 39.Newton P. H. Structural Detailing: For Architecture, Building and Civil Engineering. – Macmillan International Higher Education, 1991.

40. Ochshorn J. Structural elements for architects and builders. – Butterworth-Heinemann, 2009.
41. Pilla D. R. Elementary Structural Analysis and Design of Buildings: A Guide for Practicing Engineers and Students. – CRC Press, 2017.
42. Porteous J., Kermani A. Structural timber design to Eurocode 5. – John Wiley & Sons, 2013.
43. Sandaker B. N., Eggen A. P., Cruvellier M. R. The structural basis of architecture. – Routledge, 2019.
44. Schierle G. G. Architectural Structures. – University of Southern California, 2006.
45. Smith P. Structural design of buildings. – Wiley Blackwell, 2016.
46. Stalnaker J., Harris E. Structural design in wood. – Springer Science & Business Media, 1997.
47. Tanner J. E. et al. Masonry structural design. – McGraw-Hill Education, 2017.
48. Taranath B. S. Structural analysis and design of tall buildings: Steel and composite construction. – CRC press, 2016.
49. Underwood J. R., Chiuini M. Structural design: A practical guide for architects. – John Wiley & Sons, 1998.
50. Viljakainen M. The Open Timber Construction System // Architectural Design. Wood Focus. – 1999.
51. Watts A. Modern construction handbook. – De Gruyter, 2013.