

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

для здобувачів вищої освіти
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
всіх форм навчання



Кропивницький
ЦНТУ 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД
АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ**

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна
інженерія" всіх форм навчання

*"Ухвалено"
на засіданні кафедри:
"Будівельні, дорожні машини і
будівництво"
Протокол № 1 від 25.08.2023 р.*

Кропивницький
ЦНТУ 2023

Технології зведення будівель і споруд агропромислового комплексу: методичні вказівки до виконання практичних робіт: для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія / [уклад. С.О. Джирма].; М-во освіти і науки України, Центральноукраїнський національний технічний університет. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 70 с.

Укладач: Джирма С.О. канд. техн. наук,
доцент кафедри будівельних,
дорожніх машин і будівництва

Рецензент – Пашинський В.А. докт. техн. наук,
професор кафедри будівельних,
дорожніх машин і будівництва

© ЦНТУ, м. Кропивницький,

© Джирма С.О.

ВСТУП

Дисципліна "Технології зведення будівель і споруд агропромислового комплексу" викладається відповідно до навчального плану підготовки магістрів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія".

Методичні вказівки призначені для виконання практичних робіт з навчального курсу.

Мета виконання практичних робіт з курсу полягає у набуті студентами знань для вибору і впровадження ресурсозберігаючих варіантів технології будівельних процесів, застосування сучасних методів будівництва, грамотним веденням робіт на об'єктах.

Для реалізації цієї мети студенти під час виконання завдань проробляють елементи технологічного проектування, встановлюють структуру виробничих процесів, вибирають методи виконання робіт і засоби механізації, обчислюють параметри будівельних процесів, знайомляться з практикою виконання технологічних операцій.

Структура та зміст практичних робіт будуються на основних будівельних технологічних процесах, що складають найбільш питому вагу у загальному обсязі будівельних робіт.

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ

Будівельне виробництво – це сукупність виробничих процесів, що виконуються безпосередньо на будівельному майданчику в підготовчий і основний періоди будівництва. Результатом будівельного виробництва є будівельна продукція у вигляді закінчених будівництвом і введених в експлуатацію будинків і споруд або їх частин.

Будівельний майданчик – простір, у якому розташовано будівельний об'єкт, існуючі і тимчасові споруди, інженерні мережі і матеріально-технічні ресурси, необхідні для виконання будівельних робіт.

Будівельна конструкція – виріб, що має найбільший технічно можливий ступінь укрупнення і готовності, призначений для застосування в якості елемента конструкції будівель і споруд (ферми, колони, балки, плити, панелі тощо).

Монтаж будівельних конструкцій – комплексно-механізований процес зведення будинків, споруд або їх частин із задалегідь виготовлених елементів чи вузлів. Він складається з транспортних, підготовчих та суто монтажних процесів і операцій, які виконують за допомогою монтажних, такелажних та транспортних засобів.

Транспортні процеси – це навантажування монтажних елементів, перевезення їх, розвантаження та складування або подавання під гак крана.

Підготовчі процеси – складаються з укрупнення, зміцнення та попереднього оснащування конструкцій такелажним приладдям, риштуваннями, пристроями для вивірення та тимчасового закріплення, фарбування тощо.

Технологічна карта – складовий елемент проекту виконання робіт, що містить комплекс заходів з організації праці з максимальним використанням механізації та автоматизації виробничих процесів будівельно-монтажних робіт, застосуванням механізованого та ручного інструменту, прогресивної оснастки та пристосувань.

Технологічні карти на виконання окремих видів робіт і будівельних процесів складаються із включенням схем операційного контролю якості, розподілом фронту робіт на захватки, ділянки, розрахунки витрат праці і потреби у будівельних матеріалах, конструкціях і напівфабрикатах, засобах механізації, будівельної оснастки, допоміжних пристроях і застосуваннях.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

Розрахунок параметрів і вибір обладнання для заглиблення паль

1. Загальні положення.

Для улаштування пальових фундаментів будівель і споруд звичайно застосовують залізобетонні палі квадратного перерізу розміром від 20x20 до 40x40 см і довжиною 6-30 м. Якщо довжина паль більша ніж 15 м, застосовують збірні палі.

Для улаштування фундаментів під стіни палі розміщують у вигляді стрічок, що складаються з кількох рядів. У ряду відстань між осями висячих паль – не менше як $3d$, а паль-стояків – не менше ніж $1,5d$ (рис. 1.1).

Для улаштування суцільних фундаментних плит під всією площиною будівлі або споруди пальове поле складається з декількох рядів з великою кількістю паль (рис. 1.2).

Під колони та стовпи палі розміщують кущами (рис. 1.3).

Найбільше застосування знайшли забивні залізобетонні палі, обсяг яких становить 90% всього обсягу пальових робіт.

Збірні залізобетонні палі заглиблюють таким методами: ударним, вдавлюванням, вібраційним і віброударним. При використанні ударного методу застосовують пальозаглиблювачі: підвісні механічні або дизельні молоти штангового або трубчастого типу.

Механічні молоти застосовують для забивання паль масою 8-10 т у нескельні ґрунти будь-якої щільності.

Дизельні молоти доцільно застосовувати для заглиблення паль у напівтверді і тугопластичні глиняні ґрунти.

Штангові дизель-молоти з ударною масою 1200-3500 кг призначені для забивання паль масою 2-2,5 т і довжиною 8-10 м.

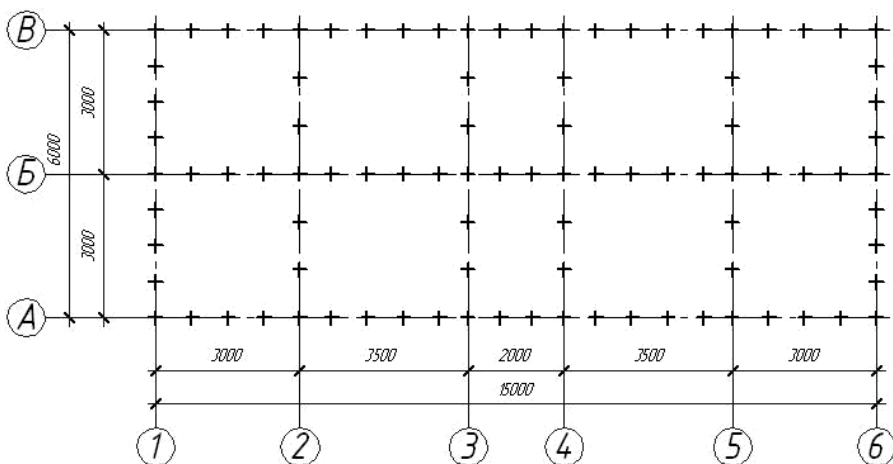


Рисунок 1.1 – Схема розміщення палей у стрічкових фундаментах.

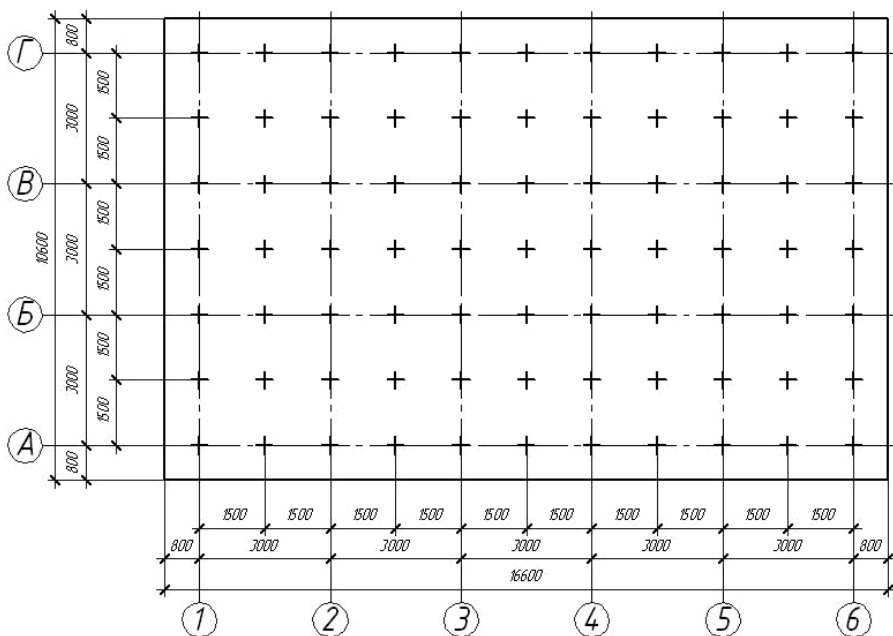


Рисунок 1.2 – Схема розміщення палей під суцільну фундаментну плиту.

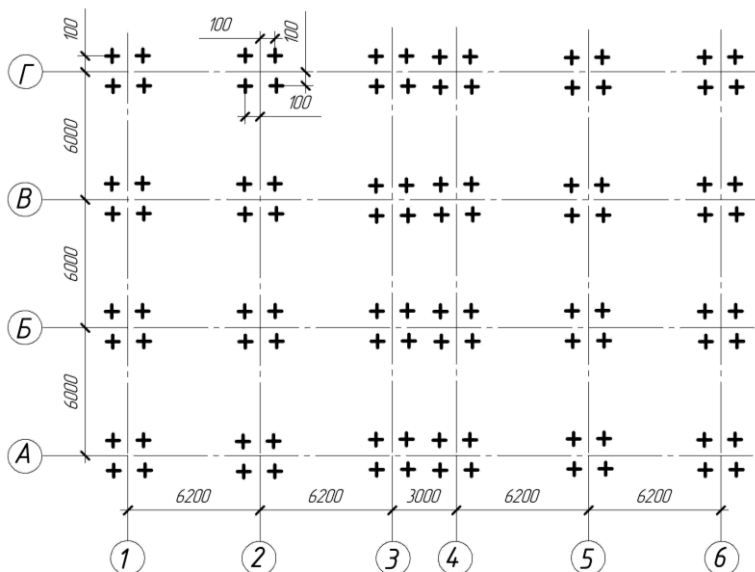


Рисунок 1.3 – Кущова схема розміщення паль.

Енергія удару трубчастих дизель-молотів у 2-3 рази більша, ніж штангових.

Устаткування для забивання паль підбирають відповідно до розрахункових параметрів, до яких належать маса ударної частини молота, розрахункова енергія удару, коефіцієнт застосування установки.

Розрахунковим методом визначають також величину відказу паль при їх забиванні.

По-перше визначають мінімальну необхідну енергію удару молота, Дж:

$$E = 1,75 \cdot a \cdot P,$$

де a - коефіцієнт, який беруть таким, що дорівнює 25 Дж/кН;

P - несуча здатність палі, кН.

Несуча здатність палі-стояка забивної квадратної, прямокутної або порожнистої круглої діаметром до 0,8 м та інших палей, що спираються на практично нестисливий ґрунт, визначається залежністю, кН:

$$P = m \cdot R \cdot F,$$

де m - коефіцієнт, умов роботи в ґрунті, беруть таким, що дорівнює одиниці;

F - площа спирання палі на ґрунт, м²; беруть для палей суцільного перерізу такою, що дорівнює площі поперечного перерізу палі;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі-стояка, кН/м².

При спиранні палі на практично нестисливий ґрунт розрахунковий опір ґрунту $R = 20$ МПа.

Застосований тип молота має задовольняти умову

$$(Q_n + q) / E_p \leq K_n,$$

де Q_n - вага молота, Н;

K_n - коефіцієнт, застосування (табл. 2.3);

q - вага палі, що містить і оголовок, Н;

E_p - розрахункова енергія удару, Дж.

Розрахункові значення енергії удару дизель-молота беруть:

- для трубчастих - $E_p = 0,9 \cdot Q \cdot h$,

- для штангових - $E_p = 0,4 \cdot Q \cdot h$,

де Q - маса ударної частини молота, кг;

h - фактична висота падіння ударної частини молота, яку приймають на стадії закінчення забивання палі; для трубчастих молотів $H = 2,8$ м, а для штангових при масі ударних частин 1250, 1800 і 1500 кг відповідно 1,7; 2; 2,2.

При забиванні палей дизель-молотами маса ударної частини має бути: з довжиною палі до 12 м – не менше ніж 1,5 її маси при забиванні у щільні ґрунти; 1,25 при забиванні у ґрунти середньої щільності; з довжиною палі 12 м – не менше за масу палі.

Для вибраного дизель-молота визначають відказ, см:

$$l_p = \frac{150 \cdot F \cdot E_p}{1,4 \cdot P \cdot (1,4 \cdot P + 150 \cdot F)} \cdot \frac{Q_n + 0,2 \cdot q}{Q_n + q}$$

На практичних заняттях студенти розв'язують варіанти щодо вибору обладнання для заглиблення паль-стояків.

У таблицях 1.1-1.3 наведено основні технічні параметри дизель молотів та значення коефіцієнта застосування палебійної установки.

2. Зміст роботи.

1. Пальові роботи.
 - 1.1 Класифікація паль.
 - 1.2 Види пальових фундаментів.
 - 1.3 Методи занурення заздалегідь виготовлених паль.
 2. Проектування пальового фундаменту.
 3. Розрахунок параметрів, вибір типу дизель-молота для забивання паль.
 4. Визначення розрахункового відказу при забиванні паль.
 5. Технологія улаштування пальового фундаменту.
- Розроблення технологічної схеми забивання паль.
6. Контроль якості виконання пальових фундаментів.
 7. Охорона праці при виконанні пальових робіт.

Таблиця 1.1 – Технічні параметри штангових дизель-молотів з нерухомими штангами

| Параметр | C-222 | C-268 | C-330 | C-330A |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Маса ударної частини молота, т | 1,2 | 1,8 | 2,5 | 2,5 |
| Загальна маса, т | 2,3 | 3,1 | 4,2 | 4,5 |
| Кількість ударів за 1 хв | 50...55 | 50...55 | 42...50 | 42...50 |
| Найбільша висота підйому ударної частини молота | 1,79 | 2,1 | 2,3 | 2,5 |

Таблиця 1.2 – Технічні параметри трубчастих дизель-молотів

| Параметр | Молоти з повітряним охолодженням | | | | |
|---|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | C-954 | C-974 | C-949 | C-858 | C-859 |
| Маса ударної частини, т | 3,5 | 5,0 | 2,5 | 1,25 | 1,8 |
| Висота молота в робочому положенні, м | 4,8 | 5,52 | 4,64 | 3,31 | 4,17 |
| Кількість ударів за хвилину | 43...45 | 46...55 | 47...55 | 47...55 | 43...55 |
| Енергія одного удару молота при найбільшій висоті підйому ударної частини, $H = 3000$ мм, кДж | 94 | 135 | 67 | 33 | 48 |
| Маса молота (без візка) з кішкою, т | 7,3 | 9,0 | 5,8 | 5,0 | 3,5 |
| Витрати палива, л/год | 15 | 25 | 12 | 12 | 7,5 |
| Параметр | Молоти з водяним охолодженням | | | | |
| | C-994 | C-995 | C-995 | C-1047 | C-1048 |
| Маса ударної частини, т | 0,6 | 1,25 | 1,8 | 2,5 | 3,5 |
| Висота молота в робочому положенні, м | 3,85 | 3,96 | 4,34 | 4,97 | 5,15 |
| Кількість ударів за хвилину | 43...55 | 43...55 | 43...55 | 43...55 | 43...55 |
| Енергія одного удару молота при найбільшій висоті підйому ударної частини, $H = 3000$ мм, кДж | 16 | 33 | 48 | 67 | 94 |
| Маса молота (без візка) з кішкою, т | 1,5 | 2,6 | 3,6 | 5,5 | 7,65 |
| Витрати палива, л/год | 4 | 5,5 | 7,5 | 12 | 18 |

Таблиця 1.3 – Нормативні дані коефіцієнта застосування K_n для різних типів молотів

| Тип молотів | Коефіцієнт K_n для матеріалу паль | |
|---|-------------------------------------|--------|
| | Залізобетон | Дерево |
| Трубчасті дизель-молоти подвійної дії | 6 | 5 |
| Молоти поодинокі дії і штангові дизель-молоти | 5 | 3,5 |
| Підвісні молоти | 3 | 2 |

3. Порядок виконання роботи.

3.1. В розділі "Палеві роботи" приводять основні види розміщення паль під фундаменти будівель і споруд, класифікацію забивних паль, види палейного обладнання, способи занурення забивних паль.

3.2. За даними варіантів (див. табл. 1.4, 1.5) виконують плани фундаментів будинків, визначають типи паль, конструюють пальовий фундамент з урахуванням нормативних відстаней між палями, виконують план пального поля. При цьому умовно приймають, що будинки розміщуються на пальної основі.

Несучу здатність фундаменту враховують як максимальну, виходячи з несучої здатності паль, а кількість паль визначають за можливим їх розміщенням з урахуванням нормативних даних для відстаней між палями.

3.3. Виходячи з наведених формул визначають параметри: мінімальну потрібну енергію удару молота E , Дж; несучу здатність палі P , кН; за табл. 1.1, 1.2 вибирають тип дизель-молота і перевіряють відповідність коефіцієнта застосування K_n нормативним даним, наведеним в табл. 1.3.

3.4. Для вибраного дизель-молота визначають розрахунковий відказ l_p , см.

3.5. Описують технологічну послідовність улаштування пальового фундаменту. Особливу увагу приділяють операціям по забивці палі. Розробляють технологічну схему забивання паль, показують план основи, порядок складування та забивання паль, наводять схему руху дизель-молота (рис. 1.5).

Визначають фактичний відказ палі (рис 1.4).

Фактичний відказ палі визначається по формулі, см:

$$l_{\phi} = \frac{a}{K},$$

де l_{ϕ} - відказ палі (заглиблення її від одного удару);

a - заглиблення палі від залога (серії ударів);

K - кількість ударів у залозі.

Примітка. Виконуючи практичну роботу на об'єкті, який будується, фактичний відказ заміряють (відповідно до схеми на рис. 1.4).

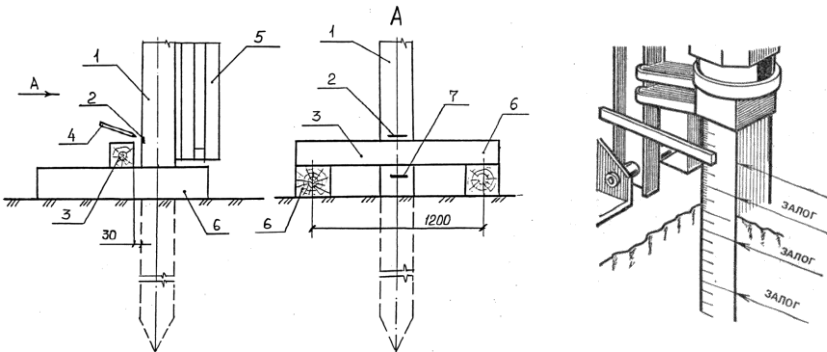


Рисунок 1.4 – Схема вимірювання відказу палі: 1 - залізобетонна паля; 2 - мітка на палі після останнього удару в залозі; 3 - дерев'яний брус 150x150x1600 мм; 4 - кутовий олівець; 5 - направляюча копра; 6 - півшпалок; 7 - мітка на палі перед першим ударом в залозі.

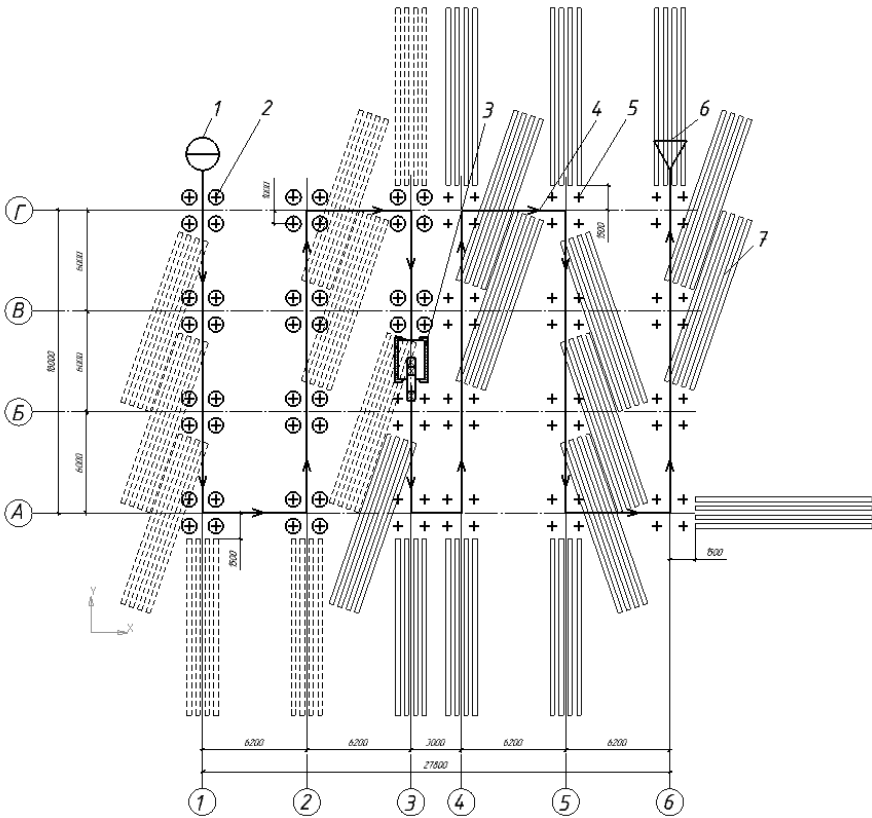


Рисунок 1.5 – Технологічна схема забивання паль палебійним агрегатом: 1 – початок руху палебійного агрегату; 2 – забита паля; 3 – палебійний агрегат; 4 – напрям руху палебійного агрегату; 5 – місце для забивання палі; 6 – кінець руху палебійного агрегату; 7 – паля.

Таблиця 1.4 – Таблиця варіантів вихідних даних

| № | Вихідні дані | Літери прізвищ студентів | | | | | | | | | |
|---|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| | | А К Ф | Б Л Х | В М Ц | Г Н Ч | Д О Ш | Е П Щ | Є Р Є | Ж С Ю | З Т Я | І У |
| 1 | Переріз палі, см | 20x20 | 25x25 | 30x30 | 35x35 | 40x40 | 20x20 | 25x25 | 30x30 | 35x35 | 40x40 |
| 2 | Довжина палі, м | 4 | 6 | 8 | 12 | 8 | 10 | 6 | 8 | 4 | 10 |
| 3 | Кількість паль та їх розташування | Визначають обчисленням, виходячи з нормативних відстаней між палями | | | | | | | | | |
| 4 | Розрахунковий опір під нижнім кінцем палі-стояка | Для усіх варіантів $R = 20$ МПа | | | | | | | | | |
| 5 | Ґрунт | щ | с/щ | щ | с/щ | щ | с/щ | щ | с/щ | щ | с/щ |

Таблиця 1.5 – Таблиця варіантів вихідних даних для схеми розміщення паль у фундаментах будинку

| Літери прізвищ студентів | Відстані між вісями, м | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | А-Б | Б-В | В-Г | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 |
| А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, | Стрічкова схема розміщення паль | | | | | | | |
| | 7,0 | 7,0 | - | 3,5 | 3,5 | 6 | 3,5 | 3,5 |
| З, І, К, Л, М, Н, О, П, | Розміщення паль під суцільну плиту | | | | | | | |
| | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Р, С, Т, У, Ф, Х, Ц, | Кушова схема розміщення паль | | | | | | | |
| | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,2 | 6,2 | 3,0 | 6,2 | 6,2 |
| Ч, Ш, Щ, Є, Ю, Я | Змішана схема (кушова + стрічкова) | | | | | | | |
| | 7,0 | 6,0 | 7,0 | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 3,5 | 3,5 |

Приклад виконання розрахункової частини роботи.

Вихідні дані:

1. План фундаменту: варіант – на рис. 1.1.
2. Переріз палі: 35х35 см. Довжина палі: 12 м.
3. Розрахунковий опір ґрунту: $R = 20$ МПа.

Визначаємо несучу здатність палі за формулою

$$P = m \cdot F \cdot R = 1,0 \cdot 0,1225 \cdot 20000 = 2450 \text{ кН.}$$

Мінімальна необхідна енергія удару молота

$$E = 1,75 \cdot a \cdot p = 1,75 \cdot 25 \cdot 2450 = 107188 \text{ Дж} = 107,2 \text{ кДж.}$$

Вага палі $q = 0,35 \cdot 0,35 \cdot 12 \cdot 25 \text{ кН/м}^3 = 36,75 \text{ кН.}$

Рекомендована вага молота

$$Q = 36,75 \cdot 1,25 = 46 \text{ кН.}$$

За табл. 1.1 заздалегідь беремо трубчастий молот С-974. Вага ударної частини молота $Q = 50$ кН, повна вага молота $Q_n = 90$ кН.

Розрахункове значення енергії удару

$$E_p = 0,9 \cdot Q \cdot H = 0,9 \cdot 50 \cdot 2,8 = 126 \text{ кДж.}$$

Перевіряємо виконання умови

$$\frac{Q_n + q}{E_p} \leq K_n.$$
$$\frac{Q_n + q}{E_p} = \frac{90 + 36,75}{126} = 1 < 6;$$

умова виконується.

Розрахунковий відказ палі, см,

$$l_p = \frac{150 \cdot F \cdot E_p}{1,4 \cdot P \cdot (1,4 \cdot P + 150 \cdot F)} \cdot \frac{Q_n + 0,2 \cdot q}{Q_n + q}.$$

У цій формулі показники та їх розмірність беруть відповідно до наведених розрахунків. Значення E_p слід взяти в джоулях. Результат отримують у сантиметрах.

Розрахунковий відказ палі

$$l_p = \frac{150 \cdot 0,1225 \cdot 126000}{1,4 \cdot 2450(1,4 \cdot 2450 + 150 \cdot 0,1225)} \cdot \frac{90 + 0,2 \cdot 36,75}{90 + 36,75} = 0,15 \text{ см.}$$

Виходячи з плану фундаменту розробляють схему пальового поля, визначають кількість паль, намічають порядок їх забивання, напрям руху палейної установки, зображують місця складування паль (див. рис. 1.5). Описують технологію улаштування пальового фундаменту. Послідовно зображують схеми виконуваних операцій.

3.6. Наводять вимоги до якості пальових фундаментів, допустимі відхилення від нормативних, правила приймання пальового поля.

3.7 Наводять вимоги до охорони праці при виконанні пальових робіт на будівельному майданчику.

Контрольні запитання.

1. Які існують методи заглиблення заздалегідь виготовлених паль?

2. За якими параметрами підбирають палейні установки? Які дизель-молоти бувають?

3. Що таке коефіцієнт застосування дизель-молотів? Як його визначають?

4. Що таке відказ палі під час її забивання?

5. Як визначають розрахунковий та фактичний відказ палі?

6. Які складові комплексного процесу забивання паль дизель-молотом?

7. Які схеми забивання паль та руху палейних установок існують?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

Розрахунок параметрів термосного витримування бетону в конструкціях

1. Загальні положення.

Найпростішим і економічним методом зимового бетонування конструкцій є метод "термосу". Він заснований на використанні для тверднення бетону тепла, що міститься в бетонній суміші з початковою температурою 25...40⁰С, досягнутою внаслідок нагрівання води до 60...80⁰С і заповнювачів до 20...40⁰С, а також додаткового тепла, що виділяється під час гідратації цементу в бетоні. Для зменшення тепловтрат опалубку і бетоновану конструкцію додатково утеплюють теплоізоляційними матеріалами.

Мінімальну безпечну міцність бетону до моменту можливого його замерзання називають "критичною". Для бетонів класів С8/10-С12/15 вона має бути не менш ніж 50% проектної міцності, для С16/20-С25/30 – 40%, для С32/40-С40/50 – не менше ніж 30% проектної міцності, але в будь-якому випадку не менше ніж 5 МПа. Для особливо відповідальних залізобетонних споруд – не менше за 80-100% проектної міцності.

Незважаючи на утеплення опалубки і конструкцій температура бетону під дією морозу і вітру знижується. Тверднення бетону та набирання ним міцності триває до температури 0⁰С. Задача розрахунку параметрів методу "термосу" полягає в тому, щоб створити умови (а саме температуру бетону і тривалість його охолодження), при яких бетон до закінчення часу охолодження набере міцності не нижче "критичної".

Метод "термосу" більш доцільно використовувати при бетонуванні масивних конструкцій з модулем поверхні до 8:

$$M_n = \frac{F}{V},$$

де F – площа охолоджуваної поверхні бетону, м²;

V – об'єм конструкції, м³.

Тривалість витримки бетону від початкової до кінцевої температури

$$\tau = \frac{C_{\sigma} \cdot \rho_{\sigma} \cdot (t''_{\sigma n} - t_{\sigma k}) + q \cdot \Pi}{3,6 \cdot K \cdot M_n \cdot (t_{\sigma cp} - t_{zn})},$$

де C_{σ} – питома теплоємність бетону,

що дорівнює 1,05 кДж/(кг·°С);

ρ – щільність бетону, кг/м³ ($\rho = 2400$ кг/м³);

$t''_{\sigma n}$ – початкова температура бетону після укладання, °С;

$t_{\sigma k}$ – температура бетону до кінця охолодження (+5°С);

q – питома тепловиділення цементу, кДж/кг;

Π – витрати бетону в цементі, кг/м³;

$t_{\sigma cp}$ – середня температура за час охолодження бетону, °С;

M_n – модуль поверхні бетону, 1/м;

t_{zn} – температура зовнішнього повітря, °С;

K – коефіцієнт теплопередачі опалубки, Вт/(м²·°С), приймається за таблицею 3.5 (практична робота №3).

Для визначення параметрів термосного витримування бетону виконують наступні розрахунки. Визначають:

- початковий тепловміст бетону, кДж:

$$Q_1 = C_{\sigma} \rho V_{\sigma} t_{\sigma n},$$

де C_{σ} – питома теплоємність бетону, Дж/(кг·°С);

ρ – щільність залізобетону, кг/м³;

V_{σ} – об'єм бетону, м³;

$t_{\sigma n}$ – початкова температура бетону, °С;

- температуру системи "бетон+арматура":

$$t'_{\delta n} = \frac{(C_{\delta} \rho_{\delta} t_{\delta n} + C_a P_a t_a)}{(C_{\delta} \rho_{\delta} + C_a P_a)},$$

де C_a – теплоємність арматурної сталі,
дорівнює 0,48 кДж/(кг·°C);

P_a – витрати сталі на 1 м³ бетону
(беруть за умовами задачі);

t_a – температура арматурної сталі,
дорівнює температурі зовнішнього повітря.

- кількість теплоти, що витрачається на нагрівання арматури, кДж:

$$Q_2 = C_a P_a (t_{\delta n} - t_a);$$

- розрахункову температуру нагрівання опалубки, °C:

$$t_p = \frac{t'_{\delta n} + t_{zn}}{2};$$

- теплоту, що витрачається на нагрівання опалубки, кДж:

$$Q_3 = C_2 \cdot F_{охол} \cdot \delta_1 \cdot \rho_2 \cdot (t_p - t_{zn}),$$

де C_2 – питома теплоємність дерева, кДж/(кг·°C)
(беруть такою, що дорівнює 2,52);

$F_{охол}$ – площа поверхні охолодження конструкцій, м²;

δ_1 – товщина опалубки, м;

ρ_2 – щільність дерева (600...700 кг/м³);

- температуру бетону на початку охолодження конструкції з урахуванням втрат теплоти на нагрів арматури і опалубки:

$$t''_{\delta n} = \frac{[Q_1 - (Q_2 + Q_3)]}{C_{\delta} \rho_{\delta} V};$$

- середню температуру тверднення бетону за час охолодження конструкції:

$$t'_{\delta.ср} = t_{\delta k} + \frac{t''_{\delta n} - t_{\delta k}}{1,03 + 0,181 M_n + 0,006 (t''_{\delta n} - t_{\delta k})},$$

де $t_{\delta k}$ – температура бетону наприкінці охолодження, °C,
яка задається умовами задачі.

Маючи вказані данні, за наведеною формулою обчислюють тривалість охолодження бетону до кінцевої температури.

Після цього за таблицями наростання міцності бетону визначають досягнуту міцність, яка має бути не менше за критичну.

Якщо задана міцність не досягається, то необхідно вжити заходи для збільшення початкової температури бетонної суміші або підвищення теплоізоляції залізобетонної конструкції і повторити розрахунок набирання бетоном міцності.

На практичних заняттях студенти обчислюють параметри термосного витримування бетону за вихідними даними для ділянки стрічкового фундаменту або окремого фундаментного блоку. Вихідні данні задає викладач.

2. Зміст роботи.

1. Методи зимового бетонування конструкцій.
2. Метод "термосу".
3. Обчислення параметрів термосного витримування бетону для ділянки фундаменту.
4. Охорона праці при виконанні бетонних робіт.

3. Порядок виконання роботи.

3.1. В розділі "методи зимового бетонування конструкцій" наводять поняття "зимових умов" в технології монолітного бетону і залізобетону, описують фізичні процеси в бетоні при від'ємних температурах, дають поняття "критичної" міцності. Описують технологію і основні положення бетонування в зимових умовах.

Описують основні методи виконання бетонних робіт в зимових умовах: метод "термосу", електропрогрівання бетону, бетонування з застосуванням хімічних добавок.

3.2. В розділі метод "термосу" описують сутність методу, галузі його застосування, модифікації методу "термосу" ("термос з добавками прискорювачами" і "гарячий термос").

3.3. Виходячи з наведених формул визначають модуль поверхні бетонуємої конструкції M_n , тривалість витримки бетону від початкової до кінцевої температури, параметри термосного витримування бетону.

Приклад виконання розрахункової частини роботи.

Залізобетонна конструкція розміром 1,2x1,5x2,0 м, бетон класу С20/25, приготовлений на портландцементі марки 400, з витратою 400 кг/м³, арматури 150 кг/м³. Конструкції будують у зимових умовах: температура зовнішнього повітря $t_{zn} = -10^{\circ}\text{C}$, швидкість вітру 15 м/с, температура бетонної суміші до моменту укладання в опалубку становить $t_{\delta n} = +35^{\circ}\text{C}$.

Питома теплоємність бетону $C_{\delta} = 1,05$, арматури – 0,48 Дж/(кг·°C). Щільність бетону – 2400 кг/м³, сталі – 7800 кг/м³.

Порядок обчислення:

- об'єм бетонної конструкції:

$$V_{\delta} = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 2 = 3,6 \text{ м}^3;$$

- площа поверхні охолодження конструкції:

$$F_1 = 2 \cdot (2 \cdot 1,2 + 1,2 \cdot 1,5 + 2,0 \cdot 1,5) = 14,4 \text{ м}^2;$$

- модуль поверхні конструкції:

$$M_{\kappa} = \frac{14,4}{3,6} = 4 \text{ м}^{-1};$$

- початковий тепловміст бетону:

$$Q_1 = 1,05 \cdot 2400 \cdot 3,6 \cdot 35 = 317520 \text{ кДж};$$

- температура бетону з урахуванням втрат на нагрівання арматури:

$$t'_{\delta n} = \frac{1,05 \cdot 2400 \cdot 35 + 0,48 \cdot 150(-10)}{1,05 \cdot 2400 + 0,48 \cdot 150} = \frac{88128}{2592} = 34 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

- середня розрахункова температура нагрівання опалубки:

$$t_{on} = \frac{t'_{\delta n} + t_{zn}}{2} = \frac{34 + (-10)}{2} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

- теплота, що витрачається на нагрівання опалубки:

$$Q_2 = C_2 \cdot F_{охол} \cdot \delta_1 \cdot \rho_2 \cdot (t_{он} - t_{зн}) = 2,52 \cdot 14,4 \cdot 0,04 \times \\ \times 600 \cdot (12 - (-10)) = 19160 \text{ кДж};$$

- теплота, що витрачається на нагрівання арматури:

$$Q_3 = 0,48 \cdot 150 \cdot 3,6 \cdot [34 - (-10)] = 11404 \text{ кДж};$$

- температура бетону до початку охолодження конструкції:

$$t''_{он} = \frac{[Q_1 - (Q_2 + Q_3)]}{C_{\bar{o}} \cdot \rho_1 \cdot V_{\bar{o}}} = \frac{317520 - (19160 + 11404)}{1,05 \cdot 2400 \cdot 3,6} = 31,6 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

- середня температура бетонної суміші (взявши кінцеву температуру $t_{\bar{o}к} = +5^{\circ}\text{C}$):

$$t'_{\bar{o}.cp} = 5 + \frac{(31,6 - 5)}{1,03 + 0,181 \cdot 4 + 0,006(3,6 - 5)} = 19,8 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Бетонування планується вести в дерев'яній опалубці.

Визначимо коефіцієнт теплопередачі опалубки.

Враховуємо товщину дошки опалубки $\delta_i = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$ і швидкість вітру 15 м/с , коефіцієнт теплопередачі опалубки $K = 3,94$.

Визначаємо час охолодження бетону до кінцевої температури $t_{\bar{o}к} = +5^{\circ}\text{C}$

$$\tau_{охол} = \frac{1,05 \cdot 2500 \cdot (31,6 - 5)}{3,6 \cdot 3,94 \cdot 4 \cdot (19,8 + 10)} = 41,3 \text{ год} = 1,7 \text{ доби}.$$

З урахуванням теплоти, що виділяється при екзотермії цементу

$$\tau_{охол} = \frac{1,05 \cdot 2500 \cdot (31,6 - 5) + 167 \cdot 400}{3,6 \cdot 3,94 \cdot 4 \cdot (19,8 + 10)} = 80,8 \text{ год} = 3,7 \text{ доби}.$$

Тепловиділення цементу q беруть за табл.3.11 (пр. роб. №3):

$$q = 167 \text{ кДж/кг за 2 доби}.$$

Висновок.

Міцність бетону, яку він набере за 3,7 доби при середній температурі 20⁰С, беремо за табл. 3.10 (пр. роб. №3). Вона становить 50%, що відповідає "критичній" міцності, при якій забезпечується стійкість бетону при заморожуванні.

3.4. Описують вимоги охорони праці при виконанні бетонних робіт.

Контрольні запитання

1. Які методи зимового бетонування застосовують у будівництві?

2. Що таке "критична" міцність бетону? Як її визначають?

3. Як визначають модуль поверхні конструкції, що він характеризує?

4. У чому суть методу "термоса" при зимовому бетонуванні? Коли його застосовують?

5. Які параметри враховують при розрахунку методу "термоса"?

6. Як визначають досягнуту міцність у процесі витримування бетону методом "термоса"?

7. Які параметри слід змінити, якщо за розрахунком виявиться, що бетон не набрав "критичної" міцності?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Розрахунок параметрів електропрогрівання бетону, вибір обладнання для теплового оброблення бетону

1. Загальні положення.

Основні методи електричного термо-оброблення бетону: електричний, індукційний, контактний, інфрачервоного випромінювання тощо. При електродному методі використовують смугові або струнні електроди, встановлені в бетоновану конструкцію. Індукційний метод засновано на використанні магнітної складової змінного електромагнітного поля на нагрівання сталі внаслідок теплового впливу електричного струму, наведеного електромагнітною індукцією. При контактному електропрогріванні відбувається безпосередня теплопередача від нагрівальної опалубки до бетону, що прогривається.

Загальний режим теплооброблення бетону включає періоди піднімання температури, ізотермічної витримки та охолодження бетону (рис. 3.1).

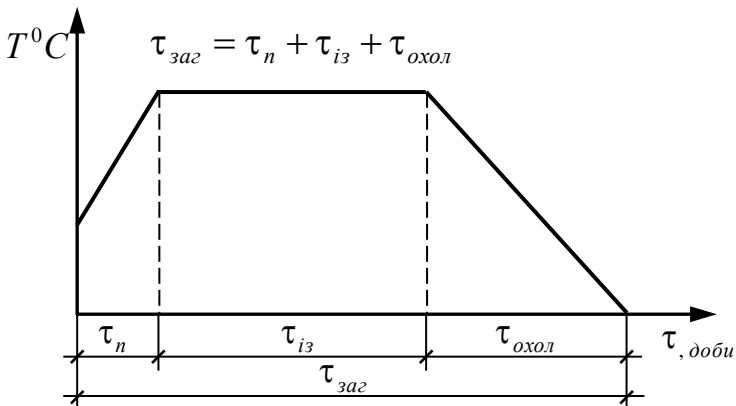


Рисунок 3.1 – Графік термооброблення бетону в конструкціях.

Питома витрата електроенергії для електротермо-оброблення бетону, кВт·год/м³:

$$W = P_n \tau_n + P_{i3} \tau_{i3},$$

де P_n – питома потужність для нагрівання 1 м³ бетону до заданої t , тобто до t ізотермічної витримки. Залежно від марки цементу для виготовлення бетону приймають:

- для портландцементу $t_{i3} = 60 \dots 80^{\circ}\text{C}$;
- для шлакопортландцементу $t_{i3} = 90 \dots 95^{\circ}\text{C}$;

τ_n – тривалість підймання температури, год.:

$$\tau_n = \frac{t_{i3} - t_{\delta n}}{V},$$

де $t_{\delta n}$ – початкова температура бетону, $^{\circ}\text{C}$;

t_{i3} – температура ізотермічної витримки (40...90 $^{\circ}\text{C}$, див. табл. 3.4);

V – швидкість підйому температури бетону (5...15 $^{\circ}\text{C}$, див. табл. 3.3).

Потрібна потужність для нагрівання бетону

$$P_{\delta} = \frac{C_{\delta} \cdot \rho_{\delta} \cdot V_{\delta} \cdot (t_{i3} - t_{\delta n})}{3600 \cdot \tau_n},$$

де C_{δ} – питома теплоємність бетону, беруть такою, що дорівнює 1,05 кДж/(кг· $^{\circ}\text{C}$);

ρ_{δ} – щільність бетону (2400 кг/м³).

Потужність для ізотермічної витримки бетону залежить від температури зовнішнього повітря, сили вітру, виду опалубки та інших умов.

У цій задачі P_{i3} не обчислюють, а обладнання вибирають за параметрами електричного струму, які необхідні для нагрівання бетону.

2. Зміст роботи.

1. Визначення параметрів блока бетонування конструкції.
2. Вибір способу електропрогрівання і обчислення потрібної потужності на прогрівання бетону.
3. Визначення сили електричного струму і вибір обладнання для електронагрівання бетону.
4. Визначення тривалості охолодження бетону, загального режиму термооброблення та досягнутої міцності бетону.
5. Охорона праці при виконанні бетонних робіт.

3. Приклад розрахунку.

Потрібно визначити параметри електропрогрівання стрічкового залізобетонного фундаменту, переріз якого показано на рис. 3.2.

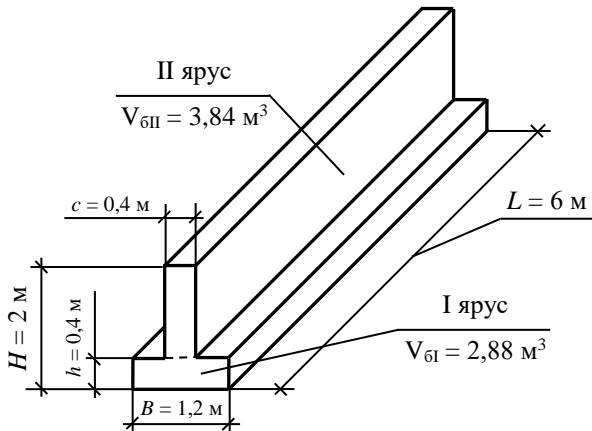


Рисунок 3.2 – Розміри блоку бетонування стрічкового фундаменту.

Інші вихідні данні:

- температура зовнішнього повітря $t_{zn} = -20^{\circ}\text{C}$;
- питомий електроопір бетону $\rho_0 = 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- клас бетону С16/20;

- марка цементу ШПЦ 400;
- витрати цементу 350 кг/м^3 ;
- початкова температура бетонної суміші $t_{\text{бн}} = +20^{\circ}\text{C}$.

3.1. Визначення параметрів блока бетонування конструкції. Об'єм бетону одного блоку бетонування конструкції з електропрогрівом беруть у межах $3 \dots 6 \text{ м}^3$. З урахуванням цього беремо довжину дільниці бетонування фундаменту такою, що дорівнює 6 м .

У зв'язку з різною шириною елементів фундаменту розбиваємо його за висотою на два яруси. Відповідно визначаємо об'єм бетону за ярусами:

$$V_{\text{бI}} = 2,88 \text{ м}^3; \quad V_{\text{бII}} = 3,84 \text{ м}^3.$$

Параметри електропрогрівання обчислюватимемо окремо для кожного ярусу.

Модуль охолоджуваної поверхні блоків бетонування:

$$M_n = \frac{F_{\text{охол}}}{V} = \frac{28,44}{6,72} = 4,23 \text{ м}^{-1};$$

за ярусами:

$$M_{\text{нI}} = 3,3 \text{ м}^{-1}; \quad M_{\text{нII}} = 4,66 \text{ м}^{-1}.$$

3.2. Вибір способу електропрогрівання і обчислення потрібної потужності на прогрівання бетону.

Згідно з табл. 3.1. за модулем охолодженої поверхні $3 \dots 6 \text{ м}^{-1}$ рекомендуються застосовувати периферійне одно- або двобічне прогрівання. Для заданої конструкції фундаменту зручно застосовувати двобічне периферійне прогрівання (табл. 3.2).

Таблиця 3.1 – Рекомендовані способи електропрогрівання

| Тип конструкції | $M_n, \text{м}^{-1}$ | Рекомендований спосіб електропрогрівання |
|---|----------------------|--|
| Фундаменти під конструкції будівель, масивні стіни | 3...6 | Периферійне одно- та двобічне прогрівання |
| Колони, балки, прогони, рамні конструкції, пальові ростверки, стіни, перекриття тощо. | 6...10 | Електродне наскрізне або периферійне прогрівання |
| Підлоги, перегородки, плити перекриття, тонкостінні конструкції | 10...20 | Електродне наскрізне або периферійне прогрівання |

Таблиця 3.2 – Схема встановлення смугових електродів під час периферійного електропрогрівання

| Електроди | Схема розміщення та підключення електродів до електричної мережі | Розрахункова формула, кВт/м |
|-----------------------------------|--|--|
| Смугові (наскрізне прогрівання) | | $P = \frac{U^3 \cdot 10^{-3}}{\rho B^2 \left(1 + \frac{\alpha B_1}{\pi B} \ln \frac{b}{2a} \right)}$ |
| Смугові (периферійне прогрівання) | | $p = \frac{1,57U^2 \cdot 10^{-3}}{\rho b f \left(\alpha \ln \frac{4f}{\pi a} + \frac{\pi b}{2f} \right)}$ |

Розрахункова формула питомої потужності на прогрівання бетону, кВт/м³:

$$P_{num} = \frac{1,57 \cdot U^2 \cdot 10^{-3}}{\rho \cdot b \cdot f \cdot \left(\alpha \ln \frac{4f}{\pi a} + \frac{\pi b}{2f} \right)},$$

де ρ – розрахунковий питомий опір бетону, дорівнює $\rho = 0,75 \rho_0$, Ом·м;

α – коефіцієнт, у трифазовому струмі дорівнює 1,5;

f – визначальний розмір при периферійному двобічному прогріванні, що дорівнює половині ширини конструкції або повній ширині під час однобічного прогрівання.

За табл. 3.3 рекомендовану швидкість піднімання температури беруть такою, що дорівнює 5⁰С. Не слід домагатися високої швидкості, тому що з її збільшенням буде потрібна більш висока потужність і більший переріз електропровідного кабелю.

Таблиця 3.3 – Рекомендована швидкість піднімання температури в бетоні

| Тип конструкції | $M_n, \text{м}^{-1}$ | Швидкість піднімання температури, ⁰ С/год |
|-------------------------------------|----------------------|--|
| Масивні конструкції товщиною 0,6 м | 2...6 | 5...8 |
| Середньої масивності товщиною 0,4 м | 6...20 | 10 |
| Тонкостінні конструкції | 20 | 15 |

За табл. 3.4 визначимо температуру ізотермічної витримки, до якої підігривають бетон, $t_{iz} = 60^0\text{С}$.

Таблиця 3.4 – Максимально допустима температура ізотерічного прогріву бетону

| Спосіб електропрогрівання | Максимальна температура бетону, °С | |
|--|------------------------------------|----|
| | ПЦ | ШЦ |
| Наскрізний стержневими електродами | 80 | 90 |
| Наскрізний смуговими електродами | 80 | 90 |
| Периферійний з товщиною конструкції, см: | | |
| | до 40 | 60 |
| | 40...60 | 50 |
| понад 60 | 40 | 40 |

Час піднімання температури:

$$\tau_n = \frac{t_{iz} - t_{\delta n}}{V} = \frac{60 - 20}{5} = 8 \text{ год.}$$

"Критична" міцність для бетону класу С16/20 становить 10 МПа. За табл. 3.6 час ізотерічного витримування становить 17 год.

Потрібна потужність для піднімання температури, кВт,

$$P_{\delta} = \frac{C_{\delta} \cdot \rho_{\delta} \cdot V_{\delta} \cdot (t_{iz} - t_{\delta n})}{3600 \cdot \tau_n}$$

Для I ярусу

$$P_{\delta I} = \frac{1,05 \cdot 2400 \cdot 2,88 \cdot (60 - 20)}{3600 \cdot 8} = 10,08 \text{ кВт.}$$

Для II ярусу

$$P_{\delta II} = \frac{1,05 \cdot 2400 \cdot 3,84 \cdot (60 - 20)}{3600 \cdot 8} = 13,44 \text{ кВт.}$$

Потужність на прогрівання опалубки може бути взята в розмірі 25% від потужності на прогрівання бетону. Повна потрібна потужність

$$P_{\delta I} = 10,08 \cdot 1,25 = 12,6 \text{ кВт,}$$

$$P_{\text{оII}} = 13,44 \cdot 1,25 = 16,8 \text{ кВт.}$$

Питома потужність

$$P_{\text{num}} = P_{\text{о}} / V_{\text{о}};$$

$$P_{\text{numI}} = \frac{12,6}{2,88} = 4,375 \text{ кВт/м}^3; \quad P_{\text{numII}} = \frac{16,8}{3,84} = 4,375 \text{ кВт/м}^3.$$

3.3. Визначення сили електричного струму і вибір обладнання для електронагрівання бетону.

Задаємося шириною смугових електродів $a = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$, відстанню між електродами $b = 30 \text{ см}$. Загальну кількість електродів визначаємо із залежності $L_{\text{дильн}} = an + b(n-1)$:

$$n = \frac{L_{\text{дильн}} + b}{a + b} = \frac{12 + 0,3}{0,04 + 0,3} = \frac{12,3}{0,34} = 36 \text{ шт.}$$

За формулою питомої потужності (табл. 4.2) визначають потрібну напругу

$$U = \sqrt{\frac{P_{\text{num}} \cdot \rho \cdot b \cdot f \cdot \left(\alpha \ln \frac{4f}{\pi a} + \frac{\pi b}{2f} \right) \cdot 10^3}{1,57}}.$$

Для нижнього ярусу $\rho = 0,75$; $f = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6$. Тоді

$$U = \sqrt{\frac{4,375 \cdot 0,75 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot \left(1,5 \ln \frac{4 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 0,04} + \frac{3,14 \cdot 0,3}{2 \cdot 0,6} \right) \cdot 10^3}{1,57}} = 111 \text{ В.}$$

Сила струму

$$I = \frac{P_{\text{num}} \cdot V_{\text{о}} \cdot 1000}{111} = \frac{4,375 \cdot 2,88 \cdot 1000}{111} = 113 \text{ А.}$$

За табл. 3.7 підбираємо трансформатор ТМОА-50. За табл. 3.8 вибираємо трижильний алюмінієвий кабель з площею перерізу струмопровідної жили 50 мм^2 .

Аналогічно обчислюємо для другого ярусу:

$$U = \sqrt{\frac{4,375 \cdot 0,75 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot \left(1,5 \ln \frac{4 \cdot 0,2}{3,14 \cdot 0,04} + \frac{3,14 \cdot 0,3}{2 \cdot 0,2}\right) \cdot 10^3}{1,57}} = 80 \text{ В,}$$

$$I = \frac{4,375 \cdot 3,84 \cdot 1000}{80} = 210 \text{ А.}$$

Беремо трансформатор ТСПК-20 та трижильний мідний кабель площею перерізу 95 мм².

3.4. Визначення тривалості охолодження бетону до $t_k = +5^{\circ}\text{C}$, загального режиму термооброблення та досягнутої міцності бетону.

$$\tau_{\text{охол}} = \frac{C_{\bar{\sigma}} \cdot \rho_{\bar{\sigma}} \cdot (t_{iz} - t_k) + C \cdot E}{3,6 \cdot K \cdot M_n \cdot (t_{cp} - t_{\bar{\sigma}n})} = \frac{1,05 \cdot 2400 \cdot (60 - 5) + 350 \cdot 100}{3,6 \cdot 3,6 \cdot 4,23 \cdot (30 - (-20))} = 52 \text{ год.}$$

У розрахунку взято коефіцієнт теплопередачі опалубки K за табл. 3.5; для дерев'яної опалубки та швидкості вітру 5 м/с $K = 3,6$; q – питома тепловиділення цементу, для ШПЦ – 100 кДж/кг, витрати цементу 350 кг/м³. Загальний режим термообробки

$$\tau_{\text{заг}} = \tau_n + \tau_{iz} + \tau_{\text{охол}} = 8 + 17 + 52 = 77 \text{ год.} = 3,2 \text{ доби}$$

За часом термообробки та середньою температурою визначимо досягнуту міцність бетону до кінця термообробки.

При середній температурі $t_{cp} = 30^{\circ}\text{C}$ згідно з табл. 3.10 міцність бетону становитиме більш ніж 55%, що вище "критичної".

Таблиця 3.5 – Коефіцієнт теплопередачі опалубки різної конструкції

| Тип опал. | Матеріал опалубки | Товщина шару, мм | Коефіцієнт K , Вт/(м ² ·°C), при швидкості вітру, м/с | | |
|-----------|-------------------|------------------|--|------|------|
| | | | 0 | 5 | 15 |
| 1 | Дошка | 25 | 2,44 | 5,2 | 6 |
| 2 | Дошка | 40 | 2,03 | 3,6 | 3,94 |
| 3 | Дошка | 25 | 1,8 | 3,0 | 3,25 |
| | Толь | - | | | |
| | Дошка | 25 | | | |
| 4 | Дошка | 25 | 0,67 | 0,8 | 0,82 |
| | Пінопласт | 30 | | | |
| | Фанера | 4 | | | |
| 5 | Дошка | 25 | 0,87 | 1,07 | 1,1 |
| | Толь | - | | | |
| | Вата мінеральна | 50 | | | |
| | Фанера | 4 | | | |

Таблиця 3.6 – Час ізотермічної витримки бетонів

| | на ПЦ | | | | | |
|--------------------------|--------|----|----|----|----|----|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Температура витримки, °C | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Час витримки, год | 28 | 21 | 14 | 8 | 6 | 5 |
| | на ШПЦ | | | | | |
| | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | |
| Температура витримки, °C | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | |
| Час витримки, год | 24 | 17 | 12 | 9 | 6 | |

Таблиця 3.7 – Параметри електропрогрівних трансформаторів

| Марка трансформатора | Потужність, кВт | Напруга, В | | Сила струму, А | |
|----------------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------|-------------------------|
| | | первина | вторинна | первина | вторинна |
| ТСПК-20А | 20 | 380, 220 | 12, 6, 22, 38, 48, 62, 101 | | 480, 320, 240, 160, 120 |
| ТМОА-50 | 50 | 380 | 49, 60, 70, 85, 103, 121 | 76, 65, 53 | 418, 239 |
| ТМОБ-63 | 63 | 380 | 49, 60, 70, 85, 103, 121 | 96, 82, 69 | 520, 301 |
| ТМО-50/10 | 50 | 380, 220 | 50, 61, 87, 106 | 131, 76 | 670, 470, 320, 270 |
| ТМ-75/6 | 50 | 380, 220 | 50, 61, 87, 106 | 131, 76 | 572, 470, 330, 272 |

Примітка. Усі наведені в таблиці трансформатори трифазні.

Таблиця 3.8 – Допустимі тривалі струмові навантаження на прокладені відкрито проводи з гумовою та ПВХ ізоляцією

| Площа перерізу струмопровідної жили, мм ² | Допустимі навантаження А з кількістю жил: | | |
|--|---|---------|---------|
| | однією | двома | трьома |
| 16 | 90/70 | 75/55 | 70/50 |
| 25 | 125/95 | 100/75 | 90/70 |
| 30 | 150/15 | 120/90 | 110/70 |
| 50 | 190/145 | 165/125 | 150/115 |
| 70 | 140/185 | 200/155 | 185/145 |
| 95 | 290/225 | 245/190 | 225/195 |
| 120 | 340/260 | 280/215 | 225/195 |
| 150 | 390/30 | 320/245 | 290/225 |

Примітка. У чисельнику наведено допустиме навантаження на мідні дроти.

Таблиця 3.9 – Наростання міцності бетону класів С16/20-С20/25 на портландцементі марки 400 (% від R_{28})

| Вік бетону, діб | Температура бетону, °С | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|----|----|-----|-----|----|----|----|
| | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 1 | - | 9 | 12 | 23 | 35 | 45 | 55 | 63 |
| 2 | - | 19 | 25 | 40 | 55 | 65 | 75 | 80 |
| 3 | - | 27 | 37 | 50 | 65 | 77 | 85 | - |
| 5 | - | 38 | 50 | 65 | 78 | 90 | - | - |
| 7 | 35 | 88 | 58 | 75 | 87 | 98 | - | - |
| 14 | 50 | 62 | 72 | 87 | 100 | - | - | - |
| 28 | 65 | 77 | 85 | 100 | - | - | - | - |

Таблиця 3.10 – Наростання міцності бетону класів С16/20-С20/25 на шлакопортландцементі марки 400 (% від R_{28})

| Вік бетону, діб | Температура бетону, °С | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|----|----|-----|----|-----|----|----|
| | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 1 | - | - | 10 | 16 | 30 | 40 | 50 | 65 |
| 2 | - | 12 | 18 | 30 | 40 | 60 | 75 | 90 |
| 3 | - | 18 | 25 | 40 | 55 | 70 | 90 | - |
| 5 | - | 27 | 35 | 55 | 65 | 85 | - | - |
| 7 | - | 34 | 43 | 65 | 70 | 92 | - | - |
| 14 | 35 | 50 | 60 | 80 | 96 | 100 | - | - |
| 28 | 45 | 65 | 80 | 100 | - | - | - | - |

Таблиця 3.11 – Тепловиділення цементів (q) різних видів і марок залежно від температури та часу їх твердіння

| Вид і марка цементу | Температура, °С | Тепловиділення цементів q , кДж/кг, з часом їх твердіння, діб | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0,25 | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 7 | 14 | 28 |
| ПЦ марки 300 | 5 | - | - | 25 | 58 | 84 | 167 | 209 | 230 |
| | 10 | 8 | 25 | 42 | 84 | 126 | 188 | 230 | 272 |
| | 20 | 25 | 42 | 75 | 126 | 167 | 230 | 251 | 293 |
| | 40 | 50 | 84 | 147 | 188 | 230 | 251 | 293 | - |
| | 60 | 83 | 147 | 188 | 230 | 272 | 298 | - | - |
| ПЦ марки 400 | 5 | - | - | 29 | 63 | 109 | 188 | 209 | 251 |
| | 10 | 12 | 25 | 50 | 105 | 146 | 209 | 251 | 293 |
| | 20 | 42 | 67 | 105 | 167 | 209 | 272 | 314 | 335 |
| | 40 | 84 | 134 | 188 | 230 | 272 | 314 | 335 | - |
| | 60 | 130 | 188 | 230 | 272 | 314 | 335 | - | - |
| ШПЦ марки 300 | 5 | - | 12 | 25 | 42 | 63 | 126 | 167 | 188 |
| | 10 | - | 25 | 33 | 63 | 105 | 167 | 209 | 230 |
| | 20 | - | 33 | 62 | 125 | 147 | 209 | 251 | 272 |
| | 40 | 42 | 75 | 117 | 167 | 209 | 251 | 272 | - |
| | 60 | 63 | 105 | 147 | 209 | 230 | 272 | - | - |

Контрольні запитання

1. Які методи електротермооброблення бетону застосовують на практиці?
2. Що таке загальний режим термооброблення бетону? Які його періоди та параметри?
3. Які схеми встановлення електродів застосовують та за яких умов?
4. Які параметри визначають для розрахунку методу електропрогрівання бетону?
5. Яке обладнання підбирають під час проектування електропрогрівання бетону?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

Розрахунок вантажозахватних пристосувань

1. Загальні положення.

Під час монтажу будівельних конструкцій застосовують різні вантажозахватні та монтажні пристосування. Для захвату конструкцій використовують універсальні полегшені стропи, а також траверси, що представлені як жорсткі стропи у вигляді металевих конструкцій балок або ферм.

Траверси застосовують у тих випадках, коли елементи конструкцій, що їх піднімають, розраховані з умов їх роботи в спорудах, не можуть сприймати монтажних зусиль, які виникають від гнучкого стропа, а також для зменшення потрібної висоти підйому елементів кранами.

Вантажозахватні пристосування розраховують за формулами наведеними в табл. 4.1.

На практичних заняттях студенти виконують завдання щодо розрахунку стропів за вихідними даними, наведеними в табл. 4.2. Схеми стропів і траверс показані на рис. 4.1. У таблиці варіантів вихідних даних передбачається, що студенти розраховують і підбирають металеві канати для стропів і сортамент прокатних профілів для траверс.

Масу конструкцій, які піднімаються, обчислюють виходячи з їх розмірів і щільності залізобетону, що дорівнює 2500 кг/м^3 .

Висоту стропів обчислюють виходячи з максимально допустимого відхилення стропа від вертикалі та розмірів конструкцій і місць розміщення петель для підйому плит.

Таблиця 4.1 – Основні формули для розрахунку вантажо-захватних пристосувань

| № п/п | Величина, яку визначають | Формула або вказівка |
|-------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Максимальне зусилля в стропі | $S = \frac{K \cdot Q}{n \cdot \cos \alpha},$ де K - коефіцієнт нерівномірності навантаження на вітки стропа; при $n < 4$ беруть $K = 1$; при $n > 4$ беруть $K = 1,2$; Q - маса конструкції, яку піднімають; n - кількість віток стропа; α - кут відхилення віток стропа від вертикалі, беруть 30...45 град |
| 2 | Розривне зусилля в стропі | $R_p = m \cdot S,$ де m - коефіцієнт запасу міцності, для підвісних захватів беруть $m = 6$ |
| 3 | Діаметр канату | Беруть за табл. 5.3 |
| 4 | Нормальна напруга в траверсі із згином в одній площині | $\sigma_{\min} = \frac{M_{\max}}{W_{x\min}} \leq R_y \gamma_c,$ де M_{\max} - згинальний момент у траверсі; $W_{x\min}$ - мінімальний момент опору прокатного профілю, підібраний за сортаментом |
| 5 | Потрібний момент опору вигнутого перерізу | $W_{\text{нomp}} = \frac{M_{\max}}{R_y \gamma_c},$ де R_y - розрахунковий опір фасонного прокату зі сталі ВСтЗпсв-І з товщиною полиці: $t = 4...10$ мм – $R_y = 230$ МПа; $t = 11...20$ мм – $R_y = 235$ МПа; γ_c - коефіцієнт умов роботи (беруть $\gamma_c = 1$) |

| | | |
|----|--|--|
| 6 | Центрально-розтягнутий сталевий елемент траверси | |
| 7 | Потрібна площа перерізу спарених кутників | $A_{номр} = \frac{N}{K_{посл} R_y \gamma_c},$ <p>де N - зусилля в елементі траверси; $K_{посл}$ - коефіцієнт послаблення перерізу, беруть $K_{посл} = 0,85$</p> |
| 8 | Розрахункова площа підібраних кутників | $A_n = 2(A_{номр} - dt_f),$ <p>де A_n - площа перерізу кутика (за сортаментом); $d = d_0$ - діаметр отвору; t_f - товщина полки кутика.</p> |
| 9 | Центрально-стиснутий сталевий елемент траверси | |
| 10 | Потрібна площа перерізу | $A_{номр} = \frac{N}{(0,6...0,8)R_y \gamma_c},$ <p>де $0,6...0,8$ – орієнтовне значення коефіцієнта повздожнього згину</p> |
| 11 | Розрахункова гнучкість взятого перерізу | $\lambda_x = I_x / i_x; \lambda_y = I_y / i_y;$ <p>де λ_{max} визначимо φ_{min} для відповідного R_y</p> |

2. Зміст роботи.

1. Види вантажозахватних пристосувань.
2. Розрахунок стропів і траверси для підйому балки.
3. Розрахунок стропів і траверси для підйому плити.

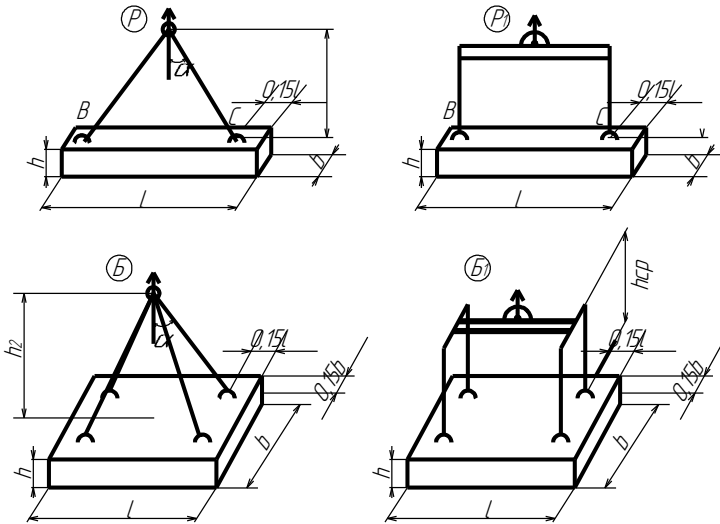


Рисунок 4.1 – Схеми стропів і траверс.

3. Порядок виконання роботи.

3.1. В розділі "види вантажозахватних пристосувань" наводять класифікацію вантажозахватних пристосувань за наступними ознаками: просторовою жорсткістю, галуззю використання, способом керування та принципом роботи. Описують які бувають стропи, траверси, тощо, галузі їх застосування.

Приклад виконання розрахункової частини роботи.

Розрахувати стропи і траверсу для підйому залізобетонної конструкції за вихідними даними для варіанта №9 (табл. 4.2).

Вихідні дані.

- Розміри балки: - довжина $l = 6$ м;
 - товщина $b = 0,4$ м;
 - висота $h = 0,6$ м.

Визначаємо масу балки:

$$Q = 6 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 2500 = 3600 \text{ кг.}$$

Таблиця 4.2 – Таблиця вихідних даних за варіантами завдань

| Вид конст-рукції | Параметри конст-рукції, м | Варіанти завдань | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Балка | Довжина | 4,0 | 4,8 | 5,4 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | 9,0 | 8,0 | 8,0 | 5,4 |
| | Ширина | 0,25 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| | Висота | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Плита | Довжина | 2,0 | 2,4 | 3,2 | 3,6 | 4,2 | 4,8 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | 9,0 |
| | Ширина | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,2 | 1,6 | 1,8 |
| | Висота | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,3 |
| Балка | Довжина | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | Ширина | 4,8 | 4,0 | 4,2 | 4,8 | 5,4 | 9,0 | 6,4 | 9,0 | 12,0 | 18,0 |
| | Висота | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,25 | 0,25 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Плита | Довжина | 8,0 | 4,8 | 4,2 | 3,6 | 3,2 | 2,4 | 2,0 | 2,4 | 3,2 | 3,6 |
| | Ширина | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| | Висота | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Балка | Довжина | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| | Ширина | 4,0 | 4,0 | 18,0 | 12,0 | 9,0 | 6,0 | 4,8 | 4,0 | 4,2 | 6,0 |
| | Висота | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| Плита | Довжина | 4,0 | 4,8 | 5,4 | 8,0 | 8,4 | 9,0 | 12,0 | 9,0 | 6,0 | 4,8 |
| | Ширина | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 3,0 | 1,8 | 1,8 | 1,0 |
| | Висота | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,4 |
| Балка | Довжина | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| | Ширина | 4,8 | 4,0 | 4,2 | 4,8 | 5,4 | 9,0 | 6,4 | 9,0 | 12,0 | 18,0 |
| | Висота | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,25 | 0,25 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Плита | Довжина | 8,0 | 4,8 | 4,2 | 3,6 | 3,2 | 2,4 | 2,0 | 2,4 | 3,2 | 3,6 |
| | Ширина | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| | Висота | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Балка | Довжина | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| | Ширина | 4,0 | 4,0 | 18,0 | 12,0 | 9,0 | 6,0 | 4,8 | 4,0 | 4,2 | 6,0 |
| | Висота | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| Плита | Довжина | 4,0 | 4,8 | 5,4 | 8,0 | 8,4 | 9,0 | 12,0 | 9,0 | 6,0 | 4,8 |
| | Ширина | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 3,0 | 1,8 | 1,8 | 1,0 |
| | Висота | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,4 |

З рис. 4.1 відома умова розміщення підйомних петель конструкції, відстань від краю балки становить $0,15 \cdot l$. Для даного прикладу $0,15 \cdot l = 0,15 \cdot 6 = 0,9$ м. При цьому $B_0 = 6/2 - 0,9 = 2,1$ м (див. рис. 4.1).

3.2. Розрахунок стропів і траверси для підйому балки.

Розрахунок стропу.

Кут між стропами має перебувати в межах 90...60 град, беремо 70 град. Кут відхилення стропа від вертикалі 35 град.

Висота стропу

$$h_c = \frac{B_0}{\operatorname{tg} 35^\circ} = \frac{2,1}{0,7} = 3 \text{ м}.$$

Довжина вітки стропу

$$l_c = \sqrt{1,6^2 + 3^2} = \sqrt{12,2} = 3,5 \text{ м}$$

Зусилля в стропях

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q \cdot K}{n} = \frac{1}{0,819} \cdot \frac{36 \cdot 1}{2} = 22 \text{ кН}.$$

Розривне зусилля $R_p = S \cdot m = 22 \cdot 6 = 132$ кН.

За табл. 4.3 беремо канат типу ТК 6х37+1, $d_k = 18$ мм, група 1568/160, $R_p = 146500$ Н.

Розрахунок траверси.

Беремо конструкцію траверси типу Р1 (рис. 4.1). Довжина траверси за наведеними розрахунками становитиме 3,6 м, висоту беремо 1 м.

Згинальний момент

$$M_{3z} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{Q \cdot l}{4} = \frac{36 \cdot 4,2}{4} = 37,8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблиця 4.3 – Канат подвійний, сукання типу ТК конструкції 60x37/1+6+12+18/+1 о.с.

| Діаметр каната, мм | Розрахункова площа перерізу всіх дротів, мм | Орієнтовна маса 1000 м змашеного каната, кг | Маркірувальна група, МПа | | | |
|--------------------|---|---|---|-----------|-----------|-----------|
| | | | 1568/160/ | 1666/170/ | 1764/180/ | 1960/200/ |
| | | | Розривне зусилля, Н не менше, каната в цілому | | | |
| 11,5 | 43,85 | 427,0 | 57500 | 61000 | 62600 | 68000 |
| 13,5 | 63,05 | 613,5 | 82400 | 87700 | 89600 | 97700 |
| 15,0 | 85,77 | 834,5 | 112000 | 119000 | 122000 | 132000 |
| 18,0 | 111,99 | 1090,0 | 146500 | 155500 | 159500 | 173000 |
| 20,0 | 141,67 | 1380,0 | 185500 | 197000 | 202000 | 219000 |
| 22,5 | 174,84 | 1705,0 | 229000 | 243000 | 249000 | 270500 |
| 24,5 | 211,50 | 2060,0 | 277000 | 294500 | 301000 | 327500 |
| 27,0 | 252,26 | 2455,0 | 403500 | 351000 | 360000 | 390500 |
| 29,0 | 295,93 | 2880,0 | 387500 | 412000 | 422000 | 458000 |
| 31,5 | 343,11 | 3340,0 | 449500 | 478000 | 489500 | 531500 |
| 33,5 | 393,78 | 3833,0 | 516500 | 548500 | 561500 | 810000 |
| 36,5 | 447,91 | 4360,0 | 587500 | 624000 | 639500 | 694000 |
| 38,0 | 505,54 | 4920,0 | 808500 | 859000 | 859000 | 782500 |
| 39,5 | 568,67 | 5515,0 | 743000 | 789000 | 808500 | 875500 |
| 44,5 | 669,34 | 6805,0 | 914000 | 971500 | 995000 | 1080000 |
| 49,0 | 846,01 | 8235,0 | 1105000 | 1175000 | 1205000 | 1305000 |

Епюру згинальних моментів показано на рис. 4.2.

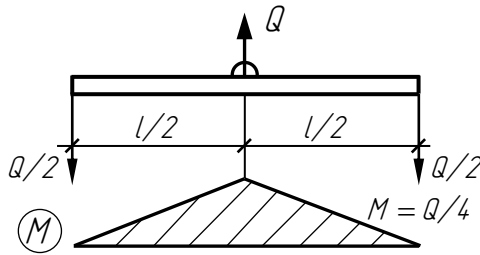


Рисунок 4.2 – Епюра згинальних моментів для траверси

Момент опору

$$W = \frac{M_{зг}}{R_y \gamma_c} = \frac{37,8}{230 \cdot 1} = 164,3 \text{ см}^3.$$

Беремо для балки траверси два швелера №16 з моментом опору кожного $93,8 \text{ см}^3$.

Загальний момент опору

$$W = 93,8 \cdot 2 = 187,6 \text{ см}^3.$$

3.3. Розрахунок стропів і траверси для підйому плити.

Аналогічно розраховуємо стропи і траверсу для підйому плити за варіантом завдання.

Контрольні запитання.

1. Які види вантажозахватних пристосувань застосовують для монтажних робіт і за яких умов?
2. Які переваги мають траверси перед стропами?
3. У чому полягає розрахунок стропів; що визначають внаслідок розрахунку і за якими показниками?
4. Як розраховують траверси?
5. Який коефіцієнт запасу беруть для розрахунків стропів і траверс?
6. На яке навантаження випробовують стропи і траверси?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

Визначення монтажних характеристик будівельних конструкцій

1. Загальні положення.

Монтаж будівельних конструкцій – комплексно-механізований процес зведення будинків, споруд або частин їх із задалегідь виготовлених елементів чи вузлів. Він складається з транспортних, підготовчих та суто монтажних процесів і операцій, які виконують за допомогою монтажних, такелажних та транспортних засобів.

До транспортних процесів належать навантажування монтажних елементів, перевезення їх, розвантаження та складування або подавання під гак крана. Підготовчі процеси складаються з укрупнення, попереднього оснащення конструкцій такелажним приладдям, риштуванням, пристроями для вивірення та тимчасового закріплення, тощо. Суто монтажні процеси (операції) - це оснащення, стропування і захоплення конструкцій, піднімання або переміщення, наведення та установлення їх на опори або заведення їх у стик, вивірення, тимчасове і постійне закріплення.

Організаційно-технологічна структура монтажу характеризується особливостями її складових і структурних елементів, які розкривають:

- організацію процесу, що передбачає напрямлений розвиток фронту монтажних робіт, послідовність та режим виконання окремих операцій,

- характер укрупнення монтажних елементів, перевезення їх і подавання в зону монтажу;

- механізацію окремих монтажних операцій або їх комплексів;

- прийоми виконання основних монтажних операцій в оснащенні (строповці), захопленні, наведенні, орієнтуванні й встановленні елементів конструкцій, вивіренні, фіксації, закріпленні в проектному положенні, тощо.

На організаційно-технологічну структуру монтажу впливають монтажні характеристики - будівельний габарит об'єкта, монтажна маса конструкцій, висота піднімання і глибина подавання.

Будівельний габарит – це межові контури об'єкта, які визначають можливість безпечного наближення до нього (при переміщенні) монтажних або транспортних засобів для подавання конструкцій, які монтують. Розрізняють будівельний габарит зовнішній і внутрішній.

Монтажна маса конструкцій – визначається загальною масою, яку треба підняти, перемістити та встановити в проектне положення залежно від прийнятого способу підйому.

Висота підйому – технологічно необхідна висота вертикального переміщення монтажних елементів - може бути проектною і монтажною. Проектна висота характеризується робочими позначками розташування складових елементів за висотою, а монтажна (H_m) – можливою технологією піднімання чи опускання конструкції.

Глибину подавання конструкції визначають відстанню її переміщення в горизонтальній площині відносно вибраних координатних осей наприклад осей монтажних кранів. Відстань між краном і об'єктом будівництва встановлюють за будівельним габаритом. У цьому випадку глибина подавання визначається монтажним вильотом робочого обладнання – стріли (гака) крана - L_m і описується радіусом її дії, тобто відстанню між центром ваги елемента і віссю повороту крана.

Робота містить вихідні данні для проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі. Згідно виконаних креслень проектуємої будівлі складають відомість монтуємих конструкцій і підраховують обсяги монтажних робіт. Відповідно до виду монтуємих конструкцій вибирають вантажозахватні пристосування. Визначають потрібні монтажні характеристики будівельних конструкцій.

2. Зміст роботи.

1. Монтаж будівельних конструкцій.
2. Проектування монтуємої будівлі.
3. Складання відомості монтованих конструкцій та обсягів монтажних робіт.
4. Вибір вантажозахватних пристосувань.
5. Визначення монтажних характеристик конструкцій.

3. Порядок виконання роботи.

3.1. Монтаж будівельних конструкцій.

Загальні відомості. Організаційно-технологічна структура монтажу. Монтажні характеристики конструкцій.

Класифікація методів монтажу будівельних конструкцій одноповерхової промислової будівлі:

- роздільний метод монтажу;
- комплексний метод монтажу;
- комбінований метод монтажу.

3.2. Проектування монтуємої будівлі.

Студентам видають вихідні дані розмірів будівель і параметри конструкцій. Варіанти завдань наведено в табл. 5.1, розміри конструкцій в табл. 5.2, 5.3. Приклад схеми будівлі показано на рис. 5.1.

У табл. 5.1 наведені варіанти з шифрами будівель. Наприклад, шифр 72Б4-18-72(а, б) показує, що будівля безкранова має довжину 72 м, чотири прольоти, ширина прольоту 18 м, висота до низу ферм 7,2 м, крок колон і ферм (а) 6 м, (б) 12 м.

Шифр 72К-18-96(а, б) показує, що будівля з кранами має довжину 72 м, чотири прольоти, ширина прольоту 18 м, висота до низу ферм 9,6 м, крок колон і ферм (а) 6 м, (б) 12 м.

План і розріз проектуємої будівлі виконується в масштабі.

Таблиця 5.1 – Варіанти завдань, розміри секцій. Безкранові будівлі

| № варіанту | Шифр будівлі | Тип покриття, вид ферм, балок |
|------------|--------------|----------------------------------|
| 1 | 72Б4-18-72а | Сегментні з паралельними поясами |
| 2 | 72Б4-18-72б | |
| 3 | 72Б4-18-84а | |
| 4 | 72Б4-18-84б | |
| 5 | 72Б4-18-84в | |
| 6 | 72Б4-18-96б | |
| 7 | 72Б4-18-96в | Сегментні |
| 8 | 72Б3-18-108б | |
| 9 | 60Б4-18-108в | |
| 10 | 72Б3-18-126б | |
| 11 | 60Б4-18-72а | |
| 12 | 72Б3-24-72б | З паралельними поясами |
| 13 | 72Б3-24-72а | |
| 14 | 72Б2-24-72в | |
| 15 | 72Б3-24-84б | |
| 16 | 72Б3-24-84в | |
| 17 | 72Б4-24-96б | |
| 18 | 60Б3-24-96в | Сегментні |
| 19 | 60Б3-24-108б | |
| 20 | 72Б2-24-108б | |
| 21 | 72Б3-24-108в | |
| 22 | 60Б2-24-126б | |
| 23 | 72Б3-24-126в | З паралельними поясами |
| 24 | 72Б4-18-96а | |
| 25 | 72Б3-18-108а | |

Таблиця 5.1 – Варіанти завдань, розміри секцій. Кранові будівлі

| № варіанту | Шифр будівлі | Відмітка головки крана рейки | Вантажо-підйомність кранів, т | Тип покриття, вид ферм |
|------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 26 | 72К4-18-84б | 6,15 | 10 | 3 паралельними поясами |
| 27 | 60К4-18-84в | 6,15 | 10 | |
| 28 | 60К4-18-96а | 6,95 | 10;20 | |
| 29 | 72К4-18-96б | 6,95 | 10;20 | |
| 30 | 72К3-18-96б | 6,95 | 10;20 | |
| 31 | 72К4-18-108а | 8,15 | 10;20 | Сегментні |
| 32 | 72К4-18-108б | 8,15 | 10;20 | |
| 33 | 72К4-18-108в | 8,15 | 10;20 | |
| 34 | 72К4-18-126б | 9,65 | 10;20;30 | |
| 35 | 72К4-18-126в | 9,65 | 10;20;30 | |
| 36 | 72К4-18-144б | 11,45 | 20;30 | 3 паралельними поясами |
| 37 | 60К4-18-144в | 11,45 | 20;30 | |
| 38 | 72К3-24-84а | 6,15 | 10 | |
| 39 | 72К3-24-84б | 6,15 | 10 | |
| 40 | 72К3-24-84в | 6,15 | 10 | |
| 41 | 72К3-24-96а | 6,95 | 10;20 | Сегментні |
| 42 | 72К3-24-96б | 6,95 | 10;20 | |
| 43 | 72К3-24-96в | 6,95 | 10;20 | |
| 44 | 72К2-24-108а | 8,15 | 10;20 | |
| 45 | 72К2-24-126б | 9,65 | 10;20;30 | |
| 46 | 72К3-24-108в | 8,15 | 10;20 | |
| 47 | 72К2-24-108б | 8,15 | 10;20 | |
| 48 | 72К3-24-126в | 9,65 | 10;20;30 | |
| 49 | 60К3-24-144в | 11,45 | 20;30 | 3 паралельними поясами |
| 50 | 60К3-24-144б | 11,45 | 20;30 | |

Таблиця 5.2 – Параметри будівельних конструкцій для варіантів будівель. (Будівлі без мостових кранів)

| № варіанту | Крайня колона | | | | Середня колона | | | | Балка | | | | | Ферма | | | | Плита | |
|------------|---------------|-------|-------|---------|----------------|-------|-------|---------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------|-------|---------------|---------|-------|-----------------|---------|
| | H, м | b, мм | h, мм | Маса, т | H, м | b, мм | h, мм | Маса, т | L, м | b, мм | h ₁ , мм | h ₂ , мм | Маса, т | L, м | Крок колон, м | Маса, т | H, мм | Розмір bхLхh, м | Маса, т |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | 7,2 | 400 | 400 | 3,3 | | | | | 18 | 240 | 360 | 360 | 10,4 | 18 | 6 | 6,9 | 3000 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 2 | 7,2 | 500 | 500 | 5,1 | | | | | 18 | 280 | 360 | 360 | 12,1 | | | | 3000 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 3 | 8,4 | 400 | 400 | 3,8 | 8,4 | 400 | 500 | 4,7 | 18 | 200 | 360 | 320 | 8,5 | | | | 3000 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 4 | 8,4 | 500 | 500 | 5,8 | 8,4 | 500 | 500 | 5,5 | | | | | | | | | 3000 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 5 | 8,4 | 400 | 500 | 4,7 | 8,4 | 500 | 600 | 6,5 | | | | | | 18 | 12 | 9,8 | 3000 | 3х12х0,45 | 5,7 |
| 6 | 9,6 | 400 | 400 | 4,2 | | | | | | | | | | 18 | 6 | 8,1 | 3000 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 7 | 9,6 | 400 | 500 | 5,4 | 9,6 | 500 | 500 | 6,6 | | | | | | 18 | 12 | 11 | 3000 | 3х12х0,45 | 7 |
| 8 | 10,8 | 400 | 500 | 5,9 | 10,8 | 400 | 700 | 8,3 | | | | | | 18 | 9,8 | 9,8 | 3000 | 1,5х6х0,3 | 1,5 |
| 9 | 10,8 | 400 | 700 | 8,3 | 10,8 | 400 | 700 | 8,3 | | | | | | 18 | 12 | 9,8 | 3000 | 1,5х12х0,4 | 5,1 |
| 10 | 12,6 | 400 | 500 | 6,5 | 12,6 | 400 | 700 | 9,2 | | | | | | 18 | 6 | 8,1 | 3000 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 11 | 7,2 | 400 | 400 | 3,3 | | | | | | | | | | 18 | 12 | 11 | 3000 | 3х12х0,45 | 5,7 |

Продовження табл. 5.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|-----------|-----|
| 12 | 7,2 | 500 | 500 | 5,1 | | | | | | | | | | 24 | 6 | 9,8 | 3000 | 1,5x6x0,3 | 1,5 |
| 13 | 7,2 | 400 | 400 | 8,3 | 7,2 | 400 | 400 | 3,3 | | | | | | 24 | 6 | 11 | 3000 | 3x6x0,3 | 2,6 |
| 14 | 7,2 | 500 | 500 | 5,1 | 7,2 | 500 | 500 | 4,8 | | | | | | 24 | 12 | 15 | 3000 | 3x12x0,45 | 7 |
| 15 | 8,4 | 400 | 400 | 3,8 | | | | | | | | | | 24 | 6 | 11 | 3000 | 3x6x0,3 | 2,6 |
| 16 | 8,4 | 500 | 500 | 5,8 | | | | | | | | | | 24 | 12 | 19 | 3000 | 3x12x0,45 | 5,7 |
| 17 | 9,6 | 400 | 400 | 4,2 | 9,6 | 500 | 500 | 6,8 | | | | | | 24 | 6 | 12,2 | 3000 | 1,5x6x0,3 | 1,5 |
| 18 | 9,6 | 400 | 500 | 5,4 | 9,6 | 500 | 500 | 6,8 | | | | | | 24 | 12 | 15 | 3300 | 3x12x0,45 | 7 |
| 19 | 10,8 | 400 | 500 | 5,9 | | | | | | | | | | 24 | 6 | 9,8 | 3300 | 3x6x0,3 | 2,6 |
| 20 | 10,8 | 400 | | 8,3 | 10,8 | 400 | 700 | 8,3 | | | | | | 24 | 12 | 19 | 3300 | 1,5x6x0,3 | 1,5 |
| 21 | 10,8 | 400 | 500 | 5,9 | 10,8 | 400 | 700 | 8,3 | | | | | | 24 | 12 | 19 | 3300 | 3x6x0,3 | 2,6 |
| 22 | 12,6 | 400 | 500 | 6,5 | 12,6 | 400 | 700 | 9,2 | | | | | | 24 | 12 | 19 | 3300 | 1,5x6x0,3 | 1,5 |
| 23 | 12,6 | 400 | 500 | 6,5 | 12,6 | 400 | 700 | 9,2 | | | | | | 24 | 12 | 15 | 3300 | 3x6x0,3 | 2,6 |
| 24 | 9,6 | 400 | 400 | 4,2 | | | | | | | | | | 18 | 6 | 8,1 | 3300 | 3x6x0,3 | 2,6 |
| 25 | 10,8 | 400 | 500 | 5,9 | 10,8 | 400 | 700 | 8,3 | | | | | | 18 | 6 | 9,8 | 3300 | 1,5x6x0,3 | 1,5 |

Примітка. В таблиці наведено основні розміри конструкцій: H – висота елемента; b , h – розміри поперечного перерізу; L – довжина конструкцій.

Для колон наведено висоту колони над фундаментом. Для визначення повної висоти колони потрібно для всіх варіантів колон додати 900 мм – розмір заглиблення колон у стакани фундаментів.

Таблиця 5.3 – Параметри будівельних конструкцій для варіантів будівель (будівля з мостовими кранами)

| № варіанту | Крайня колона | | | | Середня колона | | | | Підкранова балка | | | | Ферма | | | Плита | |
|------------|---------------|-------------|---------------------|---------|----------------|-------------|---------------------|---------|------------------|---------|-------|---------------------|-------|----------------|---------|-----------------|---------|
| | H, м | Переріз, мм | H _е , мм | Маса, т | H, м | Переріз, мм | H _е , мм | Маса, т | L, м | Маса, т | h, мм | h _д , мм | L, м | Крок колони, м | Маса, м | Розмір bхLхh, м | Маса, т |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 26 | 8,4 | 400х380 | 3200 | 5,3 | | | | | 12 | 1,4 | 1450 | | 18 | 16 | 8,1 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 27 | 8,4 | 400х380 | 3200 | 5,3 | 8,4 | 400х600 | 3200 | 7,0 | 12 | 1,5 | 1450 | | 18 | 12 | 9,8 | 3х12х0,45 | 5,7 |
| 28 | 9,6 | 400х380 | 3800 | 7,1 | 9,6 | 400х600 | 3800 | 9,2 | 6 | 0,5 | 1050 | | 18 | 6 | 6,9 | 1,5х6х0,3 | 1,5 |
| 29 | 9,6 | 40х380 | 3800 | 7,1 | | | | | 12 | 1,6 | 1450 | | 18 | 12 | 11 | 3х12х0,45 | 5,7 |
| 30 | 9,6 | 500х600 | 4220 | 75,1 | 9,6 | 500х600 | 4200 | 11,8 | 12 | 1,7 | 1450 | | 18 | 12 | 9,8 | 3х6х0,3 | 9,6 |
| 31 | 10,8 | 400х380 | 3880 | 10,4 | 10,8 | 400х600 | 3800 | 10,1 | 6 | 0,6 | 1050 | | 18 | 6 | 8,1 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 32 | 10,8 | 500х600 | 4200 | 8,0 | 10,8 | 500х600 | 4220 | 13,0 | 12 | 1,8 | 1450 | | 18 | 12 | 11 | 3х12х0,45 | 5,7 |
| 33 | 10,8 | 500х600 | 4200 | 11,6 | | | | | 12 | 1,9 | 1450 | 3000 | 18 | 12 | 9,8 | 3х12х0,45 | 5,7 |
| 34 | 12,6 | 500х600 | 5100 | 11,6 | 12,6 | 500х600 | 5100 | 13,6 | 12 | 2,0 | 1450 | | 18 | 12 | 11 | 3х6х0,3 | 2,6 |
| 35 | 12,6 | 500х600 | 4200 | 12,5 | 12,6 | 500х600 | 4200 | 13,2 | 12 | 2,1 | 1450 | | 18 | 12 | 9,8 | 3х12х0,45 | 5,7 |
| 36 | 14,4 | 500х600 | 4200 | 11,3 | | | | | 12 | 2,2 | 1450 | | 18 | 12 | 11 | 3х6х0,3 | 2,6 |

Продовження табл. 5.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----|------|---------|------|------|------|---------|------|------|----|-----|------|------|----|----|------|-----------|-----|
| 37 | 14,4 | 500x600 | 4200 | 14,7 | 14,4 | 600x600 | 4200 | 18,5 | 12 | 2,3 | 1450 | | 18 | 12 | 9,8 | 3x12x0,45 | 5,7 |
| 38 | 8,44 | 400x380 | 3200 | 14,7 | 8,4 | 400x600 | 3200 | 7,0 | 6 | 0,7 | 1050 | | 24 | 6 | 9,8 | 3x6 | 2,6 |
| 39 | 8,4 | 500x600 | 3800 | 5,3 | | | | | 12 | 2,4 | 1450 | | 24 | 12 | 15 | 3x6 | 2,6 |
| 40 | 8,4 | 500x600 | 3800 | 9,3 | 8,4 | 500x600 | 3800 | 10,7 | 12 | 2,5 | 1450 | | 24 | 12 | 19 | 3x12 | 5,7 |
| 41 | 9,6 | 400x380 | 3800 | 9,3 | 9,6 | 400x600 | 3800 | 9,2 | 6 | 0,8 | 1050 | | 24 | 6 | 12,2 | 3x6 | 2,6 |
| 42 | 9,6 | 500x600 | 4200 | 7,1 | 9,6 | 500x600 | 4200 | 1,8 | 12 | 2,6 | 1450 | | 24 | 12 | 15 | 3x6 | 2,6 |
| 43 | 9,6 | 500x600 | 4200 | 10,4 | 9,6 | 500x600 | 4200 | 11,8 | 12 | 2,7 | 1450 | | 24 | 12 | 19 | 3x12 | 5,7 |
| 44 | 10,8 | 400x380 | 3800 | 10,4 | 10,8 | 400x600 | 3200 | 10,1 | 6 | 0,5 | 1450 | 3300 | 24 | 6 | 12,2 | 1,5x6 | 1,5 |
| 45 | 12,8 | 500x600 | 4200 | 8,0 | 2,6 | 500x600 | 4200 | 13,2 | 12 | 2,8 | 1450 | | 24 | 12 | 15 | 3x6 | 2,6 |
| 46 | 10,8 | 400x380 | 3800 | 8,0 | 10,8 | 400x600 | 3800 | 10,1 | 12 | 2,6 | 1450 | | 24 | 12 | 19 | 3x12 | 5,7 |
| 47 | 10,8 | 500x600 | 4200 | 11,6 | 10,8 | 500x600 | 4200 | 13,0 | 12 | 1,8 | 1450 | | 24 | 12 | 19 | 3x6 | 2,6 |
| 48 | 12,6 | 500x600 | 4200 | 11,3 | 12,6 | 500x600 | 4200 | 13,2 | 12 | 2,8 | 1450 | | 24 | 12 | 15 | 3x6 | 2,6 |
| 49 | 14,4 | 500x600 | 4200 | 14,7 | 14,4 | 600x600 | 4200 | 18,5 | 12 | 2,3 | 1450 | | 24 | 12 | 19 | 3x12 | 5,7 |
| 50 | 14,4 | 500x600 | 4200 | 14,7 | 14,4 | 600x500 | 4200 | 18,5 | 12 | 2,7 | 1450 | | 24 | 12 | 15 | 3x6 | 2,6 |

Примітка. В таблиці наведено основні розміри конструкцій: H – висота елемента; H_c – висота колони над консоллю, $b \times h$ – переріз колон; L – довжина конструкції.

Для колон наведено висоту колони над фундаментом. Для визначення повної висоти колони потрібно для всіх варіантів колон додати 1000 мм – розмір заглиблення колон у стакани фундаментів.

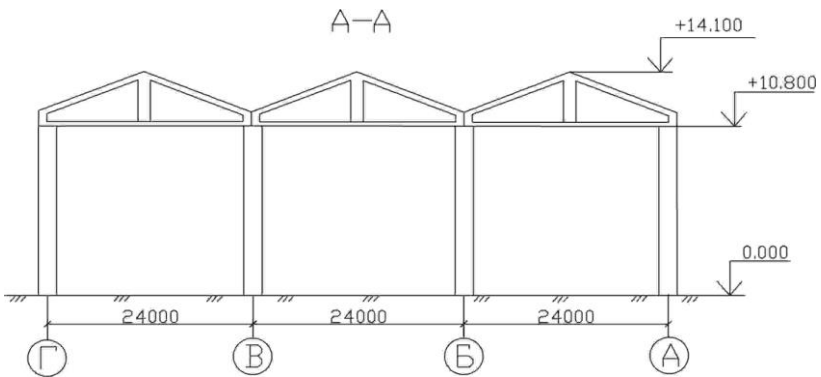
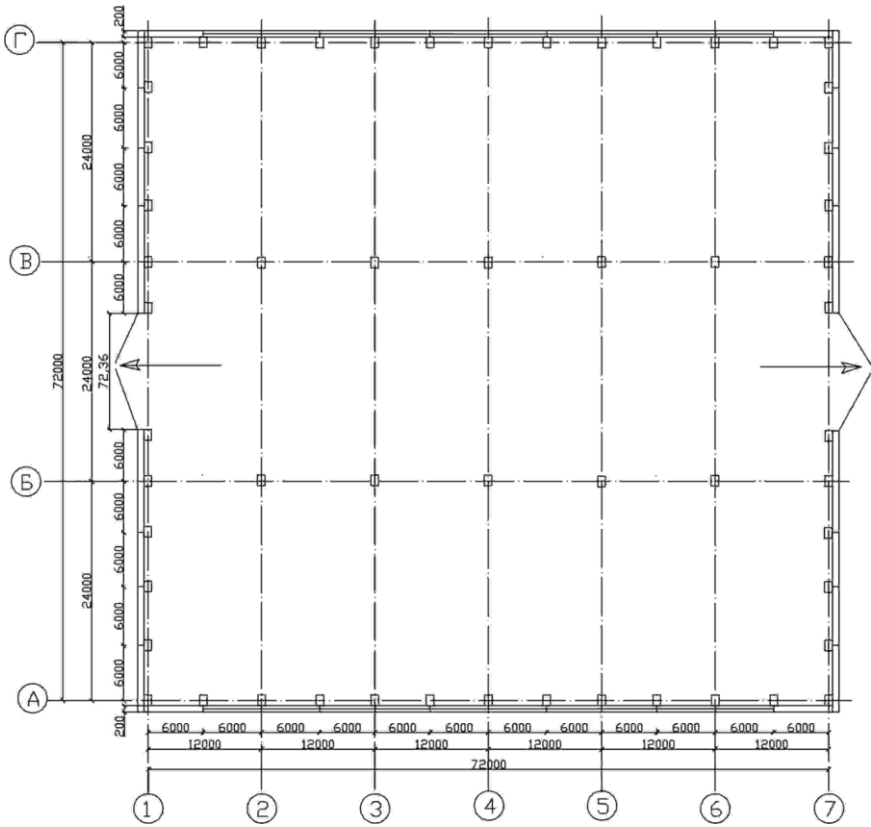


Рисунок 5.1 – План і розріз монтуємої будівлі.

3.3. Складання відомості монттованих конструкцій та обсягів монтажних робіт.

Відомість монттованих конструкцій та обсягів монтажних робіт складають за формою (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Відомість монттованих конструкцій

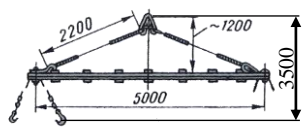
| № п/п | Назва, марка (умовне позначення) збірних конструкцій | Од. виміру | Кількість | Ескіз і основні розміри | Маса елементів, т | |
|-------|--|------------|-----------|---|-------------------|----------|
| | | | | | одного елемента | загальна |
| 1 | Ферма покриття, 1ФС24-2АУ (Ф1) | шт | 7 |  | 9,2 | 64,4 |

В відомість монттованих конструкцій по проектуемій будівлі входять: колоні крайнього ряду, колоні середнього ряду, ферми або балки перекриття, плити перекриття, стінові панелі.

3.4. Вибір вантажозахватних пристосувань.

Вантажозахватні пристосування для монтажу будівельних конструкцій, стропи або траверси вибираємо відповідно до характеристик монттованих елементів і приводимо у вигляді таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Вантажозахватні пристосування для монтажу будівельних конструкцій

| № п/п | Назва (умовне позначення) конструкції, яку монтують | Назва, марка, ескіз з основними розмірами | Характеристика | | |
|-------|---|--|-----------------------|----------|------------------------|
| | | | Вантажопідйомність, т | Маса, кг | Розрахункова висота, м |
| 3 | Ферма покриття, 1ФС24-2АУ (Ф1) | Траверса, Промстальконструкція, №4960Р-56  | 17,5 | 653 | 3,5 |

3.5. Визначення монтажних характеристик конструкцій.

Монтажна маса конструкцій – визначається загальною масою, яку треба підняти, перемістити та встановити в проектне положення залежно від прийнятого способу підйому.

$$Q_m = Q_{ел} + Q_{в.пр.} + Q_{м.осн.} ,$$

де $Q_{ел}$ – вага монтуємого елементау;

$Q_{в.пр.}$ – вага вантажозахватних пристосувань (строп, траверса, тощо);

$Q_{м.осн.}$ – вага монтажного оснащення (драбина, люлька).

Відповідно до відомості монтуємих елементів (табл. 5.4) знаходимо монтажну масу всіх конструкцій монтуємої будівлі: колони, ферма (балка) покриття, плита покриття, стінова панель.

Висота підйому - технологічно необхідна монтажна висота вертикального переміщення монтуємих елементів.

$$H_m = h_0 + h_з + h_{ел} + h_{в.пр.} + h_n ,$$

де h_0 – висота від рівня стоянки крану до опори на яку встановлюється монтуємий елемент;

- h_3 – висота запасу при підніманні конструкції над опорою, яку приймають 0,5 м;
- $h_{ел}$ – висота монтуємого елемента;
- $h_{е.пр.}$ – висота вантажозахватних пристосувань;
- h_n – висота поліспасти, приймається 1,5...2 м.

Глибину подавання конструкції визначають відстанню її переміщення в горизонтальній площині відносно вибраних координатних осей наприклад осей монтажних кранів. Відстань між краном і об'єктом будівництва встановлюють за будівельним габаритом. У цьому випадку глибина подавання визначається монтажним вильотом робочого обладнання – стріли (гака) крана - L_m і описується радіусом її дії, тобто відстанню між центром ваги елемента і віссю повороту крана.

$$L_m = l_1 + l_2 + l_3 ,$$

де l_1 – відстань між віссю повороту крана і шарніром кріплення стріли (для стрілових кранів) попередньо приймається 1,5 м) [7], після остаточного вибору крану ця відстань уточнюється згідно технічної характеристики крану;

l_2 – відстань від шарніра кріплення стріли до зовнішньої поверхні будівлі або її виступаючої частини (для стрілових кранів визначають графічно з умови забезпечення мінімальності вильоту та загальної довжини стріли);

l_3 – відстань від зовнішньої поверхні будівлі або тієї її частини, яка виступає, до осі гака крану.

У більшості випадків виліт стріли монтажних кранів визначають графічно.

Контрольні запитання.

1. Які параметри монтажних пристосувань потрібні для розрахунку монтажних характеристик конструкцій?
2. Які існують методи визначення монтажних характеристик конструкцій?
3. Які існують монтажні характеристики конструкцій і як вони визначаються?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

Вибір монтажних кранів

1. Загальні положення.

Робота містить розрахункову частину щодо визначення потрібних параметрів кранів, виконання графічних (ескізних) опрацювань технологічних схем виконання монтажних робіт. Монтажні крани вибирають за довідковими даними технічних параметрів кранів і потрібними монтажними характеристиками конструкцій.

Під час проведення практичного заняття студенти обчислюють потрібні параметри і вибирають крани для монтажу окремих конструкцій проектуємої будівлі (практична робота №5). Студенти розробляють монтажні схеми для монтажу окремих конструкцій, які використовують для складання технологічної схеми монтажу проектуємої будівлі.

За наведеними вихідними даними можуть видаватись завдання для самостійної роботи студентів.

2. Зміст роботи.

1. Технологія монтажу конструкції згідно варіанту (видається викладачем).
2. Вибір крану.
 - 2.1 Визначення мінімально потрібних параметрів крану.
 - 2.2 Визначення технічної характеристики крану.
 - 2.3 Складання технологічної схеми монтажу конструкції.
3. Складання технологічної схеми монтажу проектуємої будівлі.
4. Вимоги до якості монтажу конструкції.
5. Безпека праці під час виконання монтажних робіт.

3. Порядок виконання роботи.

3.1. Технологія монтажу конструкції.

Описується підготовчі операції та технологічна послідовність монтажу конструкції за варіантом (видається викладачем).

3.2. Вибір крану.

Вибір монтажного крану за технічними параметрами починають з уточнення наступних даних: ваги монтуємих елементів, монтажного оснащення і вантажозахватних пристосувань, габаритів і проектних положень елементів в будівлі (практична робота №5).

На основі цих даних вибирають групу елементів, які характеризуються максимальними вантажними параметрами, для яких визначають мінімально потрібні параметри крану.

3.2.1. Визначення мінімально потрібних параметрів крану.

Мінімально потрібну вантажопідйомність крану визначають за формулою

$$Q_k^{\min \text{ потр.}} = Q_{ел} + Q_{в.нр.} + Q_{м.осн.},$$

де $Q_{ел}$ – вага монтуємого елемента;

$Q_{в.нр.}$ – вага вантажозахватних пристосувань (строп, траверса, тощо);

$Q_{м.осн.}$ – вага монтажного оснащення (драбина, люлька).

Мінімально потрібну висоту підйому вантажного гаку над рівнем стоянки крану визначають за формулою

$$H_{гаку}^{\min \text{ потр.}} = h_0 + h_3 + h_{ел} + h_{в.нр.} + h_n,$$

де h_0 – висота від рівня стоянки крану до опори на яку встановлюється монтуємий елемент (висота монтажного горизонту);

h_3 – висота запасу при підніманні конструкції над опорою, яку приймають 0,5 м;

$h_{ел}$ – висота монтуємого елемента;

$h_{в.нр.}$ – висота вантажозахватних пристосувань;

h_n – висота поліспасти, приймається 1,5...2 м.

Виліт стріли або глибину подавання (див. практична робота №6) у більшості випадків визначають графічно.

Для визначення довжини стріли $l_{стр.}$ і вильоту стріли крану L_M , у масштабі складають монтажну схему встановлення конструкції (рис. 6.1).

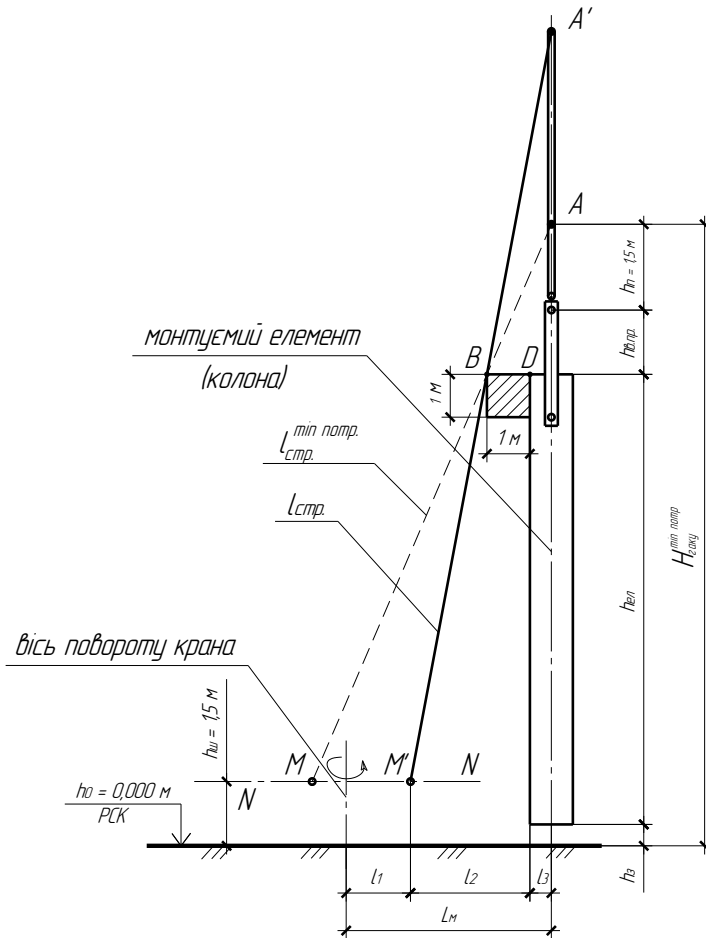


Рисунок 6.1 – Монтажна схема установки колон.

Для кранів з похилою стрілою вісь стріли проводять через дві точки: **A**, розташовану на висоті $H_{гаку}^{\min nomp.}$, та **B**, яка забезпечує безпечний проміжок між стрілою та максимально наближеною до стріли точкою **D** частини об'єкта (приймають 1 м). Вісь стріли проводять до лінії *N-N*, що знаходиться на рівні шарніра її кріплення (для стрілових кранів орієнтовно можна брати 1,5 м від рівня стоянки крану (РСК)) до проектного рівня розташування шарніра – точки **M**. Графічно отримуємо мінімально потрібну довжину стріли $l_{стр.}^{\min nomp.}$.

Теоретично мінімально потрібну довжину стріли можна визначити за формулою

$$l_{стр.}^{\min nomp.} = \sqrt{\left(H_{гаку}^{\min nomp.} - h_{ш}\right)^2 + (l_2 + l_3)^2}.$$

Згідно визначених мінімально потрібних параметрів крану підбираємо кран, який найбільше відповідає визначеним параметрам.

Для визначення мінімального монтажного вильоту L_M , намалюємо вибрану довжину стріли $l_{стр.}$ (рис. 6.1) і обертаючи її навколо точки **B** отримуємо відрізок **A'M'**. Від точки **M'** вліво відкладають відстань l_1 та знаходять положення осі повороту крану і монтажний виліт стріли L_M .

3.2.2. Визначення технічної характеристики крану.

Згідно визначених мінімально потрібних параметрів крану по довжині стріли і залежностям вантажопідйомності крану від вильоту стріли і висоти підйому гаку, вибираємо найбільш відповідний кран і виписуємо його технічну характеристику у вигляді таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика крану

| Марка крана | Вантажо- підйом- ність, т | | Радіус описуємий хвостовою частиною, мм | Швидкості | | | | База, мм | Габарити, мм | | |
|-------------|---------------------------------|----------------------|--|----------------------------------|---|--|---------|-------------|--------------|--------|--|
| | На вивісних опорах | Без вивісних опор | | Підйому, м/хв Опусканню, м/хв | Обертання поворотної частини, об/хв | Переміщення, Роб./транспорт. км/годину | довжина | | ширина | висота | |
| | | | | | | | | | | | |

Примітка: Кран вибирається таким чином, щоб використання його вантажопідйомності було не менше ніж 70...90%.

3.2.3. Складання технологічної схеми монтажу конструкції.

Технологічна схема монтажу конструкції виконується у масштабі з урахуванням схеми проектуємої будівлі (практична робота №5), виду монтуємої конструкції (згідно варіанту) і вибраного монтажного крану. На схемі монтажу приводять напрямок руху та стоянки крану, вказують монтажний радіус крану, та радіус хвостової частини, вказують місця складування монтуємих конструкцій. Приклад виконання монтажною схемою приведено на рисунку 6.4.

3.3. Складання технологічної схеми монтажу проектуємої будівлі.

Технологічна схема монтажу будівлі виконується у масштабі з урахуванням схеми проектуємої будівлі (практична робота №6).

На схемі проектуємої будівлі вказують проходку монтажного крану для кожного виду монтуємої конструкції. Наводять початок руху крану, напрям руху, стоянки крану і кінець руху крану. Приклад виконання монтажною схемою приведено на рисунку 6.5.

3.4. Вимоги до якості монтажу конструкції.

Приводять вимоги до якості монтажу конструкції (згідно варіанту: колон, плит перекриття, стінових панелей, тощо). Описують яким чином і хто контролює якість виконуваних монтажних робіт. Наводять допустимі відхилення в положенні монтуємих конструкцій від проектних.

3.5. Безпека праці під час виконання монтажних робіт.

Описують основні вимоги для забезпечення безпечної роботи при виконанні монтажних робіт.

Приклад виконання розрахункової частини роботи.

Визначити потрібні параметри та підібрати монтажний кран для монтажу колон.

Колони мають наступні монтажні характеристики:

- маса $Q_{ел.} = 8,0$ т;
- висота $h_{ел.} = 10,8$ м;
- переріз $axb = 400 \times 700$ мм.

Для захвату колон вибираємо траверсу з наступними характеристиками:

- вантажопідйомність траверси 15 т;
- маса траверси $Q_{в.тр.} = 0,247$ т;
- розрахункова висота траверси $h_{в.тр.} = 1,5$ м.

Визначаємо мінімально потрібні монтажні параметри крану:

- мінімально потрібна вантажопідйомність крану:

$$Q_{к}^{\min \text{ номп.}} = 8,0 + 0,247 = 8,247 \text{ т.}$$

- мінімально потрібна висота підйому вантажного гаку над рівнем стоянки крану:

$$H_{гаку}^{\min \text{ номп.}} = 0 + 0,5 + 10,8 + 1,5 + 1,5 = 14,3 \text{ м,}$$

де h_0 – висота від рівня стоянки крану до опори на яку встановлюється монтуємий елемент (в даному випадку опора монтажу знаходиться на одному рівні зі стоянкою крану, тому $h_0 = 0$);

h_n – висота поліспасти, приймається 1,5 м.

- довжину стріли $l_{стр.}$ і монтажний виліт стріли крану L_M визначають графічно на основі монтажної схеми встановлення колони (рис. 6.2).

Мінімальна потрібна довжина стріли для монтажу колони, згідно виконаної схеми, дорівнює $l_{стр.}^{min\ погр.} = 15\text{ м.}$

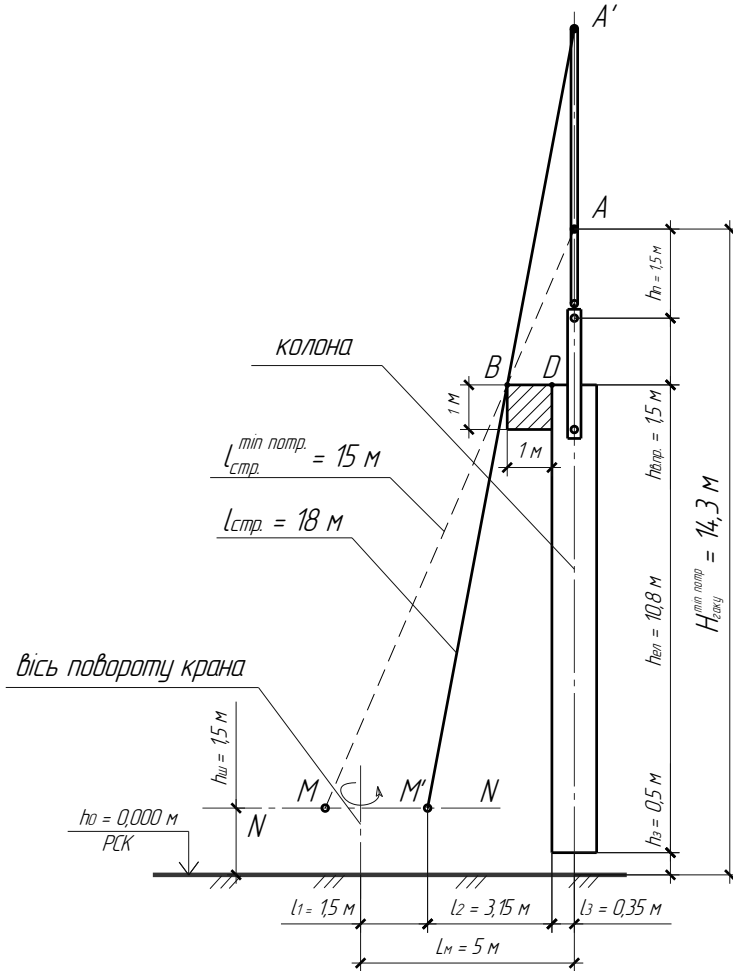


Рисунок 6.2 – Монтажна схема установки колон.

За отриманими мінімально потрібними параметрами крану обираємо найбільш відповідний пневмоколісний кран КС-4362 із стрілою довжиною 18 м.

Випишуємо характеристики для вибраного крану КС-4362 у таблицю 6.1 та приводимо схему залежності його вантажопідйомності від вильоту (рис. 6.3).

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика пневмоколісного крану КС-4362

| Марка крана | Вантажопідйомність, т | | Радіус описуємий хвостовою частиною, мм | Швидкості | | | База, мм | Габарити, мм | | |
|-------------|-----------------------|-------------------|---|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------|--------------|--------|--------|
| | На виносних опорах | Без виносних опор | | Підйому, м/хв Опусканню, м/хв | Обертання поворотної частини, об/хв | Переміщення, Роб./транспорт км/годину | | довжина | ширина | висота |
| КС-4362 | 8,5 | 4 | 3200 | 3,48-12 0,1-20,5 | 0,4-1,2 | 2/15 | 4120 | 16900 | 3150 | 4000 |

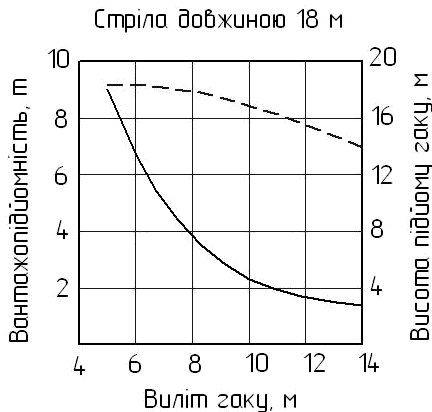


Рисунок 6.3 – Залежність вантажопідйомності крану КС-4362 від вильоту гака.

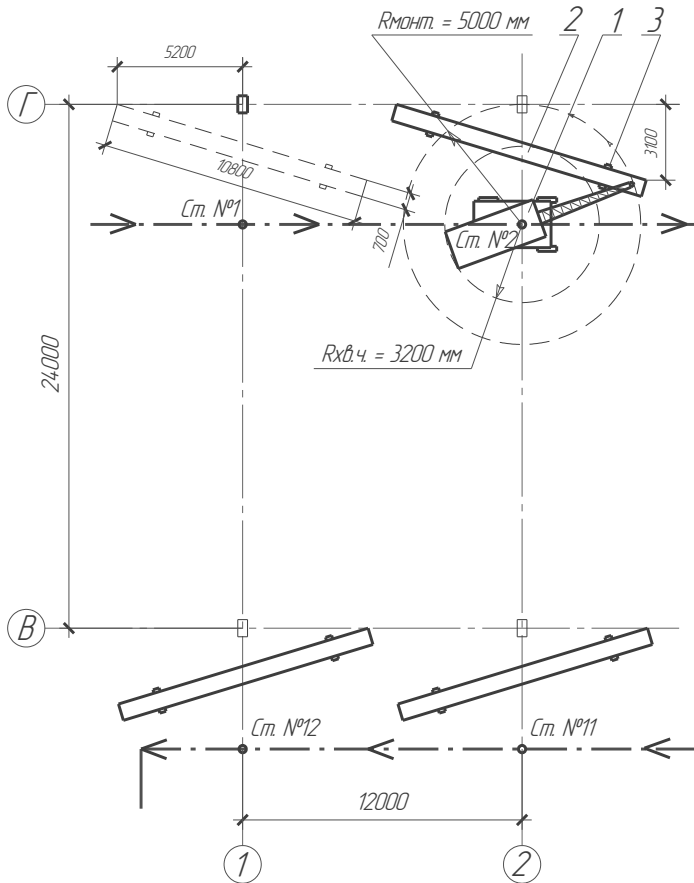


Рисунок 6.4 – Технологічна схема монтажу колон: 1 – кран КС-4362; 2 – колона; 3 – дерев'яна підкладка.

Користуючись монтажними схемами та вихідними даними для інших конструкцій монтуємої будівлі (балки, ферми, плити покриття, стінові панелі), аналогічно визначають потрібні монтажні параметри інших конструкцій і вибирають крани для їх монтажу.

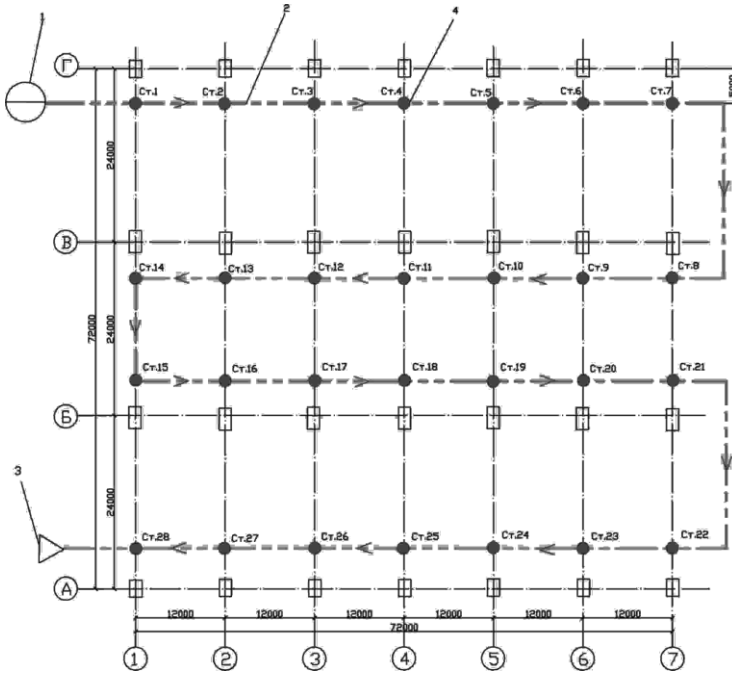


Рисунок 6.5 – Технологічна схема монтажу проектуємої будівлі: 1 – початок руху крана; 2 – напрям руху крана; 3 – кінець руху крана ; 4 – стоянка крану для монтажу колон.

Контрольні запитання.

1. За якими монтажними характеристиками конструкцій вибирають монтажні крани?
2. Які схеми руху кранів застосовують під час монтажу конструкцій будівель; як вони враховуються у визначенні монтажних характеристик?
3. Які параметри монттованих конструкцій потрібні для визначення монтажних характеристик кранів?
4. Яка залежність існує між монтажними характеристиками кранів?
5. Які методи вибору монтажних кранів існують?

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Черненко, В.К. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та ін. – К.: Вища школа, 2002. – 430 с.
2. Жван, В.Д. Зведення і монтаж будівель і споруд: Навчальний посібник / В.Д. Жван, М.Д. Помазан, О.В. Жван. – Харків.: ХНАМГ, 2011. – 395 с.
3. Бабіч, Є.Є. Технологічні карти у будівництві: Навчальний посібник / Є.Є. Бабіч, О.М. Кухнюк, О.Є. Поляновська. - Рівне, НУВГП, 2018. – 91 с.
4. Технологія зведення збірних і монолітних залізобетонних елеваторів: навч. посіб. / С.О. Джирма, В.В. Яцун, В.В. Дарієнко, О.В. Горпинченко. - Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2022. – 108 с.
5. Ковальчук, Я.О. Технологія та організація будівництва: Навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю "Будівництво та цивільна інженерія" / Я.О. Ковальчук. – Тернопіль, ТНТУ, 2017. – 188 с.
6. Гуденко, В.М. Технологія будівельного виробництва: навчальний посібник / В.М. Гуденко. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 481 с.
7. Реконструкція та ремонт будівель і споруд: навч. посіб. / В.В. Дарієнко, С.О. Джирма, І.О. Скриннік [та ін.]. - Кропивницький: ЦНТУ, 2023. - 159 с.
8. ДБН В.2.2-8-98. Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна. – К.: Держбуд України, 1998. (Державні будівельні норми України).
9. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 116 с. (Державні будівельні норми України).

ЗМІСТ

| | стор. |
|--|-------|
| Вступ | 3 |
| Основні терміни і поняття | 3 |
| 1. Практична робота №1. Розрахунок параметрів і вибір обладнання для заглиблення паль | 5 |
| 2. Практична робота №2. Розрахунок параметрів термосного витримування бетону в конструкціях | 17 |
| 3. Практична робота №3. Розрахунок параметрів електропрогрівання бетону, вибір обладнання для теплового оброблення бетону | 24 |
| 4. Практична робота №4. Розрахунок вантажозахватних пристосувань | 37 |
| 5. Практична робота №5. Визначення монтажних характеристик будівельних конструкцій | 45 |
| 6. Практична робота №6. Вибір монтажних кранів | 58 |
| Рекомендовані джерела інформації | 68 |

Навчально-методичне видання

ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД
АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

для здобувачів вищої освіти
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
всіх форм навчання

Електронне видання

Укладач – канд. техн. наук, доцент Джирма С.О.

© ЦНТУ, м. Кропивницький,
пр. Університетський, 8

© Джирма С.О.