

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

01.06 – КМР. 202 “С” 2022.02.04. 030 ПЗ

**БАЙБАРА ВЛАДИСЛАВ ІГОРОВИЧ**

**2022 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) \_\_\_\_\_

УДК 624.04:725.39/.71(477.91)

# НУБІП України

**ПОГОДЖЕНО**  
Декан факультету (Директор ННІ)  
Конструювання та дизайну  
(назва факультету (ННІ))

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри  
Будівництва  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Ружи́ло З.В.  
(ПІБ)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Бакулін Є.А.  
(ПІБ)

# НУБІП України

“ ” 20 р.

“ ” 20 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему Проектування кафе "Аеропорт" в м. Бориспіль

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва)

Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія  
(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

# НУБІП України

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання)  
**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Фесенко О.А.  
(ПІБ)

\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Бакулін Є.А.  
(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Байбара В.І.  
(ПІБ студента)

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (НИ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

20

року

## ЗАВДАННЯ

## ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Байбара Владислав Ігорович  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва)

Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія  
(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Проектування кафе "Аеропорт" в м. Бориспіль

затверджена наказом ректора НУБіП України від "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи інженерно-геологічні та топогеодезичні умови будівельного майданчика, природно-кліматичні умови району будівництва, навантаження та впливи.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Об'ємно-планувальні та архітектурні рішення об'єкту проектування
2. Конструктивні та технологічні рішення проектування
3. Науково-дослідча частина

Перелік графічного матеріалу (за потреби) Архітектура, фасади, розрізи, вузли, технологія та організація будівельного виробництва, результати наукових досліджень.

Дата видачі завдання "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

# НУБІП України

## ВСТУП

Вантові конструкції це геометрично-незмінні висячі конструкції в яких основними несучими елементами є гнучкі розтягнуті прямолінійні ванти

(канати). Ванти закріплюються на пілонах або кріпляться до конструкції

замкнутого контуру округлої, кільцевої, еліпсоїдної чи або прямокутної

форми. Як правило, ванти роблять попередньо напруженими, що, при

відповідному підборі геометричній системи їхньої установки, дозволяє їм під

дією експлуатаційних навантажень сприймати стискаючі зусилля без появи

деформації стиснення. В результаті вантова система, незважаючи на наявність

тільки гнучких елементів, працює як жорстка ферма. Тому вантові конструкції

часто називають вантовими фермами.

Вантові конструкції можуть бути у вигляді просторових оболонок і

зазвичай мають двояку кривизну. Найбільш просте покриття має форму сідла,

що складається з перехресних (поперечної і поздовжньої) систем вант, які

закріплені в жорсткій конструкції, що сприймає стискаючі зусилля від вант

(рис. 1/1).

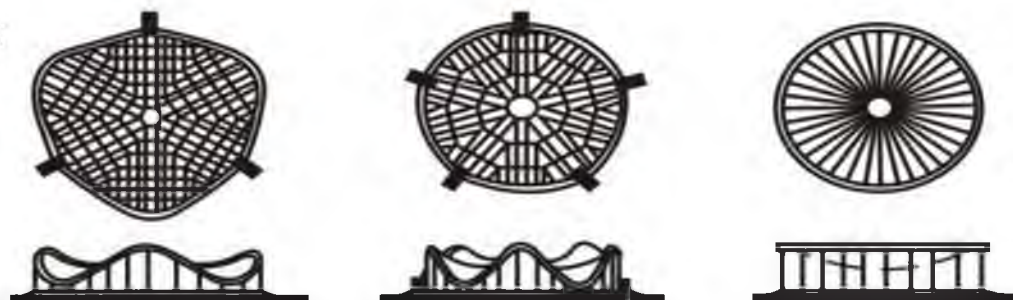
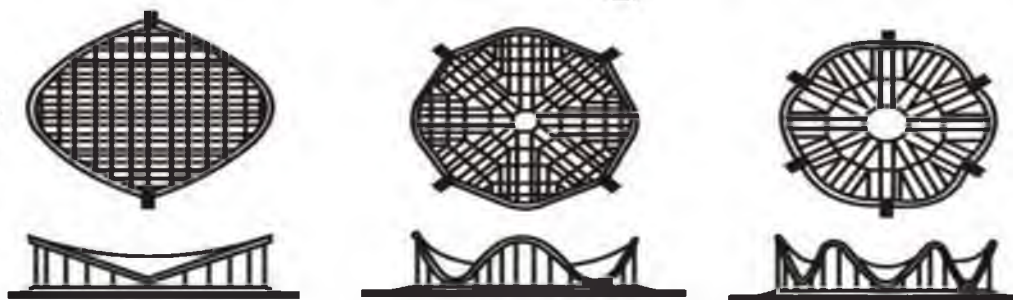


Рис. 1.1. Конструктивні схеми найбільш розповсюджених вантових покриттів

НУБІП УКРАЇНИ

Поперечні ванти попередньо натягаються, забезпечуючи просторову жорсткість конструкції. За перехресної системи вант укладають покрівельні плити, які при належному сполученні стиків утворюють монолітну оболонку, що значно підвищує жорсткість системи в цілому. Завдяки своїй легкості і економічності вантові конструкції є одним з найбільш ефективних рішень для покриттів будівель з великими прольотами.

НУБІП УКРАЇНИ

Можлива комбінація арочних і вантових систем, в яких ванти сприймають розпір і забезпечують стійкість арки з площини.

Архітектурний вигляд споруд з висячими покриттями різноманітний.

НУБІП УКРАЇНИ

Форма архітектурного об'єкта є синтез художнього задуму архітектора та конструктивної ідеї конструктора. Розвиток такого синтезу веде до розробки нових конструктивних рішень. У наш час дуже рідко в конструктивне рішення тієї чи іншої архітектурної споруди застосовується якась одна конструктивна

НУБІП УКРАЇНИ

система. Здебільшого, це диференціація, або поєднання вже існуючих різних конструктивно-просторових систем у архітектурну композицію проектуемого об'єкта. Саме це дозволяє архітектору повніше втілити свій задум і зробити об'ємно-просторове вирішення більш привабливим. А переваги вантових

НУБІП УКРАЇНИ

конструкцій доповнюються можливостями стрижне-тросовими системами, де зусилля на розтяг сприймаються тросами, а зусилля на стискання - стрижнями.

НУБІП УКРАЇНИ

Для висячих покриттів використовуються дроти, волокна, стрижні, виконані зі сталі, скла, пластмас і навіть дерева.

НУБІП УКРАЇНИ

Стійкість висячих покриттів забезпечується за рахунок стабілізації (попереднього натягу) гнучких тросів (вант). Стабілізація тросів може бути досягнута шляхом пригрузки в одно поясних системах, створенням двужоєсних систем (тросових ферм) і самонапружених тросів при перехресних системах (тросових сітках). Залежно від способу стабілізації окремих тросів можна

НУБІП УКРАЇНИ

створити різні плити висячих конструкцій. Висячі покриття одинарної кривизни - це системи з одиночних тросів і дво-поясної вантової системи. Система з одиночних тросів представляє собою несучу конструкцію покриття, що складається з паралельно розташованих елементів (тросів), що утворюють

увігнуту поверхню. Дослідження статичних, динамічних та кінематичних властивостей вантових систем, у використанні комп'ютерних технологій при вирішенні задач оптимального проектування пов'язані:

- із вибором конструктивних схем вантового покриття;
- дослідженням напружено-деформованого стану вантових систем;
- методами вирішення рівнянь;
- оптимальним проектуванням вантових систем;
- динамікою вантових систем;
- конструюванням вантових покриттів.

На даний час широко використовуються розробки вантових систем як вітчизняних так і закордонних інженерів. В багатьох містах нашої країни можна зустріти будівлі та споруди, в яких використовується вантові системи (покриття громадських та промислових велико пролітних будівель).

Необхідно відзначити, що є і проблеми, які стримують розвиток та поширення вантових систем у вітчизняному будівництві. Насамперед, це відсутність нормативної бази для проектування та розрахунку вантових систем. Усі параметри та рекомендації з проектування та дослідження можна знайти тільки в працях вчених, та спеціалістів які займаються вантовими системами.

Популярність вантових конструкцій постійно зростає, це обумовлено не тільки високою міцністю, легкістю та довговічністю, але і нескладним процесом монтажу таких конструкцій.

НУБІП України

НУБІП України

## 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Історія розвитку вантових висячих покриттів

У 1834 році був винайдений дротяний трос - новий конструктивний елемент, що знайшов дуже широке застосування в будівництві, завдяки своїм чудовим властивостям - високій міцності, малій масі, гнучкості, довговічності.

У будівництві дротяні троси були уперше застосовані як несучі конструкції висячих мостів, а потім вже набули поширення в висячих покриттях.

Розвиток сучасних вантових конструкцій почався в кінці XIX віці. Вперше висячі покриття були запропоновані видатним інженером-будівельником Володимиром Григоровичем Шуховим у 1896 р. Він уперше застосував просторово-працюючу металеву конструкцію, де робота жорстких елементів на згин була замінена роботою гнучких вантах, що працюють на розтягнення.

Просторова сітка цих покриттів являла собою поверхню гіперboloїда і була виконана з взаємно-пересічних стрічок смугової сталі. Павільйон круглої форми мав діаметр зовнішнього кільця 68,0 м, павільйон овальної форми був виконаний розміром 98,0 x 51,0 м.

У 1950 р. архітектор Новіцький уперше розробив покриття у вигляді ортогональної вантової мережі і в 1952 р., по його проекту, в США в м. Релей, штат Мічиган Кароліна, (рис. 1.1) був переkritий спортивний зал розміром в плані 97,0 x 92,0 м. Конструкція покриття складається з двох похилих залізобетонних арок параболічного контуру, між якими натягнуті подовжні і поперечні сталеві канати. Найбільша власна маса покриття (біля 30,0 кг на 1,0 м), низька вартість споруди і виразність сідлоподібної форми поверхні привернули увагу багатьох країн. Така форма покриття знайшла широке застосування в суспільних спорудах.

НУБІП УКРАЇНИ



Рис. 1.1. Крита арена стадіону США, м. Релей, 1952 р.

У 1968 р., на Всесвітній виставці в Брюсселі по проєкту архітектора Стоуна павільйон США був перекритий двухрясною радіальною, вантовою системою. У плані павільйон мав круглий контур діаметром 104,0 м. Система сталевих канатів передавала розпір на зовнішнє кільце і центральний барабан діаметром 20,0 м і висотою 8,5 м.

Після першого застосування висячих покриттів пройшло багато років. За цей час в будівельну практику впровадж. Слідє, відмітити, що прагнення використати властивості висячих покриттів, (пошуки архітектурного образу, розв'язання різних проблем проєктування і зведення покриттів привели до швидкого розвитку типів цих конструкцій. У цей час різні системи покриттів дозволили створити вельми виразні і оригінальні твори сучасної архітектури.

## 1.2 Види вантових конструкцій

Висячі конструкції відрізняються по геометричній та конструктивній формі. Системи можуть бути прямокутними, овальними, круглими і іншими.

Різновиди пристроїв по конструктивній формі:

Просторові покриття використовуються при будівництві споруд круглої, рідше прямокутної форми. При такому типі всі ванти кріпляться до одного опорного кільця. В таких систем складаються дахи будівель, стадіони, розважальні центри.

Площинні:

при однопоясном типі опори встановлені паралельно. Такий спосіб використовується при зведенні висячих мостів і переходів між будівлями. Для

НУБІП УКРАЇНИ



міцності ванти кріпляться до додаткових опор (пілонів). Нерідко встановлюють додаткові прибудови до будови.

Блокові системи використовують в будівництві ангарів для повітряної техніки, для зміцнення мостів. Особливо міцні балки встановлюються між вантами.

двохпоясні конструкції, найбільш укріплені за рахунок додаткових стабілізуючих елементів, з'єднаних з несучими відтягненнями. Остаточна форма залежить від типу використовуваного опорного кільця (чаша, конус, намет).

Найбільш ефективна опукло-увігнута гібридна схема покриття.

Будівлі подібного типу складаються з великої кількості вант. Залежно від типу кріплення конструкція може бути:

ортогональною (сітка з тросів і перпендикулярно розташованих опорних частин). Застосовується в будівництві будівель з круглим або овальним куполом.

радіально-кільцевої (троси, перетинаючись між собою, з'єднуються з несучими кільцями).

косокутній (елементи споруди перетинаються під різними кутами, крім прямого).

Приклади вантових покриттів наведено рис. 1.2.

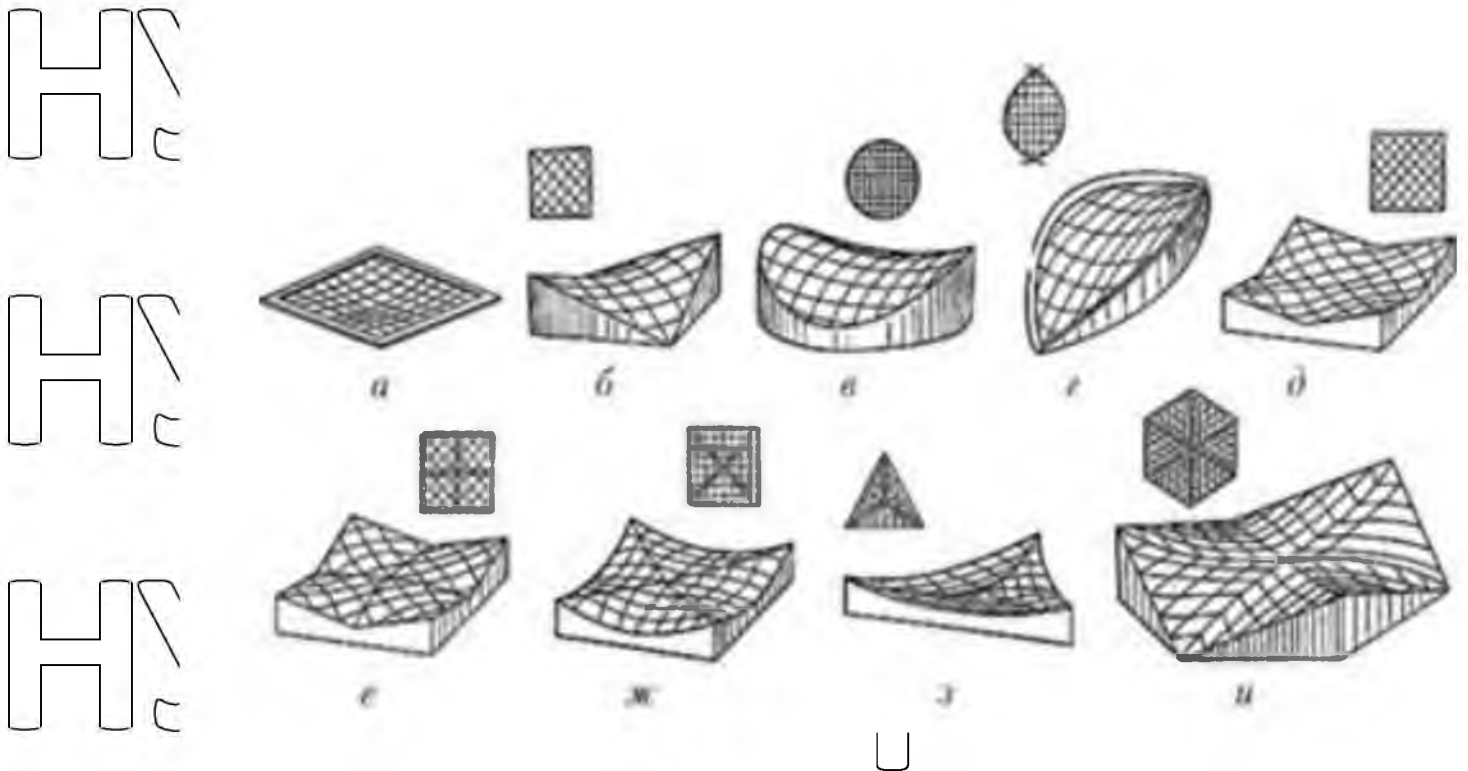


Рис. 1.2. Тросові мережі покриттів: *a* - ортогональна на плоскому контурі; *б-р* - ортогональна гіперболічного параболоїда відповідно на квадратному, круглому і обмеженому двома кривими планами; *д* - ортогональна на симетричному просторовому контурі; *е* - те ж, з тросами жорсткості; *ж-і* - ортогональна з тросами жорсткості відповідно на квадратному, трикутному і шестикутній планах.

Переваги вантових конструкцій полягають в тому, що споруди з вант вражають увагу грандіозністю і масштабами, а також технічними характеристиками:

- міцність і довговічність матеріалів;
- низька матеріаломісткість;
- безпеку споруд;
- економічність;

- легкість і хороша транспортабельність елементів;
- простота в монтажі, без витрат на ліси і додаткове обладнання;
- можливість створення довгих безопорних прольотів.

Залежно від кінцевої мети на етапі проектування можна підібрати найбільш підходящий вид конструкції, також взявши до уваги жорсткість використовуваних вант.

Завдяки можливостям вантових конструкцій, різновиди пристроїв все частіше використовуються в будівництві, створенні дорожніх розв'язок, в архітектурі і в дизайні будівель.

### 1.3 Вантові висячі покриття

Висячим (вантовим) покриттям, називають конструкції в яких основними несучими елементами є ванти — канати, линви, троси, що працюють на розтяг.

Завдяки високій міцності канатного дроту (1200... 1800 МПа) та повному використанню площі перерізу сталі канату під час розтягу висячі конструкції є

легкими та економічними. Висячі покриття є архітектурно виразними, зручно транспортуються та монтуються.

У висячих конструкціях зовнішнє навантаження сприймають троси, ланцюги і листові мембрани. Висячі конструкції прості в монтажі, надійні в експлуатації і відрізняються архітектурною виразністю. До недоліків цих конструкцій можна віднести велику деформативність від місцевого навантаження та наявність розпору.

Такі покриття можуть застосовуватися для виробничих і цивільних будівель різноманітного призначення і різного перетину в плані (прямокутне, кругле і овальне). Криті стадіони, цирки, ринки, виставкові зали часто мають таку конструкцію покриття, оскільки висячі покриття вигідні по витраті матеріалів на одиницю площі, що перекривається, і відрізняються невисокою трудомісткістю при зведенні.

Недоліками висячих покриттів є велика деформативність пролітної бази будови, особливо під дією зосередженого навантаження та складність відведення дощових опадів з покриття. Вантові системи розпірні і відповідно потребують застосування масивних опорних конструкцій у вигляді колон чи пілонів, рам або конструкцій трибун, а також замкнутих опорних контурів.

Основним несучим елементом висячих конструкцій є гнучка або жорстка струна, яка працює не тільки на розтяг, а й на згин. Гнучку струну роблять зі сталевих канатів-тросів, пучків та сталок високоміцного дроту, арматурних стержнів. Для жорстких струн застосовують прокатні профілі та складні перерізи - наскрізні та суцільні.

Залежно від конструктивного рішення пролітної частини розрізняють кілька видів висячих покриттів.

Прогини структур обчислюють за таблицями для ізотропних плит і перехресних ферм. Конструктивну висоту структурної плити приймають залежно від жорсткості покриття та розмірів комірок поясних сіток. Доцільно приймати висоту структурних плит  $1/15 - 1/20$  прольоту для стержнів із труб і  $1/20 - 1/25$  прольоту для профільного прокату.

Розміри комірок поясних сіток залежать від типу вузлових з'єднань та покрівельного настилу. Розміри комірок приймають такими, щоб покриття виконувати без прогонів. Згідно з вимогами застосування структурних покриттів їх обмежують прольотами 60...80 м, див. рис. 1.3.

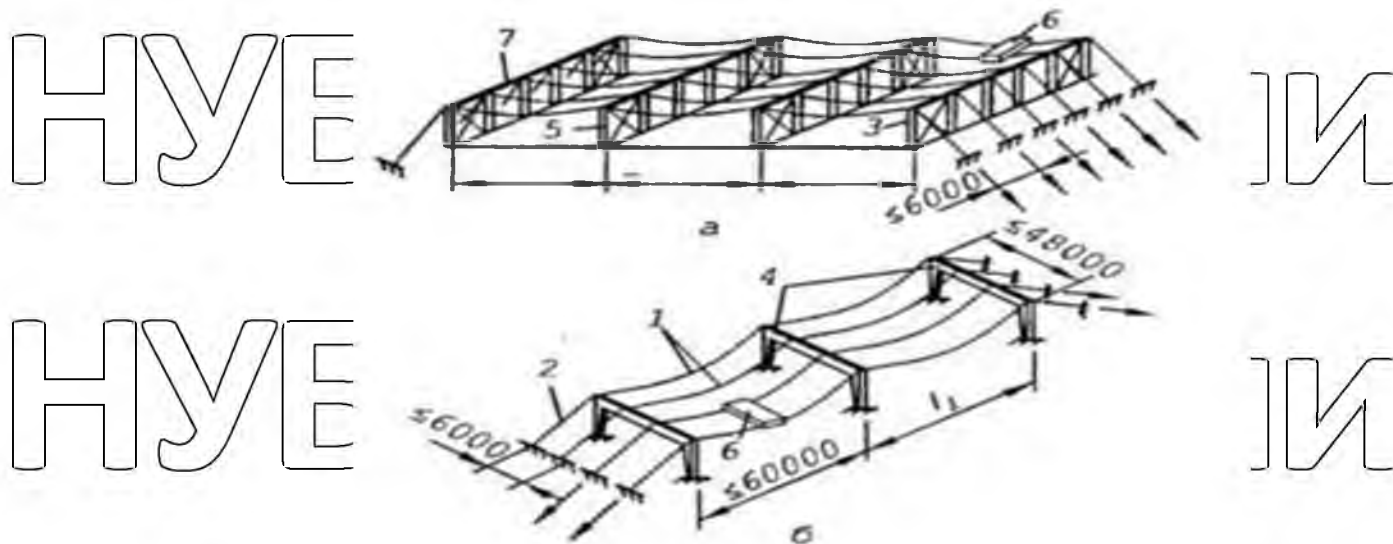


Рис. 1.3. Схема багатопролітних одноповерхових прямокутних покриттів: а - з несучими колонами; б - з несучими рамами; 1 - несучі ванти; 2 - підтяжки; 3 - колони; 4 - рами; 5 - зв'язки; 6 - залізобетонні плити; 7 - балки опорного контуру.

При різному взаємному розміщенні вант можна одержати плоскі або просторові покриття. Покриття, які мають гнучкі та жорсткі струги і здатні сприймати складні або згинальні зусилля, належать до комбінованих систем.

Висячі покриття, утворені з тонких металевих листів, називають мембранними.

Перспективи застосування таких систем диктуються можливістю їх поточного автоматизованого виготовлення на спеціалізованих заводах та використання індустріальних методів монтажу великими блоками.

Висячі покриття виконують у вигляді попередньо напружених оболонок із збірно-монолітного залізобетону, вант, вантових ферм і сталевих мембран.

Ванти - це прямокутні гнучкі розтягнуті стрижні, які передають зусилля від

одного вузла до іншого і не сприймають на своїй довжині поперечного навантаження.

Висячою оболонкою називають монолітне або збірне з подальшим замоноличуванням залізобетонне покриття, оперте на систему висячих вант. В період зведення такої оболонки робочими елементами її пролітної конструкції служать сталеві канати. Після замоноличування в експлуатаційній стадії оболонка працює спільно з вантами.

В літературі є різноманітні пропозиції по класифікації покриттів, які охоплюють різні ознаки: геометрію поверхні, форму споруди в плані, конструктивну схему вант, матеріал покриття, характер забезпечення жорсткості і т. п. Оскільки практично будь-яке висяче покриття екладається з прольотної частини і опорного контуру, то доцільно ділити покриття в залежності від конструктивних і статичних особливостей на наступні основні схеми:

- висячі оболонки,
- гвинтові покриття,
- висячі ферми і балки,
- мембрани,
- комбіновані системи,
- підвісні конструкції.

Висячі оболонки утворюються шляхом укладання на ванти залізобетонних, армоцементних або керамзитобетонних плит з подальшим замоноличиванням швів разом з ванти для забезпечення жорсткості покриття. Висячі оболонки утворюються також при укладанні монолітного бетону по ванти. За конструктивним рішенням всі висячі оболонки є однопоясними системами і мають плоский опорний контур. Ванти в таких покриттях розташовують паралельно або радіально, в окремих випадках можливе застосування пересічних вант у вигляді провисаючої мережі. Вантові мережі завжди мають поверхню негативної гауссової кривизни.

Комбіновані системи складаються з твучких вант і жорстких елементу. Жорсткі елементи застосовують для стабілізації форми покриття і розподілу

зосереджених і нерівномірних навантажень на декілька несучих вант. Підвісні конструкції утворюють комбінацією зовнішніх тросів і жорстких балок.

Вантові системи спираються на опорний контур, що сприймає на себе горизонтальні і вертикальні реакції пролітної конструкції. Опорний контур всячого покриття може бути замкнутим. Висячі розтягнуті елементи в цьому випадку кріплять до жорстких опорних конструкцій, які можуть бути виконані у вигляді опорного замкнутого контуру (кільце, овал, прямокутник), від якого передаються зусилля через колони або через контурні похилі рами або арки на фундаменти. Розпір (горизонтальні реакції) пролітної конструкції погашається

усередині опорного контуру і на пролягаючу нижче частину споруди передаються тільки вертикальні навантаження. Якщо опорний контур не замкнутий, то зусилля розпору передаються через підкоси, контрфорси, відтяжки з анкерами і т.д. на фундаменти. Ці елементи випробовують значні зусилля від розпору вант і вимагають відповідно більшої витрати матеріалів. Тому системи із замкнутим контуром є економічнішими.

#### **1.4 Опорні конструкції вантових покриттів**

Ці конструкції являють собою плоскі або просторові рами (сталі або залізобетонні) зі стойками постійної або змінної висоти. Елементами опорної конструкції є ригелі, стойки, підкоси, тросові оттяжки і підмурівки.

Опорні конструкції повинні забезпечувати розміщення анкерних кріплень тросів (вант), передачу реакцій від зусиль в тросах на основі споруди і створення жорсткого опорного контуру покриття для обмеження деформацій вантової системи.

Характер діючих на опорну конструкцію навантажень від зусиль в тросах залежить від контуру покриття в плані.

У покриттях з прямокутним або квадратним планом тросої (або тросові ферми) звичайно розташовані паралельно один одному. При цьому горизонтальні зусилля розпору виявляються прикладеними у верхніх точках опорної конструкції.

Варіанти рішення несучих конструкцій (рис. 1.4):

- Передача розпору через жорсткі балки на торцеві діафрагми;
- Передача розпору на рами, розташовані в порожнинах тросів;
- Передача розпору через тросові оттяжки.

У кругових покриттях тросої або тросові ферми розташовуються радіально.

При дії на покриття рівномірно розподіленого навантаження зусилля у всіх тросах однакові, а зовнішнє опорне кільце рівномірно етиле. У цьому випадку відпадає необхідність в пристрої анкерних підмурівків. При нерівномірному навантаженні в опорному кільці можуть виникати згинаючі моменти, які необхідно враховувати і не допускати надлишкових моментів.

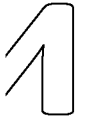
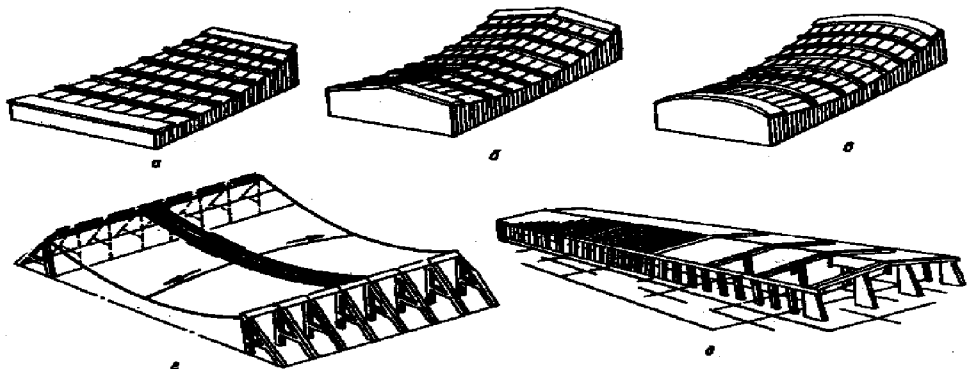
Для кругових покриттів застосовують три основних варіанти опорних конструкцій:

- з передачею распора на горизонтальне зовнішнє опорне кільце;
- з передачею зусиль в тросах на похиле зовнішнє кільце;

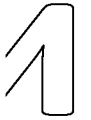
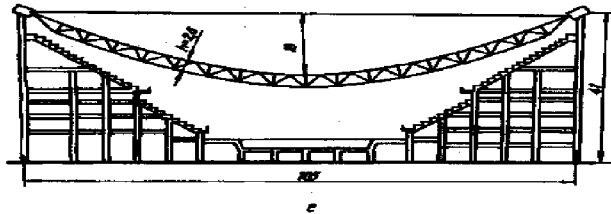
- з передачею распора на похилі контурні арки, що спираються на ряд стоек, які сприймають вертикальні зусилля від покриття.

Для сприйняття зусиль в арках їх п'яти опирають на масивні підмурівки, або зв'язують затяжками.

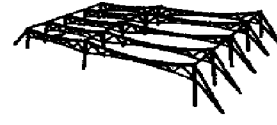
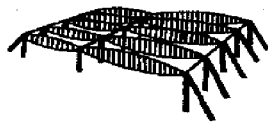
НУ



НУ



НУ



НУ

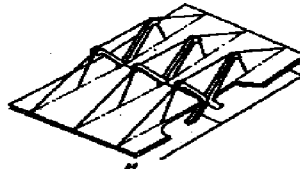


Рис. 1.4. Схеми висячих покриттів

### 1.5 Конструктивні елементи - дротяні троси (канати)

Основний конструктивний матеріал вантових покриттів - виготовляються з сталюого холодностянутої дроту діаметром 0,5 ... 6 мм, з межею міцності до 220 кг/мм». Розрізняють декілька типів тросів:

- *спіральні троси*, що складаються з центрального дроту, на який спіралью навиті послідовно в лівому і правому напрямі декілька рядів круглих проволоку;

- *многопрядеві троси*, що складаються з сердечника (пенькового каната або дротяного пасма), на якого навиті односторонньою або перехресною круткою дротяні пасма (пасма можуть мати спіральну свивку) в цьому випадку трос буде називатися спіральнопрядевим;

- *закриті або напівзакритий троси*, що складаються з сердечника (наприклад, у вигляді спірального троса), навколо якого навиті ряди проволоку фігурного перетину, що забезпечують їх щільне прилягання (при



напівзакритий різнні трос має один ряд навивки з круглих і фігурних проволочок);

- *троси (пучки) з паралельних проволочок*, що мають прямокутний або многокутний перетин і пов'язані між собою через певні відстані або взяті в загальну оболонку;

- *плоскі-стрічкові троси*, що складаються з ряду тросів (звичайне чотирьох прядевих), що виються з попеременною правою або лівою круткою, пов'язаних між собою одинарною або двійчастою прошивкою дротом або тонкими дротяними пасмами, вимагають надійного захисту від корозії.

Можливі наступні способи антикорозійного захисту тросів: оцинкування, лакофарбні покриття або змазки, покриття пластмасовою оболонкою, покриття оболонкою з листової сталі з нагнітанням в оболонку бітуму або цементного розчину, бетонування.

Закінчення тросів повинні бути виконані таким чином, щоб забезпечувати міцність закінчення не менше міцності троса і передачу зусиль від троса на інші елементи конструкції.

Традиційний вигляд кінцевого кріплення тросів - петля зі сплеткою, коли кінець троса розпускається на пасма, які вплітаються в трос. Для забезпечення рівномірної передачі зусилля в з'єднанні в петлю вкладають коуш. По довжині троси зрощують також сплеткою, крім закритих з'єднань.

Замість сплетки для скріплення і зрощення тросів часто застосовують затискні з'єднання:

- запресовування обох гілок троса при петлевому кріпленні в овальну муфту з легкого металу, внутрішні розміри якої відповідають діаметру троса;

- гвинтові з'єднання, коли кінець троса розпускають на пасма, які укладають навколо стержня з гвинтовою нарізкою, а потім запрессовивають в муфту з легкого металу;

- кріплення за допомогою хомутів, не рекомендованих для напружених тросів вангових покриттів, оскільки вони з течією часу слабшають;

- кріплення тросів із заливтям металом, коли кінець троса розплітають, очищають, знежирюють і вміщують в кінцеву внутрішню порожнину

спеціальної муфти-наконечника, а потім заливають муфту розплавленим свинцем або сплавом свинця з цинком (можливе застосування бетону);  
- клинові кріплення тросів, рідко вживані в будівництві;

- стяжні муфти, вживані для коректування довжини тросів при монтажі і їх попереднього напруження.

### 1.6 Вантові розтяжки на основі заливних муфт

Матеріалом для вант у всіх цих покриттях служить сталь, яку застосовують у вигляді канатів, арматурних стержнів і пучків з високоміцного дроту. Найбільш широке застосування для вант отримали канати. Для вант з пучків використовують високоміцний дріт, гладкий або періодичного профілю діаметром 4-6 мм. Дріт менших діаметрів інтенсивніше зазнає корозії, дріт великих діаметрів, важче піддається обробці і має менші значення розрахункового опору. Вітчизняна промисловість випускає сталеві канати

наступних видів:  
- одинарної свивки (пасма, або спіральні);  
- двічестої свивки (тросові);

- багаторазової свивки (кабельтові).

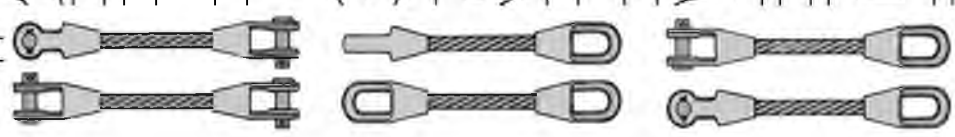
Такі вантові розтяжки, на основі заливних муфт виконуються шляхом закладання кінців канату під заливання муфт, у відповідності до ДСТУ EN 13411, забезпечує надійність кріплення та 100% фактичну відповідність розривному зусиллю самого каната. Сталеві троси із залитими на кінцях оцинкованими заливними муфтами використовують для кріплення підвісних конструкцій.

Муфта зі встановленим кінцем сталевого/оцинкованого каната заливається цинковим розчином, і після охолодження відразу готова до експлуатації. Ванти на основі заливних муфт широко застосовуються у будівництві.

Переваги вантових розтяжок на основі заливних муфт:

- міцність кріплення за допомогою заливки = міцності самого каната;
- відсутні вигини при формуванні петлі, що зручно при роботі з канатами великих діаметрів;
- можливість виготовлення вантів точних розмірів та ультра малих довжин;

- гладкі кінці вантів не мають виступаючих частин і не чіпляються за конструкції;  
ванти на основі заливних муфт, на відміну від інших способів закладення,



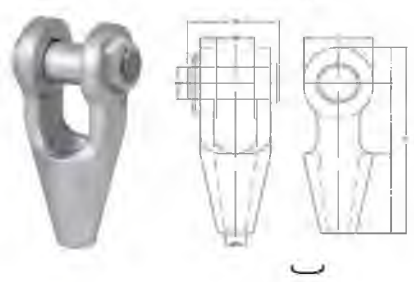
виглядають естетично.  
Варіанти конструктивних рішень вантів і розтяжок на основі заливних муфт, див. рис. 1.5.

Рис. 1.5. Види вантів з заливними муфтами

Найбільш розповсюджене конструктивне рішення – муфти заливні закритої конструкції, див. табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Номенклатура заливних муфт закритого типу



НУБІП У К Р А І Н И

НУБІП У К Р А І Н И

НУБІП У К Р А І Н И

НУБІП У К Р А І Н И

НА	MBL, тн	Діаметр канату, мм	Розміри муфти, мм										Маса, кг
			A	B	C	D	ФН	ФР	T	TL	TB	W	
			40	18-19	89	76	40	70	22	35	16	205	
НА	55	20-22	101	89	45	80	25	41	19	235	123	44	4.7
НА	75	23-26	114	101	60	104	29	51	22	275	138	51	8,0
НА	90	27-30	127	114	65	114	33	57	25	306	160	57	12
НА	125	31-36	139	127	72	126	39	63	28	338	165	63	16
НА	150	37-39	152	162	80	142	42	70	30	394	199	76	23
НА	170	40-42	165	165	88	156	45	76	33	418	209	76	28
НА	225	43-48	190	178	100	176	52	89	39	469	237	89	43
НА	280	49-54	216	228	108	194	59	95	45	552	263	101	62
НА	360	55-60	228	254	120	210	64	108	53	603	298	113	90
НА	425	61-68	248	273	133	236	75	121	60	654	330	127	123

Кожна муфта має свій серійний номер і проходить випробування навантаженням, яке на 30% перевищує номінальне руйнівне навантаження.

Для висячих покриттів в основному використовують канати одинарної і двійчастої свивки. У канатах з точковим торканням проволоку (ТК) кут нахилу свивки по шарах постійний, тому крок свивок по шарах різний і дроту в них торкаються одна іншої в окремих точках. У канатах з лінійним торканням проволоку (ЛК) крок свивки у всіх шарах пасма однаковий. Ця особливість відбивається на жорсткості канатів: канати типу ЛК є більш гнучкими в порівнянні з канатами типу ТК.

Канати виготовляють з високоміцного дроту з тимчасовим опором розриву 1000 - 2000 МПа. Для усунення непружних деформацій та підвищення первинного модуля пружності канати необхідно піддавати попередній витяжці із навантаженням 65-76% розривного зусилля. Чим більше попереднє натягнення, тим менше при тому ж навантаженні деформація троса. Завдяки цьому можна

обмежити деформації вантових систем, так, що вони не перевищать відповідних величин для звичайних (жорстких) конструкцій. Попереднє натягнення значно поліпшує роботу вантових конструкцій при динамічних впливах.

НУБІП Україна

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика майданчика

#### Генеральний план будівництва

Рішення генплану проєктованої будівлі зв'язано з існуючими будівлями та існуючими транспортними шляхами.

Горизонтальна прив'язка будівлі виконана, згідно умов допустимої інсоляції.

На території ділянки відведеної під будівництво існують інженерні комунікації до яких підключаються всі внутрішні інженерні системи.

Для під'їзду до будівлі передбачається влаштування автошляхів шириною 3,5 м і пішохідних доріжок 2,25 м і 3,0 м з твердим покриттям, а також майданчики різного функціонального призначення.

Вся територія в кордонах відводу ділянки та автодоріг опоряджується і озеленяється. На ділянці будівництва встановлюються також малі архітектурні форми.

#### Техніко – економічні показники по генплану

Площа ділянки	1,12 га
Площа забудови	600,0 м <sup>2</sup>
Площа озеленення	512,0 м <sup>2</sup>

#### Організація рельєфу

Висота посадки будівлі визначена за результатами розробки схеми рельєфу складшийся існуючої забудови.

Проєктом організації рельєфу передбачається планування території з максимальним збереженням існуючого ландшафту території з мінімальним об'ємом земляних робіт і можливістю відводу поверхневих вод в існуючі інженерні комунікації.

Територія, відведена під забудову, планується з ухилом не менш 5% в бік автошляхів та проїздів. Існуючі на майданчику дерева максимально зберігаються.

Для підходу та під'їзду до будівлі проектом передбачено влаштування автошляхів і пішохідних доріжок.

### Конструкція доріг:

1. Проїзди – мілко зернистий асфальтобетон шаром 5,0см, на основі з гранітного щебня шаром 16,0см по шару піску 15,0см;
2. Пішохідні доріжки, майданчики – мілко-зернистий асфальтобетон 3,0см на основі із гранітного щебня шаром 16,0см по шару піску 10,0см.
3. Майданчики – спецрозчин 4,0см, на основі з гранітного щебня шаром 8,0см по шару піску 10,0см.

По краям покриття проїздів з низового боку встановлюються бордюри каміння, на прямих ділянках БУ-300.30.29, на закругленнях БР 100.30.15, а пішохідних доріжках і майданчиках відпочинку БР-100.20.8.

Поздовжній ухил проїздів запроєктовано в межах  $8 \div 26\%$ , з радіусом закруглення 6,0м.

Всі земляні поверхні в межах виконання земляних робіт підстилаються рослинним ґрунтом шаром не менш 25,0 см.

Водовідвід з території – по поверхні із збором води в лотки проектуємих автошляхів і далі в лівневу каналізацію.

## **2.2 Архітектурно - будівельні рішення**

### Рішення фасаду

Фасад будівлі вирішений одним загальним симетричним об'ємом з рядом вертикальних і горизонтальних розчленовувань. Будівля має підкреслений об'єм входу. Об'ємно - планувальне рішення зроблене симетрично і виявлений центральний об'єм аеропорту.

Верхня частина будівлі, що є завершенням конструкцій великопрогонного комбінованого покриття, спирається на 24 радіальних балки з ухилом всередину будівлі, що в цілому справляє враження конструкції, що летить.

При рішенні інтер'єрів була застосована скляна фасадна система. Це надає будівлі візуальну легкість, велика кількість світла вигідно підкреслює інтер'єри внутрішніх приміщень, надає витонченість об'єкту. Вигідно підкреслюють інтер'єр широкі гвинтові сходи в центрі будівлі. Цікавим і зручним елементом в рішенні фасаду являються підвісні кільцеві балкони, розташовані по діаметру усієї будівлі (Рис. 2.1).

Архітектурно - технологічна структура будівлі централізованого типу. Для таких будівель характерна наявність окремих об'ємно-планувальних утворень, кожен з яких має свій технологічний процес.

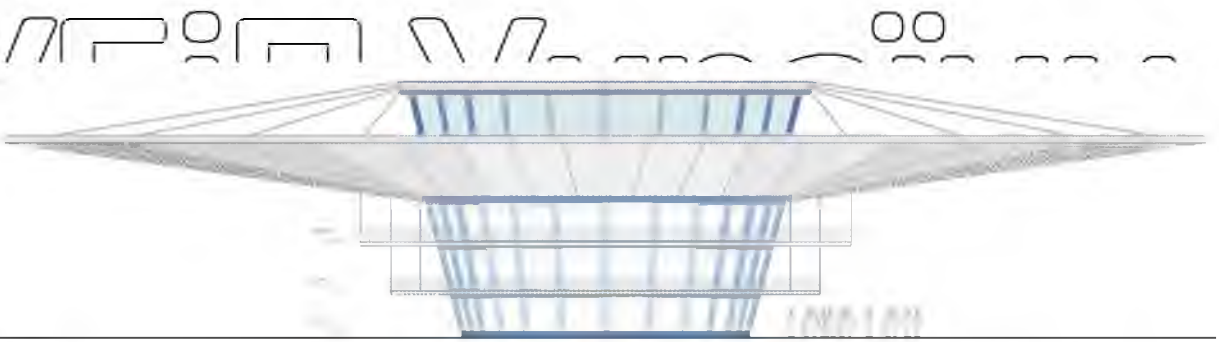


Рис. 2.1. Фасад будівлі

### 2.3 Загальна характеристика висячих комбінованих конструкцій

**Розмір прогону.** На відміну від балочних конструкцій в елементах вантових систем, що несуть, зусилля (розпір) збільшується пропорційно величині прогону. При цьому, якщо не обмежувати висоту опорних конструкцій і відповідним чином підбирати стрілу провисання несущих елементів, можна добитися того, що розпір в них не буде рости зі збільшенням прогону. Тому у будівлях з вантовими покриттями величина прогону не позначається так істотно на матеріаломісткості конструкцій прогону, як у балочних системах.

**Розташування опор.** У круглих будівлях опори розташовуються як по периметру будівель, так і в центрі. Покриття з однією центральною опорою (шатрового типу) дозволяють удвічі зменшити прогони і помітно понизити витрату матеріалів, як на ванги, так і на внутрішній і зовнішній опорні контури.



Особливо доцільно застосовувати такі рішення при будівництві будівель в районах з ґрунтами що просідають, оскільки можна усе навантаження від покриття передати на центральну опору і не боятися просадок опор, що просіли, та підтримують зовнішній опорний контур.

**Форма та число опорних контурів.** У круглих покриттях опорний контур може бути з одного або декількох аркоподібних елементів різного контуру у плані та профілю. При збільшенні числа аркоподібних елементів вони утворюють замкнутий кільцевий опорний контур. Одно - і багатопрогонні круглі будівлі з жорсткими висячими оболонками, як правило, влаштовуються з одним опорним контуром.

Споруда є круглою в плані триповерховою будівлею діаметром біля основи 21,4 м та каркасом з монолітного залізобетону. Покриття будівлі так само має контур кола з діаметром 87,0 м і утворює кільцевий консольний навіс, що має ухил до центру будівлі. Під покриттям розташовані кільцеві балкони і зовнішні сходи, що кріпляться на підвісках до несучих конструкцій покриття.

Покриття кільцевого навісу є консольною комбінованою вантово-балочною системою, що спирається на центральну частину будівлі на відмітці 11,3 і 19,5м. На залізобетонне кільце будівлі розташоване на відм.11,3м спираються 24 сталеві радіальні зварні двотаврові балки, що мають ухил 1:6 всередину будівлі. Кожна балка підвішена за допомогою чотирьох вант до сталевому центральному опорному кінцю ламаного контуру, розташованого на відмітці 19,5м.

На відмітці верхніх поясів радіальних балок розташовані нерозрізні прогони, по яких укладені залізобетонні плити, приварені до прогонів. По плитах виконано бетонне стяжка та рулонна покрівля. Знизу металоконструкції і плити покриття обштукатурені методом торкретування. Радіальні балки вильотом 30,0 м підвішені по довжині на 4 вантах кожна, а нижнім кінцем спираються на кільцеву залізобетонну балку каркаса на відм. 11,325м. Усі ванти на відмітці 19,5 м замикаються на сталевому опорному кільці ввінчаної частини каркаса будівлі. Сталеve оперне кільце із сталевого двотавру з горизонтально

розташованою стінкою спирається на 24 залізобетонних колон вичаючої частини будівлі, які мають ухил 1 : 3,3 від центру будівлі і об'єднані між собою сталевими в'язями. В'язі по залізобетонних колонах вичаючої частини сприймають зрушуючі зусилля, що виникають при дії несиметрично розташованого на покрівлі снігу. Загальна просторова жорсткість забезпечується: верхнім опорним сталевим кільцем, горизонтальним диском, що утворюють плити покриття, які приварені до кільцевих сталевих балок, а також розпирками та розкосами.

#### 2.4 Об'ємно-планувальне рішення

Проект розроблено як типовий, багаторазового використання. Привязка проекту здійснюється відповідно функціонального призначення, інженерно-геологічним умовам та природно-кліматичним факторам.

Проектом передбачено зведення будівлі у дві черги. Підземна частина (фундаменти мілкового закладання) і надземна частина (монтаж каркасу). Об'єкт відноситься до II-го класу відповідальності, II-го ступеню вогнестійкості.

Будівля в плані має форму кола, з радіусом у основі 21,4м на позначки  $\pm 0,000$  та радіусом вичаючої частини на позначки  $+18,635\text{м}$ . За відносну відмітку  $\pm 0,000$  прийнято рівень чистої підлоги першого поверху. Висота поверху становить  $\pm 3,400\text{м}$ . Найвища позначка будівлі  $+18,635\text{м}$ , так, як об'єкт знаходиться на території аеропорту, то на найвищій позначки, на реї встановлюються пробіскові «маячки».

У центральній частині розміщена пвинтова сходові клітина діаметром 3,650м. Приміщення та прилади санітарно-технічного обслуговування передбачається в відповідності з існуючими нормами і правилами. Планувальні рішення типового поверху, див. рис. 2.2, експлікація приміщень наведена у табл.

21.

НУЕ

НУЕ

НУЕ

НУБ



И

И

И

Рис. 2.2. Планувальні рішення типового поверху

Таблиці 2.1

**Типовий набір приміщень по поверхам будівлі**

НУ

НУ

НУ

<i>№ прим</i>	<i>Найменування</i>	<i>Площа м<sup>2</sup></i>
1	<i>Зал кави</i>	<i>32,14</i>
2	<i>Хол з виходом на балкон</i>	<i>10,76</i>
3	<i>Бар</i>	<i>32,14</i>
4	<i>Хол з виходом на балкон</i>	<i>10,76</i>
5	<i>Зал громадського харчування</i>	<i>32,14</i>
6	<i>Хол</i>	<i>10,76</i>
7	<i>Зал громадського харчування</i>	<i>32,14</i>
8	<i>Хол з виходом на балкон</i>	<i>10,76</i>
9	<i>Коридор</i>	<i>24,18</i>
10	<i>Винтові сходи</i>	—
11	<i>Подвісний балкон</i>	—

И

И

И

## 2.5 Архітектурно-конструктивне рішення

### 2.5.1 Основні будівельні конструкції

**Каркас.** Каркас будови представляє собою систему, яка складається з рам та зав'язків. Стійкі рам каркасу спираються на опорні балки, розміщені на покритті будинку. Опорні балки, в свою чергу, спираються на похило стоячі колони та закріплені від горизонтальних зміщень. Стійкість каркасу забезпечується.

- у вертикальних площинах - жорсткими зв'язками;

- в горизонтальних - залізобетонними перекриттям по металевим балкам.

- додаткова просторова жорсткість – вертикальні металеві в'язі.

**Фундаменти.** На підставі висновків топо-геологічних вишукувань запроєктовано залізобетонний фундамент неглибокого закладання. Основою фундаментів є ґрунти першої категорії просадочності. Монолітний залізобетонний фундамент прийнятий з конструктивних міркувань.

**Зовнішні стіни.** зовнішнє стінове огородження запроєктовано як вентиляований фасад із трьох шарових панелей "SIMO" та подвійних склопакетів.

**Внутрішні стіни.** Розміри стін подані в цегловій (штучній перлітобетонній) кладці. Розміри (товщина) стін вказані із урахуванням товщини облицювання. Кладку з штучних перлітобетонних блоків проводити на цементно-піщаному розчині М-25.

**Перекриття.** Проектуєме перекриття – 24 головних балок, розташованих радіально що спираються на центральну ділон-трубу та колони. Другорядні поперечні балки кільцевого каркасу розташовані по окружності. Перекриття по металевим балкам спроектоване монолітне залізобетонне та із збірних залізобетонних плит по металевим балкам.

**Східці.** Східці - монолітні залізобетонні. Для доступу в простір горища передбачено ветросні люки та металеві стрем'янки. Виходи на покрівлю – через люки по металевим стрем'янкам.

**Вікна та двері.** В будівлі запроектовані вітражі металопластикові вікна із склопакетів з подвійними камерами. Внутрішні двері запроектовані згідно ДСТУ, вхідні двері проти зламні.

**Покрівля козирка.** М'яка рулонна. Водостік внутрішній, розуклінка виконана стяжкою з керамзитобетонна. Всі матеріали покрівлі комплектні та спроектовані за технологією «Ранніла-15».

**Покрівля вишня будівлі.** Покрівлю запроектоване утепленою з трьох шарових панелей «SIMO».

**Перегородки.** Всі перегородки виконані з гіпсокартонних плит по оцинкованому профілю, за системою «КНАУФ» та відповідних матеріалів. Перегородки та монтажні стінки санвузлів з середини облицьовані водостійкими гіпсокартонними плитами ГПКВ.

**Підлоги.** Настил під підлоги запроектовано за сухою технологією «КНАУФ» з підсилених плит для підлог по засипці з перлітного піску. В санвузлах із цементно-піщаної стяжки по гідроізоляції у три шари із склоруберойду. Підлоги приміщень залів – зносостійка, морозостійка керамічна плитка. Підлога санвузлів вологостійка керамічна плитка. Підлога підсобним приміщень та еркерів мозаїчні.

**Зовнішнє оздоблення фасаду.** Колір – відповідно до погодженого паспорту фасаду. Для оживлення фасаду розроблені окремі деталі, всі – з пофарбованого металу. Додатковим декоративним елементом фасадів є вітражі вікна оздоблені елементами художньої ковки. Для захисту конструкцій від атмосферних опадів передбачено вологостійке фарбування.

По периметру будівлі на ширину 1,0 м передбачено вимощення з асфальтовим покриттям на щебеневій основі.

Антикорозійний захист залізобетонних і металевих конструкцій виконується у відповідності серії, по кресленням яких вони виготовленні.

**Поставка матеріалів.** Матеріали не передбачені загальноприйнятими в Україні каталогами та переліченнями представлені в рекомендованих поставках.

## 2.6 Санітарно-технічна частина

### 2.6.1 Опалення та вентиляція

Проект опалення і вентиляції розроблено на розрахункову температуру в холодний період року  $-23^{\circ}\text{C}$ . В теплий період року для вентиляції  $+25,1^{\circ}\text{C}$ .

**Опалення.** Тривалість опалювального періоду 189 діб.

Теплопостачання - перегріта вода з параметрами:

- тиск подачі трубопроводу  $-5,0\text{ Атм}$ .
- зворотній трубопроводу  $-2,6\text{ Атм}$

Температура теплоносія:

- подачі трубопроводу  $+150^{\circ}\text{C}$ .
- зворотній трубопроводу  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Розводка магістралей систем опалення влаштовується по каналам. На першому поверсі передбачається два теплових пункти.

Для регулювання внутрішньої температури приміщень на східному і західному фасадах будівлі встановлюється два датчики температури зовнішнього повітря та один датчик внутрішньої температури повітря. Усі датчики з'єднанні з автоматичним регулятором температури ЕС-9300. Який в залежності від зовнішньої температури і температури внутрішнього повітря регулює

температуру теплоносія що подається у систему Вузол управління обладнання фільтром, насосом і триходовим змішуючим клапаном.

Магістральні трубопроводи для опалення прокладаються у заглибленій частині. Трубопроводи прокладаються відкрито, скрита прокладка трубопроводів передбачена у випадку перетину дверних проїм. У цьому випадку труби прокладаються в товщині бетонної підлоги і в порозі балконної двері. Магістральні трубопроводи та вузли управління, що прокладаються по технічному підпіллі, ізолюються мінераловатним шнуром марки 200 в оболонці з скло тканини по ТУ36-1695-79, товщиною 40мм.

Кожний нагрівальний прилад має терморегулятор РТД-3120 з клапанами попереднього налаштування - РТД-15. Ці регулятори автоматично підтримують задану температуру.

Трубопроводи для систем опалення прийняти з легких водогазопровідних труб.

Усі трубопроводи і нагрівальні прилади фарбуються масляно-бітумною фарбою ВТ 177 в два шари поТУ6-11-145-80.

**Вентиляція.** Вентиляція будівлі передбачена приточно-витяжна із дійсним та штучним пробудженням. Витяжка в санвузлах передбачена витяжна. Повітропроводи прийняті із оцинкованої сталі.

Повітропроводи, проходячи через горищний простір та ізолюють мінераловатними матами товщиною 70мм з покривним шаром із склотканини.

## 2.6.2 Водопостачання та каналізація

Даний розділ проекту виконано на основі завдання на проектування та на підставі чинних норм та правил. Проектом передбачено герметизацію вводів трубопроводів холодного та гарячого водопроводу та випусків систем каналізації.

**Холодне та гаряче водопостачання.** Джерелом холодного та гарячого водопостачання є централізовані міські мережі. Точки підключення до міських мереж, місце вводу трубопроводу виконуються у відповідності з технічними умовами відповідних міських установ. Гаряче водопостачання прийнято централізоване від центрального теплового пункту.

На вводи в будівлю передбачено водомір ВСКМ-50 та влаштування безшумного насосу для підтримки тиску і забезпечення надходження води на верхні поверхи.

Системи холодного та гарячого водозабезпечення монтуються з водогазопровідних оцинкованих труб, як варіант з трубопроводів, при цьому при схованій прокладці трубопроводів будівельні конструкції не повинні нагріватись.

**Каналізація.** Як основний варіант в будівлі передбачені чугунці каналізаційні труби типу ТЧК 6942-80 діаметром 50мм та 100мм.

Трубопроводи прокладаються з нахилом 0,03. На трубопроводах передбачена установка ревізій та прочищень. При схованій прокладці проти

ревізій на стояках передбачені люки розміром 30x40. При використанні поліетиленових труб у нішах, в яких вони мають прокладатися, то вони повинні бути виконані з вогнестійких конструкцій.

## 2.7 Заходи з вибухо - та пожежної безпеки

1. Пожежонебезпечні приміщення відізолюються від інших приміщень перегородками за класом EI 45, EI 15;

2. У приміщеннях передбачені протипожежні стіни 1-го типу з межею вогнестійкості REI 150, REI 60;

3. Всі двері протипожежні – сертифіковані. Відкривання дверей заплановано в напрямку потоку евакуації із будинку.

4. Всі дерев'яні конструкції обробляються вогнезахисними сумішми із межею вогнестійкості не нижче R 60;

5. Всі металеві конструкції покриваються вогнезахисним покриттям із межею вогнестійкості R 150.

Зазначені заходи забезпечують швидку та безпечну евакуацію із приміщень.



### 3. РОЗРАХУНКОВА-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Вихідні дані

*Конструктивні рішення.* Будівля кругла в плані. Вантові покриття комбіновані - похилі рами та радіальні металеві балки закріплені вантами (рис. 3.1).

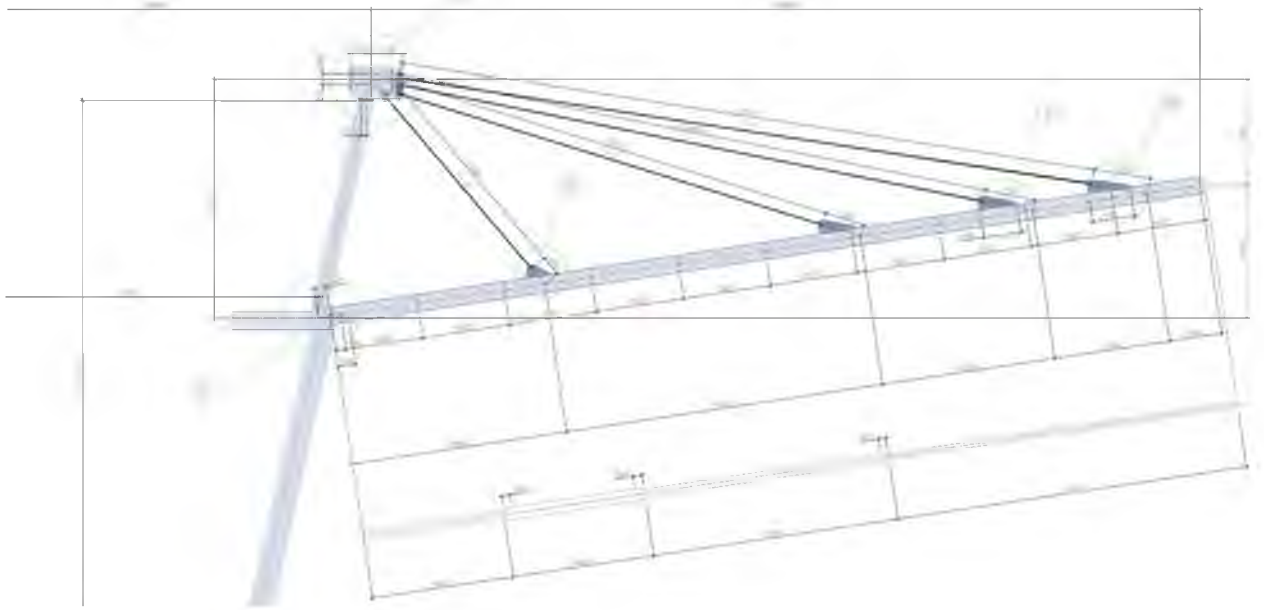


Рис. 3.1. Конструктивне рішення комбінованого вантового покриття

Для забезпечення стійкості вантового покриття в цілому в стабілізуючих вантах створюється попередня напруга шляхом натягнення на упори, розташовані на верхньому внутрішньому металевому кільці за допомогою монодомкратів «Фрейссине» в певному порядку і на певні зусилля, забезпечуючи рівномірність переднапруги в кожній ванті. Максимальне зусилля натягнення в стабілізуючих вантах створюється на монтажі і досягає 50 тс. Цього зусилля достатньо для забезпечення розтягування в стабілізуючих вантах при згруженні покриття розрахунковими навантаженнями в різних поєднаннях. При найсприятливіших поєднаннях зусилля в стабілізуючих вантах не опускається нижче 20 т, що забезпечує стійкість вантового покриття.

По верху стінок, вище рівня верхніх вант, встановлюються плити покриття, що мають форму трапецій (їх розміри зменшуються у міру наближення до внутрішнього кільця).

Для стійкості вантового покриття на несиметричні навантаження передбачається установка трьох зв'язкових елементів в межах довжини вант на рівній відстані. Покриття є легким (малі витрати металу), але в той же час має великий запас міцності завдяки застосуванню високоміцних канатів (вант), що складаються з когерентних прядей, що виготовляються за новою сучасною технологією французької фірми «Фрейссине». Всі вироби, що поставляються «Фрейссине», мають європейські сертифікати і протоколи міцнісних випробувань.

При розрахунку вантового покриття враховане не тільки снігове навантаження, але і навантаження від підвісного устаткування, ходових містків, світильників, повітроводів, труб автоматичного пожежогасіння і ін. Враховане навантаження від інформаційного відеотабло і восьми динаміків загальною вагою 20т, які підвішені в центрі вантового покриття до нижнього металевого кільця. Металеві кільця, що мають складну конструкцію, виготовлені з високоміцної сталі класу СВ90 (10ХСНД).

### 3.2 Збір навантажень

Навантаження і впливи прийнято відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006:

#### **корисне навантаження:**

- в адміністративних приміщеннях 2.0 кПа;
- в торгівельних приміщеннях 4.0 кПа;
- в коридорах та на сходах 4.0 кПа.

Результати збору навантажень зводимо у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Таблиця навантажень

Вид навантажень	Один. виміру	Нормати вне навантаження	Кое фіц.	Розрахункове навантаження

		перша навантаження		
1	2	3	4	5
Плита	к			
Конструкція підлог	Г/М <sup>2</sup>	300	1,1	330
	кГ/М <sup>2</sup>	150	1,3	195
Підвісна стеля	к	50	1,2	60
Другорядна балка	к	50	1,2	60
	Г/М <sup>2</sup>			
Балки лучі: У4 2-450 x 20 -	к	186,1	1,1	235
710x8(237)	Г/ПМ			
У5 2-280x12 -	к	97,34	1,1	123
710x8(124)	Г/ПМ			
У6 2-630x25 -	к	325,0	1,1	411
710x14(414)	Г/ПМ			
Вогнезахист (балок)	к	150	1,2	180
	Г/ПМ			
Вітраж	к	200	1,2	240
	Г/ПМ			
Вітражні конструкції	к	300	1,2	360
	Г/ПМ			
Вітер	к	150	1,2	180
	Г/ПМ			
Корисне навантаження	к	400	1,3	520
	Г/М <sup>2</sup>			

Сніг	к	200	1,3	260
	Г/М <sup>2</sup>	70	1,4	98
Навантаження по параметру колон	к	70	1,2	360
	Г/М <sup>2</sup>			

*Збір навантажень на несучі елементи:*

I. Радіус R=17,4 м.

Постійні навантаж. -  $(330+195+60+33) \times 17,4 - 15,2 + 180 = 666,7 + 180 = 846,7$   
кг/пм

Корисне навантаження -  $520 \times 1,079 = 561,1$  кг/пм;

Сніг -  $98 \times 1,079 = 105,7$  кг/пм;

II. Радіус R=15,2 м.

Постійні наван. -  $(330+95+60+33) \times (1,78/2 + 1,079) + 240 + 360 = 1215 + 600 = 815$   
кг/пм;

Корисне навантаження -  $520 \times 1,969 = 1,022$  кг/пм;

Сніг -  $98 \times 1,079 = 105,7$  кг/пм;

III. Радіус 13,4 м.

Постійне навантаження -  $(330+195+60+33) \times (1,76/2 + 1,89) = 1095$  кг/пм;

Корисне навантаження -  $520 \times 1,77 = 920$  кг/пм;

IV. Радіус 11,6 м.

Постійне навантаження -  $618 \times (0,98 + 0,88) = 1150$  кг/пм;

Корисне навантаження -  $520 \times 1,86 = 966$  кг/пм;

V. Радіус 9,6 м.

Постійне навантаження -  $618 \times (1,14 + 0,98) = 1310$  кг/пм;

Корисне навантаження -  $520 \times 2,12 = 1100$  кг/пм;

VI. Радіус 7,3 м.

Постійне навантаження -  $618 \times (1,13 + 1,13) = 1400$  кг/пм;

Корисне навантаження -  $520 \times 2,26 = 1175$  кг/пм;

VII. Радіус 5,0 м.

Постійне навантаження -  $618 \times (2,5/3 + 1,13) = 2700$  кг/пм;

Корисне навантаження -  $520 \times 4,36 = 2280$  кг/пм;

VIII. Зосереджена сила в центрі.

Постійне навантаження -  $618 \text{ кг/м}^2 \times 26,2 \text{ м}^2 = 16250 \text{ кг} = 16,25 \text{ т}$

Корисне навантаження -  $260 \text{ кг/м}^2 \times 26,2 \text{ м}^2 = 6820 \text{ кг} = 6,82 \text{ т}$

### 3.3 Розрахунок комбінованого вантового покриття у ПК SCAD

Проектно-обчислювальний комплекс (ПОК) SCAD призначений для чисельного дослідження напружено-деформованого стану та стійкості конструкції, а також для автоматизованого виконання ряду процесів конструювання. ПК SCAD забезпечує дослідження широкого класу конструкцій: просторові стрижневі системи, оболонки, мембрани, масивні тіла, висячі комбіновані системи рамно-зв'язкові конструкції висотних будівель, плити на ґрунтовій основі, ребристі пластинчасті системи, багато кульові конструкції.

Розрахунок проводиться на статичні та динамічні навантаження. Статичні навантаження моделюють силовий вплив від зосереджених чи розподілених сил чи моментів, температурного нагріву та переміщення окремих областей конструкції. Динамічні навантаження моделюють вплив землетрусу, пульсуючого потоку вітру, вібраційний вплив від технологічного обладнання, ударний вплив.

Досліджувані об'єкти можуть мати локальні ослаблення у вигляді різних форм отворів та порожнин, різні умови закріплення.

ПК SCAD реалізує чисельний метод дискретизації шляхом кінцевих елементів (МКЕ). Цей метод добре адаптований до реалізації ЕОМ. За однією методикою ведеться розрахунок стрижневих, пластинчастих та комбінованих систем. Зручно моделюються різні граничні умови та навантаження.

Основними етапами розв'язання задач є розчленування досліджуваної системи на кінцеві елементи та визначення вузлових точок, у яких визначаються вузлові переміщення; побудова матриць жорсткості; формування системи канонічних рівнянь; вирішення системи рівнянь та обчислення значень вузлових переміщень; визначення компонентів напружено-деформованого стану досліджуваної системи знайденим значенням по знайденим значенням вузлових переміщень.

У ПК SCAD автоматизовані всі етапи завдань з МКЕ у тому числі процес генерації мережі кінцевих елементів.

У ПК SCAD включено велику кількість типів кінцевих елементів: стрижні, чотирикутні та трикутні елементи плити, оболонки (ізотропний та анізотропний матеріал, багато шарові конструкції), чотирикутні та трикутні елементи плити на пружній основі; просторові елементи у вигляді тетраедра, паралелепіпеда, восьмигранника загального виду; одномірні та двовимірні (трикутні та чотирикутні) елементи для вирішення асиметричної задачі теорії пружності; спеціальні елементи, що моделюють зв'язок кінцевої жорсткості, пружну податливість між вузлами; елементи, які задаються чисельною матрицею жорсткості.

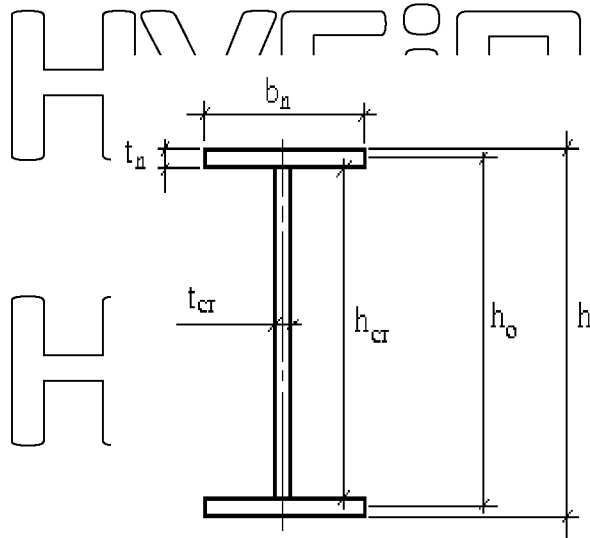
Розвинена бібліотека кінцевих елементів, сучасні швидкі алгоритми розв'язання системи рівнянь та завдань на власне значення практично не накладають обмеження на тип та властивості об'єкта, не розраховуються та дають можливість для вирішення задач з великою кількістю невідомих.

ПК SCAD включає модулі, що автоматизують ряд процесів проектування: вибір невигідних комбінацій навантажень, уніфікація елементів за міцністю, оптимальне армування перетинів залізобетонних конструкцій. Підключення нових модулів такого типу та адаптація до спеціальних норм будівельного та машинобудівного проектування розширюють можливості ПК SCAD у галузі автоматизації процесів проектування. Універсальність та легка адаптація до проблем дозволяє використовувати SCAD під час автоматизації проектування різних інженерних об'єктів.

# НУБІП України

## 3.4 Проектування складної зварної балки (радіальної балки)

Розрахункові зусилля: берем с Structure CAD for Windows



(ПК SCAD) Вихідні дані:

$$g=3,5 \text{ кН/м}^2$$

Навантаження на погонний метр:

$$3,5 \text{ кН/м}^2 \cdot 3,5 \text{ м} = 12,5 \text{ кН/м};$$

$$3,5 \text{ кН/м}^2 \cdot 11,36 \text{ м} = 39,76 \text{ кН/м}.$$

Переріз 1-1:

Розрахункові зусилля:

$$N = -1627,1 \text{ кН}$$

$$M = -306,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Q = 231,8 \text{ кН}$$

$$R_y = 24 \text{ кН/см}^2 \text{ при } t \leq 20 \text{ мм};$$

$$W_{mp} = \frac{M}{R_y} = \frac{30610}{24} = 1275 \text{ см}^3$$

Розрахунок робимо в пружній сталі, тому що облік розвитку граничних пластичних деформацій для оптимально підбраного переріз малоефективний.

Розраховуємо висоту балки:

$$t_{cm} = (7 + 3h/1000) = (7 + 3 \cdot 0,6/1000) = 8,8 \text{ мм}$$

По імперичній формулі розраховуємо попередньо задану товщину стінки балки:

Приймаємо  $t_{cr} = 10 \text{ мм}$ .

$$h_{opt} = k \sqrt{\frac{W}{t_{cm}}} = 1,15 \sqrt{\frac{1275}{1}} = 41,07 \text{ см}$$

$k = 1,15$  – конструктивний коефіцієнт;

$W = 1275 \text{ см}^3$  – момент опору;

# НУБІП України

$$h_{\min} = \frac{5R_y l \sqrt{q_n}}{24E\sigma} = \frac{5 \times 24 \times 2000 \times 400 \times 3,5}{24 \times 2,06 \times 10^4 \times 12,5}$$

$t_{ct} = 10 \text{ мм}$  — товщина стінки.

Розраховуємо мінімальну висоту балки:

Приймаємо висоту балки  $\Rightarrow h_{ct} = 60 \text{ см}$ . Розраховуємо товщину стінки з умови зрізу:

$$t_{ct} = \frac{1,2Q_{max}}{h_{ct} R_y} = \frac{1,2 \times 23180}{60 \times 13,9} = 0,33 < t_{ct}$$

$R_s = 0,58R_y = 0,58 \times 24 = 13,9 \text{ кН/см}^2$  — розрахунковий опір зрізу відносно до енергетичної теорії міцності.

Приймаємо  $t_{ct} = 1,4 \text{ см} \Rightarrow h_{ct} = 60 \text{ см}$

Приймаємо  $t_{ct} = 10 \text{ см}$

Розраховуємо необхідний момент інерції перерізу полки:

$$J_{mp} = W_{mp} \frac{h}{2} = 1275 \frac{60}{2} = 38250 \text{ см}^4$$

Розраховуємо момент інерції стінки:

$$J_{ct} = \frac{h_{ct}^3 t_{ct}}{12} = \frac{60^3 \cdot 1}{12} = 18000 \text{ см}^4$$

Розраховуємо необхідний момент інерції поясів:

$$J_n^{mp} = J_{mp} - J_{ct} = 38250 - 18000 = 20250 \text{ см}^4$$

Розраховуємо необхідну площу пояса:

$$A_n^{mp} = \frac{2J_n^{mp}}{h_0^2} = \frac{2 \times 20250}{56^2} = 224 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз поясу з універсальної сталі — лист 420x20

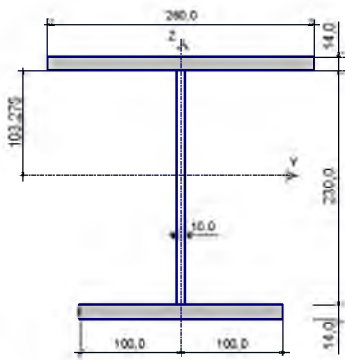
$$\frac{b}{h} = \frac{1}{3} \div \frac{1}{5} = \frac{42}{60} \approx 0,7$$

$$J = J_{ct} + J_n = 18000 + 2 \times 29^2 \times 2 \times 42 = 159288 \text{ см}^4$$

Розраховуємо фактичні геометричні характеристики перерізу:



НУ



України

НУ

статичний момент інерції всієї балки

України

Розраховуємо момент опору:

НУ

$$W = \frac{J_2}{l_1} = \frac{159288 \text{ см}^2}{60} = 5309,6 \text{ см}^3$$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{1627,1 \cdot 10^3}{224} + \frac{306,4 \cdot 10^5}{5199,3} = 13,1 \text{ кН/см}^2 < R = 21,6 \text{ кН/см}^2$$

України

Переріз 2-2:

Розраункове зусилля

НУ

$$N = -1463,9 \text{ кН}$$

$$M = -216,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 234,2 \text{ кН}$$

України

НУ

$$R_y = 24 \text{ кН/см}^2 \text{ при } t \leq 20 \text{ мм}$$

$$W_{\text{сп}} = \frac{M}{R_y} = \frac{21670}{24} = 9029 \text{ см}^3$$

України

Розрахунок робимо в пружній сталі, тому що облік розвитку граничних

пластичних деформацій для оптимально підбраного перерізу малоефективний.

НУ

Розраховуємо висоту балки:

$$l_{\text{зм}} = (7 + 3h/1000) = (7 + 3 \cdot 0,6/1000) = 8,8 \text{ мм}$$

України

По імперічній формулі розраховуємо попередньо задану товщину стінки

балки:

НУ

$$k_{\text{сп}} = k \sqrt{\frac{W}{l_{\text{зм}}}} = 1,15 \sqrt{\frac{9029}{8,8}} = 34,56 \text{ см}$$

Приймаємо  $t_{\text{ст}} = 10 \text{ мм}$ .

України

$k=1,15$  – конструктивний коефіцієнт;

$W=902,9 \text{ см}^3$  – момент опору,

$$h_{\min} = \frac{5R_y J \left[ \frac{l}{f} \right] q_n}{24Eq} = \frac{5 \times 24 \times 2000 \times 400 \times 3,5}{24 \times 2,06 \times 10^4 \times 12,5} = 54,2 \text{ см}$$

$t_{\text{ст}}=10 \text{ мм}$  – товщина стінки.

Розраховуємо мінімальну висоту балки:

Приймаємо висоту балки  $\Rightarrow h_b=60 \text{ см}$ .

$$t_{\text{cm}} = \frac{1,2Q_{\max}}{h_{\text{cm}} R_s} = \frac{1,2 \times 23420}{60 \times 13,9} = 0,33 < 1 \text{ см}$$

Розраховуємо товщину стінки в умовах зрізу:

$R_s=0,58R_y=0,58 \times 24=13,9 \text{ кН/см}^2$  – розрахунковий опір зрізу відносно до енергетичної теорії міцності

Приймаємо  $t_{\text{ц}}=1,4 \text{ см} \Rightarrow h_{\text{ст}}=60 \text{ см}$

Приймаємо  $t_{\text{ст}}=10 \text{ см}$

Розраховуємо необхідний момент інерції переріз полки:

$$J_{\text{mp}} = W_{\text{mp}} \frac{h}{2} = 902,9 \frac{60}{2} = 27087 \text{ см}^4$$

Розраховуємо момент інерції стінки:

$$J_{\text{cm}} = \frac{h_{\text{cm}}^3 t_{\text{cm}}}{12} = \frac{60^3 \cdot 1}{12} = 18000 \text{ см}^4$$

Розраховуємо необхідний момент інерції поясів:

$$J_n^{\text{mp}} = J_{\text{mp}} - J_{\text{cm}} = 27087 - 18000 = 9087 \text{ см}^4$$

Розраховуємо необхідну площу пояса:

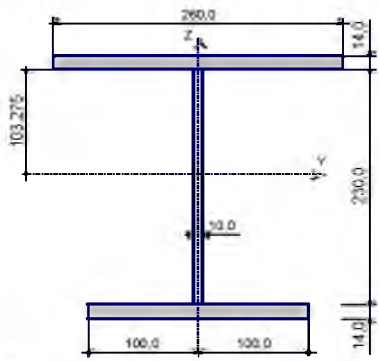
$$A_n^{\text{mp}} = \frac{2J_n^{\text{mp}}}{h_0^2} = \frac{2 \times 9087}{56^2} = 176 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз поясу з універсальної сталі – лист  $300 \times 20$

$$\frac{b_n}{h} = \frac{1}{3} \div \frac{1}{5} = \frac{30}{60} \approx 0,5$$

$$J = J_{\text{cm}} + J_n = 18000 + 2 \times 29^2 \times 2 \times 30 = 118920 \text{ см}^4$$

Розраховуємо фактичні геометричні характеристики перерізу:



$J_y$  – статичний момент інерції всієї балки.

$$W = \frac{J_y}{h} = \frac{118920 \times 2}{200} = 3964 \text{ см}^3$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{1463,9 \cdot 10^3}{176} + \frac{216,7 \cdot 10^5}{38531} = 13,9 \text{ кН/см}^2 < R = 21,6 \text{ кН/см}^2$$

Розраховуємо момент опору:

Переріз 3-3:

Розрахункове зусилля

$$N = -972,4 \text{ кН}$$

$$M = -140,5 \text{ кНм}$$

$$Q = 165,8 \text{ кН}$$

$$R_y = 24 \text{ кН/см}^2 \text{ при } t \leq 20 \text{ мм}$$

$$W_{mp} = \frac{M}{R_y} = \frac{14050}{24} = 585,4 \text{ см}^3$$

Розраховуємо висоту балки:

$$t_{cm} = (7 + 3h/1000) = (7 + 3 \times 0,6/1000) = 8,8 \text{ мм}$$

По імперичній формулі розраховуємо попередньо задану товщину стінки

балки:

$$t_{cm} = k \sqrt{\frac{W}{R_y}} = 1,15 \sqrt{\frac{585,4}{1}} = 27,82 \text{ см}$$

Приймаємо  $t_{cm} = 10 \text{ мм}$ .

$k = 1,15$  – конструктивний коефіцієнт;

$W = 585,4 \text{ см}^3$  – момент опору;

$$h_{\min} = \frac{5R_y \sqrt{q_n}}{24E\sigma} = \frac{5 \times 24 \times 2000 \times 400 \times 3,5}{24 \times 2,06 \times 10^4 \times 12,5} = 54,2 \text{ см}$$

$t_{\text{ст}} = 10 \text{ мм}$  – товщина стінки.

Розраховуємо мінімальну висоту балки:

Приймаємо висоту балки  $\Rightarrow h_0 = 60 \text{ см}$ .

Розраховуємо товщину стінки в умовах зрізу:

$$t_{\text{ст}} = \frac{1,2Q_{\max}}{h_{\text{ст}}R_s} = \frac{1,2 \times 16580}{60 \times 13,9} = 0,8 < 1 \text{ см}$$

$$R_s = 0,58R_y = 0,58 \times 24 = 13,9 \text{ кН/см}^2$$

– розрахунковий опір зрізу відносно до енергетичної теорії міцності

Приймаємо  $t_{\text{ст}} = 1,4 \text{ см} \Rightarrow h_{\text{ст}} = 60 \text{ см}$

Приймаємо  $t_{\text{ст}} = 10 \text{ см}$

Розраховуємо необхідний момент інерції перерізу полки:

$$J_{\text{мп}} = W_{\text{мп}} \frac{h}{2} = 585,4 \frac{60}{2} = 17562 \text{ см}^4$$

Розрахунок робимо в пружній сталі, тому що облік розвитку граничних пластичних деформацій для оптимально підбраного перерізу малоефективний.

Розраховуємо момент інерції стінки:

$$J_{\text{ст}} = \frac{h_{\text{ст}}^3 t_{\text{ст}}}{12} = \frac{60^3 \cdot 1}{12} = 18000 \text{ см}^4$$

Розраховуємо необхідний момент інерції поясів:

$$J_n^{\text{мп}} = J_{\text{мп}} - J_{\text{ст}} = 17562 - 18000 = 428 \text{ см}^4$$

Розраховуємо необхідну площу пояса:

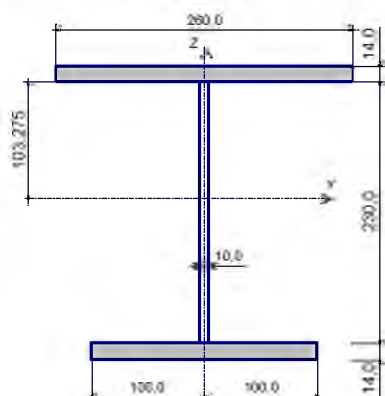
$$A_n^{\text{мп}} = \frac{2J_n^{\text{мп}}}{h_0^2} = \frac{2 \times 428}{56^2} = 112 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз пояса з універсальної сталі – лист 200x20

Розраховуємо фактичні геометричні характеристики перерізу:

$$J = J_{\text{ст}} + J_n = 18000 + 2 \times 29^2 \times 2 \times 20 = 85280 \text{ см}^4$$

$\frac{b_n}{h} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} = \frac{20}{60} \approx 0,3$   
 Розраховуємо фактичні геометричні характеристики перерізу:



$J$  – статичний момент інерції всієї балки

$W = \frac{J2}{h} = \frac{85280 \times 2}{60} = 2842,67 \text{ cm}^3$

Розраховуємо момент опору:

$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{972,4 \cdot 10^3}{112} + \frac{140,5 \cdot 10^5}{2842,67} = 5,5 \text{ kN/cm}^2 < R = 21,6 \text{ kN/cm}^2$

Маса зварної складної радіальної балки  $G=3,69 \text{ т}$ .

**3.3. Вибір каната для вант**

Варіант з чотирма вантами

Приймаємо канат 38,5-ГЛ-В-Н-Т-Т770 ГОСТ 14954-80

Зусилля в ванті  $N=520 \text{ кН}$

Варіант з трьома вантами

$N=-1475 \text{ кН}$

$M=400 \text{ кН}\cdot\text{м}$

$Q=335,2 \text{ кН}$

$W_{тр} = M/R_y = 400 \times 10^4 / 2400 = 1666,67 \text{ (см}^3\text{)}$ ;

З урахуванням поперечного зусилля

Приймаємо 80Б1,  $W_x = 5043(\text{см}^3)$ ;  $I_x = 199466\text{см}^4$

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{1475 \cdot 10^3}{203,2} + \frac{400 \cdot 10^5}{5043} = 15,2 \text{кН/см}^2 < R = 21,6 \text{кН/см}^2$$

Вибір каната для вант:

Приймаємо канат 46,5-ГЛ-В-Н-Т-1770 ГОСТ 14954-80

Зусилля в ванті  $N = 767\text{кН}$

### Варіант з двома вантами

$N = -1640\text{кН}$

$M = -713\text{кН}\cdot\text{м}$

$Q = 470,7\text{кН}$

$$W_{tr} = M/R_y = 713 \cdot 10^4 / 2400 = 2970,8(\text{см}^3);$$

З урахуванням поперечного зусилля

Приймаємо 90Б2,  $W_x = 7759(\text{см}^3)$ ;  $I_x = 349176\text{см}^4$

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{1640 \cdot 10^3}{272,4} + \frac{713 \cdot 10^5}{7759} = 15,2 \text{кН/см}^2 < R = 21,6 \text{кН/см}^2$$

Вибір каната для вант.

Приймаємо канат 55,0-ГЛ-В-Н-Т-1770 ГОСТ 14954-80

Зусилля в ванті  $N = 1046\text{кН}$ .

### 3.4 Результати розрахунків

Зусилля, що виникають в перерізі радіальної балки залежно від варіантів зміни кількості вант:

$$\sigma_4 = \frac{1463,9 \cdot 10^3}{176} + \frac{216,7 \cdot 10^5}{3853,1} = 1394 \text{кН/см}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{1470 \cdot 10^3}{176} + \frac{400 \cdot 10^5}{3853,1} = 1876 \text{кН/см}^2$$

НУБІП України

$$\sigma_2 = \frac{1640 \cdot 10^3}{176} + \frac{713 \cdot 10^5}{3853,1} = 2782 \text{ кН / см}^2$$

Результати зміни величини ваги радіальної балки від кількості вант:

$$G_B = 1 \cdot G_{П.М}$$

$$G_4 = 3950 \text{ кг}$$

$$G_3 = 4832,8 \text{ кг}$$

$$G_2 = 6478,14 \text{ кг}$$

НУБІП України

Залежність зусиль в канаті від кількості вантових відтяжок:

$$\sigma_4 = \frac{520 \cdot 10^3}{6,7488} = 76,7 \text{ кН / см}^2$$

НУБІП України

$$\sigma_3 = \frac{745 \cdot 10^3}{6,75} = 110,34 \text{ кН / см}^2$$
$$\sigma_2 = \frac{1046 \cdot 10^3}{6,75} = 154,96 \text{ кН / см}^2$$

НУБІП України

Результати зміни ваги вант від варіантів що приймаються в канатах і діаметрів:

4 ванти –  $9 + 22,8 + 17,4 + 26,7 = 76,6,19 = 470,4 \text{ кг}$

3 ванти -  $9 + 17,4 + 26,7 = 53,1 \cdot 9,07 = 481,6 \text{ кг}$

2 ванти –  $17,4 + 26,7 = 44,1 \cdot 12,7 = 560 \text{ кг}$

НУБІП України

### 3.5 Виготовлення та монтаж конструкції

Виготовлення та монтаж конструкцій за вимогами:

1. Металеві конструкції. Правила виготовлення, прийняття роботи (стадія

НУБІП України

КМД);

2. Додаткових технічних вимог проекту виготовлення, які повинні бути розроблені спеціалізованою організацією (стадія КМД).

Всі монтажні кріплення, прихвати, тимчасові пристрої по закінченню монтажу повинні бути зняті, а місця їх приварки зачищені.

НУБІП України

Кріплення елементів, товщини фасонки приймають по розрахунковим зусиллям, які приведені у відомості елементів або на вузлах.

Мінімальне зусилля для розрахунку прикріплення елементів з неоговореними зусиллями, приймають  $\pm 8,0$  т. Опорні столики кріпити на реакції, збільшені в 1,5 раз.

Зварні шви назначить по зусиллям. Поясні шви головних балок перекриття виконують автоматичною зваркою. Всі стикові шви, для яких

указана разделка кромок, виконують з повним проваром з підваркою кореня або на підкладках. Кінці стикових швів закінчувати на вивідних планках.

Стикові шви з повним проваром треба перевіряти фізичними методами контролю. Заводські стики елементів виконуються по перерізу стикових елементів.

При зварці монтажних стиків головних радіальних та кільцевих балок перекриття забезпечити контроль якості зварних швів.

Всі елементи замкнутого перерізу по торцям повинні мати заглушки.

З'єднанні елементи замкнутого перерізу виготовляють тільки суцільним швом.

На період монтажу балок на відм. 3,165 м і виконання робіт по бетонуванню плити перекриття забезпечить стійкість із площині радіальних балок.

Максимальні розтягувальні зусилля в несучих вантах за наслідками трьох незалежних розрахунків, виконаних з урахуванням неелінійності, досягають 270 тс. Виконані також розрахунки з урахуванням аварійної ситуації - виходу з ладу однієї з вант, а також найбільш напруженого елемента металевому кільця.

Розрахунки показали працездатність покриття і в цій ситуації. При виключенні з роботи однієї із вант зусилля в суміжних вантах досягають 350 т. Максимальні напруги в нижньому металевому кільці при виключенні з роботи однієї з 4-х, найбільш напружених вант, не перевищують 380 МПа.

Контроль всіх зварних стикових швів здійснювався двома незалежними лабораторіями ультразвуковим методом. Крім цього, проводяться механічні випробування зразків стикових швів, які підтверджують їх достатню несучу здатність з необхідним запасом міцності.



#### 4. РОЗДІЛ ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

##### 4.1 Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

Характеристика ґрунтів будівельного майданчика.

Таблиця 4.1

##### Піщані ґрунти

Номер ІГЕ	Назва піску та крупності	Щільність часток ґрунту, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Щільність часток ґрунту, $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Вологість ґрунту, $W$ , дол.од.	Потужність шару ґрунту, м
1	Насипний	1,48	-	-	1,5
2	Дрібний	1,78	2,61	0,10	5,0

Таблиця 4.2

##### Пилувата глинисті ґрунти

Номер ІГЕ	Щільність часток ґрунту, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Щільність часток ґрунту, $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Природна вологість ґрунту, $W$	Пластичність, $W_p$	Текучість, $W_L$	Потужність шару ґрунту, м
3	1,82	2,70	0,18	0,16	0,25	5,0

Ґрунтові води на глибині – 4,0 м від поверхні.

ІГЕ-1: Насипний ґрунт  $h=1,5$ м

1. Питома вага  $\gamma_1 = \rho_1 \times g = 1,48 \times 9,8 = 14,50$  кН/м<sup>3</sup>

ІГЕ-2: Дрібний пісок  $h=2,5$ м

1. Питома вага  $\gamma_2 = \rho_2 \times g = 1,78 \times 9,8 = 17,44 \text{ кН/м}^3$

2. Коефіцієнт пористості:

$$e_2 = \frac{\rho_s(1+W)}{\rho} - 1 = \frac{2,61 \times (1+0,1)}{1,78} - 1 = 0,61$$

$e_2=0,61$  знаходиться у межах  $e = 0,6 \div 0,75$ , то пісок мілкий середньої крупності.

3. Ступінь вологості:

$$S_{r,2} = \frac{\rho_{s2}W}{e_2\rho_w} = \frac{2,61 \times 0,10}{0,61 \times 1} = 0,43$$

$S_{r,2}$  знаходиться в межах  $0 < S_{r,2} < 0,5$ , то пісок дрібний середньої щільності мало вологий.

4. Кут внутрішнього тертя  $\phi_2 = 33,6$  град;

5. Питом зчеплення  $c_2 = 2,8$  кПа;

модуль деформації  $E_2 = 32,0$  МПа;

розрахунковий опір  $R_{02} = 300$  кПа;

рівень ґрунтових вод  $WL$  приходиться на шар піску ( $WL$  на глибині – 4,0м), то ПГЕ-2 поділяється на два шари.

Другий шар у водо насиченому стані буде мати такі характеристики.

ПГЕ-2' : Дрібний пісок  $h=2,5$ м

1. Коефіцієнт пористості:

$$e_{2'} = \frac{\rho_s(1+W)}{\rho} - 1 = \frac{2,61 \times (1+0,1)}{1,78} - 1 = 0,61$$

2. Ступінь вологості:

$$S_{r,2'} = 1,0$$

3. Питома вага водонасиченого піщаного ґрунту у зволоженому стані:

$$\gamma_{sat,2'} = g \times (\rho_{s2} + e_{2'}) = 9,81 \times (2,61 + 0,61) = 31,59 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_{2'} = \gamma_{sat,2'} - 9,81 = 31,59 - 9,81 = 21,78 \text{ кН/м}^3$$

4. Нормальні характеристики міцності:

- кут внутрішнього тертя  $\phi_{2'} = 33,6$  град;

- питоме зчеплення  $c_{2'} = 2,8$  МПа;

- модуль деформації  $E_{2'} = 32,0$  МПа;

- розрахунковий опір  $R_{02'} = 200$  кПа;

ПЕ-3: Пилувата-глинистий ґрунт  $h=5,0\text{м}$

1.  $I_{p3} = W_{L3} - W_{p3} = 0,25 - 0,16 = 0,09$

$$I_{L3} = \frac{W_3 - W_{p3}}{I_{p3}} = \frac{0,18 - 0,16}{0,09} = 0,22$$

Даний ґрунт є суглинком,  $I_{p3}=0,09$  знаходиться в межах  $I_p = 0,07 \div 0,17$

2. Питома вага частинок ґрунту:

$$\gamma_3 = \rho_s \times g = 2,7 \times 9,8 = 26,46 \text{ кН/м}^3$$

3. Коефіцієнт пористості:

$$e_3 = \frac{\rho_{s3}(1+W)}{\rho} - 1 = \frac{2,7 \times (1+0,18)}{1,82} - 1 = 0,75$$

4. Ступінь вологості:

$$s_{r2} = 1,0$$

5.  $I_{L3}$  змінюється - глинистий ґрунт водонасичений

$$I_{L3} = \frac{(\rho_{s3}/e_3 - W_{p3})}{I_{p3}} = \frac{(2,7/0,75 - 0,16)}{0,09} = 38,2$$

ПЕ-3 = 38,2 > 1, то суглинок текучий.

6. Питома вага у водонасиченому та завислому стані:

$$\gamma_{sat.3} = g \times (\rho_{s3} + e_3) = 9,81 \times (2,7 + 0,75) = 33,84 \text{ кН/м}^3$$

7. Питома вага:  $\gamma_3 = \gamma_{sat.3} - 9,81 = 33,84 - 9,81 = 24,03 \text{ кН/м}^3$

8. Нормативні характеристики міцності:

- кут внутрішнього тертя  $\varphi_3 = 33,6$  град;

- питома зчеплення  $c_3 = 12,0$  МПа;

- модуль деформації  $E_3 = 7,0$  МПа;

- розрахунковий опір  $R_{03} = 100,0$  кПа.

Значення розрахункових величин фізико-механічних показників ґрунтів наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Номер шару	Повна назва ґрунту	Глибина залягання підлоги шару, м	Щільність		Питома вага, кН/м <sup>3</sup>			Природна вологість, W	Межі		Число пластичності, I <sub>p</sub>	Показник текучості, I <sub>L</sub>	Коеф-т пористості, e	Степінь вологості, S <sub>r</sub>	Питома зчеплення C <sub>с,зч</sub>	Кут внутрішнього тертя, φ <sub>r</sub>	Модуль деформації, E, МПа	Розрахунковий опір, R <sub>с,зч</sub>
			ґрунту, ρ	частинок ґрунту, ρ <sub>s</sub>	ґрунту, γ	частинок ґрунту, γ <sub>s</sub>	у вважаному стані, γ <sub>sat</sub>		текучості, W <sub>L</sub>	розкочування W <sub>p</sub>								
1	Насипний ґрунт	1,5	1,48	—	14,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Пісок мілкий середньої щільності маловологий	4,0	1,78	2,61	17,44	—	0,10	—	—	—	—	0,61	0,43	2,8	33,6	32,0	300	
2'	Пісок мілкий середньої щільності водонасичений	6,5	1,78	2,61	21,78	31,59	0,10	—	—	—	—	0,61	1,0	2,8	33,6	32,0	200	
3	Суглинок текучий	5,5	1,82	2,7	24,03	26,46	33,84	0,18	0,16	0,25	0,09	38,20	0,75	1,0	12	12	7	100

## 4.2 Визначення глибини закладання фундаментів

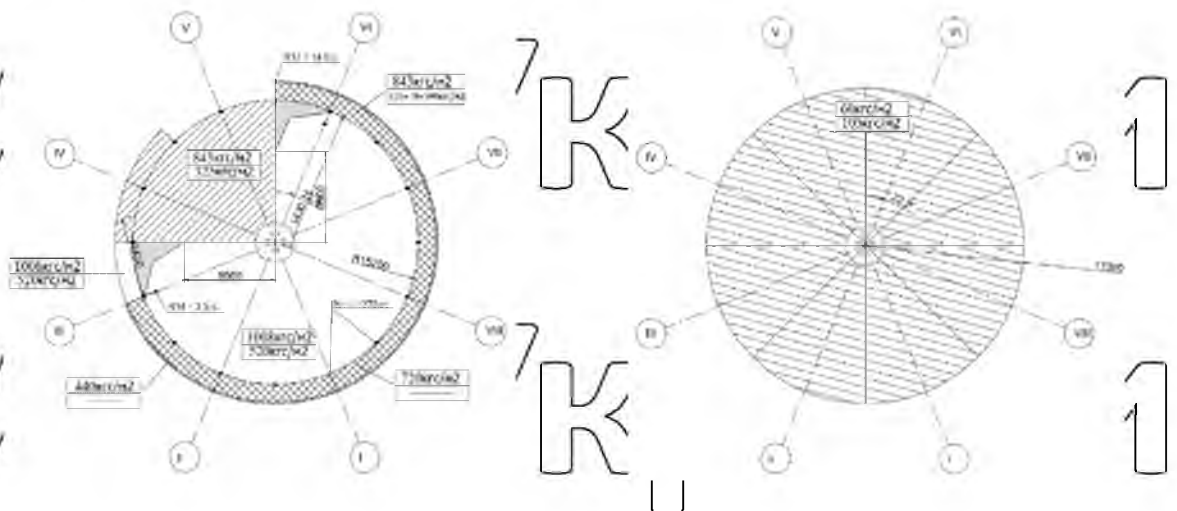
Мінімальна глибина закладання фунту, спираючи на геологічні умови, заступлення повинно бути не менше ніж 20,0 см у несучий шар. У нашому випадку за несучий шар ми можемо використати пісок мілкий середньої щільності маловологий (найбільше значення опору ґрунту  $R_{s2} = 300$  кПа).

З конструктивних міркувань приймаємо глибину закладання фундаменту відносно планувальної позначки – 0,5м. Стрічковий фундамент мілкого закладання.

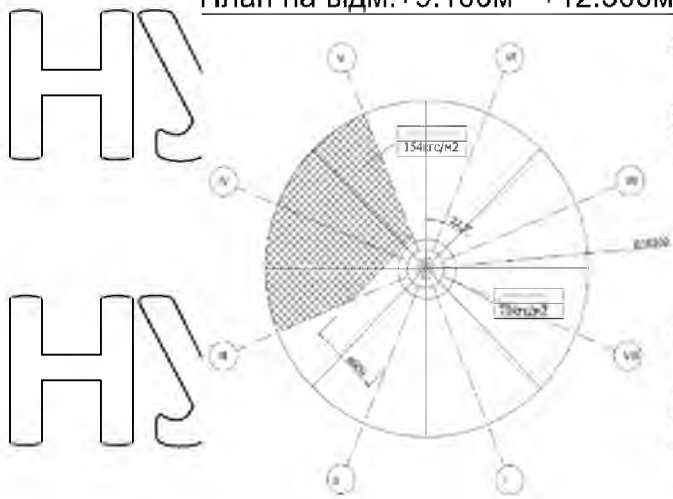
## 4.3 Збір навантажень на фундамент

План на відм. +3.300м

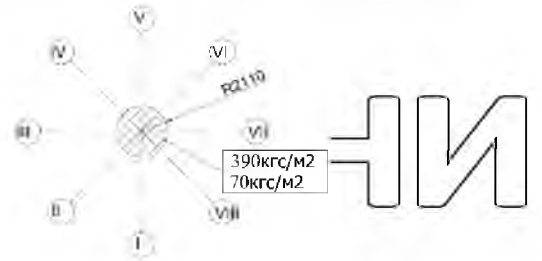
План на відм. +8.000м 9.100м



План на відм.+9.100м +12.500м



України  
План на відм.+13.400м



Збір навантажень виконаємо згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи». Нормативне значення ваги сніга на 1 м<sup>2</sup> горизонтальної поверхні землі, приймаємо за ДБН В.1.2-2:2006 для II снігового району.

Коефіцієнт надійності за призначенням в діюсно рівня відповідальності приймаємо у відповідності з ДБН В.1.2-2:2006,  $\gamma = 1,1 - 1,4$ .

### 1. Постійні навантаження

План на відм.	№ п/п	Умовні позначення	Найменування навантажень	Одиниця виміру	Навантаження			Примітки
					Норматив.	Коеф. превантаж.	Розрахун.	
+3.300	1		Конструкція підлоги та перекриття	кгс/м <sup>2</sup>	875	—	1008	В т.ч. с.в. м/к 175*1,1=193
	2		— // —	кгс/м <sup>2</sup>	725	—	843	
	3		— // —	кгс/м <sup>2</sup>	725	—	843	
	4		Перильна загорожа	кгс/м <sup>2</sup>	400	1,1	440	
	5		Вітраж та підвітражні конструкції	кгс/м <sup>2</sup>	600	1,2	720	
	6	R <sub>10</sub> =R <sub>11</sub>	Реакції від сходів №10 та №11	кгс/м <sup>2</sup>	—	—	3500	
	7	R <sub>12</sub>	Реакція від сходів №12	кгс/м <sup>2</sup>	—	—	14000	
	8	R <sub>ст</sub>	Вага підірних стовк	кгс/м <sup>2</sup>	1250	1,1	1375	Без констр. вогнезахиту
+8.000 +9.100	9		Підвісний потолок	кгс/м <sup>2</sup>	50	1,2	60	
+9.100 +12.500	10		Конструкція кровлі та покриття	кгс/м <sup>2</sup>	95	1,2	114	В т.ч. с.в. м/к 75*1,1=83
	11		Конструкція кровлі та покрит. на консолі	кгс/м <sup>2</sup>	422	—	501	В т.ч. с.в. м/к 120*1,1=132
	12		Навантаж. від кінцевої частини касового залу на кільцевій балці	кгс/м <sup>2</sup>	100	1,3	130	
	13		Паралет	кгс/м <sup>2</sup>	200	1,2	240	
+13.400	14		Конструкція кровлі та покриття	кгс/м <sup>2</sup>	300	1,3	390	

### 2. Тимчасові навантаження

України

План на відм.	№ п/п	Умовні позначення	Найменування навантажень	Одиниця виміру	Навантаження			Примітки
					Норматив.	Коеф. переваж.	Розрахун.	
+3.300	15		В приміщенні залу	кгс/м <sup>2</sup>	400	1,3	1008	Снігове навантаження
	16		Адміністративні приміщення	кгс/м <sup>2</sup>	250	1,3	843	
	17		Тераса	кгс/м <sup>2</sup>	400 50	1,3 1,4	520 70	
+8.000 +9.100	18		Допоміжне навант. в чердач. приміщ.	кгс/м <sup>2</sup>	75	1,4	105	
+9.100 +12.500	19		Сніг	кгс/м <sup>2</sup>	50	1,4	70	1-ий варіант
	22		— // —	кгс/м <sup>2</sup>			154	2-ий варіант
+13.400	23		Сніг	кгс/м <sup>2</sup>	50	1,4	70	

#### 4.4 Розрахунок фундаменту мілкого закладання

Зусилля, що діють на основу обираємо максимальне із різних сполучень навантажень:

$$N_{max} = -193,77 \text{ кН};$$

$$M_{max} = 98,765 \text{ кН/м};$$

$$Q_{max} = -12,505 \text{ кН};$$

Сумарні зусилля, що діють відносно вісі симетрії підстави фундаменту:

$$M_f = M_{max} + Q_{max} \times H$$

$$N_f = N_{max} \text{ де}$$

$H$  – висота фундаменту  $H = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ м}$ .

$$\text{при } \gamma_f = 1; M_f = 98,77 + 12,51 \times 1,3 = 121,29 \text{ кНм}; e_o = \frac{M}{N} = 0,63 \text{ м}$$

$$N_f = -193,77 \text{ кН}$$

$$\text{при } \gamma_f = 1,2; M'_f = 121,29 \times 1,2 = 145,55 \text{ кНм}; e_o = \frac{M}{N} = 0,63 \text{ м}$$

$$N_{II}^d = 193,77 \times 1,2 = 232,52 \text{ кН}$$

#### 4.5 Визначаємо розміри підшви фундаменту

Для визначення площі підшви фундаменту при позacentровому навантаженні використовуємо формулу:

$$b = \sqrt{\frac{N_{II}^d \times k_0}{R - \gamma \times d}} \text{ де}$$

$k_0$  – коефіцієнт, що враховує позacentрове прикладання навантаження;

$$k_0 = 1 + \frac{M^d}{3 \times N^d} = 1 + \frac{145,55}{3 \times 232,52} = 1,21$$

$$b = \sqrt{\frac{232,52 \times 1,21}{300 - 20 \times 1,8}} = 1,03 \text{ м}$$

Приймаємо 1,5 м.

Так як  $e_0 = 0,63 > \frac{b}{30} = \frac{1,5}{10} = 0,05$ , то  $k_0 \times b = 1,21 \times 1,5 = 1,82 \text{ м}$ .

Приймаємо ширину фундаменту = 2,0. (див. рис. 1).

Фундамент  
ширина 2000 мм,  
нит на від. -0,700 м

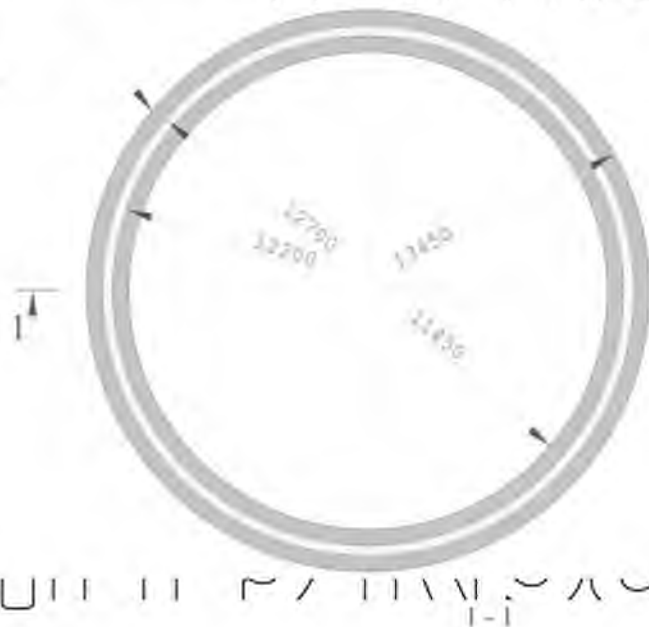


Рис. 4.1. Фундаменти

Момент опору підшви фундаменту  $W = \frac{b \times l^2}{6} = \frac{1,5 \times 2,0^2}{6} = 1,1 \text{ м}^3$

Уточнюємо значення розрахункового опору ґрунта основи,

$$R = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} \times [M_\gamma \times k_z \times b \times \gamma_{II} + M_g \times d_1 \times \gamma_{II}^I + (M_g - 1) \times d_b \times \gamma_{II}^I + M_c \times c_{II}], \text{ де}$$

$$\gamma_{c1} = 1,3;$$

$\gamma_{c2} = 1,0$  – коефіцієнти умов роботи ґрунтової основи та умов роботи будівель і споруд у взаємодії з основою;

$k = 1,1$  – коефіцієнт надійності;

$$M_\gamma = 1,51;$$

$$M_g = 7,04;$$

$M_c = 9,08$  приймаємо від розрахункового значення кута внутрішнього тертя  $\phi_{II}$ ,

$$k_z = 1;$$

$b$  – ширина підшви фундаменту;

$\gamma_{II}$  – усереднене значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підшви фундаменту і дорівнюють:

$$\gamma_{II} = \frac{17,44 \times 1,4}{1,4} = 17,44 \text{ кН/м}^3$$

$\gamma_{II}^I$  – усереднене значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підшви фундаменту:

$$\gamma_{II}^I = \frac{\sum \gamma_i^I \times h_i}{\sum h_i} = \frac{14,5 \times 1,5 + 17,44 \times 0,3}{1,8} = 15 \text{ кН/м}^3$$

$d_1 = 0,5 \text{ м}$  – глибина закладання фундаментів.

$c_{II}$  – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунта, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту  $c_{II} = 2,8 \text{ кПа}$

$$R = \frac{1,3 \times 1}{1,1} \times (1,5 \times 1 \times 2,0 \times 17,44 + 7,04 \times 0,5 \times 15 + 9,08 \times 2,8) = 320 \text{ кПа}$$

Перевіряємо прийняті розміри підшви фундаменту. Повинні виконуватись наступні умови:



$$P_{сер} = \frac{G_{II} + N_{II}}{A} \leq R$$
 $G_{II}$  – розрахункова вага від ваги фундаменту, підрахована по прийнятним розмірам і ґрунту на його виступах:

$$G_{II} = A \times d \times \gamma_{\phi} \times \beta$$

$\gamma_{\phi}$  – питома вага фундаменту;  
 $\beta$  – коефіцієнт, що враховує різні значення питомої ваги бетону фундаменту і ґрунту.

Для з/б фундаментів  $\gamma_{\phi}\beta = 20 \text{ кН/м}^3$

$$G_{II} = 3,15 \times 1,3 \times 20 \times 1,2 = 136,08 \text{ кН}$$

$$P_{сер} = \frac{136,08 + 262,52}{3,15} = 117,01 \text{ Па} < 320 \text{ кПа}$$
 Умова виконується.

**4.6 Розрахунок арматури підшви фундаменту**

Площа перерізу робочої арматури  $A_{Si}$  в обох напрямках визначаємо з розрахунку на вигин консольного виступу плитної частини фундаменту:

$$A_{Si} = \frac{M_i}{0,9 \times h_i \times R_s}, \text{ де}$$

$M_i$  – згинальний момент у розглянутому перерізі консольного виступу;  
 $h_i$  – робоча висота перерізу від верху до центра арматури;  
 $R_s$  – розрахунковий опір арматури.

Для А400,  $R_s = 365 \text{ МПа}$ ;

У напрямку 1 (більшого розміру підшви)

$h_{01} = 300 - 35 = 265 \text{ мм}$  (35 мм – захисний шар бетону)

$$M_{11} = \frac{C_1^2 \times b}{6} \times (2P_{\max} + P_1) = \frac{0,3^2 \times 1,5}{6} \times (2 \times 116,4 + 64,64) = 6,69 \text{ кНм}$$

$$A_{S1} = \frac{6,69 \times 10^6}{365 \times 0,9 \times 265} = 76,85 \text{ мм}^2$$

$h_{02} = 600 - 35 = 565 \text{ мм}$

$$M_{f2} = \frac{C_2^2 \times b}{6} \times (2P_{\max} + P_2) = \frac{0,6^2 \times 1,5}{6} \times (2 \times 116,4 + 77,58) = 27,93 \text{ кНм}$$

$$A_{f2} = \frac{27,93 \times 10^6}{365 \times 0,9 \times 565} = 150,48 \text{ мм}^2$$

$$h_{03} = 1800 - 35 = 1765 \text{ мм}$$

$$M_{f3} = \frac{C_3^2 \times b}{6} \times (2P_{\max} + P_3) = \frac{0,6^2 \times 1,5}{6} \times (2 \times 116,4 + 109,93) = 69,28 \text{ кНм}$$

$$A_{f3} = \frac{69,28 \times 10^6}{365 \times 0,9 \times 1765} = 119,49 \text{ мм}^2$$

Приймаємо повздовжню арматуру  $\varnothing 12$  А400 із кроком 200мм. (див. рис.

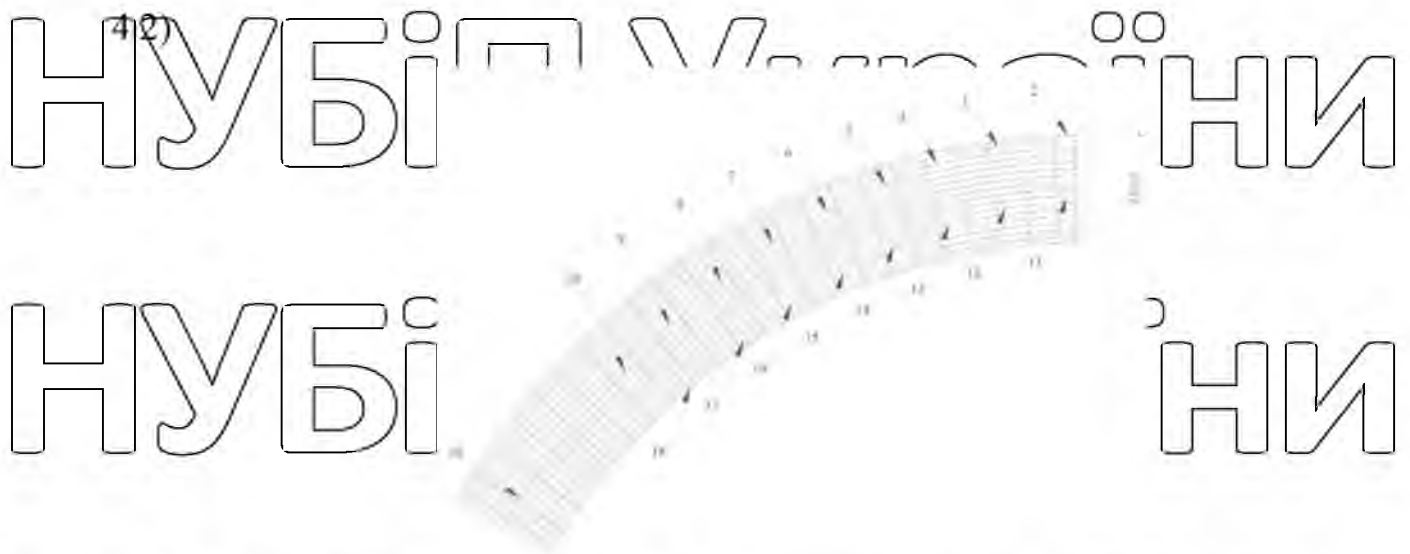


Рис. 4.2 Арматування фундаментів. Сітка С-1, сектор у  $60^\circ$

#### 4.7 Розрахунок осідання фундаменту

Додатковий вертикальний тиск на ґрунт нижче підшови фундаменту.

$$P_0 = P - \sigma_{z.g.o}, \text{ де}$$

$P_0$  — середній фактичний тиск під підшовою фундаменту

$$P = 94,87 \text{ кПа}$$

$\sigma_{z.g.o}$  — природний тиск в ґрунті на рівні підшови фундаменту від ваги ґрунту,

що залягає вище.

$$\sigma_{z.g.o} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h'_2 = 1,5 \times 14,5 + 0,3 \times 17,44 = 27,0 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 94,87 - 27 = 67,87 \text{ кПа}$$

Товщина шару, для якого визначається осідання

НУБІП УКРАЇНИ

Додатковий тиск на глибині  $Z_i$  від підшви фундаменту знаходимо за формулою:

$$h_i = \frac{\xi \times b}{2} = \frac{0,4 \times 1,5}{2} = 0,3 \text{ м}$$

$$\sigma_{z.g.i} = \alpha_i \times P_0$$

НУБІП УКРАЇНИ

Природний тиск в ґрунті на глибині  $Z_i$ :

$$\sigma_{z.g.i} = \sum \gamma_i \times h_i$$

Середній тиск у виділеному шарі ґрунту:

$$\sigma_{z.p.i \text{ сep.}} = (\sigma_{z.p.i-1} + \sigma_{z.p.i})/2$$

НУБІП УКРАЇНИ

Осідання кожного шару:

$$S_i = (\beta \times \sigma_{z.p.i \text{ сep.}} \times h_i) / E_i$$

$\beta = 0,8$  – коефіцієнт, що коректує спрощену схему розрахунку.

Осідання основи фундаменту знаходимо сумуванням осідання кожного шару, але вона не повинна перевищувати гранично допустиме осідання споруди:

НУБІП УКРАЇНИ

$$S = \sum S_i \leq S_U$$

Згідно нормативних значень  $S_U = 12 \text{ см}$ .

Глибина товщі основи, що стискається  $Z$  обмежується умовою:

$$\sigma_{z.g.i} < 0,2 \sigma_{z.g.i}$$

НУБІП УКРАЇНИ

Розрахунок осідання фундаменту ведемо в табличній формі (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Розрахунок осідання фундаменту**

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Номер точки	Z, м	$\xi = \frac{2 \times Z}{b}$	$\alpha$	$\sigma_{z, p, i}$ , кПа	$\sigma_{z, g, i}$ , кПа	$\sigma_{z, p, g, i}$ , кПа	$h_i$ , м	$E_i \times 10^2$ , кПа	$S_i \times 10^{-2}$ , м	Відмітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0,1	67,87	27,0		0,3	320		-1,8
1	0,3	0,4	0,976	66,24	32,23	59,94	0,3	320	0,045	-2,1
2	0,6	0,8	0,862	58,50	37,46	55,76	0,3	320	0,042	-2,4
3	0,9	1,2	0,724	49,14	42,69	48,12	0,3	320	0,036	-2,7
4	1,2	1,6	0,589	39,98	47,92	39,83	0,3	320	0,030	-3,0
5	1,5	2,0	0,477	32,37	53,15	32,34	0,3	320	0,024	-3,3
6	1,8	2,4	0,389	26,40	58,38	26,27	0,3	320	0,020	-3,6
7	2,1	2,8	0,319	21,65	63,61	21,48	0,3	320	0,016	-3,9
8	2,4	3,2	0,265	17,99	68,33	17,71	0,3	320	0,013	-4,2
9	2,7	3,6	0,223	15,14	73,52	14,81	0,3	320	0,011	-4,5
10	3,0	4,0	0,189	12,83	78,72	12,50	0,3	320	0,009	-4,8
$\sum S_i = 0,25 \times 10^{-2} \text{ м} = 0,25 \text{ см} < S_U = 12 \text{ см}$										
11	3,3	4,4	0,162	10,99			0,3		0,009	

Нижня границя товщі, що стискається знаходиться на горизонтальній площині, що проходить через 10 точку, де виконується умова:

$$\sigma_{z, g, i} = 12,83 < 0,2 \sigma_{z, p, i} = 0,2 \times 79,22 = 15,84 \text{ кПа}$$

Потужність товщі, що стискається складає 3,0 м

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## 5. ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖА КОЛОН

### 5.1. Загальні відомості

Сучасне будівельне виробництво пов'язано з значним обсягів робіт, які виконують за певними операціями та процесами у строгій послідовності їх виконання. У процесі зведення промислових будівель виконуються різні монтажні роботи зі встановлення збірних будівельних конструкцій та деталей у проектне положення. За умов інтенсивної індустріалізації будівництва монтаж будівельних конструкцій є основним технологічним процесом, в якому використовуються заздалегідь виготовлені елементи та вузли.

### 5.2. Організація монтажних процесів

Монтажні роботи – це комплексний процес механізованого зведення об'єктів з елементів заводського виготовлення. Розрізняють кілька методів монтажу.

Залежно від ступеня укрупнення: дрібноелементний, поелементний, блоковий, спорудами у складеному вигляді.

Залежно від послідовності встановлення конструкцій та суміщення монтажу з технологічно суміжними роботами: диференційний – послідовне встановлення однотипних конструкцій у межах ділянки, чи захватки; комплексний – послідовний монтаж різнотипних конструкцій у межах однієї чи кількох ділянок; комбінований – поєднання двох попередніх.

Залежно від технологічних особливостей і конструктивних характеристик об'єкта:

- нарощування – послідовне складання конструкцій знизу вгору;
- підрощування – монтаж ведуть у такій послідовності, спочатку на нульовій позначці складають найвищий ярус споруди, піднімають його і підводять під нього наступний, з'єднують з попереднім і піднімають уже разом.

У процесі піднімання зі складними переміщеннями у просторі конструкцію піднімають, переміщують краном у горизонтальному напрямку та опускають у проектне положення. Цей метод широко застосовують у процесі зведення

промислових і цивільних споруд із залізобетонних, металевих і дерев'яних конструкцій.

Під час повороту конструкцію нижнім кінцем обпирають на фундамент або з'єднують із ним. Піднімання відбувається за рахунок повороту відносно грані опори чи шарніра, який встановлено на ній. Цей метод застосовують для монтажу колон, димових труб, радіощогл, опор ліній електропередач.

Під час повороту з ковзанням конструкцію укладають верхнім кінцем до опори, а нижній закріплюють на спеціальному візку. Водночас із підніманням верхнього кінця конструкції візок з нижнім кінцем переміщується в напрямку до опори доти, доки конструкцію не буде встановлено в проектне положення.

Насування використовують для встановлення на опори конструкцій, які складено на майданчику. Горизонтальне переміщення конструкцій виконують по спеціальних доріжках, коліях або напрямних на рівні проектного положення конструкції. Цей метод застосовують для встановлення кроквяних ферм, укрупнених блоків покриттів, реконструкції споруд, коли стару споруду демонтують, а на її місце насувають нову.

До монтажу конструкцій та допоміжних робіт слід допускати робочих після проходження з ними ввідного інструктажу, в процесі якого їх знайомлять з основними правилами безпечного ведення робіт з урахуванням специфічних особливостей даної будівлі. До монтажних і зварювальних робіт на висоті слід допускати монтажників і зварювальників-верхолазів, які мають довідку про медичне засвідчення, яке вони проходять 2 рази на рік. До верхолазних робіт допускати монтажників, що мають розряд не нижче 4-го та стаж не менш одного року. Всі робочі, що приймають участь у монтажних роботах повинні носити каски, які запобігають травмуванню при падінні предметів з верхніх монтажних горизонтів; під час роботи на висоті вони повинні надівати спеціальні пояси, якими прикріплюються до міцно встановлених конструкцій. При переході від одного вузла до другого робочі прикріплюють карабін спеціального поясу до натягнутого страховочного сталевго канату. На будівельному майданчику та на будівлі, що монтується, передбачені попереджувальні надписи, виділені

небезпечні зони, загороджені прийоми, а робочі місця при веденні робіт у вечірній та нічний час – достатньо освітлені (не менше 30 лк).

Монтажний кран повинно встановити на надійну та ретельно вивірену основу. Кожний кран повинен бути обладнаний автоматичним пристроєм для обмеження вантажопідйомності, а його сталеві канати слід періодично перевіряти. Згідно діючим нормам стропа, захвати та інші такелажні пристрої слід періодично випробувати та при необхідності вибраковувати. Перед початком роботи та в процесі монтажу такелажні пристрої випробовують подвоєним навантаженням. Під час підйому вантажі беруть на відтяжку, що

виключає можливість їхнього розгойдування. Однак безпосередньо вантаж потрібно піднімати та опускати в строго вертикальному положенні. Перед підйомом треба перевіряти надійність петель для стропування вантажу.

Заборонено під час перерви залишати вантаж у піднятому стані. При вітрі більше 6 балів слід припиняти монтажні роботи, зв'язані з використанням крану, а також роботи на висоті та у відкритому місці. Конструкції, що монтуються, під час сильного вітру (але не більше 6 балів) слід утримувати від розгойдування та обертання за допомогою відтяжок. При вітрі більше 5 балів припинити монтаж елементів, які мають велику парусність (глухі стінові панелі, листові металеві

конструкції тощо). Заборонено вести зварювальні роботи під дощем, під час грози, сильного снігопаду та вітру (більш 5 м/с). Зварювальник повинен працювати в спецодязі та з монтажним поясом. При нанесенні протикорозійних покриттів робочі повинні одягати відповідний спецодяг, окуляри з кольоровим склом і респіратор.

### 5.3. Структура процесу монтажу конструкцій колон

Структура процесу монтажу будівельних конструкцій складається з транспортних, підготовчих і монтажних процесів.

**Транспортні процеси:** - доставлення конструкцій на об'єкт;  
- розвантаження, сортування, складування;

НУБІП України - перевірка відповідності якості, розмірів та маркування;

- облік комплектності.

**Підготовчі процеси:** - укрупнення монтажних вузлів (за потреби);

- розкладання конструктивних елементів по ділянкам;

НУБІП України - тимчасове посилення конструкцій (за потреби);

- облаштування конструкцій;

- перевірка і приймання монтажу попередніх конструкцій;

- очищення місць монтажу конструкцій і т.п..

НУБІП України **Монтажні процеси:** - розмітка місць установлення кондукторів, рихтувань;

- стропування конструкцій;

- подача конструкцій до місця монтажу;

- встановлення, вивірення та тимчасове закріплення;

НУБІП України - зняття стропів;

- остаточне вивірення та позакріплення конструкції;

- зняття тимчасового закріплення.

#### 5.4. Технологія монтажних процесів

До початку монтажного процесу потрібно підготувати місце, де виконуватиметься цей процес. Оскільки комплексний монтаж пов'язаний із використанням відповідних пристосувань (кондукторів, струбцин, підкосів, розчалок, драбин) та інструментів, потрібно, щоб до початку робіт вони були на робочому місці.

Безпосередньо перед подачею конструкції на монтаж, готують місце монтажу. Це місці очищують від бруду та сміття, на опорні конструкції наносять розбивочні риси, в разі потреби зволожують, улаштовують постіль із розчину та інше. Місце монтажу конструкції повинно бути міцним, суцільним, без тріщин. Подальший процес це стропування конструкції. Подача конструкції до місця монтажу полягає в тому, що такелажник надійно закріплює її з допомогою



монтажних засобів (стропів, струбцин, захватів, траверс та інших) у даному випадку захоплюючим пристроєм (рис. 5.1)

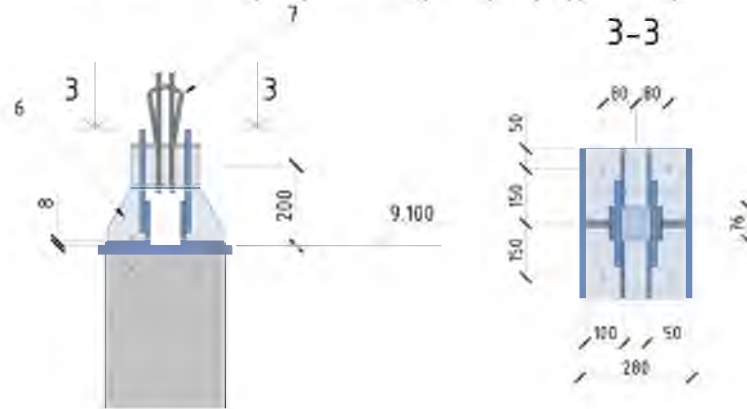


Рис. 5.1. Захоплюючий пристрій для монтажу колон

Усі сигнали стосовно подачі конструкції під час стропування, піднімання та переміщення подає тільки такелажник. А під час приймання конструкції на місце монтажу сигнали на робочому місці подає бригадир, ланковий чи спеціально призначений сигнальник. Після установлення конструкцію слід вивірити (геодезичними, мірними приладами, шаблонами тощо), тобто надати конструкції що монтується проектне положення. За методом вільного монтажу



змонтовану конструкцію вивіряють за допомогою самих монтажних пристроїв і підкосів, струбцин, кондукторів, домкратів (рис. 5.2).

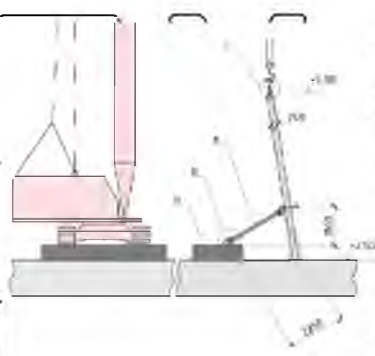


Рис. 5.2. Встановлення колони та її вивірка відповідно проектного положення

Після надання конструкції проектного положення її тимчасово розкріпляють відповідними пристроями. Надання змонтованій конструкції проектного положення та її тимчасове закріплення – це основні операції, які виконують монтажники (рис. 5.3).

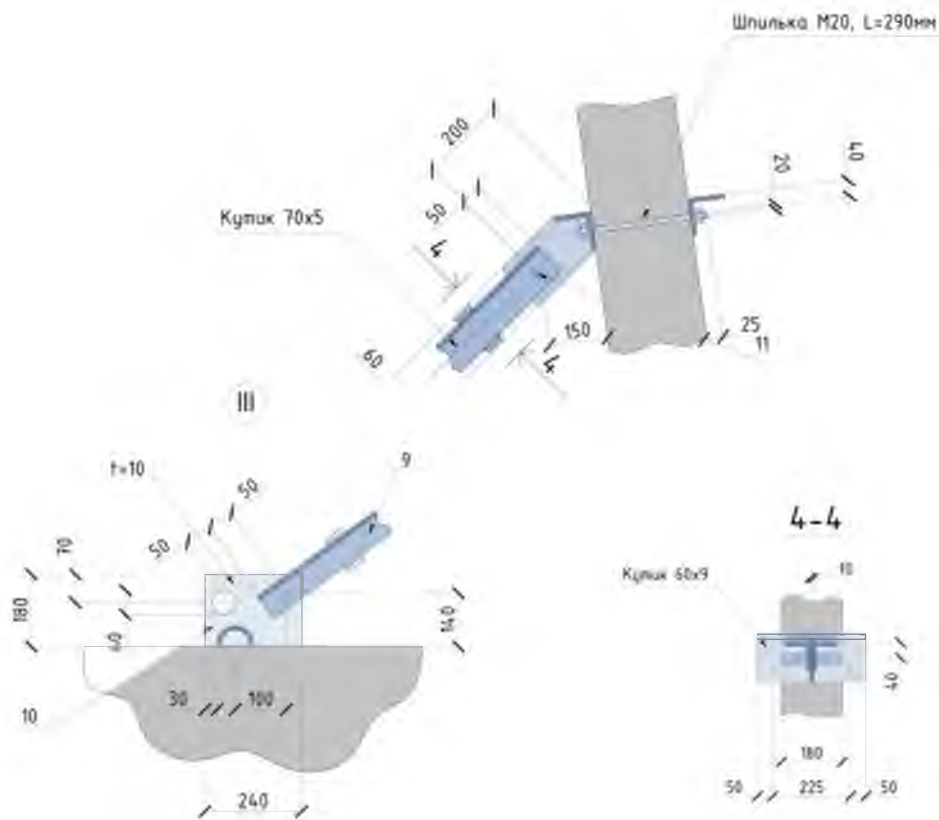


Рис. 5.3. Тимчасове закріплення колон

Після тимчасового закріплення конструкції її звільнюють від захоплювачів.

Остаточне вивірення полягає у перевірці відповідності положення змонтованої конструкції проектним позначкам. Це одна із найвідповідальніших операцій, яка визначає якість монтажу.

Постійне закріплення залежить від матеріалу, з якого виготовлені конструкції, виду їх з'єднання та конструктивні рішення стиків та вузлів.

Постійне закріплення залізобетонних конструкцій у стиках може бути:

- монолітним на випусках арматури;

- монолітним безарматурним;
- зварним на закладних деталях.

Тип стику чи вузлового з'єднання визначає технологію та послідовність виконання постійного закріплення. Тільки після постійного закріплення дозволяється знімати тимчасові монтажні пристрої.

В обов'язковому порядку виконуються роботи по Антикоровійному захисту зварних з'єднань методом нанесенням на металеві деталі полімерних або комбінованих лако-фарбових покриттів. Захист здійснюють двічі: перший – на заводі під час застосування закладних деталей, другий – на будівництві після монтажу та накладання зварних швів.

Замонолічування стиків та швів розчином чи бетонною сумішшю виконують після приймання зварних з'єднань і нанесення антикорозійного покриття. На дані роботи в обов'язковому порядку складається відповідні акти на приховані роботи.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### 6.1. Розбивка об'єкта на яруси (ділянки)

Виробництво підготовчих та основних будівельних робіт проводиться в один будівельний сезон.

Виробництво робіт основного та підготовчого періоду передбачається здійснювати потоковим способом з максимально можливим використанням машин та механізмів. Будівельні роботи передбачається здійснювати без перерви у льотній період з урахуванням додаткового розгортання та завантаження виробничих площ (складів, стоянок адміністративних та господарських приміщень).

Для забезпечення потокового характеру ведення робіт на об'єкті передбачається розбиття робіт на ділянки таким чином, що проєктуються такі яруси робіт (ділянок). Схему розбивки по ярусах будівлі, див. рис. 6.1.

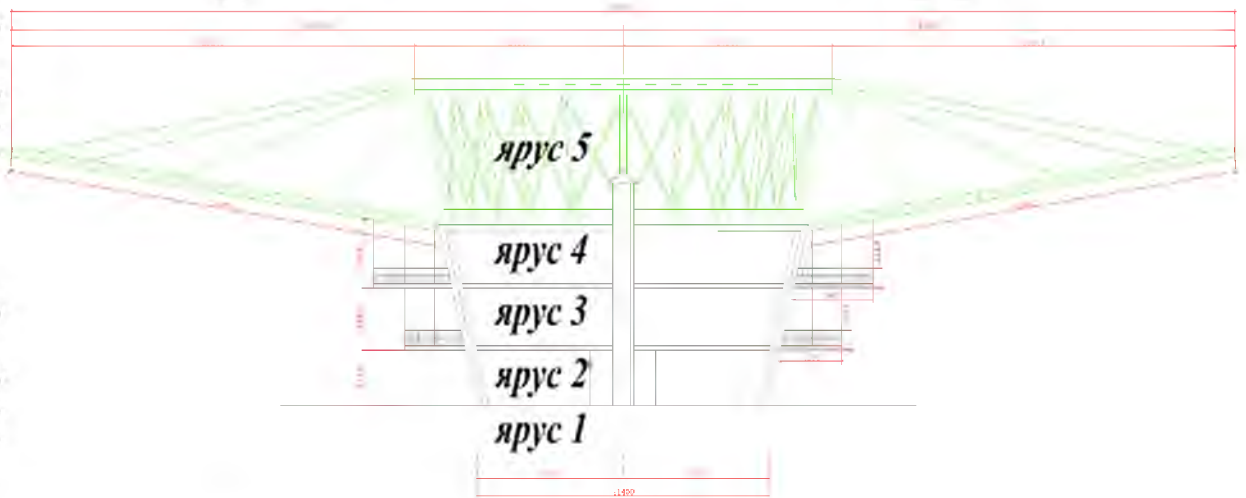


Рис. 6.1. Схема розбивки будівлі по ярусам

**ярус 1** - влаштування фундаментів будівлі робіт нульового циклу на ділянці площею 642,0 м<sup>2</sup>;

**ярус 2** - влаштування несучих і огорожувальних конструкцій, інженерних мереж і обладнання 1 поверху будівлі на площі 615,0 м<sup>2</sup>;

**ярус 3** - влаштування несучих і огорожувальних конструкцій, інженерних мереж і обладнання 2 поверху будівлі на площі 615,0 м<sup>2</sup>;

ярус 4 - влаштування несучих і огорожувальних конструкцій, інженерних мережі обладнання 3 поверху будівлі на площі 615,0 м<sup>2</sup>;

ярус 5 - влаштування несучих і огорожувальних конструкцій покриття будівлі на площі 5914,0 м<sup>2</sup>.

## 6.2. Відомість об'ємів робіт

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Формула підрахунку	Об'єм робіт
<b><u>Підготовчий період</u></b>				
	Винос проєкта в натуру	шт.	1	1
	Розборка існуючих конструкцій	1000 м <sup>2</sup>	3,6	3,6
	Перекладка інженерних комунікацій	100 п.м.	60/100	0,6
	Влаштування тимчасових будівель і споруд	м <sup>2</sup>	30	30
	Влаштування тимчасового водопроводу	100 п.м.	120/100	1,2
	Влаштування тимчасового ел. забезпечення	100 п.м.	120/100	1,2
	Влаштування тимчасової слаботочної мережі	100 п.м.	120/100	1,2
	Влаштування тимчасового огороження ділянки	п.м.	200	200
<b><u>Основний період</u></b>				
	Разбивочні роботи	шт.	1	1
	Розробка ґрунта в ямах під фундаменти та вивіз зайвого ґрунта ділянка 1	100 м <sup>3</sup>	538/100	5,38
	Зачистка дна котловану вручну ділянка 1	м <sup>3</sup>	38	38
	Установка опалубки під монолітні фундаменти ділянка 1	м <sup>2</sup>	26,8	26,8

3	Установка арматурних сіток в опалубку	т	2,25	2,25
4	Укладка бетонної суміші з пошаровим ущільненням бетону	м <sup>3</sup>	17,43	7,43
5	Догляд за бетонною сумішшю	м <sup>2</sup>	12,13	2,13
6	Демонтаж щитів опалубки	м <sup>2</sup>	206,8	06,8
7	Влаштування гідроізоляції фундаментів	100м	12,13	2,13
8	Засипка ям фундаментів з послідовним ущільненням ґрунту	100м	124/100	24
9	Влаштування вводів зовнішніх комунікацій	шт.	6	6
0	Влаштування монолітного стінового огороження	100м	98,14	8,14
1	Монтаж металевих опорних кілець	т	98,14	8,14
2	Натягування вантових канатів з використанням динамометра	шт.	31	1
3	Влаштування тимчасових опор для блоків покриття	шт.	36	6
4	Очистка, оґрунтовка, окраска блоків покриття	шт.	18	8

5	ділянка 5 Монтаж окраска блоків покриття ділянка 5	шт.	36	3 6 3 6
6	Демонтаж тимчасових опор для блоків покриття	шт.		
7	ділянка 5 Монтаж збірник з/б плит покриття ділянка 5	шт.	216	1 8 2 16
8	Влаштування пароізоляції із одного шару рубероїду	100 м <sup>2</sup>		
9	ділянка 5 Влаштування утеплення з плит пенопласта	100 м <sup>2</sup>	5914/100	5 9,14
	ділянка 5		5914/100	5 9,14
0	Влаштування рулонної покрівлі 3 шари	100 м <sup>2</sup>		
	ділянка 5		5914/100	5 9,14
1	Улаштування захисного шару із гравія, втопленого в мастику	100 м <sup>2</sup>		
	ділянка 5		5914/100	5 9,14
2	Влаштування винтових сходів	т		
	ділянка 2		1,15	1, 15
	ділянка 3		1,15	1, 15
	участок 4		1,15	1, 15
3	Влаштування металевих підвесних балконів	т		
	ділянка 2		0,76	0, 76
	ділянка 3		0,76	0, 76
	ділянка 4		0,76	0, 76
4	Заповнення дверних прорізів	м <sup>2</sup>		
	ділянка 2		12,6	1 2,6

5	ділянка 3 ділянка 4 Заповнення віконних прорізів	12,6 12,6	2,6 2,6	1
6	ділянка 2 ділянка 3 ділянка 4 Влаштування внутрішніх перегородок	26,35 26,35 26,35	6,35 6,35 6,35	2
7	ділянка 2 ділянка 3 ділянка 4 Влаштування внутрішньої каналізації	56,0/100 56,0/100 56,0/100	0,56 0,56 0,56	0
8	ділянка 2 ділянка 3 ділянка 4 Влаштування внутрішньої каналізації	30 30 30	0 0 0	3
9	ділянка 2 ділянка 3 участок 4 Влаштування теплозабезпечення	30 30 30	0 0 0	3
0	ділянка 2 ділянка 3 ділянка 4 Влаштування вентиляції	25 25 25	5 5 5	2
	ділянка 2 ділянка 3	50 50	0 0	5



1	ділянка 4	Влаштування електромережі для освітлення	п.м.	30	5
	ділянка 2			200	00
	ділянка 3			200	00
2	ділянка 4	Влаштування слаботочної мережі	п.м.	200	2
	ділянка 2			220	20
	ділянка 3			220	20
3	ділянка 4	Влаштування основи підлоги	100 м <sup>2</sup>	220	2
	ділянка 2			205/100	05
	ділянка 3			205/100	05
3	ділянка 4	Влаштування покриття підлоги із лінолеума	100 м <sup>2</sup>	205/100	2
	ділянка 2			82/100	0,
	ділянка 3			82/100	82
4	ділянка 4	Влаштування покриття підлоги з плитки	100 м <sup>2</sup>	82/100	0,
	ділянка 2			123/100	23
	ділянка 3			123/100	23
5	участок 4	Обшивка поверхонь гіпсокартоном	100 м <sup>2</sup>	123/100	1,
	ділянка 2			140/100	40
	ділянка 3			140/100	40
	ділянка 4			140/100	40

6	Влаштування підвісної стелі	100	00	
	ділянка 2	м <sup>2</sup>	205/100	2,05
	ділянка 3		205/100	2,05
	ділянка к 4		205/100	2,05
7	Оклеювання поверхонь декоративною плінкою	100	00	
	ділянка 2	м <sup>2</sup>	24/100	24,00
	ділянка 3		24/100	24,00
	ділянка 4		24/100	24,00
8	Лицювання поверхонь плиткою	100	00	
	ділянка 2	м <sup>2</sup>	8/100	8,00
	ділянка 3		8/100	8,00
	ділянка 4		8/100	8,00
9	Малярна окраска поверхонь	100	00	
	ділянка 2	м <sup>2</sup>	5/100	5,00
	ділянка 3		5/100	5,00
	ділянка 4		5/100	5,00
0	Зовнішнє оздоблення фасада	100	118/100	1,18
	Очистка території будівництва від сміття	1000	36	3,6
1		м <sup>2</sup>		6

### 6.3. Основний склад робіт

Основний склад робіт на будівельному майданчику поділяється:

I. Підготовчі роботи.

II. Земляні роботи.

III. Влаштування несучих і огорожувальних конструкцій.

IV. Влаштування внутрішніх інженерних мереж і приладів.

V. Внутрішнє оздоблення.

VI. Влаштування технологічного обладнання.

### **Підготовчі роботи.**

Склад та обсяг робіт, пов'язаних із освоєнням території, залежить від району будівництва та обраної площі під аеродромну територію. Роботи з освоєння території виконують у підготовчий період обсягах, що забезпечують нормальний розвиток основних видів робіт.

У підготовчий період передбачається проведення таких видів робіт:

- Винесення проекту в натуру;
- будову тимчасових будівель та споруд;
- будову тимчасового водопроводу;
- будову тимчасового електропостачання;
- Влаштування тимчасової слаботочної мережі;
- Влаштування тимчасового огороження.

Винесення проекту в натуру полягає у винесенні на місцевість проектних рішень, пов'язаних з плановим та висотним розташуванням елементів аеродрому та прив'язка останніх до існуючої геодезичної мережі з використанням максимально можливої кількості реперів.

Тимчасове ел. постачання, необхідне для охоронного освітлення території будмістечка, освітлення тимчасових БС, забезпечення необхідних технологічних процесів подається до місць споживання повітряними підводками, розташованими на щоглах заввишки 2,8 м.

Пристрій тимчасового огороження здійснюється зі стандартних щитів завдовжки 2,6 м і висотою 2,0 м по периметру будмістечка. При влаштуванні тимчасового огороження передбачають місця для влаштування в'їзних та виїзних воріт, які виконуються двостулковими зі стандартних секцій, що відкриваються всередину майданчика.

Для виконання будівельних робіт, на будівельний майданчик підводяться такі тимчасові мережі комунікацій:

- а) Електрична мережа.

Електрозабезпечення будівельного майданчика здійснюється від існуючих електромереж.

б) Водопровід.

Водопостачання будівельного майданчика здійснюється від водопровідної мережі аеропорту. Так як будівництво об'єкта проводиться і в зимовий період, тимчасовий водопровід по всій довжині заглиблюється в землю на глибину, що перевищує глибину промерзання, з попередньою гідроізоляцією.

**Роботи основного періоду.** Виробництво робіт основного періоду включає роботи пов'язані зі зведенням каркасу будівлі, улаштуванням підлог, улаштуванням покрівлі, введенням в будівлю комунікацій і встановленням арматури, обробки внутрішніх і зовнішніх поверхонь огорожувальних конструкцій.

Початок основного періоду пов'язаний із виконанням розбивочними роботами. На територію виносяться осі фундаментів та розміри котлованів під них, визначаються точні місця введення зовнішніх комунікацій: опалення, внутрішнього водопроводу, каналізації.

**Земляні роботи.** Земляні роботи розпочинають перелік робіт нульового циклу. Виробляється риття ям під окремі фундаменти. Роботи виробляються механізованим способом із застосуванням екскаватора обладнаного зворотною лопатою, із завантаженням зайвого ґрунту в самоскиди та вивезенням за межі будівництва в кар'єр. Розробка ям виконуються з недобором ґрунту на 10-20см від проектної позначки та подальшою доробкою ґрунту вручну.

При влаштуванні монолітних фундаментів спочатку на вирівняне дно ям укладаються бетонні прокладки, на які згодом розкладають арматурні сітки. Після цього проводиться установка опалубочних щитів і укладання бетонної суміші, з обов'язковим ущільненням бетону глибинними вібраторами. Завершує роботи з влаштування монолітних фундаментів догляд за бетоном із подальшим демонтажем опалубочних щитів.

Засипання ям котлованів і траншей, з пошаровим ущільненням ґрунту, виконується після повного бетонування гідроізоляційного шару. У місяцях введення

зовнішніх комунікацій влаштовуються залізобетонні П-подібні футляри, що дозволяють згодом пропустити крізь себе трубопроводи комунікацій.

Роботи нульового циклу завершуються влаштуванням вводів зовнішніх комунікацій у будівлю.

**Влаштування несучих і огорожувальних конструкцій.** Під час виконання монтажних робіт для кожного збірного елемента виконується наступний порядок дій:

- підготовка елемента до монтажу (очищення від бруду, стропування)
- встановлення елемента в проектне положення та тимчасове закріплення;
- вивіряння положення та виправлення відхилень монтованого елемента;
- остаточне закріплення елемента та закладення стиків (зварювання або замоноличування розчином).

Монтаж блоків покриття провадиться бригадою монтажників у складі 5 осіб. Як підйомний засіб використовується кран. Кран рухається по колу навколо будівлі таким чином, що з однієї стоянки провадиться монтаж одного блоку покриття, який перед монтажем укрупнюється на спеціальному полігоні. Після встановлення блоку на опори, він тимчасово закріплюється розчалками, після чого вивіряється його проектне положення (відхилення по висоті та по горизонталі) та провадиться остаточне кріплення.

**Оздоблювальні роботи.** Оздоблювальні роботи включають:

- а) влаштування покрівлі
  - 1) укладання шару пароізоляції;
  - 2) укладання шару теплоізоляції;
  - 3) влаштування покрівлі з рулонних матеріалів у 3 шари;
- в) внутрішнє оздоблення будівлі;
- г) зовнішнє оздоблення будівлі;

Рулони руберойду попередньо розкочують і перевіряють цілісність полотна, очищають від бруду. На поверхні плит покриття розливається гарячий бітум, на який відразу ж розгортається шар руберойду. Ширина розливу бітуму повинна відповідати ширині смуги руберойду, що розкочується. Ця умова має

виконуватися для забезпечення належного зчеплення пароізоляційного шару із плитами покриттів. Рулонний матеріал, що розкочується, притискається до бітуму ручними гладковальцевими котками.

На поверхню влаштованого шару пароізоляції укладається шар плит з пінопласту, що виконує роль теплоізоляційного шару.

На спланований шар утеплювача укладається шар пергаменту для запобігання проникненню вологи в теплоізоляційний шар. Заключним етапом у роботах з влаштування покрівлі є влаштування водоізоляційного килима.

Водоізоляційний килим влаштовується вручну. Спочатку на очищеній цементно-піщаній поверхні проводиться розмітка планованого розкочування рулонного матеріалу. Потім на поверхню стяжки наноситься шар гарячого бітуму БНД80, і поверх нього одночасно розкочується перший шар руберойду. Другий і третій шар водоізоляційного килима влаштовується після закінчення першого шару руберойду на всій ділянці.

Після закінчення цих робіт, проводиться заповнення дверних і віконних отворів відповідно до умов проекту.

**Спеціальний цикл робіт.** Спеціальний цикл робіт включає комплекс робіт з влаштування трубопроводів внутрішніх мереж: водопроводу, каналізації, теплопостачання, влаштування повітроводів систем вентиляції та кондиціонування, прокладання електричних мереж, з одночасною установкою монтажної арматури та приладів.

Оздоблювальні роботи всередині будівлі проводяться після закінчення робіт спеціального циклу і складаються із фарбування металевих поверхонь масляними складами.

По закінченню будівельних робіт з території будівництва проводиться вивіз будівельного сміття.

Заключною стадією будівництва є здавання об'єкта в експлуатацію, на цьому етапі комісія у складі:

- а) представника замовника;
- б) представника будівельної організації;

- в) представників підрядних організацій;
- г) інспектора пожежної охорони;
- д) представника місцевих органів управління;

е) інспектора санепідемстанції; проводить остаточний огляд будівлі, перевіряється ряд документів та підписується акт приймання об'єкта в експлуатацію.

#### 6.4. Проектування будгенплану

Розрахунок елементів будгенплану виробляється виходячи з розрахованого максимального числа робочих, взятого з графіка зміни чисельності робочих. Саме на цю кількість проектується тимчасові приміщення виробничого, адміністративного та господарсько-побутового призначення.

Для забезпечення будівельного та адміністративного персоналу необхідною номенклатурою тимчасових приміщень проектується тимчасове будівельне містечко, де будуть розміщені всі необхідні приміщення.

Виробництво робіт основного та підготовчого періоду здійснюється на території в межах наявного кордону.

Відомість трудомісткості робіт

Шифр П.Е.НІР	Найменування робіт	Об'єм р. обіт вим.	Норма часу, л год-год ма ш-год	Трудомісткість на		Трудомісткість на весь об'єм
				юд-год	маш-год	
2	3	5	6	7	8	9
<b>Підготовчий період</b>						
У.П.	Винос проекта в натуру	т. 1	16,8	1	6,8	-
У.П.	Розборка існуючих конструкцій	м. 3	94,8	1	15,8	3

00	0	0,5	46	0,5	0,82	2,8	2,8	3	
п.м.	,6	46	82	0,82	2,8	2,8			
П	У	Перекладка інженерних комунікацій	00	0	0,5	46	0,5	0,82	
П	У	Влаштування тимчасових будівель і споруд	2	3	0,3	44	0,3	344	
П	У	Влаштування тимчасового водопроводу	00	1	16,	100	100	5,6	
п.м.	,2	4	6,4	5,6					
П	У	Влаштування тимчасового ел. забезпечення	00	1	18,	5	8,5	4,0	
п.м.	,2	5	8,5	4,0					
П	У	Влаштування тимчасової мережі	00	1	16	1	682	7,2	
п.м.	,2	82	682	7,2					
П	У	Влаштування тимчасової огорожі ділянки	00	2	0,1	14	14	4,4	
п.м.	,00	14	14	4,4					
<i>Основний період</i>									
П	У	Разбивочні роботи	т.	1	16,	1	6,8	6,8	
п.	т.	8	6,8	6,8					
0	2-1-11	Розробка ґрунту в ямах під фундаменти з вивозом зайвого ґрунту ділянка 1	00	5	4,2	4,2	4,2	5,7	
м		4,2	4,2	5,7	5,7				
1	2-1-52	Зачистка дна ям вручну ділянка 1	3	3	0,1	8	18	2,2	
		8	18	2,2					
2	4-1-27	Установка опалубки під монолітні фундаменти ділянка 1	2	2	0,1	3	13	6,9	
		6,8	13	6,9					
3	4-1-33	Установка арматурних сіток в опалубку ділянка 1	2	2	8,1	8,1	14	7,4	
		25	14	7,4					
4	4-1-41	Укладка бетонної суміші з ущільненням бетону пошаровим ділянка 1	3	3	0,7	5	75	1,2	
		7,4	75	1,2					



5	4-1-42	Е	Догляд за бетонною сумішшю ділянка 1	2	0,1	18	0,0	1,2	-
6	4-1-27	Е	Демонтаж щитів опалубки ділянка 1	2	0,0	0,0	0,0	8,6	-
7	3-2	Е	Влаштування гідроізоляції фундаментів ділянка 1	1	14,6	4,6	8,0	-	-
8	2-1-58	Е	Засипка ям фундаментів з послідуочим ущільненням ґрунту ділянка 1	1	2,8	80	2,0	1,9	-
9	П	У	Влаштування вводів зовнішніх комунікацій ділянка 1	т.	48,1	4	8,1	288,6	-
0	4-2-13	Е	Влаштування монолітного стінового огороження ділянка 2	9	2,7	2,75	271,2	-	-
			ділянка 3	9	8,1		271,2	-	-
			ділянка 4	9	8,1		271,2	-	-
1	5-1-6	Е	Монтаж металевого опорного кільця ділянка 5	3	8,7	1,5	8,6	8,1	1
2	П	У	Натягування вантових канатів з використанням динамометра ділянка 5	т.	5,6	65	88,3	0,76	0,56
3	П	У	Влаштування тимчасових опор для блоків покриття	т.	32,4	8,6	2,4	0,6	-

4	11-37	ділянка 5 Очистка, огрунтовка, окраска блоків покриття	т.	8	1	2,3	2,36	618,4	170,8
		ділянка 5		6	3			108,6	-
5	5-1-6	Монтаж блоків покриття	т.	6	3	26, 76	4,4	2,5	
		ділянка 5		6	3	6,76		267,6	4,6
6	П	Демонтаж тимчасових опор для блоків покриття	т.			22, 4	2	6	
		ділянка 5				5,6	2,4		
7	4-1-6	Монтаж збірних з/б плит покриття	т.	8	1	6,4	6	420,4	100,8
		ділянка 5			2	1,6	4	880,4	324,8
8	7-16	Влаштування пароізоляції з одного шару руберойд	00 м <sup>2</sup>	9,1	5	8,0	0	448,6	
		ділянка 5							
9	7-14	Влаштування теплоізоляції	00 м <sup>2</sup>			12, 0	1	2,0	
		ділянка 5		9,1	5			786,4	-
0	7-1	Влаштування рулонної покрівлі 3шари	00 м <sup>2</sup>			14, 0	1	4,0	
		ділянка 5		9,1	5			868,9	-
1	7-16	Влаштування захисного шару з гравія, втопленого в мастику	00 м <sup>2</sup>			4,0	4,		
		ділянка 5		9,1	5			224,1	-
2	П	Влаштування гвинтових сходів				22, 36	2	2,36	
		ділянка 2			1			28,44	-
		ділянка 3			1			28,44	-

3	E	ділянка 4	1	15			28,44	-
		Влаштування металевих підвісних балкових	4	42	4	4	6	
		ділянка 2	0	,76			6,4	,8
4	E	ділянка 3	0	,76			6,4	,8
		ділянка 4	0	,76			6,4	,8
		Заповнення дверних прорізів	2	3,2	5	3,	25	
		ділянка 2	1	2,6			38,34	-
5	E	ділянка 3	1	2,6			38,34	-
		ділянка 4	1	2,6			38,34	-
		Заповнення віконних прорізів	2		1,2	2		
		ділянка 2	2	6,3			0,66	-
6	E	ділянка 2	2	6,3			30,66	-
		ділянка 4	2	6,3			30,66	-
		Влаштування внутрішніх перегородок	00 м <sup>2</sup>		24,2	2		
		ділянка 2	0	,56			12,34	-
7	U	ділянка 3	0	,56			12,34	-
		ділянка 4	0	,56			12,34	-
		Влаштування внутрішньої каналізації	м.		5	1,2	25	1,
		ділянка 2	3	0			32,85	-
		ділянка 3	3	0			32,85	-
		ділянка 4	3	0			32,85	-
8	U	Влаштування внутрішньої каналізації	м.		1,3	1,	38	
		ділянка 2	3	0			36,19	-

		ділянка 3	3			36,19	-
		ділянка 4	3			36,19	-
9	П	Влаштування теплозабезпечення	.м.	3,6	6		
		ділянка 2	2			78,56	-
		ділянка 3	2			78,56	-
		ділянка 4	2			78,56	-
0	П	Влаштування вентиляції	.м.	0,6	0,68		
		ділянка 2	5			31,05	-
		ділянка 3	5			31,05	-
		ділянка 4	5			31,05	-
1	П	Влаштування електромережі освітлення	.м.	0,4	0,45		
		ділянка 2	2			90,84	-
		ділянка 3	2			90,84	-
		ділянка 4	2			90,84	-
2	П	Влаштування мережі	.м.	0,5	0,52		
		ділянка 2	2			100,4	-
		ділянка 3	2			100,4	-
		ділянка 4	2			100,4	-
3	Е	Влаштування основи підлоги	00 м <sup>2</sup>	18,09	18,09		
		ділянка 2	2			39,44	-
		ділянка 3	2			39,44	-
		ділянка 4	2			39,44	-
3	Е	Влаштування покриття підлоги з лінолеуму	00 м <sup>2</sup>	48,66	48,66		

		ділянка 2	0	,82			40,55	-
		ділянка 3	0	,82			40,55	-
		ділянка 4	0	,82			40,55	-
4	19-22	Е Влаштування покриття підлоги з плити	00		80,	8		
		ділянка 2	1	,23	22	0,22	87,34	-
		ділянка 3	1	,23			87,34	-
		ділянка 4	1	,23			87,34	-
5	8-5	Е Обшивка гіпсокартоном	00		12,	1		
		ділянка 2	1	,40	36	2,36	17,32	-
		ділянка 3	1	,40			17,32	-
		ділянка к 4	1	,40			17,32	-
6	II	У Влаштування підвісної стелі	00		32,	3		
		ділянка 2	2	,05	75	2,75	67,88	-
		ділянка 3	2	,05			67,88	-
		ділянка 4	2	,05			67,88	-
7	8-3	Е Обклеювання поверхонь декор-плівкою	00		9,3	9,		
		ділянка к 2	0	,24	6	36	4,45	-
		ділянка 3	0	,24			4,45	-
		ділянка 4	0	,24			4,45	-
8	19-22	Е Лицювання поверхонь керамічною плиткою	00		59,	5		
		ділянка 2	0	,08	65	9,65	14,1	-
		ділянка 3	0	,08			14,1	-

9	8-2	ділянка 4 Масляна окраска поверхонь	00	0,08	54,88	8,54	14,1	-
		ділянка		0,05			10,9	-
		ділянка		0,05			10,9	-
0	8-2	ділянка 4 Зовнішнє оздоблення фасаду	00	0,05	75,68	5,68	10,9	-
1	У П	Очистка території від будівельного сміття	000	3,18	1,6	1,06	102,9	5,1,4

### 6.5. Вибір кранів

1. Для проведення розвантажувальних, навантажувальних операцій та укрупненої збірки конструкцій приймаємо технологічний кран. Для виконання даних операцій приймаємо технологічний стріловий кран на пневмоколісній базі з технічними характеристиками:

- максимальна вантажопідйомність  $m_{max} = 10\text{т}$ ;
- довжина стріли = 7,5м;
- максимальна висота підйому вантажу = 7,0 м.

Приймаю автомобільний кран КС – 3571 на виносних опорах з такими технічними характеристиками (рис. 6.2).

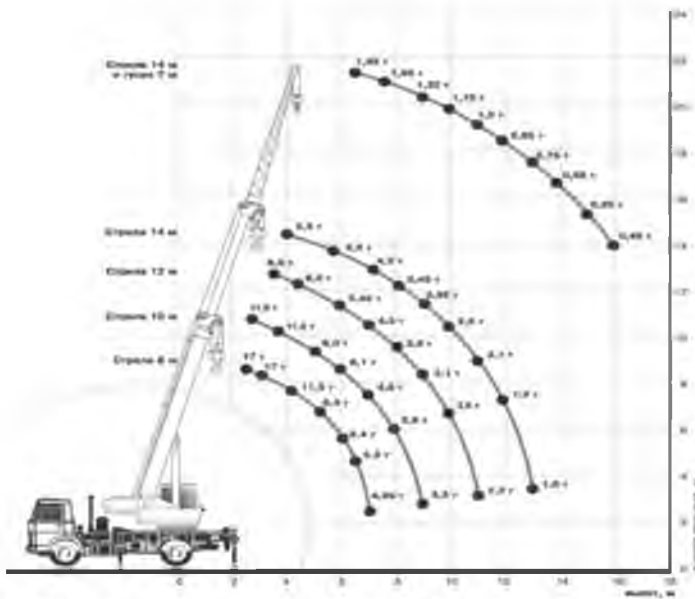


Рис. 6.2. Технічні характеристики автомобільного крану КС-3571

2. Для проведення всього комплексу монтажних робіт підбираємо при зведенні наземної частини будівлі обираємо кран з найбільш потрібним вильотом стріли  $l_{max} = 30,0$  м.

Маса найбільш важкого монтуємого конструктивного елемента:

$$m = 7,0 \text{ т.}$$

Висота будинку становить:

$$h = 12,5 \text{ м.}$$

Приймаю баштовий кран КБ-403А з такими технічними характеристиками

- висота башти – 28,0 м;
- довжина стріли – 35,0 м;
- вантажопідйомність – 10,0 т;
- максимальна висота підйому вантажу – 28,0 м.

Визначення зон впливу кранів.

Небезпечна зона роботи крана:

$$R_{оп} = R_{max} + 0,5l_{max} + l_{без}$$

$l_{max}$  – габарит найбільшої конструкції;

$l_{без} = 7,0$  м, для  $h$  до 70,0 м;

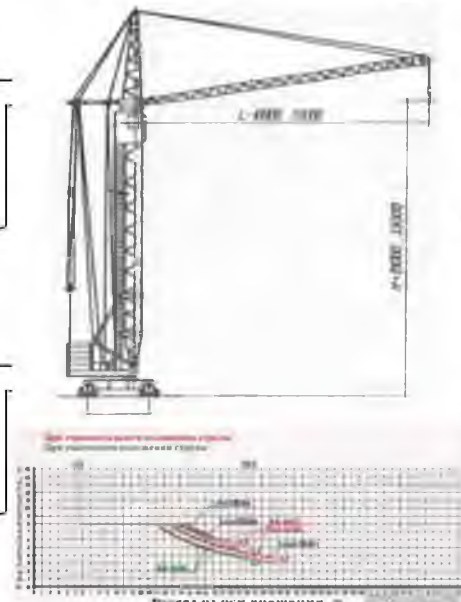
$$R_{оп} = 35 + 0,5 \cdot 36 + 7,0 = 60 \text{ м.}$$

НУБІП України

НУБІП України

Монтажна зона це зона, де можливе падіння вантажу (при висоті об'єкта до 30,0 м монтажна зона дорівнює 5,0 м. Технічні характеристики баштового крана КБ-403А (рис. 6.3). Небезпечна зона роботи крана позначається знаками з техніки безпеки (з визначенням номеру по ГОСТ 12.4.026 – 76).

Рис. 6.3. Технічні характеристики баштового крана КБ-403А



3. Для проведення монтажних робіт з влаштування вантових покриттів підбираємо два монтажних крана, так, як монтажні роботи необхідно проводити симетрично. Навантаження від центральної вертикальної осі споруди повинні бути симетрично тобто рівноважним відносно центральної вертикальної осі для забезпечення стійкості об'єкта.

Вибір крана здійснюємо по технічним показникам. Основними технічними параметрами монтажних кранів є їх вантажопідйомність, висота підйому та виліт стріли, необхідна для монтажу найдовшої конструкції. Основні технічні характеристики: максимальна монтажна вага; максимальна монтажна висота та необхідний максимальний монтажний виліт стріли.

1. Монтажна вага конструкції  $Q_m$  визначається по формулі:

$$Q_m = Q_3 + Q_0,$$

де  $Q_3$  – вага монтажних елементів;

$Q_0$  – приблизна вага обладунків

Для балки:  $Q_m = 0,5 + 0,05 = 0,66 \text{ т}$

2. Монтажна висота конструкції  $H_m$ :



$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \text{ м,}$$

де  $h_1$  – висота від рівня стоянки крану до рівня елемента, що монтується;

$h_2$  – висота підйому конструкції над опорою при монтажі;

$h_3$  – власна висота конструктивного елемента;

$h_4$  – висота стропувального пристрою.

$$H_m = 15,0 + 0,5 + 1,5 + 3,5 = 20,50 \text{ м.}$$

3. Максимальний монтажний виліт стріли  $B_m$  визначаємо виходячи з потреб монтажу найбільш віддаленої конструкції.

Для монтажу конструкцій та зведення будинку технічно, по своїм показникам підходить кран МКГ-25БР.

Технічні характеристики стрілового крана на гусеничному ході марки МКГ-25БР наведено рис. 6.4., табл. 6.1.

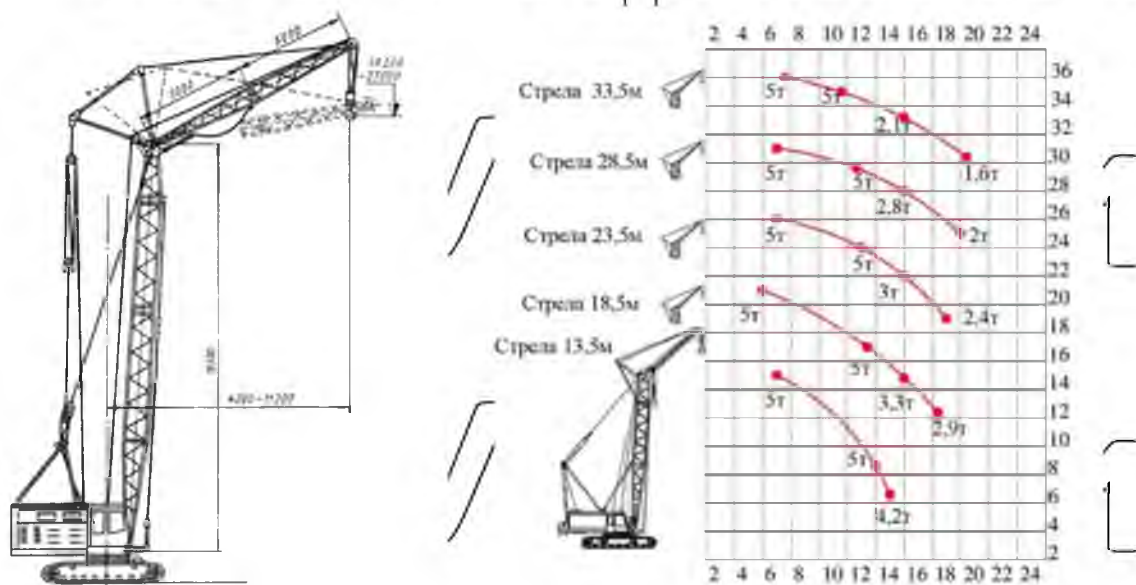


Рис. 6.4. Технічна характеристика крана МКГ-25БР

Таблиця 6.1

L <sub>к</sub> =23,5м L <sub>п</sub> =10м	Показники										
	Виліт, м	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вантажопідйомність Б, т	0,0	7,0	3,8	2,7	1,9	1,4	1,0	0,7	0,5	0,4	
Висота підйому, м	3,0	1,4	0,7	9,8	9,0	7,5	4,2	3,0	2,0	1,4	
L <sub>к</sub> =23,5м L <sub>п</sub> =10м	Виліт, м	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Вантажопідйомність Б, т	3,0	2,0	1,5	1,0	0,9	0,9	1,1	1,0	0,6	0,8	

$L_c = 23,5M$ $L_{гуськ} = 20M$	Висота підйому, м	7,0	6,9	6,5	6,0	5,6	5,0	4,4	2,3	1,3	6,1
	Виліт, м	,4	,0	,2	,3	,5	,6	,7	,9	,1	
	Вантажопідйомність Б, Т	,0	,0	,0	,5	,0	,1	,0	,8	,4	,2
	Висота підйому, м	2,0	1,2	0,7	9,7	9,0	7,5		6,5	2,6	7,4

Відомість основних монтажних механізмів

Таблица 6.2

Найменування, марка	Кіл. б.	Вага, кг		Позначення	Примітки
		одиниця	всього		
Кран баштовий КБ-403А	1			КБ	Всього комплексу Монтажні роботи
Кран гусеничний МКГ-25БР	2			$L_{Башти} = 23,5M$ $L_{Гуська} = 20M$	
Кран автомобільний КС-3371	1			КС	Розвантажувальні роботи

#### 6.6. Виконання монтажних робіт

До початку монтажу несучих металевих конструкцій каркаса будівлі на монтажному майданчику повинні бути виконані наступні роботи:

- 1) Монтажний майданчик має тимчасове огороження;
- 2) Роботи нульового циклу (фундаменти) завершені;
- 3) Організована тимчасова дорога для проїзду автотранспорту по периметру будівлі;

До початку робіт по монтажу металоконструкцій каркаса будівлі необхідно:

- 1) Виконати тимчасові шляхи для роботи монтажних кранів;
- 2) Виконати місця складування конструкцій;
- 3) Влаштувати майданчики для заїзду кранів;
- 4) Забезпечити монтажний майданчик електроенергією, водою в нічний час організувати освітлення;
- 5) Здати по акту конструкції нульового циклу;

- 6) Забезпечити субпідрядника санітарно-побутовими приміщеннями;
- 7) Встановити на майданчику інструментальні склади;
- 8) Виготовити і завести на майданчик рами РМ1 для руху по ним монтажних кранів;
- 9) Завести на майданчик монтажні механізми та такелажні пристосування, в необхідних випадках провести їх іспит;
- 8) Встановити знаки безпеки за ГОСТ 12.4.026-76 і забезпечити виконання заходів з безпеки;

Доставку металоконструкцій на майданчик, а також їх подачу до ділянок, виконувати авто транспортом з послідовним розміщенням на майданчиках складування.

Монтаж металоконструкцій виконувати кранами МКГ-25-БР з баштою 23,5 м і різноманітною довжиною маневреного дзюба.

Рух кранів організувати тільки по рамах РМ1.

### 6.6. Розрахунок тимчасових будівель та споруд

Розрахунок проводиться з умови найбільшої розрахункової чисельності персоналу, що одночасно перебуває на будівельному майданчику. Максимальна кількість робочих 12. Розрахунок проводимо у табличній формі (таб. 6.3).

Таблиця 6.3  
Розрахунок тимчасових будівель та споруд

Розрахунок	Пл	Прийнята	Ви	К
Найменування будівель	Пл оща по розрахунку, м <sup>2</sup>	Пл оща по прийнятій площі будівлі, м <sup>2</sup>	Висота будівлі, м	Кількість робочих
Роздавальні	1	0	2	1
	2	6	12	1
		12	12	1
		6-роз	7	1

Приміщення для їжі	1	1	12	18	б-роз	2,	1
Приміщення обігріву	2	0,	3,6	6	б-роз	7	1
Прим. сушки одягу	1	0,	7,2	9	б-роз	2,	1
Душові (1x10 чол.)	2	2	9	9	б-роз	3	1
Санвузли (1x15 чол.)	1	x3	9	9	б-роз	2,	1
Адміністративно – господарські приміщення							
Контора виконроба	4	4	16	15	К онт.	2,	1
Контора субпідряд	4	4	16	15	К онт.	2,	1
Прохідна	1		8	8	б-роз	2,	1
Майстерня	2		27		К онт.	7	1
Кладова				24	К онт.	2,	1

# НУБІП УКРАЇНИ

## 6.7. Розрахунок потреб в електроенергії

Розрахункове навантаження, що приймає струм враховує в себе наступні

складові:

активна:

$$P_m = P_u \cdot K_c$$

де  $K_c$  - коефіцієнт попиту,

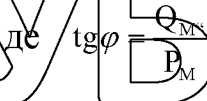
$P_u$  - необхідна потужність струмоприймачів, Вт

- реактивна:

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

$$Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$



де  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_M}{P_M}$   
 Сумарне навантаження за об'єктами чи видами робіт на об'єкті визначається за формулою:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$S_M = \frac{P_M}{\cos \varphi}$$

де  $\cos \varphi = 0,75$  - середньо розрахунковий коефіцієнт потужності

Потрібна потужність пересувної електростанції:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$P_{\text{тр}} = \sum S_M \cdot K_{\text{см}},$$

де  $K_{\text{см}} = 0,75-0,85$  - коефіцієнт збігу навантаження.

Розрахунок зводимо до таблицю 6.4.

Таблиця 6.4

Найменування обладнання	Од. вим.	Кількість шт.	Необхідна потужність на од. виміру	Загальні витрати Вт
<b>Виробничі машини та механізми</b>				
Компресори	шт.	1	4500	4500
Кутова машина	шт.	1	1500	1500
Електровібратори поверхневі	шт.	2	1500	3000
Зварювальні апарати	шт.	2	1000	2000
Всього:			11000	
<b>Освітлення</b>				
Майстерні	М <sup>2</sup>	27	18	486
Склади закриті	М <sup>2</sup>	64,0	3	192

Службові приміщення	М	146	13	2180
госп.- побут приміщення	М	43.5	15	647.25
Охоронне освітлення	К	2.02	100	202
Магістральні дороги	К	0.66	2500	330
Допоміжні дороги	К	2.00	500	1000
Всього:			9037	

п/п	Найменування	у	с	гф	осф
1	Компресори	5	6	9	0,75
2	Станки для металообробки	5	1	3	4
3	Електровібратори поверх.	5	1	3	4
4	Зварювальні апарати	0	3	3	4
5	Зовнішнє освітлення	0	0	2	0
6	Внутрішнє освітлення	8	0	2	0
7	Освітлення складів	4	0	2	5

Активні навантаження:

$$1. P_m = P_u \cdot K_c = 2 \cdot 4,5 \cdot 0,6 = 5,4 \text{ кВт}$$

$$2. P_M = P_y \cdot K_c = 3,1 \cdot 0,1 = 0,45 \text{ кВт}$$

$$3. P_M = P_y \cdot K_c = 4,1 \cdot 0,1 = 0,60 \text{ кВт}$$

$$4. P_M = P_y \cdot K_c = 2,1 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ кВт}$$

$$5. P_M = P_y \cdot K_c = 1,0 \cdot 1,0 = 1,0 \text{ кВт}$$

$$6. P_M = P_y \cdot K_c = 0,8 \cdot 1,0 = 0,8 \text{ кВт}$$

$$7. P_M = P_y \cdot K_c = 0,4 \cdot 1,0 = 0,4 \text{ кВт}$$

$$\text{Всього: } \Sigma P_M = 9,51 \text{ кВт}$$

Реактивні навантаження:

$$1. Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi = 5,4 \cdot 0,9 = 4,86$$

$$2. Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,45 \cdot 2,3 = 1,035$$

$$3. Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,6 \cdot 2,3 = 1,38$$

$$4. Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,6 \cdot 2,3 = 1,38$$

$$5. Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1,0 \cdot 0,2 = 0,2$$

$$6. Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,8 \cdot 0,2 = 0,16$$

$$7. Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,4 \cdot 0,2 = 0,08$$

$$\text{Всього: } \Sigma Q_M = 8,86$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_M}{P_M} = 8,86 / 9,51 = 0,92; \quad \text{тоді } \cos \varphi = 0,4$$

$$S_M = \frac{P_M}{\cos \varphi} = 9,51 / 0,4 = 23,775 \text{ кВт,}$$

Необхідна потужність:

$$P_{\text{тр}} = S_M \cdot K_{\text{см}} = 23,775 \cdot 0,85 = 20,21 \text{ кВт.}$$

По отриманим результатам приймаємо пересувну електростанцію ПСС-60, потужністю 57,0 кВт.

## 6.8. Розрахунок потреби у водопостачанні

При виробництві будівельних робіт вода витрачається на виробничі, господарча-побутові потреби і передбачається для гасіння можливих пожеж. Повну потребу в воді на будівельному майданчику визначаємо по формулі:

$Q_{\text{общ}} = 0.5 \cdot (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}}) + Q_{\text{пож}}$ ,  
 де  $Q_{\text{пр}}$  - необхідна кількість води на виробничі потреби;  
 $Q_{\text{хоз}}$  - необхідна кількість води на господарча-побутові потреби;  
 $Q_{\text{пож}}$  - необхідна кількість води на гасіння можливих пожеж.

Максимальний секундний розбір води на виробничі потреби визначається по формулі:

$$Q_{\text{сек пр}}^{\text{сек}} = \frac{P_{\text{см}} \cdot Q_{\text{пр}} \cdot K_v}{3600 \cdot T_v} = \frac{1 \cdot 8.2 \cdot 1.5}{3600 \cdot 48} = 0.012 \text{ л/с.}$$

$p_{\text{см}} \times q_{\text{пр}} = 1 \times 8.2 = 8.2 \text{ л.}$

Максимальний секундний розбір води на господарча-побутові потреби визначається по формулі:

$$Q_{\text{сек хоз}}^{\text{сек}} = \frac{N_{\text{пмах}} \cdot Q_v \cdot K_v}{3600 \cdot T_v} = \frac{12 \cdot 22 \cdot 2.7}{3600 \cdot 8} = 0.04 \text{ л/с}$$

Добові витрати води на гасіння можливих пожеж визначається виходячи із площі об'єкта що будується:

$FV = 652 \text{ м}^2 < 20 \text{ га}$

Відповідно:  $Q_{\text{сек пож}}^{\text{сек}} = 15 \text{ л/с.}$

$$Q_{\text{общ}}^{\text{сек}} = 0.5 \cdot (Q_{\text{пр}}^{\text{сек}} \cdot \frac{1.5+2}{2} + Q_{\text{пр}}^{\text{сек}} \cdot 2.7) + Q_{\text{хоз}}^{\text{сек}} =$$

$$= 0.5 \cdot (0.012 \cdot \frac{1.5+2}{2} + 0.04 \cdot 2.7) + 15 = 15.07 \text{ л/с}$$

Визначаємо необхідний діаметр трубопроводу

$$D^{\text{тр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}}^{\text{сек}} \cdot 1000}{3.14 \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15 \cdot 1000}{3.14 \cdot 2.0}} = 97.7 \text{ мм}$$

де  $V = 2.0 \text{ м/с}$  - середня швидкість течії води по трубам.

Остаточно приймаємо сталеву трубу з діаметром  $D = 100 \text{ мм.}$

### 6.9. Техніко-економічні показники проекту виробництва робіт

1. Скорочення тривалості будівництва.

$$t_c = t_n - t_{\phi},$$

де  $t_n$  - задана тривалість робіт



$t_f$  - фактична тривалість робіт

$$t_c = 155 - 152 = 3$$

$$t_c = \frac{t - t_{TM}}{t} \cdot 100\% = \frac{153 - 152}{152} \cdot 100\% = 0,03$$

2. Коефіцієнт нерівномірності руху робітників на об'єкті:

$$K_{II} = \frac{N_{max}}{N_{cp}} = \frac{12}{4,24} \approx 2,86$$

де  $N_{max} = 12$  люд.

$$N_{cp} = \frac{Q}{t_{cp}} = \frac{618}{152} \approx 4,24$$

3. Трудомісткість на одиницю продукції.

а) трудовитрати на 1 м<sup>2</sup> площі будівлі

$$q^* = \frac{Q}{F} = \frac{618}{652} = 0,915 \text{ чол.-змін/м}^2$$

б) трудовитрати на 1 м<sup>3</sup> об'єма будівлі

$$q^{**} = \frac{Q}{V} = \frac{618}{12346} = 0,076 \text{ чол.-змін/м}^3$$

4. Заграти машино-зміну на одиницю продукції

а) на 1 м<sup>3</sup> ґрунта що розроблюється.

$$m^* = \frac{M^*}{V_{гр}} = \frac{3}{538} = 0,0023 \text{ маш.-змін/м}^3$$

б) на 1 т змонтованих металевих конструкцій.

$$m^{**} = \frac{M^*}{V_K} = \frac{24}{834} = 0,11 \text{ маш.-змін/м}^3$$

5. Середня виробітка на одного робітника в зміну.

а) на 1 м<sup>3</sup> ґрунта що розроблюється.

$$q = \frac{V_{гр}}{Q_{гр}} = \frac{538}{3} = 188 \text{ м}^3/\text{люд.-змін}$$

б) на 1,0 т змонтованих металевих конструкцій

$$q = \frac{V_K}{Q_K} = \frac{834}{24} = 4,34 \text{ м}^3/\text{люд.-змін}$$

## 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Посилання на основні нормативні документи

Монтаж конструкцій каркаса будівлі виконується згідно вимог

наступних нормативних документів:

- ДБН А.3.1-5-96 “Организация строительного производства”;
- СНиП III-4-80\* “Техника безопасности в строительстве”;
- СНиП 3.03.01-87 “Несущие и ограждающие конструкции”;
- СНиП 3.05.06-85 “Электротехнические устройства”;
- ДНАОП 0.03-1.06-73 «Санитарные правила при сварке металла»;
- НАПБ А.01.001-95 “Правила пожарной безопасности в Украине”;
- ДНАОП 0.4-03-93 “Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов” Госнадзорхрантруда;
- ВСН 274-88 “Правила техники безопасности при эксплуатации стреловых самоходных кранов”.

### 7.2 Основні вимоги з охорони праці та техніки безпеки

1. З даними ПВР повинні бути ознайомлені всі ІТР, бригадири, робітники, крановики та інші робочі які здійснюють монтаж, а також відповідальні за безпечну експлуатацію монтажних механізмів.

2. Безпечну роботу кранів організувати в відповідності з вказівками “Будгенплана” і по «...організації безпечної роботи стрілових кранів».

3. Вимоги до основи при встановленні на нього крана повинні відповідати доданку II ВСН 274-88/ММСС.

4. Рух кранів дозволяється тільки при знаходженні стріли з “гуськом” вздовж гусениць крана на мінімальному вилиті з мінімальною швидкістю.

5. Переміщення крана з вантажем заборонено.

6. Перед початком робіт чітко відробити систему сигналізації між бригадиром і крановиком. Команди по переміщенню конструкції надає тільки бригадир, крім сигналу “Стоп”, який може подати робітник при небезпеці.

7. При монтажі конструкцій повинна бути виключена можливість саморозстроповки.

8. Монтаж радіальних балок виконувати з пробним підйомом.

9. Під час перерви в роботі залишати конструкції на вису забороняється.

10. Роботи по взведенню, встановленні в проектне положення і розкріпленні виконувати в проміжок одного світового дня.

11. При переміщенні конструкцій монтажникам слід знаходитись за контуром установки конструкцій зі сторони протилежній подачі їх краном.

12. Монтажні конструкції під час переміщення повинні утримуватись від розкочення відтяжками.

13. Під час взведення конструкцій в вертикальне положення необхідно слідувати за вертикальністю вантажного підвісаста крана.

14. Знаходження монтажників на конструкціях, незакріплених або які переміщуються краном, забороняються.

15. Для переходу монтажників з одної конструкції на іншу слід використовувати цивільні драбини, перехідні містки і трапи, маючи огородження.

16. Знаходження сторонніх людей в небезпечній зоні при роботі крана забороняється.

17. При виконанні робіт на висоті 3,0 м і більше всі монтажники повинні мати ящики або сумки для інструментів і деталей кріплення.

18. Роботи на висоті вести в монтажних поясах, перебуваючи на підмашуванні, при цьому карабін страхованого поясу повинен бути закріплено за надійні конструкції.

19. Всі електроінструменти напругою більше 42В повинні бути заземленні.

20. Тимчасову електропроводку з ізольованим дротом на монтажному майданчику слід підвішувати на опорах на висоті не менш 2,5 м над робочими місцями, 3,5 м над проходами і 6,0 м над проїздами.

21. Кордони небезпечних зон ураження електричним струмом, встановлюються відповідно до вимог “Техника безопасности в строительстве”.

22. Забороняється виконувати монтажні роботи на висоті в відкритих місцях при швидкості вітру більш  $10 \frac{м}{сек}$ , при гололіднці, грозі або тумані.

### 7.3 Вимоги безпечної роботи стрілових самохідних кранів

1. Стрілові самохідні крани повинні бути зареєстровані в органах Госнадзорохрантруда і пройти технічне освідчення згідно з ДНАОНН № 0-1.03-93 “Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов”.

2. На кожному крані повинен бути зазначений реєстраційний номер, вантажопід'ємність і дата наступного технічного огляду.

3. До управління краном, а також до роботи по строповке і зачінні вантажів допускаються тільки робітники, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та атестовані кваліфікаційній комісією.

4. На кранах і в зоні їх дії повинні бути вивішені застерігаючі надписи, схеми строповке вантажів, знаки і плакати по охороні праці.

5. Самохідні стрілові крани повинні встановлюватись на основах, несуча здатність яких відповідає величині максимального опорного тиску крана при найбільшому навантаженні.

6. Встановлення самохідних стрілових кранів на не ущільнений ґрунтах забороняється.

7. При роботі кранів з виносними опорами, крани повинні встановлюватись на всі опори з використанням інвентарних підкладок.

8. Встановлення крана з кутом нахилу, визначається сумою кута нахилу майданчика і кута осадки, викликані нерівномірною деформацією ґрунту під краном, більше величини, вказаної в паспорті крана, забороняється.

9. Встановлення стрілового крана на краю відкосу дозволяється тільки при виконанні встановлених правилами безпеки мінімально допустимих відстаней, в залежності від глибини відкосу, або після їх укріплення.

10. Встановлення крана повинно виконуватись так, щоб при його роботі відстань між конструкціями стріли і поворотної частини крана при будь якому його положенні і будівлями, штабелями вантажів та іншими предметами була не менш 1,0 м.

11. Встановлення і експлуатація стрілових самохідних кранів на відстані менш 30,0 м від крайового дроту ЛЕП або повітряної електричної сіті напруженням більше 36В дозволяється тільки за нарядом-допуском, визначающому безпечні умови роботи крана. Робота крана повинна виконуватись при нагляді начальника. Допустима відстань між ближніми точками конструкцій крана або вантажу і дроту лінії електропередачі приведені в таблиці 6.1:

Таблиця 6.1

Напруженн я лінії електропередачі, кВ	д о 1 5	Відстань, м						
		1- 20	35 -110	15 0-220	до 330	до 500	до 9	
		1	2	4	5	6	9	

12. Самохідним стріловим кранам допускається підйом і переміщення вантажів, відомість яких приведена на кресленнях ЦВР. Вага вантажів з врахуванням вантажозахватних пристроїв не повинна перевищувати максимальної (паспортної) вантажопідйомності крана при даному вилиті стріли.

Не дозволяється підйом вантажів, вага яких невідома.

13. Змінювати видіт стріли крана з вантажем дозволяється тільки в педелях вантажної характеристики крана і в відповідності з інструкцією по його експлуатації.

14. Кордон небезпечної зони вблизи рухомих частин і робочих органів крана визначається відстанню 5 м.

15. Переміщення вантажів над перекриттям забороняється.

16. При горизонтальному переміщенні вантаж повинен бути піднят не менш, чим на 0,5 м вище зустрічаючихся на шляху предметів.

17. Строповку вантажів необхідно виконувати згідно з ПВР.

18. При підйомі і переміщенні вантажу двома кранами необхідно забезпечити точну (в відповідності з ПВР) прив'язку кожного крану до заданих точок на майданику.

19. При експлуатації кранів забороняється:

- подавати вантаж в віконні і дверні прийоми без спеціального вантажеприйомних площадок;
- відтягувати вантаж під час його підйому, переміщенні;
- залишати вантаж в підвішеному стані в перервах або після закінчення роботи;

- використовувати кран для переміщення людей;
- входити на кран під час його роботи;
- підтаскувати вантаж до землі або підлозі, а також виконувати підйом вантажів засипаних будматеріалами, землею або снігом, або примерзлих до землі;

20. При роботі кранів в нічний час зона дії крана повинна бути добре освітлена і повинні бути виставлені сигнальні ліхтарі

21. Перед початком монтажних робіт виконроб повинен ознайомити машиністів і бригаду монтажників з ПВР і провести з ними інструктаж по організації безпечної роботи кранів.

22. Робочі стоянки кранів дозволяється тільки в межах двох рам.

23. Переїзд крана з одної рами на іншу дозволяється тільки після з'єднання рам між собою.

24. При одночасній роботі двох кранів відстань між висячними вантажами на крюках кранів повинна бути не менш 5-ти метрів.

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

## 8. ЕКОНОМКА БУДІВНИЦТВА

**Кошторисні нормативи** – це узагальнена назва комплексу кошторисних норм, що об'єднуються в окремі збірники. Разом з правилами і положеннями, що містять у собі необхідні вимоги, вони слугують для визначення вартості будівництва.

**Локальні кошториси** - первинними кошторисними документами і складаються на окремі види робіт та витрат по будівлях та спорудах або по загально будівельним роботам на підставі обсягів, що визначилися при розробленні проектної документації.

**Об'єктні кошториси** - об'єктні ресурсні кошториси об'єднують у своєму складі дані відповідних локальних кошторисів, локальних ресурсних кошторисів.

**Зведені кошторисні розрахунки** - вартості будівництва підприємств, будівель, споруд (або їх черг) складаються на основі об'єктних кошторисів.

**Зведення витрат** - це кошторисний документ, що об'єднує зведений кошторис.

Розрахунок кошторисів приведено в додатку.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## 8. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАННЯНОГО СТАНУ КОМБІНОВАННОГО ВИСЯЧОГО ПОКРИТТЯ

*Об'єкт дослідження* – комбіновані висячі покриття.

*Мета роботи* – визначити оптимальну кількість вант в залежності від виникаючих напружень в радіальній балці та канатів вант.

*Методи дослідження* – моделювання та чисельні методи досліджень з використанням автоматизованого програмного комплексу SCAD.

*Результати робіт* – визначити запас несучої здатності канатів вант.

#### 8.1 Чинники, що впливають на роботу висячих конструкцій

*Теорія нитки.* Ниткою називають криволінійний провисаючий стержень, практично позбавлений жорсткості при вигині (канат, стрічка), який закріплений кінцями на опорах. Форма провисання залежатиме від форми навантаження, місця її застосування і напрямку. Для нитки, що є елементом покриття, що несе, основним навантаженням буде вертикальна. Тому основна увага буде приділена поведінці нитки під вертикальним навантаженням. Це спрощує викладення, робить результати розрахунку наочними. У системах, утворених з ниток, для горизонтальних навантажень, як в площині провисання нитки, так і нормально до неї буде розглянуто нижче.

*Розрахунок зусиль в нитці.* Нитка прогоном  $l$  з опорами на одному рівні, що несе деяке вертикальне навантаження  $q$  (рис. 8.1). Вертикальні реакції опор, знайдені з рівнянь рівноваги моментів, будуть:

$$A = \frac{1}{l} \int_0^l q(l-x)dx, \quad B = \frac{1}{l} \int_0^l qx dx \quad (1)$$

З (1) видно, що реакції нитки дорівнюють реакціям аналогічною вільно опертою балкою, так як балка прогоном  $l$ , що несе те ж навантаження. Розінемо нитку вертикально в точці  $C$ , що має абсциссу  $x$ , і замінимо відкинуту праву

частину силами  $Q$  і  $H$ . Проектуючи сили на вісь  $x$ , бачимо, що розпір  $H$  в усіх перерізах, в тому числі і в опорних, однаковий.

$$H_x = H_y = H_z = H. \quad (2)$$

Проектуючи сили на вісь  $z$  отримаємо значення вертикальної складової

$$A - \int_0^x q dx + H \sin \varphi = 0 \quad (3)$$

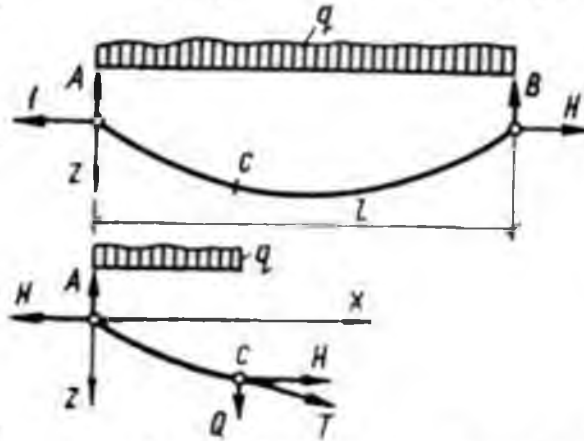


Рис. 3.1. До розрахунку нитки

При тому:

$$Q = H \operatorname{tg} \varphi$$

де  $\varphi$  — кут нахилу дотичній в точці  $x$ .

Так як дотичні нитки завжди співпадає з напрямком тяжіння, то тангенс кута нахилу дотичної  $\varphi$  у будь-якій точці дорівнює відношенню вертикальної складової до розпору.

$$\operatorname{tg} \varphi = Q/H \quad (4)$$

Вертикальна складова, яка є сумою сил піворуч, дорівнює перерізуваної силі в аналогічній балці. З рівності нулю моментів, узятих відносно точки  $C$ , отримаємо значення розпору.

$$H = M/z, \quad (5)$$

де  $M = Ax_c - \int_0^x q(x_c - x) dx$ ,

де  $M$  — момент, рівний гнучкому в аналогічній балці;

$z$  — ордината провису нитки, вираховується від рівня опор

Натяжіння нитки  $T$  визначають як векторну суму вертикальної та горизонтальної складових.

$$T = \sqrt{H^2 + Q^2} = H / \cos \varphi \quad (6)$$

Воно змінне і досягає максимуму там, де перерізаюча сила максимальна, т. б. поблизу однієї з опор. Для вирішення рівняння (5) необхідно, щоб будь-хто дві з трьох величини, що входять в нього, були відомі. Якщо навантаження задане  $i$ , отже, момент  $M$  відомий на усій протяжності, то достатньо знати ординату  $z$  хоч би однієї точки, щоб однозначно визначити розпір. Після цього

ординати провисання усіх інших точок обчислюють з відношення

$$z = M/H.$$

Як бачимо, контур нитки подібно до епюри моментів з масштабом подібності  $1/H$ ; нитка ж сама по собі без навантаження ніякого певного контуру не має. Якщо, як було показано, навантаження задане і необхідно знайти розпір, то це рішення "називають рішенням прямої" задачі. Але можливе рішення "зворотної" задачі - коли відомий розпір і вимагається вичислити навантаження що його викликає відповідно до рівності

$$M = Hz.$$

Останнє рішення стає визначеним, якщо відомі ординати на всій протяжності нитки. Інтенсивність навантаження отримаємо, диференціюючи останній вираз двічі:

$$q_x = M'' = Hz''.$$

Наприклад, якщо нитка несе навантаження постійної інтенсивності по прогону, то досить знати ординату в середині прогону - стрілу  $f$ , щоб визначити розпір, рівний

$$H = ql^2/8f.$$

Контур нитки набуває вигляду квадратною параболою (рис. 8.2) з ординатами

$$z = \frac{4f(l-x)x}{l^2}$$

Диференціюючи, отримаємо першу і другу похитну ординат:

$$z' = \frac{4f(l-2x)}{l^2}$$

$$z'' = -\frac{8f}{l^2}$$

Натягіння при рівномірному навантаженні знаходимо, використовуючи формулу (6):

$$T = H \sqrt{1 + \frac{Q^2}{H^2}} = \frac{ql^2}{8f} \sqrt{1 + \frac{16f^2(l-2x)^2}{l^4}}$$

У опор тяжіння, досягає максимума, що дорівнює:

$$T_{\text{макс}} = \frac{ql^2}{8f} \sqrt{1 + 16 \left(\frac{f}{l}\right)^2}$$

У пологих ниток максимальне натягнення лише трохи перевищуватиме значення розпору. Так, при пологості  $f/l = 1/10$  різниця не переверне 8%, при  $f/l = 1/20$  - зменшується до 2%. Тепер подивимося що станеться, якщо на цю нитку

замість колишньої навантаження інтенсивністю  $q_1$ , покласти деяке нове навантаження, причому інтенсивність її  $q_2$  відрізнятиметься за величиною і законом зміни уздовж прогону.

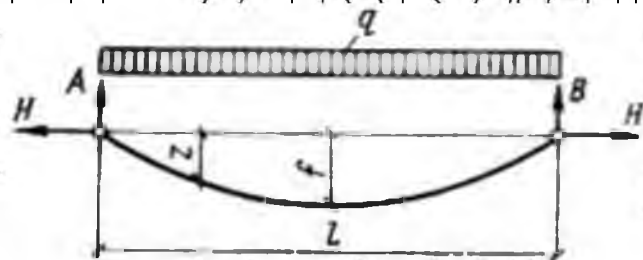


Рис. 8.2. Нитка рівномірна

При такій заміні в рівнянні (5) виявиться вже не навантаженням одно, а два невідомих, тому що ми не можемо повторно задатися ординатами нитки. Для вирішення знадобиться додаткове рівняння, яке можна знайти, пам'ятаючи про

те, що довжина нитки при будь-якому навантаженні змінюватиметься тільки залежно від зміни розпору.

Як відомо, довжину кривої визначають з виразу:

$$S = \int_0^l \sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2} dx. \quad (7)$$

Умовимося, що це буде довжина початкового стану. Оскільки навантаження  $q_1$  нам відоме і оскільки дотична в цій точці завжди співпадає з напрямом діючого зусилля, то можна написати замість (7) її силову трансформацію:

$$S_1 = \int_0^l \sqrt{1 + \frac{Q_1^2}{H_1^2}} dx \quad (8)$$

У правій частині рівняння (8) усі значення відомі, це дозволяє точно визначити довжину  $S_1$ . Після зміни навантаження нитка подовжується на  $\Delta S$ , а опори отримують переміщення і прогон коротшає на  $\Delta l$ .

Аналогічно рівнянню (8) під дією  $q_2$  запишемо нову рівність, що враховує ці зміни. Воно матиме вигляд:

$$S_1 + \Delta S = \int_0^{l-\Delta l} \sqrt{1 + \frac{Q_2^2}{H_2^2}} dx \quad (9)$$

У рівнянні (9) невідомі розмір  $H_2$ , а також значення  $\Delta S$  і  $\Delta l$ . Розпір можна визначити, якщо відома залежність між змінами розпору  $\Delta H = H_2 - H_1$  та зміною довжини ти прогону нитки.

Рівняння (9) важливе та в подальшому воно буде використано при вирішенні ряду задач. Цей вираз можливо використати і в тому випадку якщо зміна довжини  $\Delta S$  залежить від температури, а також, якщо воно відбувається не лише в пружній, але і у пружно-пластичній області роботи нитки.

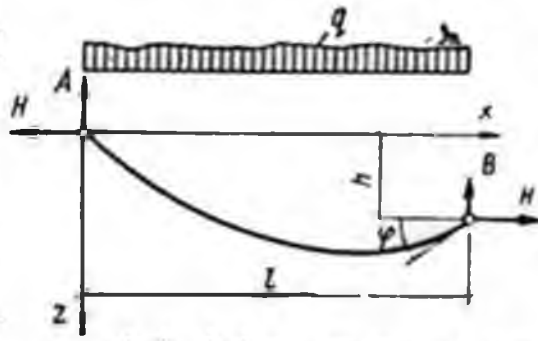


Рис. 8. 3. Нитка з опорами на різних рівнях

*Розрахунок нитки на міцність.* Міцність нитки у будь-якому перерізі має бути більша або дорівнює максимально можливому для цього перерізу зусиллю розтягування, що ділиться на певний запас міцності. По усій довжині нитки повинна дотримуватися нерівність:

$$T_{\max} \leq FmR \quad (10)$$

де  $F$  – переріз;

$R$  – розрахунковий опір матеріалу;

$m$  – коефіцієнт умови роботи.

З точки зору надійності необхідно, щоб вираз (10) ні в одному із перерізів не міняв б напрям знаку нерівності. Необхідно, щоб нерівність як можна ближче наближалася до рівності на всьому протязі нитки. Оскільки від вертикального навантаження у плоских нитках уздовж прогону значення міняється несуттєво, то їх переріз приймають постійним, що спрощує розрахунок по умові (10).

Максимум тяжіння тепер визначимо за формулою:

$$T_{\max} = \sqrt{(H^2 + Q^2)}_{\max} \quad (11)$$

Зазвичай розпір в декілька разів перевищує вертикальну складову, що дозволяє знайти  $T_{\max}$ . Використовуючи більш просту умову:

$$T_{\max} = \sqrt{H_{\max}^2 + Q^2}$$

т. б. шукати таке не вигідне поєднання навантажень, яке створює максимальний розпір. При цьому найбільші напруги виникатиме в тому перерізі, де максимальна вертикальна складова у підвищеній опорі.

*Запас міцності нитки, по несучої здатності.* Якщо за початковий розрахунковий стан прийняти геометрію повного навантаження, то стає можливим використати усю механічну міцність нитки, враховуючи її геометричну і фізичну нелінійність (рис. 8.4).

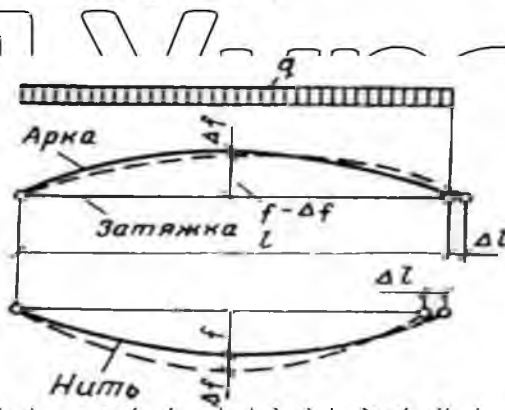


Рис. 8.4. До розрахунку запасу нитки

Це відкриває нові резерви для підвищення здатності самих ниток, що несе, і анкерних конструкцій. Наша початкова геометрія відповідає розрахунковому навантаженню, але що не руйнує. Якщо на нитку, що знаходиться під розрахунковим навантаженням, додавати навантаження, то вона ще сприйматиме її завдяки запасу міцності. Але при цьому її геометрія не залишається початковою для розрахунку на міцність, а буде змінюватись із-за подальшого подовження нитки і зближення опор - провисання зростатиме. Разом

з провисанням буде рости плече внутрішньої пари. Отже, зусилля, що розтягує нитку, збільшуватиметься повільніше, чим плече навантаження. Якщо відношення руйнівного зусилля  $T_r$  до розрахункової  $T$  назвати запасом міцності

$\eta$ ), а відношення руйнівного навантаження  $q_r$  до розрахункового навантаження

$q$  назвати запасом по несучої здатності  $\xi$ , то очевидно для провисаючої нитки буде справедлива нерівність:

# НУБІП України

$$\xi = \frac{Tq_r}{Tq}$$

Таким чином, в нитці, працюючій під повним розрахунковим опором, ще є додатковий запас здатності, що несе, який на 81% перевищує нормативний. При зближенні опор або збільшенні співвідношення  $V/c$  більше нормативний запас  $\xi$  буде ще більшим.

## 8.2 Моделювання та розрахунок комбінованого висячого покриття

Розрахунок проведемо у ПК SCAD.

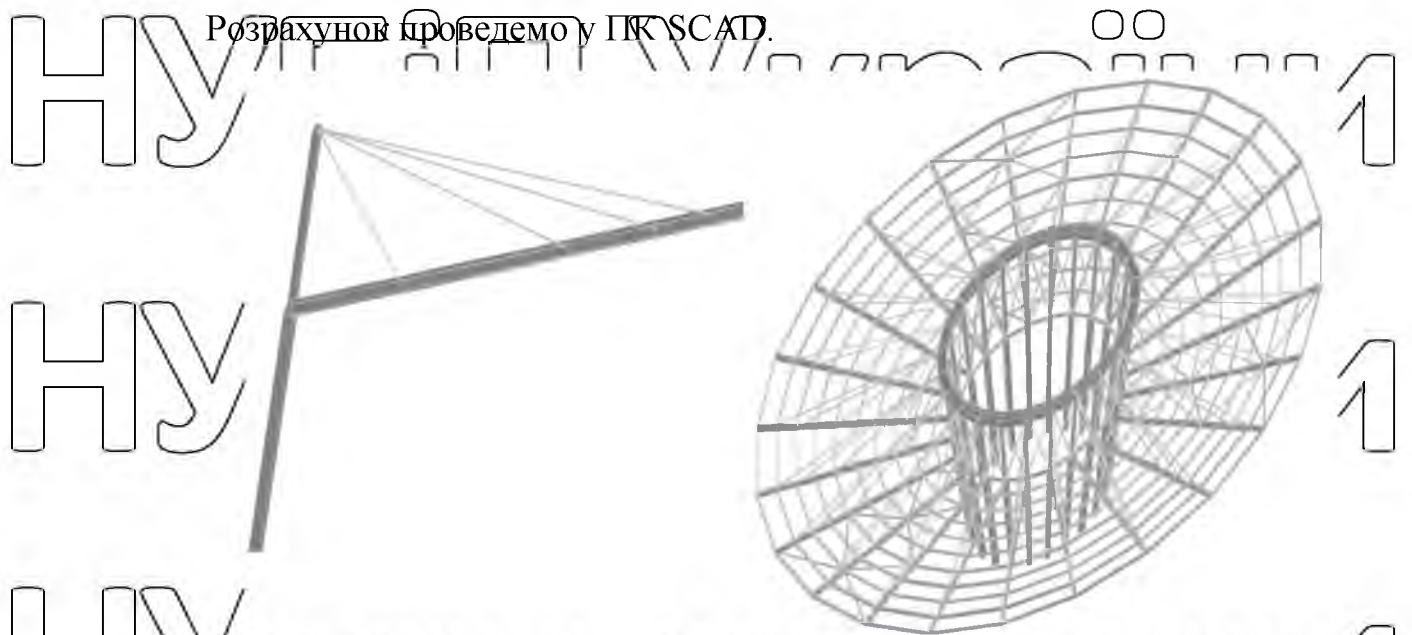


Рис. 8.5. Скінчено - елементна модель комбінованого висячого покриття

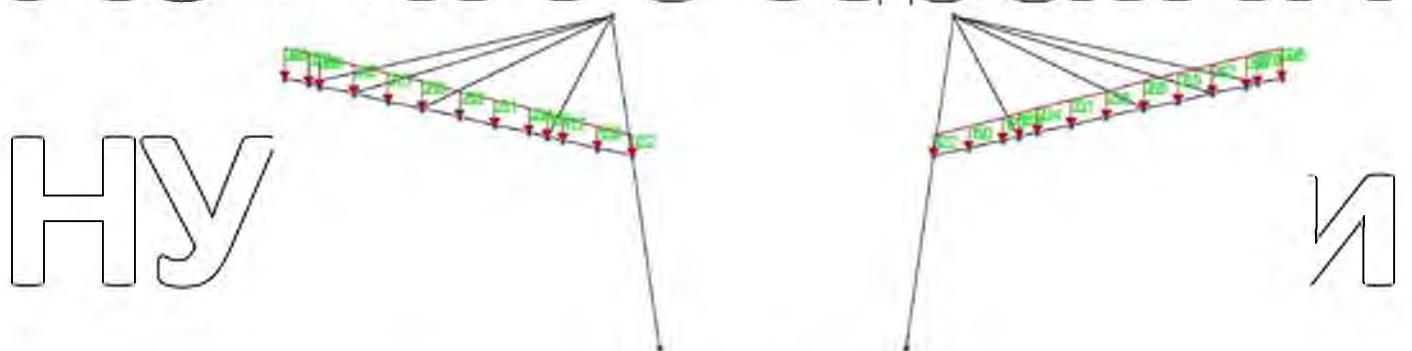


Рис. 8.6. Схема навантажень

8.3 Результати розрахунків

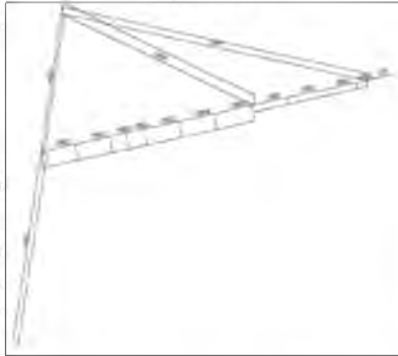
# НУБІП України



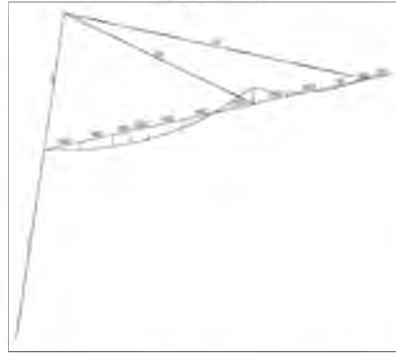
НУ

Епюри зусиль комбінованого висячого покриття з чотирма вантами

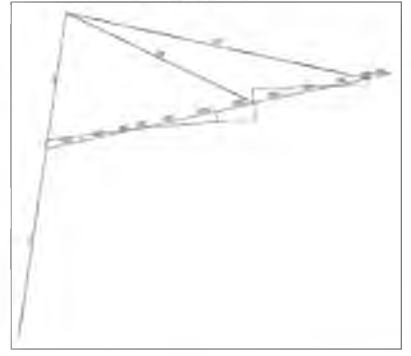
Епюра N (кН)



Епюра M (кН·м)



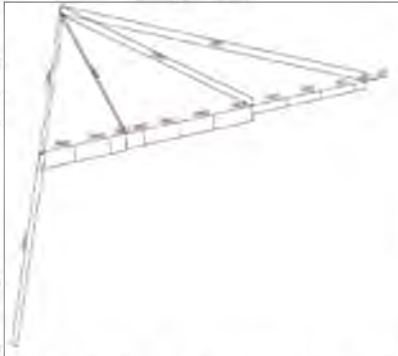
Епюра Q (кН)



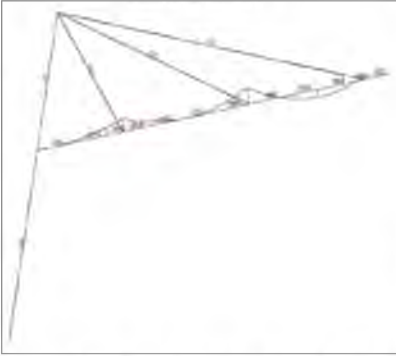
НУ

Епюри зусиль комбінованого висячого покриття з трьома вантами

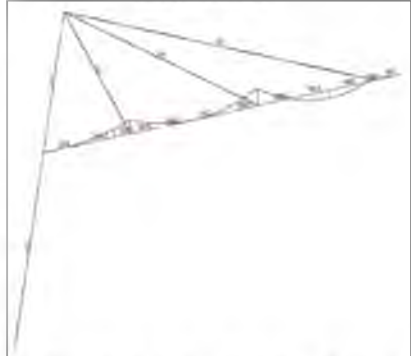
Епюра N (кН)



Епюра M (кН·м)



Епюра M (кН·м)

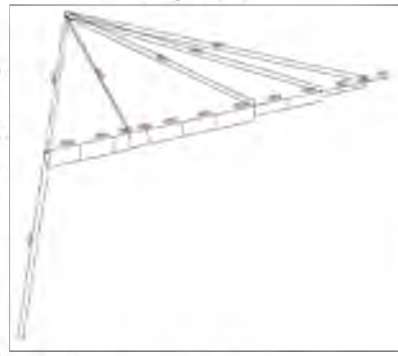


НУ

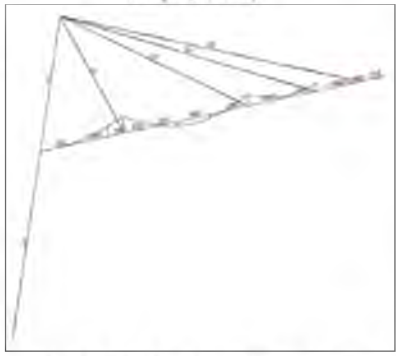
НУ

Епюри зусиль комбінованого висячого покриття з двома вантами

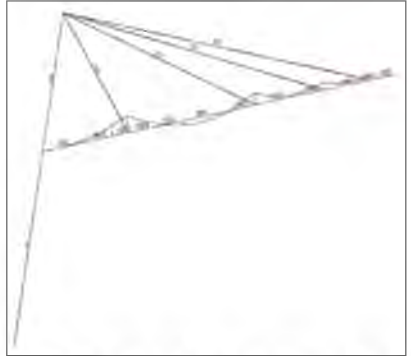
Епюра N (кН)



Епюра M (кН·м)



Епюра M (кН·м)



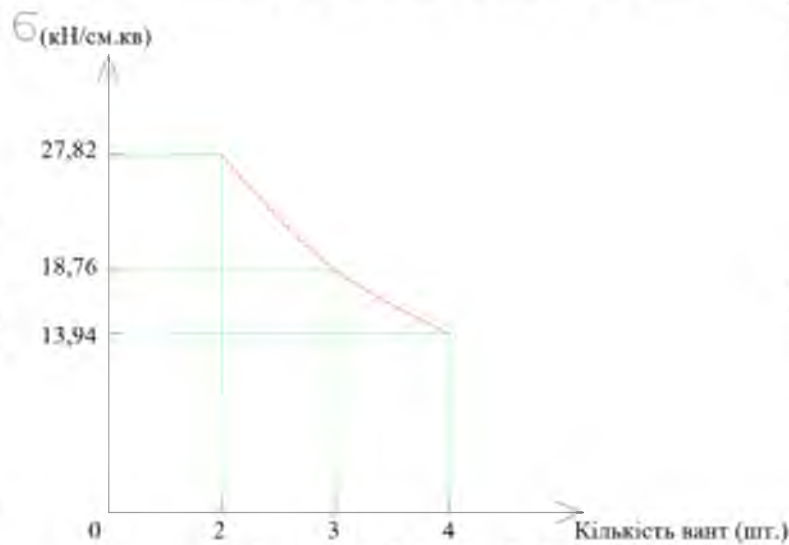
НУ

НУБІП І УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБ

Графік залежності напружень в перетині радіальної балки від кількості вант



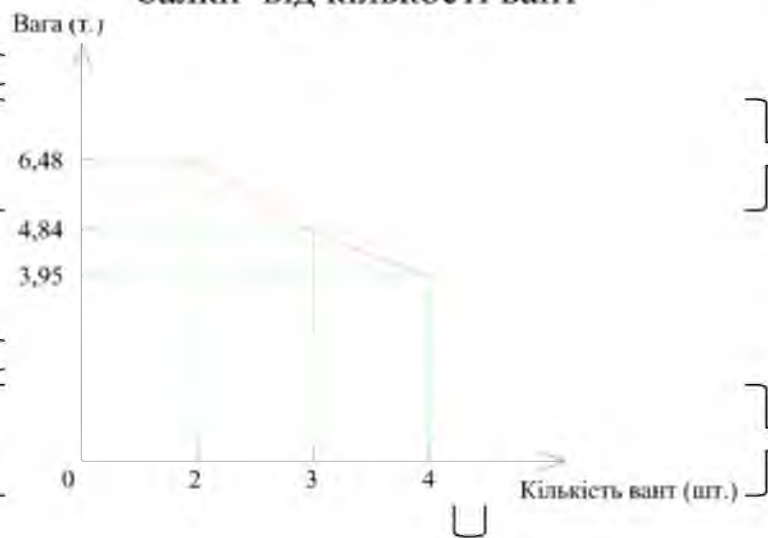
НИ

НУБ

НИ

НУБ

Графік залежності ваги радіальної балки від кількості вант



НУБ

НИ

НУБ

НИ

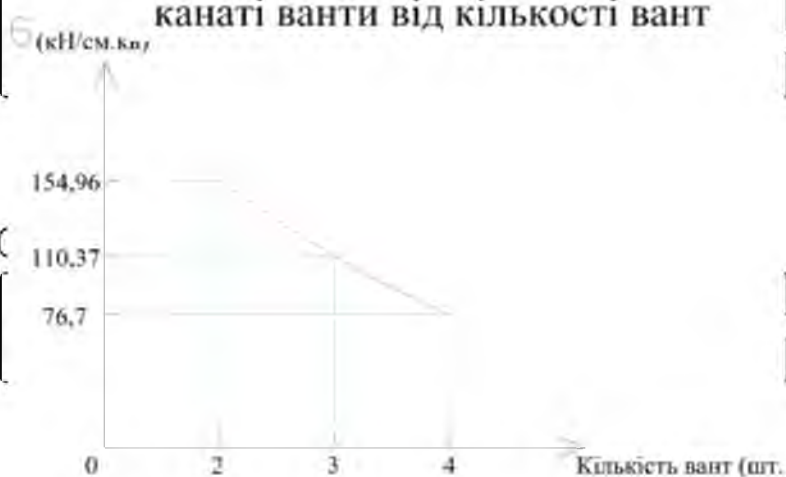
НУБІП України

НУБІП України

НУБ

Графік залежності напружень в канаті ванти від кількості вант

НИ



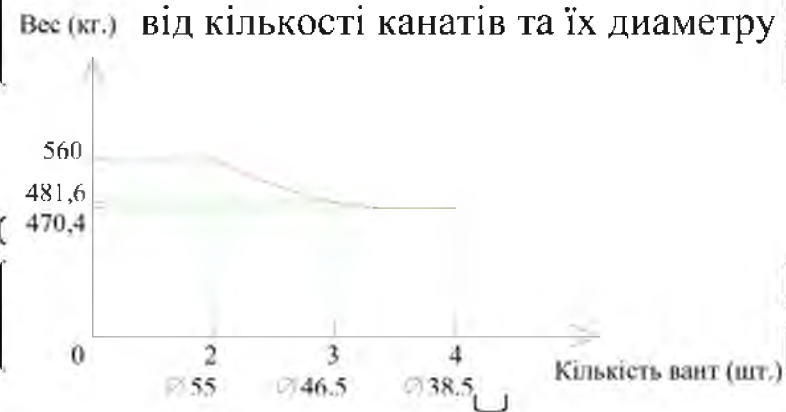
НУБ

НИ

НУБ

Графік залежності ваги вант від кількості канатів та їх діаметру

НИ



НУБ

НИ

# НУБІП України

## 8.4 Висновки по результатам досліджень

Проведено розрахунок вантових конструкцій покриття в програмному комплексі SCAD. Проаналізовано епюри зусиль в елементах цих конструкцій, підбрані оптимальні перерізи з урахуванням їх характеристик. Зроблено конструктивне рішення елементів механічних деталей вант. За результатами дослідження і аналізу їхньої роботи втлено конструкції вузла в робочі креслення.

По результатам дослідження можливо зазначити, що нормативний запас

несучої здатності вант можна використати у повній мірі. Якщо понизити коефіцієнти перевантаження, що потребує розробки відповідних норм. Необхідно, щоб конструкція анкера була б рівномірною самому ванту. Якщо

НУБІП України

анкер відмовить раніше ніж вант, нормативний запас здатності, не буде  
реалізований. Тому, при проектуванні, в першу чергу необхідно звертати увагу  
на надійність анкерів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Характеристи  
ка джерела

1. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. К.: Мінбуд

2. ДБН Б.2.2-12:2018 "Планування і забудова територій". К.

3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. К.: М

4. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. К.: Мінб

5. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівницт

6. Настапова щодо обстеження будівель для визначення т

7. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах

Нормативні  
документи  
зі  
стандартизації

9. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції

10. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний. Для железобет

11. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. СНББ. Прогини і переміщення.

12. ДСТУ Б А.2.4-15:2008. СПДВ. Антикорозійний захист

13. ДБН В.2.6-198:2014. „Сталеві конструкції. Норми про

14. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний оп  
норми України).

15. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції зовнішніх стін з фа

17. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробницт

18. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека

19. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування в будівницт

20. Технология возведения зданий и сооружений: Уч

Книги: - один  
автор

21. Гольшев, А.Б. Проектирование железобетонных конст

- два автори

22. Баранников А.Я., Колякова В.М. Будівельні конструкції

23. Технология будівельного виробництва. Підручник/В.К

24. Сучасні технології в будівництві. Підручник /О.І. Ме

НУБІП України  
НУБІП України  
НУБІП України  
НУБІП України  
НУБІП України  
НУБІП України  
НУБІП України

група авторів

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України