

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО
ВИРОБНИЦТВА. ЧАСТИНА 2»

*для бакалаврів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія та
184 «Гірництво»*

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



**КАФЕДРА
БУДІВНИЦТВА,
ГЕОТЕХНІКИ
І ГЕОМЕХАНІКИ**

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО
ВИРОБНИЦТВА. ЧАСТИНА 2»**

*для бакалаврів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія та
184 «Гірництво»*

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи і практичних занять з дисципліни «Технологія і організація будівельного виробництва. Частина 2» для бакалаврів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія та 184 «Гірництво» / М.О. Вигодін, О.К. Іщенко, О.В. Халимендик. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. – 39 с.

Автори:

М.О. Вигодін, к.т.н., доц;

О.К. Іщенко, к.т.н., доц;

О.В. Халимендик, к.т.н., доц;

Рекомендовано до видання редакційною радою НТУ «ДП» (протокол №4 від 19.04.2019) за поданням кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки (протокол №11 від 15.04.2019).

Наведено загальні методичні рекомендації до виконання самостійної роботи і практичних занять з дисципліни «Технологія і організація будівельного виробництва для бакалаврів всіх форм навчання спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія та 184 «Гірництво» які навчаються на кафедрі будівництва, геотехніки і геомеханіки Національного Технічного Університету «Дніпровська політехніка».

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки, д-р техн. наук, проф. С.М. Гапеев.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Приклад проектування технології земляних робіт.....	4
1.1. Підготовчі роботи.....	4
1.2. Набір обладнання для земляних робіт.....	5
1.3. Визначення обсягів земляних робіт.....	6
1.4. Трудомісткість робіт і час на їх виконання	8
2. Організація кам'яної кладки.....	9
3. Розрахунки при веденні бетонних робіт	12
3.1. Розрахунок опалубних форм і лісів	12
3.2. Приготування і транспортування бетонної суміші	14
3.3. Укладання бетонної суміші	22
3.4. Організації бетонування конструкцій гірничотехнічних будівель ..	25
4. Монтажні роботи	28
4.1. Вибір монтажного крана	28
4.2. Визначення розмірів монтажної ділянки.....	35
Нормативні посилання та довідкова література	37

ВСТУП

Загальний порядок атестації та критерії оцінювання здобувачів освітнього рівня бакалаврів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія та 184 «Гірництво» регламентуються наступними документами: «Положення про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу...» [1]; «Стандарт вищої освіти підготовки бакалавра наук з спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія та 184 «Гірництво» відповідно [2, 3]; «Освітньо-професійна програма для першого рівня вищої освіти за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія та 184 «Гірництво» відповідно [4, 5]; «Положення про організацію атестації здобувачів вищої освіти...» [6]; «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти...» [7]; та вимог до оформлення та бібліографії [8, 9].

Дані методичні вказівки розроблені у зв'язку зі збільшенням обсягу дистанційного і самостійного опрацювання матеріалу студентами при вивченні дисципліни «Технологія і організація будівельного виробництва», частина I «Технологія будівельного виробництва».

Вказівки можуть бути корисні також при дипломному проектуванні.

1. ПРИКЛАД ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

В якості прикладу розглянемо порядок проектування і зміст проекту земляних робіт на конкретному прикладі споруди котловану під копер в умовах реконструкції однієї з шахт Донецького басейну.

1.1. Підготовчі роботи

До початку земляних робіт необхідно виконати ряд підготовчих операцій:

а) розчистити майданчик в межах котловану, видалити тимчасові будівлі і комунікації;

б) спорудити межах зіткнення котловану з постійними будівлями підпірні стінки у вигляді шпунтових огорожень;

в) доставити на будівельний майданчик будівельні машини та обладнання;

г) зробити геодезичні розбивочні роботи зі складанням відповідного акту;

д) встановити систему освітлення для роботи в темний час доби.

1.2. Набір обладнання для земляних робіт

При обсягах земляних робіт до 20 тис.м³ застосовують екскаватори з ковшем ємністю 0,65 м³. Приймаємо екскаватор, обладнаний зворотною лопатою ЕО-4321 з ємністю ковша 0,65 м³.

Технічна характеристика екскаватора ЕО-4321	
місткість ковша	0,65 м ³ ,
Найбільший радіус копання	8,4 м.
Найбільша глибина копання	5,3 м.
Радіус розвантаження	6,6 м.
Найбільша висота розвантаження	4,4 м <
Тривалість циклу черпання	17 с

Як засіб транспорту приймаємо самоскиди. Тип самоскида залежить в основному від ємності ковша і дальності перевезення ґрунту у відвал. При транспортуванні в відвал на відстань до 2 км і ємності ковша 0,65 м³ доцільна вантажопідйомність знаходиться в межах 10 т. Приймаємо автосамоскид типу КрАЗ-256Б вантажопідйомністю 11 т.

Кількість самоскидів, необхідні для безперервної роботи екскаватора, визначається за формулою:

$$N = 1 + \frac{T_{\text{пр}} + T_{\text{ур}} + T_{\text{р}} + T_{\text{м}}}{T_{\Delta\text{н}} + T_{\text{н}}}, \quad (33)$$

де $T_{\text{пр}}$ – тривалість пробігу автомобіля в обидва кінці,

$$T_{\text{пр}} = \frac{2 * L}{V} * 60, \text{ хв} \quad (34)$$

L – відстань транспортування, $L = 2$ км;

V – середня швидкість руху, $V = 20$ км / год;

$$T_{\text{пр}} = \frac{2,2}{20} * 60 = 12, \text{ хв}$$

$T_{\text{ур}}$ – тривалість установки самоскида під розвантаження

$$T_{\text{ур}} = 24 \text{ с} = 0,4 \text{ хв};$$

$T_{\text{р}}$ – тривалість розвантаження самоскида, $T_{\text{р}} = 84 \text{ с} = 1,4 \text{ хв};$

$T_{\text{м}}$ – тривалість технологічних перерв, $T_{\text{м}} = T_1 + T_2;$

T_2 – час на маневр, $T_2 = 60$ с, $T_M = 18 + 60 = 78$ с = 1,2 хв;

T_1 – очікування у екскаватора, $T_1 = 18$ с;

$T_{\Delta n}$ – час установки машини під навантаження, $T_{\Delta n} = 0,5$ хв;

T_n – тривалість завантаження кузова автомобіля;

$$N = 1 + \frac{12 + 0,4 + 1,4 + 1,3}{0,5 + 3,1} = 5,06$$

Приймаємо 5 автосамоскидів.

Для формування відвалу, а також засипки пазах котловану застосовуються бульдозери в поєднанні з катками.

Стосовно до вибраного в проєкті екскаватора приймаємо бульдозер на базі трактора Т-100N (N= 82 кВт) з відвалом довгою 3,94 м і висотою 0,81 м, каток типу ДУ-50 масою 6,5 т ручні трамбування типу ТР-6 .

1.3. Визначення обсягів земляних робіт

Особливістю даного проєкту земляних робіт є те, що котлован під фундамент баштового копра споруджується на реконструйованій шахті при наявності стовбура з калориферним каналом, а також ряду сусідніх будівель, що не дозволяють виконати котлован з похилими схилами по всьому периметру. З боку сусідніх будівель передбачається вертикальний укіс, укріплений попередньо шпунтовим огорожею з обсадних труб.

Підстава фундаментної плити розташовується на глибині 6,0 м, а підлогу калориферного каналу нижче – на позначці 9,85 м. Ця обставина привела до деякого ускладнення проєкту земляних робіт.

Визначення обсягів виїмки ґрунту.

Розробку котловану будемо вести поярусно: перші три яруси висотою по 2 м, четвертий, нижній, ярус 3,85 м.

Кожен ярус геометрично є усіченої пірамідою, обсяг якої визначається за формулою:

$$V' = \frac{1}{3} h(S_1 * \sqrt{S_1 + S_2} + S_2) , \text{ м}^3 \quad (35)$$

де h – висота піраміди, S_1 і S_2 – основи піраміди.

Обсяг фунта в 1-му ярусі:

$$S_1 = 27-17 + 23-16,2 + 17,3-31 + 5,27 = 1503 \text{ м}^2.$$

$$S_2 = 25-15 + 23-16,2 + 17,3-29 + 3,27 + 2,2 = 1253 \text{ м}^2.$$

$$V' = \frac{1}{3} 2 (1503 * \sqrt{1503 + 1253} + 1253) = 2752 \text{ м}^3.$$

Обсяг з'їзду в котлован:

$$V'' = \frac{1}{2} * 2 * \frac{8 + 12}{2} * 24 = 240 \text{ м}^3$$

Всього за 1-м ярусом:

$$V' = 2752 + 240 = 2992 \text{ м}^3.$$

Об'єм ґрунту в 2-му ярусі:

$$S_3 = S_2 = 1253 \text{ м}^2 \quad (36)$$

$$S_4 = 13 * 23 + 23 * 16,2 + 15,3 * 29 + 3 * 25 = 1190 \text{ м}^2,$$

$$V'_2 = \frac{1}{3} * 2 (1253 + \sqrt{1253 + 1190} + 1190) = 2443 \text{ м}^3.$$

Обсяг з'їзду в котлован.

$$V''_2 = \frac{1}{2} * 24 * \frac{8 + 4}{2} * 2 = 144 \text{ м}^3$$

Всього за 2-м ярусом:

$$V_2 = 2443 + 144 = 2587 \text{ м}^3.$$

Обсяг 3-го ярусу:

$$S_5 = 40,27 + 6,9 = 1134 \text{ м}^2,$$

$$S_6 = 36,23 + 5,6 = 858 \text{ м}^2$$

$$V'_3 = \frac{1}{3} * 2 (1134 + \sqrt{1134 + 858} + 858) = 1305 \text{ м}^3$$

Обсяг з'їзду:

$$V''_3 = \frac{1}{2} * 4 * 2 * 20 = 80 \text{ м}^3$$

Всього:

$$V_3 = 1305 - 80 = 1225 \text{ м}^3.$$

Обсяг 4-го ярусу:

$$S_7 = 16,2 - 18,7 = 303 \text{ м}^2,$$

$$V_4 = \frac{1}{3} * 3,85 (94 + \sqrt{94 + 303} + 303) = 726 \text{ м}^3$$

Загальний обсяг котловану:

$$V_K = 1992 + 2587 + 1225 + 726 = 7530 \text{ м}^3.$$

Визначення обсягу зворотної засипки ґрунту.

Обсяг використовуваної частини котловану складається з обсягів фундаментної плити, вентиляційного каналу, підвального приміщення фундаменту під баштовий кран.

Обсяг фундаментної штати з бетонної підготовкою становить 1650 м³ вентиляційного каналу – 270 м³, підвального приміщення копра – 1323 м³ і фундаменту під баштовий кран – 13 м³.

Таким чином, обсяг зворотної засипки складе:

$$V_{з.з.} = 7530 - (1650 + 270 + 1323 + 23) = 4274 \text{ м}^3.$$

При засипці ґрунт піддається обов'язковому ущільненню механічним способом, а де це зробити не вдається, то вручну.

1.4. Трудомісткість робіт і час на їх виконання

Трудомісткість робіт P і час на їх виконання t визначаємо за загальновідомими формулами:

$$P = \frac{V * N_{вр}}{t_{зм}}, \text{ чол.-змін}, \quad (37)$$

де V – обсяг робіт

$N_{вр}$ – норма часу, ч;

$t_{зм}$ – тривалість зміни,

Час на виконання робіт визначаємо за формулою:

$$t = \frac{P}{k * n}, \text{ змін} \quad (38)$$

k - коефіцієнт перевиконання норми;

n - кількість людей.

Розробка котловану екскаватором.

Норма часу на розробку 100 м³ ґрунту, $N_{вр}$ – 3,8 год. Екскаватор обслуговує одна людина в зміну.

$$\text{Розробка 1-го ярусу: } P_1 = \frac{2992 * 3,8}{100,8} = 14,2 \text{ чол.-зміни.}$$

$$t_1 = \frac{14,2}{11 * 1} = 12,8 \text{ змін.}$$

$$\text{Розробка 2-го ярусу: } P_2 = \frac{2587 * 3,8}{100,8} = 12,3 \text{ чол.-зміни.}$$

$$t_2 = \frac{12,3}{11 * 1} = 11 \text{ змін.}$$

$$\text{Розробка 3-го ярусу: } P_3 = \frac{1225 * 3,8}{100,8} = 5,7 \text{ чол.-змін.}$$

$$t_3 = \frac{5,7}{11 * 1} = 5,2 \text{ змін.}$$

Розробка 4-го ярусу: $P_4 = \frac{726 \cdot 3,8}{100,8} = 3,4$ чол.-зміни.

$$t_4 = \frac{3,4}{11 \cdot 1} = 3 \text{ зміни.}$$

Зворотнє засипання котловану.

Засипка котловану ґрунтом виробляється бульдозером, на якому працює 1 людина. Норма часу на 100 м³ фунта: $N_{вр} = 0,61$ год.

$$\text{Трудовісткість } P = \frac{4300 \cdot 0,61}{100,8} = 3,28 \text{ чол.-змін.}$$

$$\text{Тривалість робіт } t = \frac{3,28}{11 \cdot 1} = 3 \text{ зміни}$$

Ущільнення ґрунту.

При зворотній засипці ґрунт піддається пошаровому ущільненню; де можливо механічним способом – катком, а там де неможливо вручну – механічними трамбівками. Приймаємо, що 2/3 обсягу ґрунту ущільнюються катком, а 1/3 – вручну, що виразиться в числах: $V_{п} = 4300$, $2/3 = 2870$ м³; $V_{р} = 4300 - 2870 = 1430$ м³.

Механічне ущільнення фунта виробляються катком ДУ-50, який обслуговується однією людиною. Норма часу на ущільнення 100 м³ фунта: $N_{вр} = 0,58$ год.

$$\text{Трудовісткість } P = \frac{2870 \cdot 0,58}{100,8} = 10,8 \text{ чол.-змін.}$$

$$\text{Тривалість робіт } t = \frac{10,8}{11 \cdot 1} = 10 \text{ змін}$$

Ущільнення ґрунту вручну проводиться трамбівками. ТР - 6, роботу виконують 4 людини в зміну. Норма часу $N_{вр}$ на 100 м³ становить 2,3 год.

$$\text{Трудовісткість } P = \frac{1430 \cdot 2,3}{100,8} = 21,6 \text{ чол.-змін.}$$

$$\text{Тривалість робіт } t = \frac{21,6}{11 \cdot 1} = 5 \text{ змін}$$

2. ОРГАНІЗАЦІЯ КАМ'ЯНОЇ КЛАДКИ

Будівництво будівель і споруд з цегли або іншого каменю – комплексний процес, в який крім власне кладки входять монтаж елементів збірних конструкцій, перекриттів, сходових маршів та ін., подача матеріалів на робоче місце, установка риштування. Для того щоб будівництво велося умовно, при організації кам'яних робіт застосовують потокову організацію праці. При цьому провідними будівельними процесами є кладка стін і монтаж збірних залізобетонних перекриттів, перемичок, сходових маршів, майданчиків, тощо. Цим двом процесам підкоряються ритм допоміжних робіт по влаштуванню риштувань і подачі матеріалів.

Потоковість будівництва будівель і споруд організаційно забезпечується поділом їх на захватки, які повинні бути однаковими по трудомісткості виконання робіт. Число захваток повинно бути кратним числу провідних процесів. Тому в практиці знайшла широке поширення двозахватна організація робіт, хоча при значних габаритах будівлі і його складної конфігурації може застосовуватися багатозахватна організація.

Кладку ведуть по ярусах, яких на поверх припадає 2...3. Роботи проводять ланки мулярів, кількість яких має забезпечувати зведення одного ярусу на захватці протягом зміни. Це забезпечується, якщо:

$$N = \frac{Q}{q * k_1}, \quad (39)$$

де N – кількість ланок мулярів для зведення ярусу в зміну на захватці;

Q – обсяг кладки ярусу на захватці, м³;

q – норма вироблення ланки мулярів в зміну, м³;

k_1 – коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

Кожному ланці мулярів відводиться ділянка, довжина якої l визначається з умови ударної роботи протягом зміни:

$$l = \frac{q * k_1}{h * b}, \quad (40)$$

де h – висота ярусу, м; b – товщина стіни, м.

При двозахватній організації робіт каменярі після закінчення кладки першого ярусу першої захватки переходять на другу захватку, а допоміжні робітники (монтажники, теслі, тощо) – на першу.

Після закінчення робіт першого ярусу на другий захватці ланки мулярів знову переходять на першу захватку, але вже на 2-й ярус, а допоміжні ланки - на другу, для перестановки риштовання, заготовки матеріалу, монтажу сходових площадок і маршів, інших збірних елементів. Така заміна ланок ведеться до закінчення поверху на захватці.

Описана організація кладки отримала назву горизонтальної. Вона обслуговується комплексної бригадою і засобами механізації, і як правило одним підйомним краном.

Горизонтальна організація має недолік: після зведення стін поверху в роботі мулярів виникає перерва, так як необхідно змонтувати перегородки та плити перекриття. Уникнути цієї можна, якщо застосувати вертикальну організацію кам'яних робіт, при якій кам'яна кладка ведеться в межах однієї захватки по ярусах на висоту всього поверху. Послуги по допоміжних роботах

в цьому випадку ведуться в 2-е або 8-у зміни. При такій організації робіт дві ланки мулярів раціонально використовуються протягом кожної зміни, кладка стін монтажні роботи ведуться безперервно, раціонально використовуються кошти великої і малої механізації. В цілому підвищується продуктивність праці.

Організація вимагає додаткової кількості риштування, в нічну зміну ускладнюються і робота, і контроль за нею.

Більш досконалою вважається така організація кладки кам'яної споруди, при якій воно ділиться на два рівних ділянки, а ті в свою чергу на дві рівні захватки. Організація робіт на захватки аналогічна вищеописаної організації робіт на двох захватках, але при цьому цегляну кладку ведуть по захваткам в першу зміну, а в другу – монтаж збірних конструкцій і допоміжні роботи. Така організація дозволяє скоротити чисельність комплексної бригади приблизно в два рази і наполовину зменшити комплект риштування.

Багатозахватна організація полягає в розподілі об'єкта на кілька ділянок, які, діляться на дві захватки. Кожна ділянка обслуговується своїм краном. Якщо ширина вимагає установки кранів з двох сторін, то в цьому випадку доцільно поздовжнє членування на захватки.

Крім загальної організації на продуктивність праці при кладці великий вплив робить організація робочих місць.

Робочі місця мулярів на лісах, риштуванні, перекриттях загальною шириною 2,5 – 2,6 м складаються з робочої зони шириною 0,6 – 0,7 м і зони розташування матеріалів, де рівномірно розташовуються попарно піддони про цеглою на відстані 40 см один від друга, а між ними встановлюються на відстані 2,2 або 3,2 м один від одного ящики про розчином. Іншу частину риштування шириною 1,25 м використовує як транспортну і перехідну зону.

Залежно від товщини стіни, кількості віконних і дверних прорізів, складності елементів архітектурного оформлення організація роботи в бригаді здійснюється за поточно-роздрібним способом, ланками: "двійка", "трійка" і "п'ятірка", а також по поточно-кільцевому способу ланкою "шістка".

Ланка "двійка" складається з муляра 4 ... 5-го. розряду і підсобника 3-го розряду. Каменяр веде всі процеси, а підсобник подає і розкладає розчин, цегла, допомагає укласти забутку. Ланка веде складні роботи – простінки, складне архітектурне оформлення.

Стіни менш складні зводить ланка "трійка", що складається з муляра 4 ... 5-го розряду, що укладає з підручним верстові стовпи, тоді як другий муляр веде забутку і розшивання. Товщина стін в цьому випадку; при цільній кладці – 2, при багаторядної 1/2 – 2 цегли.

Стіни товщиною в 2 і більше цегли викладає ланка "п'ятірка". В цьому випадку муляр 4 ... 5-го розряду про підсобником веде зовнішній верстовий ряд, муляр 3., 4-го розряду з підсобником - внутрішній верстовими ряд. а п'ятий-підсобник влаштовує за будку і розв'язує шви. Ланки "двійка", "трійка" і "п'ятірка" працюють в межах своєї ділянки, яка розташовується між певними осями будівлі ("по осьова" спеціалізація).

На відміну від них ланка "шістка" переміщається по периметру стін в межах захватки, причому робота ланки зводиться до роботи трьох ланок "двійка": перша (муляр 4, .5-го.розряда і підручний) – укладає зовнішню версту, друга (муляр 4..5-го.розряду і підручний) - внутрішню; і третя (муляр 3-го розряду і підручний) – веде забудку.

3. РОЗРАХУНКИ ПРИ ВЕДЕННІ БЕТОННИХ РОБІТ

При проектуванні технології бетонних робіт виробляють ряд розрахунків, наведених нижче.

3.1. Розрахунок опалубних форм і лісів

При проектуванні опалубні форми і ліси розраховуються на вертикальні і горизонтальні навантаження.

Вертикальні навантаження діють на горизонтальну опалубку днищ балок, перекритті, тощо. Вони складаються з власної ваги опалубних елементів і їх кріплень, що підтримують пристроїв, параметри яких приймаються, відповідно до проекту опалубки, а також ваги покладеної бетонної суміші P_6 , ваги арматури P_a , ваги транспортних засобів та робітників, які перебувають на опалубці при бетонуванні P_T . Враховують також додаткову динамічне навантаження від вібрації бетонної суміші $P_d - 2000$ Па. Окремі елементи опалубки перевіряють розраховують на зосереджені навантаження від ваги коліс двоколісної візки, дорівнює 2500 Н, і ваги робітника з вантажем – 1300 Н.

Розрахункове навантаження на опалубку визначається як:

$$P_P^B = \sum_{i=0}^n P_H * K_1 + P_6 * K_2 + P_a * K_2 + P_T * K_3 + P_d * K_4 , \quad (41)$$

де K_i – коефіцієнт перевантаження, приймається $K_1 = 1,1$ для величини $P_{оп}$, $K_2 = 1,2$ для величин P_6 і P_a , $K_3 = 1,3$ для величин P_T і P_d .

Вертикальна опалубка стін, колон, фундаментів піддається навантаженню від вітру, яка визначається за БНіП, і навантаженні від бокового

тиску P_6 укладається бетонної суміші, яка визначається в залежності від висоти свіжевикладеного шару бетонної суміші h (м) і швидкості бетонування V (м/год).

Крім статичного бічного тиску бетонної суміші на опалубку діє горизонтальна динамічна навантаження при скиданні суміші з коштів доставки $P_{\text{дин}}$ і її вібрації $P_{\text{віб}}$. Якщо бетонна суміш подається по лотках, хобота або бетонопроводами, рекомендується приймати $P_{\text{дин}} = 4000$ Па; якщо подача здійснюється баддями ємністю до $0,8 \text{ м}^3$ $P_{\text{дин}} = 4000$ Па, а ємністю понад $0,8 \text{ м}^3$ $P_{\text{дт}} = 6000$ Па.

Розрахункове горизонтальне навантаження визначають:

$$P_p^r = \sum P_{\text{ні}}^r * K_i,$$

де K_i приймається рівним: для вітрових навантажень – 1,2; від бокового тиску бетонної суміші і від струсу при вивантаженні бетонної суміші – 1,3.

Найбільш невигідні поєднання навантажень, що діють на горизонтальні і вертикальні елементи опалубки, визначають, згідно БНіП III-15-76 за даними Табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Сполучення навантажень на опалубку

Елементи опалубки	Сполучення навантажень на опалубку на при розрахунку	
	за несучою здатністю	за деформаціями
Опалубка плит, склепінь і підтримують її пристроїв	$P_{\text{оп}} + P_6 + P_d + P_t$	$P_{\text{оп}} + P_6$
Бічна опалубка балок, прогонів, арок	$P_{\text{б.д}} + P_{\text{дин}}$	$P_{\text{б.д}}$
Днища коробок балок, прогонів і арок	$P_{\text{оп}} + P_6 + P_a$	$P_{\text{оп}} + P_6 + P_a$
Опалубка фундаментів і масивів	$P_{\text{б.д}} + P_{\text{дин}}$	$P_{\text{б.д}}$
Опалубка колон зі стороною до 300 мм і стін товщиною до 100 мм	$P_{\text{б.д}} + P_{\text{віб}}$	$P_{\text{б.д}}$
Те ж зі стороною понад 300 мм і товщиною біле 100 мм	$P_{\text{б.д}} + P_{\text{дин}}$	$P_{\text{б.д}}$

Розрахунок елементів опалубки виробляють за відомими правилами опору, причому прогин елементів опалубки не повинен перевищувати $1/400$ прольоту елемента опалубки, і тільки для опалубки прихованих поверхонь бетону ця величина може дорівнювати $1/250$ прольоту.

Оборотність є одним з найважливіших показників опалубки. Чим вище оборотність, тим нижче її вартість. Багаторазове застосування одних і тих же опалубних форм і зворотів знижує вартість 1 м^3 залитого бетону, так як в цю вартість увійде лише M/n вартості опалубки, якщо прийняти, що n – її початкова вартість на 1 м^3 бетону.

Після кожного використання (обороту) опалубка зношується і вимагає витрат матеріалу і праці на приведення її у придатний стан. Відношення додаткових витрат на ремонт опалубки до первинних витрат називається коефіцієнтом зносу a . Витрати на одне відновлення опалубки тоді будуть рівні $a \cdot M$. При числі оборотів n повні витрати на опалубку M_n дорівнюватимуть:

$$M_n = M + (n - 1) a \cdot M \quad (42)$$

Порівняння економічності опалубок по матеріалу (при однакових конструктивних рішеннях) можна зробити на підставі даних про її оборотності, користуючись нерівністю:

$$n_a \div n_b > M_a \div M_b, \quad (43)$$

де n_a – максимальне число оборотів і вартість опалубки з прийнятого до використання матеріалу; n_b і M_b той же для матеріалу, прийнятого за еталон.

3.2. Приготування і транспортування бетонної суміші

Приготування бетонної суміші включає операції з приймання та складування складових матеріалів (цементу і заповнювачів), дозування, перемішування і видачі готової бетонної суміші на транспортні засоби.

У комплексі бетонних робіт приготування бетонної суміші займає 9-10% від загальної суми витрат праці.

Залежно від умов будівництва бетонну суміш готують на центральних районних заводах; на приоб'єктних бетонних висновках; в автобетонозмішувачах в змішувачах-перевантажувачах; в бетонозмішувачах (при невеликих кількостях бетонної суміші).

Центральні заводи влаштовуються в крупних районах будівництва при зведенні значної кількості об'єктів, при розвиненій дорожній мережі та інтенсивній використанні бетону. У цьому випадку підприємства економічно вигідні, так як мають високий коефіцієнт використання устаткування в часі, високий ступінь механізації і автоматизації, що ефективно підвищує якість

продукції, що випускається. Такі заводи постачають бетонної сумішню споруджувані об'єкти, розташовані в межах радіусу дії заводу R (км), рівного:

$$R = \frac{t_1 - (t_2 + t_3 + t_4 + t_5)}{60} \quad (44)$$

де t_1 – початок схоплення цементу, хв; $t_2 + t_3 + t_4 + t_5$ – тривалість завантаження, вивантаження, транспортування і укладання бетонної суміші відповідно, хв;

Приоб'єктні бетонні заводи доцільні при відчутно віддалених від центральних заводів будівництвах і при неможливості доставки суміші з центральних заводів по дорожніх умов району. Ця умова може бути записана нерівністю:

$$l_{\text{прив}} \geq R \quad (45)$$

де $l_{\text{прив}}$ – наведена дальність транспортування бетонної суміші, км.

Наведена дальність транспортування визначається як сума добутків відстані доріг з різним покриттям l_i і коефіцієнта якості дорожнього покриття $K_{\text{ді}}$:

$$l_{\text{прив}} = \sum_1^i l_i * K_{\text{ді}}, \quad (46)$$

де l_i – кількість ділянок з різним типом покриття. При жорсткому покритті доріг (асфальт, бетон, асфальтобетон) і середньої швидкості перевезень 30 км/год для автосамоскидів і автобетоновозів $K_{\text{ді}} = 1$. Для доріг типу сільських або з поліпшеним покриттям середня швидкість перевезень знижується до 15 км/год і $K_{\text{ді}} = 4$ для автосамоскидів, 3,7 – для автобетоновозів.

Якщо немає можливості видерти досить короткий маршрут, що задовольняє вищенаведеним нерівності, а будівництво об'єктного заводу економічно недоцільно, можна бетонну суміш готувати в автобетонозмішувачах або змішувачах-перевантажувачах.

Основна операція приготування бетонної суміші – перемішування здійснюється в змішувачах примусової або гравітаційного типу.

За способом завантаження компонентів змішувачі ділять на установки безперервного і циклічної дії.

У гравітаційних бетонозмішувачах марки СБ-134, СБ-109А обертається барабан з нерухомими, навареними зсередини лопатями котрі утворюють

поверхні цього барабану та захоплюють завантажені матеріали до певної висоти. Падаючи вниз, ці матеріали перемішуються. Гравітаційне перемішування застосовують для приготування пластичних бетонних сумішей.

У змішувачах примусового перемішування (СБ-140, СБ-135, СБ-145-II) поміщений лопатевий вал, при обертанні якого маса перемішується.

При цьому барабан або обертається в протилежну сторону, або залишається нерухомим (турбінні бетонозмішувачі). У ряді конструкцій протиточних змішувачів обертається чаша. В установках примусового перемішування готують як пластичні, з осадкою конуса до 8 см, так жорсткі бетонні суміші.

У бетонозмішувачі циклічної дії перемішуються матеріал завантажуючи його порціями, причому нова порція завантажується в змішувач після вивантаження попередньої. У бетонозмішувачах безперервної дії барабан відкритий з двох сторін. Через один отвір безперервно подається матеріал, через інше виходить готова бетонна суміш.

Продуктивність бетонозмішувачів циклічної дії Π (м³/ год) залежить від місткості змішувального барабана V і часу, що витрачається на приготування одного замісу $t_{\text{ц}}$ (с):

$$\Pi = V \cdot n \cdot K_{\text{вих}} \cdot K_{\text{вр}} / 1000, \quad (47)$$

де n – кількість змусів на годину, $n = 3600 / t_{\text{ц}}$ при $t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3$; t_1 – час завантаження, t_2 – час перемішування компонентів і вивантаження бетонної суміші, с; $K_{\text{вих}}$ – коефіцієнт виходу бетону (відношення обсягу одного замісу до корисного об'єму барабана); $K_{\text{вих}} = 0,5 \dots 0,67$; $K_{\text{вр}}$ – коефіцієнт використання бетонозмішувача в часі, $K_{\text{вр}} = 0,9 \dots 0,95$.

Годинну продуктивність бетонозмішувача безперервної дії визначають за формулою:

$$\Pi = 60 \cdot F \cdot S \cdot m \cdot K_{\text{вих}}, \quad (48)$$

де F – робоча площа перетину змішувального барабана, м²;

S – крок лопать барабана або шнека, м; m – число обертів лопатевого валу або шнека в 1 хв; $K_{\text{вих}}$ – коефіцієнт виходу бетону.

Приймання та складування складових матеріалів робиться зазвичай в секторні або бункерні склади. Бункерні склади можуть заглиблюватися в траншеї з бетонними стінами або встановлюються рядами (гніздами) на спеціальних галереях.

Для дозування складових застосовують об'ємні або вагові дозатори. Об'ємні дозатори представлені живильниками безперервної дії, які виправдані при безперервно-потокової системі виробництва бетонних сумішей, а також різними мірними ємностями. Ці дозатори не забезпечують високої точності дозування і обмежено допускаються до застосування.

Вагові дозатори підрозділяються на порційні і безперервної дії з ручним, напівавтоматичним і автоматичним способами управління. Дозатори мають один принцип дії і включають в себе ваговий бункер з впускним і випускним пристроєм, ваговий механізм з циферблатом і систему управління.

Залежно від компонування бетонозмішувальні установки бувають баштові і партерні. По-перше, все технологічне устаткування розташовується по вертикалі з тим, щоб одноразово піднімати вихідні матеріали бетонної суміші. По-друге, відрізняються ступінчастою компонуванням технологічного обладнання з неодноразовим підйомом вихідних матеріалів. Баштова компоновка більш ефективна в економічному і технологічному відношенні.

При приготуванні бетонних сумішей для їх якості велике значення мають порядок завантаження матеріалів в змішувач і час перемішування, які залежать від типу змішувача, виду заповнювачів і характеристик бетонної суміші.

При використанні гравітаційних змішувачів поданий в барабан цемент, пісок і великий заповнювач в сухому вигляді перемішують протягом 30...60 с, потім вводять воду і перемішують протягом часу, зазначеного в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Середня щільність бетону

Об'єм змішувача, л	Рухливість бетонної суміші, см	Середня щільність бетону в сухому стані, кг / л		
		2200...2400	1700...1800	1200...1400
		Тривалість перемішування, с		
До 500	2 ... 4	90	160/130	230/220
	5 ... 8	80	150/120	210/180
	9 ... 12	70	130/100	180/150
	Більше 12	60	110/90	150/120
500 ... 1000	2 ... 4	120	190/140	260/200
	5 ... 8	110	170/125	240/180
	9 ... 12	100	150/100	210/150
	Більше 12	90	130/50	180/120
Понад 1000	5 ... 8	140	210/150	270/210
	9 ... 12	120	190/125	240/180
	Більше 12	100	170/100	210/150

Примітка. У чисельнику – для сухих, в знаменнику – для попередньо просочених водою або розчинами хімічних добавок наповнювачів.

При використанні бетонозмішувачів примусового типу в змішувач подають всі компоненти і перемішують їх з 2/3 води замішування протягом 90...120 с, потім вводять решту кількості води і перемішують протягом 120...180 с.

Легкобетонні суміші часто готують в турбулентних змішувачах. У цьому випадку спочатку в змішувач заливають воду, потім подають цемент і перемішують 5...10 с. Після цього завантажують пористий заповнювач. Час перемішування визначають експериментально, орієнтовно приймаючи 40...80 с.

Бетонні суміші з добавками, що вводяться з водою замішування, перемішують в бетонозмішувачах гравітаційного типу протягом 200 ... 300 с і 90-150 с з примусовим перемішуванням.

При використанні автобетонозмішувачів в них завантажують на централізованому заводі суху або змочену суміш. Суху бетонну суміш зачиняють в барабані автобетонозмішувача, що обертається за 20 ... 30 хв до вивантаження готової суміші. Після замішування з бетонну суміш перемішують протягом 15 ... 20 хв при частоті обертання барабана 6 ... 12 в хвилину.

У змочену суміш на заводі вводять 60 ... 75% води, а останню частку (кількість) доливають за 10 ... 20 хв до вивантаження автобетонозмішувача. Тривалість перемішування суміші при остаточному її приготуванні 8 ... 10 хв при чистоті обертання барабана 10 ... 18 в хвилину. Технологія приготування бетонної суміші в змішувачах-перевантажувачах аналогічна приготуванню частково зачинених сумішей в автобетонозмішувачах.

Транспортування бетонної суміші, як правило, здійснюється в два! етапу: від бетонного заводу до споруджуваного об'єкта і від місця приймання бетону на будмайданчику безпосередньо в бетоновану конструкцію.

Бетонну суміш з бетонного заводу на будмайданчики різних об'єктів доставляють в автобетоновозах і автобетонозмішувачах.

При використанні для транспортування бетонних сумішей автосамоскидів існує низка суттєвих недоліків: бетонна суміш у відкритому кузові автобетоносамосвала в жарку погоду віддає вологу (зменшується В/Ц), а в дощ або сніг зволожується (збільшується В / Ц) і за рахунок цього розшаровується; частина бетонної суміші (до 3...5%) при перевезенні втрачається через краї бортів і нещільності кузова; застосовується ручна праця при очищенні кузова (з грузоемкістю 0,04...0,1 люд.-год/м³); знижується якісні характеристики суміші (відхилення від середніх величин по міцності досягає 7 ... 12%, рухливості 15%), що стримує використання для її

перекачування бетононасосів, пневмобетоноукладчиків інших засобів механізації. У зв'язку з цим застосування автосамоскидів обмежується. Транспортування бетонної суміші автосамоскидами дозволяється на відстань не більше 20 км за умови, що борта машини нарощуються не менше ніж на 40 см, зазор між заднім бортом і кузовом ущільнений гумовою прокладкою, кузов з сумішшю накритий брезентом, а при негативних температурах кузов повинен бути затеплоізолірован або обігріватися вихлопними газами.

Автобетоновози – спеціалізовані машини, призначені для транспортування готових бетонних сумішей і розчинів на відстань до 45 км. Високі кузова каплевидної форми з кришкою, що мають подвійну обшивку з простором між листами, куди в холодну погоду направляють вихлопні гази або поміщають теплоізоляцію, розташовуються в зоні мінімальної вібрації рами базового автомобіля, завдяки чому забезпечується нерасслаіваемост бетонної суміші і запобігає її розбризкування в процесі перевезення.

Автобетонозмішувачі – спеціалізовані машини для транспортування готових, сухих і частково зачинених бетонних сумішей з подальшим їх перемішуванням і приготуванням для укладання. Мішалка складається з шасі базового автомобіля, рами, передньої і задньої опори, змішувального барабана про аварійним люком, завантажувального пристрою, приводу змішувального барабана, бака для води, гідросистеми, розвантажувальних лотків, системи управління і контролю.

Доставка бетонної суміші в самоскидах, автобетоновозах і автобетонозмішувачах на будівельний майданчик повинна бути організована так, щоб на місці укладання вона мала задану рухливість і однорідність, а відформований з неї бетон – проектні фізико-механічні властивості. Однак під час транспортування дорожні і погодні умови надає на бетонну суміш свій вплив, в результаті чого деякі параметри бетонної суміші, зокрема, рухливість змінюється. Щоб укладати в конструкцію бетонну суміш проектної ступеня рухливості $P_{об}$, (см), при її виготовленні на заводі рекомендується показник $P_з$ (см) призначати з урахуванням його зміни при перевезенні:

$$P_з = \frac{P_{об}}{\eta * \mu} \text{см}, \quad (49)$$

де η – коефіцієнт втрати рухливості, залежить від дальності транспортування і $P_{об}$. Коефіцієнт η приймають за даними табл.5; μ – коефіцієнт втрати рухливості, залежить від температури навколишнього середовища, приймається по табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнт втрати рухливості

Тип машини	Значення μ при температурі навколишнього середовища, °С			
	від -20 до -4	від -5 до +5	від +6 до +20	від +21 до +30
Автобетоновози	1,1	1,25	1,1	1
Автосамоскиди	1,25	1,4	1,25	1

У загальному випадку вибір засобів і режимів транспортування бетонних сумішей в залежності від необхідної рухливості, допустимої дальності перевезень, стану доріг можна виробляти на підставі даних табл. 3.3.

Необхідна кількість транспортних засобів U_1 для безперебійного забезпечення укладання бетонної суміші з інтенсивністю $P = \frac{Q}{S}$, де Q – загальний обсяг укладається суміші; S – кількість змін бетонування за графіком виконання робіт, може бути визначено як:

$$N_{\Gamma} = \frac{P \cdot \gamma_u \cdot t_{об}}{T \cdot g \cdot \beta}, \quad (50)$$

де γ_u – середня щільність бетонної суміші, т/м³; T – тривалість зміни, ч; вантажопідйомність транспортного засобу, т; g – коефіцієнт використання вантажопідйомності, визначається як відношення вантажопідйомності S до маси фактичного вантажу; $t_{об}$ – час одного обороту транспортного засобу.

Вибір необхідного бетононасосного обладнання можна зробити за номограми, наведеної на рис. 3.1. Знаючи інтенсивність подачі суміші, її рухливість, діаметр бетоновода і наведену дальність подачі, визначають сумарну величину втрат тиску в трубопроводі. Змінюючи параметри обладнання і схеми подачі бетонної суміші, підбирають необхідні установки

При цьому наведена дальність подачі l_e бетонної суміші визначається як еквівалентна довжина горизонтального трубопроводу, що створює опору, рівні сумарним втрат напору бетонопровода:

$$l_e = l_{пр} + \frac{10l_B}{\rho_{бс}} + \sum l_k * K_M + l_{пк} * K_M, \quad (51)$$

де $l_{пр}$ – довжина прямих горизонтальних і вертикальних ділянок, м; l_B – протяжність вертикального ділянки, м; $\sum l_k * K_M$ – сума еквівалентних довжин колін, м; K_M – коефіцієнт місцевого опору; $l_{пк}$ – довжина перехідного конусу, м; $\rho_{бс}$ – щільність бетонної суміші, т / м³.

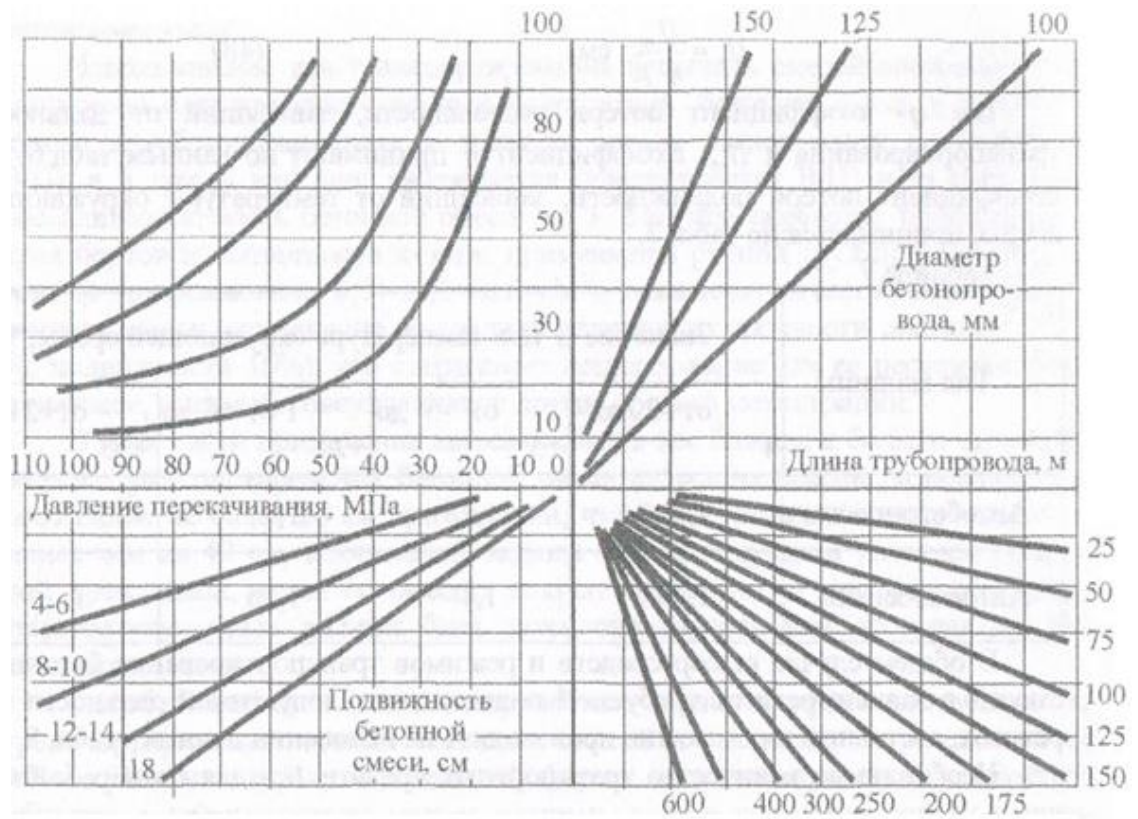


Рис. 3.1 – Номограма вибору необхідного бетононасосного обладнання

Подача бетонної суміші бетононасосами, пневмонагнітачами проводиться по трубах відповідно до правил, викладених вище.

Дальність подачі бетонної суміші пневмонагнітачами 150-300 м по горизонталі і 20-40 м по вертикалі. При виборі пневмонагнітачів визначають його продуктивність, витрата і тиск повітря. Технічна продуктивність P_T ($m^3 / год$) визначається як:

$$P_T = V_{пол} * n, \quad (52)$$

де $V_{пол}$ – корисна місткість робочої ємності, m^3 ; n – число циклів роботи установки в 1 ч; $n = 3600 / (t_з + t_{TP})$; $t_з$ і t_{TP} – відповідно час завантаження установки і транспортування однієї порції бетонної суміші по трубопроводу. Витрата повітря Q_v при транспортуванні однієї порції суміші дорівнює:

$$Q_v = \left(V_r + \pi * d^2 * \frac{l_{TP}}{4} \right) P_{п.н}, \quad (53)$$

де V_r – геометричний об'єм робочої ємності, m^3 ; π – внутрішній діаметр трубопроводу, м; l_{TP} – тиск повітря, необхідне для транспортування суміші на задану відстань.

$$P_{п.н.} = \Delta P * l_{т.р} + \rho_{б.с} * h * 10^3, \text{ МПа}, \quad (54)$$

де ΔP – питомий опір руху бетонних сумішей по трубах (0,12 ... 0,018 МПа); $\rho_{б.с}$ – середня щільність бетонної суміші, кг / м³; h – висота подача по вертикалі, м.

Бетонні суміші, що подаються бетононасосами і пневмонагнітачами, повинні бути пластичними і підбиратися за відповідною методикою.

3.3. Укладання бетонної суміші

Якість бетону в конструкції багато в чому залежить від правильного укладання бетонної суміші. Порядок і правила укладання бетонної суміші залежать від виду конструкції, її розмірів, форми і місця розташування.

У всіх випадках суміш повинна мати належне зчеплення з арматурою і закладними частинами та повністю, без пустот і раковин, заповнювати обсяг бетонуємої частини споруди.

Процес укладання ділиться на дві операції: розподіл поданої в конструкцію бетонної суміші є ущільнення її на місці укладання.

Розподіл бетонної суміші в бетонуєчій конструкції проводиться, як правило, горизонтальними шарами однакової товщини, що укладаються в одному напрямку. Товщина шару, що укладається залежить від жорсткості (рухливості) бетонної суміші і способу її ущільнення. Чим більше товщина шару, що укладається, тим менше трудомісткість робіт по її розподілу, так як в цьому випадку немає необхідності переміщати розвантажену в одній точці бетонну суміш на велику відстань.

Вигідніше укладати жорстку бетонну суміш, яка утворює конус з крутими схилами, тоді як рухома з пологими і більш вигідна в тонких шарах.

Основною умовою, що визначає товщину шару, є вимога укладання свіжої суміші на раніше покладений і ущільнений шар до початку схоплювання в них цементу. В цьому випадку не допускається утворення технологічних швів, які мають різко знижену міцність і водонепроникність в порівнянні з тими ж показниками в укладеному шарі. Товщина шару, що задовольняє даній умові, визначається за формулою:

$$h \leq \frac{Q * t}{F} \quad (55)$$

де Q – інтенсивність подачі бетону, м³/год; t – максимально допустимий термін для перекриття шару раніше укладеного бетону, ч; F – площа

бетонуючої конструкції, m^2 ; h – товщина шару, м. Величина t визначається як $t = t_{н.сх} - t_{т.у}$, де $t_{н.сх}$ – час початку схоплювання цементу, ч; $t_{т.у}$ – тривалість транспортування і укладання бетонної суміші, ч.

Час t залежить від температури зовнішнього повітря і властивостей застосовуваного цементу і визначається лабораторією. Орієнтовно цей час дорівнює 2 г.

Крім термінів схоплювання на товщину укладеного шару впливає радіус дії вібратора, яким ущільнюється бетон. Зазвичай товщина шару не повинна перевищувати 1,25 довжини робочої частини вібратора при застосуванні внутрішніх вібраторів, а при поверхневому вібруванні – 250 мм (неармовані та армовані одиночної арматурою конструкції) і на 120 мм (конструкції з подвійною арматурою). Кожен покладений шар ретельно ущільнюють до початку укладання наступного.

Розподіл бетонної суміші нерідко ведеться вручну за допомогою лопати, однак перекидати бетонну суміш, щоб уникнути її розшарування можна лише у виняткових випадках. Подвійна перекидання з тієї ж причини неприпустима. Забороняється переганяти бетонну суміш вібратором, так як це неминуче веде до її розшарування і утворення раковин.

При подачі бетонних сумішей по бетоноводам значно знижуються витрати ручної праці на розподіл бетонної суміші, що забезпечує установка на кінці бетоноводу розподільних стріл (маніпуляторів). Так, розподільна стріла СБ-129 має виліт 12 м, автономний гідропривід, бетоновод діаметром 100 ... 125мм. Призначена для розподілу бетонних сумішей від будь-якого авто або стаціонарного бетононасоса. Стріли бетоноводу змонтовано з окремих труб, з'єднаних швидкокороз'ємними муфтами з гумовими манжетами для герметизації порожнини бетоноводу. Кінцеві стріли бетоноводу забезпечені гнучким гумовим рукавом, що збільшує площу, що обслуговується стрілою.

Якщо під час укладання перевищено термін для перекриття нижчого шару, то при віброущільненні наступного шару порушиться, не набравши достатньої міцності, монолітність попереднього шару. Бетонування слід припинити. Відновлювати бетонування можна за умови, що міцність раніше укладеного бетону становить не менше 1,5 МПа. Термін досягнення зазначеної міцності бетону визначається будівельною лабораторією. Безпосередньо перед бетонуванням наступного шару після перерви поверхню затверділого бетону покривають цементним розчином товщиною 2-5 см або шаром пластичної бетонної суміші, а в особливо відповідальних випадках - колоїдним цементним клеєм $B / П = 0,35$ товщиною не більше 5 см.

При порівняно невеликих розмірах конструкції шар укладають по всій бетонуєчій площі. Якщо розміри конструкції не дозволяють здійснити цю

умову, то застосовують ступінчастий спосіб укладання бетонної суміші, при якому значно скорочується одночасно бетонуєма площа. У цьому випадку довжина "ступені" повинна бути не менше 3 м (із зручності ведення робіт). Ступінчаста укладка включає твердіння нижнього слою до моменту укладання верхнього шару.

При значних розмірах масивності конструкції практикується розділення її на ділянки, звані блоками. Блоки фактично поділяються технологічними швами. Розмір блоку можна визначити як $F = Q * t / h$ (потоків організації бетонування спорудження розбивають на захватки) Кількість захваток N повинні бути не менше 4 і визначається за формулою:

$$N = n + \frac{Z}{T_p}, \quad (56)$$

де n – кількість послідовно виконуваних процесів;

Z – тривалість витримування бетону в опалубці, днів;

T_p - крок потоку, дні.

При укладанні бетонної суміші в колони, стіни і інші вертикальні конструкції їх розбивають по висоті на ділянки, не перевищуючи 5000 мм для колон перетином більш 400х400 мм; 3000 мм – для стін товщиною більше 150 мм; 2000 мм – для колон перетином менш 400х400 мм і стін товщиною менше 150 мм. При безперервному бетонуванні колон, стін і перегородок необхідно влаштовувати короткі перерви для опади бетонної суміші. За часом ці перерви повинні бути близько 40 хв, але не перевищувати максимально допустимого терміну для перекриття шару раніше укладеного бетону наступним шаром (орієнтовно 2 год).

При необхідності перерв в укладанні бетонної суміші вдаються до влаштування технологічних (робочих) швів.

Робочі кронштейни кріплення вібраторів повинні бути жорстко пов'язані з каркасом опалубки (ні в якому разі не з палубою), а вібратори повинні бути жорстко і надійно закріплені в кронштейнах. Найбільш просте і надійне кріплення вібратора до кронштейну – болтове з'єднання з гайкою, контргайкою і відгинають шайбою; опалубка повинна бути досить жорсткою, що витримує динамічні навантаження від згинальних коливань, створюваних зовнішніми вібраторами; крок розстановки вібраторів для гарантування від отримання нульових зон (з амплітудою менше технологічно необхідною) повинен бути менше довжини стоячої напівхвилі при коливаннях пружної балки, яка визначається з виразу:

$$\lambda_{\text{макс}} = 3\sqrt[4]{E * J / \rho * \omega^2}, \quad (57)$$

де $\lambda_{\text{макс}}$ – довжина напівхвилі, м;

E – модуль пружності матеріалу опалубки, Н/ м²;

J – осьовий момент інерції, м⁴;

ρ – маса 1 м борту опалубки, кг;

ω – частота коливань, с⁻¹.

Для запобігання втрат розчинної частини, які можуть бути значними при зовнішньому вібруванні, в місцях примикання елементів опалубки слід встановлювати гумові або інші ущільнення.

При недостатньо жорсткої опалубці слід застосовувати один або мінімум переставних вібраторів, прикріплених за допомогою скоб. Ці вібратори переставляють в міру укладання бетонної суміші. При розробці конструкцій скоби слід особливо звернути увагу на надійність її кріплення. Клинові з'єднання при вібрації ненадійні, тому застосовувати їх не слід, краще використовувати нарізні сполучення з контргайкою і відгинаємій або пружинній шайбі.

3.4. Організації бетонування конструкцій гірничотехнічних будівель

При будівництві шахтної поверхні виробляються значні обсяги робіт з бетонування фундаментів споруд під обладнання та ін.

Прикладом організація бетонування таких конструкцій може бути фундамент будівлі багатоканатного підйому, взятий з практики.

Роботи здійснювалися в літню пору. В основу організації робіт покладено такі умови: роботи з влаштування опалубки, установці арматури і укладання бетонних сумішей проводилися в дві денні зміни, третя зміна використовувалася як ремонтно-заготівельна; враховуючи складність конфігурації фундаменту, важко доступність ряду конструкцій і великі обсяги робіт (плита фундаменту – 831 м³ бетону, стіни і перекриття – 980 м³), для подачі бетонної суміші до місця укладальника використовувався бетононасос. Укладання суміші в конструкцію вели за допомогою поворотного лотка і хобота; подачу елементів опалубки і арматурних каркасів виробляли баштовим краном С-464.

В основу було покладено потокова організація робіт, що передбачає безперервне укладання бетонної суміші при максимальному суміщенні робіт по влаштуванню опалубки, установці арматури і власне укладанні.

Спочатку встановлювалися опалубка та арматура плити і фундаментних балок, закладалися випуски арматури стін фундаменту, після чого проводилося укладання бетону. У зв'язку зі значними розмірами конструкція була розбита на заходки-блоки. Для цього визначено загальну трудомісткість укладання як провідного технологічного процесу в організації робіт по формулі:

$$T = N_{\text{вр}} * Q; T = 0.24 * 831 = 200 = 29 \text{ чол.-днів.}$$

На укладанні працювало 2 людини в зміну, звідси час бетонування $t_{\delta.n}$ дорівнюватиме $t_{\delta.n} = T/n = 29/4 = 8$. Ці 8 днів визначають темпи і характер робіт по влаштуванню фундаменту і в той же час можуть бути прийняті за цикл твердіння бетону на 1-й заходці, 7 - 8 днів. Так як робота з укладання ведеться у дві зміни (16 год), то крок робіт з укладання визначається як: $T_p = 16/24 = 0,67$. Кількість послідовно виконуваних процесів дорівнює 4 (установка опалубки, арматури, укладання бетону, ремонт). тоді кількість захваток блоків N дорівнюватиме:

$$N = n + \frac{t}{T_p} = 4 + \frac{8}{0,67} = 16 \quad (58)$$

На добу же необхідно укласти два блоки (16 блоків – 8 днів).

Бетонування плити вироблялося в зворотному порядку - від дальнього краю по напрямку до бетононасосів. Крім двох осіб, які працювали на укладці, двоє працювали на подачі бетонної суміші бетононасосом. Наведена дальність подачі бетонної суміші була визначена відповідно до будгеплану на момент укладання бетону як:

$$l_e = 14,5 + 0 + (1*2 + 1*2 + 1*4 + 2*2) + 0 = 30 \text{ м.}$$

В зміну бетонується один блок, звідси необхідна мінімальна продуктивність насоса дорівнює $\Pi_n = 50/7 = 7 \text{ м} / \text{ч}$. Відповідно до необхідної продуктивністю і довжиною подачі бетонної суміші приймаємо стаціонарний бетононасос СБ-161.

Після досягнення бетоном плити міцності 1,5 МПа встановлювалася опалубка стін і нарощувався арматура. Стійки опалубки стін виставлялися відразу на висоту 5 м. Щити з одного боку встановлювалися на всю висоту, а по іншій – по мірі бетонування. Відразу ж при установці опалубки на позначці -3,700 встановлювалася опалубка ребристого перекриття. Після установки

арматури вироблялося бетонування. З огляду на значний обсяг робіт (1706 м³ бетону, бетонування велося по ярусах, які були розбиті на блоки (відсіки) > кратні 50 м³, що дозволяє зберігати вищеописану механізацію робіт. Висота ярусу приймалася в межах 1 ... 1,4 м з міркувань якості укладання і з урахуванням характеру конструкцій фундаменту. Перші 4 яруси (980 м³ бетону) розташовувалися до перекриття, інші 4 (726 м³ бетону) – вище. На відмітках -0,150 і +0,800 також влаштовувалися перекриття.

Обсяг робіт з укладання бетону і число блоків (відсіків) представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Обсяг робіт з укладання бетону і число блоків

№ ярусу	Висота ярусу, м	Обсяг ярусу, м ³	Кількість блоків (відсіків) в ярусі
1	1.0	320	6
2	1.10	210	4
3	1.20	212	4
4	1.30	238	4(+38 м ³ /ч)
5	1.0	106	2
6	1.25	160	3
7	1.25	160	3
8	1.40	300	6

Спочатку бетонувати перші 4 яруси. При бетонуванні стін бригада складалася з 8 осіб: 2 людини – на подачі бетону і 6 чоловік – на укладці. У зв'язку про конструктивними особливостями перекриття на відмітці -3,700 4-й ярус розбивали на дві частини: одна частина (з плитою) бетонувати на висоту 1,7 м, а інша – на висоту -1,3 м.

Після закінчення укладання бетонної суміші в нижній ярусі встановлювалась опалубка та арматура верхніх ярусів, а також перекриттів на відмітках -0,150 і +0,800. Опалубка стін по відсіках встановлювалась в черговості, відповідно послідовності бетонування. При бетонуванні ребристого перекриття додавалося ще 5 осіб, Для зручності робіт через 2,25...2,5 влаштовувалися робочі настили, з яких велося бетонування. Подача бетону на висоту 5 м проводилася по трубах, укладених на естакаду і стійки.

З умови безперервності укладання бетонної суміші і подачі її бетононасосом необхідно, щоб інтенсивність цього процесу розрівнювалась 7 ... 8 м³/г. У такому випадку при двозмінній роботі з укладання (8 = 2)

кількість транспортних засобів для підвезення бетонної суміші може бути визначено за формулою (50).

З огляду на, що подача і укладання бетонної суміші ведуться бетононасосом і до будівельного майданчика прокладена асфальтна траса, бетонна суміш буде доставлятися на будмайданчик автобетонозмішувачем з транспортуванням сухої суміші і перемішуванням перед подачею в бункер бетононасоса. Бетонування ведеться в літню пору. Використовувана бетонна суміш має початок схоплювання 45 хв. Це означає, що вона повинна бути перекочений і покладена приблизно за 30 хв після перемішування в автобетонозмішувачі. Звідси випливає, що при інтенсивності укладання близько 7 ... 8 м³/г місткість барабана змішувача по готовому замісу не повинна перевищувати 4 м³. Барабаном місткістю 4 м³ володіє автобетоносмеситель СБ-92-1А з механічним приводом і корисною вантажопідйомністю 9,6 т, який ми і вибираємо в якості транспортного засобу. Бетонний завод розташовується в 15км від будмайданчика. При витраті часу на завантаження 12 хв (0,2 ч), розвантаження 15 хв (0,25 г), маневри 6 хв (0,1 г), перемішування 15 хв (0,25 г).

Рух до будмайданчика зі швидкістю 30 км/год і назад 40 км/год час одного обороту автобетонозмішувача:

$$t_{об} = 0,2 + 0,25 + 0,1 + 0,25 + 15/30 + 15/40 = 1,7 \text{ г}$$

Тоді необхідне число автобетонозмішувачів:

$$N_T = \frac{50 * 2,4 * 1,7}{7 * 9,6 * 1} = 3 \quad (59)$$

4. МОНТАЖНІ РОБОТИ

4.1. Вибір монтажного крана

При виборі монтажного крана необхідно враховувати можливість встановлення краном найважчого конструктивного елемента в найбільш вищу і віддалену точку монтованої будівлі або споруди; переміщена монтажного крана без його демонтажу від одного об'єкта до іншого; методи монтажу; вид споруди і умов його зведення; забезпечення гарної видимості робочого місця, необхідні швидкості підйому і спуску і інші не зручності; вартість машино-зміни.

Вибір монтажного крана доцільно починати з визначення показання монтажного ваги. Цей показник характеризує рівноваговість збірних елементів будівлі або споруди. Чим менше кількість типів і типорозмірів конструкція в споруди і ближче їх вагові характеристики, тим повніше використовується кран по вантажопідйомності і іншим параметрам.

Кран підбирають за найбільшою масою елемента конструкції. Дрібні елементи доцільно укрупнювати (пакетованих) до рівня ваговій характеристики найбільшого елемента. Якщо не можна домогтися укрупнення елементів, то застосовують кілька кранів різної вантажопідйомності: для легких і важких елементів. Показник монтажною ваги K визначається як відношення усередненої маси елемента Q_{cp} до максимальної маси $Q_{нб}$ елемента в цій групі:

$$K = \frac{Q_{cp}}{Q_{нб}} \quad (60)$$

Причому:

$$Q_{cp} = \frac{\sum Q_i}{\sum N_i}, \quad (61)$$

де $\sum Q_i$ – сумарна маса елементів, т; $\sum N_i$ – кількість монтажних одиниць.

Наприклад, при будівництві шахтної котельні розміром в плані 18x30 м, з кроком колон 6 м, висотою до низу балки покрита 8,4 м з монолітними бетонними фундаментами вантажні характеристики елементів і їх кількість характеризуються даними, наведеними в табл. 8.

Середня маса елемента $Q_{cp} = 335,78 / 124 = 2,71$ т. Тоді $K = 2,71 / 9,1 = 0,3$.

Низьке значення K не дозволяє обійтися при монтажі одним краном. Аналізуючи дані табл. 4.1, робимо висновок про використання двох монтажних кранів: одного баштового на рейковому ході для монтажу практично всіх елементів котельні і другого - стрілового, який буде використаний при монтажі балок покриття спільно з баштовим. Інакше кажучи, визначивши кількість кранів, приймають їх тип; баштовий, стріловий і т.п. в залежності від характеру споруджуваного об'єкта: його висоти і розмірів в плані, методів монтажу і організації будівництва, техніко-економічних показників застосування.

Після цього розраховує необхідні робочі параметри крана: вантажопідйомність, висоту підйому гака виліт гака і вантажний момент.

Таблиця 4.1 – Вантажні характеристики елементів і їх кількість.

Найменування елементів	Монтажна маса одного елемента, т	Кількість елементів в будівлі, шт	Загальна маса елементів, т
Колони	5,8	3	17,4
	5,6	9	49,5
	5,2	2	10,4
	4,7	2	9,4
	4,23	1	4,23
	4,9	2	9,8
	2,8	2	5,6
Ригелі	2,75	4	11,0
	2,6	1	2,6
	2,9	3	8,7
	2,65	5	13,25
Балки	2,85	12	34,2
Балки покриття	9,1	6	54,6
Плити перекриття	1,55	22	34,1
Плити перекриття	1,42	50	71,0
Разом	-	124	335,78

Вантажопідйомність крана Q_K приймається виходячи з найбільшої маси елемента або пакета елементів і визначається як:

$$Q_K = Q_e + q_{\text{тп}} + q_k + q_m, \text{ Т} \quad (62)$$

де Q_e – найбільша маса елемента що піднімається або пакета елементів, т;

$q_{\text{тп}}$ – маса транспортного пристосування, т;

q_k – маса конструкцій підсилення, т;

q_m – маса навісних монтажних пристосувань, т.

Висота підйому гака H_k виліт гака l_k в залежності від типу крана визначають як:

а) для баштових кранів, рис. 4.1:

$$H_{KP} = h_0 + h_e + h_3 + h_c, \text{ м} \quad (63)$$

де h_0 – перевищення опори змонтованого елемента над рівнем стоянки монтажного крана; h_e , – висота (товщина), що монтується елемента; h_3 – запас

по висоті, необхідний для заведення елемента над місцем установки або перенесення через раніше встановлені елементи; h_c – висота стропування.

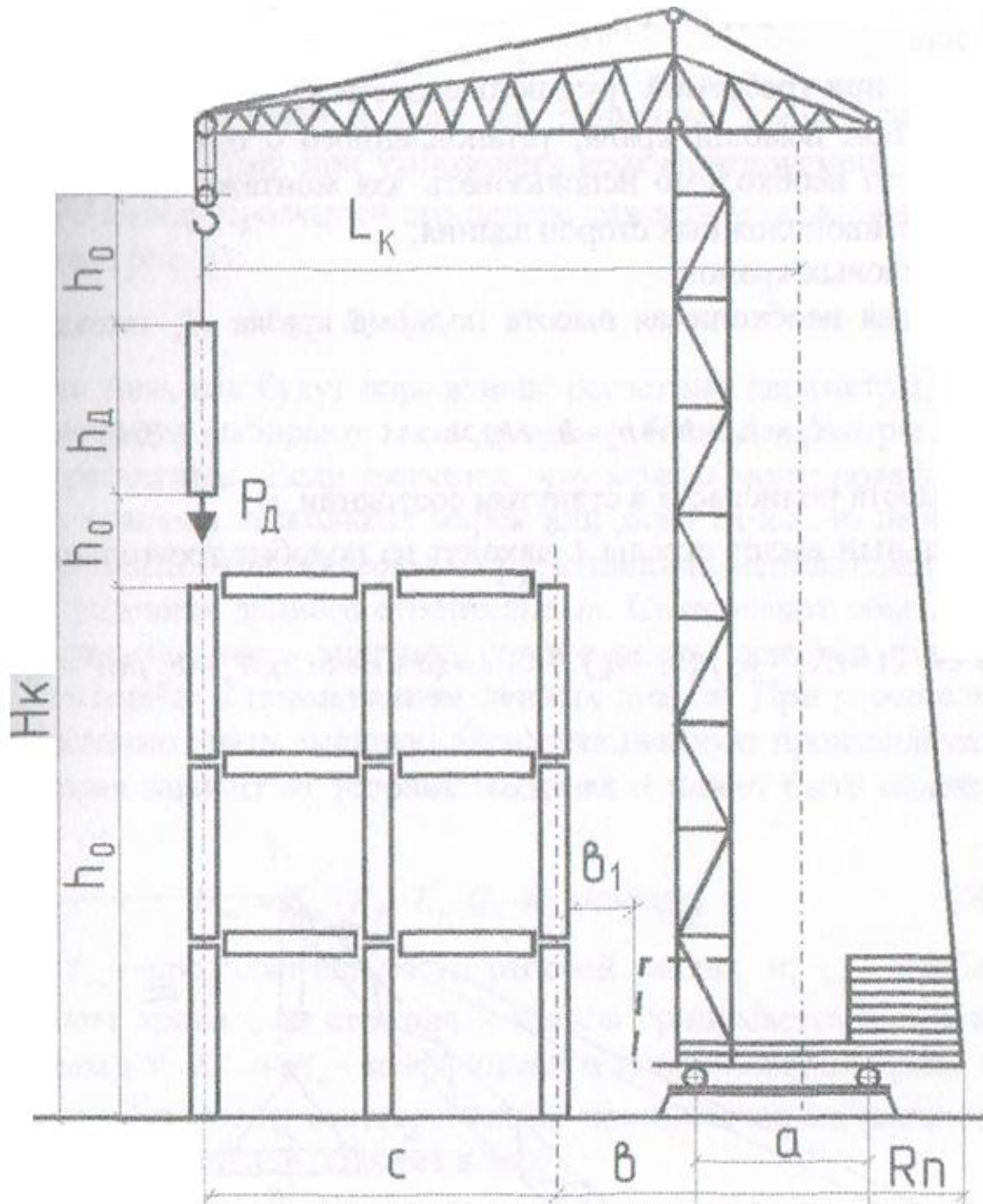


Рисунок 4.1 – Виліт стріли в залежності від конструкції баштового крана

Виліт стріли в залежності від конструкції баштового крана визначають за формулою:

$$l_{кр} = \frac{a}{2} + b + c, \text{ м}, \quad (64)$$

якщо не враховується радіус габариту поворотної платформи $R_{пл}$. Тут a – ширина підкранової колії; b – відстань від підкранової колії до межі будівлі; c – відстань від межі будівлі до центру ваги елемента, найбільш віддаленого від крана.

Якщо R_{III} враховується, то:

$$l_k = c + b_1 + R_{II} \quad (65)$$

У ряді випадків ширина будівлі t виявляється набагато більше, ніж можливі межі вильоту гака l_k існуючих кранів. В цьому випадку визначається зона дії крана r рівна:

$$r = m + b_1 + R_{II}, \text{ м}, \quad (66)$$

Якщо $l_k > r$ при необхідній вантажопідйомності крана, то монтаж елементом слід вести за допомогою крана, встановленого з одного боку будівлі. Якщо ж $l_k < r$ то необхідно використовувати для монтажу два крана, установлюють з протилежних сторін будівлі;

б) для стрілових кранів:

мінімальна необхідна висота підйому гака H_k знаходять з виразу:

$$H_k = h_0 + h_e + h_3 + h_c + h_{II}, \text{ м}, \quad (67)$$

де h_{II} – висота поліспасти в стягнуті стані, м.

Мінімальний виліт стріли l знаходять з подібності трикутників АВС АЕД (рис. 4.2):

$$\frac{l}{d+e+\frac{b}{2}} = \frac{H_k-h_{III}}{h_c-h_0}, \quad l = d + e + \frac{b}{2} = \frac{H_k-h_{III}}{h_c-h_0}, \quad (68)$$

де d – мінімальний зазор між стрілою і монтується елементом, приймається рівним 0,5 м; e – половина товщини стріли крана на позначці монтованого елемента, м; $\frac{b}{2}$ – половина ширини або довжини монтованого елемента, м; h_{III} – висота шарніра (п'яти стріли) над рівнем стоянки крана, м.

Необхідну довжину стріли крана L визначають з виразу:

$$L = \sqrt{l^2 + (H_k - h_{III})^2}, \quad (69)$$

Необхідний вантажний момент для баштових кранів дорівнює найбільшому моменту, що отримується при множенні ваги монтуемого елемента $P_e * l_k$ на відстані між проекцією його центра ваги і віссю обертання монтажного крану (див. рис. 4.2):

$$M_{M0} = P_e * l_k \quad (70)$$

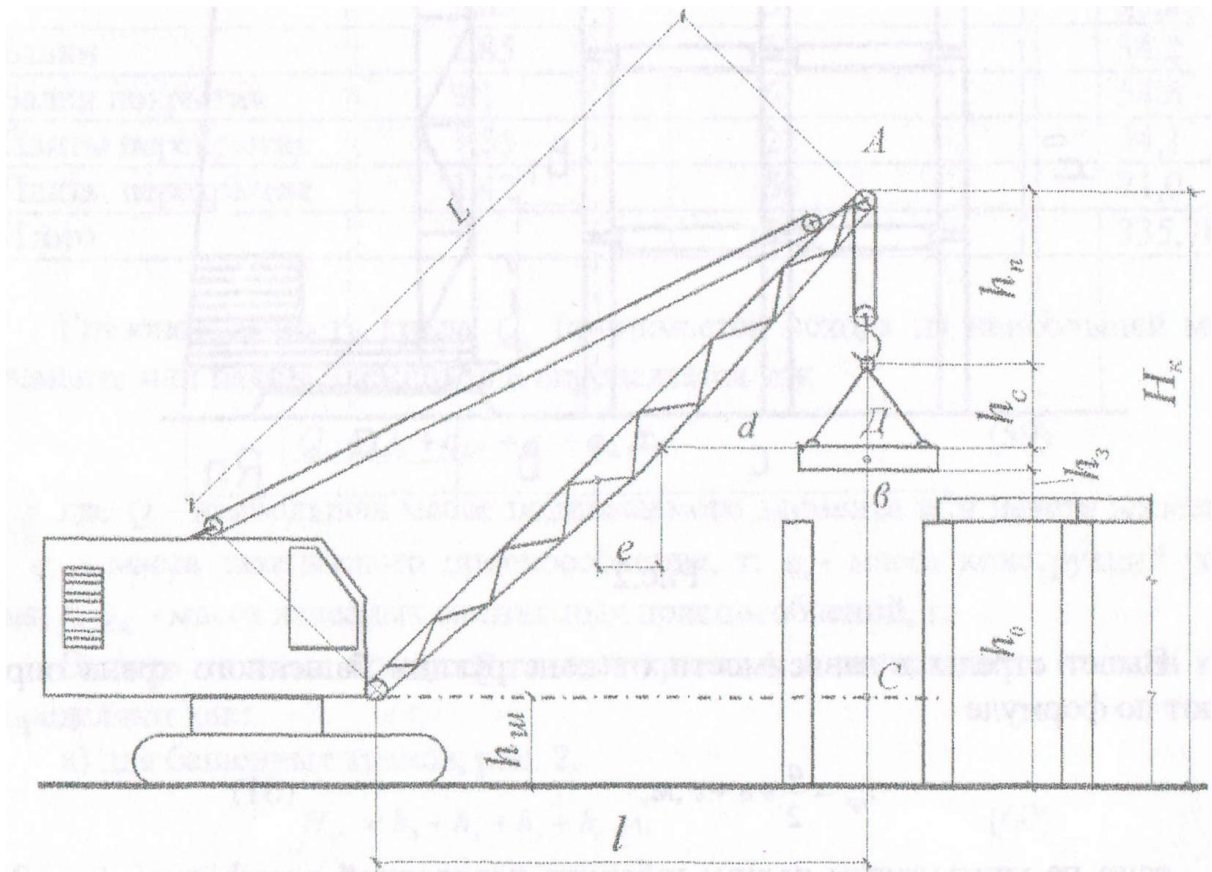


Рисунок 4.2 – Схема до визначення довжини стріли крана

Після того, як будуть визначені розрахункові параметри, з технічних характеристик вибирають такі крани, робітники параметри яких задовольняють розрахунковим. Якщо виявиться, що можна монтувати будівлю або споруду кранами декількох марок або навіть типів, то необхідно визначимо, і порівняти економічну ефективність використання підібраних кранів в умовах даного будівництва. Порівнюють зазвичай три показники; тривалість монтажу, трудомісткість монтажу і наведені затрати, пов'язані із застосуванням даних кранів. При розрахунку цих показників необхідно знати змінну експлуатаційну продуктивність крана $P_{екс}$, яка залежить від умов монтажу і може бути підрахована за формулою:

$$P_{екс} = T_{см} * K_{Г} * K_{в} * Q_{к} * n, \text{ т / зміну}, \quad (71)$$

де $T_{см}$ – тривалість робочої зміни, год; $Q_{к}$ – найбільша вантажопідйомність крана (для стрілових кранів приймається при найбільшому вильоті стріли), т; $K_{Г}$ і $K_{в}$ – коефіцієнти використання крана за вантажопідйомністю і в часі відповідно, приймається за даними табл. 10; n – розрахункове число циклів підйому на годину,

$$n = \frac{60}{\sum \frac{S}{V} + t}, \quad (72)$$

S – довжина шляху переміщення вантажу; V – швидкість відповідного руху вантажу, м/хв або об/хв; t – втрати часу протягом години на розгін, прискорення, зачіпку, відчеплення вантажів, хв (приймається по табл. 7).

Тривалість монтажу конструкцій T в стінах при використанні даного крана визначається як:

$$T = \frac{P}{k} * П_{екс} + \sum T_i, \quad (73)$$

де P – загальний обсяг робіт з монтажу конструкцій; k – коефіцієнт перевиконання норм; $\sum T_i$ – витрата часу на монтаж і випробування крана, його пересування, технологічні перерви в роботі, пов'язані з виробництвом інших робіт. Якщо на об'єкті використовується кілька кранів $T = T_1 + T_2 + \dots + T_n - T_{CP}$ де $T_1 + T_2 + \dots + T_n$ – тривалість монтажу кожним краном; T_{CP} – загальна величина суміщення робіт кранів в часі.

Трудомісткість монтажу T_P на одиницю конструкції визначають як:

$$T_P = \frac{[\sum N_{cmi} (m_{мех} + m_{руч}) i + T_{P1} + T_{P2} + T_{P3}]}{p}, \quad (74)$$

де N_{cmi} – число змін роботи i -м краном; $m_{мех}$ і $m_{руч}$ – число робочих на управлінні краном і монтажі відповідно; T_{P1} – витрати праці на транспортування, монтаж і демонтаж кранів; T_{P2} – то ж на пристрій, вміст і розбирання підкранових колій; T_{P3} – той же на технічне обслуговування і запасні частини до кранів.

Розрахунок наведених витрат виконують за формулою:

$$Z = C + E_H \sum_{i=1}^n (\Phi_i * \frac{t_i}{t_4}) \rightarrow \min, \quad (75)$$

де C – собівартість механізованих робіт на об'єкті (без врахування вартості основних матеріалів і конструкцій), грн.; E_H – нормативний до коефіцієнт ефективності; n – число кранів; Φ – капітальні вкладення (приймаються по інвентарні-розрахункової вартості порівнюваних кранів), грн.; t – число змін (годин) роботи крана на об'єкті; t_4 – річне число змін (годин) роботи порівнюваних кранів.

Собівартість механізованих робіт на об'єкті визначають за формулою:

$$C = K_1 \left(C_{\text{ед}} + \sum C_{\text{маш.зм}} * t_1 \right) * K_z * Z_{\text{п}}, \quad (76)$$

де K_1 – коефіцієнт накладних витрат на витрати по експлуатації машин (1,08); $C_{\text{ед}}$ – одноразові витрати, що включає витрати на пристрій і розбирання підкранових колій та доріг, підведення при необхідності електроенергії та ін.; K_z – коефіцієнт збільшення накладних витрат.

4.2. Визначення розмірів монтажної ділянки

При монтажі будівель великих розмірених: його доцільно розділити на монтажні ділянки.

Розбивка будівлі на монтажні ділянки залежить від типу будівель і прийнятого методу його зведення.

Як монтажної ділянки приймається така найменша годину одноповерхової будівлі в плані, яка забезпечує мінімальні організаційні перерви при суміщенні монтажу з подальшими процесами загальнобудівельних робіт і сприяє якнайшвидшому введенню в експлуатацію площ цеху окремими ділянками, прольотами або пусковими чергами,

Розрахунок величини монтажної ділянки здійснюється за формулою:

$$P_{\text{min}} = \frac{CAV(t_6+t_r)t_k}{S_0*t'_k}, \quad (77)$$

де P_{min} – мінімальна кількість збірних елементів (колон і інших елементів, що встановлюються с. ними одночасно), яке може бути на монтажній ділянці за умови забезпечення безперервності роботи крана.

Користуючись ЕНіР, визначимо час встановлення колон в одному осередку (склад 5 чол, кількість осередків - 22, коефіцієнт перевиконання норм 1,25) тоді:

$$t_k = \frac{(28 * 8,2 + 13 * 11) * 1,25}{5 * 22} = 4,23 \text{ ч}$$

Середня тривалість встановлення колон з одного боку осередку при русі крана по краях прольоту $t'_k = (13,11 * 1,25) / 5,22 = 1,62$ год.

Середня тривалість установки елементів покриття, що вмонтовуються з ними одним потоком в осередку, становить:

$$t_{\text{п}} = [0,5 (22 * 8,4 + 22 * 10,5) + 35 * 10,5 + 264 * 1,43] / 5,22 = 8,74 \text{ год.}$$

Тут для підкранових балок прийнято 50% норми часу на їх встановлення і 50% – для вивірки.

Якщо в секції прольоту до температурного шва розташоване менше 24 колон вони і не можна отримати міцність бетону в стиках при терміні дотриманні менше прийнятого, то в якості ділянки приймається весь проліт, що складається з двох секцій замість однієї з відповідним подовженням часу витримування бетону.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ ТА ДОВІДКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т. – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 25 с.

[Електронний ресурс]. URL:
<http://www.nmu.org.ua/upload/iblock/426/4261762c7656b0181d4bbc4cddfb6bac.rar>

2. Стандарт вищої освіти підготовки бакалавра наук з спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

[Електронний ресурс]. URL: <http://bg.nmu.org.ua/ua/nmz/nmz.php>

3. Стандарт вищої освіти підготовки бакалавра наук з спеціальності 184 «Гірництво».

[Електронний ресурс]. URL: <http://bg.nmu.org.ua/ua/nmz/nmz.php>

4. Освітньо-професійна програма для першого рівня вищої освіти за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія НТУ «ДП» (в редакції, що є чинною на момент виконання кваліфікаційної роботи). [Електронний ресурс]. URL: <http://bg.nmu.org.ua/ua/nmz/nmz.php>

5. Освітньо-професійна програма для першого рівня вищої освіти за спеціальністю 184 «Гірництво». НТУ «ДП» (в редакції, що є чинною на момент виконання кваліфікаційної роботи).

[Електронний ресурс]. URL: <http://bg.nmu.org.ua/ua/nmz/nmz.php>

6. Положення про організацію атестації здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т. – Д. : НТУ «ДП», 2018. – 38 с.

[Електронний ресурс]. URL:
<http://www.nmu.org.ua/upload/iblock/bbc/bbc52e5abe58f6db3848a61353f0f4dd.rar>

7. Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти, затверджене Вченою радою від 26.12.2017, протокол № 20 (у редакції, що ухвалена Вченою радою 18.09.2018, протокол № 11).

[Електронний ресурс]. URL:
<http://www.nmu.org.ua/upload/iblock/4a9/4a97179a0ac59afb9003dddb50e23232.pdf>

8. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.

[Електронний ресурс]. URL: http://www.knmu.kharkov.ua/attachments/3659_3008-2015.PDF

9. ДСТУ 8302:2015. БІБЛОГРАФІЧНЕ ПОСИЛАННЯ. Загальні положення та правила складання.

[Електронний ресурс]. URL: http://library.nlu.edu.ua/Biblioteka/sait/DSTU_8302-2015.pdf

10. Технологія будівельного виробництва: Підручник / М.Г. Ярмоленко, Є.Г. Романушко, В.І. Терновий та ін.; За ред. М.Г. Ярмоленка. К. : Вища школа, 2005.

11. Технология строительных процессов: учеб. для студентов вузов по направлению «Строительство», специальность «Промышленное и гражданское строительство» / Под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – 2 изд., перераб. – М.: Высш.шк., 2000. – 464 с.

12. Технологія будівельного виробництва. Практикум: навч. посібник для студ. вищих навч. закл., які навчаються за напрямом «Будівництво» / М.Г. Ярмоленко [та ін.]; ред. М. Г. Ярмоленко. – К. : Вища школа, 2007. – 207 с.

Навчальне видання

Вигодін Михайло Олександрович
Іщенко Олексій Костянтинович
Халимендик Олексій Володимирович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЯ І
ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА. ЧАСТИНА 2»

для студентів освітнього рівня бакалавр
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія та 184 «Гірництво»

Видано в авторській редакції.

Підписано до виходу в світ 19.04.2019.
Електронний ресурс.

Видано
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004.
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.