

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ПРОСТОРОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Зміст

1. Особливості конструктивних рішень і монтажу великопрогонних будівель та споруд.
2. Зведення балкових, рамних та арочних покриттів великопрогонних будівель і споруд
3. Зведення купольних систем
4. Зведення висячих систем
5. Зведення просторових будівель і споруд методом насування.

1 Особливості конструктивних рішень і монтажу великопрогонних будівель та споруд.

Для багатьох промислових і цивільних будівель і споруд із архітектурних міркувань і вимог експлуатації необхідно передбачати покриття з більшими прольотами без влаштування проміжних опор. Із усіх інженерних споруд одноповерхові виробничі будівлі знаходять найширше застосування для розміщення підприємств різних галузей економіки.

Просторові будівлі і споруди - це великопрогінні будови з покриттями у вигляді балкових, рамних, арочних, склепінних, купольних, висячих та інших масштабних конструкцій. Зазначені будівлі і споруди призначені для використання під видовищні, спортивні та виробничі потреби (елінги, ангари тощо), у випадках, коли наявність проміжних опор створює незручності в їх експлуатації.

Великопрогонними вважають будівлі й споруди, в яких відстань між опорами несучих конструкцій покриття складає більше 40 м.

У конструктивному відношенні великопрогонні покриття розрізняють за статичною схемою роботи несучих конструкцій, в якості яких використовують балочні, рамні, арочні, просторові й висячі.

Балочні покриття складаються з головних поперечних конструкцій у

вигляді плоских або просторових балочних ферм і прогонів. Несучі конструкції, виконані за балочною схемою, іноді їх роблять у вигляді суцільних балок. Головний недолік балочних конструкцій – порівняно великі витрати сталі й значна висота. Тому такі системи використовують при прогонах до 100 м.

Рамні покриття характеризуються в порівнянні з балочними меншою масою, більшою жорсткістю і меншою висотою ригелів, але потребують більшої ширини колон.

Переріз ригелів рам роблять переважно наскрізним у вигляді ферм. Рамні схеми покриття можуть бути площинними (основне рішення) і блочними, які складаються з двох плоских рам і з'єднані між собою зв'язками, що значно підвищує поперечну жорсткість ригелів.

Рамні конструкції призначаються для прогонів до 120 м.

Арочні покриття за статичною схемою розділяють на три-, двошарнірні й безшарнірні. Вони мають меншу масу, ніж балочні й рамні, але більш складні у виготовленні й монтажі. За витратами металу краще безшарнірні арки. Вони мають і більшу жорсткість.

Переріз арок виконують решітчастими або суцільними, висотою відповідно $1/30 \dots 1/60$ і $1/50 \dots 1/80$ прогону. Арочні покриття використовують при величині прогону до 200 м.

Просторові покриття характерні тим, що осі всіх несучих елементів не лежать в одній площині. Вони розділяються на три типи: куполи, складки і склепіння (оболонки).

Конструкції куполів можуть бути ребристими, ребристо-кільцевими й сітчастими.

Ребристі куполи складаються із систем плоских ферм, зв'язаних знизу і зверху кільцями. Верхні пояси ферм утворюють поверхню обертання (сферичну і параболічну). Такий купол є розпірною системою, в якій нижнє кільце працює на розтяг, а верхнє – на стиск.

Сітчасті купола утворюються включенням у всі панелі ребристо-

кільцевих куполів додаткових зв'язків, що приводить до значного збільшення жорсткості системи і покращення роботи на несиметричні навантаження.

Складчасті покриття складаються з тонкостінних плит і ферм, що спираються по кінцях на діафрагми. За статичною схемою складчасті конструкції можуть бути балочними, рамними й арочними.

Склепіння-оболонки – один з різновидів складчастих покриттів. Вони утворюються шляхом вписування складок в циліндричну поверхню. При цьому прогоном склепіння-оболонки є відстань між поперечними (торцевими) опорами, а шириною – відстань між нижніми бортовими елементами.

Структури також відносяться до просторових покриттів і являють собою просторові стрижневі системи, що дозволяють перекривати великі прогони будівель та споруд промислового і цивільного призначення.

Висячі покриття – конструкції, в яких основними несучими елементами, що перекривають прогін, є гнучкі канати або тонкостінні листові металеві мембрани.

Внаслідок великих габаритів і маси конструктивних елементів великопрогонних будівель і споруд їх не завжди можна монтувати в суцільному вигляді традиційними методами з використанням одиничних вантажопідйомних засобів (крану або щогли). Тому нерідко монтаж таких елементів виконують з окремих частин з використанням тимчасових опор. При попередньому збільшенні елементів і для монтажу їх у проектне положення використовують одночасно декілька кранів (щогл, шеврів), виконують монтаж надвиганням (накаткою) збільшених блоків або здійснюють вертикальний підйом з використанням потужних домкратних систем.

Класифікація методів монтажу великопрогонних конструкцій.

Загальні принципи організації і технології монтажу великопрогонних будівель відрізняються наступними особливостями:

- будівлі в плані по розмірах перевершують радіус дії монтажних кранів, використовуваних в промислово-цивільному будівництві;
- ряд конструктивних елементів (важкі балки, рамні елементи, арки ферми, структури) із-за їх значної маси доводиться монтувати або частинами, або піднімати, використовуючи два і більше синхронно працюючих монтажних механізмів;
- великопрогонних будівлі і споруди характеризуються наявністю різного за призначенням технологічного устаткування, монтаж якого по трудомісткості робіт нерідко складає до 50% загальних трудовитрат зведення будівлі або споруди;
- роботи по монтажу будівельних конструкцій покриття, як правило доводиться поєднувати з монтажем технологічного устаткування (до і після монтажу), що значно ускладнює увесь процес зведення будівлі.

Практика зведення великопрогонних конструкцій виробила ряд методів монтажу їх будівельної форми, властивих тільки цьому типу будівель, а саме:

- метод подовжнього монтажу;
- метод поперечного монтажу.

Метод подовжнього монтажу раціональний, коли складання надземної частини будівлі ведуть окремими прольотами при руху монтажного потоку.

Метод поперечного монтажу застосовується, коли будівля зводиться окремими секціями, що включають усі прольоти будівлі, з використанням монтажних кранів з великим радіусом дії. Це дозволяє більш повно використати їх на кожній монтажній стоянці.

Для скорочення тривалості монтажу великопрогонних будівель більшій протяжності(більше 100 м) їх зведення здійснюється декількома потоками: від середини до торців.

Залежно від можливостей і доцільної міри поєднання будівельно-монтажних робіт і реальних виробничих умов монтажу будівельних

конструкцій і технологічного устаткування великопрогонними будівлі зводяться: відкритим, закритим або комбінованим методами.

Відкритий метод означає, що спочатку виконують усі роботи по улаштуванню підземної частини об'єкту (нульовий цикл), включаючи фундаменти під устаткування, введення інженерних комунікацій (мал. 4.1).

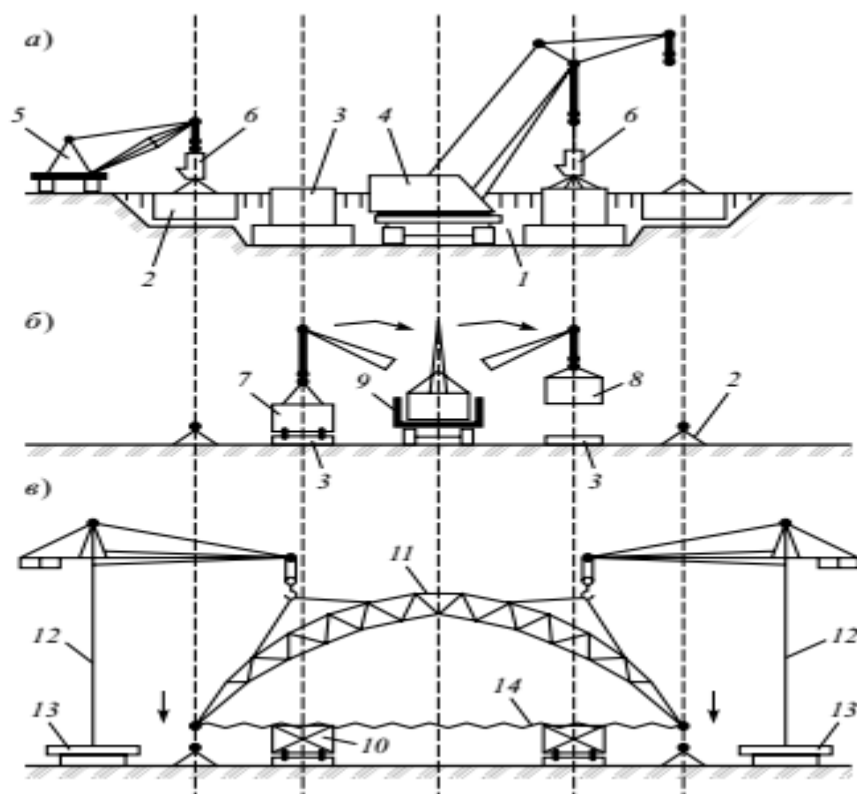


Рисунок 1 - Технологічна схема відкритого методу монтажу :

а - облаштування фундаментів; б - монтаж технологічного устаткування; в - монтаж конструкцій покриття; 1 - котлован; 2 - фундаменти каркаса будівлі; 3 - фундаменти технологічного устаткування; 4, 5 – монтажні крани; 6 - бункер з бетонною сумішшю; 7, 8 - монтоване технологічне устаткування; 9 - транспорт з устаткуванням, що доставляється; 10 - встановлене технологічне устаткування; 11 - крани веж, що притягаються для зведення покриття будівлі; 13 - підкранові шляхи; 14 - тимчасове затягування арочного блоку на період монтажу.

Далі здійснюється монтаж ваговитого технологічного устаткування, технологічних трубопроводів і інженерних комунікацій.

Завершальним етапом будівництва є монтаж великопрогонних конструкцій покриття, виконуваний поперечним або подовжнім методом і оздоблювальний цикл робіт всередині закритого контуру будівлі.

Відкритий метод монтажу рекомендується при відносно насиченому «підземному господарстві» будівлі і важкому технологічному устаткуванні що вимагає залучення потужної техніки крану. Монтаж його здійснюється подовжнім методом при русі монтажного потоку як в «плямі забудови», так і уздовж буквених осей будівлі.

Закритий метод характеризується малорозвиненим «підземним господарством» з насиченими конструкціями нульового циклу під каркас вбудованих постаментів і «малотоннажним» технологічним устаткуванням.

Цей метод означає, що на кожній ділянці (прольоті) спочатку споруджуються фундаменти під конструкції каркаса. Це дозволяє виконати першочерговий монтаж несучих конструкцій будівельної форми будівлі, в тому числі виликпрогонного покриття. У закритій таким чином будівлі, розробляється підвальна частина (котловани і траншеї), влаштовуються фундаменти під вбудовані конструкції етажерок і постаментів, фундаменти під технологічне устаткування дрібного заставляння.

Завершальним циклом зведення об'єкту цим закритим методом є монтаж малотоннажного технологічного устаткування і трубопроводів, а потім оздоблювальні роботи усередині приміщень. Технологічна схема закритого методу монтажу приведена на мал. 4.2.

Внутрішнє планування будівлі при цьому повинне, очевидно, дозволяти розміщувати в цьому «просторі» будівельні крани, оснащені маневреними стріловидним устаткуванням. Найбільш вдалим з цієї точки зору являються монтажні механізми з телескопічне висуненими стрілами фірми «Като».

При комбінованому методі монтажу великопрогонні будівлі прольоти з великим насиченням малотоннажного технологічного устаткування і з розвиненим «підземним господарством» зводять закритим способом, а прольоти із слабозвиненими фундаментами, але важким технологічним устаткуванням - відкритим способом.

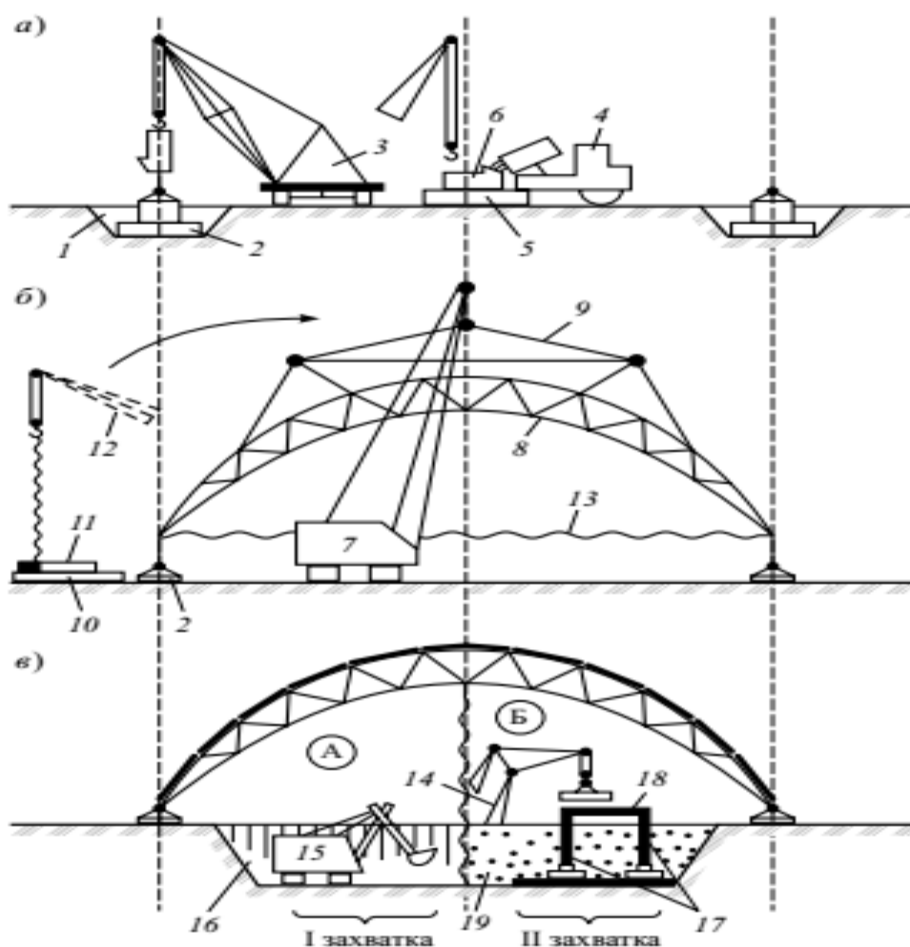


Рисунок 2 - Технологічна схема закритого методу монтажу :
а - облаштування фундаментів під каркас; *б* - монтаж пролітних конструкцій покриття; *в* - облаштування фундаментів і монтаж технологічного устаткування; 1 - траншея; 2 – фундаменти каркаса будівлі; 3 - монтажний кран; 4 - автотранспорт; 5 - «бойок» для прийому бетону; 6 - бункер з бетоном; 7 - самохідний «важкий» монтажний кран; 8 – монтована арочна конструкція; 9 - монтажна траверси; 10 - рама кондуктора для складки блоку покриття; 11 - укрупнений блок; 12 - стріла основного монтажного крану; 13 – тимчасове «затягування»; 14 - стріла монтажного крану, що виконує установку конструкцій етажерки і устаткування; 15 - екскаватор; 16 - котлован; 17 - колони конструкції етажерки; 18 - постамент під устаткування; 19 - зворотна засипка котловану

Технологічна схема комбінованого методу монтажу приведена на рис. 3.

Як випливає з малюнка, основні монтажні крани розташовують в «плямі забудови» в прольотах із слаборозвиненим підземним господарством. Усі роботи виконують потоковими методами. Для організації потокового

будівництва будівлю розділяють на захватки і яруси, а при великій протяжності в плані і великих об'ємах монтажних робіт - на монтажні ділянки і зони.

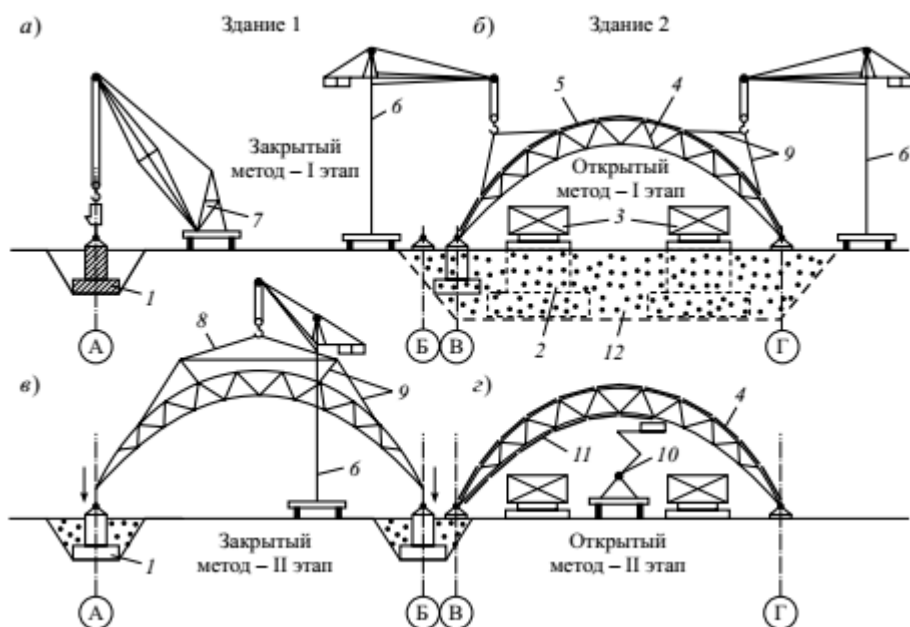


Рисунок 3- Технологічна схема комбінованого методу монтажу багатопрілітної будівлі: а, б, в, г - етапи зведення будівлі (закритий метод для будівлі № 1 і відкритий метод для будівлі № 2); 1 - фундаменти під каркас; 2 - фундаменти під устаткування; 3 - технологічне устаткування; 4 - змонтовані конструкції покриття; 5 - плити покриття; 6 - крани веж; 7 - автокран; 8 – монтажна траверси; 9 - строп; 10 - автогідропідійомники для облаштування підвісної стелі; 11 – підвісна стеля; 12 - зворотна засипка котлованів

В межах кожної ділянки(зони) роботи ведуть монтажні управління за якими закріплюються будівельна техніка, майданчики для укрупнення конструкцій, монтажні пристосування і технологічний транспорт.

Монтаж конструкцій будівельної форми будівлі здійснюється комплексними бригадами, до складу яких входять монтажники, електрозварники, машиністи кранів і інші фахівці. Монтаж технологічного устаткування, як правило, доручається спеціалізованим монтажним підрозділам.

2 Зведення балкових, рамних та арочних покриттів великопрогінних будівель і споруд

Зведення **балкових просторових споруд** може здійснюватися шляхом влаштування конструкцій на знижених відмітках з подальшим підйманням у проектне положення або монтажем на проектних відмітках з використанням підтримувальних монтажних пристосувань. У першому випадку великопрогонні конструкції покриття споруди складаються внизу на спеціально встановлених підкладках. Після виготовлення конструкції покриття їх повністю або його частину піднімають в проектне положення за допомогою спеціальних гідропідйомників або поліспастів з використанням колон споруди (рис. 4)

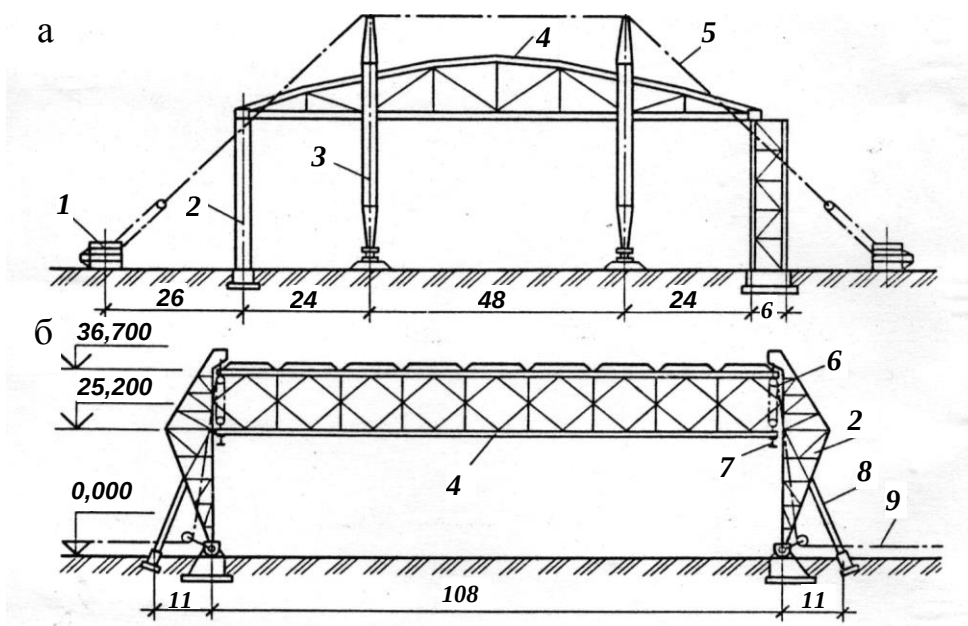


Рисунок 4- Приклад схеми зведення блока покриття великопрогінної споруди методом підймання за допомогою поліспастів:

а – монтаж двома щоглами; б – монтаж поліспастними системами; 1 – якорі; 2 – стояки ригеля; 3 – щогли; 4 – ригель; 5 – розчалки щогл; 6 – підйомні поліспасти; 7 – опорні балки для підйому ригеля; 8 – монтажні підкоси; 9 – тяговий канат до електролебідки

Колони при такому методі монтажу повинні бути великої висоти з консолями, до яких підвішують нерухомі блоки підйомних поліспастів. Просторову конструкцію укріплюють у горизонтальному положенні на землі

з установленням усіх конструктивних елементів покриття і навіть з влаштуванням покрівлі.

Технологія монтажу балочного покриття. Організація будівництва корпусу з балочним покриттям передбачала наступні етапи зведення:

- облаштування тимчасової залізничної гілки для постачання в монтажну зону об'єкту платформ з відправними елементами балки;
- прийом і складування відправних марок на приоб'єктний склад, майданчик під яку готувався одночасно з облаштуванням залізничної гілки(рис. 5)

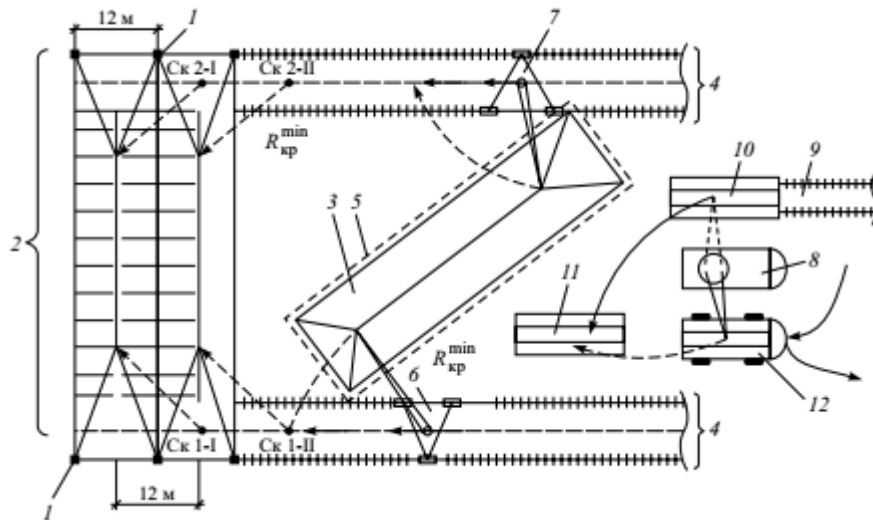


Рисунок 5 - Схема організації будівельного майданчика під час монтажу балки прольотом 72 м: 1 – колони; 2 – блок покриття; 3 – укрупнений блок; 4 – підкранові шляхи; 5 – кондуктор для збирання балкового блоку; 6, 7 - баштово-стрілові крани СКР-1500; 8 – кран СКГ 40/63; 9 – залізнична гілка; 10 – залізничні платформи із відправними марками; 11 – приоб'єктний майданчик складування відправних марок; 12 - елементні балки, доставляються в монтажну зону автотранспортом

- монтаж двох складальних кондукторів для укрупнення блоків балки з окремих елементів;
- складання монтажного блоку конструкції балочного покриття, згідно технологічній схемі на рис. 6;
- монтаж підкранових шляхів усередині прольоту будівлі, що обумовлено вимогою монтажу ваговитого блоку вагою 100 т, можливого

тільки на мінімальних вильотах стріл кранів СКР-1500. Схема крану приведена на рис. 7;

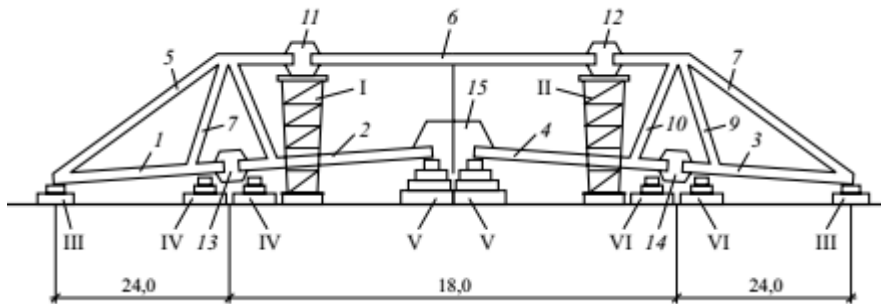


Рисунок 6 - Схема кондуктора та послідовність складання відправних елементів у монтажний блок: 1...10 – відправні елементи (марки) балки: І, ІІ – тимчасові баштові опори для збирання верхнього пояса балки; ІІІ...ІІІІ – шпальні «клітини» для збирання нижнього пояса балки; 11, 12 - вузли сполучення елементів балки верхнього пояса; 13, 14, 15 – вузли сполучення елементів балки нижнього пояса

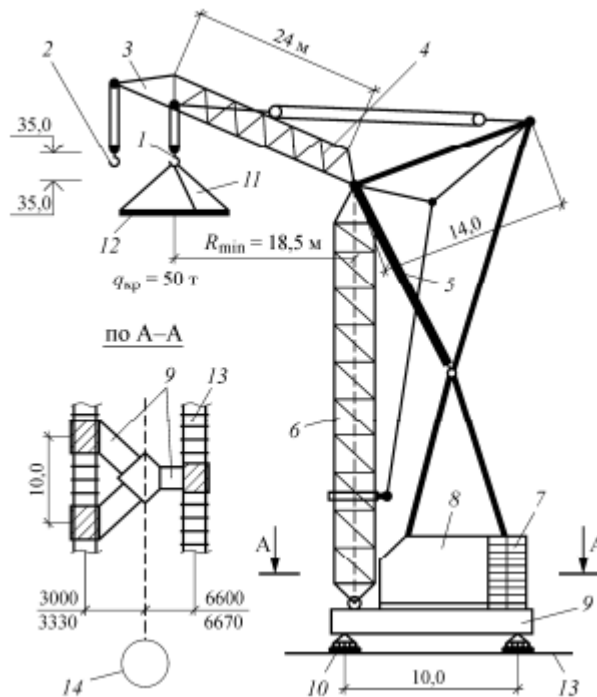


Рисунок 7 - Схема крана СКР-1500 для підйому укрупненого блоку балки покриття: 1 – гак основного підйому; 2 – гак допоміжного підйому; 3 – "гусьок"; 4 – керована стріла башти; 5 – підкіс основної стріли; 6 – вежа; 7 – противага; 8 – поворотна платформа; 9 – ходова рама; 10 – ходові візки; 11 – строп; 12 – монтований елемент блоку балки; 13 – підкрановий шлях; 14 – цифрова вісь будівлі (розбивальна вісь установки колон)

– монтаж кранів СКР-1500 із залученням самохідних пневмоколісних механізмів для підготовки до роботи цих механізмів і прийом частини відправних елементів на склад;

– монтаж укрупненого блоку балочного покриття «спареною» роботою двох кранів за спеціально-розробленою технологічною схемою (рис. 8 і 9);

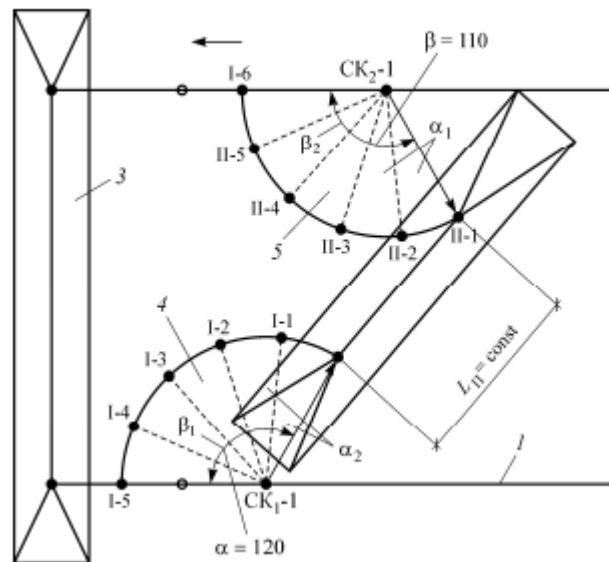


Рисунок 8 - Схема послідовності маневрів кранів під час підйому та встановлення монтажного блоку балки в проектне положення:

1 – вісь підкранових колій СКР-1500; 2 – блок укрупненої балки; 3 – блок балки у проектному положенні; 4, 5 – траєкторії переміщення поліспаств кранів; СК1-1, СК1-2 – відповідно стоянки першого та другого кранів; I-1, I-2, I-3, ..., II-1, II-2, II-3 – позиції поліспаств кранів під час виконання маневру розвороту блоку балки; α , β – кут розвороту поліспаств кранів № 1 та № 2 відповідно; β_1 , β_2 – повний кут розвороту платформи кранів; α_1 , α_2 – «кроковий» кут розвороту платформи кранів; $L_{\text{п}}$ – розрахункова відстань між поліспастами кранів

– монтаж плит покриття по верхньому поясу балки за допомогою тих же кранів (фрагмент приведений на рис. 10);

– монтаж колон в черговому монтажному чарунку за схемою, показаною на рис. 5;

– перебазування «складального» кондуктора на чергову позицію для укрупнення чергового монтажного блоку. Ця операція виконувалася за допомогою рейкових монтажних кранів СКР-1500(див. рис. 5);

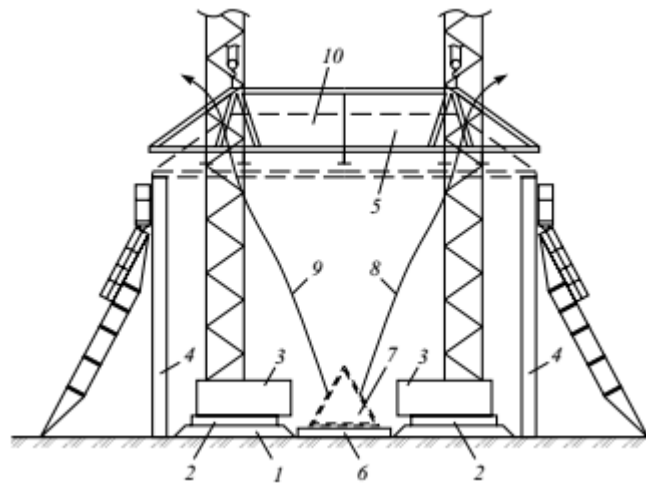


Рисунок 9 - Монтаж блока балки двома кранами СКР-1500:

1 – баластна призма підкранового шляху; 2 – підкрановий шлях; 3 – крани СКР-1500; 4 – колони каркасу будівлі, встановлені перед початком монтажу блоку балки; 5 – монтований блок балочного покриття; 6 – кондуктор для збирання балкового блоку; 7 – монтажний блок балки, що укрупнюється; 8, 9 – траєкторія монтажних маневрових кранів під час підймання та встановлення укрупненого блоку балки у проектне положення; 10 - проектне положення блоку

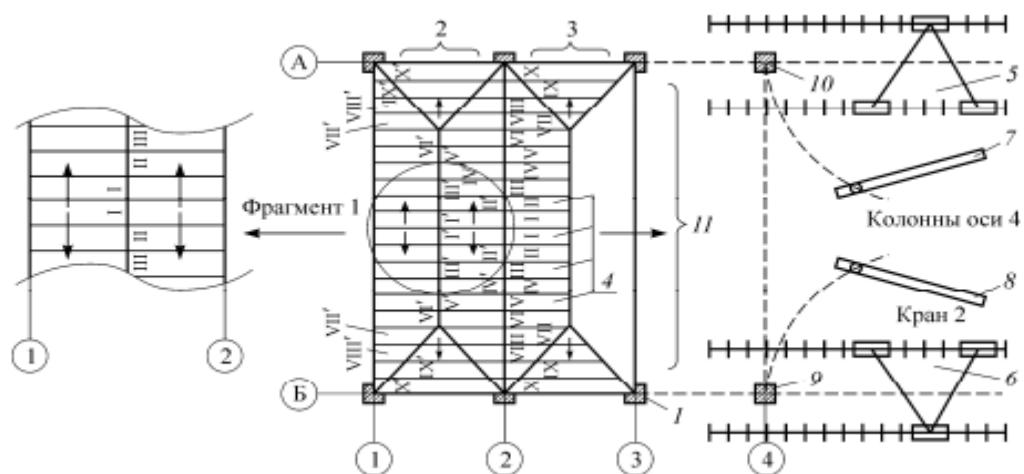


Рисунок 10 - Фрагмент монтажу плит покриття в «типовому» чарунку будівлі та встановлення колон для подальшого монтажу блоку балки в черговому чарунку будівлі: 1 – змонтовані колони; 2, 3 – змонтовані блоки балок; 4 – плити покриття; 5, 6 – крани СКР-1500; 7, 8 – колони перед встановленням їх на проектні осі; 9, 10 - встановлені колони для монтажу блоку в осях 3-4; 11 – місце чергового монтажу блоку; I... VIII – технологічна послідовність встановлення елементів покриття

- демонтаж підкранових шляхів на ділянці корпусу, перекритого до цього моменту часу змонтованими балками, і установка їх в прольоті на подальші цифрові осі будівлі;
- складання чергового монтажного блоку балки, що виконується за схемою, приведеною на рис. 5;
- монтаж блоку покриття згідно з технологічними схемами, показаними на рис. 8; 9 і 10.

Встановлення стінових огорож будівлі здійснюється в одному монтажному потоці після встановлення блоків покриття за схемою нарощування стінових огорож панелей вертикальними чарунками. Технологія монтажу цих елементів традиційна.

Монтаж балкових конструкцій покриттів з використанням **тимчасових монтажних опор** передбачає попереднє влаштування тимчасових опор, які є складальними пристроями (тимчасовими конструкціями) просторової будівлі чи споруди (рис. 11).

Процес монтажу покриття здійснюється в такій технологічній послідовності:

- проводяться підготовчі роботи, що включають забезпечення раціонального й безпечного виконання робіт;
- встановлюються й закріплюються тимчасові монтажні опори;
- виконується монтаж ділянки балочної конструкції та її тимчасове закріплення;
- виконується монтаж другої частини конструкції покриття, яка розташована, як правило, навпроти, і її тимчасово закріплюють;
- виконується влаштування стикового вузла змонтованих елементів у єдину просторову конструкцію;
- після монтажу всіх конструкцій покриття виконують демонтаж тимчасової монтажної опори.

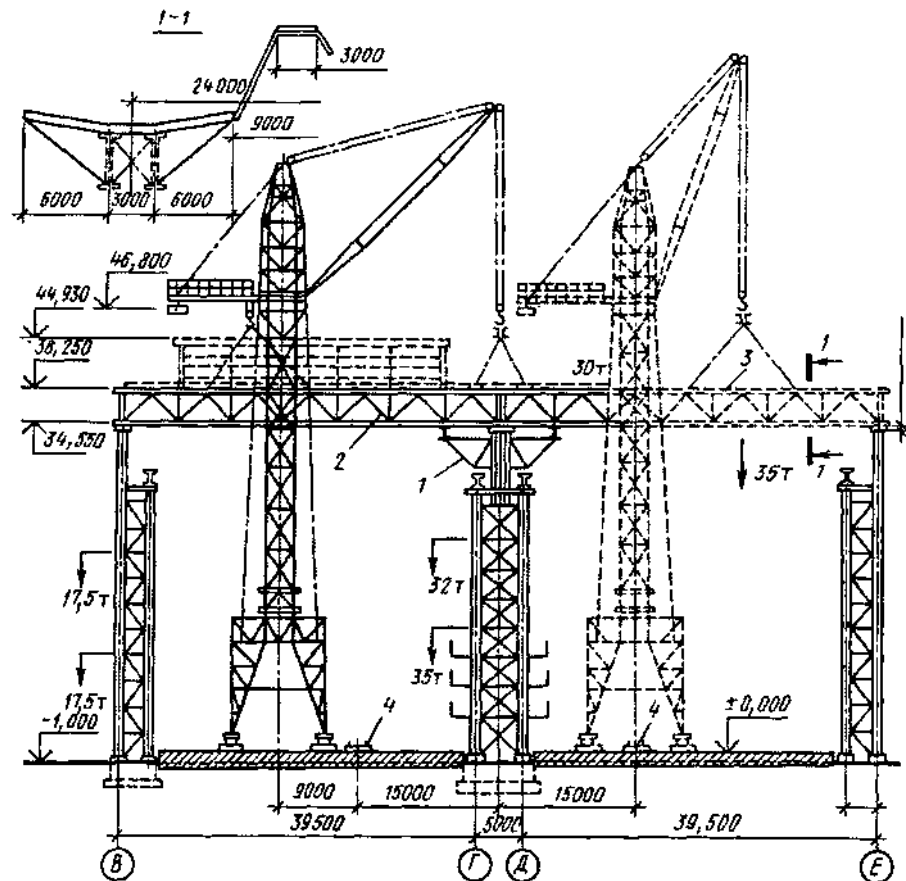


Рисунок 11 - Приклад схеми монтажу покриття елінгу за допомогою тимчасової монтажної опори: 1 - тимчасова монтажна опора з консолями; 2 - частина елемента ригеля в прольоті В-Г; 3 - друга частина ригеля в прольоті Д-Е із замиканням у нерозрізну балкову систему; 4- шлях подачі укрупнених монтажних елементів

Монтаж арочних покриттів. Арки як основні несучі елементи покриття застосовуються в павільйонах, критих ринках, спортивних залах, ангарах, виробничих складах великої площі та ін.

Система арок досить різноманітна. Найпоширенішими з них є двошарнірні арки (рис. 12а). До їх переваг відносяться простий монтаж та виготовлення, а також економічність перерізу конструкції.

Тришарнірні арки (рис. 12б) не мають особливих переваг у порівнянні з двошарнірними, але вони дозволяють перекривати значно більші прольоти до - 80 ... 100 м

Безшарнірні арки (рис. 12,в) мають сприятливий розподіл згинальних моментів прольоту і тому виявляються найлегшими. Однак вони вимагають

пристрою потужніших опор, і розпорні зусилля в них значно більше. Це знижує економію застосування арок даного типу.

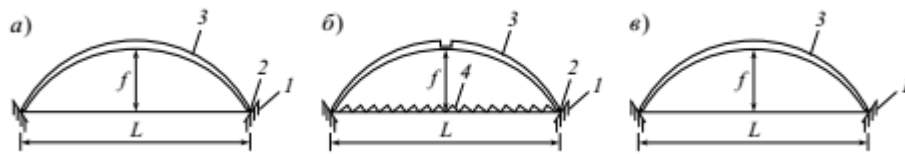


Рисунок 12 - Конструктивна система арок: а – двохшарнірні; б - тришарнірні; в – безшарнірні; 1 – фундамент; 2 – шарнір; 3 – арка; 4 – затягування

Арочні покриття як і інші великопрогоневі конструкції покрить (ферми), здійснюють із двох чи трьох елементів використовуючи тимчасові опори. Монтаж двох - або трьохшарнірних арок та арок із затяжками здійснюють, як правило, за допомогою стрілових мобільних кранів (рис. 13).

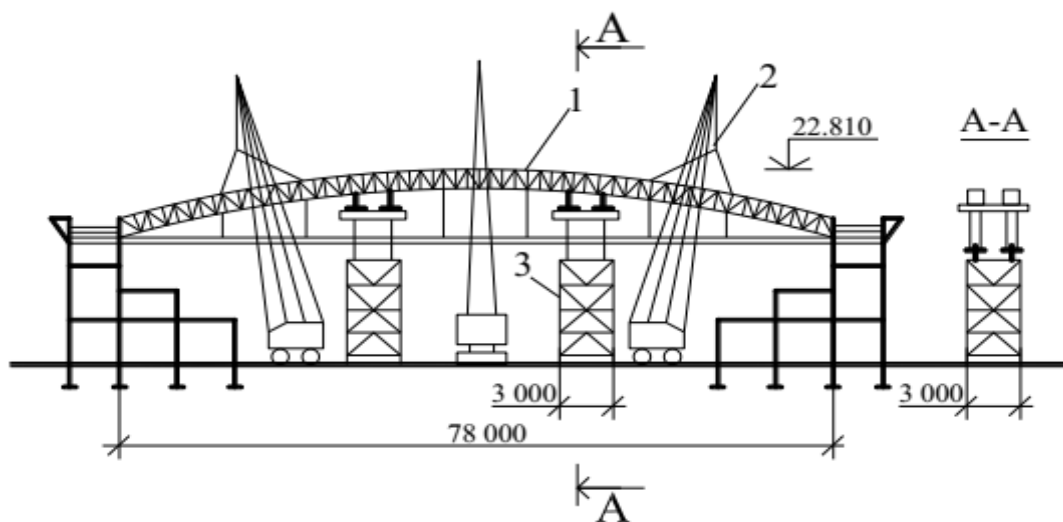


Рисунок 13 - Схема монтажу арочного покриття: 1 - елемент арки; 2 - монтажний кран; 3 – рухома монтажна опора

Процес монтажу покриття включає такі операції:

- встановлення монтажних опор, їх вивірення та виведення за допомогою домкратів опорної частини на проектну відмітку;
- улаштування шарнірних з'єднань частини арок;
- улаштування затяжки (якщо вона є);
- монтаж прогонів.

Після цього за допомогою домкратів опускають опорні частини монтажних опор і переміщують їх на нове місце. При цьому опори переміщують по бетонній підготовці або по рейках (що краще).

Монтаж двох-і тришарнірних аروحних покриттів значно відрізняється. Ця відмінність пов'язана з тим, що двошарнірні арки монтуються в проектне положення у вигляді повністю зібраного монтажного блоку, тоді як при монтажі тришарнірних арок складання їх здійснюється, як правило, з окремих вузлів та елементів на проектних відмітках. Тому «набір» робіт з монтажу зазначених арок має бути представлений наступними процесами.

Монтаж двошарнірних арок. Технологічний процес монтажу даного типу арки виглядає так:

- транспортування відправних елементів на об'єкт;
- прийом та складування їх у зоні складального кондуктора;
- улаштування конвектора складального (обов'язково в монтажній зоні провідного монтажного механізму);
- складання (укрупнення) арки на стенді з використанням легкого самохідного крана вантажопідйомністю не менше 5 т;
- оснащення опорних вузлів арки шарнірами та влаштування затягування;
- стропування арки, що включає «виведення» конструкції на стенді з горизонтального у вертикальне положення;
- монтаж арки на постійному вильоті стріли монтажного крана при розміщенні останнього на будівельному майданчику на поздовжній осьовій лінії будівлі;
- встановлення арки на фундамент з оформленням шарнірного стику;
- монтаж розчалок (не менше трьох) для забезпечення стійкості першої арки від дії вітрових навантажень. Закріплення відтяжок передбачається до верхнього пояса арки та до тимчасових анкерів у вигляді фундаментних блоків;

- розстроповування арки та переміщення монтажного потоку на наступну цифрову вісь будівлі;
- роботи на черговій монтажній позиції крана завершуються встановленням другої арки та розпірних плит покриття, що забезпечує формування першого «жорсткого» чарунку аркового покриття;
- наступне «нарощування» чарунку аркового покриття за викладеною технології при поздовжньому русі монтажного потоку на будівельному майданчику будівлі;
- демонтаж тимчасових відтяжок.

Принципова схема цієї технології представлена на рис. 14, 15 та 16.

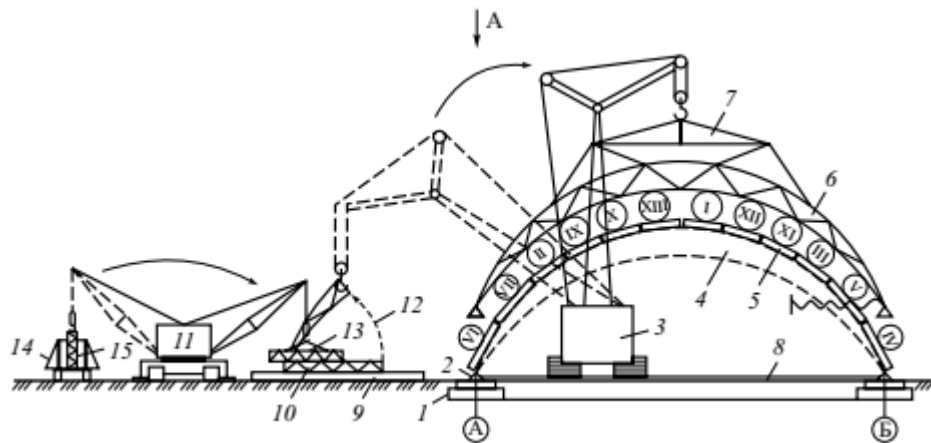


Рисунок 14- Технологічна схема монтажу двохшарнірних арок: 1 – фундамент арки; 2 – шарнірна опора; 3 – провідний монтажний кран; 4 – проектне становище арки; 5 – плити покриття; 6 – монтажне положення арки; 7 – монтажна траверса; 8 – бетонна підготовка (для переміщення монтажного крана по поздовжній осі будівлі); 9 – кондуктор-стенд для збирання арки; 10 – укрупнення арки з відправних марок; 11 – автокран, що обслуговує стенд; 12 – підйом арки у вертикальне положення на стенді; 13 – відправна марка арки; 14 – автопоїзд (причіп-розпуск) для транспорту відправних марок; 15 – відправний елемент на платформі причепа-розпуску; I–II–III...XIII – послідовність «заповнення» арного покриття плитами

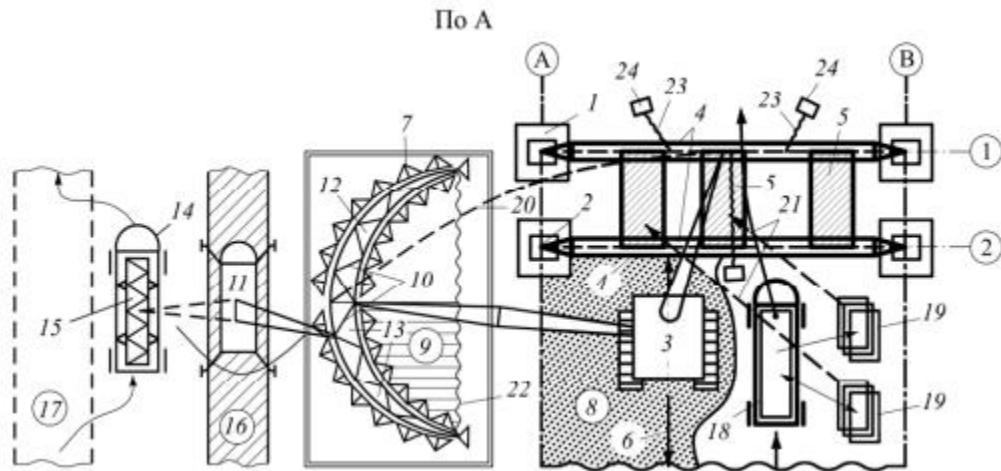


Рисунок 15- Технологічна схема монтажу двошарнірних арок (план):
 1 – фундамент; 2 – шарнір; 3 – провідний самохідний кран типу СКГ-30;
 4 – змонтовані арки; 5 – розпірні плити I осередку аркового покриття; 6 –
 «траса» руху монтажного потоку; 7 – напрямні для збирання арки;
 8 – бетонна підготовка; 9 – настил станду-кондуктора; 10 - арка, що
 укрупнюється; 11 - автокран МКА-10, обслуговуючий станд-кондуктор; 12 -
 складання піварок; 13 - відправні заводські марки; 14 – автотранспорт; 15 –
 відправний елемент на платформі транспорту; 16 - майданчик для автокрана з
 ущільненим ґрунтом; 17 – тимчасова внутрішньобудівельна дорога; 18 –
 автотранспорт із плитами покриття; 19 - штабелі плит; 20 – маневр крана під
 час монтажу арки; 21 – маневр крана під час монтажу плит; 22 - тимчасова
 затяжка; 23 – відтяжки для тимчасового закріплення арки від вітрової
 навантаження; 24 - анкери відтяжок

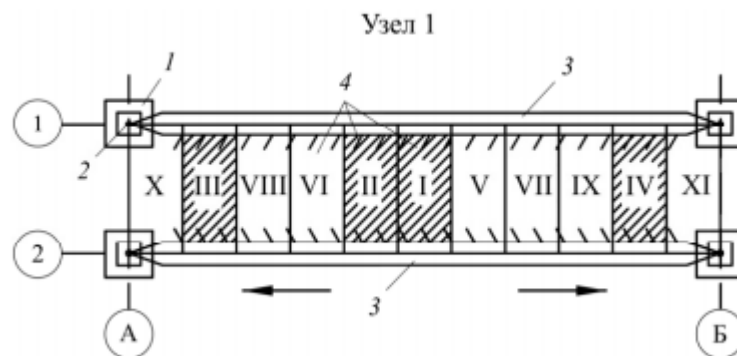


Рисунок 16 - Вузол формування (заповнення) аркового покриття одного
 осередку: 1 – фундамент; 2 – шарнір; 3 – змонтовані арки; 4 – плити
 покриття; I, II, III...XI – цифрова послідовність встановлення плит осередки
 (від центру до звисів арки)

У наведеному нижче прикладі конструкції тришарнірних арок
 монтують за допомогою пересувної башти, влаштованої по осі арки (рис. 17).
 Кожну напіварку встановлюють самохідним краном. Після установки двох

напіварок їх з'єднують у місці середнього шарніра і пересувну вежу переміщують з прогону.

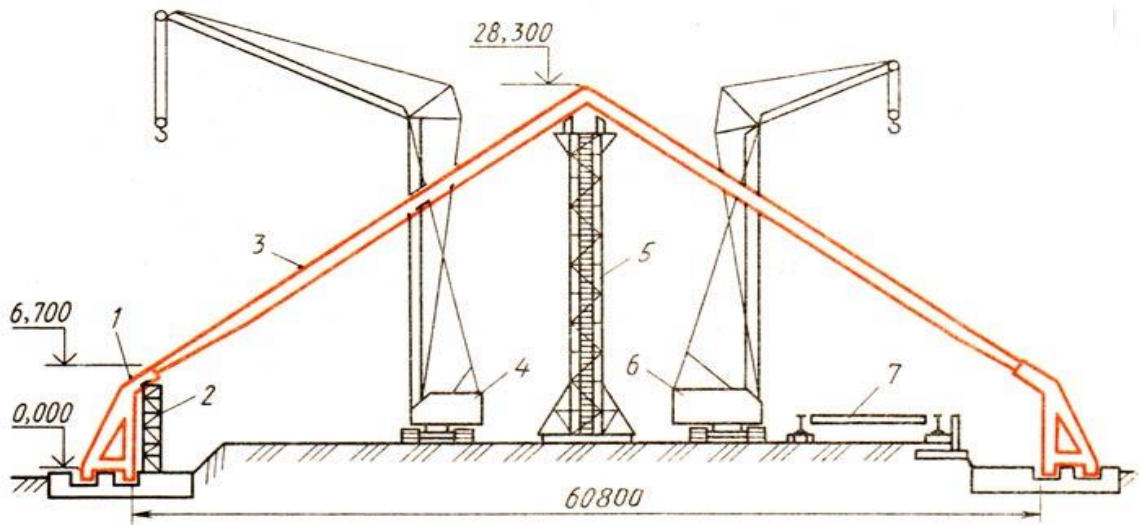


Рисунок 17- Схема монтажу блоками аркового покриття складу карбаміду
1 - залізобетонний контрфорс, 2 - риштування переставні, 3 - ригель-арки, 4 - гусеничний кран для монтажу блоків, 5 - тимчасова опора з маршовими сходами, 6 - гусеничний кран для монтажу міжблочних конструкцій, 7 - укрупнений блок.

Ригелі (3) арок поставляють на монтаж трьома частинами, стики яких виконують звареними або на міцних болтах. Безпосередньо в монтажній зоні покриття укрупнюють у плоскі блоки розміром 10,5 x 36 м, що складаються з двох ригелів таврового перерізу заввишки 1,2 м і завдовжки 36 м, балок, прогонів, тяжів та зв'язків. Після укрупнення і вивіряння розмірів блоки монтують попарно (лівий і правий), встановлюючи нижній кінець ригелів на опорну частину контфорсу (1) і спираючи верхню частину на просторову тимчасову опору (5), розміром 10,5 x 4,5 м, відповідним розташування ригелів в блоці. Встановлений блок за необхідності рихтують за допомогою домкратів; ригелі до розстропування кріплять болтами до тимчасової опори. Блок вивіряють та оформляють монтажні стики з'єднання ригелів лівого та правого блоків. Після проектного закріплення всіх вузлів знімають тимчасові кріплення ригелів, звільняють тимчасову опору і пересувають рейковим шляхом лебідкою або трактором вздовж осі прольоту на нову позицію для

встановлення чергової арки (пари блоків). При встановленні чергової пари блоків між цією парою та раніше змонтованою частиною конструкції залишається незаповненим міжблочний простір (на крок арок). Конструкції цієї частини (прогони, зв'язки та ін) монтують іншим, більш легким краном (6) звичайної послідовності.

На рис. 18 наведено приклад монтажу конструкцій арочного покриття споруди діаметром 80 м. Окремий елемент балки покриття має довжину 26 м. Конструкції укрупнювали та підготовлювали до монтажу безпосередньо в споруді. Після установки усіх балок та з'єднання в конковій частині тимчасову центральну опору демонтували.



Рисунок 18 - Монтаж конструкцій покриття арочної споруди за допомогою тимчасової опори

Монтаж великопрогонних покриттів будівель **рамного типу** виконують наступними методами: збиранням ригелів рам у проектне положення на тимчасових опорах; укрупненим збиранням ригелів рам на землі і підйомом їх у проектне положення краном або іншими

вантажопідійомними засобами; напівнавісним збиранням ригелів рам у проектному положенні.

Збирання ригелів рам у проектне положення на тимчасових опорах. При спорудженні ангару, що складається з рам двотаврового перерізу прогоном 60 м і висотою 17 м, ригель монтували також з використанням тимчасових опор. До монтажу рами суцільної конструкції укріплювали і зварювали на землі на місці установки, залишаючи два монтажних стики ригеля (рис.19).

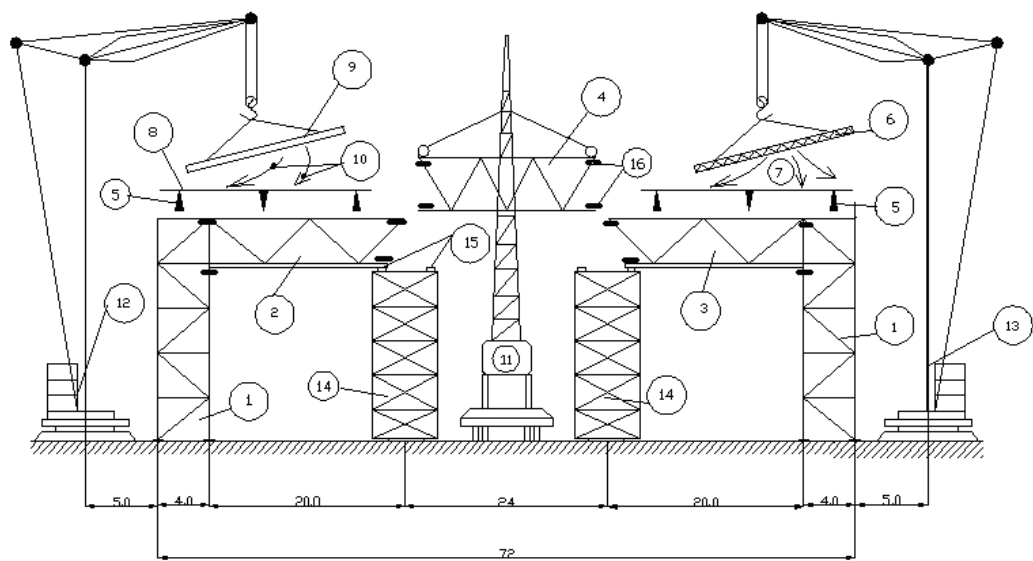


Рисунок 19- Технологічна схема монтажу рами:

1-стійки рами; 2,3,4 - складові частини ригеля рами, що монтуються самохідним краном Liebherr; 5- кроквяні ферми, що монтуються з кроком 24 м; 6- монтаж кроквяної ферми за допомогою баштового крана типу КБ-160;

7- монтажні операції при встановленні ферм; 8- прогін покриття;

9 - монтаж прогону баштовим краном типу КБ-160; 10 - монтажні

операції при встановленні прогону; 11- самохідний автомобільний кран Liebherr вантажопідйомністю 25т; 12,13 - баштові крани вантажопідйомністю 10 т.; 14- баштові опори для збирання ригеля на проектних відмітках; 15-

гідродомкрат для вивіряння вузлів стику ригеля та подальшого «розкручення» ригеля після монтажу всіх його складових частин; 16 - «стик» складових частин ригеля.

Монтаж виконували на двох тимчасових опорах за допомогою гусеничних кранів. Спочатку на фундаменти установили стояки рами з частиною ригеля, що спирається на тимчасову опору, потім двома кранами

змонтували середню ділянку ригеля. Ригель піднімали за допомогою жорстких траверс, що запобігають вигину стінки. Зварювання обох стиків виконували в проектному положенні на тимчасових опорах після суміщення елементів, які стикуються по висоті домкратами.

Монтаж просторових конструкцій оболонки ефективно зводити методом вертикального підймання після складання на землі. Конструкція покриття збирається вантажопідйомними механізмами невеликої вантажопідйомності. Після виготовлення покриття за допомогою двох кранів великої вантажопідйомності піднімають зібрану просторову систему, наводять на опори (поворот).

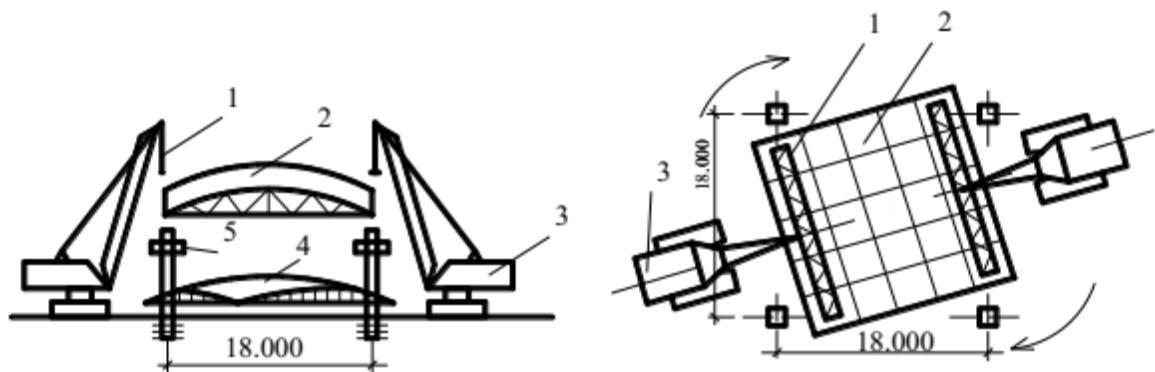


Рисунок 20 - Монтаж оболонки одним блоком: 1 – траверса; 2 – оболонка у проектному положенні; 3 – монтажний кран; 4 – оболонка на рівні землі; 5 – робоча люлька

Аналогічно наведеним вище варіантам, монтуються просторові структурні конструкцій елементи покриття складають на землі.

Укрупнювальне складання здійснюється на спеціальних шпальних клітках з домкратами для забезпечення точного вивірювання при складанні просторової структури. Після складання структури її підіймають за допомогою кранів (див. рис. 21), або стрічковими гідравлічними домкратами. Усі гідравлічні домкрати приводяться в дію від однієї насосної станції



Рисунок 21 - Монтаж просторової структури методом підіймання на опори

Контроль якості виконання будівельно-монтажних робіт зі зведення просторових будівель і споруд ґрунтується на підвищених до них вимогах. Ці вимоги диктуються унікальністю та масштабністю цього типу споруд. Вони мають бути винятково надійними та безпечними при їх подальшій експлуатації

Безпека праці зведення просторових будівель і споруд має включати комплекс заходів, що забезпечують нормальну роботу будівельників на висоті. Враховуючи геометричні параметри цих споруд, мають бути передбачені додаткові заходи із захисту робітників. Це додаткові шляхи евакуації з конструкцій та навісних майданчиків, захисні екрани монтажних горизонтів тощо.

3 Зведення купольних систем

Споруди з купольними покриттями - це великопрогонні побудови з покриттями у вигляді купола без проміжних опор. У практиці будівництва купольні споруди зводяться прогонами до 80,0-100,0 м і висотою 20,0-80,0 м.

Зведення купольних систем може здійснюватися з використанням тимчасової опори, навісним способом або монтажем у складеному вигляді.

Для пояснення прийнятих у практиці будівництва купольних споруд, доцільно навести кілька прикладів їх зведення. Принципова технологія їх зведення аналогічна монтажу арочних та балкових будівель та споруд, за винятком застосованих засобів механізації та прийомів. Вказані особливості мають за мету забезпечити просторову стійкість конструкцій та безпеку виконання робіт, а також можливість варіантного вибору наявних засобів механізації.

Процес зведення купольної споруди включає такі технологічні етапи:

- підготовка будівельного майданчика. Створення умов для раціонального та безпечного виконання будівельних робіт;
- зведення конструкцій фундаментів (ділянок стін);
- монтаж купольного покриття. Для цього в центрі споруди встановлюється башта з кільцем угорі, аналогічна наведеному вище прикладам. Башта попередньо оснащується драбинами і підмостками. Елементи конструкції купола піднімають і встановлюють у проектне положення одним або двома самохідними кранами. Конструкції встановлюють на нижні опори і вгорі на кільце. Елементи купола монтують попарно, забезпечуючи рівномірне навантаження на опорне кільце після установа всіх елементів купола опорний стояк демонтують, а кільце залишається частиною конструктиву купольного покриття;
- виконується влаштування елементів прогонів і риштування покрівлі.

Розглянемо варіант монтажу купола цирку діаметром 45 м. Купол складається з 16 напіврам, що сходяться в центрі біля верхнього опорного кільця діаметром 10,5 м. Стійкість купола забезпечується зв'язевими секторами, розташованими в плані хрестом. В інших секторах є кільцеві розпорки, що разом з напіврамами і зв'язками утворюють просторову систему каркаса.

Монтаж виконували з використанням тимчасової опори у вигляді трубчастого щогла діаметром 500 мм на розчалюваннях. Діаметр і товщина стінок труби щогла прийняті з урахуванням не тільки необхідної

вантажопідйомності (50 т), але й можливості вільного розміщення її в кільці колосникових ґрат діаметром 1 м. В оголовку і башмаку тимчасової опори передбачені вушка для кріплення двох симетрично розташованих поліспастів вантажопідйомністю 15 т кожний. Як основний монтажний механізм використовували кран МКГ – 25БР із вежею 23,5 м і 15-метровою стрілою, подовженою згодом до 20 м. Тимчасову опору, з натягнутим і закріпленим на ній біля башмака внутрішнім кільцем колосникової ґрати, подали всередину будинку за допомогою крана й обперли башмаком на напрямні, а оголовком на стіну. Потім краном і електролебідкою її пересунули на шпальну клітку, викладену в центрі будинку. Після цього краном за оголовок підняли тимчасову опору на максимально можливий кут і поворотом навколо башмака з використанням електролебідки довели його до вертикального положення і закріпили верхніми і нижніми розчалюваннями (рис. 22).

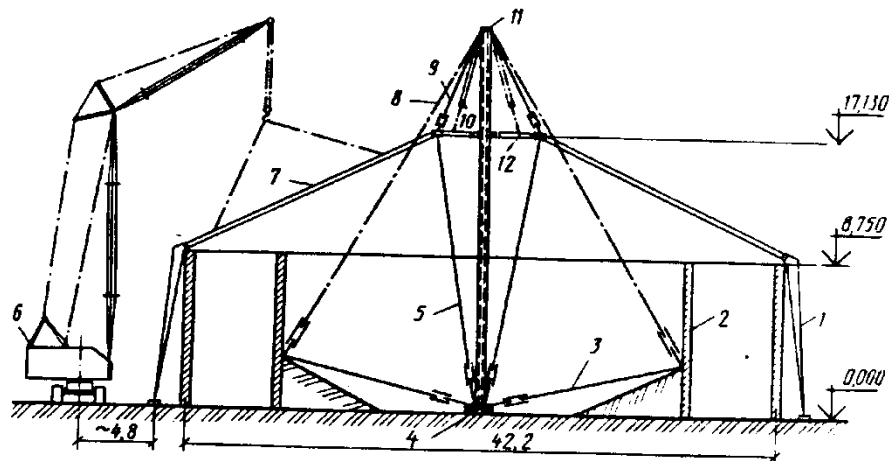


Рисунок 22 – Схема монтажу конструкцій купола цирку:

- 1 – V – подібні стояки купола; 2 – цегельні стіни; 3 – розчалювання низу тимчасової опори; 4 – шпальна клітка; 5 – нижні ванти опорного кільця; 6 – кран МКГ-25БР; 7 – ригелі купола; 8 – розчалювання оголовка тимчасової опори; 9 – верхні ванти опорного кільця; 10 – поліспасти вантажопідйомністю 2×15 т; 11 – тимчасова опора висотою 26 м; 12 – опорне кільце купола

За допомогою вантажних поліспастів тимчасової опори укрупнили і підняли на проектну оцінку верхнє опорне кільце з колосниковою ґратою.

Кільце закріпили в проектному положенні чотирма парами вант. Чотири верхні вант кріпили до оголовка тимчасової опори і до верхнього опорного кільця купола, а нижні – до опорного кільця і башмака тимчасової опори. Верхні вант були оснащені гвинтовими стяжками на рівні верхнього опорного кільця, а нижні – на рівні башмаків опори.

Краном змонтували V-подібні стояки напіврам по периметру будівлі, а потім ригелі, розпорки і зв'язки зв'язевих панелей купола в радіусі 15-метрової стріли. Подовживши стрілу крана на 5 м, змонтували зв'язки, що примикають до верхнього опорного кільця, і колосникову надбудову.

При виконанні монтажних робіт використовували начіпні сходи з колисками, а також пересувну площадку, яку переміщували по верхніх поясах ригелів за допомогою ручної лебідки, встановленої на колосникових ґратах, і додаткової черв'ячної лебідки, встановленої на самій площадці. Для регулювання гвинтових стяжок і прийому ригелів на колосникових ґратах була влаштована кільцева площадка.

Тимчасову опору демонтували за допомогою поліспасти, закріпленого за верхнє опорне кільце. Для опускання і видалення тимчасової опори її розрізали на дві частини, попередньо встановивши шарнір у місці розрізу.

Монтаж куполів будинків залежно від їхніх параметрів можна виконувати як звичайними кранами, так і із **застосуванням спеціальних вантажопідйомних пристроїв**. Так, купол цирку прольотом 64,5 м був змонтований за допомогою радіально – поворотного пристрою. Для цього по осі купола (рис.23) на бетонну монолітну основу манежу встановили тимчасову центральну металеву опору висотою 34 м, на верхній площадці якої було встановлено верхнє опорне кільце складок купола. На вежу, встановлену усередині верхнього опорного кільця, за допомогою каткового візка спирався ригель радіально – поворотного пристрою вантажопідйомністю 30 т. Опора радіально – поворотного пристрою переміщувалася по рейковому шляху, покладеному на кільцевій металевій естакаді висотою 4,5 м. Радіально – поворотний пристрій був змонтований за

допомогою портала висотою 55 м, вантажопідйомністю 100 т.

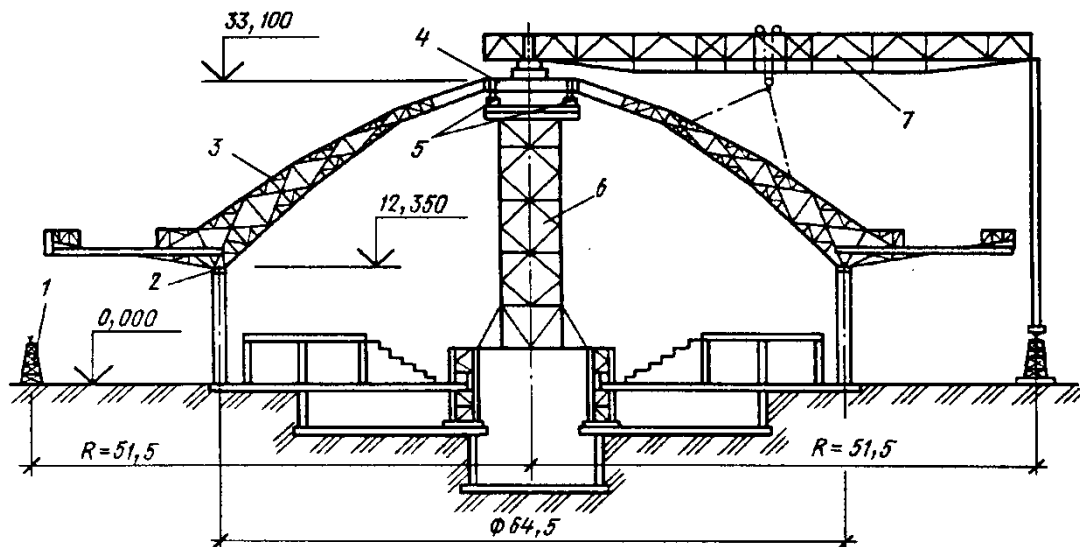


Рисунок 23 - Схема механізації монтажу ребристого купола:

1 – підкранова кільцева естакада для радіально – поворотного вантажопідйомного пристрою; 2 – нижнє опорне кільце купола; 3 – складки купола з козирком; 4 – верхнє опорне кільце купола; 5 – домкрати; 6 – тимчасова опора; 7 – вантажопідйомний радіально – поворотний пристрій

Між робочою площадкою на тимчасовій опорі і верхнім опорним кільцем встановлювали домкрати для можливості вивірки його по висоті і розкружувлювання конструкції купола після його остаточного збирання. Після ретельної вивірки змонтованого верхнього опорного кільця (у плані і по висоті) монтували складки купола, попередньо укрупнені на всю довжину (без козирка).

Сталеві конструкції купола укрупнювали гусеничним краном у блоки масою до 15 т поза зоною дії радіально – поворотного пристрою, після чого цим же краном подавали в зону його дії, де на спеціально встановлених та геодезичне вивірених стендах – кондукторах збирали в складку довжиною 32,3 м і масою 30 т. На цих же стендах після геодезичної перевірки складки зварювали. Складку піднімали до місця установки радіально – поворотним пристроєм у нахиленому положенні. До подачі складок радіально – поворотним пристроєм були встановлені всі 24 трубчасті колони, зв'язані системою в'язей, що забезпечують їхню стійкість. Кожна складка

встановлювалася на двох колонах і верхнім кінцем зістиковувалася з вертикальними ребрами верхнього опорного кільця двома рядами монтажних болтів, після чого вузол зварювали. Складки розташовували одна проти одної у взаємно – перпендикулярних напрямках, рівномірно заповнюючи все навколо купола, щоб виключити однобічне навантаження на верхнє опорне кільце.

Консоль купола (козирок) збирали в монтажний елемент масою 15 т і піднімали в проектне положення радіально – поворотним пристроєм. Збірні куполи зводили **навісним методом** шляхом послідовного збирання кільцевих поясів за допомогою пересувної ферми – шаблону і стояків з підвісками для утримання збірних плит (рис.24). Таким методом зводили купол цирку в м. Києві.

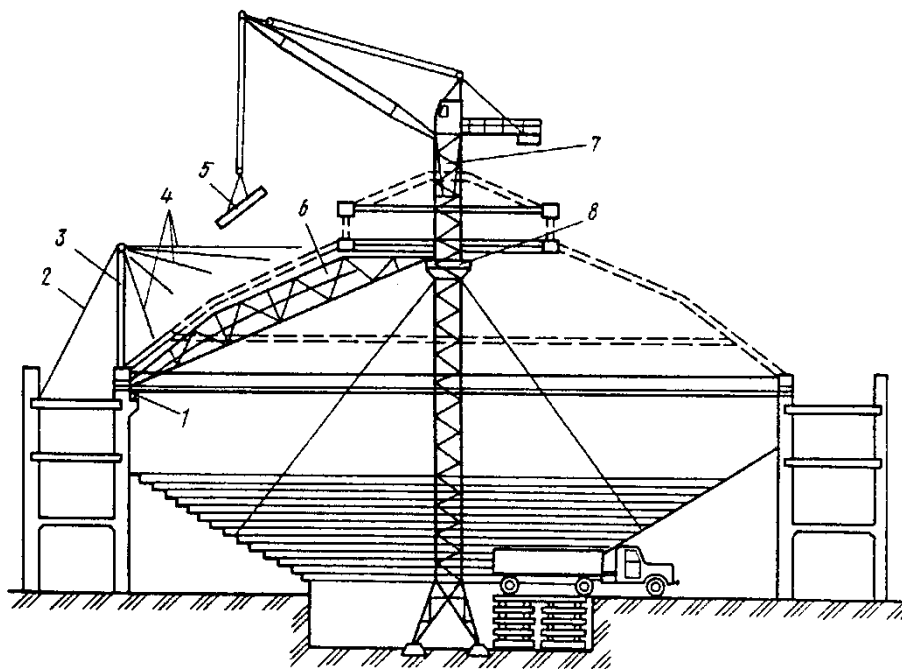


Рисунок 24 - Схема монтажу купольного покриття з використанням як опори вежі крана: 1 – кільцевий рейковий шлях; 2 – канатні розчалювання; 3 – стояк; 4 – тимчасові підвіски; 5 – збірні панелі; 6 – ферма-шаблон (кондуктор); 7 – баштовий кран; 8 – опорна площадка

Для зведення купола в центрі будівлі був встановлений кондуктор

(опора). На башту крана і кільцеву колію, розміщену по залізобетонному карнизу будівлі, встановили пересувну ферму – шаблон. Башту крана для забезпечення більшої жорсткості закріпили чотирма розчалками.

При недостатньому вильоті стріли і вантажопідйомності одного крана на кільцевій колії, із зовнішньої сторони будівлі може бути змонтований другий кран.

Збірні панелі купола монтували в наступному порядку: кожну панель за три петлі в нахиленому (проектному) положенні піднімають баштовим краном і встановлюють нижніми кутами на похило приварені накладки вузла, а верхніми – на установочні гвинти ферми – шаблону. Далі роблять вивірку верхніх крайок закладних деталей верхніх кутів панелі, після чого стропи знімають, панель прикріплюють до монтажних стояків, а підвіски натягують стяжними муфтами. Після цього установочні гвинти ферми – шаблону опускають на 100...115 мм і пересувають ферму-шаблон в наступне положення для монтажу нової панелі.

Після монтажу всіх панелей пояса і зварювання вузлів замонолічують стики бетоном. Наступний пояс купола монтують після досягнення бетоном стиків нижчележачого пояса необхідної міцності. Після закінчення монтажу пояса знімають підвіски з панелей нижчележачого пояса.

4 Зведення висячих систем

Будівлі та споруди з висячими покриттями являють собою побудови, які спираються на висячі розтягнуті елементи, закріплені за жорсткі опорні конструкції. Опорні конструкції можуть бути виконані у вигляді замкнутого контуру (кільця, овалу, прямокутної рами), що спирається на фундаменти, колони або похилі рами, арки, які утримують покриття і передають навантаження на фундамент. Несучі конструкції висячих покриттів можуть бути виконані у вигляді попередньо напружених залізобетонних оболонок, тросових підвісок, вантових ферм і мембран. У

більшості висячих покриттів в якості основного несучого елемента застосовують сталевий канат-трос, звитий з високоміцного дроту з тимчасовим опором розриву 1200-1800 МПа і більше. У разі використання канатів-тросів або арматурних стрижнів систему називають висячою з **гнучкими вантами**. Якщо ванта виконана з жорстких стрижнів, наприклад, гнутих двотаврів або ферм, то таку систему називають висячою з **жорсткими вантами** або згинально-жорсткими елементами.

Висячі покриття можуть бути також у вигляді металевої або залізобетонної попередньо напруженої оболонки.

Металеві оболонки з листової сталі та алюмінію називаються мембранними конструкціями.

Переваги висячих конструкцій: найбільш повне використання несучої здатності високоміцних сталей, поєднання в одній конструкції несучих і огорожувальних функцій, завдяки чому додатково знижується маса покриття, збільшується сейсмостійкість. Конструкції з дуже малою масою здатні перекривати прогони 40-300 м.

Для зведення **попередньо напруженої залізобетонної оболонки** спочатку монтують ортогональну або радіальну сітку зі сталевих канатів, зверху яких згодом укладають залізобетонні плити. Канати заповнюють бетонною сумішшю в стиках, і вони в подальшому є напруженою арматурою покриття. Оболонка вступає в роботу тільки після обтискання заповнених бетоном швів на 20-25% вище напружень від тимчасового навантаження, що виключає в подальшому появу розтягуючих напружень. Напруження канатів виконується: попереднім натягненням усієї системи канатів шляхом завантаження вантажами або притягнення канатів до основи (фундаменту) будівлі; попереднім замонолічуванням швів і подальшим натягуванням несучих канатів

Після набору міцності бетоном натягування знімається. Бетонне покриття, як вказано вище, виконується монолітним або зі збірних плит.

Зведення висячих покриттів складається з таких будівельних

процесів:

- виготовлення вант. Виконується на підприємстві чи у місці монтажу на стенді з натяжною станцією і опресовувальною установкою. Один кінець канату закладають у гільзовий анкер. Канат розкладають на стенді і витягують на зусилля 1100-1200 кН для його обтискання. Після витяжки, канат розрізають на необхідні довжини, кінці запресовують у гільзові анкери. Готові ванти випробовують на зусилля 1300-1400 кН;

- монтаж поздовжніх вант і початкове їх натягування;
- монтаж поперечних вант та їх натягування;
- монтаж плит покриття;
- напруження вантової мережі;
- заповнення стиків плит бетонною сумішшю.

Одним з прикладів влаштування вантового покриття спортивного комплексу прогоном в 48,0 м. При установленні ванти разом з підвісками, з'єднаними попарно, їх піднімають двома баштовими кранами одночасно (рис. 25). Кінці з гільзовими анкерами заводять в отвори в опорному контурі і натягують домкратними пристроями на задане зусилля. Спочатку ставлять поздовжні ванти, потім поперечні. Після натягування і вивірення канати у вузлах з'єднують. Для з'єднання канатів в вузлах перетину використовують пересувні колиски і містки. Ванти натягують, додатково закріплюючи їх підвісками і натягуючи підвіски лебідками у вузлах їх перетину. При установленні канатів необхідне їх ретельне геодезичне вивірення.

Плити покриття укладають на канати баштовими кранами від нижньої позначки до верхньої, завантажуючи покриття рівномірно. У шви між плитами укладають арматуру. До замонолічування стиків ванти натягують гідродомкратами втретє, чим створюють попереднє натягування вантової мережі. Після цього виконують замонолічування плит, а після досягнення бетоном проектної міцності підвіски знімають від країв до середини. У бетоні створюється попереднє напруження

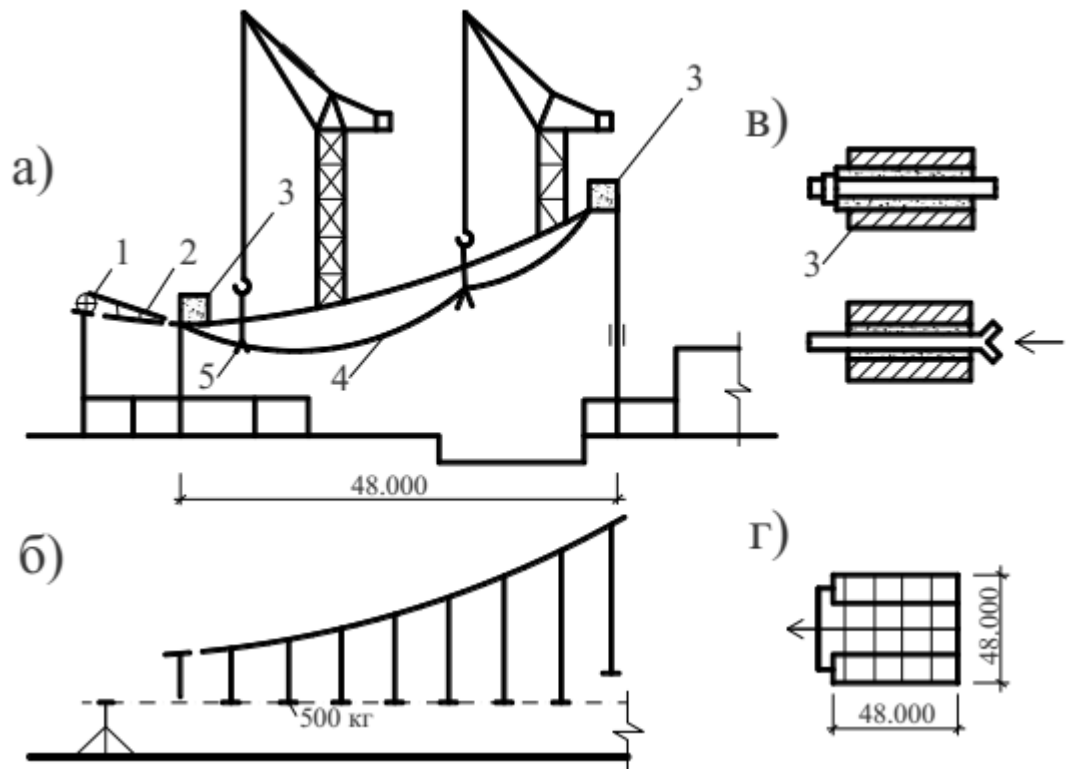


Рисунок 25 - Монтаж вантового покриття: а – підйом робочої ванти; б – вивірення поздовжніх вант; в – деталі постійного закріплення вант; г – взаємно перпендикулярне симетричне натягнення вант; 1 – електролебідка; 2 – відтяжка; 3 – монолітний залізобетонний опорний контур; 4 – вант, що підіймаються; 5 – траверса

Недолік методу - висока трудомісткість, часті перестановки домкратів та іншого обладнання.

Зведення **мембранних споруд**, як уже було вказано, дещо відрізняється від вантових.

Мембрані покриття являють собою висячу систему у вигляді попередньо напруженої сталеві мембрани, натягненої на залізобетонний опорний контур, яка суміщає несучі та огорожувальні властивості. Елементи мембрани поставляють на будівельний майданчик у рулонах шириною 2,5 м Улаштування покриття включає такі операції:

- улаштування тимчасових опорних конструкцій по формі покриття;
- підйом та закріплення одного кінця рулону на зовнішній опорній конструкції;

- розкочування рулону по тимчасових опорах;
- натягнення за допомогою лебідок та закріплення на внутрішній опорній конструкції;
- з'єднання рулонів між собою за допомогою зварювання або гвинтів.

Монтаж мембранних покриттів можна здійснювати ще й блоками у вигляді радіальних ферм (якщо покриття купольне), елементів кільцевих ребер та мембран. Мембрани з'єднують між собою високоміцними гвинтами.

Технологія монтажу шатрових покриттів. Шатрові покриття застосовуються для будівель цивільного призначення з прольотом основних конструкцій до 40 м.

Як основні матеріали для виготовлення несучих конструкцій покриття використовуються модифікована деревина та дерев'яні клеєні конструкції.

Основним методом монтажу таких будівель є комбінований метод, що передбачає спочатку і встановлення основних прогонових конструкцій намету (діагональних арок) на спеціальному кондукторі, і наступне заповнення осередків намету прогонами-арками з плитами покриття.

Монтаж намету виконується симетричною установкою прогонів та плит по двом одночасно зведених коміркам з протилежних сторін монтованих раніше основних арок, що забезпечує рівномірне навантаження на фундаменти та несучий каркас будівлі.

Механізація монтажних процесів здійснюється самохідними кранами типу СКГ-40 зі стріловим обладнанням, що перекриває щонайменше $\frac{1}{2}$ прольоту будівлі за умови можливого розміщення крана у «зоні забудови».

Комплект монтажного обладнання повинен містити додатковий автомобільний кран, який покликаний виконувати монтаж прогонів із плитами покриття другорядних арок намету, що здійснюється одночасно з установкою другорядних арок.

Конструктивна схема шатрових покриттів критого ринку представлена на рис. 26

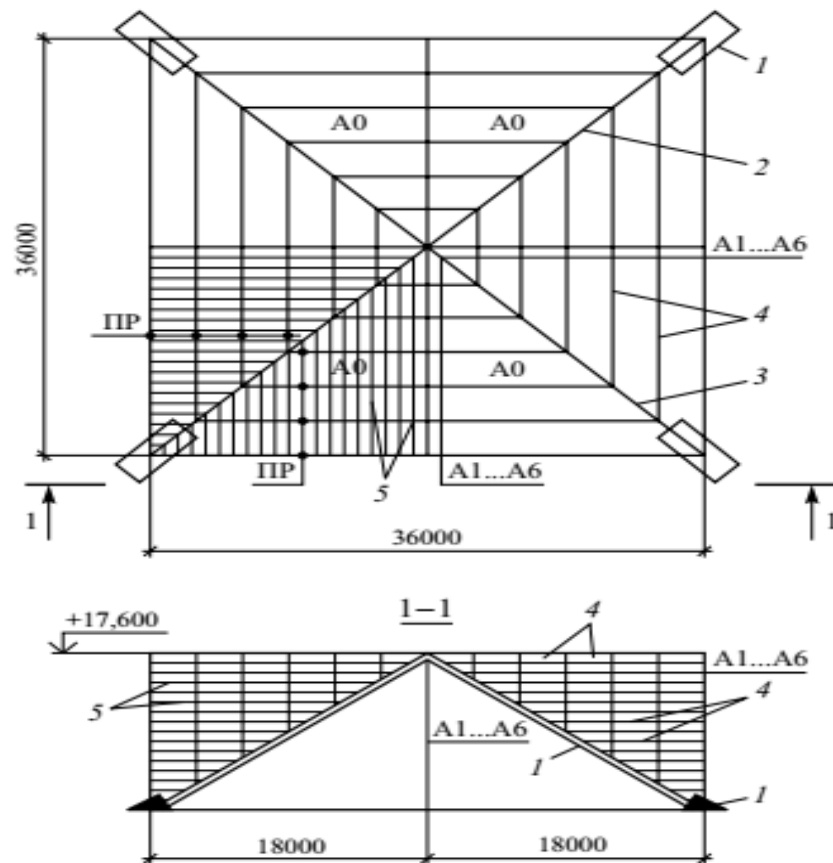


Рисунок 26 - Конструктивна схема шатрового покриття критого ринку:
 1 – фундаменти; 2, 3 – основні арки типу А0; 4 – арки другорядні
 А-1 ... А-6; 5 - прогони під настил покриття (ПР); 6 – панелі покриття намету

Пірамідальна форма намету будівлі запроектована з клеєних вертикальних головних арок ламаного контуру та системи другорядних арочних балок, що утворюють скати покрівлі будівлі. Останні виконуються також із клеєної модифікованої деревини. Покриття намету здійснюється з плитних утеплених панелей, виготовлених також із деревини.

Технологічна схема монтажу критого ринку з позначеннями черговості установки елементів намету наведена на рис. 27 та 28. Принцип організації монтажу конструкцій аркового намету рекомендується наступний:

1. Зведення конструкцій нульового циклу в повному обсязі з улаштуванням бетонної підготовки під підлоги, що необхідно для забезпечення складування монтажних конструкцій «у плямі забудови», та заходом важких кранів усередину будівлі (плями забудови).

2. Фундаменти під основні арки намету мають бути запроектовані з уступом для сприйняття розпору від арок, що не виключає монтаж затяжок.

3. Враховуючи умови, що стискають у «плямі забудови» будівлі для розміщення монтажних кранів, приймаються стрілові крани типу СКГ-40 з гуськами $l \geq 13$ мм, що забезпечить подачу елементів покриття (прогонів і плит) в будь-яку точку намету. Схеми монтажу основних елементів шатрових покриттів наведено на рис. 27 та 28.

4. Застосування кількох монтажних механізмів, що з технологією зведення намету при одночасній роботі двох кранів, здійснюють монтаж конструкцій за симетричною схемою, тобто. має проводитися установка однойменних елементів арок та плит покриття «зліва направо» щодо осі симетрії споруди з розчалуванням довгомірних конструкцій відтяжками, закріпленими до анкерів.

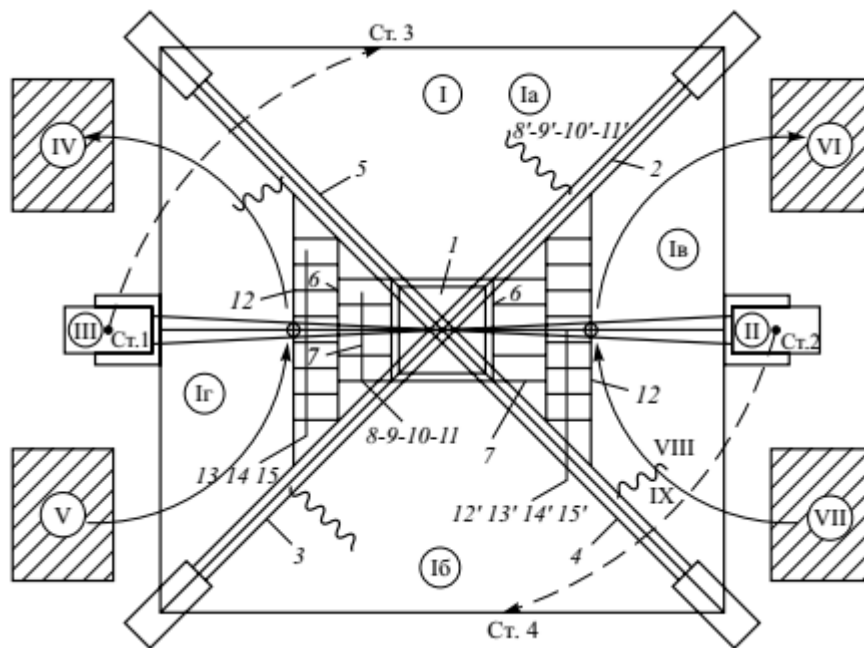


Рисунок 27 - Технологічна схема послідовності монтажу арочного покриття ринку: I – критий ринок, Ia, Ib, Ig – відповідно осередки намету; II...III – монтажні крани типу СКГ-40; IV...VII – майданчики складування відправних елементів арок та плит; ст. 1, ст. 2, ст. 3, ст. 4 – відповідно стоянки основних монтажних механізмів; 1, 2...15 – черговість (послідовність монтажу елементів покриття при складанні чарунків зі стоянок крана).

5. Технологічна послідовність та комплекс робіт зі зведення типового очарунку критого ринку:

5.1. Транспорт та складування у зоні монтажу відправних елементів арок та панелей покриття (на приоб'єктних майданчиках IV, V, VI, VII).

5.2. Монтаж тимчасової центральної баштової опори для складання головних арок (1) із відправних елементів (напіварок 3). Спочатку збирається одна діагональна арка, потім інша. Для забезпечення стійкості баштової опори при розміщенні останньої над підвалом будівлі рекомендується в цих осях виконати відсипання баластової подушки до планувальної позначки майданчика будівництва (як це показано на рис. 28).

5.3. Монтажна опора має бути запроектована з урахуванням її несиметричного завантаження під час монтажу непарних піварок.

5.4. Вивірка та оформлення проектного монтажного стику головних арок з використанням домкратів для рихтування елементів, що стикуються.

5.5. Монтаж другорядних арок двома потоками одночасно двома кранами, починаючи з центру купола намету в наступній черговості:

- подача та встановлення арок А1...А6 з тимчасовим закріпленням їх горизонтальними інвентарними розпірками;
- монтаж одиночних панелей починається з центру арки і ведеться по «скатах» для забезпечення стійкості та демонтажу тимчасових відтяжок.

5.6. Монтаж панелей покриття чарунків (Іг, Ів) за принципом «згори донизу», оскільки це показано на рис. 28. У такій же послідовності здійснюється монтаж арок А1...А6 на протилежних схилах намету із заповненням покриття прогонами та плитами по ділянках, розміри яких визначаються технологічними параметрами кранів (виліт та підйом гака).

6. Монтаж чарунків Іа та Іб здійснюється аналогічно за тією ж технологією з використанням тих самих механізмів, що переміщуються за тією ж схемою механізації.

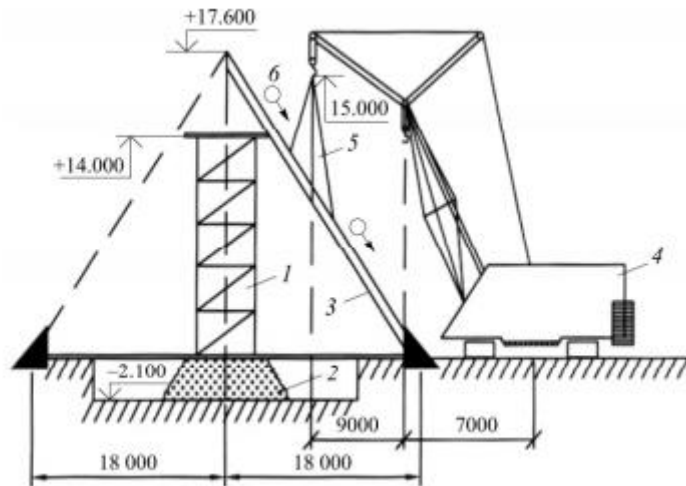


Рисунок 28 - Схема монтажу намету краном СКГ-40, оснащеним гуськом 13 м: 1 – баштова опора; 2 – відсіпання баластної подушки підвалу; 3 – арка, що монтується; 4 – кран; 5 – тригільковий строп; 6 – напрям монтажу другорядних арок та плит покриття

5 Зведення просторових будівель і споруд методом насування

У практиці будівництва утвердилися такі способи встановлення конструкцій: нарощування, підрощування, поворот, насування, вертикальний підйом.

Одним з варіантів зведення великопрогінних споруд є **метод насування**. Цей метод передбачає повне складання великопрогінної конструкції на землі з наступним насуванням по похилих або горизонтальних напрямних у проектне положення. Цей метод широко застосовують за необхідності виконання робіт у короткі терміни, поєднуючи на землі підготовку до насування з іншими роботами. При застосуванні цього методу відпадає необхідність у кранах великої вантажопідйомності

Метод зведення споруд насуванням включає такі технологічні етапи:

– підготовчий. На цьому етапі здійснюється комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення будівельного майданчика елементами будівельного господарства, забезпечуються умови безпечного виконання робіт. Безпосередньо біля проектного положення споруджуваного об'єкта влаштовується майданчик укрупненого складання конструкцій з

оснащенням і пристроями для виконання подальшого транспортування (насування) конструкцій:

- основний. На цьому етапі здійснюється складання (монтаж) споруди або його частини на майданчику укрупненого збирання. Влаштовуються шляхи, по яких буде переміщуватися споруда або її частина. Одночасно виконуються роботи по підготовці приймального майданчика, на який спиратиметься зібраний елемент або споруда. Приймальний майданчик – це конструкції фундаментів чи інших несучих і огорожувальних будівельних конструкцій. Після збирання споруди і виконання робіт з облаштування приймального майданчика здійснюється переміщення (насування) його в проектне положення. Насування здійснюється за допомогою домкратів, лебідок, інших засобів механізації. Після установки споруди або її частини в проектне положення виконується його постійне закріплення і розбирання засобів транспортування, виконуються спеціальні та інші роботи.

Методом насування блоками із трьох ферм змонтовано конструкції покриття кіноконцертного залу. Маса блоку ферм прольотом 47 м досягла 150 т (рис. 29).

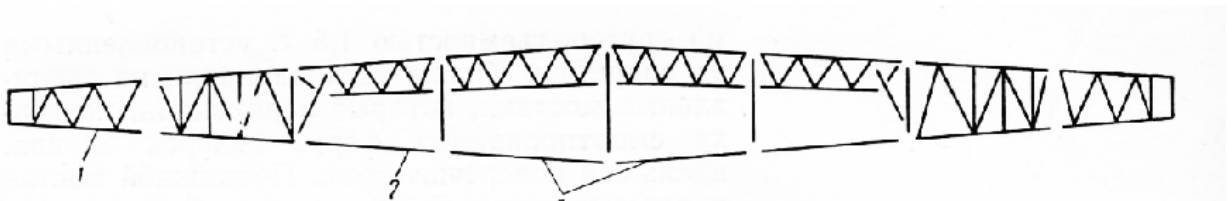


Рисунок 29 - Схема членування ферм: 1 - консольна частина ферми; 2 - опорні сегменти ферми; 3 — сегменти ферми, що попередньо укрупнюються.

Роботи виконували у такій технологічній послідовності:

- на рейковій колії на складальному майданчику лісів встановлювали два кондуктори зі стійками, опущеними з боку підйому напівферм та піднятими з протилежного боку;
- напівферму подавали краном та встановлювали на кондуктори;

– стійки кондуктора піднімали, закріплювали у вертикальному положенні, і напівферма надійно фіксувалася гвинтами, після чого знімалися стропи крана; з двох напівферм за допомогою ручних гідравлічних домкратів вантажопідйомністю 50 т, що розташовуються на кондукторах, збирали всю ферму, після чого встановлювали її опорними плитами на напрямні рейки;

– подавали на ліси і поміщали до кондукторів дві наступні напівферми на відстані 6 м від раніше зібраних і аналогічно збирали другу ферму. По торцях ферм встановлювали вертикальні зв'язки, після чого кондуктори знімали та встановлювали інші зв'язки; просторово-розкріплений блок з двох ферм ручними тихохідними лебідками вантажопідйомністю 2 т пересували на 6 м по напрямних рейках. На відстані 6 м від блоків двох ферм на кондуктори краном подавали вузли третьої ферми і збирали її аналогічно двом першим; збирали весь блок із трьох ферм. Зібраний блок насували в проектне положення.

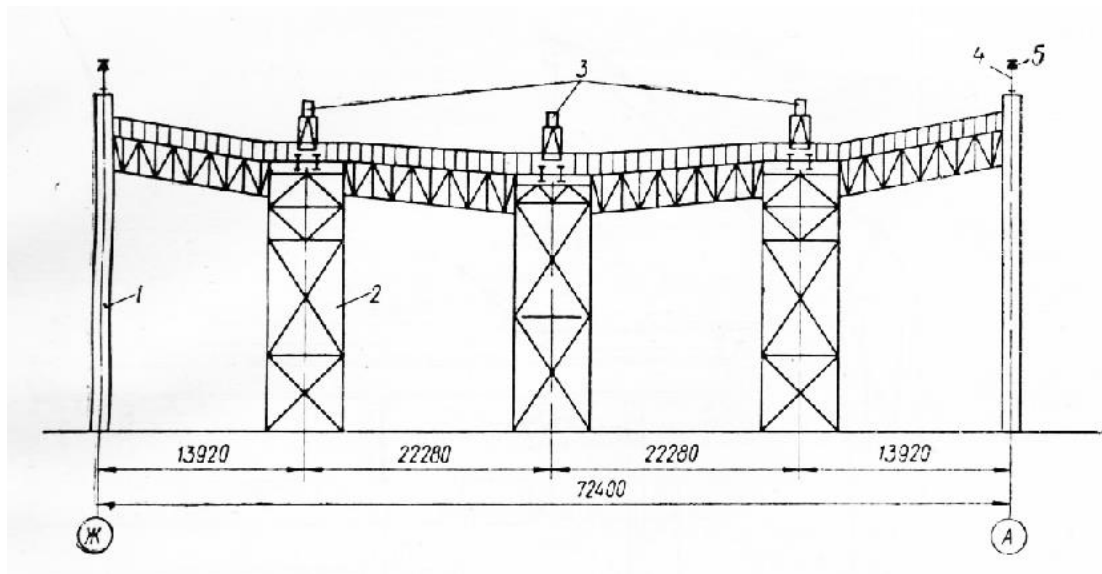


Рисунок 30 - Просторовий кондуктор: 1 – колона; 2 - опора кондуктора (тумба); 3 - висувні опори кондуктора; 4 - підкроквяні балки; 5 - накаткові шляхи.

Потім у тій же послідовності збирали і насували проектне положення наступні блоки ферм.

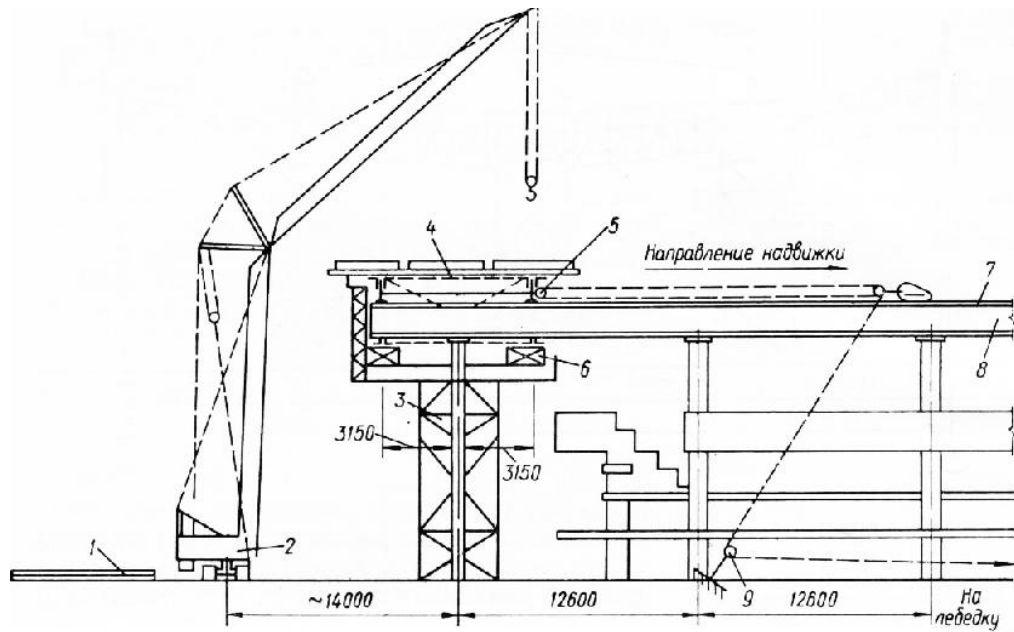


Рисунок 31 - Схема укрупнення ферм та насунання блоків:

1 – майданчик попереднього укрупнення; 2 – кран СКГ-63; 3 – кондуктор; 4 – укрупнений блок масою 230 т; 5 – тяговий поліспаст вантажопідйомністю 40 т; 6 – висувні опори кондуктора; 7 – шлях насунання; 8 – підкрюквяна балка; 9 – відвідний ролик

Зведення структурного покриття концертної зали яка має форму шестигранного обрису загальною площею 5670 м^2 , виконане з алюмінієвих труб діаметром 90...120 мм, висота плити покриття 2,45 м. (рис.32).

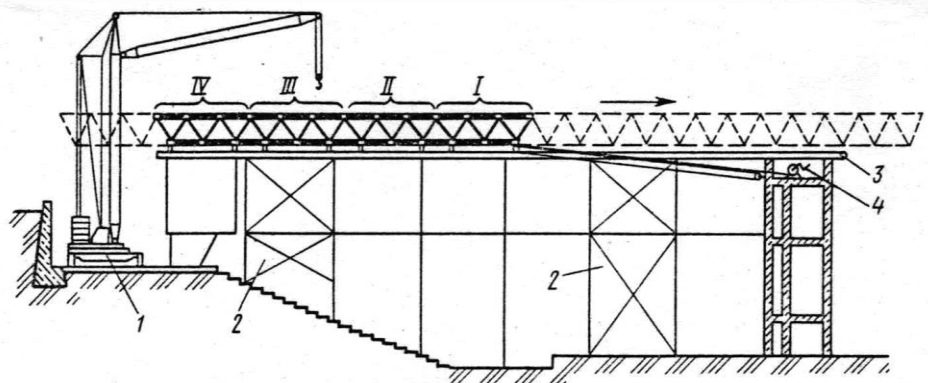


Рисунок 32 - Схема монтажу структурного покриття методом насунання:

1 – монтажний кран КБ-160; 2 – тимчасова естакада; 3 – шляхи насунання; 4 – лебідка; I...IV – панелі структурного покриття

Збирання покриття виконували з виготовлених на заводі транспортбельних просторових пірамід (тетраедрів), що об'єднували в собі

верхній пояс і решітку структури, і із плоских трикутників, що утворювали її нижній пояс. Збирання проводили на естакаді в торцевій частині будівлі в панелі шириною 7,35 м з пристиковкою їх на болтах до раніше зібраної конструкції і насуванням плити покриття на ширину панелі за допомогою електричних лебідок.

Методом насування було виконано монтаж покриття будівлі спортивного комплексу прогоном 84,0 м з просторовими фермами покриття (рис. 33). Ферми покриття збирали на земля на спеціальних в'язках у безпосередній близькості від споруди, що покривається. Для піднімання візків на проектну відмітку було змонтовано дві похилі монтажні балки. Переміщення візків з черговим блоком покриття здійснювали двома тяговими поліспастами. Після досягнення проектної відмітки блок покриття спирався на сталеві катки і методом накатки за допомогою двох легких поліспастів насувався в проектне положення.

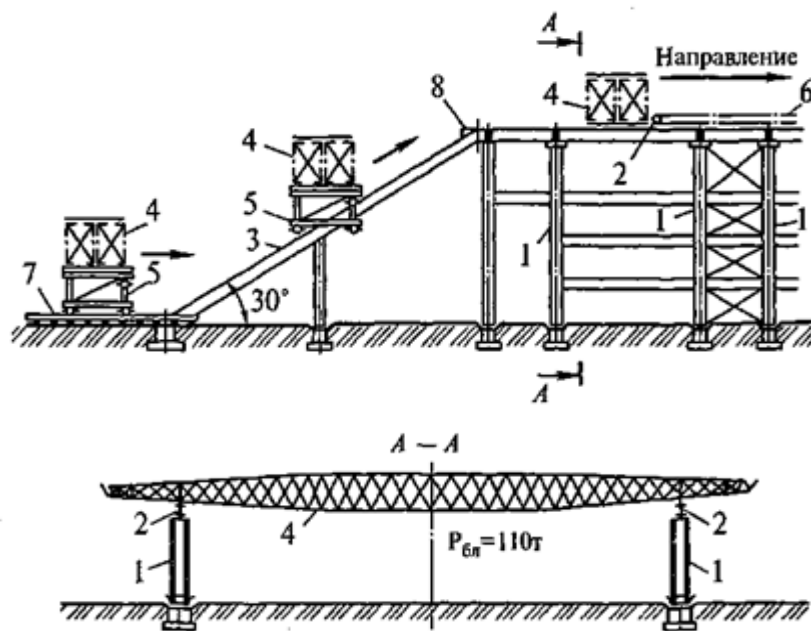


Рисунок 33 - Приклад схеми зведення споруди методом насування блоків покриття: 1 - колони будівлі; 2 - підкроквяні балки; 3 - похилі балки тимчасової естакади; 4 - блок покриття; 5 - візок для пересування блоків; 6 - тяговий поліспаст; 7 - рейковий шлях візка; 8 – упор.