

# КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний факультет  
Кафедра: Промислове, цивільне і міське будівництво  
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія  
Освітньо-професійна програма: Будівництво та цивільна інженерія

## ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Складник Олександр Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: " Проектування цеху збирання холодильних машин " затверджена наказом по університету від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ р. № \_\_\_\_\_
2. Термін здачі студентом закінченої роботи \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Місце будівництва – м. Кривий Ріг.

Будівля, що проектується промислова – цеху збирання холодильних машин, розміри в осях 108 х 108м. Будівля одноповерхова, Г-подібної (прямокутної) форми у плані, багатопролітна, прольоти різного напрямлення.

Конструктивна схема будинку - залізобетонний каркас. Сітка колон 12\*12м. Фундаменти – монолітні залізобетонні.

Зовнішні стіни – залізобетонні стінові панелі.

Покрівля - рулонна.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік розділів, що їй належить розробити): Архітектурно-будівельний розділ (об'ємно-планувальне і конструктивне рішення будівлі, опис генплану, теплотехнічний розрахунок). Розрахунково-конструктивний розділ (розрахунок з/б каркасу будівлі). Технологія будівництва (порівняння варіантів, технологічна карта на улаштування монолітних фундаментів). Організація будівництва (сітловий графік, будгенплан, охорона праці і безпека життєдіяльності).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Архітектурно-будівельний розділ (генплан, фасади, плани, розрізи) – 1 лист. Розрахунково-конструктивний розділ (проекування залізобетонної плити покриття) – 1 лист. Технологія будівництва (технологічна карта на влаштування збірного каркасу) – 1 лист. Організація будівництва (сітьовий графік, будгенплан) – 1 лист.

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва розділів магістерської роботи | Термін виконання розділів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 1.    | Архітектурно-будівельний            |                                  |          |
| 2.    | Розрахунково-конструктивний         |                                  |          |
| 3.    | Технологія будівництва              |                                  |          |
| 4.    | Організація будівництва             |                                  |          |

Студент-дипломник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

## ЗМІСТ

|                                            |  |
|--------------------------------------------|--|
| 1. Архітектурно-будівельний розділ.....    |  |
| 2. Розрахунково-конструктивний розділ..... |  |
| 3. Технологія будівництва.....             |  |
| 4. Організація будівництва.....            |  |
| 5. Охорона праці.....                      |  |
| Перелік використаної літератури.....       |  |

## **Розділ 1**

### **Загальна характеристика запроектованої будівлі**

Клас будівлі – II.

Конструктивний тип будівлі – з залізобетонним каркасом.

Ступінь довговічності – II

Кліматичний район по характеристикам – I.

Ступінь вогнестійкості – II.

### **2. Опис технологічних процесів**

Цех збирання холодильних машин отримує вихідні матеріали з інших заводів. Основними з них є деталі та агрегати. Для транспортування заготовок у межах цеху використовують крани.

### **3 Генеральний план**

Проектування цеху збирання холодильних машин створено генеральний план відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», а також згідно з санітарними й протипожежними нормами, з урахуванням технологічного зв'язку з іншими об'єктами на території.

Під час розробки плану територія була поділена на передзаводську та виробничу зони.

У передзаводській частині розташовані їдальня, адміністративна будівля, місця для тимчасового паркування автотранспорту тощо.

У виробничій зоні, окрім самого цеху, розміщені такі об'єкти, як склад готової продукції, ремонтні майстерні та інші споруди.

Роза вітрів сприяє належному провітрюванню будівель, а взимку – запобігає накопиченню снігу в міжліхтарному просторі.

Внутрішньозаводське транспортування здійснюється автомобілями.

Ширина проїздів та доріг передбачена у межах 6 метрів (до 10,5 м), а радіуси поворотів – 12 м.

Проектом передбачено благоустрій території: асфальтовано дороги, тротуари та майданчики, навколо будівель виконано асфальтове вимощення шириною 1 м.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники за генпланом

| № | Найменування          | Од. вим        | Кількість | Приміт |
|---|-----------------------|----------------|-----------|--------|
| 1 | Площа ділянки         | м <sup>2</sup> | 55450     |        |
| 2 | Площа забудови        | м <sup>2</sup> | 27000     |        |
| 3 | Площа мощення         | м <sup>2</sup> | 18000     |        |
| 4 | Площа озеленення      | м <sup>2</sup> | 10450     |        |
| 5 | Щільність забудови    | %              | 49        |        |
| 6 | Коефіцієнт мощення    | %              | 32        |        |
| 7 | Коефіцієнт озеленення | %              | 19        |        |

#### 4. Об'ємно – планувальне рішення будівлі

Проектована споруда — Цех збирання холодильних машин — має габаритні розміри в осях 96×48 м. Це одноповерхова, багатопрольотна будівля у формі літери «Г» (прямокутна в плані), з прольотами одного або різного напрямку. У споруді передбачено встановлення воріт, а для пересування працівників — окремі хвіртки.

У кожному з прольотів заплановано монтаж мостових кранів із вантажопідйомністю відповідно до технічного завдання; висота кранової рейки залежить від типу колон.

У місцях перетину осей «М» і «8» передбачено температурні шви, утворені з двох спарених колон.

Крок окремих залізобетонних колон становить 6 м.

Відстань між крайніми й середніми колонами однакова — 6 м.

Крайні ряди колон мають прив'язку до поздовжніх координаційних осей на відстані «250».

Колони середнього ряду розташовані симетрично відносно координаційних осей, при цьому осі проходять через центр їх поперечного перерізу.

Поперечні координатні осі також проходять через центр перерізу колон, за винятком торцевих ділянок та зон деформаційних швів, де вісь колон зсунута на 500 мм усередину.

Показники будівлі таблиця 2.

Таблиця 2 –показники будівлі

| № | Найменування            | Од. вим        | Кількість             | Приміт |
|---|-------------------------|----------------|-----------------------|--------|
| 1 | Площа забудови          | м <sup>2</sup> | 11280                 |        |
| 2 | Будівельний об'єм       | м <sup>3</sup> | 231120                |        |
| 3 | Корисна площа           | м <sup>2</sup> | 10584                 |        |
| 4 | Планувальний коефіцієнт | —              | K <sub>1</sub> = 20,5 |        |
| 5 | Об'ємний коефіцієнт     | —              | K <sub>2</sub> = 0,94 |        |

## **5 Конструктивне рішення будівлі**

Проектована будівля є повнокаркасною. Просторова жорсткість у поперечному напрямку досягається завдяки поперечним рамам, які формуються шляхом замоноличування колон у фундаменти та жорсткого з'єднання ферм (або балок) із колонами за допомогою зварювання.

У поздовжньому напрямку жорсткість забезпечується фундаментними балками, підкрановими балками, системою зв'язків, а також диском плит покриття, що приварені до несучих елементів покрівлі.

### **5.1 Колони**

Підбір колон здійснюється на основі параметрів, визначених у технічному завданні на проектування. Тип збірних залізобетонних колон залежить від об'ємно-планувальних характеристик промислової споруди та від наявності підйомно-транспортного обладнання певної вантажопідйомності.

З конструктивної точки зору колони поділяють на одногілкові та двогілкові. За розташуванням у споруді — на крайні, середні та фахверкові, які встановлюються в торцевих і поздовжніх стінах.

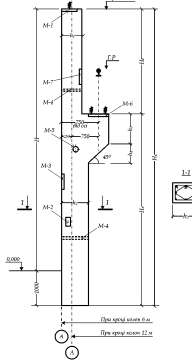
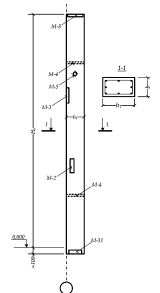
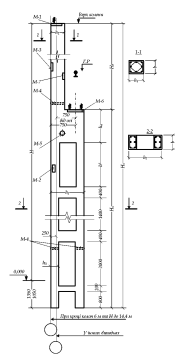
Розміри колон визначаються з урахуванням їхнього розташування в будівлі, її висоти, довжини прольотів, кроку колон і вантажопідйомності кранів.

В одноповерхових спорудах для створення торцевих і поздовжніх фахверків застосовуються збірні залізобетонні колони. Такі фахверкові колони розміщують біля торцевих стін і між основними в поздовжніх при кроці крайніх колон 12 м та довжині стінових панелей 6 м. Вони призначені для монтажу стінового огороження, частково сприймаючи навантаження від ваги стін і вітру.

Фахверкові колони можуть бути як збірними залізобетонними, так і сталевими. Збірні залізобетонні виконують суцільними з квадратним перерізом 400×400 мм. Їхня довжина визначається відповідно до умов експлуатації будівлі.

За вихідними даними підбираємо збірні залізобетонні колони (табл. 3)

Таблиця 3 – Збірні залізобетонні колони

| Марка колони                                         | Ескіз                                                                               | Крок, м | Q, т | Розміри, мм |                |                | Розміри перерізу мм |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|-------------|----------------|----------------|---------------------|
|                                                      |                                                                                     |         |      | H           | H <sub>1</sub> | H <sub>2</sub> |                     |
| 1                                                    | 2                                                                                   | 3       | 4    | 5           | 6              | 7              | 8                   |
| Колони крайнього ряду окремої залізобетонної будівлі |                                                                                     |         |      |             |                |                |                     |
| ЗК132-6                                              |    | 6       | 30   | 14250       | 3100           | 10150          | 600 x 400           |
| Фахверкові колони окремої залізобетонної будівлі     |                                                                                     |         |      |             |                |                |                     |
| ЗКФ133-1                                             |   | 6       | 30   | 13300       |                |                | 400 x 400           |
| Колони крайнього ряду залізобетонної будівлі         |                                                                                     |         |      |             |                |                |                     |
| ЗКД144                                               |  | 6       | 30   | 15570       | 4920           | 10650          | 1400 x 500          |
| Колони середнього ряду залізобетонної будівлі        |                                                                                     |         |      |             |                |                |                     |

## 5.2 Фундаменти

У дипломному проєкті передбачено використання збірного залізобетонного фундаменту з підколонником стаканного типу для монтажу збірних залізобетонних колон. Плитна частина фундаменту може мати одну, дві або три ступені (див. табл. 4).

Конструктивно стовпчастий фундамент забезпечує жорстке з'єднання з колоною за рахунок занурення її нижнього кінця в спеціально сформований

стакан.

Для зменшення різноманіття типорозмірів уніфіковано геометричні параметри підколонників і фундаментів: габарити в плані кратні модулю 300 мм, відмітка верху стакану — -0,150 м. Розміри стакана приймаються на 150 мм більші за колону зверху та на 100 мм — знизу.

Габарити підколонників у плані підбираються відповідно до перерізів колон, а параметри підосви та кількість уступів визначаються вантажопідйомністю кранового обладнання.

Для колон середнього ряду розміри підосви приймають у 1,5–2 рази більші за аналогічні для крайніх колон. Під фахверкові колони застосовують фундаменти з одним уступом і підколонником розміром 0,9×0,9 м.

У місцях розташування температурних швів (поздовжніх і поперечних) під суміжні колони проєктують спільний фундамент незалежно від їх кількості в вузлі. Розмір підосви визначається як сума підосов окремих фундаментів з додаванням вставки між осями колон та з урахуванням модульної кратності (300 мм). Якщо шов є осадочним, тоді кожна колона має окремий фундамент. Прив'язка фундаментів здійснюється відповідно до положення колон: більші розміри підколонника й підосви орієнтуються в поперечному напрямку, менші — у поздовжньому.

Глибина закладання фундаментів з урахуванням навантажень та умов ґрунту і клімату прийнята –2,550 м. Колони бетонуються в стаканах бетоном на дрібному заповнювачі.

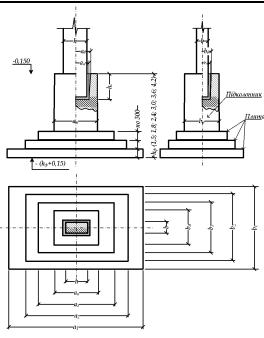
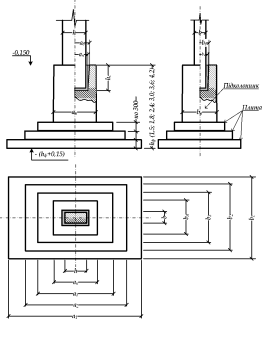
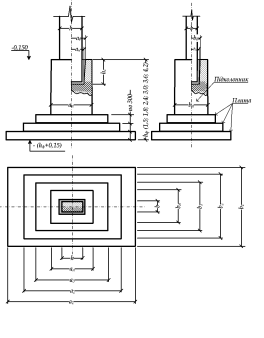
Для стін передбачені фундаментні балки, які спираються на бетонні стовпчики, встановлені на верхньому уступі фундаменту.

Вздовж обрізу фундаменту на товщину стіни до позначки +0,030 м влаштовується набетонка.

У зонах розміщення воріт фундаментні балки не передбачаються — там влаштовується суцільний монолітний фундамент товщиною 500 мм і довжиною 6 м, у який вмонтовані анкерні болти для фіксації рам воріт.

По верхній поверхні фундаментних балок передбачена гідроізоляція з одного шару цементного розчину товщиною 30 мм у співвідношенні цементу до піску 1:2.

Таблиця 4 – Збірні фундаменти стаканного типу

| Марка фундаменту                                         | Ескіз                                                                               | Переріз колони, мм | Розміри стакану і підколонника, мм | Розміри сходи, мм                                  | Висота сідця фундаменту, мм |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1                                                        | 2                                                                                   | 3                  | 4                                  | 5                                                  | 6                           |
| під колони крайнього ряду окремої залізобетонної будівлі |                                                                                     |                    |                                    |                                                    |                             |
| ФБ 19-24                                                 |    | 600 х<br>400       | 1500 х<br>1500<br>1200 х<br>1200   | 2100 х<br>1800<br>2700 х<br>1800                   | 300                         |
| під фахверкові колони окремої залізобетонної будівлі     |                                                                                     |                    |                                    |                                                    |                             |
| ФА 1-6                                                   |   | 400 х<br>400       | 1200 х<br>1200<br>900 х 900        | 1500 х<br>1500                                     | 300                         |
| під колони крайнього ряду залізобетонної будівлі         |                                                                                     |                    |                                    |                                                    |                             |
| ФД 51-55                                                 |  | 1400 х<br>500      | 2400 х<br>1500<br>2100 х<br>1200   | 3000 х<br>2100<br>3600 х<br>2100<br>4200 х<br>2700 | 300                         |
| під колони середнього ряду залізобетонної будівлі        |                                                                                     |                    |                                    |                                                    |                             |

### 5.3 Фундаментні балки

Для встановлення фундаментних балок передбачено влаштування бетонних стовпчиків-підбетонів із площею поперечного перерізу  $0,3 \times 0,6$  м. Верхня позначка стовпчиків приймається на рівні  $-0,45$  м, виходячи з висоти фундаментної балки  $0,4$  м і кроку колон  $6$  м.

Позначка верху самих фундаментних балок установлюється на  $30$  мм нижче рівня чистої підлоги, тобто на  $-0,03$  м.

Щоб запобігти деформаціям балок унаслідок здирання ґрунтів, знизу або з боків влаштовується підсипання з шлаку чи грубозернистого піску.

Утеплення пристінної робочої зони в опалювальних приміщеннях досягається підсипкою теплоізоляційного матеріалу шириною  $1-2$  м.

Вздовж фундаментних балок по поверхні ґрунту проєктується асфальтове вимощення шириною  $1$  м з ухилом  $3-5$  % від будівлі.

Довжину фундаментної балки визначають із урахуванням її просторового розміщення (кутове, рядове, поблизу температурних швів), кроку колон і розмірів підколонника в плані (див. табл. 5).

Таблиця 5 – Збірні фундаментні балки

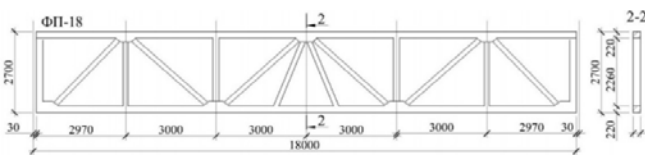
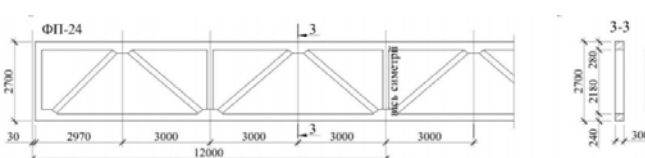
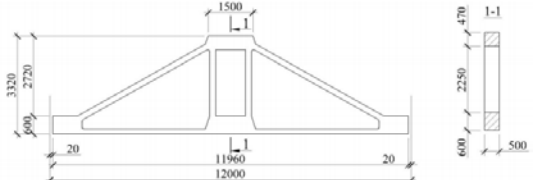
| Марка балки | Ескіз | Крок колони, м | Розміри, мм |
|-------------|-------|----------------|-------------|
| ФБ 6-12     |       | 6              | 450 x 400   |

### 5.4 Кроквяні та підкроквяні конструкції

На колони встановлюються несучі елементи покриття: сегментні, безрозкісні кроквяні ферми з паралельними поясами та полігональні прольоти розміром  $18$  і  $24$  м, а також ґратчасті балки з паралельними поясами, двосхилі, з прольотами  $12$  і  $18$  м (див. табл. 6). Їх монтаж здійснюється шляхом кріплення накладних сталевих пластин, приварених до закладних елементів ферм, з подальшим фіксуванням до колон за допомогою анкерних болтів. Після вирівнювання положення ферм і балок у проєктне положення — усі вузли остаточно затягуються.

При міжосьовій відстані крайніх колон  $6$  м, а середніх —  $12$  м, на колони середнього ряду першочергово монтують підкроквяні ферми або балки. Їх кріплення до колон виконується зварюванням закладних елементів стельовим швом.

Таблиця 6 – Збірні кроквяні та підкроквяні конструкції

| Марка конструкції<br>і                              | Ескіз                                                                              | L, м | Крок,<br>м | Розм          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|---------------|
| 1                                                   | 2                                                                                  | 3    | 4          |               |
| кроквяна конструкція окремої залізобетонної будівлі |                                                                                    |      |            |               |
| ФПП 6-18                                            |  | 18   | 6          | 18000<br>2700 |
| кроквяні конструкції залізобетонної будівлі         |                                                                                    |      |            |               |
| ФПП 6-24                                            |  | 24   | 6          | 24000<br>2700 |
| підкроквяні конструкції залізобетонної будівлі      |                                                                                    |      |            |               |
| ПФ-12                                               |  | 12   | 12         | 11960<br>3300 |

## 5.5 Підкранові балки

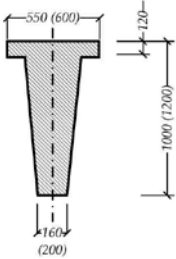
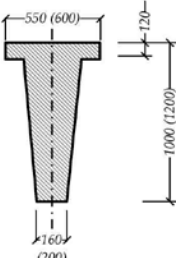
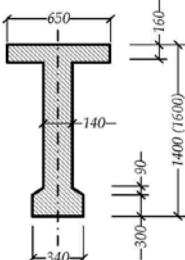
У курсовому проєкті заплановано використання опорних мостових кранів вантажопідйомністю від 10 до 50 тонн (див. табл. 7). Рух цих кранів забезпечується по підкранових балках, на які укладаються рейки. Балки жорстко з'єднуються з колонами, що додатково підсилює просторову стійкість каркасу споруди.

Залізобетонні підкранові балки застосовують в одноповерхових промислових будівлях при міжколонній відстані 6 або 12 м та вантажопідйомності кранів до 50 т. З огляду на зручність виготовлення та монтажу, вони проєктуються розрізними. Їх форма — таврового перерізу: для прольоту 6 м висота становить 800 або 1000 мм, а для прольоту 12 м — 1400 мм.

За розташуванням у будівлі балки поділяються на торцеві (біля торцевих стін), рядові та температурні (біля температурних швів). Відмінності між ними полягають у наявності й розміщенні закладних елементів для з'єднання з колонами.

Після монтажу та точного вивірювання балки прикріплюють до колон: знизу — за допомогою болтів і зварювання, зверху — приварюванням вертикального сталевго листа до закладних елементів у колоні та балці. Поверх балок укладають кранові рейки, які фіксуються притисками (лапками) на пружних прокладках.

Таблиця 7 – Підкранові балки

| Марка балки                  | Ескіз                                                                               | Довжина, мм | Розміри, мм |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Окрема залізобетонна будівля |                                                                                     |             |             |
| БКНВ 6 -4с                   |    | 5960        | 1000 x 600  |
| Залізобетонна будівля        |                                                                                     |             |             |
| БКНВ 6 -4с                   |   | 5960        | 1000 x 600  |
| БКНВ 12 -3с                  |  | 11950       | 1400 x 650  |

## 5.6 Зв'язки

На конструктивне рішення системи вертикальних зв'язків впливають такі фактори, як висота будівлі, наявність або відсутність мостових кранів, а також тип покриття (зокрема — висота балок або опорна частина ферм).

У промислових спорудах, обладнаних мостовими кранами, вертикальні зв'язки по колонах зазвичай встановлюються нижче рівня підкранових балок у одному — переважно середньому — міжколонному прольоті кожного температурного блоку (див. рис. 1). При цьому самі підкранові балки виконують функцію розпірок у вертикальній системі зв'язків. Якщо технологічні умови не дозволяють розмістити зв'язки в середньому прольоті, допускається їх переміщення до сусіднього кроку колон.

У випадку наявності підкровокняних ферм, саме вони виконують роль розпірок по колонах, і окремі елементи для цієї мети не передбачаються.

Окрім розглянутих вертикальних зв'язків по колонах, також проєктуються зв'язки по ліхтарях та по напрямних підвісних кранових шляхів.

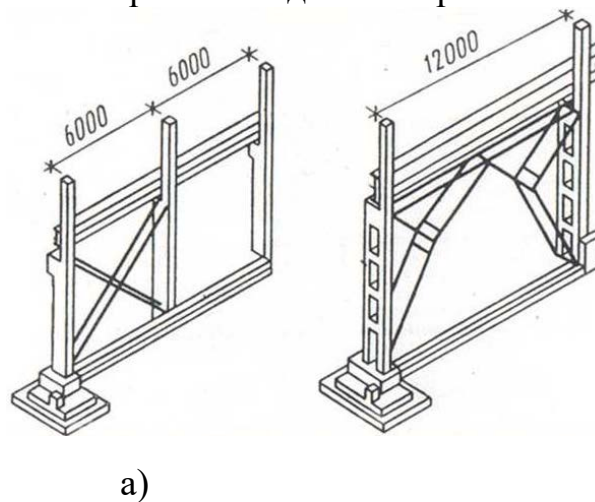


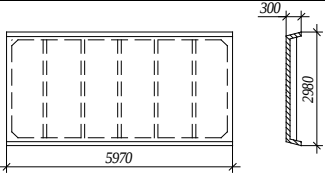
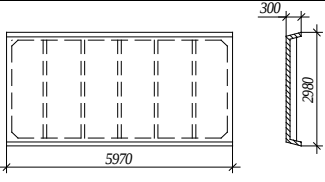
Рисунок 1 – Зв'язки: а – при кроці колон 6 м; б – при кроці колон 12 м.

### 5.7 Плити покриття

Залізобетонні плити, які виконують функцію покрівельної основи, монтуються на поперечні кроквяні конструкції (див. табл. 8). При кроці цих конструкцій у 6 метрів використовуються плити розмірами  $3 \times 6$  м та  $1,5 \times 6$  м, а при кроці 12 м — відповідно  $12 \times 6$  м і  $1,5 \times 12$  м. Основний тип плит — шириною 3 м, що відповідає відстані між вузлами кроквяних елементів. Плити шириною 1,5 м застосовуються переважно в зоні розжолобків, де виникають підвищені снігові навантаження, з якими не можуть впоратися елементи шириною 3 м.

Усі покрівельні плити мають закладні деталі на торцях несучих поздовжніх ребер, які з'єднуються з фермами шляхом зварювання. Шви між плитами заповнюються цементним розчином марки М100. У місцях температурних швів і на торцях споруди закладні елементи плит розташовані зі зміщенням на 500 мм.

Таблиця 7 – Плити покриття

| Марка плити                  | Ескіз                                                                               | Довжина, мм | Розміри, мм |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| 1                            | 2                                                                                   | 3           | 4           |
| Окрема залізобетонна будівля |                                                                                     |             |             |
| ПНС-10                       |  | 5960        | 1490 x 300  |
| Залізобетонна будівля        |                                                                                     |             |             |
| ПНС-10                       |  | 5960        | 1490 x 300  |

## 5.8 Стінове огороження

Стінові панелі використовуються для огороження як опалюваних, так і неопалюваних споруд, незалежно від типу каркаса чи матеріалів, при міжосьовій відстані колон 6 або 12 метрів. У більшості випадків висота панелей становить 1,2 або 1,8 м, а довжина — 6 або 12 м. Нижній край першої панелі, як правило, відповідає рівню підлоги. З конструктивних та монтажних міркувань верхній ряд панелей в межах висоти приміщення рекомендується розміщувати на 0,6 м нижче кроквяних ферм, а в межах висоти ферм — на 0,3 м нижче верхнього пояса.

Для будівель із залізобетонним каркасом доцільно застосовувати легкобетонні самонесучі панелі. Основні панелі уніфіковані під модуль 300 мм і мають висоту 1,2 або 1,8 м, підкарнизні та парапетні — 0,9 і 1,5 м. Цокольна панель зазвичай має висоту 1,2 м, проте в разі технологічної необхідності допускається збільшення.

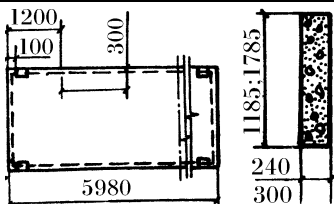
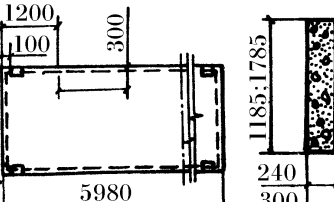
У місцях, де колони каркаса зсунуті відносно поперечної координатної осі на 500 мм, використовують поздовжні панелі або панелі з добірними вставками. У торцях будівлі панелі фіксують до фахверкових колон.

Товщина горизонтальних швів між панелями становить 15 мм, а вертикальних — 20–30 мм залежно від довжини (6 або 12 м). У зв'язку з температурними й усадковими деформаціями товщина швів змінюється, тому заповнювач має бути еластичним, водонепроникним і стійким до атмосферного впливу. Для цього використовують пороізол, герніт або пружні мастики.

Проектом передбачено самонесучі одношарові стінові панелі (див. табл. 8) завтовшки 300 мм. Вони кріпляться до колон за допомогою з'єднання з двох сталевих кутиків  $125 \times 16$  мм,  $L = 100$  мм, які приварюють до закладних елементів колон і панелей з гнучким анкером і пластиною. Панелі виготовляються на заводі в готовому вигляді зі зовнішнім і внутрішнім фактурним шаром цементно-піщаного розчину по 20 мм завтовшки.

У зонах воріт і дверей стінові отвори закладають цеглою марки М100 на розчині М50, товщиною 380 мм.

Таблиця 8 – Стінове огороження

| Марка плити                  | Ескіз                                                                             | Довжина, мм | Розміри, мм |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| 1                            | 2                                                                                 | 3           | 4           |
| Окрема залізобетонна будівля |                                                                                   |             |             |
| ПСЛ-16                       |  | 6000        | 1800 x 300  |
| Залізобетонна будівля        |                                                                                   |             |             |
| ПСЛ-16                       |  | 6000        | 1800 x 300  |

### 5.9 Вікна

Світлові отвори в стінах можуть бути виконані у вигляді окремих вікон або протяжних стрічок (див. рис. 2). У висотних спорудах та будівлях, оснащених мостовими кранами, вікна зазвичай розміщуються у два, а іноді й у три яруси. Заповнення прорізів здійснюється окремими сталевими блоками або віконними панелями.

Каркас вікон формується із вертикальних елементів — імпоствів, розташованих із кроком 1,5 або 2 м, які з'єднуються з закладними деталями в перемичках зварюванням. До імпоствів болтами кріпляться як глухі рами, так і ті, що відкриваються (із верхньою, нижньою чи бічною підвіскою). Козирки монтуються виключно над рами, що відкриваються.

Сталеві панелі для вікон при 6-метровому кроці колон мають габарити  $6 \times 1,2$  або  $6 \times 1,8$  м. Якщо висота отвору не перевищує 20 м, панелі монтують одна над одною, скріплюючи між собою болтами М12. При більшій висоті конструкції передбачається встановлення додаткового ригеля з прокатного металопрофілю — для компенсації власної ваги вікон і вітрового навантаження.

Скло в глухих елементах фіксується до несучої рами через ущільнювальний гумовий профіль.

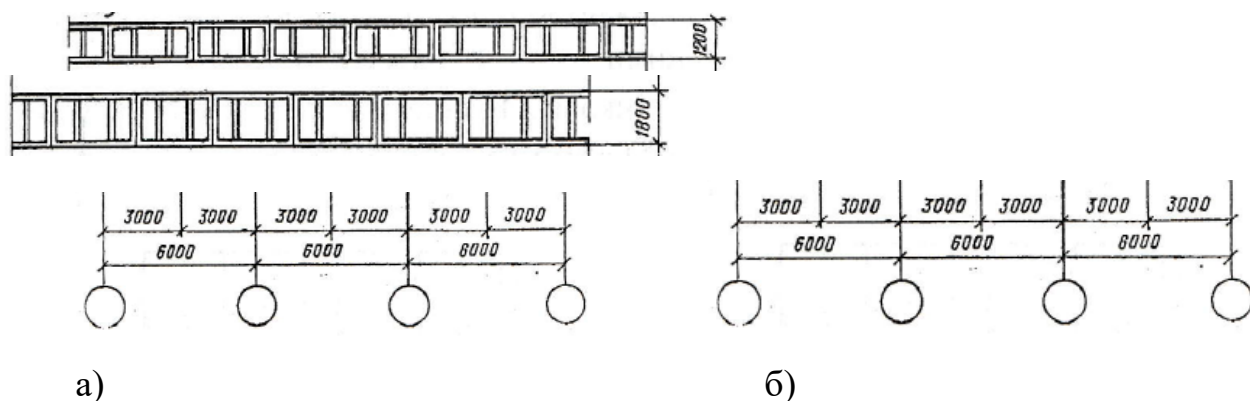


Рисунок 2 – Вікна: а – при висоті 1,2 м; б – при висоті 1,8 м.

## 5.10 Ворота

У рамках курсового проєкту передбачено встановлення розпашних воріт для заїзду автомобільного транспорту з різною вантажопідйомністю. Для транспортних засобів прийнято типові розміри прорізу  $3,6 \times 4,2$  м (див. рис. 3).

Конструктивно рама воріт складається з ригеля та двох вертикальних стійок, які монтуються на фундамент та фіксуються анкерними болтами. Рама встановлюється із зовнішнього боку споруди.

Для вільного заїзду безрейкового транспорту ззовні воріт передбачено влаштування похилого бетонного пандуса, що забезпечує плавний з'їзд і заїзд до будівлі.

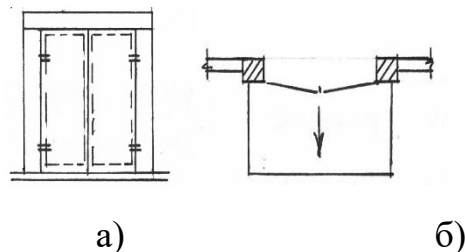


Рисунок 3 – Розпашні ворота: а – вид з торця; б – вид згори.

## 5.11 Покрівля та система водовідводу

Проектом передбачено влаштування суміщеної, невентильованої рулонної покрівлі, що складається з двох шарів руберойду із захисним шаром із гравію, зануреного в бітумну мастику (див. рис. 4).

На вирівняну поверхню плит покриття наносять пароізоляцію у вигляді одного шару руберойду, покладеного на бітумну мастику.

У зонах прилягання покрівлі до парапетів або інших вертикальних елементів конструкції її посилюють трьома додатковими шарами руберойду з перекриттям 100–150 мм між шарами. Ці шари заводяться на стіну на висоту 250 мм та закріплюються дюбелями з інтервалом 600 мм через сталеву смугу розміром  $40 \times 4$  мм, а також захищаються фартуком із оцинкованої сталі. Поверх стику наноситься герметизувальна мастика.

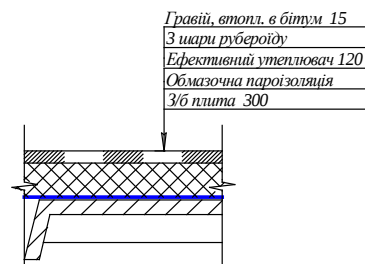


Рисунок 4 – Фрагмент покрівлі

В проєкті передбачено внутрішній організований водовідвід. Водостічні лійки встановлюються в знижених ділянках покрівлі — розжолобках — з інтервалом не більше 48 м. Їх розміщення виконується з прив'язкою до координаційних осей: 450 мм у поздовжньому напрямку та 500 мм — у поперечному.

Ліхтарі

Залежно від функціонального призначення, ліхтарі класифікують як світлоаераційні, аераційні або світлові. Тип і конструктивне виконання ліхтарів визначають з урахуванням мікроклімату в приміщенні, регіональних кліматичних умов та інших факторів.

У даному проєкті застосовано подвійні світлоаераційні ліхтарі шириною 6 і 12 м. Висота світлопрозорого застклення становить 1750 мм; відкривання здійснюється за допомогою електроприводу до певного кута нахилу від вертикалі (значення кута вказується у кресленнях).

Ліхтарі розміщуються паралельно поздовжній осі будівлі. Для зручності експлуатації та відповідно до протипожежних норм, довжина кожного ліхтаря не повинна перевищувати 84 м. У разі потреби в більшій довжині їх проєктують із розривами, кратними або рівними кроку кроквяних конструкцій. Також ліхтарі не повинні доходити до торцевих стін будівлі на 6 м.

Для приміщень із прольотами 12 і 18 м використовують ліхтарі шириною 6 м, для ширших прольотів — 12 м. Конструкція ліхтаря включає поперечні сталеві рами та поздовжні елементи, серед яких: бортові плити, прогони для кріплення заповнення світлових отворів, конструктивні елементи покриття й систему зв'язків.

Покрівля ліхтаря виконується з тих самих матеріалів та конструктивно повторює основне покриття будівлі.

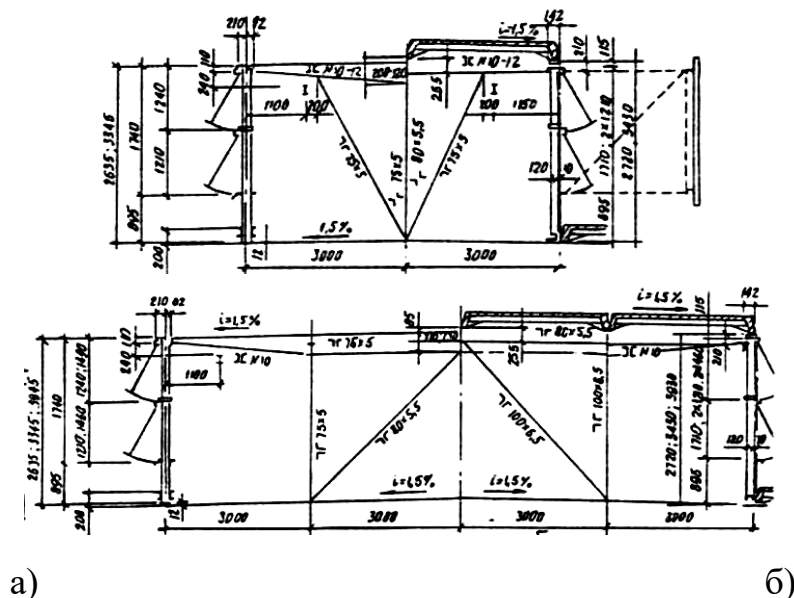


Рис 5 – Ліхтарі: а – 6 м; б – 12 м

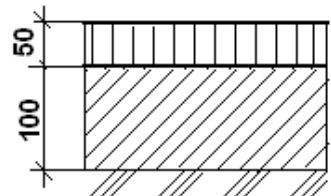
### 5.13 Підлоги

Під час вибору типу та конструкції підлоги враховується характер виробничих навантажень, що діють на неї, а також необхідність забезпечення її довговічності та надійної експлуатації. Конструкція підлоги включає такі основні елементи: покриття, підстильний шар, прошарок, стяжку, гідроізоляцію та основу.

Проектування підлог здійснюється відповідно до функціонального призначення приміщень, умов експлуатації та специфічних вимог до поверхні.

Склад конструкції підлоги, типи матеріалів і товщина кожного шару визначені в експлікації підлог і зазначені на кресленнях (див. табл. 9).

Таблиця 9 –Підлоги

| Схема підлоги<br>або, тип підлоги<br>за серією                                     | Дані елементів підлоги<br>(назва, товщина, основа<br>тощо), мм             | Площа,<br>м <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|  | Асфальтобетон - 50<br>Бетонна підготовка - 100<br>Грунт ущільнений щебенем | 2592                     |

## 5.14 Опорядження будівлі

Зовнішнє опорядження будівлі складається із розшивки швів так як панелі доставляються на будівельний майданчик повного заводського гатунку із зовнішнім фактурним шаром 20 мм з цементного розчину.

На будівельному майданчику шви герметизуються та зачеканюються цементним розчином.

Внутрішнє опорядження – вапняне фарбування стін, колон та стель.

## 6 Розрахунок природного освітлення

Глибина приміщення  $B = 36$  м; висота приміщення  $H = 24,8$  м; розряд роботи зору – IV; ліхтарі – подвійні; засклення – листове. Площа засклення  $S = 1591,2 \text{ м}^2$

Інтер'єр: стеля – біла, стіни – зеленуваті, підлога – краснувато-коричнева.

Коефіцієнти відбиття:  $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$ ;  $\rho_{\text{стін}} = 0,5$ ;  $\rho_{\text{підлоги}} = 0,3$ .

1. Нормований коефіцієнт природного освітлення:

$$e^{IV} = e \cdot m \cdot c = 4 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 2,4 \%$$

де  $m$  – коефіцієнт світлового клімату;

$c$  – коефіцієнт сонячності;

$e$  – нормований коефіцієнт природного освітлення.

2. Площа засклення:

$$S_0 = \frac{S_n \cdot k_3 \cdot e_n \cdot \eta_0 \cdot \kappa_{30}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} = 1095 \text{ м}^2$$

де  $S_n = 8064 \text{ м}^2$  - площа підлоги;

$k_3 = 1,5$  - коефіцієнт запасу;

$\eta_0 = 14$  - світлова характеристика вікна;

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,64$  - загальний коефіцієнт світлопропускання,

де  $\tau_1 = 0,8$  - коефіцієнт світлопропускання матеріалу,

$\tau_2 = 0,8$  - коефіцієнт, що враховує втрату світла в переплетах світлопроєму,

$\tau_3 = 1$  - коефіцієнт, що враховує втрату світла в несучих конструкціях,

$\tau_4$  - коефіцієнт, що враховує втрату світла в сонцезахисних пристроях,

$\tau_5$  - коефіцієнт, що враховує втрату світла в захисній сітці під ліхтарями.

$\kappa_{30} = 1$  - коефіцієнт, що враховує затінення вікон протилежними спорудами;

$r_1 = 1,1$  - коефіцієнт, що враховує підвищення к.п.о. при бічному освітленні за рахунок світла, що відбивається від поверхні приміщення і підстилаючого шару, що прилягає до будівлі.

Для визначення  $r_1$  знаходять середній коефіцієнт відбиття:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{0,5\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = 0,397;$$

де  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  - відповідно коефіцієнти відбиття та площі поверхонь стелі, стін та підлоги

$S_{\text{реал.}} \geq S_0$ . Площа засклення прийнята вірно.

## 7 Теплотехнічний розрахунок

Температура повітря найбільш холодної п'ятиднівки  $t_H = -21^0$

Будівля відноситься до **II групи** за внутрішньою температурою і відотною вологістю повітря,  $t_B = 16^0$ ,  $\varphi \leq 49 \%$ . Умови експлуатації: **Б**.

Необхідний опір теплопередачі огорожуючи конструкцій  $R_0^{TP} = 0,42 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

Попередньо приймемо панелі з аглопоритобетону:  $\gamma = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$ ,  $\delta = 300$  мм,  $R = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ,  $\lambda = 0,46$

Опір теплопередачі огороження:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum R + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + 0,65 + \frac{1}{23,2} = 0,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

де  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$  - коефіцієнт тепловіддачі у внутрішньої поверхні огороження;

$\alpha_H = 23,2 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$  - коефіцієнт теплопередачі у зовнішньої поверхні;

$\sum R = 0,65$  - сума термічних опорів окремих шарів огороження.

$$R_0 \geq R_{TP}.$$

Параметри прийнятої конструкції відповідають умовам експлуатації та розрахунковій температурі.

## Розділ 2

### 1. РОЗРАХУНОК ПАНЕЛІ РОЗМІРОМ 3х12м.

#### 1.1 Загальні дані

Потрібно запроектувати ребристу панель 3х12м для теплового покриття будівлі по балкам з паралельними поясами прольотом 30м.

Клас бетона по міцності на стиск В30 Бетон легкий підвернений тепловій обробці під атмосферним тиском  $R_b=15,5$  МПа,  $R_{bt}=1,1$  МПа,  $R_{b,ser}=22$  МПа,  $R_{bt,ser}=1,8$  МПа;  $E_b=32500$  МПа.; коефіцієнт умов роботи  $\gamma_{b2}=0,9$

Напружувана арматура – стержнева термічно зміцнена арматура класу АТ-V,  $R_{sn}=785$  МПа;  $R_s=680$  МПа;  $E_s=190000$  МПа.

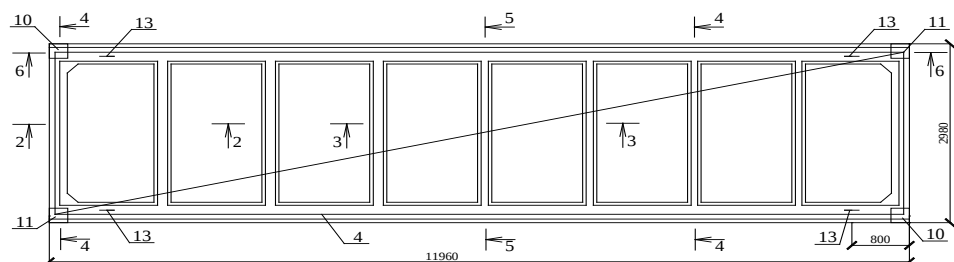
Не напружувана стержнева арматура А-I,  $R_s=225$  МПа і холоднотянута арматурна проволока періодичного профілю Вр-I діаметром 3мм,  $R_s=270$  МПа

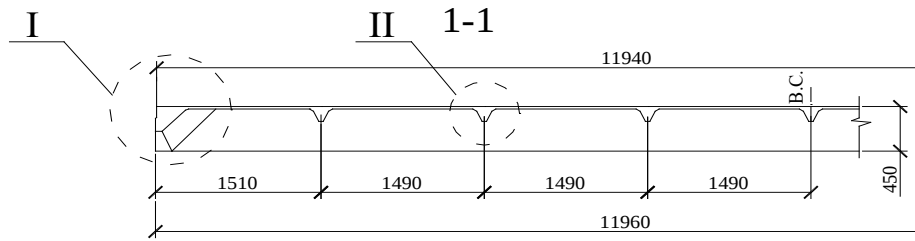
Натяг арматури на упори виконується електротермічним способом. Спуск натягу арматури проводиться при міцності бетону  $R_{bp}=0,7 \cdot B=0,7 \cdot 30=21$  МПа

#### 1.2 Призначення розмірів панелі

Номінальні розміри панелі 3х12м. Конструктивні розміри з врахуванням товщини швів для заливки розчином 2,98х5,97м. Товщина полки уніфікованої збірної панелі  $h_f=25$ мм. Висота панелі  $h \geq \frac{l}{20} = \frac{12000}{27} = 450$  мм.

Приймаємо  $h=450$  мм. Попередньо призначаємо ширину середніх поперечних ребер: знизу – 100мм, зверху – 140мм. Висота середніх поперечних ребер – 150мм. Висота торцевих поперечних ребер – 250мм. Ширина прокольних ребер: знизу – 40мм, зверху – 160 мм.





### 1.3. Визначення навантажень

На панель покриття діє постійне та тимчасове навантаження. Постійне навантаження складається з ваги теплової ізоляційного шару та власної ваги панелі. Тимчасове навантаження створює вага снігового покриву та вага пилу.

| Вид навантаження                                                                                                   | Коеф. надійн. з навант. $\gamma_f$ | Навантаження |                  |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------|------------------|----------------|
|                                                                                                                    |                                    | нормативне   | Розрахункове при |                |
|                                                                                                                    |                                    |              | $\gamma_f = 1$   | $\gamma_f > 1$ |
| <u>Постійне</u>                                                                                                    |                                    |              |                  |                |
| Шар гравію, затоплений у дьогтьову мастику                                                                         | 1,3                                | 0,15         | 0,143            | 0,185          |
| Рубероїдний килим                                                                                                  | 1,1                                | 0,10         | 0,095            | 0,105          |
| Цементно-піщана стяжка<br>$t=2\text{см}$ , $\rho=1,75\text{т/м}^3$<br>$(0,02 \cdot 1 \cdot 1,75 \cdot 9,81=0,343)$ | 1,2                                | 0,343        | 0,326            | 0,391          |
| Пінобетон<br>$T=14\text{см}$ ; $\rho=0,6\text{ т/м}^3$<br>$(0,14 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 9,81=0,824)$              | 1,2                                | 0,824        | 0,783            | 0,936          |
|                                                                                                                    | 1,1                                | 0,06         | 0,057            | 0,063          |
| Обмазувальна гідроізоляція                                                                                         |                                    | 1,48         | 1,41             | 1,68           |
| Разом навантаження від ізоляційного шару                                                                           | 1,1                                | 1,85         | 1,76             | 1,93           |
| Панель покриття з бетоном замонолічування                                                                          |                                    |              |                  |                |

|                                            |      |      |       |       |
|--------------------------------------------|------|------|-------|-------|
| Усього постійне навантаження( $g=i+c$ )    |      | 3,33 | 3,17  | 3,61  |
| <u>Тимчасове</u>                           | 1,04 | 0,8  | 0,832 | 0,832 |
| Снігове (короткочасне)                     | 1    | 0,4  | 0,4   | 0,4   |
| Снігове (квазіпостійне)                    | 1,3  | 0,1  | 0,13  | 0,143 |
| Пилове (тривале)                           |      |      |       |       |
| Усього тимчасове навантаження( $v=s+s+d$ ) |      | 1,3  | 1,362 | 1,375 |
| Усього повне навантаження( $P=g+v$ )       |      | 4,63 | 4,532 | 4,985 |

Тривалої дії 3,83 3,67  
4,11  
Короткочасної дії 0,8 0,832  
0,832

#### 1.4.Розрахунок полиці плити

Плита панелі, що має товщину  $t = 25$  мм, удає із себе однорядну багатопрольотну нерозрізну плиту з вічками-ділянками, які защемлені вздовж контуру поперечними та поздовжніми ребрами.

Розміри ділянок плити у світлі між гранями ребер :

середніх  $\ell_1$  та крайніх  $\ell_{1e}$  уздовж панелі:

$$\ell_1 = 149 - (16/2) \cdot 2 = 133 \text{ см};$$

$$\ell_{1e} = 151 - 27,5 - 16/2 = 116 \text{ см};$$

середніх та крайніх упоперек панелі:

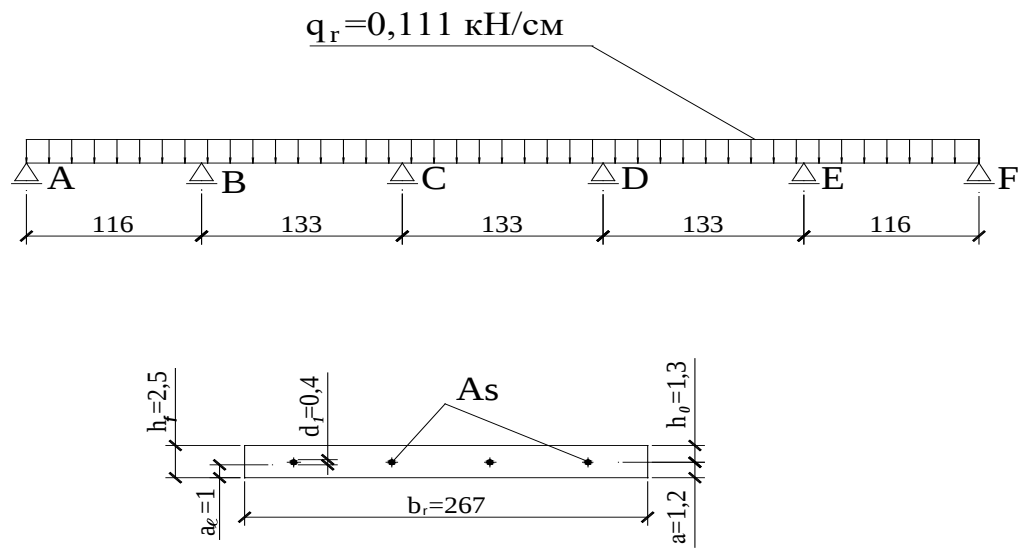
$$\ell_1 = 295 - 14 \cdot 2 = 267 \text{ см}$$

Так як відношення ділянок плити:  $\ell_1 / \ell_1 = 267/133 = 2,01 > 2$ ,

$$\ell_1 / \ell_1 = 267/116 = 2,31 > 2,$$

плита розраховується як балочна плита, що обпирається на поперечні ребра.

Розрахункова схема та розрахунковий переріз плити



Постійне навантаження включає власну вагу плити завтовшки  $t=25$  мм та навантаження від тепловогоізоляційного шару  $i=1,68$  кН/м<sup>2</sup>. Тимчасове навантаження  $v=1,375$  кН/м<sup>2</sup>

Розрахункове навантаження від власної ваги на 1 м<sup>2</sup> площі плити

$$r = 1 \cdot t \cdot \rho \cdot 9,81 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 1 \cdot 0,025 \cdot 9,81 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 0,641 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Розрахункове постійне розподілене навантаження, що діє на плиту. з вантажної площадки завширшки  $b_1 = 2,67$  м

$$g_r = (1,68 + 0,641) \cdot 2,67 = 6,197 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Розрахункове тимчасове розподілене навантаження, що діє з тієї ж вантажної площадки

$$v_r = v \cdot b_1 = 1,375 \cdot 2,67 = 3,67 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Повне розрахункове рівномірно розподілене навантаження на плиту

$$g_r = g_r + v_r = 6,197 + 3,67 = 9,866 \frac{\text{кН}}{\text{м}} = 0,986 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

### Визначення зусиль при першій комбінації зусиль

Згинаючий момент в крайніх прольотах плити (прольоти А-В та Е-Ф)

$$M = \frac{g_r \cdot l_{le}^2}{11} = \frac{0,986 \cdot 116^2}{11} = 120,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Згинаючий момент в середніх прольотах та на середніх підпорах

$$M = \frac{g_r \cdot l_1^2}{16} = \frac{0,986 \cdot 133^2}{16} = 109 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для подальшого розрахунку приймається момент, що має найбільше значення  $M = 120,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$

### Розрахунок арматури

Призначається діаметр поздовжніх стрижнів зварної сітки  $d_1 = 5$  мм, поперечних стрижнів  $d_2 = 3$  мм. Захисний шар бетону робочих стрижнів приймається  $a = 10$  мм, тоді

$$a = a_l + d_1 / 2 = 10 + 5 / 2 = 1,25 \text{ см}$$

Робоча висота перерізу

$$h_0 = t - a = 2,5 - 1,25 = 1,25 \text{ см}$$

Знаходимо коефіцієнт  $\alpha_m$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{120,61}{2 \cdot 267 \cdot 1,3^2} = 0,133$$

$$\eta = 0,93$$

Потрібна площа перерізу арматури:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{120,61}{36,0 \cdot 0,93 \cdot 1,25} = 2,92 \text{ м}^2$$

Приймається 24Ø4 Вр-I загальною площею  $A_s = 2,898 \text{ см}^2$  з кроком 100 мм.

### Конструювання арматурної сітки

Довжина зварної арматурної сітки:

$$l_n = 11940 - 2 \cdot 15 = 11910 \text{ мм}$$

ширина сітки

$$a_n = 2950 - 2 \cdot 10 = 2930 \text{ мм}$$

Кількість кроків поперечних стрижнів

$$n_n = \frac{l_n}{u} = 11910 / 250 = 47,6 = 47 \text{ мм}$$

кількість кроків поздовжніх стрижнів

$$i_n = \frac{a_n}{v} = 2930 / 100 = 29,3 = 29 \text{ мм}$$

Довжина кінцевих випусків:

$$c_1 = (l_n - n_1 u) / 2 = (11910 - 47 \cdot 250) / 2 = 80 \text{ мм}$$

$$c_2 = (a_n - n_2 v) / 2 = (2930 - 29 \cdot 100) / 2 = 15 \text{ мм}$$

Марка сітки С1

$$CI \frac{4 \hat{A} \delta^2 - 100}{3 \hat{A} \delta^2 - 250} 2930 \times 11910 \frac{80}{15}$$

### Перевірка міцності плити на дію зосередженого навантаження

Відносна висота стисненої зони

$$\zeta = \mu R_s / R_b = 0,0096 \cdot 36 / 1,55 = 0,22$$

За значенням  $\zeta = 0,22 \Rightarrow$

$$\alpha_m = 0,196$$

$$M_{adm} = \alpha_m R_b b_1 h_0^2 = 0,196 \cdot 1,55 \cdot 267 \cdot 1,3^2 = 137,08 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\text{Так як } M_{adm} = 137,08 \text{ кН} \cdot \text{м} \geq \hat{M} = 120,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Міцність плити на додаткову дію зосередженого навантаження забезпечена.

### 1.5. Розрахунок поперечних ребер

#### Визначення навантаження

Повне навантаження на поперечне ребро складається з постійного навантаження від ваги теплової ізоляційного шару, власної ваги плити та власної ваги ребра, а також тимчасового від снігу та пилю. Навантаження на ребро передається з вантажної площі плити, ширина якої дорівнює відстані між осями поперечних ребер  $l_w = 149$  см.

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження від теплової ізоляційного шару підрахунку.

$$i_w = i l_w = 1,68 \cdot 1,49 = 2,503 \text{ кН} / \text{м}$$

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження від власної ваги плити

$$r_w = r l_w = 0,641 \cdot 1,49 = 0,955 \text{ кН} / \text{м}$$

Розрахункове навантаження від власної ваги ребра з середньою шириною

$$b_m = (b_{inf} + b_{sup}) / 2 = (0,04 + 0,16) / 2 = 0,1 \text{ м.}$$

$$w = b_m \cdot (h - h_f^1) I \cdot p \cdot 9,81 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 0,32 \text{ кН} / \text{м.}$$

Загальне розрахункове постійне, навантаження

$$q_w = i_w + r_w + w = 2,503 + 0,955 + 0,32 = 3,778 \text{ кН} / \text{м.}$$

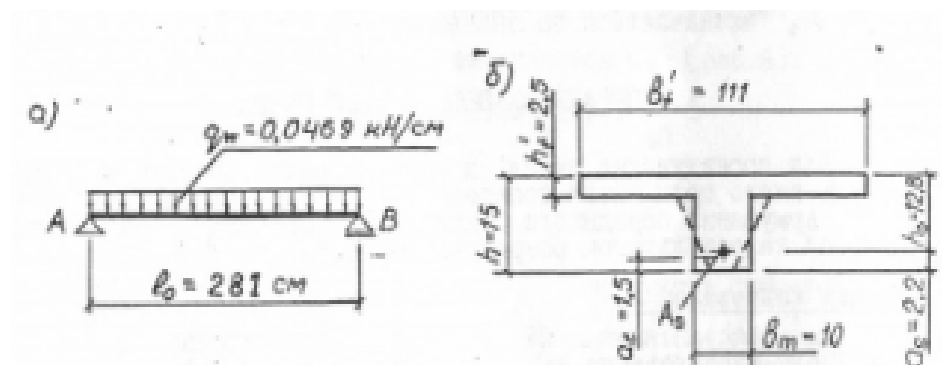
Розрахункове тимчасове рівномірно розподілене навантаження

$$v_w = v \cdot l_w = 1,375 \cdot 1,49 = 2,048 \text{ кН} / \text{м.}$$

Повне розрахункове рівномірно розподілене навантаження на поперечне ребро панелі

$$q_w = q_w + v_w = 3,778 + 2,048 = 5,826 \text{ кН} / \text{м} = 0,0582 \text{ кН} / \text{см}$$

#### Розрахункова схема і розрахунковий переріз



Розрахунковий проліт (відстань між осями поздовжніх ребер)

$$l_0 = 295 - 2(14 / 2) = 281 \text{ см.}$$

Так як

$$h_f' = 2,5 \text{ см} > 0,1 \cdot h = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ см}$$

ширина плити, що враховується в розрахунку приймається

$$b_f' = b_{\text{sup}} + \frac{l_0}{3} = 16 + 281/3 = 110 < 149 \text{ см.}$$

### Розрахункові зусилля

Згинаючий момент посередині прольоту

$$M_w = \frac{g_w \cdot l_0^2}{8} = \frac{0,0582 \cdot 281^2}{8} = 574,44 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Поперечна скла на підпорі

$$Q = \frac{q_w \cdot l_0}{2} = \frac{0,0582 \cdot 281}{2} = 8,177 \text{ кН}$$

### Розрахунок поздовжньої арматури.

$$a_s = a_l + \frac{d}{2} = 1,5 + 1,4/2 = 2,2 \text{ см.}$$

робоча висота перерізу

$$h_0 = h - a_s = 15 - 2,2 = 12,8 \text{ см.}$$

Коефіцієнт:

$$\alpha_m = M_w / R_b b_f' h_0^2 = 574,44 / 2 \cdot 110 \cdot 12,8^2 = 0,015$$

$$\xi = 0,991$$

Потрібна площа перерізу арматури

$$A_{s, \text{req}} = M_w / R_s \xi h_0 = 574,44 / 36,5 \cdot 0,991 \cdot 12,8 = 1,24 \text{ м}^2$$

Приймається 1 діаметр 12 АІІ з  $A_s = 1,313 \text{ м}^2$

Коефіцієнт армування (без урахування зв'язів полиці)

$$\mu = A_s / b_m \cdot h_0 = 1,313 / 10 \cdot 12,8 = 0,010 > \mu_{\text{min}} = 0,0005$$

### Розрахунок поперечної арматури

Довжина проекції найбільш небезпечного похилого перерізу

$$c = 2,5h = 2,5 \cdot 12,8 = 32 \text{ см}$$

Гранична поперечна сила на краю похилого перерізу, яку здатне витримати поперечне ребро панелі без участі поперечної арматури

$$Q_b = \varphi_{b4} R_{bt} b_m h_0^2 / c = 1,5 \cdot 0,110 \cdot 10 \cdot 12,8^2 / 32 = 8,44 \text{ кН}$$

Так як  $Q = 8,177 \text{ кН} < Q_b = 8,44 \text{ кН}$

поперечна арматура за розрахунком не потрібна, а устанавлюється за конструктивними вимогами.

### Конструювання арматурних каркасів

З урахуванням захисного шару бетону  $a_s = 10$  мм довжина каркасів:

$$l_o = 2950 - 2 \cdot a_b = 2950 - 2 \cdot 10 = 2930 \text{ мм.}$$

висота каркасів

$$KP2 - a = h - 2a_b = 150 - 2 \cdot 10 = 130 \text{ мм.}$$

$$KP3 - a = h - 2a_b = 250 - 2 \cdot 10 = 230 \text{ мм.}$$

### **1.6. Розрахунок поведовжніх ребер**

#### Розрахункова схема

Середня ширина зведеного ребра еквівалентного перерізу:

$$b_m = 2(b_{\text{inf}} + b_{\text{sup}}) / 2 = 2(10 + 14) / 2 = 24 \text{ см}$$

Так як

$$h_f = 2.5 \text{ см} < 0.1h = 0.1 \cdot 45 = 4.5 \text{ см}$$

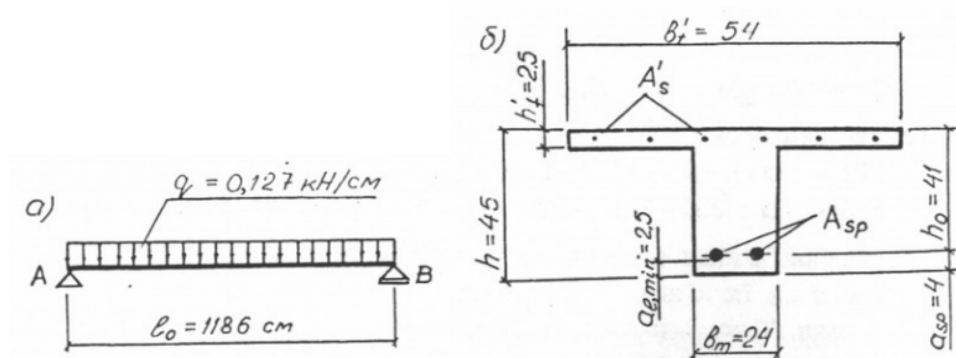
ширина стисненої полиці, що уводиться в розрахунок приймається

$$b_f' = 12h_f + b_m = 295 \text{ см}$$

Розрахунковий проліт-відстань між осями підпор, що віддалені від торців панелі на

$$a = 5 \text{ см}$$

$$l_o = (l_c - 2a) = 1196 - 2 \cdot 5 = 1186 \text{ см.}$$



#### Розрахункове навантаження та зусилля

Розрахункове повне навантаження .

$$q = p b_n = 4,985 \cdot 3 = 14,955 \text{ кН/м} = 0,149 \text{ кН/см.}$$

Згинаючий момент посередині прольоту

$$M = \frac{q \cdot l_o^2}{8} = \frac{0,149 \cdot 1186^2}{8} = 26197,8 \text{ Нм}$$

Поперечна сила в перерізі біля підпори від повного навантаження

$$Q_{\max} = \frac{q \cdot l_0}{2} = \frac{0,149 \cdot 1186}{2} = 88,35 \text{ кН}$$

### Розрахунок поздовжньої арматури

Приймаючи до уваги мінімальну товщину захисного шару бетону  $a=25$  мм отримується

$$a_{sp} = a_l + \frac{d}{2} = 2,5 + 3/2 = 4 \text{ см.}$$

і тоді робоча висота перерізу

$$h_0 = h - a_{sp} = 45 - 4 = 41 \text{ см.}$$

В межах стисненої полиці завширшки 295 см, що вводиться в розрахунок, уміщуються з кроком  $v=15$  см

$$(b_f / v) + 1 = (295/15) + 1 = 20 \text{ стрижня}$$

Загальна площа перерізу арматури 20Ø4 та 2Ø5 в стисненій зоні зведеного ребра  $A'_s = 2,91 \text{ см}^2$

Так як

$$\begin{aligned} M_f &= R_b b_f h_f' \cdot (h_0 - 0,5 h_f') + R_{sc} \cdot A'_s (h_0 - a_s') = \\ &= 1,55 \cdot 295 \cdot 2,5 (41 - 0,5 \cdot 2,5) + 36,5 \cdot 2,91 (41 - 1,3) = \\ &= 49655,98 \text{ кН} \cdot \text{м} \geq M = 26197,8 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f' \cdot h_0^2} = 0,03$$

Для  $\alpha_m = 0,03$  знаходиться  $\xi = 0,03$  із Ат-V та важкого бетону класу В30 знаходиться  $\xi_r = 0,45$

$$\xi = 0,03 < \xi_r = 0,45$$

Враховуючи ненапружену арматуру 2Ø5 з  $A'_s = 0,393 \text{ см}^2$  плоских каркасів, потрібна площа перерізу попередньо напруженої арматури

$$A_{sp, req} = \frac{(M - R_s \cdot A'_s \cdot \xi \cdot h_0)}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp} \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{(26197,8 - 36 \cdot 0,393 \cdot 0,985 \cdot 41)}{1,68 \cdot 0,985 \cdot 68 \cdot 41} = 5,55 \text{ см}^2$$

Приймається 2Ø20 Ат-V з  $A_{s\emptyset} = 6,28 \text{ см}^2$ .

### Розрахунок поперечної арматури

Орієнтовно приймається коефіцієнт поперечного армування  $\mu = 0,001$ ; визначається

$$\alpha_p = E_{sp} / E_b = 190000 / 36000 = 5,28$$

Коефіцієнт, що враховує вплив поперечної арматури на міцність елемента по похилій смугі

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha_p \mu_w = 1 + 5 \cdot 5,28 \cdot 0,001 = 1,03 < 1,3$$

Коефіцієнт, що враховує міцність та вид бетону

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b = 1 - 0,01 \cdot 15,5 = 0,845$$

$$0.3\varphi_{w1}\varphi_{b1}R_b b_m h_0 = 0,3 \cdot 1,03 \cdot 0,845 \cdot 1,55 \cdot 24 \cdot 41 = 398,23 > Q_{\max} = 88,35 \text{ кН}$$

міцність поздовжніх ребер на дію поперечної сили по похилій смугі між похилими тріщинами забезпечена, тобто прийняті розміри поперечного перерізу поздовжніх ребер достатні.

Орієнтовне значення зусилля попереднього обтиснення з урахуванням усіх втрат (без урахування ненапруженої арматури)

$$P = \gamma_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_{los})A_{sp} = 0,9 \cdot (72,5 - 10) \cdot 6,28 = 353,25 \text{ кН}$$

Коефіцієнт, що враховує вплив поздовжньої сили  $P$  на міцність похилого перерізу

$$\varphi_n = 0.1P / b_m R_{bt} h_0 = 0,1 \cdot 353,25 / 0,110 \cdot 24 \cdot 41 = 0,32 \leq 0.5$$

$$\varphi_n = 0,32$$

Довжина проекції найбільш небезпечного похилого перерізу

$$c = 2.5h_0 = 2.5 \cdot 41 = 103 \text{ см}$$

Для важкого бетону  $\varphi_{b3} = 0.6$   $\varphi_{b4} = 1.5$

Гранична поперечна сила на краю похилого перерізу, яку здатні витримати поздовжні ребра панелі без урахування роботи поперечної арматури

$$Q_b = \varphi_{b4}(I + \varphi_n)b_m R_{bt} h_0^2 / c = 1.5(1 + 0,5) \cdot 0,11 \cdot 24 \cdot 41^2 / 103 = 96,94 \text{ кН}$$

Так як значення повинно бути не менш

$$Q_{b,\min} = \varphi_{b3}(I + \varphi_n)b_m R_{bt} h_0^2 / \tilde{n} = 0,6 \cdot (1 + 0,5) \cdot 0,11 \cdot 24 \cdot 41^2 / 103 = 38,77 \text{ кН}$$

Рівномірно розподілене навантаження з урахуванням еквівалентного тимчасового навантаження

$$q_1 = (g + v / 2)b_n = (3,61 + 1,375 / 2) \cdot 3 = 0,128 \text{ кН/м} / \tilde{n}$$

Поперечна сила на краю похилого перерізу, який починається від підпори і має довжину

$$c = 103 \text{ см}$$

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 88,35 - 0,128 \cdot 103 = 75,166 \text{ кН}$$

Так як

$$Q = 75,166 > 38,77 \text{ кН}$$

поперечна арматура в поздовжніх ребрах за розрахунком потрібна

### Розрахунок поперечної арматури поздовжніх ребер

$$Q = Q_{\max} - q_1 \cdot c = 88,35 - 0,128 \cdot 103 = 75,166 \text{ кН}$$

$$\varphi_n) R_{bt} b_m h_0^2 = 2(1 + 0,4)0,11 \cdot 25 \cdot 41^2 = 12943,7 \text{ кН} \cdot \tilde{n}$$

$$\bar{c}_1 = 2\sqrt{12943,7 \cdot 0,128} = 81,407 \text{ кН}$$

$$407 / 0,6 = 135 \text{ кН}$$

$$= 12943,7 / 41 + 81,407 = 397,1 \text{ кН}$$

$$s / 0,6 = 135 \text{ кН} > Q_{\max} = 88,35 \text{ кН}$$

потрібна інтенсивність поперечної арматури біля підпори

$$s^2 - Q_{b1}^2) / 4M_b = (88,35^2 - 81,407^2) / 4 \cdot 12943,7 = 0.022 \text{ кН} / \tilde{n}$$

$$(Q_{\max} - Q_{b1}) / 2h_0 = (88,35 - 81,407) / 2 \cdot 41 = 0,084 \text{ т/м} > q_{\text{sw,req}} = 0,022 \text{ т/м}$$

$$\text{Приймається } q_{\text{sw,req}} = 0,084 \text{ т/м}$$

Розрахунковий максимально допустимий крок поперечних стрижнів на ділянці біля підпори

$$S_{\max 1} = \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt} b_m h_0^2 / Q_{\max} = 1.5(1 + 0.4) 0.11 \cdot 24 \cdot 41^2 / 88,35 = 105,48 \text{ см}$$

За конструктивними вимогами крок поперечних стрижнів в приймається не більш  $h/2 = 45/2 = 22,5$  см і не більш 15 см. Приймається крок поперечних стрижнів  $S_1 = 15$  см.

Фактична інтенсивність поперечних стрижнів біля підпори

$$q_{\text{sw1}} = R_{\text{sw}} A_{\text{sw}} / S_1 = 26.5 \cdot 0.251 / 15 = 0.443 \text{ кН/см}$$

Так як

$$q_{\text{sw1}} = 0.443 \text{ т/м} > q_{\text{sw,req}} = 0.084 \text{ т/м} \text{ приймається 2д3 ВрІ з } A_{\text{sw}} = 0,14 \text{ см}^2,$$

Крок поперечних стрижнів в середній частині приймається  $S_2 = 30$  см.

Фактична інтенсивність поперечних стрижнів посередині прольоту.

$$q_{\text{sw2}} = q_{\text{sw1}} / 2 = 0,443 / 2 = 0,2215 \text{ т/м}$$

$$c_{01} = \sqrt{M_b / q_{\text{sw1}}} = \sqrt{12943,7 / 0.443} = 171 \text{ см} > 2h_0 = 2 \cdot 41 = 82 \text{ см}$$

приймається  $C_0 = 82$  см.

к як

$$q_{\text{sw1}} - q_{\text{sw2}} = 0,443 - 0,2215 = 0,2215 \text{ т/м} > q_1 = 0.128 \text{ т/м}$$

вжина ділянки з кроком поперечних стрижнів  $S_1 = 15$  см

$$\ell_1 = [(Q_{\max} - Q_{b,\min} - q_{\text{sw2}} C_{01}) / q_1] - C_{01} = [(88,35 - 38,77 - 0.2215 \cdot 82) / 0.128] - 82 = 163,44 \text{ см} < \ell / 4 = 1196 / 4 = 299 \text{ см}$$

### Конструювання плоских арматурних каркасів

Крок поперечних стрижнів на кінцевих ділянках каркасу (на відстані  $l_n / 4 = 12 / 4 = 3 \text{ м}$  від кожної підпори)

$$S_1 = h / 2 = 45 / 2 = 22,5 \text{ см} > 15 \text{ см}$$

приймається  $S_1 = 15 \text{ см}$

Крок поперечних стрижнів в середній частині каркасу

$$S_2 = (3 / 4) h = 3 / 4 \cdot 45 = 33,75 \text{ см}$$

приймається  $S_2 = 30 \text{ см}$

Для можливості поставлення закладних деталей та додаткових сіток, арматурні каркаси віддалені від торців поздовжніх ребер на 180 мм.

Довжина каркасу КРІ

$$l_1 = 11960 - 180 \cdot 2 = 11600 \text{ мм}$$

висота каркасу (з урахуванням захисного шару бетону  $a = 10$  мм)

$$a_1 = h - 2a_b = 450 - 2 \cdot 10 = 430 \text{ мм}$$



Статичний момент зведеного перерізу щодо нижньої грані

$$S_{red.inf} = S_{inf} + \alpha_p A_{sp} a_{sp} + \alpha_s (A_s a_s + A'_s (h - a'_s)) = 53940,63 + 5,84 \cdot 6,28 \cdot 4 + 5,23(0,393 \cdot 2,5 + 2,898(45 - 1,3)) = 54754,81 \text{ дм}^2$$

Відстань від центра ваги зведеного перерізу до нижньої та верхньої граней

$$y_0 = S_{red.inf} / A_{red} = 54754,81 / 1811,38 = 30,2 \text{ дм}$$

$$y'_0 = h - y_0 = 45 - 30 = 15 \text{ см}$$

Відстань від центра ваги зведеного перерізу до центрів ваги розтягнутої та стисненої арматури:

$$y_{sp} = y_0 - a_{sp} = 30 - 4 = 26 \text{ см}$$

$$y_s = y_0 - a_s = 30 - 2,5 = 27,5 \text{ см}$$

$$y'_s = y'_0 - a'_s = 15 - 1,3 = 13,7 \text{ см}$$

Момент інерції бетонного перерізу щодо центра ваги зведеного перерізу

$$I = b'_f (h'_f)^3 / 12 + (h - 0,5h'_f) b'_f h'_f (y_0 - 0,5h'_f)^2 + b_m (h - h'_f)^3 / 12 + b_m (h - h'_f)(y_0 - 0,5(h - h'_f))^2 = 295 \cdot 2,5^3 / 12 + 295 \cdot 2,5 \cdot (30 - 0,5 \cdot 2,5)^2 + 24(45 - 2,5)^3 / 12 + 24 \cdot (45 - 2,5) \cdot (30 - 0,5(45 - 2,5))^2 = 841598,96 \text{ дм}^4$$

Момент інерції зведеного перерізу щодо центра ваги

$$I_{red} = I + \alpha_p A_{sp} y_{sp}^2 + \alpha_s (A'_s y_s^2 + A_s (y'_s)^2) = 841598,96 + 5,84 \cdot 6,28 \cdot 26^2 + 5,23 \cdot (0,393 \cdot 27,5^2 + 2,898 \cdot 13,7^2) = 870790,51 \text{ дм}^4$$

Момент опору зведеного перерізу щодо нижньої розтягнутої грані

$$W_{red.inf} = I_{red} / y_0 = 870790,51 / 30 = 29026,35 \text{ дм}^3$$

Момент опору зведеного перерізу щодо верхньої стисненої грані

$$W_{red.sup} = I_{red} / y'_0 = 870790,51 / 15 = 58052,7 \text{ дм}^3$$

Пружно-пластичний момент опору зведеного перерізу щодо нижньої розтягнутої грані з урахуванням непружних деформацій бетону

Так як

$$b'_f / b_m = 295 / 24 = 12,3 > 2 \quad h'_f / h = 2,5 / 45 = 0,06 < 0,2 \Rightarrow \gamma = 1,5$$

$$W_{pl.inf} = 1,5 \cdot 29026,35 = 43539,52 \text{ дм}^3$$

Пружно-пластичний момент опору зведеного перерізу щодо верхньої грані під час обтиснення панелі з урахуванням непружних деформацій бетону (полиця в розтягнутій зоні)

$$W_{pl.sup} = \gamma \cdot W_{red.sup} = 1,5 \cdot 58052,7 = 87079,05 \text{ дм}^3$$

### **1.8. Визначення втрат попереднього напруження та підрахунок зусиль обтиснення**

#### Перші втрати

Втрати від релаксації напружень в арматурі:

$$\sigma_1 = 0,03\sigma_{sp} = 0,03 \cdot 72,5 = 2,17 \text{ МПа} / \text{дм}^2$$

Зусилля попереднього обтиснення з урахуванням втрат попереднього напруження  $p_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - (\sigma_1 + \dots + \sigma_5)) = 6,28(72,5 - 2,17) = 441,67 \text{ кН}$

а його ексцентриситет відносно центра ваги зведеного перерізу

$$e_{sp} = y_{sp} = 26 \text{ см}$$

Розподілене навантаження від власної ваги панелі

$$q_w = c_n \cdot b_c = 1.85 \cdot 2.95 = 0.0546 \text{ кН / см}$$

Згинаючий момент від ваги панелі під час зберігання при відстані між підкладками  $l = 1180 \text{ см}$

$$M_{\tilde{n}} = q_w l^2 / 8 = 0.0495 \cdot 1180^2 / 8 = 8614,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Стискуючі напруження в бетоні посередині прольоту панелі на рівні арматури  $A_{sp}$  від дії сили  $P_1$  та згинаючого моменту  $M_c$

$$\sigma_{bp} = P_1 / A_{red} + (P_1 e_{opi} - M_{\tilde{n}}) y_{sp} / I_{red} = 441,67 / 1811,38 + \\ + (441,67 \cdot 26 - 8614,4) 26 / 870790,51 = 0,329 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Напруження бетоні на рівні арматури  $A'_s$  від дії сили  $P_1$  та моменту  $M_c$

$$\sigma'_{bp} = P_1 / A_{red} + (M_c - P_1 e_{opi}) y'_s / I_{red} = 441,67 / 1811,38 + (8614,4 - \\ - 441,67 \cdot 26) 13,7 / 870790,51 = 0,27 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Визначається коефіцієнт

$$\alpha = 0.25 + 0.25 R_{bp} = 0.25 + 0.25 \cdot 2,8 = 0,8$$

Оскільки  $\sigma_{bp} / R_{bp} = 0,329 / 2,8 = 0,11 < \alpha = 0,8$

втрати від швидконапливаючої повзучості для бетону природного твердіння

$$\sigma_6 = 4 \sigma_{bp} / R_{bp} = 4 \cdot 0,329 / 2,8 = 0,47 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Втрати від швидконапливаючої повзучості на рівні арматури  $A'_s$

$$\sigma'_6 = 4 \sigma'_{bp} / R_{bp} = 4 \cdot 0,27 / 2,8 = 0,38 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Усього перші втрати

$$\sigma_{loc1} = 2,17 + 0,329 = 2,499 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Попередні напруження з арматурі, що напружується, з урахуванням перших втрат

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} - \sigma_{loc1} = 72,5 - 2,499 = 70 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Попередні напруження в арматурі, що не напружується:

$$\sigma_{s1} = \sigma_6 = 0,329 \text{ кН} / \text{м}^2 \quad \sigma'_{s1} = \sigma'_6 = 0,38 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Зусилля попереднього обтискання з урахуванням перших втрат

$$P_1 = A_{sp} \cdot \sigma_{sp1} - \sigma_{s1} \cdot A_s - \sigma'_{s1} \cdot A'_s = 70 \cdot 6,28 - 0,329 \cdot 0,393 - 0,38 \cdot 2,898 = \\ = 438,36 \text{ кН}$$

Ексцентриситет зусилля попереднього обтискання відносно ваги зведеного перерізу

$$e_{op1} = (A_{sp} \cdot \sigma_{sp1} \cdot y_{sp} - \sigma_{s1} \cdot A_s \cdot y_s + \sigma'_{s1} \cdot A'_s \cdot y'_s) / P_1 = \\ = (70 \cdot 6,28 \cdot 26 - 0,329 \cdot 0,393 \cdot 27,5 + \\ + 0,38 \cdot 2,898 \cdot 13,7) / 438,36 = 26 \text{ м}$$

Максимальні стискуючі напруження в бетоні від дії сили  $P_1$  (без урахування моменту від власної ваги панелі)

$$\sigma_{bp} = P_1 / A_{red} + P_1 e_{op1} y'_0 / I_{red} = 438,36 / 1811,38 + 438,36 \cdot 26 \cdot 30 / 870790,51 = \\ = 0,63 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 0,63 / 2,8 = 0,22 < 0,95$$

Нормативні вимога щодо величини стискуючих напружень в бетоні в стадії попереднього напруження дотримано.

### Другі втрати

Втрати від усадки бетону:  $\sigma_8 = 5 \text{кН} / \text{см}^2$   $\sigma'_8 = 5 \text{кН} / \text{см}^2$

Так як  $\sigma_{bp} / R_{bp} = 0,334 < 0,75$

втрати від повзучості бетону

$$\sigma_9 = 15 \sigma_{bp} / R_{bp} = 6,21 \text{кН} / \text{см}^2$$

Втрати від повзучості бетону на рівні арматури  $A'_s$

$$\sigma'_9 = 15 \sigma'_{bp} / R_{bp} = 15 \cdot 0,27 / 2,8 = 1,61 \text{МПа} / \text{мм}^2$$

Усього другі втрати

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 5 + 6,21 = 11,21 \text{кН} / \text{см}^2$$

Сумарні втрати попереднього напруження

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 2,5 + 11,21 = 13,71 \text{МПа} / \text{мм}^2 > \sigma_{los \min} = 10 \text{МПа} / \text{мм}^2$$

тобто більш нормованого мінімального значення. Отже, величина втрат не збільшується.

$$\sigma_{sp2} = \sigma_{sp} - \sigma_{los} = 72,5 - 13,71 = 58,79 \text{МПа} / \text{мм}^2$$

Попередні напруження від усадки та повзучості бетону в арматурі, що не напружується:

$$\sigma_s = \sigma_6 + \sigma_{los2} = 0,329 + 11,21 = 11,569 \text{МПа} / \text{мм}^2$$

$$\sigma'_s = \sigma'_6 + \sigma'_8 + \sigma'_9 = 0,38 + 5 + 0,329 = 5,7 \text{МПа} / \text{мм}^2$$

Зусилля від обтиснення з урахуванням усіх втрат

$$P_2 = A_{sp} \cdot \sigma_{sp2} - \sigma_s \cdot A_s - \sigma'_s \cdot A'_s = 58,79 \cdot 6,28 - 11,569 \cdot 0,393 - 7,04 \cdot 2,898 = 344,25 \text{кН}$$

Ексцентриситет зусилля  $P_2$

$$e_{op2} = (A_{sp} \cdot \sigma_{sp2} \cdot y_{sp} - \sigma_{s1} \cdot A_s \cdot y_s + \sigma'_s \cdot A'_s \cdot y'_s) / P_1 = (58,79 \cdot 6,28 \cdot 26 - 11,569 \cdot 0,393 \cdot 27,5 + 5,7 \cdot 2,898 \cdot 13,7) / 344,25 = 28,17 \text{мм}$$

## **1.9. Розрахунок з утворення нормальних тріщин**

Утворення верхніх початкових тріщин в стадії виготовлення

$$\sigma_{bp1} = P_1 / A_{red} + (P_1 e_{op1} - M_c) / w_{red \cdot inf} = 438,36 / 1811,38 + (438,36 \cdot 26 - 8614,4) / 29026,5 = 0,33 \text{МПа} / \text{мм}^2$$

$$R_{bp,ser} = 0,7 \cdot 29 = 20,3 \text{МПа}$$

$$R_{btp,ser} = 0,7 \cdot 2,1 = 1,47 \text{МПа}$$

$$\varphi = 1,6 - \sigma_{bp1} / R_{btp,ser} = 1,6 - 1,53 / 20,3 = 1,52 > 1$$

приймається  $\varphi = 1$

Відстань від центра ваги зведеного перерізу до ядрової точки, що найбільш віддалена від розтягнутої верхньої зони перерізу - нижня ядрова відстань

$$r_{inf} = \varphi \cdot W_{red, sup} / A_{red} = 58052,7 / 1811,38 = 32 \text{ мм}$$

Момент зовнішніх сил в стадії виготовлення відносно осі, яка паралельна нульовій лінії і проходить через нижню ядрову точку, що найбільш віддалена від розтягнутої зони

$$M_{r, ser} = M_c - P_1(e_{op1} - r_{inf}) = 8614,4 - 438,36(26 - 32) = 11244,56 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Згинаючий момент, що здатний сприймати переріз під час утворення тріщин

$$M'_{crc} = R_{bt, ser} \cdot W_{pl, sup} = 1,47 \cdot 87079 = 128006,13 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\text{Так як } M_{r, ser} = 11244,56 < M'_{crc} = 128006,13 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

верхні початкові тріщини під час виготовлення панелі не утворюються.

Розрахунок з утворення в стадії експлуатації нормальних тріщин в розтягненій зоні поздовжніх ребер при відсутності верхніх початкових тріщин.

Повне розподілене навантаження (при  $\gamma_f = 1$ )

$$q_{ser} = \rho_s \cdot b_n = 3,56 \cdot 3 = 10,7 \text{ кН/м} = 0,107 \text{ кН/см.}$$

Розрахунковий момент від повного навантаження

$$M_{ser} = q_{ser} \cdot l_0 = 0,107 \cdot 1186^2 / 8 = 18800 \text{ кН} \cdot \text{см.}$$

Тривале навантаження (при  $\gamma_f = 1$ )

$$q_{l, ser} = \rho_{ls} \cdot b_n = 3,08 \cdot 3 = 9,24 \text{ кН/м} = 0,0924 \text{ кН/см.}$$

Розрахунковий момент від тривалого навантаження

$$M_{l, ser} = q_{l, ser} \cdot l_0^2 / 8 = 0,0924 \cdot 1186^2 / 8 = 16200 \text{ кН} \cdot \text{см.}$$

Максимальні напруження в стиснутому бетоні від дії повного зовнішнього навантаження

$$\sigma_{bp2} = \frac{P_2}{A_{red}} + (M_{ser} - P_2 e_{02}) / W_{red, sup} =$$

$$= 344,25 / 1820 + (18800 - 344,25 \cdot 28,17) / 58052,7 = 0,346 \text{ кН/см}^2.$$

$$\varphi = 1,6 - \sigma_{bp2} / R_{b, ser} = 0,33 - 0,346 / 2,2 = 0,17 < 1,$$

приймається  $\varphi = 1$ .

Відстань від центра ваги зведеного перерізу до ядрової точки, що найбільш віддалена від розтягнутої зони - верхня ядрова відстань

$$r_{sup} = \varphi \cdot W_{red, inf} / A_{red} = 0,17 \cdot 29026,35 / 1820 = 2,71 \text{ см.}$$

Ядровий момент зусилля обтиснення

$$M_{rp} = P_2(e_{op2} + r_{sup}) = 344,25(28,17 + 2,71) = 10630,8 \text{ кН} \cdot \text{см.}$$

Згинаючий момент, що сприймається нормальним перерізом під час утворення тріщин - момент тріщино-утворення.

$$M_{crc} = R_{bt, ser} \cdot W_{pl, inf} + M_{rp} = 0,18 \cdot 43539,2 + 10630,8 = 18467 \text{ кН} \cdot \text{см.}$$

Так як

$$M_{ser} < M_{crc} = 18467 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

$$M_{l, ser} = 16200 \text{ кН} \cdot \text{см} < M_{crc} = 18467 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

нормальні тріщини в розтягненій зоні (а ні короткочасні, ні тривалі) не утворюються. Розрахунок з розкриття тріщин не потрібен.

### 1.10. Розрахунок з утворення похилих тріщин

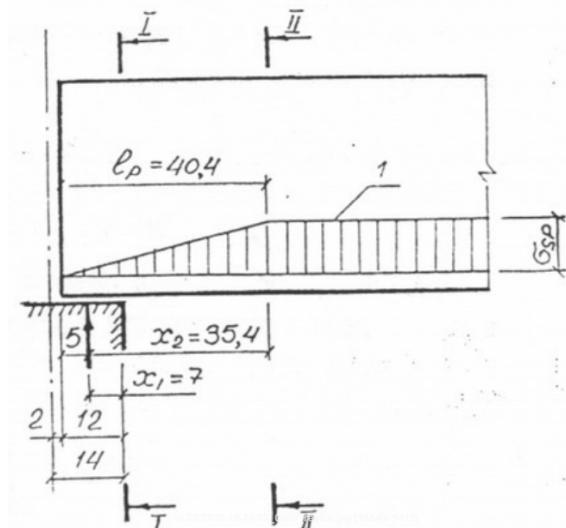


Рис.18 До утворення похилих тріщин, припідпорна ділянка панелі покриття

Поперечна сила від повного навантаження в підпорному перерізі

$$Q_{ser} = q_{ser} l_0 / 2 = 0,107 \cdot 1186 / 2 = 64,637 \text{ eÍ}$$

Приймається ширина обпирання панелі  $l_u = 12$  см

Попередні. напруження в арматурі з урахуванням втрат  $\sigma_1 \dots \sigma_5$

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} - \sigma_1 = 96,9 - 10,56 = 86,34 \text{ kH} / \text{cm}^2$$

Довжина зони передачі напружень для арматури  $\leq 22$  мм, що напружується без анкерів

$$l_p = (w_p \sigma_{sp1} / R_{bp} + \lambda_p) d = (1,40 \cdot 86,34 / 1,54 + 40) 0,8 = 94,7$$

### Зусилля обтиснення в перерізі 1-1

$$P_{2,I} = P_2^x(l_x / \lambda_p) = 280.8(12/94,7) = 35.587 \kappa H$$

Для перерізу П-П,  $l_x = l_p$ ,  $P_{2,II} = 280.8 \text{ кН}$ .

Нормальні напруження на рівні центра ваги зведеного перерізу панелі

$$\sigma_{x,I} = P_{2I} / A_{red} = 35.587 / 1199.5 = 0.0296 \text{ kH} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\lambda, II} = P_{2II} / A_{red} = 280.8 / 1199.5 = 0.234 \text{ kH} / \text{cm}^2$$

Статичний момент зведеної площі частини перерізу, що знаходиться вище за центр ваги перерізу, відносно осі, яка проходить через той центр

$$S'_{red} = b'_f h'_f (h - y_0 - h_f / 2) + (h - y_0 - h'_f) b_m + \alpha_s A'_s (h - y_0 - a'_s) =$$

$$54 \cdot 2,5(45 - 23,24 - 2,5/2) + (45 - 23,24 - 2,5)24 + 4,72 \cdot 0,895 \cdot$$

$$*(45-23,24-1.3)=3317\text{cm}^3$$

Для перерізу 1-1 (не беручи до уваги незначну відстань  $x=7\text{см}$  від осі до грані підпори) приймається  $Q_{ser} = Q_1 = 64,637\text{кН}$

Відстань від краю панелі до осі підпори 5 см. Переріз П-П віддален від осі підпори на відстань,

$$x_2 = l_p - 5 = 94.7 - 5 = 89.7 \text{ cm}$$

Розрахункове розподілене навантаження з урахуванням еквівалентного тимчасового навантаження

$$q_{q,ser} = (g_s + V_s / 2) b_n = (2.856 + 0.808 / 2) 3 = 0.0978 \text{ кН / см}$$

для перерізу II-II

$$Q_{II} = Q_{ser} - q_{1ser} x_2 = 64,637 - 0.0978 \cdot 89.7 = 55.86 \text{ кН}$$

Дотичні напруження в перерізах 1-1 та II-II:

$$\tau_{xy,I} = Q_I S'_{red} / I_{red} b_m = 64.63 \cdot 3317 / 232044 \cdot 24 = 0.0384 \text{ кН / см}^2$$

$$\tau_{xy,II} = Q_{II} S'_{red} / I_{red} b_m = 55.86 \cdot 3317 / 232044 \cdot 24 = 0.0332 \text{ кН / см}^2$$

Для перерізу I-I:

$$x_1 = 7 \text{ см}$$

$$y_1 = 23.24 \text{ см}$$

$$d_1 = x_1 / h = 7 / 45 = 0.16 \text{ см}$$

$$\beta_1 = y_1 / h = 23.24 / 45 = 0.516 \text{ см}$$

$$\sigma_{yI} = \varphi_y Q_I / b_m h = 0.74 \cdot 64.63 / 24 \cdot 45 = 0.0442 \text{ кН / см}^2$$

Для перерізу II-II

$$\alpha_{II} = x_2 / h = 1.99 > 0.7$$

напруження = 0.

Головні розтягуючі та головні стискуючі напруження в бетоні :

Переріз 1-I

$$\sigma_{mt,I} = -(0.0296 + 0.0442) / 2 + \sqrt{((0.0296 \cdot 0.0442) / 2)^2 + 0.0384^2} = -0.059 \text{ кН / см}^2$$

$$\sigma_{mc,I} = 0.753 \text{ кН / см}^2$$

Переріз II-II

$$\sigma_{mt,II} = - + (\sigma_{xI} + \sigma_{yI}) / 2 + \sqrt{((\sigma_{xI} \sigma_{yI}) / 2)^2 + \tau_{xy,I}^2} = 0.07 \text{ кН / см}^2$$

$$\sigma_{mc,II} = - + (\sigma_{xI} + \sigma_{yI}) / 2 + \sqrt{((\sigma_{xI} \sigma_{yI}) / 2)^2 + \tau_{xy,I}^2} = 2.73 \text{ кН / см}^2$$

Так як для обох перерізів:

$$0.5 \cdot R_{bser} = 0.5 \cdot 29 = 14.5 \text{ МПа} > \sigma_{mcl} = 0.753 \text{ МПа}$$

$$0.5 \cdot R_{bser} = 0.5 \cdot 29 = 14.5 \text{ МПа} > \sigma_{mcII} = 2.73 \text{ МПа}$$

Так як

$$\gamma_{b4} R_{btser} = 1 \cdot 2.10 = 2.10 \text{ МПа} > \sigma_{mtI} = 0.059 \text{ МПа}$$

$$\gamma_{b4} R_{btser} = 1 \cdot 2.10 = 2.10 \text{ МПа} > \sigma_{mtII} = 0.07 \text{ МПа}$$

Розрахунок з розкриття тріщин не потрібен

### 1.11. РОЗРАХУНОК ПРОГИНУ ПАНЕЛІ

Момент від тривалого та постійного навантаження  $M_{l,ser} = 16200 \text{ кНсм}$

$$P_2 = 344,25 \text{ кН}$$

$$e_{op} = 28,17 \text{ см}$$

$$\sigma_{sb} = \sigma_8 + \sigma_9 = 62.1 + 50 = 112.1 \text{ МПа}$$

$$\sigma'_{sb} = \sigma'_8 + \sigma'_9 = 16.1 + 50 = 66.1 \text{ МПа}$$

$$I_{red} = 870790,51 \text{ см}^4$$

Визначаються величини:

$$\mu\alpha_p = 0.00812 \cdot 5,28 = 0,043$$

$$\varphi_f = ((b'_f - b_m) \cdot h'_f + \alpha_s \cdot A'_s / 0.3) / b_m \cdot h_0 = 0,74$$

Із табл. 8 додатку для найближчих значень  $\mu\alpha$  та  $\varphi_f$  знаходиться  $\lambda_{lim} = 13$

$$l_0 / h_0 = 1186 / 41 = 28,9 > \lambda_{lim} = 13$$

розрахунок з визначення прогину панелі потрібен

Граничний допустимий прогин:

$$f_{lim} = l_0 / 250 = 1186 / 250 = 4,74 \text{ см}$$

Так як, розрахунком з утворення тріщин встановлено, що в розтягнуті зоні панелі тріщин не утворюється, прогин визначається як для суцільного тіла.

Кривизна панелі від постійного та тривалого навантаження без урахування зусилля попереднього обтиснення:

$$(I/r)_2 = M_{l,ser} \cdot \varphi_{b2} / \varphi_{b1} \cdot E_b \cdot I_{red} = 16200 \cdot 2 / 0.85 \cdot 870790,51 \cdot 3600 = 1.21 \cdot 10^{-5} (1/\text{мм})$$

Кривизна панелі, що обумовлена вигином елемента внаслідок короткочасної дії зусилля попереднього обтиснення:

$$(I/r)_3 = P_2 \cdot e_{op2} / \varphi_{b1} \cdot E_b \cdot I_{red} = 344,25 \cdot 26.9 / 0.85 \cdot 870790,51 \cdot 3600 = 0.34 \cdot 10^{-5} (1/\text{мм})$$

Відносна деформація бетону, що спричинена усадкою та повзучістю від зусилля попереднього обтиснення:

$$\varepsilon_b = \sigma_{sb} / 2 \cdot 10^5 = 56.05 \cdot 10^{-5}$$

$$\varepsilon'_b = \sigma'_{sb} / 2 \cdot 10^5 = 33.05 \cdot 10^{-5}$$

Кривизна панелі, що обумовлена вигином внаслідок усадки та повзучості бетону від зусилля попереднього обтиснення:

$$(I/r)_4 = (\varepsilon_b - \varepsilon'_b) h_0 = (56.05 - 33.05) \cdot 10^{-5} / 41 = 0.56 \cdot 10^{-5} (1/\text{см})$$

Оскільки

$$(I/r)_3 + (I/r)_4 = 0,9 \cdot 10^{-5} < \varphi_{b2} \cdot (I/r)_3 = 1.8 \cdot 10^{-5} (1/\text{мм})$$

Приймається

$$(I/r)_3 + (I/r)_4 = 1.8 \cdot 10^{-5} (1/\text{см})$$

Повна кривизна посередині прольоту панелі:

$$(I/r)_{tot} = (I/r)_2 - ((I/r)_3 + (I/r)_4) = 0.31 \cdot 10^{-5} (1/\text{мм})$$

Прогин панелі

$$f = 0.104 \cdot (I/r)_{tot} \cdot l_0^2 = 0.104 \cdot 0.31 \cdot 10^{-5} \cdot 1186^2 = 0.45 (\text{мм}) < f_{lim} = 4.74 (\text{мм})$$

Прогин панелі, менше гранично допустимого.

## ***1.12. Розрахунок панелі в стадії виготовлення, транспортування і монтажу***

Навантаження на панель від власної ваги  $s$  з урахуванням коефіцієнта динамічності

$$q_d = 1.4 c_n b_n = 1,4 \cdot 1,85 \cdot 3 = 0,0786 \text{ кН / см}$$

Повне розрахункове навантаження на панель в стадії експлуатації, так як

$$q_d = 1.4c_n b_n = 0,0786 \text{ кН/см} < q = 0,164 \text{ кН/см}$$

міцність та тріщиностійкість панелі в зоні дії додатних згинаючих моментів під час виготовлення, транспортування та монтажу забезпечені.

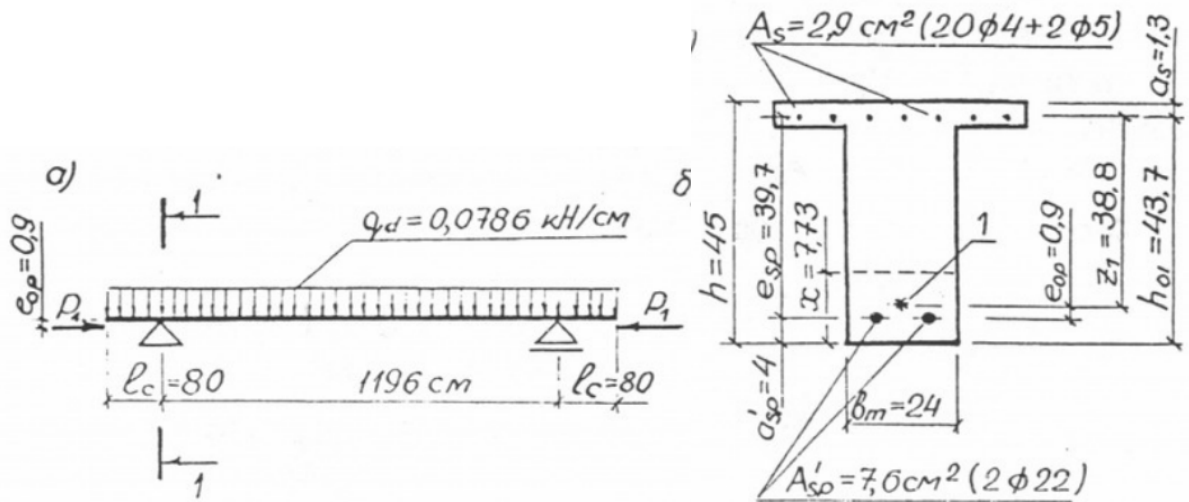


Рис. 19 Розрахункова схема та розрахунковий переріз панелі покриття ждя стадії виготовлення та підняття

### Перевірка міцності

Перевіряється міцність перерізу при позacentровому стисненні.

Для попередньо напруженої арматури, що натягується механічним способом

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,1 \text{ кН/см}$$

Коефіцієнт точності натягнення арматури

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta\gamma_{sp} = 1 + 0,1 = 1,1$$

Втрати попереднього напруження в арматурі під час досягнення бетоном стисненої зони граничного стану

Зусилля в арматурі, що напружується

$$N_{con} = (\gamma_{sp} \sigma_{sp1} - \sigma_{los,c}) A_{sp} = (1,1 \cdot 87,58 - 33) \cdot 12,32 = 780,32 \text{ кН}$$

Найневигідніший момент від ваги панелі, що розтягує верхню грань на відстані  $l_0 = 80$  см від торця під час піднімання панелі

$$M_{\alpha} = q_d l_c^2 / 2 = 0,0786 \cdot 80^2 / 2 = 250,88 \text{ кНсм}$$

$$R_{bp} = 1,2 \cdot 2,8 = 3,36 \text{ кН/см}^2$$

Висота стисненої зони

$$x = (N_{con} + R_s A_s) / R_{bp} b_m = (780,32 + 36,5 \cdot 2,9) / 3,36 \cdot 24 = 10,99 \text{ см}$$

Ексцентриситет поздовжнього зусилля

$$e = h_{01} - a'_{sp} + M_d / N_{con} = 43,7 - 4 + 250,88 / 710,32 = 40,02 \text{ см}$$

Міцність панелі в стадії виготовлення.

$$M_{adm} = R_{bp} b_m x (h_0 - 0,5x) = 3,36 \cdot 24 \cdot 10,99 \cdot (43,7 - 0,5 \cdot 10,99) = 33858,55 \text{ кНсм}$$

Так як

$$N_{con} e = 780,32 \cdot 40,02 = 31228,41 \text{ кНсм} < M_{adm} = 33858,55 \text{ кНсм}$$

міцність панелі в стадії виготовлення, транспортування та монтажу забезпечена.

### Перевірка тріщиностійкості

Перевіряється утворення тріщин в верхній зоні панелі там, де розміщені монтажні петлі. Такі перерізи є найбільш небезпечні під час піднімання панелі. Навантаження на панель від дії власної ваги (без урахування коефіцієнта динамічності)

$$q_w = c_n b_n = 0,0555 \text{ кН} / \text{см}$$

Від'ємний момент від ваги панелі на відстані  $l_c = 80$  см від торця

$$M_w = q_w l_c^2 / 2 = 0,0555 \cdot 80^2 / 2 = 178 \text{ кНсм}$$

Обчислюються:

$$\varphi = 1,6 - \sigma_{bp1} / R_{bp,ser} = 1,6 - 1,53 / 2,03 = 0,85 > 0,7$$

приймається  $\varphi = 1$

$$r_b = \phi \cdot r_{inf} = 0,1 \cdot 32,3 = 3,23 \text{ см}$$

Момент від власної ваги та зусилля попереднього обтиснення

$$M_1 = P_1(e_{op1} - r_b) + M_w = 1077,08(26 - 3,23) + 178 = 6963,6 \text{ кНсм}$$

Так як

$$R_{btp,ser} W_{pl,sup} = 0,147 \cdot 88955,33 = 13076,43 \text{ кНсм} > M_1 = 6963,6 \text{ кНсм}$$

В місцях розміщення монтажних петлів, під час підймання панелі, тріщини не утворюються. Таким чином, умови роботи панелі під час виготовлення, транспортування та монтажу не потребують додаткового армування у порівнянні з роботою в стадії експлуатації.

Розділ 3

**Підрахунок обсягів робіт і проектування технології зведення  
одноповерхової промислової будівлі.**

4. Складаємо відомість витрат основних матеріалів, напівфабрикатів, конструкцій (табл. 1.3) і зведену відомість потреби матеріалів, напівфабрикатів, конструкцій, (табл. 1.4).

Табл. 1.3

**Відомість потреби в матеріалах, напівфабрикатах, конструкціях**

| № за/п | Табл. ДБН | Назва робіт                                                          | Вимірники | К-ть | Назва потрібних матеріалів                                                                                         | Од. вим.                                                                                                    | Норма витрат                                                      | Загальна потреба                                                                 |
|--------|-----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 2         | 3                                                                    | 4         | 5    | 6                                                                                                                  | 7                                                                                                           | 8                                                                 | 9                                                                                |
| 1      | 7-5-14    | Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 10т                      | 100шт     | 0,13 | -колони<br>-прокат<br>-електроди<br>-лісоматер<br>-бетон                                                           | т<br>т<br>т<br>м <sup>3</sup><br>м <sup>3</sup>                                                             | 100<br>0,444<br>0,024<br>0,32<br>17,2                             | 13<br>0,0577<br>0,0031<br>0,0416<br>2,236                                        |
| 2      | 7-6-11    | Монтаж колон двогілкових масою до 30т                                | 100шт     | 0,73 | -колони<br>-прокат<br>-електроди<br>-лісоматер<br>-бетон                                                           | т<br>т<br>т<br>м <sup>3</sup><br>м <sup>3</sup>                                                             | 100<br>0,444<br>0,026<br>0,48<br>131                              | 73<br>0,3241<br>0,0189<br>0,3504<br>95,63                                        |
| 3      | 7-9-12    | Укладання підкранових балок масою до 5 т                             | 100 шт.   | 0,8  | -підкр.балки<br>-вироби монт.<br>-електроди                                                                        | шт.<br>т<br>т                                                                                               | 100<br>1,81<br>0,33                                               | 80<br>1,448<br>0,264                                                             |
| 4      | 7-12-7    | Укладання балок прогоном 12м                                         | 100шт     | 0,13 | -збірні ЗБК<br>-електроди<br>-монт. вироби                                                                         | шт.<br>т<br>т                                                                                               | 100<br>0,08<br>0,76                                               | 13<br>0,0104<br>0,0988                                                           |
| 6      | 7-12-21   | Укладання ферм прогоном 24 м                                         | 100шт     | 0,13 | -збірні ЗБК<br>-електроди<br>-монт. вироби                                                                         | шт.<br>т<br>т                                                                                               | 100<br>0,16<br>3,52                                               | 13<br>0,0208<br>0,4576                                                           |
| 7      | 7-12-22   | Укладання ферм прогоном 30 м                                         | 100шт     | 0,17 | -збірні ЗБК<br>-електроди<br>-монт. вироби                                                                         | шт.<br>т<br>т                                                                                               | 100<br>0,2<br>4,28                                                | 17<br>0,034<br>0,7276                                                            |
| 8      | 7-13-7    | Монтаж плит покриття довжиною до 12 м та площею до 20 м <sup>2</sup> | 100шт     | 4,88 | -плити покр.<br>-проволока<br>-рубейд.<br>-електроди<br>-рогожа<br>-лісомат.<br>-монт. вироби<br>-бетон<br>-розчин | шт<br>т<br>м <sup>2</sup><br>т<br>м <sup>2</sup><br>м <sup>3</sup><br>т<br>м <sup>3</sup><br>м <sup>3</sup> | 100<br>0,025<br>56,2<br>0,02<br>60<br>0,432<br>0,12<br>8,5<br>0,2 | 488<br>0,1239<br>274,25<br>0,0976<br>292,8<br>2,1081<br>0,5856<br>41,48<br>0,976 |
| 9      | 7-16-1    | Монтаж стінових панелей довжиною до 7м, площею до 10м <sup>2</sup>   | 100шт     | 12,7 | -стінові пан.<br>-електроди<br>-монт. вироби                                                                       | шт<br>т<br>т                                                                                                | 100<br>0,1<br>0,2                                                 | 1270<br>1,27<br>2,54                                                             |

Табл. 1.4

## Загальна відомість потреби матеріалів

| № за/п | Назва матеріалів     | Одиниці виміру | Кількість |
|--------|----------------------|----------------|-----------|
| 1      | 2                    | 3              | 4         |
| 1      | Колони               | шт             | 86        |
| 2      | Підкранові балки     | шт.            | 80        |
| 3      | Кроквяні конструкції | шт.            | 43        |
| 4      | Плити покриття       | шт.            | 488       |
| 5      | Фундаментні балки    | шт.            | 66        |
| 6      | Стінові панелі       | шт.            | 1270      |
| 7      | Ригелі воріт         | шт.            | 4         |
| 8      | Стійки воріт         | шт.            | 8         |
| 9      | Бетон                | м <sup>3</sup> | 141,359   |
| 10     | Розчин               | м <sup>3</sup> | 78,19972  |
| 11     | Монтажні вироби      | т              | 5,8576    |
| 12     | Прокат               | т              | 0,40184   |
| 13     | Електроди            | т              | 1,7189    |
| 14     | Лісоматеріали        | м <sup>3</sup> | 2,53976   |
| 15     | Щити                 | м <sup>2</sup> | 3,729     |
| 16     | Руберойд             | м <sup>2</sup> | 274,256   |
| 17     | Солідол              | т              | 0,006138  |
| 18     | Цвяхи                | т              | 0,001782  |
| 19     | Рогожа               | м <sup>2</sup> | 292,8     |

Табл. 1.5

## Усереднені показники погонної довжини зварювальних швів збірних конструкцій, м

| № за/п | Назва стиків двох конструкцій           | Кількість | Примітка       |
|--------|-----------------------------------------|-----------|----------------|
| 1      | 2                                       | 3         | 4              |
| 1      | Стик підкранової балки                  | 1.2-1.5   | на одну балку  |
| 2      | Стик ферми або балки з колоною          | 0.8-1.2   | на одну ферму  |
| 3      | Стик плити покриття з фермою або балкою | 0.2-0.3   | на одну плиту  |
| 4      | Стик стінової панелі з колоною          | 0.1-0.2   | на одну панель |
| 5      | Стик колони з колоною                   | 0.8-1.0   | на одну колону |
| 6      | Стик ригеля з колоною                   | 0.4-0.6   | на один ригель |

Послідовність виконання розрахунків здійснюється згідно з типовим прикладом:

До складу засобів механізації монтажних робіт включаємо комплект самохідних стрілових кранів, відповідно до габаритів та маси конструкцій, що монтуються.

Визначаємо перелік необхідного такелажного обладнання, елементів оснащення робочих місць монтажників та зварювальників, а також засобів вивірки й тимчасової фіксації конструкцій. До таких засобів належать:

- кондуктори;
- шаблони;
- монтажні зв'язки;
- жорсткі упори;
- фіксатори та пристрої стабілізації елементів під час установалення.

Прийнятий перелік такелажного та монтажного оснащення оформлюємо у таблиці 2.1.

### 3. Вибір монтажних кранів по технічним характеристикам

#### 3.1 Розрахунок для вертикальних елементів:

##### Для колон

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{nom} = 0 - 1,5 + 1 + 15,75 + 1,5 = 16,75\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 14,6 + 0,38 = 14,98\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{0 - 1,5 + 1 + 15,75 + 1,5}{\sin 75} \approx 17,33\text{м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_{\text{в}}^{\text{пот}} = 17,33 * \cos 75 + 1,5 \approx 5,83\text{м}$$

##### Для підкранових балок

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{nom} = 10 - 1,5 + 1 + 2,8 = 12,8\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 4,2 + 0,32 = 4,52\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{10 - 1,5 + 1 + 1 + 2,8 + 1,5}{\sin 75} \approx 15,41 \text{ м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_{\text{в}}^{\text{пот}} = 15,41 * \cos 75 + 1,5 \approx 5,35 \text{ м}$$

#### **Для фундаментних балок**

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{\text{ном}} = 0 - 1,5 + 1 + 0,38 + 2 = 1,88 \text{ м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 1,9 + 0,1 = 2 \text{ т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{0 - 1,5 + 1 + 0,38 + 2 + 1,5}{\sin 75} \approx 3,52 \text{ м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_{\text{в}}^{\text{пот}} = 3,52 * \cos 75 + 1,5 \approx 2,38 \text{ м}$$

#### **Для стінових панелей**

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{\text{ном}} = 17,2 - 1,5 + 1 + 0,9 + 2 = 19,6 \text{ м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 1,5 + 0,02 = 1,52 \text{ т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{17,2 - 1,5 + 1 + 0,9 + 2 + 1,5}{\sin 75} \approx 21,97 \text{ м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_{\text{в}}^{\text{пот}} = 21,97 * \cos 75 + 1,5 \approx 5,49 \text{ м}$$

### 3.2 Розрахунок для горизонтальних елементів

#### **Для ферм**

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{\text{ном}} = 14,4 - 1,5 + 1 + 3,45 + 2,8 = 20,15 \text{ м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 16,7 + 0,93 = 17,63\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{14,4 - 1,5 + 1 + 3,45 + 2,8 + 1,5}{\sin 75} \approx 21,65\text{м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_{\text{в}}^{\text{пот}} = 21,65 * \cos 75 + 1,5 \approx 6,91\text{м}$$

### 3.2 Розрахунок для горизонтальних елементів

Для плит покриття (використовуємо кран, обладнаний гусак, рис. 2.3)

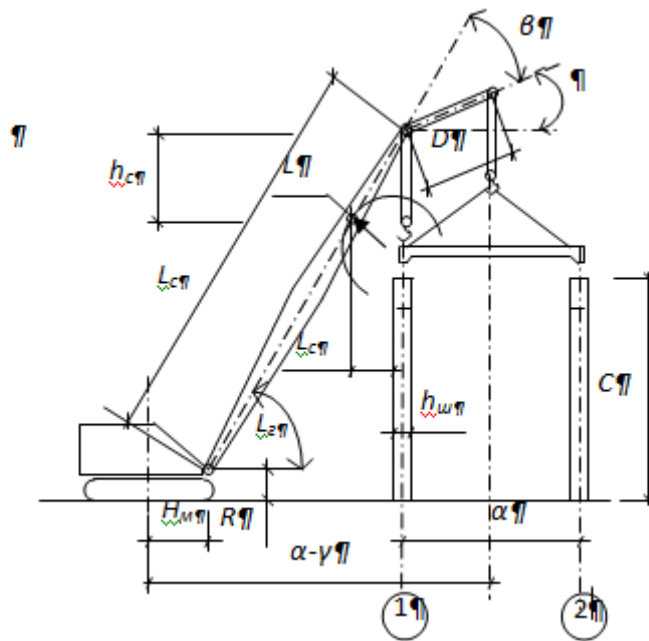


Рис 2.3 Схема визначення потрібних технічних параметрів стрілового крану обладнаного гусак, закріпленому на стрілі вище ніж висота будівлі

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{\text{nom}} = 14,4 - 1,5 + 3,45 + 1 + 0,3 + 3 = 20,65\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 2,3 + 0,65 = 2,95\text{т}$$

Довжина гусака для монтажу плит покриття:

$$L_{\Gamma}^{\text{пот}} = \frac{\frac{6}{2} + 0,1}{\cos(75 - 20)} \approx 5,4\text{м}$$

Потрібний виліт гака

$$l_{\text{в.г.}}^{\text{пот}} = 21,65 * \cos 75 + 5,4 \cos(75 - 20) + 1,5 \approx 16,57 \text{ м}$$

Отримані вантажопідйомні характеристики заносимо в табл. 2.2 де приводимо два варіанта вибору стрілових самохідних кранів [4] на гусеничному та пневмоколісному ході.

Табл. 2.2

Вантажопідйомні характеристики монтажних кранів та їх вибір

| Елемент          | Технічні параметри кранів |             |           |             | Марка крану                                                                |
|------------------|---------------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                  | $H_c^{nom}$               | $Q_c^{nom}$ | $l_6$     | $L_c^{nom}$ |                                                                            |
| лони             | 16,75                     | 14,9<br>8   | 5,83      | 17,33       | СКГ – 63А ( $L_c=20\text{м}$ )<br>KRUPP КМК-4070<br>( $L_c=20,3\text{м}$ ) |
| ікранові балки   | 12,8                      | 4,52        | 5,35      | 15,41       |                                                                            |
| рми              | 20,15                     | 17,6<br>3   | 6,91      | 21,65       | СКГ – 160 ( $L_c=30\text{м}$ )<br>КС-7471-4070 ( $L_c=21\text{м}$ )        |
| ити покриття     | 20,65                     | 2,95        | 16,5<br>7 | 21,65(5,4)  |                                                                            |
| інові панелі     | 19,6                      | 1,52        | 5,49      | 21,97       | КАТО МК-160S ( $L_c=27\text{м}$ )<br>СКГ-160 ( $L_c=23,5\text{м}$ )        |
| ндаментні<br>пки | 1,88                      | 2           | 2,38      | 3,52        |                                                                            |

Калькуляція витрат праці та заробітної плати є ключовою основою для виконання всіх техніко-економічних розрахунків, а також для побудови графіка виконання робіт, який може бути представлений у вигляді лінійного графіка, циклограми або мережної моделі.

Калькуляція складається для тих робіт, які включені у відомість обсягів. Найменування робіт повинно повністю відповідати обраній технології їх виконання та формулюванням у відповідних розділах ЕНиР, що слугують основою для визначення нормативів часу й тарифів.

У результаті складання калькуляцій мають бути визначені: – загальні витрати праці робітників (людино-дні);  
– загальні витрати машинного часу (машинозміни).

Послідовність розрахунків:  
Розрахунки здійснюються за зразком.

1. Виконуємо окремі калькуляції трудовитрат і заробітної плати для кожного будівельного процесу відповідно до таблиць 3.1...3.6.

Табл. 3.1

## Калькуляція витрат на монтаж колон

| Назва робіт                                                                                                                                                                                                                                                                   | Обґрунтування<br>по ЕНЧР        | Об'єм робіт              |                             | На один.<br>виміру                         |                                | На весь об'єм                                 |                                      | Склад<br>ланки                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 | Один.<br>вимір<br>у      | Кіл-<br>ть                  | Норма<br>часу,<br>люд.год                  | Розці<br>н-ка,<br>грн.         | Труд-ть<br>люд.год                            | Зарплат<br>а,<br>грн.                |                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                          |                             | ·<br>маш.год                               | ·<br>маш.год                   | ·<br>маш.год                                  |                                      |                                                               |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                               | 4                        | 5                           | 6                                          | 7                              | 8                                             | 9                                    | 10                                                            |
| Розвантаження колон краном з розкладанням масою до 10т до 18т                                                                                                                                                                                                                 | 1-5                             | 100т                     | 0,85<br><br>10,08           | <u>3,2</u><br>1,6<br><u>2,8</u><br>1,4     | 53,78<br><br>45,05             | <u>2,72</u><br>1,36<br><u>28,22</u><br>14,11  | 45,71<br><br>454,10                  | Такелажник<br>2р-2<br>Машиніст<br>6р-1                        |
| Установка колон стріловим краном у фундаменти: масою до 10т до 30т                                                                                                                                                                                                            | 4-1-4                           | шт.                      | 13<br><br>73                | <u>7</u><br>1,4<br><br><u>12</u><br>2,4    | 145,5<br>5<br><br>232,8<br>7   | <u>91</u><br>18,2<br><br><u>876</u><br>175,2  | 1 892,15<br><br>16<br>999,51         | Монтажник<br>5р-1, 4р-1<br>3р-2, 2р-1<br>Машиніст<br>6р-1     |
| Забивка стиків колон з фундаментами:<br>а) приймання бетонної суміші із кузова автобетоновозу до поворотної бадді<br>б) подача бетонної суміші в бадді V=0,8 м³ до місця укладання стріловим краном<br>в) забивка стиків колон з фундаментами бетоном М300 на дрібній фракції | 4-1-54<br><br>1-6<br><br>4-1-25 | 100м³<br><br>м³<br>1стик | 0,98<br><br>97,86<br><br>86 | 8,2<br><br><u>0,29</u><br>0,145<br><br>1,2 | 137,8<br><br>4,87<br><br>23,59 | 8,03<br><br><u>28,38</u><br>14,19<br><br>17,2 | 135,04<br><br>476,58<br><br>2 028,74 | Бетонник<br>2р-1<br><br>-//-<br><br>Монтажник<br>4р-1<br>3р-1 |
| Взагалі                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |                          |                             |                                            |                                | <u>1 051,55</u><br>223,06                     | 22<br>031,83                         |                                                               |

Норма часу на 1 елемент  $N_{\text{ч}} = 1051,55 / 86 = 12,23$  люд.-год.

$$P=22031,83/86=256,18 \text{ грн.}$$

Табл. 3.2

## Калькуляція витрат на монтаж підкранових балок

| Назва робіт                                                                   | Обґрунтування по ЕНиР | Об'єм робіт  |        | На один. виміру                   |               | На весь об'єм                 |                        | Склад ланки                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|--------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                                                               |                       | Один. виміру | Кіл-ть | Норма часу, люд.год<br>Д. маш.год | Розцінка, грн | Труд-ть люд.год<br>Д. маш.год | Заробіт на плата, грн. |                                                                  |
| 2                                                                             | 3                     | 4            | 5      | 6                                 | 7             | 8                             | 9                      | 10                                                               |
| Розвантаження підкранових балок масою до 5т                                   | 1-5                   | 100 т        | 3,36   | $\frac{4,2}{2,1}$                 | 70,58         | $\frac{14,11}{7,06}$          | 237,15                 | Такелажник<br>2р-2<br>Машиніст крана бр-1                        |
| Установка підкранових балок стріловим краном в проектне положення масою до 5т | 4-1-6                 | шт.          | 80     | $\frac{6,5}{1,3}$                 | 126,14        | $\frac{520}{104}$             | 10 091,2               | Монтажник<br>5р-1<br>4р-1<br>3р-2<br>2р-1<br>Машиніст крана бр-1 |
| Електрозварювання стиків балок з колонами                                     | 22-1-6                | 10п.м.       | 8,8    | 2,5                               | 52,10         | 22                            | 458,48                 | Електрозварн. 4р-1                                               |
| Взагалі                                                                       |                       |              |        |                                   |               | $\frac{556,11}{111,06}$       | 10786,83               |                                                                  |

$$\text{Норма часу на 1 елемент } H_q = 556,11/80 = 6,95 \text{ люд.-год.}$$

$$P = 10786,83/80 = 134,83 \text{ грн.}$$

Табл. 3.3

## Калькуляція витрат на монтаж конструкцій покриття

| Назва робіт                                                                            | Обґрунтування<br>по ЕНН | Об'єм<br>робіт      |            | На один.<br>виміру                             |                           | На весь об'єм                                     |                                 | Склад<br>ланки                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|------------|------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                                        |                         | Один<br>Вимі-<br>ру | Кіл-<br>ть | Норма<br>часу,<br>люд.го<br>д.<br>маш.го<br>д. | Розц<br>і-<br>нка,<br>грн | Труд-<br>ть<br>на<br>люд.г<br>од.<br>маш.г<br>од. | Заробіт<br>на<br>плата,<br>грн. |                                                        |
| 2                                                                                      | 3                       | 4                   | 5          | 6                                              | 7                         | 8                                                 | 9                               | 10                                                     |
| Розвантаження<br>балок краном з<br>розкладкою в<br>касети масою до<br>5т               | 1-5                     | 100<br>т            | 0,85       | <u>4,2</u><br>2,1                              | 70,5<br>8                 | <u>3,57</u><br>1,79                               | 59,99                           | Такелажн<br>ик<br>2р-2                                 |
| масою до 13т                                                                           |                         |                     | 1,59       | <u>3</u><br>1,5                                | 50,4<br>2                 | <u>4,77</u><br>2,39                               | 80,17                           | Машиніст<br>6р-1                                       |
| масою до 20т                                                                           |                         |                     | 2,84       | <u>2,6</u><br>1,3                              | 29,7<br>4                 | <u>7,38</u><br>3,69                               | 84,46                           |                                                        |
| установка балок у<br>проектне<br>положення<br>стріловим краном<br>прогоном 18 м<br>24м | 4-<br>1-6               | шт.                 | 13         | <u>8</u><br>1,6                                | 197,<br>98                | <u>104</u><br>20,8                                | 2<br>573,74                     | Монтажн<br>6р-1<br>5р-1<br>4р-1                        |
| 30м                                                                                    |                         |                     | 13         | <u>9,5</u><br>1,9                              | 235,<br>1                 | <u>123,5</u><br>24,7                              | 3 056,3                         | 3р-1<br>2р-1                                           |
|                                                                                        |                         |                     | 17         | <u>11</u><br>2,2                               | 272,<br>22                | <u>187</u><br>3,4                                 | 4 627,7<br>4                    | Машиніст<br>6р-1                                       |
| електрозварюванн<br>стиків кроквяних<br>балок з колонами                               | 22-1-<br>6              | 10м.<br>п.<br>шва   | 4,3        | 2,5                                            | 52,1<br>0                 | 10,15                                             | 224,03                          | Електрозв<br>арн. 4р-1                                 |
| Розвантаження<br>плит покриття<br>масою<br>до 3т                                       | 1-5                     | 100<br>т            | 8,34       | <u>5,4</u><br>2,7                              | 90,7<br>5                 | <u>45,04</u><br>22,52                             | 756,86                          | Такелажн<br>2р-2<br>Машиніст<br>6р-1                   |
| Монтаж плит<br>покриття<br>площею до 20м <sup>2</sup>                                  | 4-<br>1-7               | 1ел                 | 488        | <u>1,2</u><br>0,3                              | 22,1<br>5                 | <u>585,6</u><br>146,4                             | 10<br>809,2                     | Монтажн<br>ик<br>4р-1,3р-2<br>2р-1<br>Машиніст<br>6р-1 |
| Взагалі                                                                                |                         |                     |            |                                                |                           | <u>1</u><br><u>180,55</u><br>267,83               | 24<br>454,54                    |                                                        |

Норма часу на 1 елемент  $H_q = 1\ 180,55/531 = 2,22$  люд.-год.

$P = 24\ 454,54/531 = 46,05$  грн.

Табл. 3.4

Калькуляція витрат на монтаж конструкцій огорожі

| Назва робіт                                                                                              | Обґрунтування<br>по ЕНіР | Об'єм<br>робіт          |             | На один.<br>виміру  |                        | На весь об'єм          |                                  | Склад<br>ланки                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                          |                          | Один<br>·<br>вимір<br>у | Кіль-<br>ть | Норма               | Розці-<br>нка,<br>грн. | Труд-<br>ть            | Заробі-<br>тна<br>плата,<br>грн. |                                                                        |
|                                                                                                          |                          |                         |             | часу,<br>люд.год    |                        | Д.<br>маш.го<br>д.     |                                  |                                                                        |
| 2                                                                                                        | 3                        | 4                       | 5           | 6                   | 7                      | 8                      | 9                                | 10                                                                     |
| Розвантаження<br>стінових панелей<br>краном з<br>розкладкою в<br>касети масою<br>до 2т                   | 1-5                      | 100т                    | 19,0<br>5   | <u>7,2</u><br>3,6   | 121,<br>0              | <u>137,16</u><br>68,58 | 2<br>305,05                      | Такелажн<br>ик<br>2р-2<br>Машиніс<br>т<br>6р-1                         |
| Установка<br>стінових панелей у<br>проектне<br>положення<br>гріловим краном,<br>площа панелі до<br>10 м² | 4-1-<br>8                | шт.                     | 1270        | <u>3</u><br>0,75    | 58,9<br>7              | <u>3 810</u><br>952,5  | 74<br>891,9                      | Монтажн<br>ик<br>5р-1, 4р-<br>1,<br>3р-1, 2р-1<br>Машиніс<br>т<br>6р-1 |
| Електрозварювання<br>стиків стінових<br>панелей з<br>колонами                                            | 22-<br>1-6               | 10м.<br>п.<br>шва       | 25,4        | 2,5                 | 52,1<br>0              | 63,5                   | 1<br>323,34                      | Електроз<br>вар. 4р-1                                                  |
| Розвантаження<br>фундаментних<br>балок краном з<br>розкладкою масою<br>до 2т                             | 1-5                      | 100т                    | 1,25<br>4   | <u>7,2</u><br>3,6   | 147,<br>88             | <u>9,02</u><br>4,51    | 185,44                           | Такелажн<br>ик<br>2р-2<br>Машиніс<br>т<br>6р-1                         |
| Встановлення<br>фундаментних<br>балок до<br>проектного<br>положення, масою<br>до 2т                      | 4-1-<br>3                | 1ел.                    | 66          | <u>0,78</u><br>0,26 | 21,3<br>5              | <u>51,48</u><br>17,16  | 1<br>409,1                       | Монтажн<br>ик<br>5р-1, 4р-1<br>3р-2, 2р-1<br>Машиніс<br>т<br>6р-1      |

|                                                   |          |                                 |                  |                                              |                     |                                                |                      |                                                            |
|---------------------------------------------------|----------|---------------------------------|------------------|----------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|
| Розвантаження елементів воріт масою до 1,5т до 4т | 1-5      | 100т                            | 0,11<br><br>0,12 | <u>8,8</u><br>4,4<br><br><u>4,6</u><br>2,3   | 147,88<br><br>77,30 | <u>0,97</u><br>0,48<br><br><u>0,55</u><br>0,28 | 16,27<br><br>9,28    | Такелажник<br>2р-2<br>Машиніст<br>6р-1                     |
| Монтаж з/б елементів воріт                        | 4-1-6    | 1ел.                            | 4<br><br>8       | <u>2,4</u><br>0,48<br><br><u>1,4</u><br>0,28 | 46,57<br><br>27,17  | <u>9,6</u><br>1,92<br><br><u>11,2</u><br>2,24  | 186,28<br><br>217,36 | Монтажник<br>5р-1, 4р-1,<br>3р-2, 2р-1<br>Машиніст<br>6р-1 |
| Установка воріт краном                            | 6-13 т.4 | 1м <sup>2</sup><br>поло-<br>тен | 63,4             | <u>0,24</u><br>0,12                          | 4,43                | <u>15,21</u><br>7,61                           | 280,86               | Тесляр<br>4р-1<br>2р-1                                     |
| Електрозварювання стиків елементів воріт          | 22-1-6   | 10м шва                         | 0,24             | 2,5                                          | 52,10               | 0,6                                            | 12,5                 | Електрозварник<br>арн. 4р-1                                |
| Взагалі                                           |          |                                 |                  |                                              |                     | <u>4</u><br><u>109,29</u><br>1<br>055,28       | 80<br>620,02         |                                                            |

Норма часу на 1 елемент  $H_q = 3 \cdot 109,29 / 1348 = 2,31$  люд.-год.

$P = 80 \cdot 620,02 / 1348 = 59,81$  грн.

Табл. 3.5

## Калькуляція витрат на заробку швів між стіновими панелями

| Назва робіт                                                                                                                                                                                    | Обґрунтування<br>по ЕНД | Об'єм робіт     |            | На один.<br>виміру                             |                       | На весь об'єм                               |                                 | Склад<br>ланки        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------|------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                                                |                         | Один.<br>виміру | Кіл-<br>ть | Норма<br>часу,<br>люд.го<br>д.<br>маш.го<br>д. | Розці-<br>нка,<br>грн | Труд-<br>ть<br>люд.го<br>д.<br>маш.го<br>д. | Заробіт<br>на<br>плата,<br>грн. |                       |
| 2                                                                                                                                                                                              | 3                       | 4               | 5          | 6                                              | 7                     | 8                                           | 9                               | 10                    |
| Конопатка,<br>зачеканка і<br>розшивка швів між<br>стіновими<br>панелями<br>цементним<br>розчином з<br>підвісної люльки<br>зовні будівлі з<br>установкою та<br>переміщенням<br>підвісної люльки | 4-1-<br>28              | 10м<br>шва      | 916,03     | 2,7                                            | 56,27                 | 2 473,28                                    | 51<br>545,01                    | Монтажн<br>ик<br>4р-1 |
| По п 1 з<br>внутрішньої<br>частини будівлі з<br>постановкою та<br>переміщенням                                                                                                                 | 4-1-<br>28              | 10м<br>шва      | 801,3      | 1,22                                           | 25,42                 | 977,59                                      | 20<br>369,05                    | Монтажн<br>ик<br>4р-1 |
| Взагалі                                                                                                                                                                                        |                         |                 |            |                                                |                       | 3<br>450,87                                 | 71<br>914,06                    |                       |

Норма часу на 10 м шву  $H_q = 3\,450,87 / 1\,717,33 = 2,01$  люд.-год.

$P = 71\,914,06 / 1\,717,33 = 41,88$  грн.

Табл. 3.6

## Калькуляція витрат на заливку швів між плитами покриття

| Назва робіт                                                    | Обґрунтування<br>по ЕНЧР | Об'єм<br>робіт      |            | На один.<br>виміру        |                       | На весь об'єм          |                                 | Склад<br>ланки                        |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                |                          | Один.<br>вимір<br>у | Кіл-<br>ть | Норма<br>часу,<br>люд.год | Розці-<br>нка,<br>грн | Труд-ть<br>люд.год     | Заробіт<br>на<br>плата,<br>грн. |                                       |
|                                                                |                          |                     |            | маш.го<br>д.              |                       | маш.год<br>.           |                                 |                                       |
| 2                                                              | 3                        | 4                   | 5          | 6                         | 7                     | 8                      | 9                               | 10                                    |
| Приймання<br>бетону з кузова<br>автосамоскиду у<br>баддю       | 4-1-<br>54               | 100<br>м³           | 0,41       | 8,2                       | 137,<br>8             | 3,36                   | 56,49                           | Бетонник<br>2р-2                      |
| Подавання<br>бетонної суміші                                   | 8-1-<br>13               | м³                  | 41,4<br>8  | <u>2,5</u><br>1,2         | 42,0<br>1             | <u>103,7</u><br>49,78  | 1<br>742,5<br>7                 | Бетонник<br>2р-2<br>Машиніс<br>т 3р-1 |
| Заливка швів між<br>плитами<br>покриття<br>бетонною<br>сумішшю | 4-1-<br>26               | 100<br>м<br>шва     | 41,5<br>2  | 4                         | 78,6<br>3             | 166,08                 | 3<br>264,7<br>2                 | Монтажн<br>ик<br>4р-1<br>3р-1         |
| Взагалі                                                        |                          |                     |            |                           |                       | <u>273,14</u><br>49,78 | 5 063,78                        |                                       |

Норма часу на 100 м заливки швів  $H_q = 273,14 / 42 = 6,50$  люд.-год.

$P = 5\,063,78 / 42 = 120,57$  грн.

Вибір транспортних засобів

| № п/п | Транспортуємий елемент | Вага одного | Лінійний розмір |        |         | Вид транспортного засобу | Марка тягача | Вантажопідйомність т | Кількість транспортуємих | Загальна вага |
|-------|------------------------|-------------|-----------------|--------|---------|--------------------------|--------------|----------------------|--------------------------|---------------|
|       |                        |             | Довжина         | Ширина | Товщина |                          |              |                      |                          |               |
| 1     | Колона                 | 14,6        | 15,75           | 1,4    | 0,5     | ПКС-2206                 | КрАЗ-258Е1   | 25                   | 1                        | 14,6          |
| 2     | Фундаментна балка      | 1,5         | 5,05            | 0,32   | 0,45    | ПКС-2206                 | КрАЗ 258В1   | 20                   | 13                       | 19,5          |
| 3     | Кроквяна балка         | 16,7        | 30              | 3,45   | 0,35    | ПК-1821                  | КрАЗ-258     | 18                   | 1                        | 16,7          |
| 4     | Плита покриття         | 2,3         | 5,97            | 2,96   | 0,3     | УПП-0906                 | ЗИЛ-130В1    | 9                    | 3                        | 6,9           |
| 5     | Панель стінова         | 1,5         | 6,0             | 0,9    | 0,24    | НАМИ-790Б                | МАЗ-504Б     | 13                   | 8                        | 12            |
| 6     | Підкранова балка       | 4,2         | 5,95            | 0,6    | 1,0     | ГКБ-8350                 | КамАЗ-5320   | 8                    | 1                        | 4,2           |

Для доставки колон на будівельний майданчик вибираємо автопоїздом КрАЗ-258Е1 з причепом розпуском. Розраховуємо кількість транспортних засобів при човниковому способі постачання конструкцій.

Тривалість транспортного циклу:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зз}} + 3600 \frac{2 * L}{V} = 600 + 3600 \frac{2 * 24}{30} = 6360 \text{с}$$

$t_{\text{зз}}$ ,  $t_{\text{зб}}$  - потрібний час на зміну причепів, відповідно на заводі та на буд майданчику приймаємо 600 с.

$L$  - відстань до будівельного майданчику, 24 км.

Кількість транспортних засобів

$$M = t_{\text{ц}} / t_{\text{м}} = 6360 / 774,01 \approx 8 \text{ автопоїздів.}$$

$$t_{\text{м}} = 3600 * 0,146 * \frac{0,85 * 1,6 + 10,08 * 1,4}{0,85 + 10,08} = 774,01$$

Кількість причепів:

$$M_{\text{пр}} = M + 2 = 8 + 2 = 10 \text{ причепів}$$

3. Визначаємо планову собівартість машино-години роботи монтажних стрілових кранів [4].

Для кранів пневмоколісного KRUPP КМК-4070 і гусеничного СКГ – 63А на монтажі колон і підкранових балок:

$$C_{\text{м-3м}}^{\text{KRUPP КМК-4070}} = 40,43 \text{грн}(202 - 1439)$$

$$C_{\text{м-3м}}^{\text{СКГ-63А}} = 40,31 \text{грн}(202 - 1244)$$

Для кранів пневмоколісного КС-7471-4070 і гусеничного СКГ-160 на монтажі кроквяних ферм і плит покриття:

$$C_{\text{м-3м}}^{\text{КС-7471-4070}} = 40,43 \text{грн}(202 - 1439)$$

$$C_{\text{м-3м}}^{\text{СКГ-160}} = 40,31 \text{грн}(202 - 1244)$$

Для кранів пневмоколісного КАТО МК-160S і гусеничного СКГ-160 на монтажі стінових панелей та фундаментних блоків:

$$C_{\text{м-3м}}^{\text{КАТО МК-160S}} = 30,65 \text{грн}(202 - 1243)$$

$$C_{\text{м-3м}}^{\text{СКГ-160}} = 36,87 \text{грн}(202 - 1438)$$

5. Розраховуємо собівартість механізованих робіт на об'єкті для 1 та 2 варіантів:

$$C_0^1 = 1,08(40,43 * (223,06 + 111,06) + 40,43 * 267,83 + 30,65 * 1\,055,28) + 1,5 * 137\,893,22 = 268\,055,49 \text{грн}$$

$$C_0^1 = 1,08(40,31 * (223,06 + 111,06) + 40,31 * 267,83 + 36,87 * 1\,055,28) + 1,5 * 137\,893,22 = 275\,066,43 \text{грн}$$

По результатам підрахунку приймаємо комплект 1 варіанту.

## Розділ 4

### 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ТА МЕТОДІВ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Будівля є одноповерховою виробничою каркасною спорудою з трьома прольотами: два з них поєднані вздовж осі, один — торцевий.

Перший проліт має ширину  $L_1 = 30$  м, довжину  $B_1 = 96$  м, позначку оголовка колон  $H_1 = 14,4$  м, крок колон —  $a_1 = 6$  м. Він оснащений мостовим краном вантажопідйомністю  $Q_1 = 20$  т.

Другий і третій прольоти відповідно  $L_2 = 18$  м,  $L_3 = 24$  м, довжина  $B_2/B_3 = 72$  м, висота оголовка колон  $H_2/H_3 = 13,2$  м, крок колон  $a_2/a_3 = 6$  м. Обладнані мостовими кранами вантажністю  $Q_2 = 10$  т і  $Q_3 = 20$  т.

Несучі конструкції будівлі виконані зі збірного залізобетону:

У першому прольоті — двогілкові фахверкові колони крайніх рядів прямокутного перерізу, ребристі плити перекриття  $1,5 \times 6$  м, кроквяні ферми довжиною 30 м.

У другому та третьому прольотах — двогілкові фахверкові колони крайніх та середніх рядів, ребристі плити перекриття  $3 \times 6$  м, кроквяні ферми завдовжки 18 м та 24 м.

По всій будівлі передбачені:

підкранові балки — 6 м, фундаментні балки — 6 м, висота — 1,2 м.

Для монтажу конструкцій приймаємо три захватки, кількість яких відповідає числу прольотів і приблизно однакова за обсягом робіт.

Прийняті методи виконання робіт:

Земляні роботи.

До початку розробки котловану знімаємо рослинний шар. Виїмку ґрунту виконуємо екскаватором ЕО-4122 (гусеничний хід, зворотна лопата, ківш —  $0,5 \text{ м}^3$ ) із частковим вивезенням ґрунту у відвал. Після розробки ділянку планують бульдозером ДЗ-19 та ущільнюють катком ДУ-50.

Фундаментні роботи.

Монолітні залізобетонні фундаменти заливають за схемою «кран-баддя» із використанням автокрана КС-2561Е (стріла 8 м). Такий самий механізм застосовується для бетонування основ під технологічне обладнання.

Монтажні роботи.

Монтаж одноповерхової каркасної будівлі виконується самохідними стріловими гусеничними кранами:

Перший монтажний потік — встановлення колон краном СКГ-63А;

Другий — монтаж підкранових балок тим самим краном СКГ-63А;

Третій — встановлення кроквяних балок, ферм і перекриттів СКГ-160;

Четвертий — монтаж стінових панелей краном КАТО-МК-160С.

Встановлення конструкцій здійснюється з попередньою розкладкою елементів у зоні монтажу. Збірка каркасу виконується по прольотах, здебільшого методом вільного підйому, тобто конструкції подаються в опорне положення в процесі їх переміщення. Монтаж колон здійснюється методом обертання в просторі.

Інші

роботи.

Облаштування покрівлі виконується уздовж довгої сторони прольоту. Після завершення монтажу — заklenня вікон по периметру споруди, а далі — усі оздоблювальні роботи виконуються по захватках. Масляне фарбування вікон і оздоблення стін здійснюється по периметру зверху вниз.

Таблиця 1.1. Специфікація збірних елементів

| № з а/п | Назва елемента         | Марка елемента | Кількість шт. | Розміри, м |        |         | Об'єм, м <sup>3</sup> |                | Вага, т.        |                |
|---------|------------------------|----------------|---------------|------------|--------|---------|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|
|         |                        |                |               | Довжина    | Ширина | Товщина | Одного елемента       | Всіх елементів | Одного елемента | Всіх елементів |
| 1       | Колона крайнього ряду  | 1КД132         | 26            | 14550      | 1300   | 600     | 4.99                  | 129,74         | 12.5            | 325            |
| 2       | Колона крайнього ряду  | 3КД144         | 36            | 15750      | 1400   | 500     | 5.86                  | 210,96         | 14.6            | 525,6          |
| 3       | Колона середнього ряду | 2КД132         | 13            | 14550      | 1400   | 600     | 5.81                  | 75,53          | 14.4            | 187,2          |
| 4       | Фахверкова колона      | 9КФ145-1       | 10            | 14500      | 600    | 400     | 3.08                  | 30,8           | 7.71            | 77,1           |
| 5       | Фахверкова колона      | 3КФ145-1       | 8             | 14500      | 400    | 400     | 2.32                  | 18,56          | 5.8             | 46,4           |
| 6       | Підкранова балка 6 м   | БКНВ6-2С       | 48            | 5950       | 600    | 1000    | 1.66                  | 79,68          | 4.2             | 201,6          |
| 7       | Підкранова балка 6 м   | БКНВ6-3С       | 32            | 5950       | 600    | 1000    | 1.66                  | 53,12          | 4.2             | 134,4          |
| 8       | Кроковані конструкції  | ФБ 18-1А       | 13            | 17940      | 3000   | 240     | 2.6                   | 33,6           | 6.5             | 84,5           |
|         |                        | ФБ 24-III-5А   | 13            | 23940      | 3300   | 240     | 4.9                   | 63,7           | 12.2            | 158,6          |
|         |                        | ФС 30-16       | 18            | 30000      | 3450   | 350     | 6.7                   | 120,6          | 16.7            | 300,6          |
| 9       | Плити покриття         | ПНС-10         | 320           | 5970       | 1490   | 300     | 0.62                  | 198,4          | 1.4             | 448            |
|         |                        | ПНС-1          | 168           | 5970       | 2960   | 300     | 1.07                  | 179,76         | 2.3             | 386,4          |
| 1       | Фундаментні балки      | ФБ6-29         | 62            | 5050       | 320    | 450     | 0.75                  | 46,5           | 1.9             | 117,8          |
| 11      | Стінові панелі         | ПСЛ-16         | 1270          | 6000       | 900    | 240     | 1.27                  | 1612,9         | 1.5             | 1905           |
| 12      | Стійки воріт           | СВ             | 8             | 3600       | 400    | 400     | 0,576                 | 4,61           | 1,44            | 11,52          |
| 13      | Ригелі воріт           | РВ             | 4             | 4400       | 400    | 700     | 1,232                 | 4,93           | 3,08            | 12,32          |
| Всього  |                        |                | 2036          |            |        |         |                       | 2832,57        |                 | 4842,9         |

## 2. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОБІТ

Обсяги робіт визначаються згідно основних креслень, якими виступають план, фасад, розріз, наведених додатків та розрахунків отриманих при проектуванні робіт з влаштування монолітних залізобетонних фундаментів і зведення каркасної будівлі із збірних залізобетонних конструкцій. Підрахунки обсягів робіт виконуємо в табличній формі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Відомість обсягів робіт

| № за/п | Найменування робіт                                                                                                                                         | Об'єм робіт         |           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|
|        |                                                                                                                                                            | Од. виміру          | Кількість |
| 1      | 2                                                                                                                                                          | 3                   | 4         |
| 1      | Планування майданчика<br>$(S \times 1,15) = (96 \times 30 + 72 \times 42) \times 1,15 = 5904 \times 1,15$                                                  | 1000 м <sup>2</sup> | 6,79      |
| 2      | Зрізання рослинного шару товщиною 15 см $(S \times 0,15) = 5904 \times 0,15$                                                                               | 1000 м <sup>3</sup> | 0,886     |
| 3      | Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м <sup>3</sup> у відвал<br>$(V_k = S \times h - V_r) = 5904 \times 2,55 - 765$                               | 1000 м <sup>3</sup> | 14,29     |
| 4      | Те ж з завантаженням в автосамоскиди<br>$(V_r = V_{пф} + V_{фк} + V_{фо} + S \times (0,1 + 0,02)) = 63 + 455 + 240 + 5904 \times 0,12$                     | 1000 м <sup>3</sup> | 0,765     |
| 5      | Розробка ґрунту вручну (підчистка)<br>$(\text{кільк.фунд.} \times S_{\phi} \times 0,1) = (1,5 \times 1,5 \times 18 + 3,3 \times 2,4 \times 75) \times 0,1$ | 100 м <sup>3</sup>  | 0,63      |
| 6      | Бетонна підготовка під фундаменти<br>$(\text{кільк.фунд.} \times S_{\phi} \times 0,1) = (1,5 \times 1,5 \times 18 + 3,3 \times 2,4 \times 75) \times 0,1$  | 100 м <sup>3</sup>  | 0,63      |
| 7      | Влаштування монолітних фундаментів $(V_{фк} = \Sigma \text{кільк.фунд.} \times V_{\phi}) =$                                                                | 100 м <sup>3</sup>  | 4,55      |
| 8      | Влаштування фундаментів під обладнання<br>$(V_{фо} = 80 \text{ м}^3 \times \text{кільк.прольотів}) = 80 \times 3$                                          | 100 м <sup>3</sup>  | 2,4       |
| 9      | Гідроізоляція фундаментів вертикальна                                                                                                                      | 100 м <sup>2</sup>  | 10,27     |
| 10     | Гідроізоляція фундаментів горизонтальна                                                                                                                    | 100 м <sup>2</sup>  | 3,89      |
| 11     | Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. ( $V_k$ )                                                                                                             | 1000 м <sup>3</sup> | 8,18      |
| 12     | Ущільнення ґрунту при зворотній засипці ( $V_k$ )                                                                                                          | 1000 м <sup>3</sup> | 8,18      |
| 13     | Монтаж колон                                                                                                                                               | шт.                 | 93        |
| 14     | Монтаж підкранових балок                                                                                                                                   | шт.                 | 80        |
| 15     | Монтаж конструкцій покриття (S)                                                                                                                            | м <sup>2</sup>      | 59,04     |
| 16     | Монтаж конструкції огорожі<br>$(S_o = P \times h) = 210 \times 14,4 + 186 \times 13,2 + 1,2 \times 42$                                                     | м <sup>2</sup>      | 5529,6    |

|    |                                                                        |                    |         |
|----|------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|
| 17 | Влаштування пароізоляції в один шир (S)                                | 100 м <sup>2</sup> | 59,04   |
| 18 | Влаштування цементно-піщаної стяжки (t=20 мм) (S)                      | 100 м <sup>2</sup> | 59,04   |
| 19 | Влаштування утеплювача плитного (S)                                    | 100 м <sup>2</sup> | 59,04   |
| 20 | Наклеювання тришарового рулонного килиму (S)                           | 100 м <sup>2</sup> | 59,04   |
| 21 | Оздоблення покрівельною сталлю<br>(0,7×L)=0,7×(252+186)                | 100 м <sup>2</sup> | 3,06    |
| 22 | Фарбування стін з середини приміщень (S <sub>о</sub> )                 | 100 м <sup>2</sup> | 55,3    |
| 23 | Фарбування фасадів (S <sub>о</sub> )                                   | 100 м <sup>2</sup> | 55,3    |
| 24 | Фарбування заповнень віконних прорізів (30 %S <sub>о</sub> )           | 100 м <sup>2</sup> | 16,59   |
| 25 | Фарбування конструкцій покриття (S×1,6)                                | 100 м <sup>2</sup> | 94,46   |
| 26 | Ущільнення ґрунту щебнем (S)                                           | 100 м <sup>2</sup> | 59,04   |
| 27 | Влаштування чорнової бетонної підлоги (t=100 мм) (S)                   | 100 м <sup>2</sup> | 59,04   |
| 28 | Влаштування чистої підлоги (t=20 мм) (S)                               | 100 м <sup>2</sup> | 59,04   |
| 29 | Засклення металевих рам промислових будівель (30 %<br>S <sub>о</sub> ) | 100 м <sup>2</sup> | 16,59   |
| 30 | Сантехнічні роботи (V <sub>буд.</sub> ×0,03)                           | 3%                 | 1135,56 |
| 31 | Електротехнічні роботи (V <sub>буд.</sub> ×0,03)                       | 3%                 | 1135,56 |
| 32 | Благоустрій території (V <sub>буд.</sub> ×0,01)                        | 1%                 | 378,52  |
| 33 | Підготовка до здачі                                                    |                    |         |
| 34 | Монтаж обладнання (V <sub>буд.</sub> ×0,1)                             | 10%                | 5677,86 |
| 35 | Пусконаладжувальні роботи (V <sub>буд.</sub> ×0,005)                   | 0,5%               | 189,26  |

## 5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СІТЬОВОГО ГРАФІКА

Загальна тривалість будівництва об'єкту — результат розрахунку матриці та сітьового графіку:

$$T_3 = 204 \text{ днів.}$$

Коефіцієнт щільності потоку, характеризує ступень використання фронтів робіт спеціалізованими бригадами, визначаємо як відношення сумарної тривалості робіт до тієї ж величини з урахуванням організаційних перерв:

$$K_{щ} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum T_{ij} + \sum T_o} = 335,5 / (335,5 + 192) = 0,636$$

Коефіцієнт суміщення робіт  $K_c$ , що характеризує величину суміщення робіт, які включені у потік, визначаємо як різницю між одиницею і відношенням тривалості потоку до сумарної тривалості усіх робіт:

$$K_c = 1 - \frac{T_3}{\sum T_{ij}} = 1 - (204 / 335,5) = 0,392$$

Коефіцієнт змінності:

$$K_{зм} = \frac{T_{зм}}{T_{дн}} = (667 / 335,5) = 1,99$$

де  $T_{зм} = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 36 + 2 \cdot 14 + 2 \cdot 10,5 + 2 \cdot 9 + 2 \cdot 13,5 + 2 \cdot 14 + 2 \cdot 13 + 2 \cdot 6,5 +$   
 $+ 2 \cdot 13 + 2 \cdot 32,5 + 2 \cdot 24,5 + 2 \cdot 11 + 2 \cdot 13,5 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 32 + 2 \cdot 27 + 2 \cdot 13,5 +$   
 $+ 2 \cdot 30 +$   
 $+ 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 667$  — загальна кількість змін;

$T_{дн} = 335,5$  (днів) — загальна кількість.

Коефіцієнт нерівномірності руху робітників:

$$K_n = \frac{Q_{макс}}{Q_{сер}} = (72 / 25) = 2,88$$

де  $Q_{макс} = 72$  робітника — максимальна денна чисельність робітників;

$N = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 12 \cdot 27,5 + 16 \cdot 7 + 32 \cdot 1,5 + 20 \cdot 3,5 + 28 \cdot 2 + 24 \cdot 1 + 28 \cdot 2 + 12 \cdot 3,5 +$   
 $+ 8 \cdot 6,5 + 18 \cdot 1 + 14 \cdot 6,5 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 2,5 + 30 \cdot 1 + 20 \cdot 3 + 10 \cdot 4 + 20 \cdot 5 + 10 \cdot 13 +$   
 $+ 50 \cdot 13,5 + 40 \cdot 2,5 + 52 \cdot 6 + 60 \cdot 2,5 + 20 \cdot 2,5 + 8 \cdot 0,5 + 18 \cdot 4 + 28 \cdot 4 + 20 \cdot 4 +$   
 $+ 10 \cdot 7,5 +$   
 $+ 30 \cdot 16,5 + 20 \cdot 1 + 40 \cdot 6,5 + 72 \cdot 3 + 52 \cdot 4 + 32 \cdot 23 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 5 = 5019$   
 (робітників) — загальна чисельність робітників по кожній роботі;

$Q_{сер} = N / T_3 = 5019 / 204 = 25$  (робітника) — середня чисельність робітників.

## 6. РОЗРАХУНОК КАЛЬКУЛЯЦІЙ

Таблиця 6.1

### Калькуляція витрат на монтаж колон

| № за /п | Назва робіт                                                                                                                                                                                                                                                                   | Об'єднування по ЕНІР            | Об'єм робіт                  |                             | На один. виміру                            |                                | На весь об'єм                                  |                                     | Склад ланки                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 | Один. виміру                 | Кількість                   | Норма часу, люд.го<br>Д. маш.го<br>Д.      | Розцінка, грн.                 | Труд-ть люд.го<br>Д. маш.го<br>Д.              | Зарплата, грн.                      |                                                               |
| 1       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                               | 4                            | 5                           | 6                                          | 7                              | 8                                              | 9                                   | 10                                                            |
| 1       | Розвантаження колон краном з розкладанням масою до 10т до 18т                                                                                                                                                                                                                 | 1-5                             | 100т                         | 0,85<br>10,08               | <u>3,2</u><br>1,6<br><u>2,8</u><br>1,4     | 53,78<br>45,05                 | <u>2,72</u><br>1,36<br><u>28,22</u><br>14,11   | 45,71<br>454,10                     | Такелажик<br>2р-2<br>Машиніст<br>6р-1                         |
| 2       | Установка колон стріловим краном у фундаменти: масою до 10т до 30т                                                                                                                                                                                                            | 4-1-4                           | шт.                          | 18<br>75                    | <u>7</u><br>1,4<br><u>12</u><br>2,4        | 145,55<br>232,87               | <u>126</u><br>25,2<br><u>900</u><br>180        | 2619,60<br>17465,25                 | Монтажник<br>5р-1, 4р-1<br>3р-2, 2р-1<br>Машиніст<br>6р-1     |
| 3       | Забивка стиків колон з фундаментами:<br>а) приймання бетонної суміші із кузова автобетоновозу до поворотної бадді<br>б) подача бетонної суміші в бадді V=0,8 м³ до місця укладання стріловим краном<br>в) забивка стиків колон з фундаментами бетоном М300 на дрібній фракції | 4-1-54<br><br>1-6<br><br>4-1-25 | 100м³<br><br>м³<br><br>1стик | 0,98<br><br>97,86<br><br>93 | 8,2<br><br><u>0,29</u><br>0,145<br><br>1,2 | 137,8<br><br>4,87<br><br>23,59 | 8,03<br><br><u>28,38</u><br>14,19<br><br>111,6 | 135,04<br><br>476,58<br><br>2193,87 | Бетонник<br>2р-1<br><br>-//-<br><br>Монтажник<br>4р-1<br>3р-1 |
| Взагалі |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                              |                             |                                            |                                | <u>1204,95</u><br>234,96                       | 23390,15                            |                                                               |

Норма часу на 1 елемент  $N_q = 1204,95 / 93 = 12,96$  люд.-год.

$P = 23390,15 / 93 = 251,51$  грн.

Таблиця 6.2

## Калькуляція витрат на монтаж підкранових балок

| № за /п | Назва робіт                                                                   | Обґрунтування по ЕНіР | Об'єм робіт  |        | На один. виміру                                |               | На весь об'єм                              |                        | Склад ланки                                                           |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|--------|------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|         |                                                                               |                       | Один. виміру | Кіл-ть | Норма часу, <u>люд.го</u><br>д.<br>маш.го<br>д | Розцінка, грн | Труд-ть <u>люд.го</u><br>д.<br>маш.го<br>д | Заробіт на плата, грн. |                                                                       |
| 1       | 2                                                                             | 3                     | 4            | 5      | 6                                              | 7             | 8                                          | 9                      | 10                                                                    |
| 1       | Розвантаження підкранових балок масою до 5т                                   | 1-5                   | 100т         | 3,36   | <u>4,2</u><br>2,1                              | 70,58         | <u>14,11</u><br>7,06                       | 237,15                 | Такелажик<br>2р-2<br>Машині<br>т крана<br>6р-1                        |
| 2       | Установка підкранових балок стріловим краном в проектне положення масою до 5т | 4-1-6                 | шт.          | 80     | <u>6,5</u><br>1,3                              | 126,14        | <u>520</u><br>104                          | 10<br>091,2            | Монтажик<br>5р-1<br>4р-1<br>3р-2<br>2р-1<br>Машині<br>т крана<br>6р-1 |
| 3       | Електрозварювання стиків балок з колонами                                     | 22-1-6                | 10п.м.       | 8,8    | 2,5                                            | 52,10         | 22                                         | 458,48                 | Електро<br>варн. 4р<br>1                                              |
| Взагалі |                                                                               |                       |              |        |                                                |               | <u>556,11</u><br>111,06                    | 10<br>786,83           |                                                                       |

Норма часу на 1 елемент  $N_q = 556,11 / 80 = 6,95$  люд.-год.

$P = 10786,83 / 80 = 134,83$  грн.

Таблиця 6.3

## Калькуляція витрат на монтаж конструкцій покриття

| № за /п | Назва робіт                                                                                      | Обґрунтування по ЕНІР | Об'єм робіт  |                              | На один. виміру                                                  |                                   | На весь об'єм                                                           |                                            | Склад ланки                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                  |                       | Один. Виміру | Кількість                    | Норма часу, люд.г<br>од. маш.г<br>од.                            | Розцін-ка, грн                    | Труд-ть люд.го<br>д. маш.го<br>д.                                       | Заробітна плата, грн.                      |                                                                    |
| 1       | 2                                                                                                | 3                     | 4            | 5                            | 6                                                                | 7                                 | 8                                                                       | 9                                          | 10                                                                 |
| 1       | Розвантаження балок краном з розкладкою в касети масою до 5т<br><br>масою до 13т<br>масою до 20т | 1-5                   | 100т         | 0,85<br><br>1,59<br><br>2,84 | <u>4,2</u><br>2,1<br><br><u>3</u><br>1,5<br><u>2,6</u><br>1,3    | 70,58<br><br>50,42<br><br>29,74   | <u>3,57</u><br>1,79<br><br><u>4,77</u><br>2,39<br><u>7,38</u><br>3,69   | 59,99<br><br>80,17<br><br>84,46            | Такелажник<br>2р-2<br>Машиніст<br>6р-1                             |
| 3       | Установка балок у проектне положення стріловим краном прогоном 18 м<br>24м<br><br>30м            | 4-1-6                 | шт.          | 13<br><br>13<br><br>18       | <u>8</u><br>1,6<br><br><u>9,5</u><br>1,9<br><br><u>11</u><br>2,2 | 197,98<br><br>235,1<br><br>272,22 | <u>104</u><br>20,8<br><br><u>123,5</u><br>24,7<br><br><u>187</u><br>3,4 | 2<br>573,74<br><br>3 056,3<br><br>4 627,74 | Монтаж<br>6р-1<br>5р-1<br>4р-1<br>3р-1<br>2р-1<br>Машиніст<br>6р-1 |
| 4       | Електрозварювання стиків кроквяних балок з колонами                                              | 22-1-6                | 10м. п. шва  | 4,3                          | 2,5                                                              | 52,10                             | 10,15                                                                   | 224,03                                     | Електрозварн. 4р-1                                                 |
| 5       | Розвантаження плит покриття масою до 3т                                                          | 1-5                   | 100т         | 8,34                         | <u>5,4</u><br>2,7                                                | 90,75                             | <u>45,04</u><br>22,52                                                   | 756,86                                     | Такелажник<br>2р-2<br>Машиніст<br>6р-1                             |
| 6       | Монтаж плит покриття площею до 20м <sup>2</sup>                                                  | 4-1-7                 | 1ел          | 488                          | <u>1,2</u><br>0,3                                                | 22,15                             | <u>585,6</u><br>146,4                                                   | 10<br>809,2                                | Монтаж<br>4р-1,3р-2<br>2р-1<br>Машиніст<br>6р-1                    |
| 7       | Електрозварювання монтажних стиків плит покриття з балками                                       | 22-1-6                | 10м шва      | 9,76                         | 2,5                                                              | 52,10                             | 24,4                                                                    | 508,49                                     | Електрозварн. 4р-1                                                 |
| Взагалі |                                                                                                  |                       |              |                              |                                                                  |                                   | <u>1180,5</u><br>5<br>267,83                                            | 24454,54                                   |                                                                    |

Норма часу на 1 елемент  $N_q = 1180,55 / 532 = 2,22$  люд.-год.

$P = 24454,54 / 532 = 46,05$  грн.

Таблиця 6.4

## Калькуляція витрат на монтаж конструкцій огорожі

| № за /п | Назва робіт                                                                                         | Об'єднання по ЕНП | Об'єм робіт              |              | На один виміру                           |                  | На весь об'єм                              |                        | Склад ланки                                          |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------|------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                     |                   | Од ин. вимі ру           | Кіл-ть       | Норм а часу, люд.го д. маш.г од.         | Розці н-ка, грн. | Труд-ть люд.г од. маш.г од.                | Заробі тна плата, грн. |                                                      |
| 1       | 2                                                                                                   | 3                 | 4                        | 5            | 6                                        | 7                | 8                                          | 9                      | 10                                                   |
| 1       | Розвантаження стінових панелей краном з розкладкою в касети масою до 2т                             | 1-5               | 100 т                    | 19,05        | <u>7,2</u><br>3,6                        | 121,0            | <u>137,1</u><br>68,58                      | 2<br>305,05            | Такелажік 2р-2<br>Машиніст 6р-1                      |
| 2       | Установка стінових панелей у проектне положення стріловим краном, площа панелі до 10 м <sup>2</sup> | 4-1-8             | шт.                      | 1270         | <u>3</u><br>0,75                         | 58,97            | <u>3 810</u><br>952,5                      | 74<br>891,9            | Монтажнік 5р-1, 4р-1,<br>3р-1, 2р-1<br>Машиніст 6р-1 |
| 4       | Електрозварювання стиків стінових панелей з колонами                                                | 22-1-6            | 10м .п. шва              | 25,4         | 2,5                                      | 52,10            | 63,5                                       | 1<br>323,34            | Електрозвар. 4р-1                                    |
| 5       | Розвантаження фундаментних балок краном з розкладкою масою до 2т                                    | 1-5               | 100 т                    | 1,254        | <u>7,2</u><br>3,6                        | 147,88           | <u>9,02</u><br>4,51                        | 185,44                 | Такелажік 2р-2<br>Машиніст 6р-1                      |
| 5       | Встановлення фундаментних балок до проектного положення, масою до 2т                                | 4-1-3             | 1ел .                    | 66           | <u>0,78</u><br>0,26                      | 21,35            | <u>51,48</u><br>17,16                      | 1<br>409,1             | Монтажнік 5р-1, 4р-1,<br>3р-2, 2р-1<br>Машиніст 6р-1 |
| 6       | Розвантаження елементів воріт масою до 1,5т до 4т                                                   | 1-5               | 100 т                    | 0,11<br>0,12 | <u>8,8</u><br>4,4<br><u>4,6</u><br>2,3   | 147,88<br>77,30  | <u>0,97</u><br>0,48<br><u>0,55</u><br>0,28 | 16,27<br>9,28          | Такелажік 2р-2<br>Машиніст 6р-1                      |
| 7       | Монтаж з/б елементів воріт                                                                          | 4-1-6             | 1ел .                    | 4<br>8       | <u>2,4</u><br>0,48<br><u>1,4</u><br>0,28 | 46,57<br>27,17   | <u>9,6</u><br>1,92<br><u>11,2</u><br>2,24  | 186,28<br>217,36       | Монтажнік 5р-1, 4р-1,<br>3р-2, 2р-1<br>Машиніст 6р-1 |
| 8       | Установка воріт краном                                                                              | 6-13 т.4          | 1м <sup>2</sup> поло-тен | 63,4         | <u>0,24</u><br>0,12                      | 4,43             | <u>15,21</u><br>7,61                       | 280,86                 | Тесляр 4р-1<br>2р-1                                  |

Норма часу на 1 елемент  $N_q = 3109,29/1348 = 2,31$  люд.-год.

$P = 80620,02/1348 = 59,81$  грн.

Таблиця 6.5

Калькуляція витрат на заробку швів між стіновими панелями

| № за /п | Назва робіт                                                                                                                                                    | Об'єднання по ЕННР | Об'єм робіт  |           | На один. виміру                 |               | На весь об'єм               |                       | Склад ланк     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|
|         |                                                                                                                                                                |                    | Один. виміру | Кількість | Норма часу, люд.г од. маш.г од. | Розцінка, грн | Труд-ть люд.г од. маш.г од. | Заробітна плата, грн. |                |
| 1       | 2                                                                                                                                                              | 3                  | 4            | 5         | 6                               | 7             | 8                           | 9                     | 10             |
| 1       | Конопатка, зачеканка і розшивка швів між стіновими панелями цементним розчином з підвісної люльки ззовні будівлі з установкою та переміщенням підвісної люльки | 4-1-28             | 10м шва      | 916,03    | 2,7                             | 56,27         | 2473,28                     | 51545,01              | Монтажник 4р-1 |
| 2       | По п 1 з внутрішньої частини будівлі з постановкою та переміщенням                                                                                             | 4-1-28             | 10м шва      | 801,3     | 1,22                            | 25,42         | 977,59                      | 20369,05              | Монтажник 4р-1 |
| Взагалі |                                                                                                                                                                |                    |              |           |                                 |               | 3450,87                     | 71914,06              |                |

Норма часу на 10 м шву  $N_q = 3450,87/1717,33 = 2,01$  люд.-год.

$P = 71914,06/1717,33 = 41,88$  грн.

Таблиця 6.6

## Калькуляція витрат на заливку швів між плитами покриття

| Назва робіт                                                    | Обґрунтування<br>по ЕНЧР | Об'єм<br>робіт          |            | На один.<br>виміру                                               |                           | На весь об'єм                                             |                                 | Склад<br>ланки                            |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                |                          | Оди<br>н.<br>вимі<br>ру | Кіл-<br>ть | Норм<br>а<br>часу,<br><u>люд.г</u><br><u>од.</u><br>маш.г<br>од. | Розц<br>ін-<br>ка,<br>грн | Труд-<br>ть<br><u>люд.г</u><br><u>од.</u><br>маш.г<br>од. | Зароб<br>ітна<br>плата,<br>грн. |                                           |
| 2                                                              | 3                        | 4                       | 5          | 6                                                                | 7                         | 8                                                         | 9                               | 10                                        |
| Приймання<br>бетону з кузову<br>автосамоскиду у<br>баддю       | 4-<br>1-<br>54           | 100<br>м <sup>3</sup>   | 0,41       | 8,2                                                              | 137,<br>8                 | 3,36                                                      | 56,49                           | Бетонн<br>ик<br>2р-2                      |
| Подавання<br>бетонної суміші                                   | 8-<br>1-<br>13           | м <sup>3</sup>          | 41,4<br>8  | <u>2,5</u><br>1,2                                                | 42,0<br>1                 | <u>103,7</u><br>49,78                                     | 1742,<br>57                     | Бетонн<br>ик<br>2р-2<br>Машині<br>ст 3р-1 |
| Заливка швів між<br>плитами<br>покриття<br>бетонною<br>сумішшю | 4-<br>1-<br>26           | 100<br>м<br>шва         | 41,5<br>2  | 4                                                                | 78,6<br>3                 | 166,08                                                    | 3264,<br>72                     | Монтаж<br>ник<br>4р-1<br>3р-1             |
| Взагалі                                                        |                          |                         |            |                                                                  |                           | <u>273,1</u><br><u>4</u><br>49,78                         | 5063,<br>78                     |                                           |

Норма часу на 100 м заливки швів  $H_q = 273,14 / 42 = 6,50$  люд.-год.

$P = 5063,78 / 42 = 120,57$  грн.

## 7. РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ТИМЧАСОВИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ І САНІТРАНО-ПОБУТОВИХ БУДІВЛЯХ

Проектування тимчасових будівель виконуємо в такій послідовності:

- визначаємо кількість робітників і службовців
- складаємо перелік тимчасових будівель, що мають бути розміщені на майданчику.

До складу працюючих входять робітники, інженерно-технічний персонал (ІТП), службовці і молодший обслуговуючий персонал (МОП).

В залежності від джерела фінансування тимчасові будівлі поділяються на титульні (на обліку у замовника) та нетитульні (на балансі БМО), за функціональним призначенням — на виробничі, громадські, складські, службові, санітарно-побутові; за конструктивними особливостями — на інвентарні та неінвентарні. В свою чергу інвентарні поділяють на збірно-розбірні, контейнерні, пересувні, споруди з легких оболонок.

### ***Визначення кількості робітників.***

Максимальна кількість робочих за графіком руху — 72 осіб.

Загальна чисельність працюючих на будівництві —  $72 : 0,85 = 84$  особи.

Чисельність охорони та МОП —  $84 \cdot 0,03 = 3$  особи.

Чисельність ІТП та службовців —  $84 - 72 - 3 = 9$  осіб.

В першу зміну працюють  $72 \cdot 0,70 = 50$  робітників, ІТП та службовців —  $9 \cdot 0,80 = 7$  осіб, охорони та МОП —  $3 \cdot 0,80 = 2$  особи.

Усього в першу зміну працює  $50 + 9 + 2 = 61$  особа. З них жінок  $61 \cdot 0,3 = 18$  осіб;

чоловіків —  $61 - 18 = 43$  особи.

Визначення номенклатури адміністративних і санітарно-побутових приміщень (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

## Експлікація адміністративних і санітарно-побутових приміщень

| Найменування і<br>призначення<br>приміщень | Кількі<br>сть<br>працю<br>-ючих | Норма<br>площі на<br>одного<br>працююч<br>ого, м <sup>2</sup> | Розра<br>-<br>хунко<br>ва<br>площ<br>а, м <sup>2</sup> | Розмір<br>и в<br>плані<br>за<br>УТС,<br>м | Тип будівлі         | Прийн<br>ята<br>площа,<br>м <sup>2</sup> | Кільк<br>ість<br>будів<br>ель |
|--------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| 1                                          | 2                               | 3                                                             | 4                                                      | 5                                         | 6                   | 7                                        | 8                             |
| Адміністративні приміщення                 |                                 |                                                               |                                                        |                                           |                     |                                          |                               |
| Контора<br>виконроба                       | 9                               | 4                                                             | 36                                                     | 12×9×<br>3,9                              | Збірно-<br>розбірна | 70,7                                     | 1                             |
| Кабінет техніки<br>безпеки                 | 61                              | 0,2                                                           | 12,2                                                   | 9×2,7×<br>3,8                             | Контейнерн<br>а     | 25,6                                     | 1                             |
| Охоронна будка                             | 2                               | 4                                                             | 8                                                      | 2×2                                       | Неінвентар<br>на    | 8                                        | 2                             |
| Санітарно-побутові приміщення              |                                 |                                                               |                                                        |                                           |                     |                                          |                               |
| Гардеробна з<br>лавами                     | 72                              | 0,6                                                           | 43,2                                                   | 12×9×<br>3,9                              | Збірно-<br>розбірна | 70,7                                     | 1                             |
| Душова з<br>переддушовою                   | 25                              | 0,82                                                          | 20,5                                                   | 9×2,7×<br>3,8                             | Контейнерн<br>а     | 45,6                                     | 2                             |
| Умивальна<br>групова                       | 61                              | 0,06                                                          | 3,66                                                   | Поеднується з гардеробною                 |                     |                                          |                               |
| Туалети<br>– чоловічі<br>– жіночі          | 43                              | 0,07                                                          | 3,01                                                   | 3×2,7×<br>3,9                             | Контейнерн<br>а     | 8,5                                      | 1                             |
|                                            | 18                              | 0,14                                                          | 2,52                                                   | 3×2,7×<br>3,9                             | Контейнерн<br>а     | 8,5                                      | 1                             |
| Приміщення<br>для просушки<br>спецодягу    | 61                              | 0,2                                                           | 12,2                                                   | 6×2,7×<br>2,68                            | Контейнерн<br>а     | 16,2                                     | 1                             |
| Приміщення<br>для відпочинку<br>працюючих  | 61                              | 1                                                             | 61                                                     | 9×2,7×<br>3,8                             | Контейнерн<br>а     | 68,4                                     | 3                             |
| Їдальня на 50<br>місць                     | 61                              | 1                                                             | 61                                                     | 12×9×<br>3,9                              | Збірно-<br>розбірна | 70,7                                     | 1                             |
| Пункт охорони<br>здоров'я                  | 61                              | 0,05                                                          | 3,05                                                   | 3×2,7×<br>3,9                             | Контейнерн<br>а     | 8,5                                      | 1                             |
| Приміщення<br>для обігріву<br>працівників  | 61                              | 0,1                                                           | 6,1                                                    | 3×2,7×<br>3,9                             | Контейнерн<br>а     | 9,2                                      | 1                             |

## 8. РОЗРАХУНОК ТИМЧАСОВОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Таблиця 8.1. Споживачі водопостачання

| Споживачі води                                | Найбільша кількість споживачів (або обсяг робіт) в найбільш завантажену зміну | Питомі витрати води, л |           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
|                                               |                                                                               | Одиниці                | Кількість |
| 1                                             | 2                                                                             | 3                      | 4         |
| Виробничі потреби:                            |                                                                               |                        |           |
| Екскаватор                                    | 1                                                                             | маш.-год.              | 12,5      |
| Бульдозер                                     | 1                                                                             | маш.-доба              | 450       |
| Кран                                          | 1                                                                             | маш.-доба              | 550       |
| Автосамоскид                                  | 5                                                                             | маш.-доба              | 550       |
| Технологічні потреби:                         |                                                                               |                        |           |
| Оздоблювальні роботи                          | 335,55                                                                        | м <sup>2</sup>         | 0,75      |
| Улаштування рулонної покрівлі                 | 120,49                                                                        | м <sup>2</sup>         | 7,5       |
| Санітарно-побутові потреби:                   |                                                                               |                        |           |
| Господарсько-питні за відсутності каналізації | 61                                                                            | люд. на зміну          | 12,5      |
| Душ з переддушовою                            | 61                                                                            | люд. на зміну          | 25        |
| Їдальня                                       | 61                                                                            | люд. на зміну          | 12,5      |

Розрахуємо секундні витрати води за кожним споживачем на виробничі та технологічні потреби, які визначають за формулою:

$$q_{\text{вир,техн}} = \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot K_f \cdot K_1}{3600 \cdot t},$$

де  $q_1$  — питома витрата води на виробничі потреби, л на одиницю робіт;

$n_1$  — число виробничих споживачів (або обсяг робіт) в найбільш завантажену зміну;

$K_f$  — коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 1,5);

$K_1$  — коефіцієнт на невраховані витрати води (дорівнює 1,2);

$t$  — тривалість роботи, до якої віднесена витрата води.

Для екскаватора:  $12,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 1) = 0,00625$  л/с;

для бульдозера:  $450 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0094$  л/с;

для крану:  $550 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,011$  л/с;

для автосамоскиду:  $550 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0573$  л/с;

загалом:  $q_{\text{вир}} = 0,0839$  л/с.

Оздоблювальні роботи:  $0,75 \cdot 335,55 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0157$  л/с;

улаштування рулонної покрівлі:  $7,5 \cdot 120,49 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0565$  л/с;

загалом:  $q_{\text{техн}} = 0,0722$  л/с.

6.3 Розрахункові секундні витрати води на санітарно-побутові потреби приймаємо по найбільш завантаженому дню роботи за графіком руху робочих:

$$q_{\text{доц}} = \frac{q_2 \cdot N_1 \cdot k_{2, \text{доц}}}{3600} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{доц}} = \frac{q_3 \cdot N_1 \cdot k_{2, \text{доц}}}{3600} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{душ}} = \frac{q_4 \cdot N_2}{60 \cdot m} = 25 \cdot 25 / (60 \cdot 45) = 0,231 \text{ л/с},$$

де  $q_2, q_3, q_4$  — питомі витрати води на господарсько-питні потреби та потреби їдальні і душової відповідно, л на одну людину на зміну;

$N_1$  — кількість працюючих в найбільш завантаженому зміні;

$k_{2, \text{доц}}$  — коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 2,7);

$N_2$  — кількість працюючих, що приймають душ (40% від працюючих у найбільш завантаженому зміні);

$m$  — тривалість роботи душової установки (45 хвилин).

6.4 Витрати води на пожежогашіння приймаємо  $q_{\text{пож}} = 15$  л/с (при одночасній роботі трьох гідрантів по 5 л/с кожний), оскільки територія будівельного майданчику дорівнює 8,06 га, тобто менша за 10 га.

6.5 Загальні секундні витрати води:

$$q_{\text{заг}} = q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}} + q_{\text{госп}} + q_{\text{їдал}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пож}} = 15,5301 \text{ л/с}.$$

6.6 Визначаємо діаметр тимчасового водопроводу.

Загальний:

$$d = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{15,5301 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 104,84 \text{ мм}$$

де  $V$  — швидкість руху води в трубах, м/с.

Приймаємо труби зального тимчасового водопроводу діаметром 125 мм.

На виробничі та технологічні потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0839 + 0,0722) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 10,51 \text{ мм}$$

Приймаємо труби виробничого та технологічного тимчасового водопроводу діаметром 15 мм.

На санітарно-побутові потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{госп}} + q_{\text{їдал}} + q_{\text{душ}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0715 + 0,0715 + 0,231) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,7}} = 16,74 \text{ мм}$$

Приймаємо труби санітарно-побутового водопроводу діаметром 20 мм.

## 9. РОЗРАХУНОК ТИМЧАСОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Електроенергію на будівельному майданчику витрачаємо:

- 1) на виробничі (технологічні) потреби: підігрівання будівельних матеріалів, розморожування мерзлого ґрунту, електропрогрівання бетону і цегляної кладки у зимовий час тощо;
- 2) на живлення електродвигунів будівельних машин, механізмів та установок;
- 3) на освітлення: внутрішнє — приміщень; зовнішнє — місць виконання робіт і під'їзних шляхів, території будівництва.

За загальною потребою в електроенергії встановлюємо тип тимчасової трансформаторної підстанції. Необхідну розрахункову потужність трансформаторної підстанції визначаємо для максимального споживання електроенергії одночасно всіма споживачами за формулою :

$$P = \frac{\alpha}{\cos\psi} (\Sigma P_c \cdot K_{1n} + \Sigma P_m \cdot K_{2n} + \Sigma P_{ov} \cdot K_{3n} + \Sigma P_{oz} \cdot K_{4n} +),$$

де  $\alpha$ — коефіцієнт втрати потужності в мережі в мережах в залежності від їх довжини, ;

$P_c$  — силова потужність машини або установки, кВт,

$P_m$  — потрібна потужність на технологічні потреби, кВт;

$P_{ov}$  — потрібна потужність на внутрішнє освітлення приміщень, кВт;

$P_{oz}$  — потрібна потужність на зовнішнє освітлення, кВт;

$K_{1n}, K_{2n}, K_{3n}, K_{4n}$  — коефіцієнти попиту, які залежать від кількості споживачів;

$\cos\psi$  — коефіцієнт потужності, в середньому рівний 0,75.

Таблиця 9.1. Потреби електроенергії за споживачами

| Споживачі                             | Одиниця виміру | Кількість | Норма на одиницю потужності, кВт | Загальні витрати $P_c$ , кВт | Коефіцієнт попиту, $K_{1n}$ |
|---------------------------------------|----------------|-----------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1                                     | 2              | 3         | 4                                | 5                            | 6                           |
| 1. Монтажний кран СКГ-63А             | шт.            | 2         | 103                              | 206                          | 0,7                         |
| 2. Монтажний кран СКГ-160             | шт.            | 1         | 110                              | 110                          | 0,7                         |
| 4. Люлька ЛЕ-100-300                  | шт.            | 2         | 1,6                              | 3.2                          | 0,15                        |
| 5. Електричний фарбопулт СО-61        | шт.            | 2         | 0,27                             | 0,54                         | 0,15                        |
| 6. Зварювальний трансформатор ТД-30У2 | шт.            | 2         | 17,5                             | 35                           | 0,35                        |
| 7. Вібратор ИБ-47                     | шт.            | 2         | 1,2                              | 2,4                          | 0,15                        |

Таблиця 9.2. Електричне освітлення внутрішнє

| Споживачі                                     | Загальна<br>площа,<br>м <sup>2</sup> | Норма<br>потужності на<br>освітлення 1м <sup>2</sup> ,<br>Вт | Загальні<br>витрати<br>електроенергії,<br>кВт |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1                                             | 3                                    | 4                                                            | 5                                             |
| 1. Гардеробна з умивальною                    | 70,7                                 | 15                                                           | 1,061                                         |
| 2. Душова з переддушовою                      | 45,6                                 | 15                                                           | 0,684                                         |
| 3. Приміщення для обігріву<br>працівників     | 8,5<br>68,4                          | 15<br>15                                                     | 0,128<br>1,026                                |
| 4. Приміщення для відпочинку<br>працюючих     | 8,5                                  | 15                                                           | 0,128                                         |
| 5. Туалет чоловічий                           | 8,5                                  | 15                                                           | 0,128                                         |
| 6. Туалет жіночий                             | 70,7                                 | 15                                                           | 1,061                                         |
| 7. Їдальня                                    | 70,7                                 | 15                                                           | 1,061                                         |
| 8. Контора виконроба                          | 8                                    | 15                                                           | 0,06                                          |
| 9. Охоронна будка на в'їзді                   | 25,6                                 | 15                                                           | 0,384                                         |
| 10. Кабінет техніки безпеки                   | 8,5                                  | 15                                                           | 0,128                                         |
| 11. Приміщення для особистої<br>гігієни жінок | 16,2<br>8,5                          | 15<br>15                                                     | 0,243<br>0,126                                |
| 12. Приміщення для просушки<br>спецодягу      | 42                                   | 3                                                            | 0,15                                          |
| 13. Пункт охорони здоров'я                    |                                      |                                                              |                                               |
| 14. Закритий склад                            |                                      |                                                              |                                               |
| Разом                                         |                                      |                                                              | 6,37                                          |

Таблиця 9.3. Електричне освітлення зовнішнє

| Споживачі.                                                             | Один<br>иці<br>вимір<br>ю-<br>вання<br>. | Загальна<br>площа,<br>м <sup>2</sup><br>(довжин<br>а, м), | Осві<br>т-<br>ленн<br>я,<br>лк | Норма<br>потужності на<br>1м <sup>2</sup> площі (на<br>1 км<br>довжини), Вт | Загальн<br>і<br>витрати<br>кВт |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1                                                                      | 2                                        | 3                                                         | 4                              | 5                                                                           | 6                              |
| Територія будівництва у<br>зоні виконання робіт<br>(площа будгенплану) | м <sup>2</sup>                           | 48400                                                     | 2                              | 0,4                                                                         | 19,36                          |
| Площа будівлі (монтажна<br>зона)                                       | м <sup>2</sup>                           | 5904                                                      | 20                             | 3                                                                           | 17,71                          |
| Головні проходи та<br>проїзди                                          | км                                       | 1,2                                                       | 3                              | 5                                                                           | 6                              |
| Охоронне освітлення                                                    | км                                       | 1,0                                                       | 0,5                            | 1,5                                                                         | 1,5                            |
| Аварійне освітлення                                                    | км                                       | 1,0                                                       | 0,5                            | 1,5                                                                         | 1,5                            |
| Разом                                                                  |                                          |                                                           |                                |                                                                             | 46,07                          |

$$P=(1,1/0,75) \cdot ((206 \cdot 0,7+110 \cdot 0,7+3,2 \cdot 0,15+0,54 \cdot 0,15+35 \cdot 0,35+2,4 \cdot 0,15)+6,37 \cdot 0,8+46,07)=285,54 \text{ кВт}$$

Застосовуємо на будівельному майданчику 2 трансформаторні підстанції КТПН-72М-160, загальна потужність якої 320 кВт, з трансформаторами типу ТМ 16016/10 вагою по 1,31 т кожний.

Для прийому та розподілення електроенергії по споживачам на будівельному майданчику приймаємо шафи розподільні серії СП-62 та СПУ-62.

Розрахунок кількості прожекторів на будівельному майданчику виконуємо за формулою:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}},$$

де  $p$  — питома потужність при освітленні прожекторами ПЗС-45,  $p = 0,2 \dots 0,3$  Вт/(м<sup>2</sup>·лк)

$E$  — освітленість, лк;  $E = 2$  лк;

$S$  — площа, яку освітлюють;  $S = 48400$  м<sup>2</sup>;

$P_{\text{л}}$  — потужність лампи прожектора, ПЗС-45  $P_{\text{л}} = 500$  Вт;

$$n = 0,2 \cdot 2 \cdot 48400 / 500 = 39 \text{ шт.}$$

Встановлюємо по дві лампи на одній опорі.

Для додаткового освітлення місць монтажу встановлюємо на пересувні освітлювальні щогли прожектори у кількості:

$$n = 0,2 \cdot 20 \cdot 5904 / 500 = 48 \text{ шт.}$$

На 8 щоглах встановлюємо по 6 прожекторів.

# 10. РОЗРАХУНОК ТИМЧАСОВИХ СКЛАДІВ

| № за/п | Табл. ДБН | Назва робіт                                              | Вимірник | К-ть | Назва потрібних матеріалів                                                                                            | Од. вим.                                        | Норма витрат                                                           | Загальна потреба                                                                  |
|--------|-----------|----------------------------------------------------------|----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 2         | 3                                                        | 4        | 5    | 6                                                                                                                     | 7                                               | 8                                                                      | 9                                                                                 |
| 1      | 7-5-14    | Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 10т          | 100шт    | 0,18 | -колони<br>-прокат<br>-електроди<br>-лісоматер<br>-бетон                                                              | т<br>т<br>т<br>м³<br>м³                         | 100<br>0,444<br>0,024<br>0,32<br>17,2                                  | 18<br>0,057<br>0,003<br>0,041<br>2,236                                            |
| 2      | 7-6-11    | Монтаж колон двогілкових масою до 30т                    | 100шт    | 0,75 | -колони<br>-прокат<br>-електроди<br>-лісоматер<br>-бетон                                                              | т<br>т<br>т<br>м³<br>м³                         | 100<br>0,444<br>0,026<br>0,48<br>131                                   | 75<br>0,324<br>0,018<br>0,350<br>95,63                                            |
| 3      | 7-9-12    | Укладання підкранових балок масою до 5 т                 | 100 шт.  | 0,8  | -підкр.балки<br>-вироби<br>-монт.<br>-електроди                                                                       | шт.<br>т<br>т                                   | 100<br>1,81<br>0,33                                                    | 80<br>1,448<br>0,264                                                              |
| 4      | 7-12-7    | Укладання балок прогоном 12м                             | 100шт    | 0,13 | -збірні ЗБК<br>-електроди<br>-монт.<br>вироби                                                                         | шт.<br>т<br>т                                   | 100<br>0,08<br>0,76                                                    | 13<br>0,010<br>0,098                                                              |
| 6      | 7-12-21   | Укладання ферм прогоном 24 м                             | 100шт    | 0,13 | -збірні ЗБК<br>-електроди<br>-монт.<br>вироби                                                                         | шт.<br>т<br>т                                   | 100<br>0,16<br>3,52                                                    | 13<br>0,020<br>0,457                                                              |
| 7      | 7-12-22   | Укладання ферм прогоном 30 м                             | 100шт    | 0,18 | -збірні ЗБК<br>-електроди<br>-монт.<br>вироби                                                                         | шт.<br>т<br>т                                   | 100<br>0,2<br>4,28                                                     | 18<br>0,036<br>0,770                                                              |
| 8      | 7-13-7    | Монтаж плит покриття довжиною до 12 м та площею до 20 м² | 100шт    | 4,88 | -плити покр.<br>-проволока<br>-рубейд.<br>-електроди<br>-рогожа<br>-лісомат.<br>-монт.<br>вироби<br>-бетон<br>-розчин | шт<br>т<br>м²<br>т<br>м²<br>м³<br>т<br>м³<br>м³ | 100<br>0,025<br>4<br>56,2<br>0,02<br>60<br>0,432<br>0,12<br>8,5<br>0,2 | 488<br>0,123<br>52<br>274,2<br>0,097<br>292,8<br>2,108<br>0,585<br>41,48<br>0,976 |
| 9      | 7-16-1    | Монтаж стінових панелей довжиною до 7м, площею до 10м²   | 100шт    | 12,7 | -стінові пан.<br>-електроди<br>-монт.<br>вироби                                                                       | шт<br>т<br>т                                    | 100<br>0,1<br>0,2                                                      | 1270<br>1,27<br>2,54                                                              |

Таблиця 10.1. Відомість потреби на стадії монтажу в матеріалах,  
напівфабрикатах і виробих

Таблиця 10.2. Зведена відомість потреби в матеріалах, виробих і конструкціях

| №<br>за/п | Назва матеріалів     | Одиниці<br>виміру | Кількість |
|-----------|----------------------|-------------------|-----------|
| 1         | 2                    | 3                 | 4         |
| 1         | Колони               | шт                | 93        |
| 2         | Підкранові балки     | шт.               | 80        |
| 3         | Кроквяні конструкції | шт.               | 44        |
| 4         | Плити покриття       | шт.               | 488       |
| 5         | Фундаментні балки    | шт.               | 66        |
| 6         | Стінові панелі       | шт.               | 1270      |
| 7         | Ригелі воріт         | шт.               | 4         |
| 8         | Стійки воріт         | шт.               | 8         |
| 9         | Бетон                | м <sup>3</sup>    | 141,359   |
| 10        | Розчин               | м <sup>3</sup>    | 78,19972  |
| 11        | Монтажні вироби      | т                 | 5,8576    |
| 12        | Прокат               | т                 | 0,40184   |
| 13        | Електроди            | т                 | 1,7189    |
| 14        | Лісоматеріали        | м <sup>3</sup>    | 2,53976   |
| 15        | Щити                 | м <sup>2</sup>    | 3,729     |
| 16        | Руберойд             | м <sup>2</sup>    | 274,256   |
| 17        | Солідол              | т                 | 0,006138  |
| 18        | Цвяхи                | т                 | 0,001782  |
| 19        | Рогожа               | м <sup>2</sup>    | 292,8     |

## 11. Опис будівельного генерального плану

Генеральний план будівництва розроблено для етапу монтажних робіт. На схемі нанесено контури будівлі із зазначенням зони розташування споруди, робочої та небезпечної зони дії крана. Монтажна зона, у межах якої можливе падіння вантажу під час встановлення та фіксації конструктивних елементів, охоплює смугу завширшки до 5 м від зовнішніх меж споруди (визначено для монтажу верхньої стінової панелі). На кресленні вона позначається пунктирною лінією, а на місцевості — попереджувальними написами й знаками.

Роботи крана в межах цієї зони допускаються лише відповідно до затвердженого наряду-допуску. Робоча зона крана визначається радіусом максимально можливого вильоту його стріли — вона вказується на характерних точках стоянки. Небезпечна зона — це простір, де існує ризик падіння вантажу під час транспортування з урахуванням радіуса розсіювання. Її межі обчислюються за формулою:

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{мах}} + 0,5 \cdot l_{\text{мах}} + l_{\text{без}},$$

де:

$R_{\text{мах}}$  — максимальний виліт стріли крана;

$0,5 \cdot l_{\text{мах}}$  — половина довжини найбільшого вантажу, що піднімається;

$l_{\text{без}}$  — додатковий зазор безпеки, що дорівнює  $0,3 \cdot h + 1$  м при  $h < 10$  м або приймається за ширину монтажною зони при  $h > 10$  м.

Внутрішньомайданчикові дороги прокладаються на підготовчому етапі будівництва. Вони можуть бути односмуговими (ширина — 3,5 м) і двосмуговими (6 м). Радіус повороту становить 8–12 м, а для великогабаритної техніки — 18–30 м. Відстань між дорогою і складом — не менше 0,5 м, а до огорожі — не менше 1,5 м.

У цьому проєкті дороги навколо будівлі облаштовані бетонними плитами, інші — засипні. У місцях роботи кранів і в зонах підвищеної небезпеки встановлюються попереджувальні знаки та обмежувачі швидкості. Розміщення будівельних матеріалів і конструкцій здійснюється на спеціальних тимчасових майданчиках складування.

Тимчасові адміністративно-побутові будівлі розташовуються поза межами небезпечної зони, біля в'їзду на територію об'єкта, у формі житлового містечка. Мінімальна відстань між блоками будівель — 1,5 м, між окремими групами блоків — понад 10 м, від дороги — не менше 1,5 м.

На схемі умовно позначено електропостачання: трансформаторні підстанції та розподільчі щити з радіусом обслуговування до 25 м. По території майданчика прокладені силові та освітлювальні кабельні лінії, що функціонують на 380 В для електроприводів і 220 В для освітлення. Глибина прокладки кабелів — 0,8 м.

Система водопостачання організована за кільцевою схемою. Пожежні гідранти розміщуються з інтервалом не більше 100 м, на відстані не менше 1,5 м від проїзної частини та не ближче ніж 5 м до будівлі. Фонтанчики для питної води встановлюють до 75 м від робочих зон і поблизу побутових приміщень.

## 12. Техніко-економічні показники будгенплану

У межах курсового проєкту під час планування генеральної схеми будівництва визначено такі показники:

Коефіцієнт забудови:  
 $K_z = F_2 / F_1 = 5904 / 48400 = 0,122$ ,  
де  $F_1$  — загальна площа будівельного майданчика,  $m^2$ ;  
 $F_2$  — площа забудови об'єктів,  $m^2$ .

Коефіцієнт використання площі території:  
 $K_{вик} = (F_2 + F_{т.б.}) / F_1 = (5904 + (503 + 8857)) / 48400 = 0,32$ ,  
де  $F_{т.б.}$  — площа, зайнята тимчасовими будівлями, спорудами, дорогами та мережами.

Протяжність тимчасових комунікацій:

дороги — 1110 м;

водопровід — 660 м;

електропостачання — 1525 м.

### 13. Заходи з техніки безпеки та охорони праці

Безпека при монтажних роботах.

Конструктивні елементи під час переміщення повинні бути надійно зафіксовані гнучкими відтяжками для запобігання їх обертанню або розгойдуванню. Після встановлення в проєктне положення елементи повинні бути закріплені з урахуванням забезпечення геометричної незмінності та стійкості. Відтяжки кріплять до надійних опор і розміщують поза межами проходу транспорту і техніки.

Підвісні драбини та монтажні пристрої встановлюються на конструкції до їх підйому. Драбини висотою понад 5 м повинні мати вузли для закріплення фалів страхувальних поясів, бути огороженими дугами безпеки та закріпленими. Монтажники працюють лише з риштувань або конструкцій, попередньо змонтованих і закріплених.

Перед стартом робіт визначають порядок обміну умовними сигналами між керівником монтажу та кранівником. Сигнали подає лише одна уповноважена особа — бригадир, ланковий або стропальник. Сигнал «Стоп» має право подати будь-хто при виникненні небезпеки.

За відсутності прямого зорового контакту між кранівником та монтажниками забезпечують радіозв'язок, або призначають проміжних сигнальників зі складу такелажників.

Під час перерв не допускається залишати вантаж на гаку крана. При швидкості вітру 10 м/с і вище припиняють роботи з монтажу конструкцій з великою парусністю.

До висотних робіт допускаються особи не молодші 18 років, які:

- пройшли медичний огляд;

- мають досвід не менше 1 року у висотних роботах;

- мають 3-й розряд і пройшли перевірку знань з охорони праці.

Новачки працюють рік під контролем досвідчених спеціалістів, призначених наказом керівника.

Фарбування та антикорозійний захист слід проводити до підйому елементів, після — лише на стиках.

Безпека електрозварювання.

Допускаються особи від 18 років, які пройшли медогляд, навчання, склали іспит

у атестаційній комісії та мають відповідне посвідчення. Обов'язково мати групу з електробезпеки не нижче II.

Для робіт вище 5 м допускаються зварювальники, які мають досвід висотних робіт щонайменше 1 рік і кваліфікацію не нижче III розряду. Усі металеві частини зварювального обладнання мають бути знеструмлені, а конструкції — заземлені.

Безпека переміщення та складування вантажів. Заборонено стропувати нестійкі вантажі. Перед подачею конструкцій монтажні петлі оглядають і очищують. Підймальні пристрої добирають згідно маси й габаритів вантажу. Стропи підбираються за числом гілок, довжиною, що забезпечує кут  $\leq 90^\circ$ , і вантажопідйомністю.

До підйому вантажу обов'язково перевіряють відповідність фактичної маси вантажу до вильоту стріли і допустимих параметрів крана.

Вантажі укладають рівномірно, не порушуючи встановлених габаритів, без загромождження проходів. Конструкції розміщують на вирівняних площадках з водовідведенням, не допускають укладання на неуцільнений ґрунт.

Порядок складування: — стінові панелі — у касетах або пірамідах;  
— плити перекриття — штабелями до 2,5 м на прокладках;  
— колони й балки — штабелями до 2,0 м;  
— ферми — на кондукторах;  
— дрібний металопрокат — у стійках до 1,5 м.

Вимоги до розміщення автотранспорту:  
— між автомобілями в ряд —  $\geq 1,0$  м;  
— паралельно —  $\geq 1,5$  м;  
— відстань до будівлі або вантажу —  $\geq 0,5$  м;  
— до штабеля —  $\geq 1,0$  м.

Загальна організація безпечної роботи. Внутрішні дороги мають бути оснащені дорожніми знаками згідно з ПДР. Допустима швидкість: — до 10 км/год на прямих ділянках;  
— до 5 км/год на поворотах.

Робочі місця, проходи, майданчики, зони робіт і приміщення мають бути освітлені у темний час доби. Освітлення не повинне засліплювати працівників, а обладнання має бути захищене від ураження струмом.

Заборонено виконання робіт у місцях з недостатньою освітленістю, що не відповідає нормативним вимогам.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до виконання архітектурної курсової роботи (АКР-3) «Промислова будівля» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів будівельної спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання // Р.А. Тімченко, Д.А. Крішко. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 32 с.
2. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи (РГР-2) «Громадська будівля» з курсу «Архітектура будівель і споруд» для студентів будівельної спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання // Р.А. Тімченко, Д.А. Крішко. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 70 с.
3. Методичні вказівки до курсового проектування «Розрахунок елементів міжповерхового монолітного перекриття з балковими плитами» з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання // В.І. Астахов, В.І. Гончар. – Кривий Ріг: КНУ, 2017. – 26 с.
4. Методичні вказівки до виконання курсового проекту №2 «Залізобетонні конструкції одноповерхової виробничої будівлі» з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання // Є.В. Люльченко. – Кривий Ріг: КНУ, 2017. – 16 с.
5. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з металевих конструкцій «Балочна клітка» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2012 р.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Визначення навантажень і розрахунок рами каркасу одноповерхової промислової будівлі» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2012 р.
7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Розрахунок та конструювання позацентрово-стиснутих одноступінчатих колон» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2012 р.
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Розрахунок та конструювання кроквяних ферм» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2010 р.
9. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Розрахунок та конструювання підкранових балок» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2009 р.
10. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування технології влаштування монолітних залізобетонних фундаментів з виконанням земляних робіт» з дисципліни «Технологія будівельного виробництва» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання // О.М. Грицаєнко, Д.В. Попруга. – Кривий Ріг: КНУ, 2021 – 76 с.
11. Методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проектування з дисципліни «Зведення і монтаж будинків та споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. Частина 1 // О.І. Валовой, О.М. Грицаєнко, Д.В. Попруга. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 68 с.
12. Методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проектування з дисципліни «Зведення і монтаж будинків та споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. Частина 2 // О.І. Валовой, О.М. Грицаєнко, Д.В. Попруга. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 64 с.
13. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування та самостійної роботи з дисципліни «Організація будівництва» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» для студентів усіх форм навчання. Частина 1 // В.В. Афанасьєв, О.І. Валовой. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 44 с.
14. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування та самостійної роботи з дисципліни «Організація будівництва» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» для студентів усіх форм навчання. Частина 2 // В.В. Афанасьєв, О.І. Валовой. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 32 с.
15. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: навч. посіб. – К.: Кондор, 2009. – 210 с.
16. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд. Кн. 1. Основи проектування. Вид. 2-ге.:

Підр. – К.: Кондор-Видавництво, 2012. – 380 с.

17. Лінда С.М. Архітектурне проектування громадських будівель і споруд : навчальний посібник/ С.М. Лінда. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010. – 611 с.

18. Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки: Підручник. Плоский В.О., Гетун Г.В. – 2015 р. – 617 с.

19. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84\* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. ; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків : Золоті сторінки, 2015. – 208 с.

20. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.

21. Залізобетонні конструкції: Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 594с.

22. Конспект лекцій з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання / В.І. Астахов, О.А. Паливода. – Кривий Ріг. – КНУ, 2019. – 204 с.

23. Лівінський О. М., Хоменко О.Г., Терещук М. О., Любченко І.Г., Ратушняк Г. С., Єсипенко А. Д.. Металеві конструкції . Підручник для студентів вищих навчальних закладів.- К.: «МП Леся», 2018. – 306 с.

24. Металеві конструкції / О. О. Нілов, В. О. Пермяков, О. В. Шимановський та ін.; під заг. ред. О. О. Нілова та О. В. Шимановського. – 2-е вид., перероб. і доп. – К. : Видавництво «Сталь», 2010. – 869 с.

25. Металеві конструкції: Підручник / В. Сверлов, І. Середюк, В. Середюк, Л. Жарко – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 263с.

26. Клименко Ф. Є. Металеві конструкції : підручник / Ф. Є. Клименко, В. М. Барабаш, Л. І. Стороженко; за ред. Ф. Є. Клименка. – 2-е вид., випр. і доп. – Львів : Світ, 2002.

27. Валоной О.І., “Конструктивні рішення й технологія зведення гірничо-збагачувальних комбінатів”. «Мінерал» КТУ 2004.- 113с.

28. Валоной О.І., “Проектування, технологія та організація будівництва. Зведення і ремонт будівель та споруд”; «Видавничий дім» КТУ 2007.- 503с.

29. Валоной О.І., Валоной М.О. Проектування та інженерні вишукування в будівництві, 2012. - 373 с.

30. Валоной О.І., Валоной М.О. Технологія будівельного виробництва, 2012. - 610с.

31. Валоной О.І., Валоной М.О. Організація будівництва, 2012. - 600с.

32. Валоной О.І., Валоной М.О. “Проектування та інженерні вишукування в будівництві” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 365с.

33. Валоной О.І., Валоной М.О. “Організація будівництва” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 517с.

34. Валоной О.І., Валоной М.О. “Технологія будівельного виробництва” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 612с.

35. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К.Черненко, М.Г.Ярмоленко, Г.М.Батура та інші. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.

36. Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М.Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К: Кондор, 2007. – 521 с.

37. ДБН А.2.2-3-2014. Склад, та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Укрархбудінформ, 2014. – 40 с.

38. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 30 с.

39. ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008. (EN1990:2002, IDN). Основи проектування конструкцій. Настанова. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 81 с.

40. ДБН В.1.2-2:2006\*. Навантаження і впливи. Норми проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. – 59 с.

41. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 36 с.
42. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. - 15 с.
43. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 97 с.
44. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 97 с.
45. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.
46. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої документації.- Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 58 с.
47. ДСТУ Б А.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. - 75 с.
48. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 34 с.
49. ДСТУ Б А.2.4-2:2009. Умовні позначки і графічні зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту.- Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 27 с.
50. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. - Київ: Держспоживстандарт України, 2019. - 18 с.
51. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. - 199 с.
52. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 46 с.
53. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва»). Частина 1. Технологічна та виконавча документація. – Київ, 1997.
54. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
55. ДБН В.2.3-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Укрархбудінформ, 2017. – 31 с.
56. Будівлі і споруди. Будівлі підприємств. Параметри. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 16 с.
57. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 183 с.
58. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
59. ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. – К.: Укрархбудінформ, 2010. – 81 с.
60. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 39 с.
61. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 133 с.
62. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 43 с.
63. ДБН В.2.2-16-2005. Будинки і споруди. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 65 с.
64. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будинків і споруд. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 64 с.
65. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 48 с.
66. ДБН В.2.2-5-97. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони. – К.: Укрархбудінформ, 1998. – 119 с.