МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра ОПХВ імені
професора Ф.Ю.Ялпачика

КАРКАСИ ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТИ

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи
з дисципліни: «Проектування переробних підприємств з основами будівництва»
Частина 1 «Основи промислового будівництва і санітарії»
для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Мелітополь, 2018

Каркаси промислових споруд та їх елементи. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни: «Проектування переробних підприємств з основами будівництва» Частина 1 «Основи промислового будівництва і санітарії» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» − Таврійський державний агротехнологічний університет 2018 − 32 с.

Розробники: к.т.н., доц. Олексієнко В.О.

ст. викладач Циб В.Г.

асистент Ковальов О.О.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри ТМ Коломієць С.М.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри ОПХВ імені

професора Ф.Ю.Ялпачика

протокол № 14 від 04 квітня 2018 р.

Розглянуто та рекомендовано до друку методичною комісією

факультету інженерії та комп'ютерних технологій

протокол № 8 від « 26 » квітня 2018 р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: Каркаси промислових споруд та їх елементи

Мета: вивчити основні види каркасів одно- і багатоповерхових промислових споруд та їх конструктивні елементи.

Час: 8 год.

1 ВКАЗІВКИ ПО ПІДГОТОВЦІ ДО РОБОТИ:

1.1 Завдання для вхідного контролю:

– ***повторити:***

1) Класифікацію та основні види промислових будівель, їх ознаки;
2) Основні частини будівель, види і призначення;
3) Внутрішнє устаткування промислових споруд.

– ***знати:***

1) Класифікацію споруд за наступними ознаками:
   а) призначення;
   б) довговічність;
   в) поверховість;
   г) матеріал;
   д) вид конструкції стін;
   е) вогнестійкість.
2) Призначення, види, і вимоги до основних частин будівлі:
   а) фундаменту;
   б) стіни;
   в) дах і перекриття.

– ***вміти:***

1) Правильно сформулювати визначення основних частин будівлі;
2) Вибирати вид будівельних конструкцій для будівництва споруд;
3) Визначати вид споруди за основними ознаками.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

2.1 Програма роботи

Вивчити:

1) Елементи каркасів промислових споруд;
2) Види будівельних конструкцій для улаштування елементів каркасу;
3) Види фундаментів і фундаментних балок;
4) Види колон, їх призначення і галузь застосування;
5) Типи стін і вимоги до них;
6) Типи перекриття, їх призначення і будова

Вміти:

1) Правильно визначати вид споруди;
2) Розрізняти елементи каркасу будівлі;
3) Вибирати індустріальні будівельні конструкції для облаштування каркасу споруди;
4) Правильно визначити конструктивне рішення одно- і багатоповерхової споруди промислового призначення.
5) Використовувати загальні теоретичні відомості для прийняття інженерних рішень по реконструкції та переоснащенню промислових будівель.

2.2 Контрольні питання:

1) Визначення каркаса будівлі і основні елементи каркасів одно- і багатоповерхових промислових будівель.
2) Особливості конструктивних рішень фундаментів промислових будівель.
3) Конструктивні рішення колон промислових будівель.
4) В яких випадках застосовують обв'язувальні балки?
5) Залізобетонні несучі конструкції покриттів.
6) Металеві несучі конструкцій-покриттів.
7) Дерев'яні і комбіновані конструкції покриттів.
8) Конструктивні особливості пристрою стін з дрібно штучних елементів, крупних блоків і панелей.
9) В яких випадках влаштовують полегшені конструкції стін. Їх види і особливості рішень.
10) Захищаюча частина покриття промислової будівлі і її основні шари.
11) Особливості пристрою утеплених і холодних покриттів.

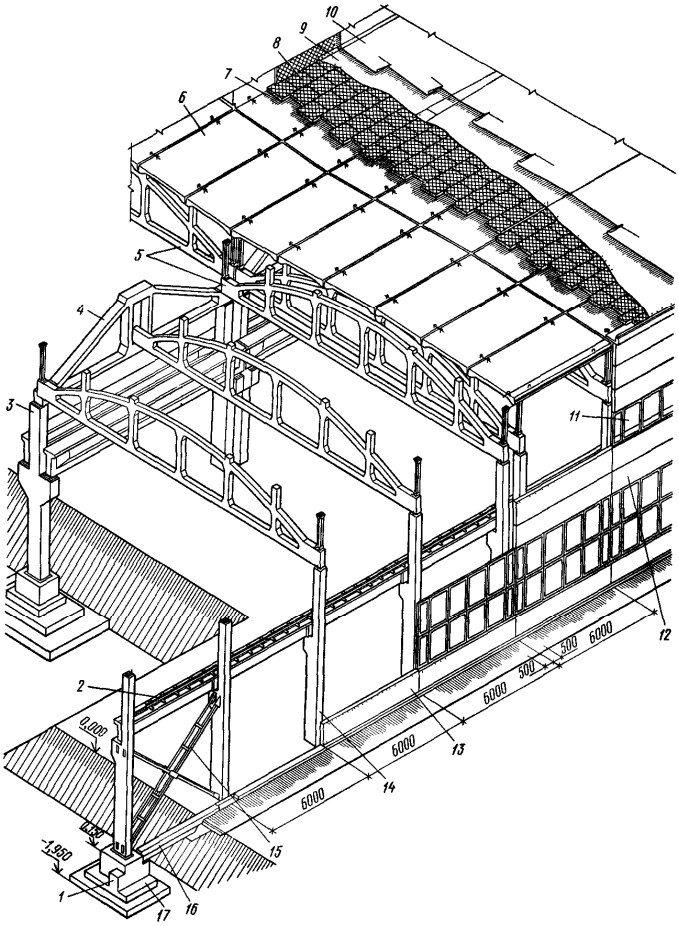
3 ОСНОВНА ЧАСТИНА

3.1 Каркас промислової будівлі

Каркас одно- і багатоповерхових промислових будівель складається з поперечних рам, утворених колонами і несучими конструкціями покриття (балки, ферми, арки і ін.) і подовжніх елементів: фундаментних, підкранових і обв'язувальних балок, підкроквяних конструкцій, плит покриття і перекриття і зв'язків (рисунок 1; 2). Якщо несучі конструкції покриттів виконані у вигляді просторових систем — зведень, куполів, оболонок, складів і інших, то вони одночасно є подовжніми і поперечними елементами каркаса.

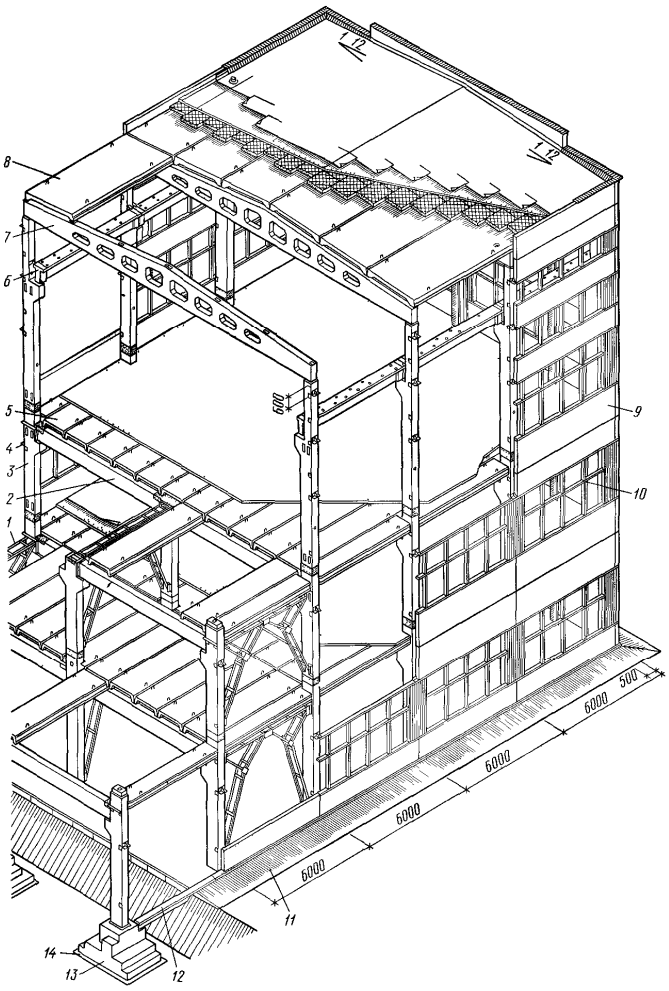
Каркаси промислових будівель вмонтовують в основному із збірних залізобетонних конструкцій, стали і рідше з монолітного залізобетону, деревини.

При виборі матеріалів необхідно враховувати розміри прольотів і крок колон, висоту будівель, величину і характер діючих на каркас навантажень, параметри повітряного середовища виробництва, наявність агресивних чинників, вимоги вогнестійкості, довговічності і техніко-економічні передумови. Вибір матеріалу каркаса проводять відповідно до «Технічних правил по економному витрачанню основних будівельних матеріалів» (ТП 101—76).



1 — бетонний підлив для встановлення фундаментних балок, *2* — підкранова балка, *3* — колона середнього ряду, *4* - підкроквяна залізобетонна ферма, *5* - залізобетонна ферма без розкосів, *6* - залізобетонна плита покриття, 7 - пароізоляція, .8 – тепло ізолюючий шар, 9 - цементне стяжка, *10* - багатошаровий руберойдовий килим, *11* — конструкція скління, *12* - стінна панель, *13* — цокольна стінна панель, *14* — колона крайнього ряду, *15* — металевий хрестовий вертикальний зв'язок, *16* - залізобетонна фундаментна балка, *17* - залізобетонний фундамент під колону

Рисунок 1 – Конструктивне рішення одноповерхової багато пролітної промислової будівлі.

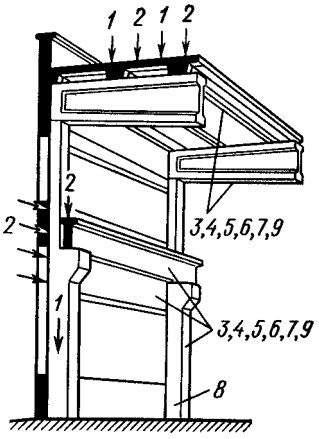


1 — вертикальний металевий портальний зв'язок між колонами; 2 — балка (ригель), 3 — колона, 4 — монтажний столик для того, що спирається стінних панелей, 5— плита перекриття залізобетонна ребриста, 6 — залізобетонна підкранова балка, 7 — залізобетонна двосхила балка покриття, 8 — залізобетонна плита покриття, 9 — стінна панель, 10 — конструкції віконного скління, 11 —відмостка, 12 — фундаментна балка (ранд-балка), 13 — бетонний прилив для встановлення фундаментних балок, 14 — піщана підготовка.

Рисунок 2 – Конструктивне рішення багатоповерхової будівлі.

Несучий каркас частіше за все виконують повністю із залізобетону або сталі і змішаним. Виконання залізобетонного каркаса в порівнянні із сталевим дозволяє економити до 60 % стали.

Елементи каркаса піддаються силовим і несиловим діям (Рисунок 3). Силові дії виникають про г постійних і тимчасових навантажень. У зв'язку з цим елементи каркаса повинні відповідати вимогам міцності і стійкості.



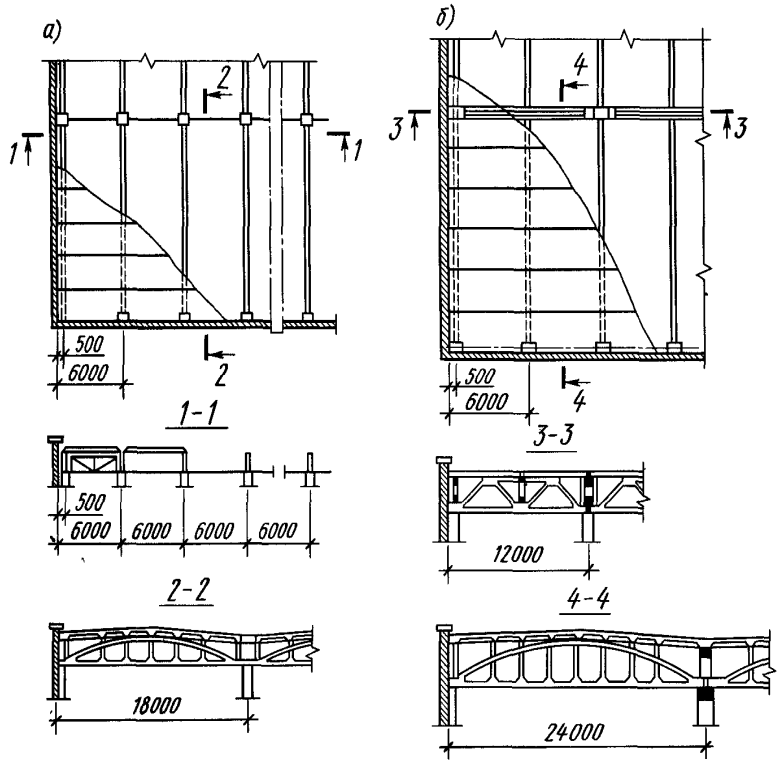
1 — постійні навантаження; 2 — тимчасові навантаження; 3 — температура внутрішнього повітря; 4 — теплові удари; 5 — рідка і пароподібна волога; 6 — агресивні хімічні речовини, 7 — мікроорганізми, 8 — блукаючі струми, 9 — звук.

Рисунок 3 – Зовнішні дії на елементи каркаса.

При несилових діях зовнішнього і внутрішнього середовища у вигляді позитивних і негативних температур, теплових ударів, рідкої і пароподібної

вологи, повітря і хімічних речовин, що містяться в повітрі, елементи каркаса повинні відповідати вимогам довговічності.

Одноповерхові промислові будівлі з типовими уніфікованими конструкціями з укрупненою сіткою колон можуть мати конструктивні схеми із застосуванням підкроквяних конструкцій або без них (Рисунок 4).



а. - з кроком колон 6 м, б—то ж, з підкроквяними конструкціями при кроці крайніх колон 6 м

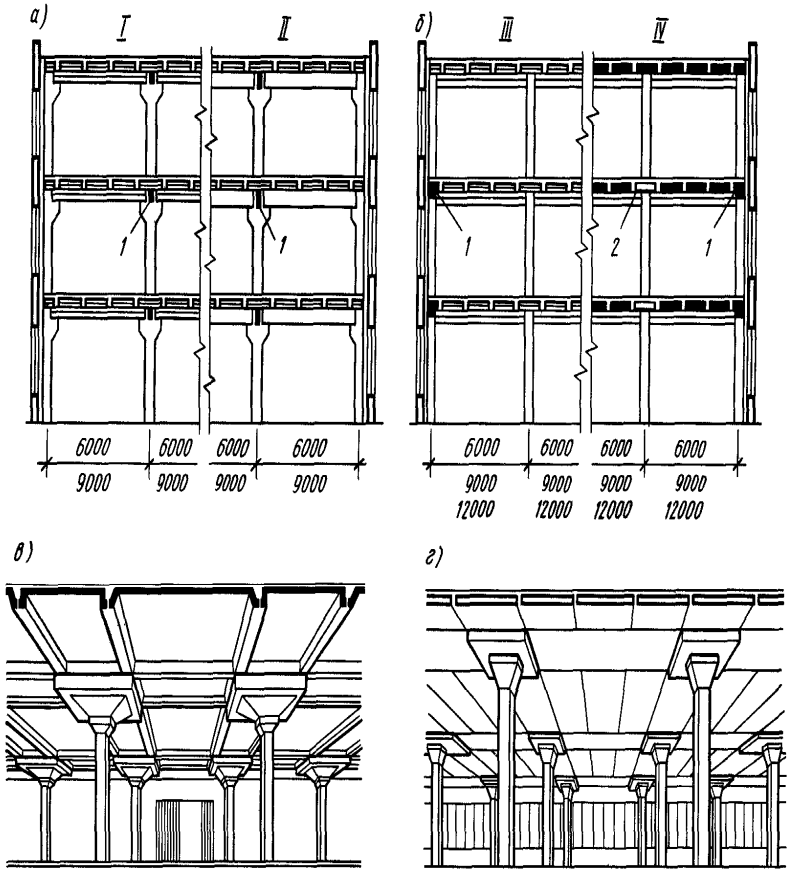
Рисунок 4 – Конструктивні схеми одноповерхової промислової будівлі

Типовим рішенням одноповерхових будівель є застосування поперечних рам з шарнірним з'єднанням ригелів і колон. Це дозволяє здійснювати незалежну типізацію ригелів і колон, оскільки в цьому випадку навантаження, прикладене до одного з елементів, не викликає згинаючого моменту в іншому. Крім того, досягається високий ступінь універсальності елементів каркаса, можливість їх використовування для різних вирішень і типів несучих елементів покриття. Шарнірне з'єднання колон і ригелів конструктивно значно простіше за жорсткий, оскільки полегшуються виготовлення і монтаж конструкцій.

При виборі каркаса із сталевих елементів необхідно враховувати величину прольотів, режим роботи кранів, величину навантажень від кранів і покриття і інші чинники. Сталеві конструкції елементів каркаса застосовують головним чином в цехах заводів, в яких використовують крани важкого і безперервного режиму роботи. При цьому необхідно широко застосовувати легкі конструкції масового виготовлення. Розроблені трубчасті ферми прольотом 24, 30 і 36 м, а також колони із застосуванням труб і широкополочних двутаврів.

Каркаси багатоповерхових будівель влаштовують також з уніфікованих залізобетонних елементів заводського виготовлення з балочними або

безбалочними перекриттями (Рисунок 5).



а — балочний, при тому, що спирається ригелів на консолі колон (/ — варіант перекриттів з тим, що спирається ребристих плит на полиці ригелів // — те ж, з тим, що спирається плит по верху ригелів), б — балочний, при безконсольному встановленні ригелів (/// — перекриття з ребристими плитами, IV — те ж, з багатопустотними), в — безбалочний з надколінними плитами, розташованими в двох напрямах, г — те ж, в одному напрямі 1 — ригель подовжньої рами, 2 — сантехнічна панель

Рисунок 5 – Каркаси багатоповерхових промислових будівель

Балочні перекриття, як більш прості і універсальні, застосовують частіше. Безбалочне перекриття використовують при великих корисних навантаженнях і при необхідності отримати гладку поверхню стелі для пристрою підвісного транспорту, розв'язки у різних напрямах комунікацій, а також для поліпшення санітарно-гігієнічних якостей приміщень.

3.2 Фундаменти і фундаментні балки

В загальному об'ємі промислової будівлі трудомісткість пристрою фундаментів складає б... 8%, а витрата залізобетону може досягати 20%.

За способом виконання фундаменти збірні і монолітні. Під колони каркаса передбачають окремі фундаменти з підколінниками склянкового типу (рисунок 6), а стіни спираються на фундаментні балки (Рисунок 7).

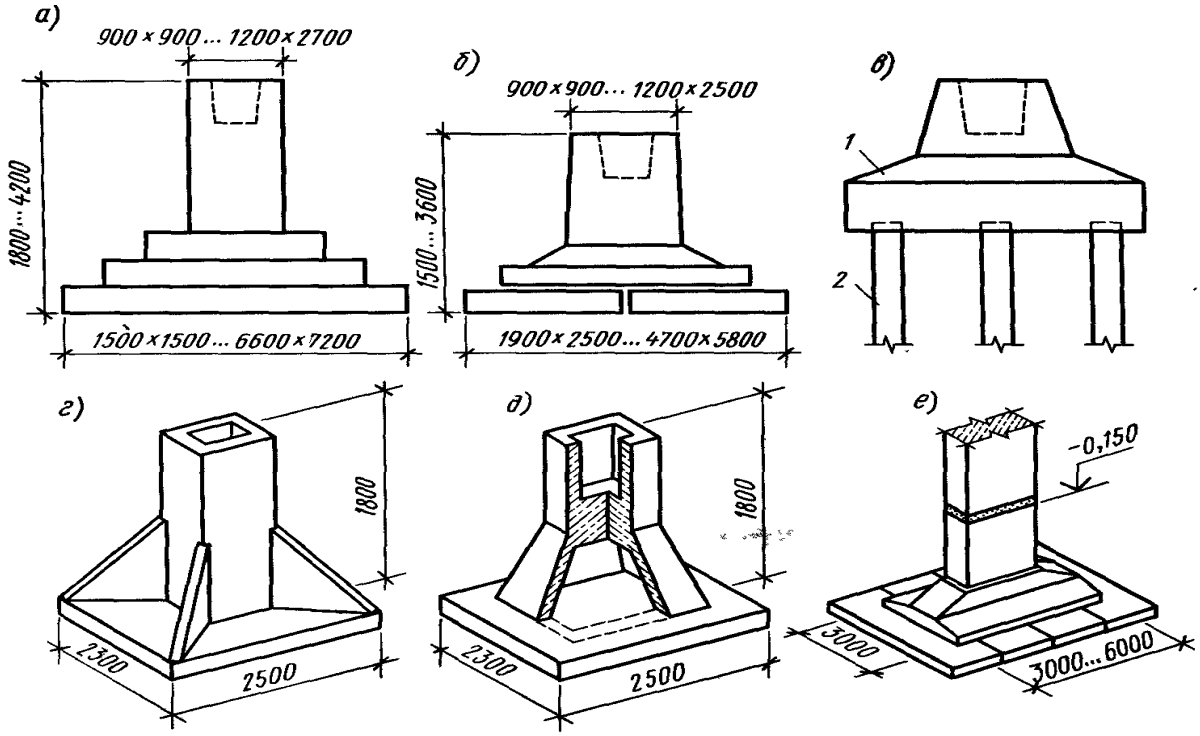
Залежно від навантаження на колони, її перетини і глибини заставляння фундаментів застосовують декілька типорозмірів фундаментів. Висота фундаментних блоків 1,5 і від 1,8 до 4,2 м з градацією через 0,6 м; розміри підошви блоків в плані від 1,5 х 1,5 м і більш з модулем 3М; розміри підколінником в плані від 0,9 х 0,9 до 1,2 х 7,2 м з модулем 3М. Глибина стакана прийнята 0,8; 0,9; 0,95 і 1,25 м, а висота ступенів — 0,3 і 0,45 м.

Збірні фундаменти можуть складатися з одного блоку (підколінником із стаканом) або бути складовими з підколінником і опорної фундаментної плити. Пристрій збірних фундаментів по витраті бетону, вартості і трудовитратам більш економічні монолітних.

В цілях зменшення маси і зниження витрати сталі застосовують збірні ребристі або порожнисті фундаменти (рисунок 6).

Фундаменти з підколінником прядивного типу влаштовують під залізобетонні колони великого перетину або під сталеві колони (рисунок 6, е). Пеньок, що є елементом колони, влаштовують під час робіт нульового циклу. Пеньок з фундаментом і колону з пеньком сполучають зварюванням випусків арматури і бетоном, що нагнітається в шви.

Фундаменти паль влаштовують у разі залягання у поверхні землі слабих грунтів і наявності грунтових вод (рисунок 6, в). Головні частини паль зв'язують монолітним або збірним залізобетонним ростверком, який одночасно є і підколінником.



а—монолітний, б - збірний складовий, в - паля, г — збірний ребристий, д — збірний порожнистий, е — з підколінником пенькового типу 1 — ростверк, 2 — паля

Рисунок 6 – Типи фундаментів промислових будівель

Для скорочення типорозмірів колон верх фундаментів незалежно від глибини заставляння підошви рекомендується розташовувати на 15 см нижче за відмітку чистої підлоги цеху. Їх встановлюють на підливку з цементного розчину завтовшки 20 мм

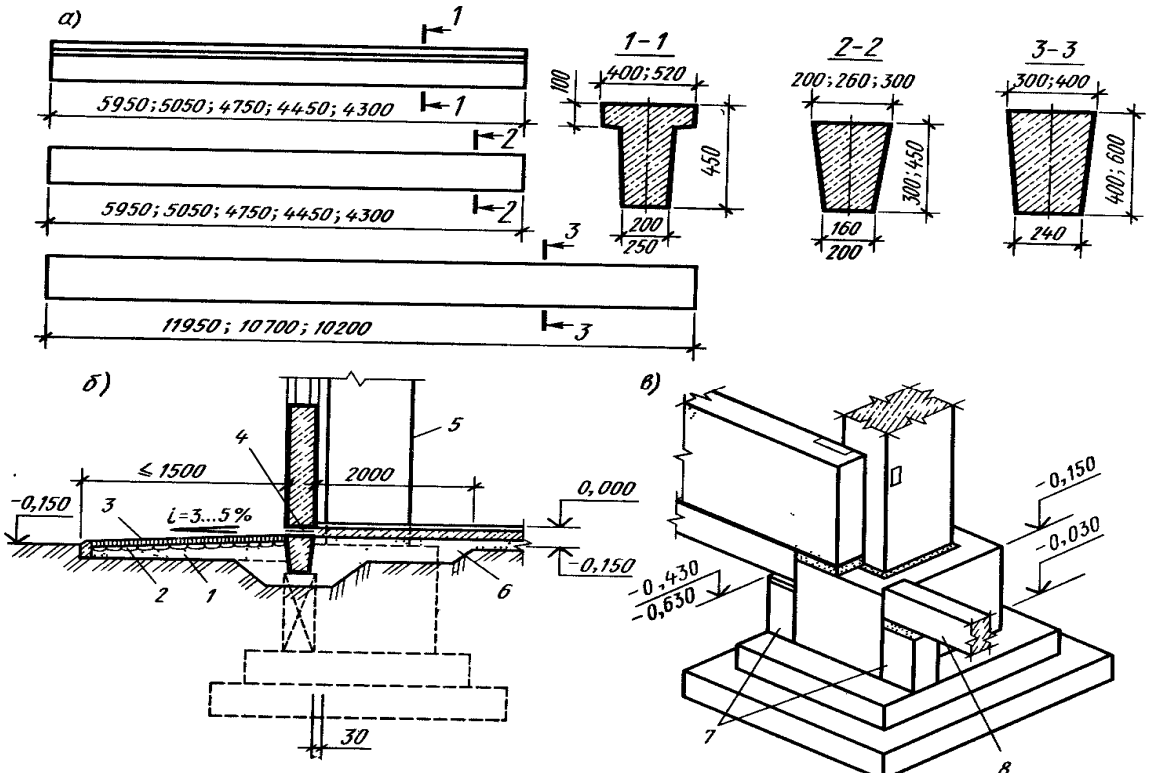
Навісні панелі стін допускається встановлювати на шар набетонки, передаючи їх масу безпосередньо на підколінники.

По фундаментних балках укладають 1...2 шари гідроізоляційного матеріалу, а для запобігання деформації балок унаслідок можливого пучення ґрунтів знизу і із сторін передбачають той, що підсипає з шлаку, грубозернистого піску або цегляного щебеню.

Несучі стіни в будівлях безкаркасних або з неповним каркасом встановлюють на стрічкові фундаменти, які рекомендується виконувати із збірних елементів. Принципи їх виготовлення аналогічні цивільним будівлям. Це дозволяє вести монтаж колон при засипаних котлованах після пристрою підготовки під підлоги і прокладки підземних комунікацій, тобто після робіт нульового циклу.

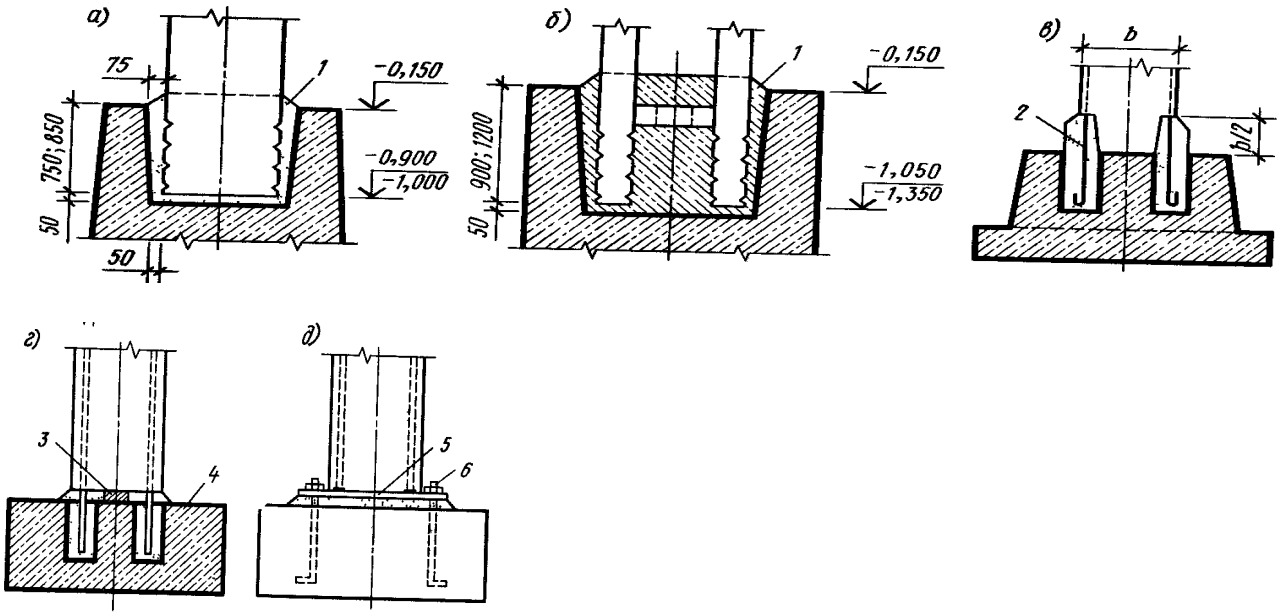
Колони з фундаментами сполучають різними способами (рисунок 8). Найбільш поширено жорстке кріплення за допомогою бетону.

Стіни каркасних будівель встановлюють на фундаментні балки, що укладаються між підколінниками фундаментів на спеціальні залізобетонні стовпчики або на консолі колон. Фундаментні балки захищають підлогу від продування і просідання відмостки. Залізобетонні фундаментні балки (рисунок 7, а) при кроці колон 6 м залежно від розмірів підколінників і способів встановлення мають довжину від 5,95 до 4,3 м і перетин — таврове і трапецієвидне.



а — типи фундаментних балок, *б, в* — деталі / — пісок, *2* — щебенева підготовка, *3* — асфальтове або бетонне покриття (відмостка), *4* — гідроізоляція, 5 — колона, *6* — шлак або грубозернистий пісок, 7 — залізобетонні стовпчики, *8* — фундаментна балка

Рисунок 7 – Деталі фундаментів крайнього ряду колон



а, б — за допомогою заповнення зазору бетоном, *в, г* — за допомогою випусків арматури, *д* — за допомогою анкерних болтів / — бетон, *2* — арматура, *3* — сталева прокладка, *4* — фундамент, *5* — сталева плита. *6* — анкер

Рисунок 8 – Стики залізобетонних колон з фундаментами

Висоту балок під само несучі стіни з цеглини, дрібних блоків і панелей приймають 450 мм, а під навісні панелі — 300 мм

При кроці колон 12 м використовують в основному балки трапецієвидного перетину заввишки 400 і 600 мм і завдовжки 11,95... 10,2 м. Балки вмонтовують так, щоб їх верх був на 30 мм нижче за рівень підлоги.

3.3 Колони. Підкранові і обв'язувальні балки

Для пристрою каркасів одно- і багатоповерхових промислових будівель застосовують залізобетонні і сталеві колони.

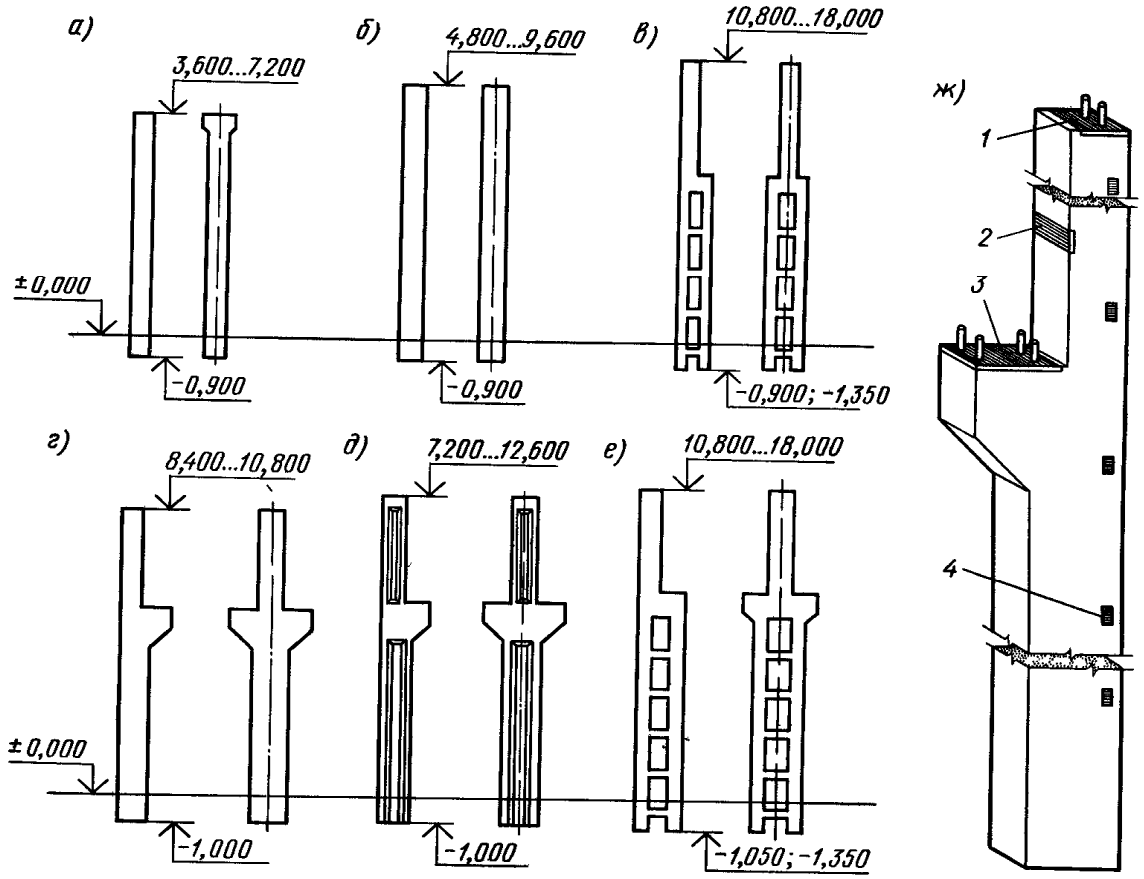
Залізобетонні колони одноповерхових промислових будівель (рисунок 9) можуть бути з консолями і без них (якщо відсутні мостові крани). По розташуванню в плані їх підрозділяють на колони середніх і крайніх рядів.

Залежно від поперечного перетину колони бувають прямокутні, таврового профілю і двогілкові. Розміри поперечного перетину залежать від діючих навантажень. Застосовують наступні уніфіковані розміри перетинів колон: 400 х 400, 400 х 600, 400 х 800, 500 х 500, 500 х 600, 500 х 800 мм - для прямокутних; 400 х 600 і 400 х 800 мм — для таврових і 400 х 1000, 500 х 1000, 500 х 1300, 500 х 1400, 500 х 1500, 600 х 1400, 600 х 1900 і 600 х 2400 мм — для двогілкових. Колони можуть бути з декількох частин, які збирають на будівельному майданчику.

Колони з консолями складаються з надкранової і підкранової гілок. Перетин надкранових гілок частіше всього квадратне або прямокутне: 400 х 400 або 500 х 500 мм Для виготовлення колон застосовують бетон класів

В15...В40 і арматуру різних класів.

Довжину колон приймають з урахуванням висоти цеху і глибини їх закладення у фундамент, яка може бути: для колон прямокутного перетину без мостових кранів — 750 мм, для колон прямокутного і двотаврового перетину з мостовими кранами — 850 мм; для двогілкових колон — 900... 1200 мм Окрім основних колон для пристрою фахверків використовують фахверкові колони. Їх встановлюють уздовж будівлі при кроці крайніх колон 12 м і розмірі панелей стін 6 м, а також в торцях будівель.



а — прямокутного перетину для будівель без мостових кранів при кроці 6 м, б—то ж, при кроці 12 м, в —двогілкові для будівель без мостових кранів, *г* — прямокутного перетину для будівель з мостовими кранами, и—то ж, двотаврового перетину, *е* —двогілкові для будівель з мостовими кранами, *ж* — загальний вид колони, 7 — заставна деталь для кріплення несучої конструкції покриття, 2, 3 —те саме, підкранової балки, 4 —те саме, стінних панелей.

Рисунок 9 – Основні типи залізобетонних колон одноповерхових промислових будівель

Для пристрою каркасів багатоповерхових будівель використовують залізобетонні колони висотою на один, два і три поверхи. Перетин колон 400 х 400 і 400 х 600 мм (рисунок 10). Виготовляють колони з бетону класів В15...В40 і армують сталевими каркасами. Сполучення ригелів з колонами може бути консольним і безконсольним. Стики колон влаштовують на

600...1000 мм вище перекриття.

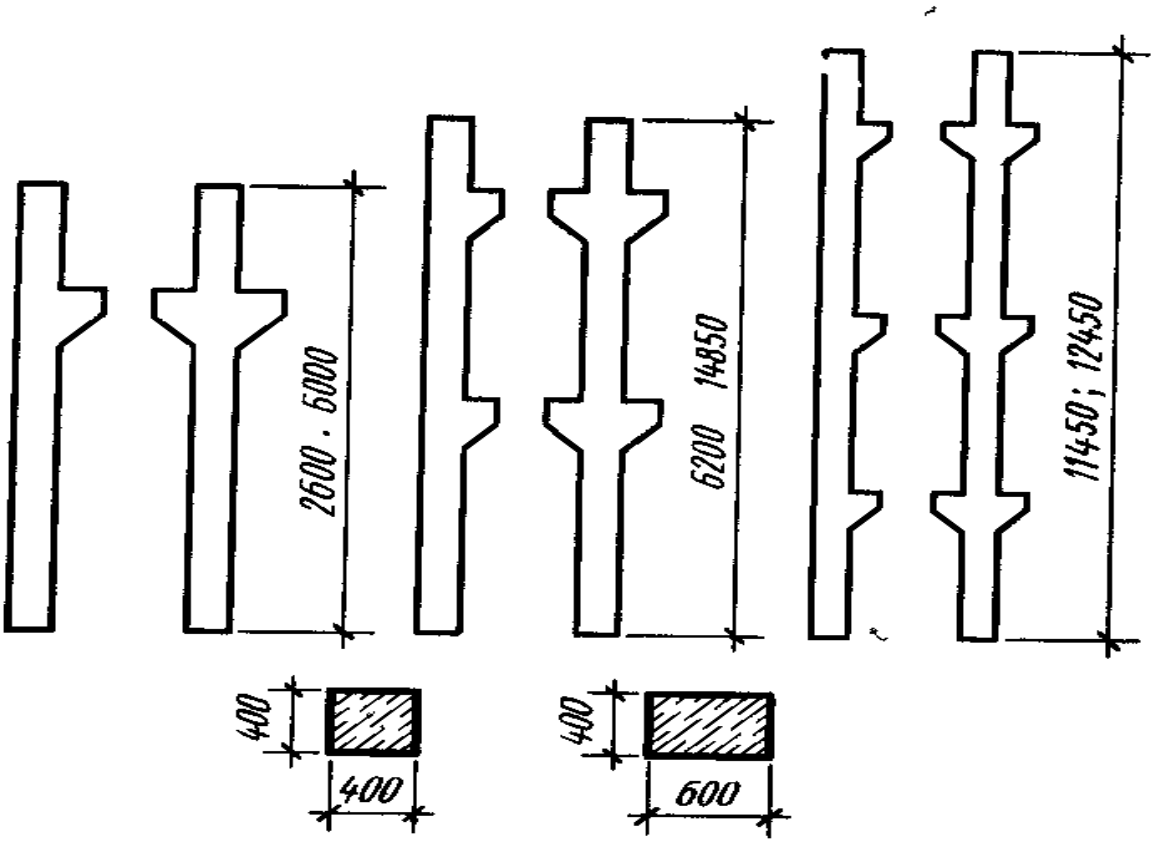
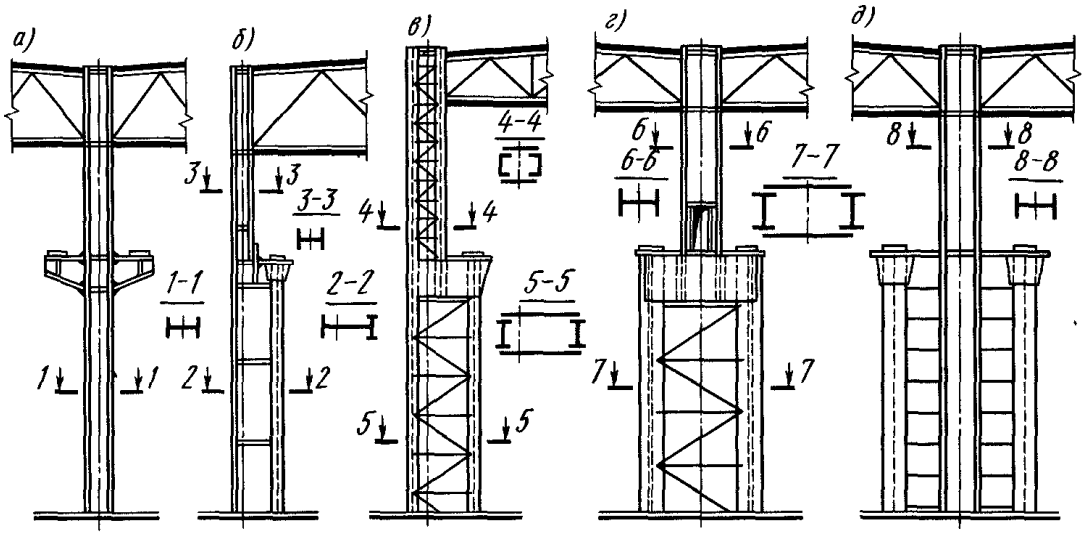


Рисунок 10 – Типи залізобетонних колон багатоповерхових промислових будівель при тому, що спирається ригелів на консолі колон

Сталеві колони одноповерхових будівель можуть мати постійний по висоті перетин і змінний. У свою чергу, колони із змінним перетином можуть бути з підкрановою частиною суцільного і крізного перетину (рисунок 11).



а—постійного перетину, *б*— *г* — змінного перетину, *д* — роздільна

Рисунок 11 – Основні типи сталевих колон:

У випадках, коли колони в основному працюють на центральне стиснення, застосовують колони суцільного перетину. Для виготовлення суцільних колон застосовують широкополочний прокатний або зварний двутавр, а для крізних колон можуть бути використаний також двутавр, швелери і кути.

Крізні колони підрозділяють на колони з гілками, сполученими зв'язками, і колони роздільні, які складаються з незалежно працюючих шатрової і підкранової гілок (рисунок 11, д). Колони постійного перетину використовують при застосуванні кранів вантажопідйомністю до 20 т і висоті будівлі до 9,6 м.

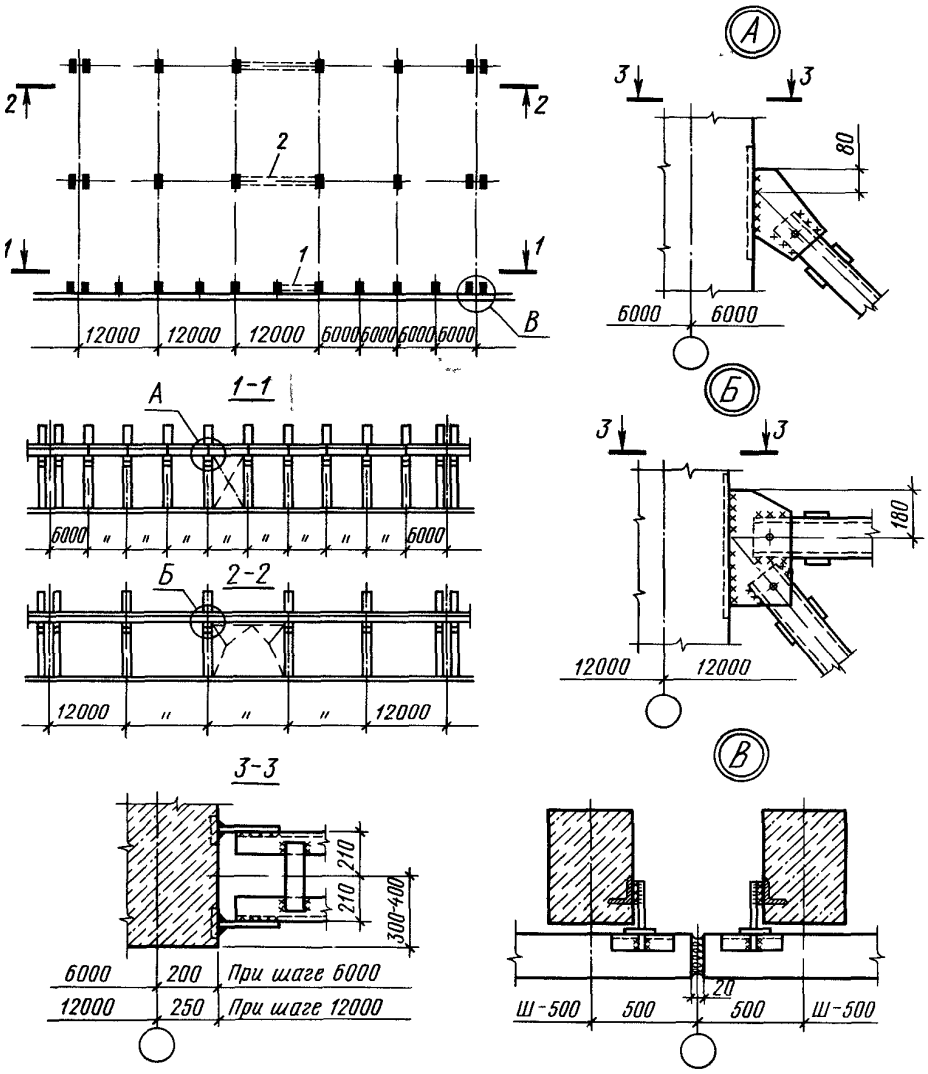
Роздільні колони влаштовують в будівлях з важкими мостовими кранами (125 т і більш). В нижній частині колон для сполучення з фундаментами передбачають сталеві бази (черевики). Бази до фундаментів кріплять анкерними болтами, що закладаються у фундамент при їх виготовленні. Нижню опорну частину колони разом з базою покривають шаром бетону.

Жорсткість і стійкість будівель досягаються установкою системи вертикальних і горизонтальних зв'язків. Так, для зниження і перерозподілу виникаючих зусиль в елементах каркаса від температурних і інших дій будівлю розбивають на температурні блоки і в середині кожного блоку влаштовують вертикальні зв'язки між колонами: при кроці колон 6м— хрестові; при кроці колон 12 м — портальні (рисунок 12). Зв'язки виконують з кутів або швелерів і приварюють до заставних частин колон.

Для забезпечення роботи мостових кранів на консолі колон вмонтовують підкранові балки, на які укладають рейки. Підкранові балки також забезпечують додаткову просторову жорсткість будівлі. Підкранові балки можуть бути залізобетонний і сталевий.

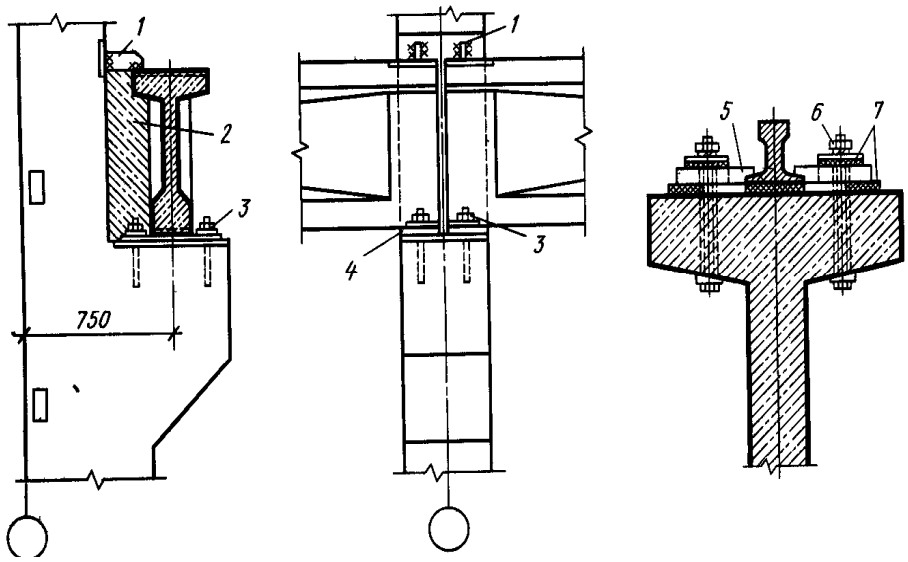
Залізобетонні підкранові балки застосовують при кроці колон 6 і 12 м, але порівняно рідко, оскільки вони мають значну масу, витрати бетону і арматури. Балки можуть мати тавровий (для довжини 6 м) і двотавровий перетин з потовщенням стінок тільки на опорах.

До колон залізобетонні підкранові балки кріплять зваркою заставних деталей і анкерними болтами (рисунок 13). Після ретельної установки і вивіряння гайки на анкерних болтах заварюють. Рейки до балок приєднують притискними лапками, які розташовують через 750 мм В кінцях підкранових шляхів встановлюють сталеві упори — обмежувачі, які забезпечуються амортизаціями-буферами з дерев'яного бруса.



1 — хрестовий зв'язок, 2 — портальний зв'язок

Рисунок 12 – Вертикальні зв'язки між колонами і пристрій температурного шва



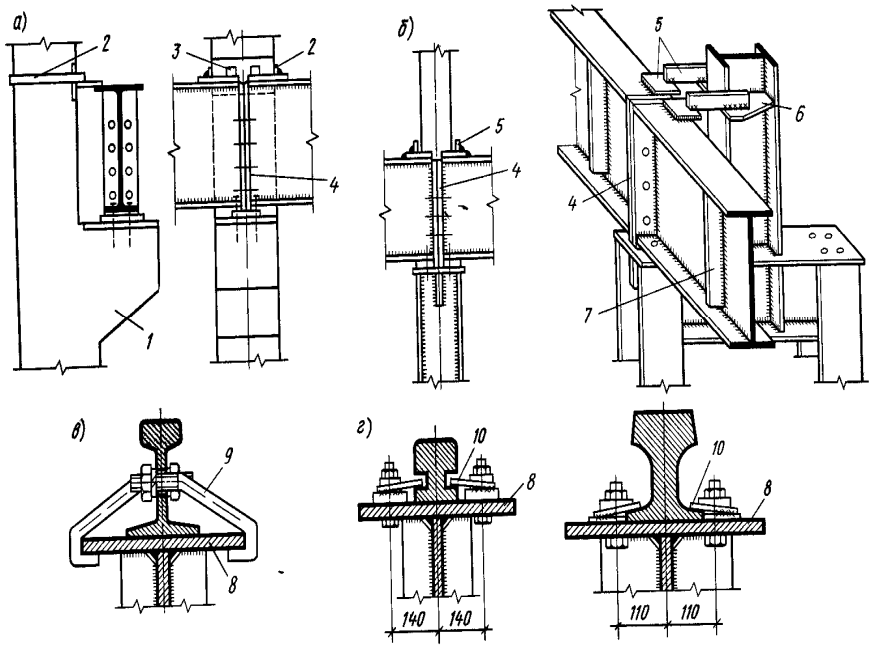
:
1 — сталева кріпильна планка, *2* — бетон, що укладається після монтажу і кріплення балок, *3* — шайби, *4* — опорний лист, *5* — притискна планка (лапка), *6* — болт, 7 — пружні прокладки

Рисунок 13 – Конструкція кріплення залізобетонної підкранової балки

Більш ефективними в порівнянні із залізобетонними є *сталеві підкранові балки,* які підрозділяють на розрізні і нерозрізні. Вони більш прості у ви-

готовленні і при монтажі. По типу перетину підкранові балки можуть бути наскрізними (гратчастими) і суцільними.

Балки суцільного перетину (рисунок 14) виготовляють у вигляді двутавра (прокатного профілю або складеного з трьох листів сталі з ребрами жорсткості). Елементи перетину балок сполучають зваркою. Іноді виготовляють клепані балки.



а— закріплення балки до залізобетонної колони, б—те ж, до сталевої, в— закріплення рейки крана до балки крюками, г — те ж, лапками, 1 — консоль колони, 2 — хомут із смуги 8 х 100 мм, 3 — коротиші з кутів, 4 — опорне ребро торця, 5 — кріпильні планки, 6 — фасонка, 7 — ребро жорсткості, 8 — верхня полиця балки, 9 — крюк, 10 — притискні планки

Рисунок 14 – Конструкції сталевих підкранових балок

Крізні підкранові балки у вигляді шпренгельных систем застосовують в будівлях з кроком колон 12 м і більш при кранах середнього і легкого режимів роботи вантажопідйомністю до 75 т.

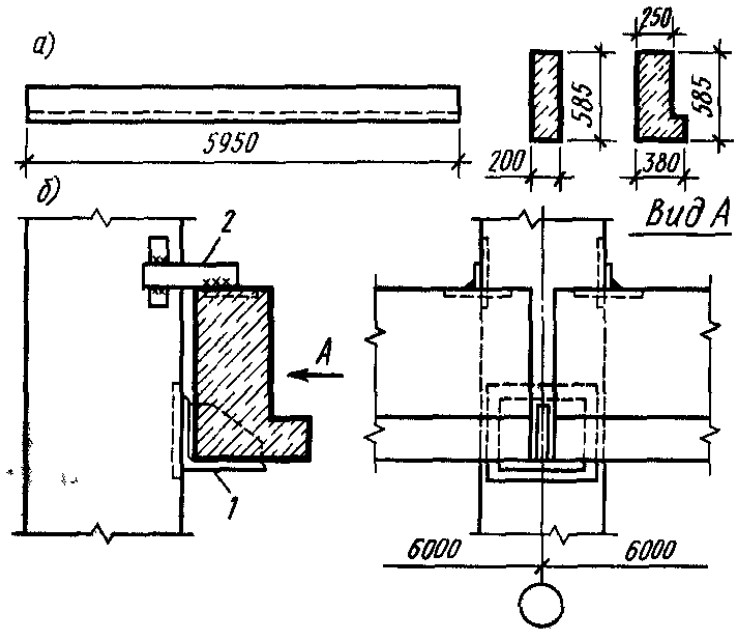
Висоту балок визначають по розрахунку, і вона може бути від 650 до 2050 мм з градацією розмірів через 200 мм

Кріплення рейок до балок може бути нерухомим і рухомим. Нерухоме кріплення здійснюється шляхом приварювання рейки до верхньої полиці балки при кранах вантажопідйомністю до 30 т. Рухоме кріплення, здійснюване частіше за все, проводять за допомогою скоб і притискних лапок (рисунок 14, в, г).

Якщо як матеріали для стін застосовують цеглу або дрібні блоки, то для їх опори, а також в місцях перепаду висот суміжних прольотів використовують *обв'язочні залізобетонні балки* (рисунок 15, а). Їх звичайно влаштовують над віконними отворами або стрічками скління.

Обв'язувальні балки завдовжки 5950 мм мають висоту перетину 585 мм і ширину 200, 250 і 380 мм Їх встановлюють на опорні сталеві столики і кріплять до колон за допомогою сталевих планок, приварюваних до заставних

елементів (рисунок 15, б).



а - загальний вигляд, *б* — вузол кріплення до колони, 7 - сталевий опорний столик, *2* — сталева планка

Рисунок 15 – Обв'язувальні балки

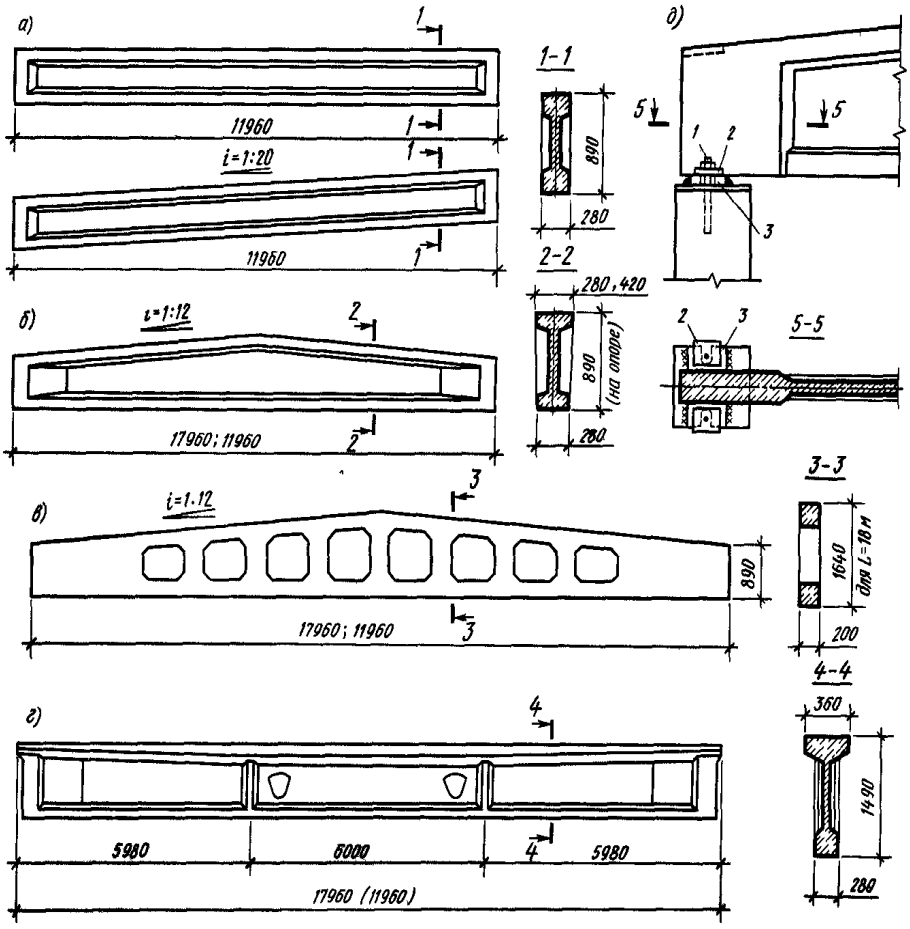
3.4 Несучі конструкції покриття

Несучі конструкції покриття, що є найважливішим конструктивним елементом будівлі, приймають залежно від величини прольоту, характеру і значень діючих навантажень, виду вантажопідйомного устаткування, характеру виробництва і інших чинників.

По характеру роботи несучі конструкції покриття площинні і просторові. За матеріалом конструкції покриття ділять на залізобетонні, металеві, дерев'яні і комбіновані.

У зв'язку з характером роботи ці конструкції повинні відповідати вимогам міцності, стійкості, довговічності, архітектурно-художнім і економічним. Тому при виборі несучих конструкцій покриття проводять ретельний техніко-економічний аналіз декількох варіантів. Так, залізобетонні конструкції вогнестійкі, довговічні і часто більш економічні в порівнянні із сталевими. Сталеві ж мають відносно невелику масу, прості у виготовленні і монтажі, мають високий ступінь збиральності. Дерев'яні конструкції характеризуються легкістю, відносно невеликою вартістю і при відповідному захисті — прийнятною вогнестійкістю і довговічністю. Вельми ефективні і комбіновані конструкції, що складаються з декількох видів матеріалів. При цьому важливо, щоб кожний матеріал працював в тих умовах, які є найсприятливішими для нього. Нижче розглянуті основні види несучих конструкцій покриттів.

Залізобетонні балки (рисунок 16) застосовують при прольотах до 18 м. Вони можуть бути одно- і двосхилими. Для їх виготовлення використовують бетон класів В15...В40 і звичайне або заздалегідь напружене армування. На верхньому поясі балок передбачають заставні деталі для кріплення панелей покриття або прогонів. Балки кріплять до колон зваркою заставних деталей (рисунок 16, д).



:
а, г — односхилі і плоскі двотаврового перетину, б—те ж, для багатоскатних покриттів, в — гратчаста для багатоскатних покриттів, *д* — вузол встановлення балки на колону 1- анкерний болт, 2 - шайба, 3 — опорна плита

Рисунок 16 – Залізобетонні балки покриття

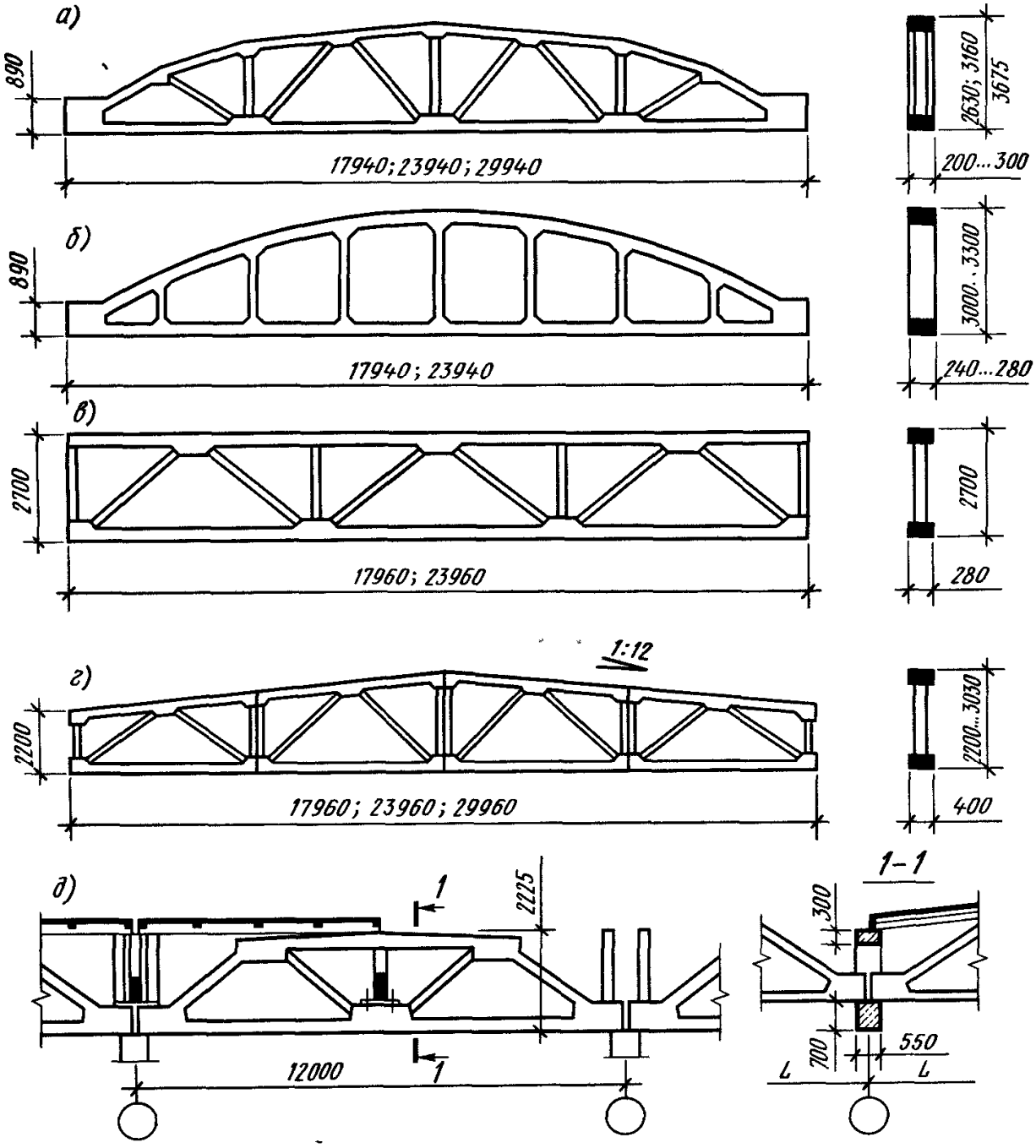
Більш ефективними в порівнянні з балками є *залізобетонні ферми,* які використовують в будівлях прольотом 18, 24, 30 і 36 м (рисунок 17). Вони можуть бути сегментний, арочний, з паралельними поясами, трикутні і ін. Між нижнім і верхнім поясами ферм розташовують систему стійок і розкосів. Грати ферм передбачаються так, щоб плити перекриттів шириною 1,5 і 3 м спиралися на ферми у вузлах стійок і розкосів.

Широке застосування отримали сегментні залізобетонні ферми без розкосів прольотом 18 і 24 м. Для зменшення ухилу покриття для багатопролітних будівель передбачають пристрій на верхньому поясі таких ферм спеціальних стійок (стовпчиків), на які опираються панелі покриття. Виготовляють ферми з бетону класів В25...В40.

Міжферменний простір рекомендується використовувати для пропуску комунікацій і пристрою технічних і міжферменних поверхів.

Кріплять ферми до колон болтами і зваркою заставних елементів.

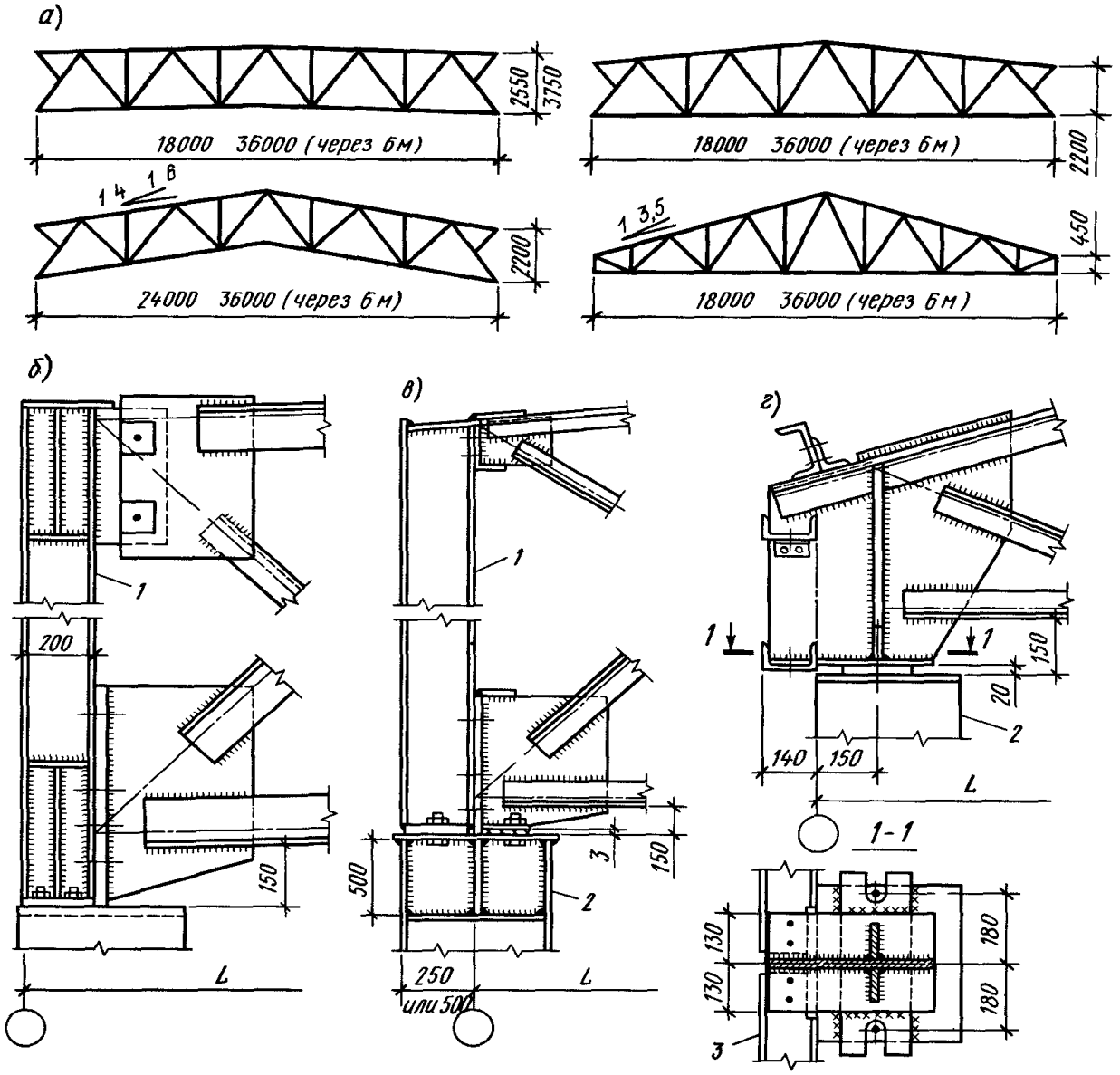
При кроці кроквяних ферм і балок 6 м і кроці колон середніх рядів 12 м використовують підкроквяні залізобетонні ферми і балки. На малюнку 17, д показаний фрагмент спирається підкроквяної ферми на колону і кроквяної на підкроквяну.



а — сегментна, *б* — арочна без розкосна, в — з паралельними поясами, *г* — трапецеїдальна, *д* — фрагмент розрізу покриття будівлі із застосуванням підкроквяних ферм

Рисунок 17 – Залізобетонні ферми покриття

Більш ефективними несучими конструкціями покриття є сталеві кроквяні і підкроквяні ферми (рисунок 18). Кроквяні ферми застосовують для прольотів 18, 24, 30, 36 м і більше при кроці 6, 12, 18 м і більше.



а — основні типи ферм, б — вузол спирається на колону ферми з паралельними поясами при «нульовій прив'язці», в — те ж, полігональної при прив'язці 250 і 500 мм, г — те ж, трикутної при «нульовій прив'язці» 1 — надопорна стійка, 2 — колона, 3 — ригель фахверка.

Рисунок 18. Сталеві кроквяні ферми

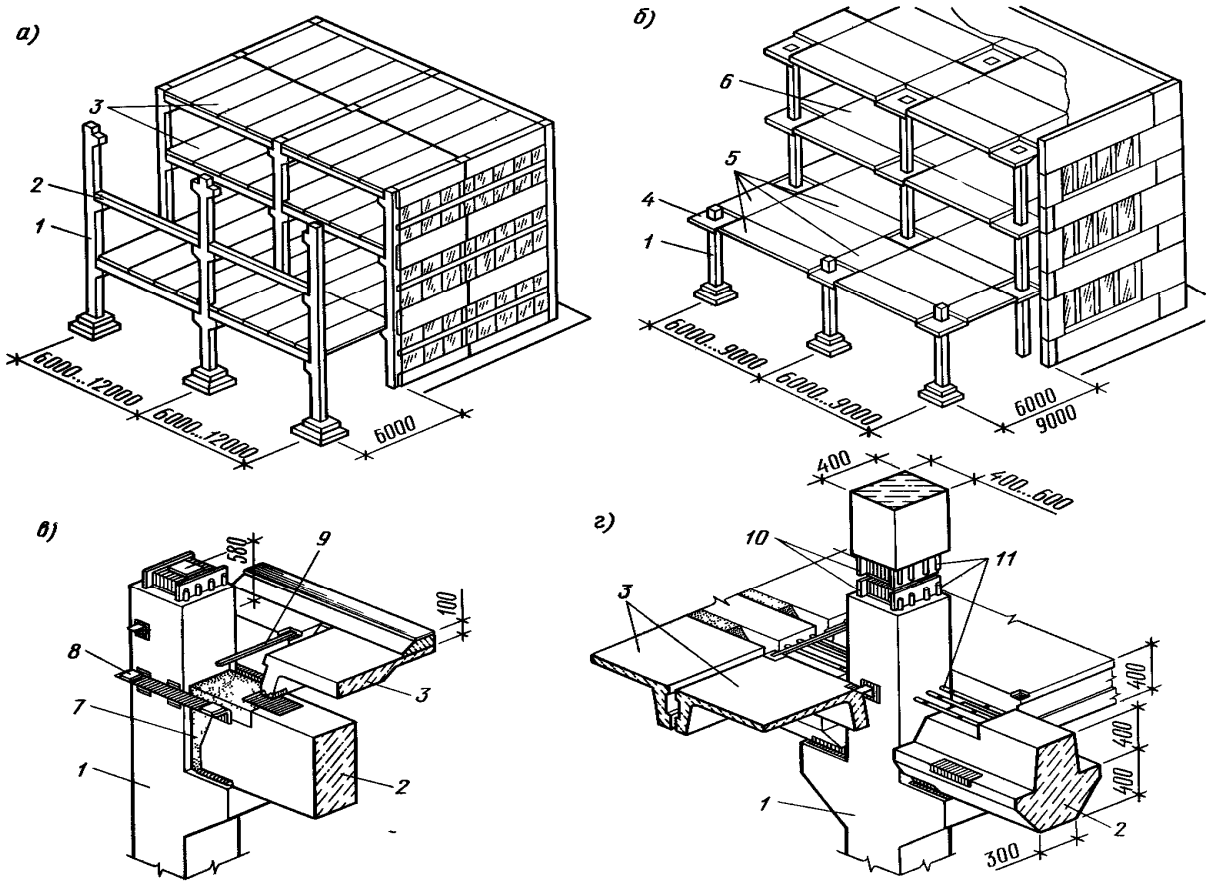
Пояси і грати ферм конструюють з кутів або труб і сполучають між собою зваркою за допомогою фасонок з листової сталі. Перетину полиць поясів, стійок і розкосів приймають по розрахунку.

Висоту на опорі ферм з паралельними поясами приймають 2550...3750 мм, полігональні — 2200 мм, трикутних — 450 мм

Сполучення ферм з колонами в основному роблять шарнірне за допомогою надопорной стійки двотаврового перетину. Стійки кріплять до стале-

вих і залізобетонних колон анкерними болтами, а пояси ферм до стійок — чорними болтами (рисунок 18,6).

Для багатоповерхових промислових будівель застосовують балочні і безбалочные перекриття. Балки перекриттів (ригелі) виготовляють з бетону класів В15...В30 прольотами 6 і 9 м уніфікованої заввишки перетини 0,8 м. Балки можуть мати прямокутний і тавровий перетини (рисунок 19). Ригелі прямокутного перетину застосовують при великих навантаженнях. Сполучення з колоною здійснюється шляхом встановлення ригеля на консоль колони. При навантаженнях на перекриття більше 25 кПа застосовують ригелі заввишки 1,0 і 1,2 м і плита перекриття шириною 0,75 м, заввишки 0,45 м або коробчатий настил.



а — балочне перекриття, б — безбалочное перекриття, в — спирається ригеля прямокутного перетину, г -те ж, таврового перетину, *1* — колона, *2* — ригель, *3* — панель перекриття, *4* — капітель, *5* — надколінні плити, 6 - пролітна плита, *7* - бетон, *8* — полиця для плити перекриття, *9* — стикова накладка, *10* — сталевий оголовник, *11* — випуски арматури

Рисунок 19 – Конструкції перекриттів багатоповерхових промислових будівель

Якщо багатоповерхова будівля проектується з сіткою колон 12 х 12 м, то застосовують каркас рамного типу (збірний або монолітний) із збірними перекриттями з коробчатого настилу заввишки 0,6 м.

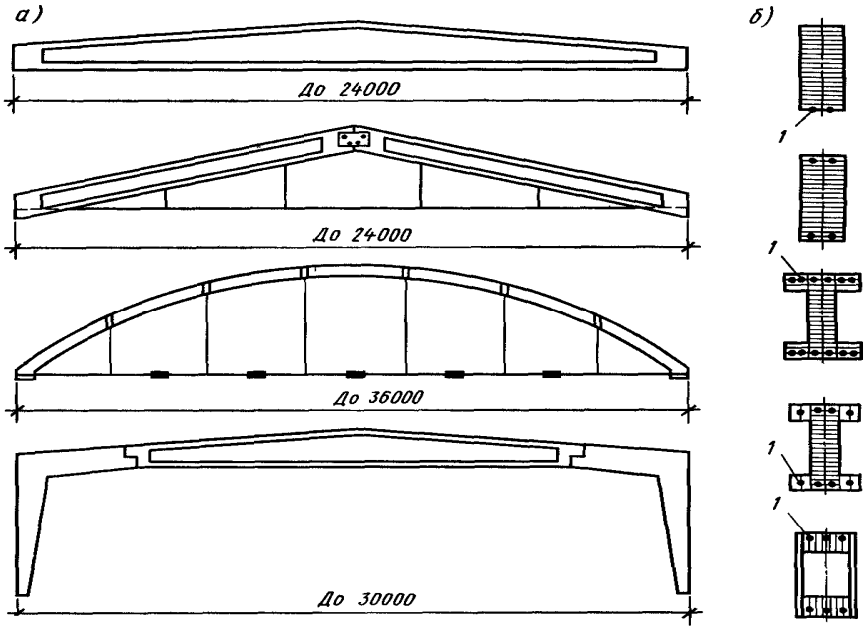
Для багатоповерхових будівель із збірним безбалочным каркасом з сіт-

кою колон 6 х 6 м застосовують плоскі плити перекриття суцільного перетину (надколонні і пролітні) завтовшки 150 або 180 мм. Надколонні плити встановлюють виступами в гнізда капітелі, передбачені по її периметру, з виконанням після замонолічування залізобетонних шпонок.

В будівлях з нормальним температурно-вологісним режимом, а також з агресивною по відношенню до інших конструкцій середовищем використовують дерев'яні ферми і балки. Дерев'яні балки прольотом до 18 м, клеєні з дощок, виготовляють прямокутного або двотаврового перетинів висотою на опорі 450...1300 мм з ухилом 1 : 10 і 1:20. Балки з фанерною стінкою можуть мати двотавровий або коробчатий перетин.

Дерев'яні ферми можуть бути сегментний, багатокутний, трапецієвидний і трикутний.

Вельми ефективними є армодерев'яні конструкції покриття (рисунок 20) прямокутного, таврового, двотаврового або коробчатого перетину. Якщо коефіцієнт армування перетину 0,01...0,04, то несуча здатність і жорсткість дерев'яних балок підвищується більш ніж в два рази.



а — загальний вигляд, *б* — типи поперечних перетинів, *1* — арматурні стрижні

Рисунок 20 – Армодерев’яні клеєні конструкції покриття

Армують дерев'яні елементи сталевими стрижнями і сполучають з деревиною епоксидним клеєм.

Для забезпечення пристрою приміщень, що мають значні розміри, використовують конструкції покриттів великопрольотні і просторові. Покриття в великопрольотних будівлях площинні, просторові і висячі.

3.5 Стіни

Стіни, будучи важливим конструктивним елементом, в загальній вартості одноповерхових будівель складають 10 % і в багатоповерхових - до 20%. Стіни повинні задовольняти наступним основним вимогам: забезпечувати підтримку необхідного температурно-вологісного режиму в будівлі; бути міцними і стійкими під впливом статичних і динамічних навантажень; бути вогнестійкими і довговічними, технологічними в пристрої; мати добрі

експлуатаційні якості, можливо меншу масу і високі техніко-економічні показники.

Стіни будівель з вибухонебезпечними виробництвами повинні легко скидатися від дії вибухової хвилі. До них відносяться огорожі з асбоцементных, алюмінієвих і сталевих листів. Товщину матеріалу стіни визначають по розрахунку, при цьому необхідно враховувати особливості району будівництва. Так, для районів півночі вони повинні надійно захищати приміщення від переохолодження, а для районів півдня — від перегріву в літній час.

По характеру роботи стіни підрозділяють на несучі, самонесучі і навісні.

Несучі стіни влаштовують в будівлях безкаркасних і з неповним каркасом і виконують з цеглини, дрібних або крупних блоків. Враховуючи специфіку планування промислових будівель, коли проектують приміщення великих розмірів, стіни мають значну протяжність. Для їх стійкості влаштовують пілястри із зовнішньої або внутрішньої сторони. Для підвищення стійкості стін при значному кроці колон влаштовують фахверк, який є як би зв'язуючим каркасом стіни на окремій ділянці.

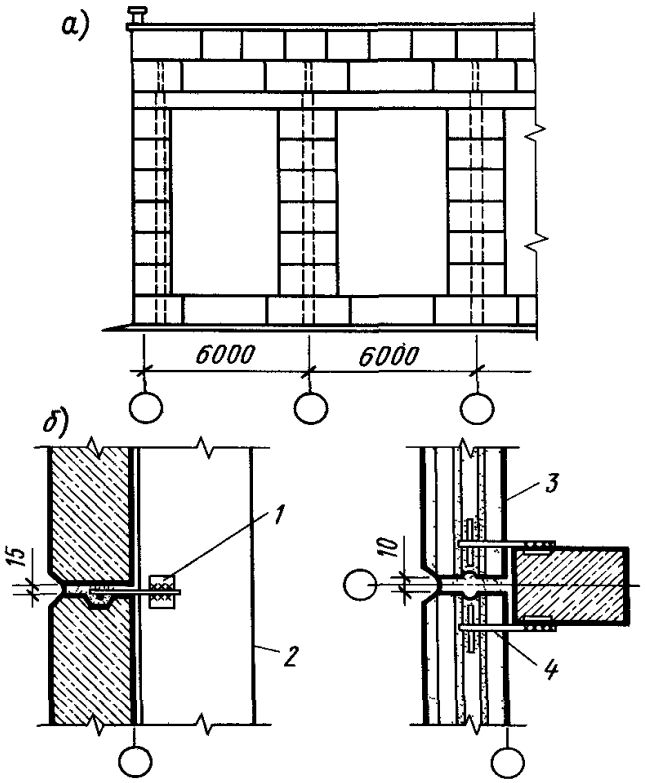
Ненесучі (самонесучі) стіни виконують в основному захищаючі функції і несуть тільки свою масу, спираючись на фундамент. Вони можуть бути цегляні, з дрібних і крупних блоків та панелей.

Навісні стіни виконують тільки захищаючі функції і передають свою масу на колони каркаса, за винятком стін нижнього ярусу (цокольного), що спирається на фундаменти.

Стіни з дрібно-штучних елементів (цегли і дрібних блоків) влаштовують для будівель, що мають невеликі розміри і багато дверей і технологічних отворів, а також пов'язаних з виробництвом, де підвищена вогкість і агресивне середовище.

Для забезпечення стійкості стін в їх тіло при кладці закладають кріпильні деталі, які прикріплюють до колон каркаса.

Стіни з крупних блоків, які виготовляють з легких бетонів з густиною 900 ...1600 кг/м3, мають значно кращі техніко-економічні показники. На рисунку 21 показані фрагмент стіни з крупних блоків і деталі кріплення блоків.



а — фрагмент стіни з крупних блоків, б — кріплення блоків до колон 1 — заставна деталь, 2 — колона, 3 — стінний блок, 4 — анкер

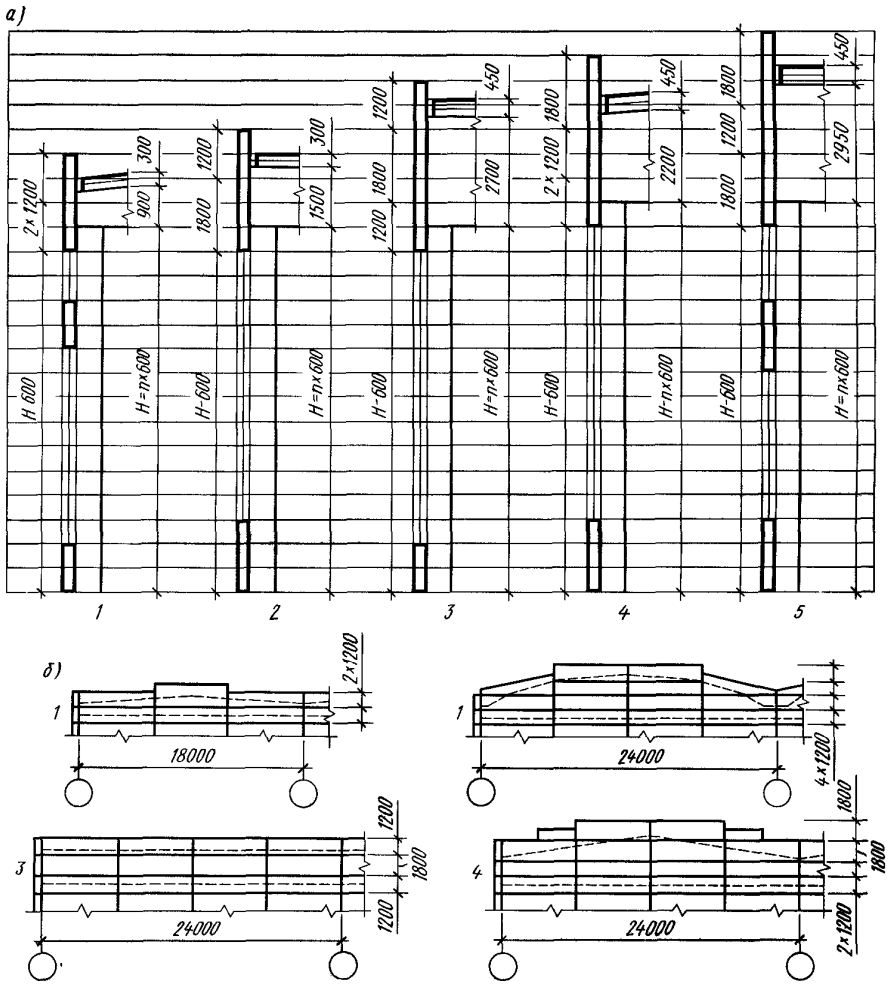
Рисунок 21 – Стіни з крупних блоків

Рядові блоки можуть мати довжину від 750 до 3250 мм, а перемички або блоки-перемички — 6000мм. Висота кутових і рядових блоків прийнята 1200 і 1800 мм, а перемичок— 600 мм Товщину блоків приймають на основі теплотехнічного розрахунку — 400 і 500 мм

Стіни з блоків проектують частіше за все самонесучими. Кладку ведуть на розчині з розшивкою швів і кріплять блоки гнучкими Т-образними анкерами із стрижнів діаметром 10 мм

Стіни із залізобетонних і легкобетонних панелей є самими індустріальними. Їх влаштовують в опалювальних і неопалювальних будівлях незалежно від матеріалу конструкцій каркаса при кроці колон 6 і 12 м. Висота панелей 1,2 і 1,8 м, використовують також панелі заввишки 0,9 і 1,5 м.

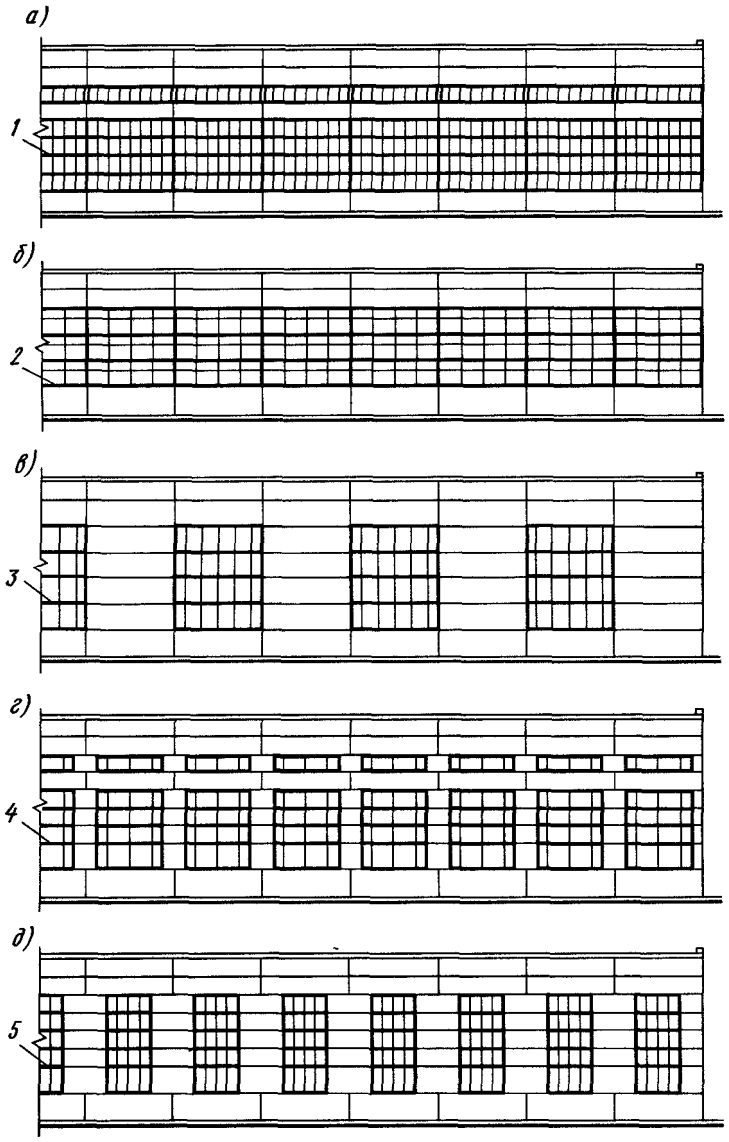
На рисунку 22 показані схеми розкладки панелей по висоті. При цьому низ першої (цокольної) панелі суміщають, як правило, з відміткою підлоги будівлі. Верхній ряд панелей в межах висоти приміщення рекомендується встановлювати нижче несучих конструкцій покриття на 0,6 м, а верхній ряд панелей в межах висоти цих конструкцій — нижче на 0,3 м.



а — в подовжніх стінах, б—в торців, *1 — 3* — при залізобетонних фермах і балках покриття, *4, 5* — при сталевих фермах

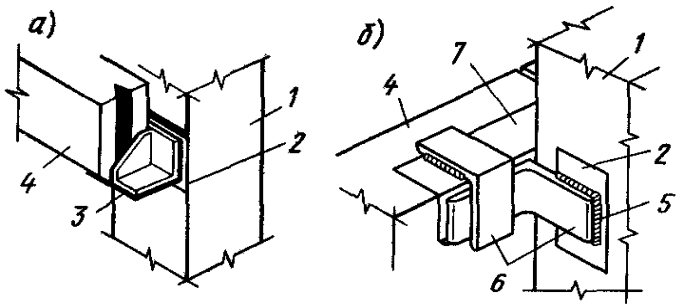
Рисунок 22 – Схеми розкладки панелей в стінах одноповерхових будівель

Для неопалювальних будівель застосовують залізобетонні ребристі, часто-ребристі і плоскі панелі з бетону класів В 15... В 40 із звичайною і заздалегідь напруженою арматурою Розрізання стін з панелей визначається характером скління (рисунок 23), яке може бути стрічковим або проємним.



а — при стрічковому склінні, б—те ж, при суцільному, в—д—при отворах 1— дерев'яні або сталеві віконні панелі розміром 1,2х6 м, 2 — віконні панелі з труб 1,8 х 6 м, 3 — те ж, з гнутих профілів, 4 5 — дерев'яні віконні панелі

Рисунок 23 – Варіанти розрізання стін одноповерхових будівель

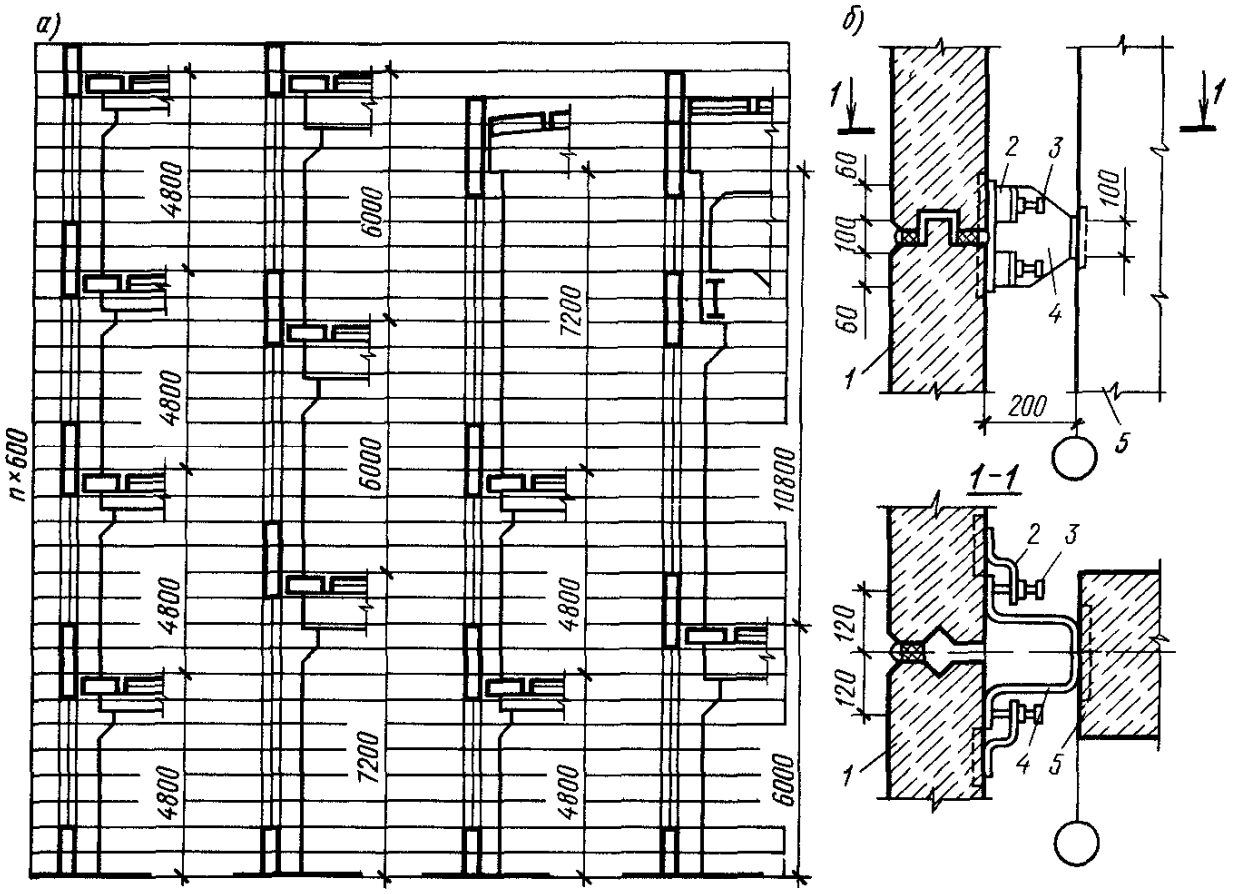


а — на опорний столик, б—на кутах / — колона, *2* — заставні деталі, *3* - опорний столик, *4* - панель, *5* — зварні шви, *6* — елементи кріплення, 7 — заставна деталь панелі стіни

Рисунок 24 – Деталі кріплення панелей до колон

При монтажі панелей особливу увагу повинно надаватися питанням їх кріплення (рисунок 24), а також стикування панелей між собою. Горизонтальні і вертикальні шви рекомендується заповнювати еластичними матеріалами (пороизолом, гернитом і ін.), а із зовнішньої сторони — додатково мастиками-герметиками типу УМ-40, УМС-50 і ін.

В багатоповерхових будівлях найефективнішими є стінні панелі (рисунок 25). Якщо стіни навісні, то їх встановлюють на сталеві столики і кріплять до колон, як в одноповерхових будівлях. У випадку якщо стіни розташовані з віднесенням від колон (зазор залишають для розміщення комунікацій), панелі кріплять до колон болтами (рисунок 25, б) без застосування зварки при монтажі.



а — розкладка панелей, *б* — деталі кріплення до колон, *1* — панель, *2* — кронштейн розпорного болта, *3* — розпорний болт, *4* — упор, *5* — колона.

Рисунок 25 – Стіни з панелей багатоповерхових будівель

3.6 Покриття і ліхтарі

До складу захищаючої частини покриття можуть входити:

несучий настил, що підтримує огороджуючи вище розміщені елементи;

пароізоляція, що оберігає вище розміщений шар теплоізоляції від зволоження водяними парами, проникаючими в захищаючу конструкцію покриття з приміщень;

теплозахисний шар, влаштовуваний для захисту приміщень від тепловтрат взимку і перегріву влітку. Товщина теплозахисного шару з ефективних теплоізоляційних матеріалів (легких бетонів, мінераловатних плит і ін.) визначається по розрахунку;

вирівнюючий шар (стягування), призначений для вирівнювання розташованого нижче шару з цементного розчину або асфальту;

крівля (водоізоляційний шар з рулонних або листових матеріалів), що служить для захисту приміщень від атмосферних опадів;

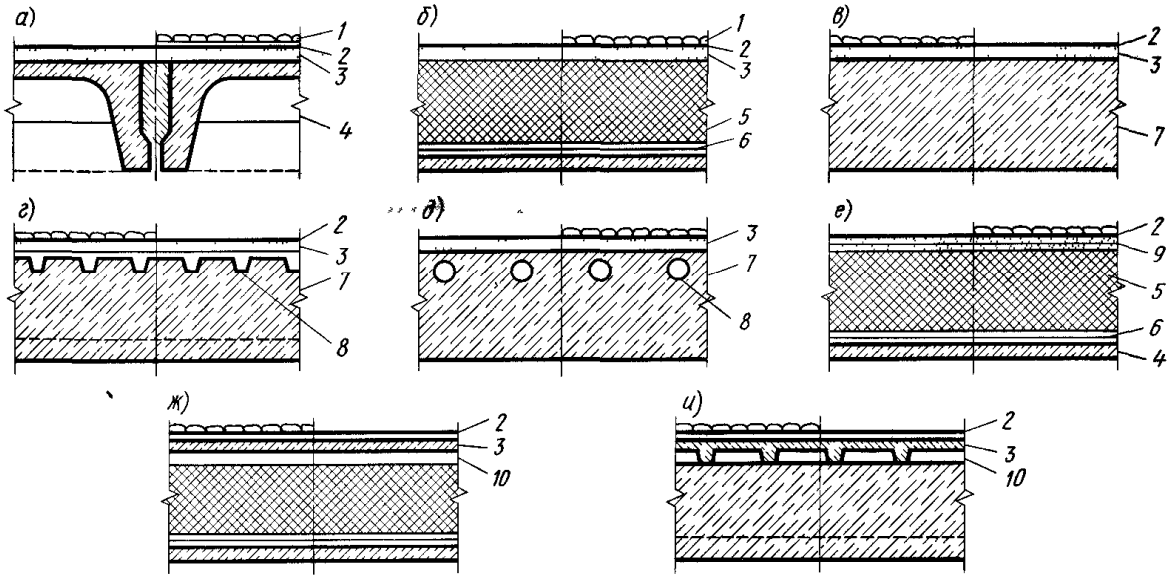
захисний шар, влаштовуваний з грубозернистого піску або дрібнозернистого гравію на бітумному мастилі для захисту крівлі від дії прямого сонячного проміння.

Залежно від конструктивного рішення покриття можуть бути з великорозмірних елементів, що укладаються по несучих конструкціях, і балочні, в яких плити розташовують по балках, що спираються на несучі конструкції покриття.

Залежно від температурно-вологісного режиму приміщень покриття можуть бути теплі і холодні (рисунок 26).

Утеплені покриття влаштовують в опалювальних приміщеннях, а також в будівлях з незначними надмірними тепловиділеннями (термічні цехи, цехи гарячого штампування і ін.), коли тепловиділення не перевищують 23 Вт/(м2 . °З).

Над неопалювальними приміщеннями, а також в гарячих цехах із значними тепловиділеннями влаштовують холодні покриття, в яких відсутній шар теплоізоляції і пароізоляція (рисунок 26, а)



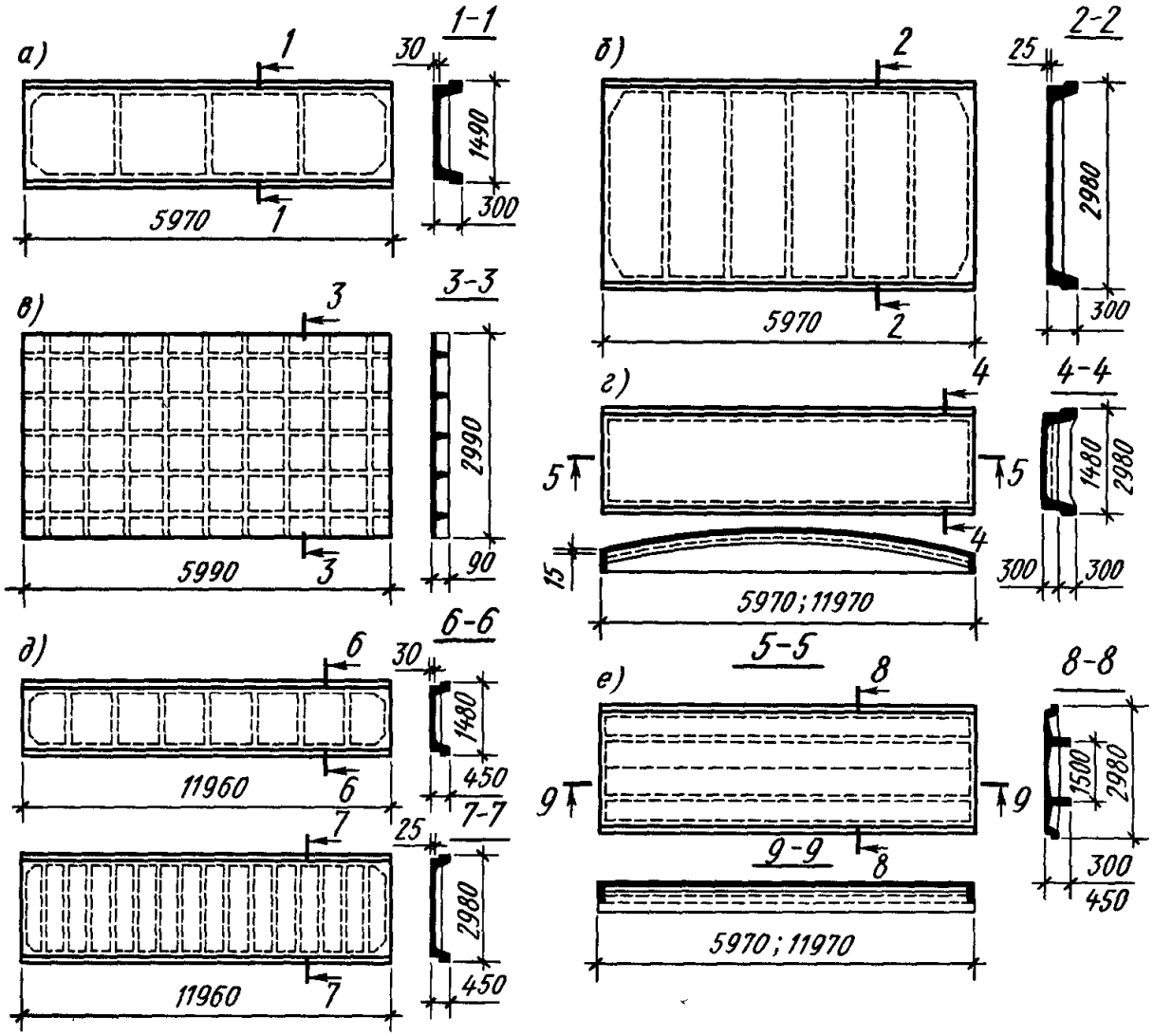
а-в - невентильовані, *г д* — частково вентильовані, *е - і* — вентильовані, *1*—захисний шар, *2*-ізоляційний килим, *3* — стягування, *4* — несуча плита, 5 — теплозахисний шар, б — пароізоляція, 7 — комплексна плита, *8* — канали і борозни, *9* — перфорований руберойд з гравієм, *10* — повітряний прошарок

Рисунок 26 – Основні типи покриттів із залізобетонними плитами і рулонними крівлями

Залежно від експлуатаційного режиму захищаюча частина покриттів може бути вентильованою, частково вентильованою і невентильованою. Призначенням вентиляційних каналів є відведення водяної пари з-під покрівельного килима.

Вентильовані покриття влаштовують також в південних районах для забезпечення захисту приміщень від перегріву. Крім того, вентиляційні канали забезпечують підвищення надійності і експлуатаційних якостей покриття.

Найбільше розповсюдження отримали покриття по залізобетонних настилах. Як несучі елементи застосовують заздалегідь напружені залізобетонні ребристі плити розмірами 1,5 х 6; 1,5 *х* 12; 3 х 6 і 3 *х* 12 м (рисунок 27).

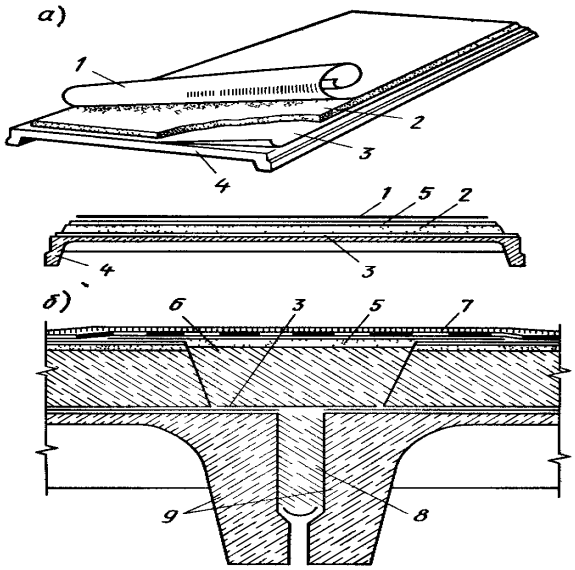


а - розміром 15х6 м, б—размером 3 х 6 м, *в* — прокатна розміром 3х6 м, *г* — армоцементна двоякої кривизни, *д* - заздалегідь напружені розмірами 1,5 х 12 і 3 х 12 м, *е* - двохконсольні розмірами 3х6 і 3х12м

Рисунок 27 – Великорозмірні залізобетонні панелі покриттів

Широке поширення набувають комплексні панелі (рисунок 27), коли в заводських умовах виконують всі роботи по пристрою покриття, а на будіве-

льному майданчику тільки закладають шви між панелями (рисунок 28,6).



а — загальний вигляд, *б* — деталь сполучення панелей 1 — гідроізоляційний шар, 2 — теплоізоляція, 3 — пароізоляція, 4 — плита, 5 — стягування, 6 — керамзитовий гравій, 7 — смуга руберойду, 8 — бетон на дрібному заповнювачі, 9 — комплексні плити

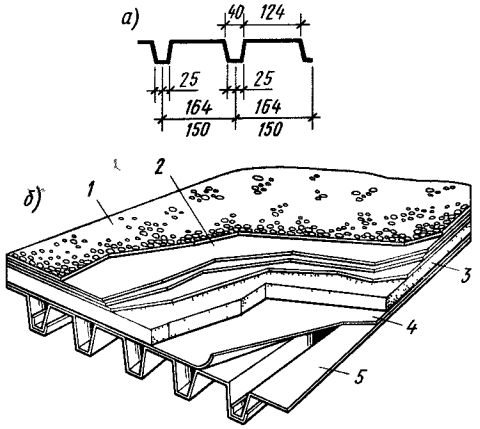
Рисунок 28 – Конструкція комплексної панелі покриття

Таблиця 1 – Основні техніко-економічні показники 1 м2 залізобетонних утеплених покриттів

Конструктивне рішення	Вартість %	Маса, кг	Витрати праці на будівельному майданчику, чол год	Витрата матеріалів		
				сталь, кг	бетон м3	теплоізоляція, кг
Залізобетонні плити 3 х 12 м з пінобетону і тришарової крівлі	100	337,8	1,33	13,2	0,14	70
Плити розміром 3 х 6 м з пінобетону з тришаровою крівлею	73,4	300	1,25	11,2	0,13	70
Комплексна залізобетонна плита розміром 3 х 6 м з утеплювачем з мінераловатних плит і тришаровою крівлею	60,7	198	1,14	11,2	0,13	40

Високі техніко-економічні показники і високі експлуатаційні якості має профільований настил (рисунок 29), що виготовляється із сталевого оцинкованого ребристого профілю завтовшки 1 мм, утепленого шаром пінополістирола завтовшки 50 мм Висота настилу 80 мм, ширина 600 мм і довжина до 12 м. Настил кріплять до сталевих конструкцій покриття болтами

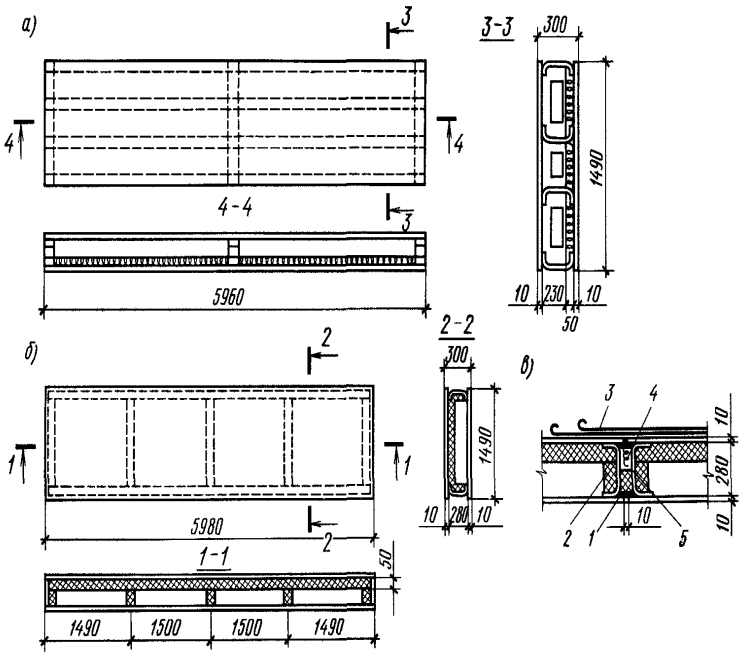
діаметром 6 мм В порівнянні з настилом із залізобетонних плит сталевий настил дозволяє понизити трудомісткість виготовлення і монтажу покриття на 25... 40%.



а — профіль настилу, б — загальний вигляд 1 — захисний шар з гравію, 2 — водоізоляційний килим, 3 — плита з пінополістирола, 4 — шар руберойду, 5 — сталевий настил

Рисунок 29 Сталевий профільований настил

Перспективними є великорозмірні панелі покриттів з використанням пластмас. До них відносяться асбоцементні, асбопластмассові і алюмінієво-пластмасові панелі. Так, асбоцементна панель ПАК (рисунок 30, а), призначена для пристрою вентильованих покриттів, має розміри 1,5 х 6 м і висота 300 мм. Панель монтують на заводі з чотирьох подовжніх асбоцементних швелерів, трьох поперечних асбоцементнх діафрагм, двох плоских листів завтовшки 10 мм і мінераловатного утеплювача завтовшки 50... 100 мм



1 — мастика, 2 — пінопласт, 3 — рулонна крівля, 4 — мінеральна вата, 5 — пороізол

Рисунок 30 – Асбестопінопластова панель

Асбопінопластова панель (рисунок 30,6, в) має ті ж розміри і складається з плоских асбоцементних листів, подовжніх асбоцементних профілів, заглушок торців і утеплювача пінопласту.

4. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Оформлення звіту проводиться згідно вимог ГОСТ 2.105-96 “Загальні вимоги до текстових документів” на стандартних аркушах формату А4 з титульним аркушем.

Звіт повинен вміщувати:

1. Номер, назву і мету роботи.
2. Основні теоретичні відомості про каркаси споруд їх елементи та призначення.
3. Необхідні графічні данні та методики розрахунку.
4. Аналіз конструктивних рішень промислових споруд та висновки.

Рекомендована література

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Основы проектирования/Под ред. В. М. Предтеченского. — М.: Стройиздат, 1976.

2. Великовский Л. Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Общественные здания /Великовский Л. Б..—М.: Стройиздат, 1977.

3. Буга П.Г. Гражданские, промышленные и сельскохозяйственные здания / П.Г Буга.– М.: Высшая школа, 1987. – 350с.