

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра будівельних, колійних та вантажно-
розвантажувальних машин**

**ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ
ВАНТАЖОПДІЙМАЛЬНИХ МАШИН**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни**

«БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА»

Харків – 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку
на засіданні кафедри будівельних, колійних та вантажно-

розвантажувальних машини 28 листопада 2011 р., протокол № 3.

У даних методичних вказівках детально розглянуто конструкцію таких вантажопідіймальних машин, як баштові крани та крани прогонового типу. Проаналізовано різновиди цих машин та особливості їх застосування у будівельному виробництві.

Наведено порядок визначення однієї із основних технічних характеристик кранів. Запропоновано студентам самостійно побудувати циклограму роботи цих машин і проаналізувати особливості їх технологічного процесу.

Методичні вказівки призначено для студентів спеціальності 6.06010101 «Промислове і цивільне будівництво», що вивчають курс «Будівельна техніка» усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти А.М. Кравець,
В.Г. Кравець

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНИХ МАШИН

Методичні вказівки
до лабораторних робіт з дисципліни

«БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА»

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 18.01.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра «Будівельні колійні та вантажно-
розвантажувальні машини»**

**ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО
ПРОЦЕСУ ВАНТАЖОПДІЙМАЛЬНИХ МАШИН**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторних робіт
з дисципліни**

«БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА»

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 28 листопада 2011 р., протокол № 3.

У даних методичних вказівках детально розглянуто конструкцію таких вантажопідіймальних машин, як баштові крани та крани прогонового типу. Проаналізовано різновиди цих машин та особливості їх застосування у будівельному виробництві.

Наведено порядок визначення однієї із основних технічних характеристик кранів. Запропоновано студентам самостійно побудувати циклограму роботи цих машин і проаналізувати особливості їх технологічного процесу.

Методичні вказівки призначено для студентів спеціальності 6.06010101 «Промислове і цивільне будівництво», що вивчають курс «Будівельна техніка», усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти А.М. Кравець,
В.Г. Кравець

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

ВСТУП

Одним з факторів у вирішенні завдань скорочення собівартості та строків виконання будівництва, підвищення продуктивності праці та загальної ефективності будівельного виробництва є комплексна механізація будівельно-монтажних робіт. Сучасне будівництво є однією з найбільш механізованих галузей народного господарства. Зокрема процеси, пов'язані із підніманням та переміщенням вантажів, майже взагалі не обходяться без застосування засобів механізації. Вантажопідіймальні машини стали невід'ємною частиною кожного будівельного процесу.

У будівельному виробництві вантажопідіймальні машини мають дуже широке застосування. За їх допомогою на споруди, що будуються, подають будівельні матеріали і штучні деталі, стінні огорожі та елементи покрівлі, вмонтовують великоблочні і великопанельні житлові будівлі, залізобетонні і металеві конструкції промислових будівель і споруд, виконують навантажувально-розвантажувальні роботи на складах матеріалів і конструкцій, обслуговують виробничі процеси на відкритих майданчиках підприємств будівельної індустрії.

У даних методичних вказівках розглядаються такі вантажопідіймальні машини, як крани, зокрема баштові та прогонового типу. Вони мають різні сфери застосування у будівельному виробництві, але забезпечують механізацію процесів переміщення вантажів на підприємствах будівельної індустрії.

Наведені в даних методичних вказівках лабораторні роботи призначені для детального ознайомлення студента із конструкцією вантажопідіймальних кранів, оволодіння методикою визначення основних параметрів робочого процесу цих машин і дослідження залежності цих параметрів від технічних характеристик машини і умов виконання нею будівельних робіт. До виконання лабораторної роботи студент допускається тільки після ретельної підготовки, яка полягає в самостійному вивченні теоретичного матеріалу за темою роботи і програми та методики її виконання.

Студент може захищати лабораторну роботу, якщо він виконав її в зазначеному обсязі, про що є відмітка у журналі лабораторних робіт, склав звіт з додержанням вимог, наведених у цих методичних вказівках, і підготував відповіді на контрольні питання.

Лабораторна робота 2

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БАШТОВИХ КРАНІВ

Мета роботи

- 1 Закріплення знань за темою «Вантажопідіймальні та вантажно-розвантажувальні машини».
- 2 Знайомство із загальною конструкцією баштових кранів та особливостями їх застосування у будівництві.
- 3 Придбання практичних навичок з визначення експлуатаційних характеристик баштових кранів.

Завдання

- 1 Ознайомитися із конструкціями баштових кранів і технологією застосування їх у будівництві.
- 2 Провести розрахунок основних експлуатаційних характеристик баштового крана згідно із своїм варіантом завдання.
- 3 Побудувати графічне зображення робочого циклу крана.
- 4 Скласти звіт по роботі.

Домашнє завдання

- 1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, наведеним у методичних вказівках.
- 2 Ознайомитися із змістом і порядком виконання роботи.
- 3 Вивчити програму та методику проведення дослідження параметрів робочого процесу баштового крана.
- 4 Відповісти на контрольні питання.

Теоретичні положення

У будівництві для переміщення будівельних матеріалів, монтажу будівельних конструкцій, навантажувально-розвантажувальних робіт на складах будівельних матеріалів, монтажу і обслуговування технологічного устаткування в процесі його експлуатації використовують вантажопідіймальні машини. До них належать:

- домкрати – це гвинтові, рейкові або поршневі гідравлічні штовхачі для піднімання вантажів на незначну висоту (до 0,6 м). Їх використовують на монтажних і ремонтних роботах;

- лебідки – це вантажопідіймальні пристрої у вигляді барабана з тяговим робочим органом, що приводиться вручну або двигуном;

- підіймачі – це пристрої, що застосовуються для вертикального переміщення вантажів і людей, розміщуваних у кабінах або на майданчиках;

- вишки – це підіймачі, змонтовані на вантажних автомобілях;

- крани – це універсальні вантажопідіймальні машини, застосовувані для переміщення штучних і сипких вантажів по просторовій трасі довільної конфігурації і різної протяжності.

Найбільш широко застосовуваною у будівництві групою вантажопідіймальних машин є крани. Вони відрізняються широким різноманіттям конструкцій, сферою застосування, технологічним можливостей тощо (див. рисунок 2.1).

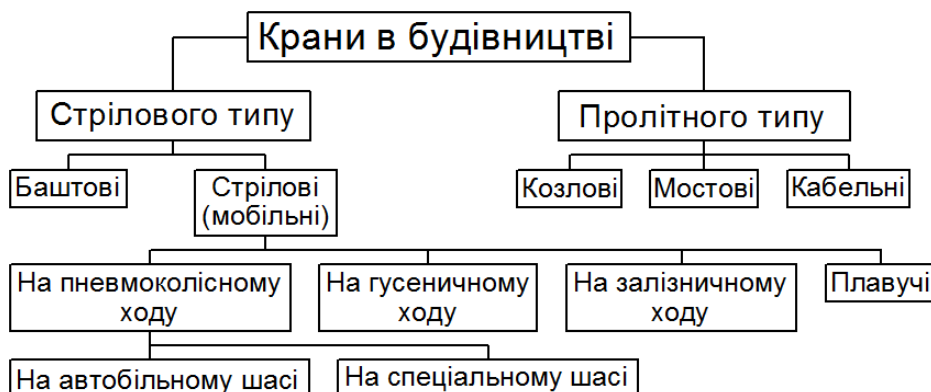


Рисунок 2.1 – Орієнтовна класифікація кранів, що застосовуються у будівництві

Ведучими вантажопідіймальними машинами у будівництві є баштові крани. Баштовими називають будівельні крани із стрілою, закріпленою у верхній частині вертикально встановленої башти, які виконують роботи з переміщення вантажів і монтажу будівельних конструкцій за рахунок поєднання робочих рухів: піднімання і опускання вантажу, зміни вильоту, повороту стріли з вантажем і пересування самого крана (для пересувних кранів). Баштові крани використовують як основні вантажопідіймальні машини для виконання будівельно-монтажних і навантажувально-розвантажувальних робіт у цивільному, промисловому й енергетичному будівництві. Вантажопідйомність кранів, що використовуються в житловому будівництві, звичайно складає 5... 25 т, а кранів для монтажу конструкцій і важкого промислового устаткування – до 50 т і навіть до 250 т. Широке розповсюдження баштових кранів у будівництві зумовлюється їхньою високою маневреністю, великою зоною обслуговування і підстріловим простором.

Баштові крани класифікують за такими ознаками:

- призначення – будівельні, монтажні, крани-перевантажувачі;
- спосіб установа:

 - а) пересувні, що пересується по рейкових шляхах;
 - б) стаціонарні або приставні, які прикріплюються до споруди, що зводиться;
 - в) самопідіймальні, встановлювані на каркаси будівель і переміщувані по них у вертикальному напрямі;

- спосіб зміни вильоту гака – з підіймальною і з горизонтальною балочною стрілою;
- тип елементів баштово-стрілового устаткування, що обертаються, – з поворотними баштами або з поворотними головками;
- тип металевих конструкцій основних елементів – гратчасті і трубчасті.

У технічній документації і діловому листуванні баштові крани позначають індексом типу КБ-000.000. Буквене позначення КБ означає «кран баштовий». Також можливі варіанти буквених

позначень будівельних баштових кранів КБМ – кран баштовий модульної системи, КБР – кран баштовий для ремонту будівель і КБГ – кран баштовий для гідротехнічного будівництва. Для конкретної моделі крана нулі замінюють цифрами. Перша цифра позначає розмірну групу крана (від 1 до 9 відповідно вантажним моментам до 300, 750, 1000, 1750, 3000, 5500, 8000, 12000 і більше 12000 кН·м). Наступні дві цифри позначають порядковий номер базової моделі: крани з поворотною баштою нумерують цифрами від 01 до 69, а крани з неповоротною баштою – від 71 до 99. Четвертою цифрою позначають порядковий номер виконання, відмінного від базової моделі, наприклад, довжиною стріли, висотою піднімання, вантажопідйомністю тощо. Моделі кранів, що пройшли першу модернізацію, позначають буквою А, що поміщається після цифрової частини індексу, що пройшли другу модернізацію – буквою Б і т.д. в порядку російського алфавіту. Також буквами російського алфавіту позначають спеціальне кліматичне виконання крана – для холодного (ХЛ), тропічного (Т) і тропічного вологого (ТВ) клімату. Наприклад позначення «КБ-305.1А» означає, що це баштовий кран із вантажним моментом 1000 кН·м та поворотною баштою, п'ятої моделі першого виконання, який пройшов одну модернізацію.

Баштовий кран з поворотною баштою (рисунок 2.2) складається з неповоротної рами з ходовим пристроєм 1, його приводом і поворотної частини. Поворотна частина включає поворотну платформу 2 з противагою 3, механізмом обертання 4, вантажною 5 і стріловою 6 лебідками, башту 7, стрілу 8, вантажний 9 і стріловий 10 поліспасти. Всі механізми крана мають індивідуальний електричний привод. Поворотна частина спирається на неповоротну через опорно-поворотний кульковий або роликовий круг 11 закритого типу. Башта ґратчастої або трубчастої конструкції закріплена на поворотній платформі, а стріла – шарнірно у верхній частині башти.

Стріла утримується розтяжками 12, які огинають спрямовуючі блоки і закріплені своїми кінцями на верхній обоймі стрілового поліспасти, за допомогою якого, а також стрілової лебідки, вона може підійматися і опускатися, змінюючи при цьому висоту піднімання і виліт вантажу. Піднімають і опускають вантаж вантажною лебідкою з поліспастром 9 і гаковою підвіскою.

Стріла крана може бути обладнана вантажною кареткою, що переміщається по спрямовуючих уздовж горизонтально встановленої стріли за допомогою тягової лебідки, розташованої на стрілі або на поворотній платформі. Така стріла називається балочною.

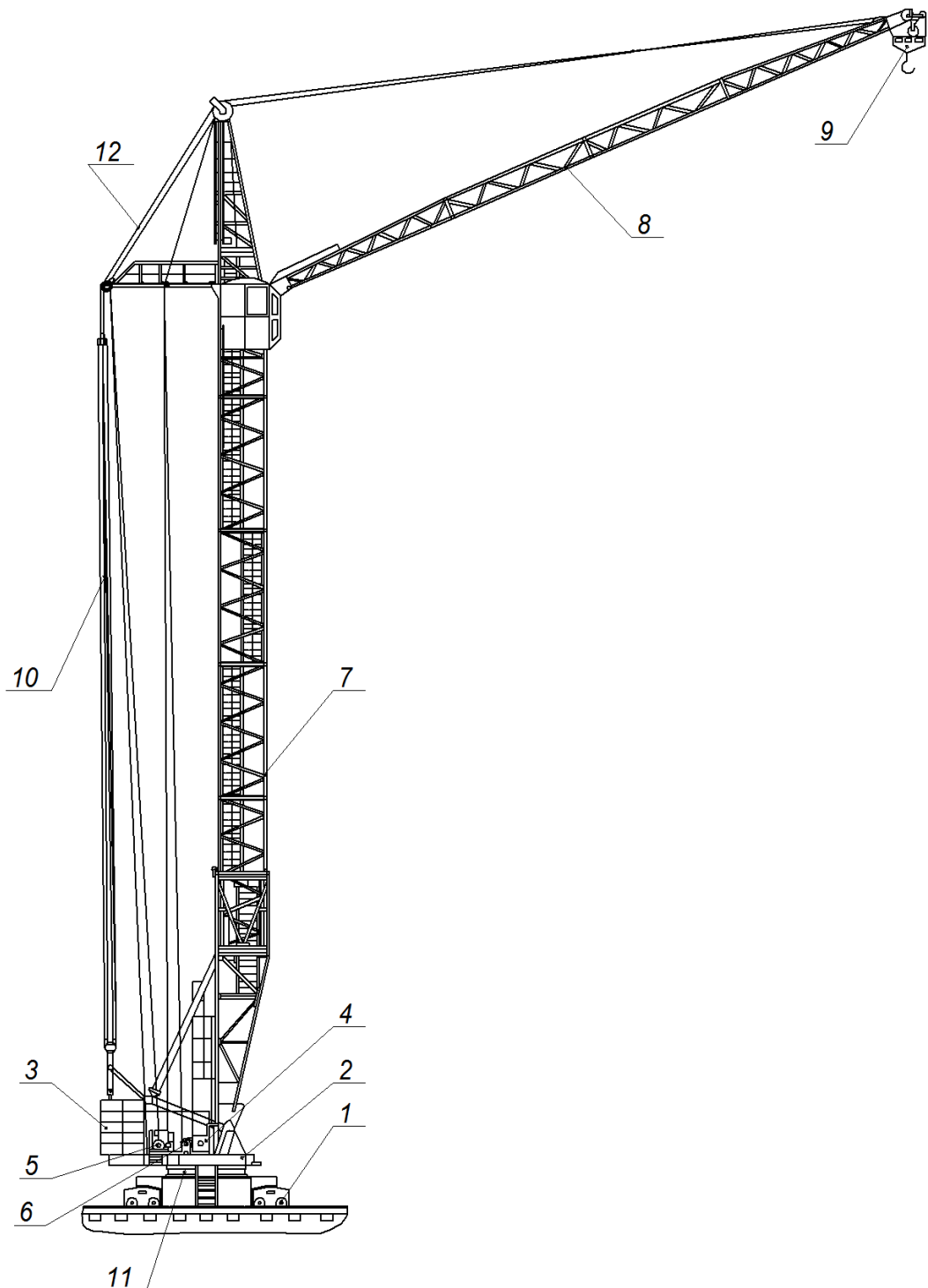


Рисунок 2.2 – Баштовий кран з поворотною баштою

і піднімальною стрілою

Баштовий кран з неповоротною баштою (рисунок 2.3) відрізняється від кранів з поворотною баштою тим, що разом з нижньою рамою 1 і ходовими візками 2, конструктивно схожими з такими для кранів з поворотною баштою, до неповоротної частини належить також башта 3 з порталом і баластом 4 в нижній частині. Баласт забезпечує крану необхідну стійкість проти перекидання як під навантаженням, так і в ненавантаженому стані. Поворотна частина крана включає поворотну головку 5, що спирається на верхню частину башти через опорно-поворотний пристрій 6, звичайно горизонтально розташовану стрілу 7 з вантажною кареткою 8 і лебідкою 9 для її пересування і противажну консоль 10 з пересувною противагою 11, вантажною лебідкою 12 і лебідкою пересування противаги 13. Стріла і противажна консоль підтримуються розтяжками 14. Як і для кранів з поворотною баштою, противага служить для вирівнювання навантажень на тіла кочення опорно-поворотного круга. Його положення на противажній консолі залежить від положення вантажної каретки на стрілі і маси вантажу, що піднімається. Зі зведенням будівлі башту подовжують за допомогою монтажної стійки 15. Для цього, заздалегідь зрівноваживши поворотну частину відповідним розташуванням вантажної каретки і противаги, за допомогою монтажної стійки і спеціальної лебідки піднімають башту разом з поворотною частиною і в зазор, що утворився, вводять додаткову секцію, яку пристиковують до нижньої частини піднятої башти, після чого на неї опускають верхню частину.

У кранах з поворотною баштою маса розташованих на висоті елементів менше, ніж у кранах з неповоротною баштою, а отже, загальний центр мас розташований нижче, що сприяє зменшенню загальної маси крана, підвищенню його динамічної стійкості і зручності його транспортування і монтажу. Проте при великій вантажопідйомності і висоті піднімання вантажу у цих кранів значно збільшується загальна маса, у зв'язку з цим при вантажопідйомності більше 10 т доцільно використовувати крани з неповоротною баштою.

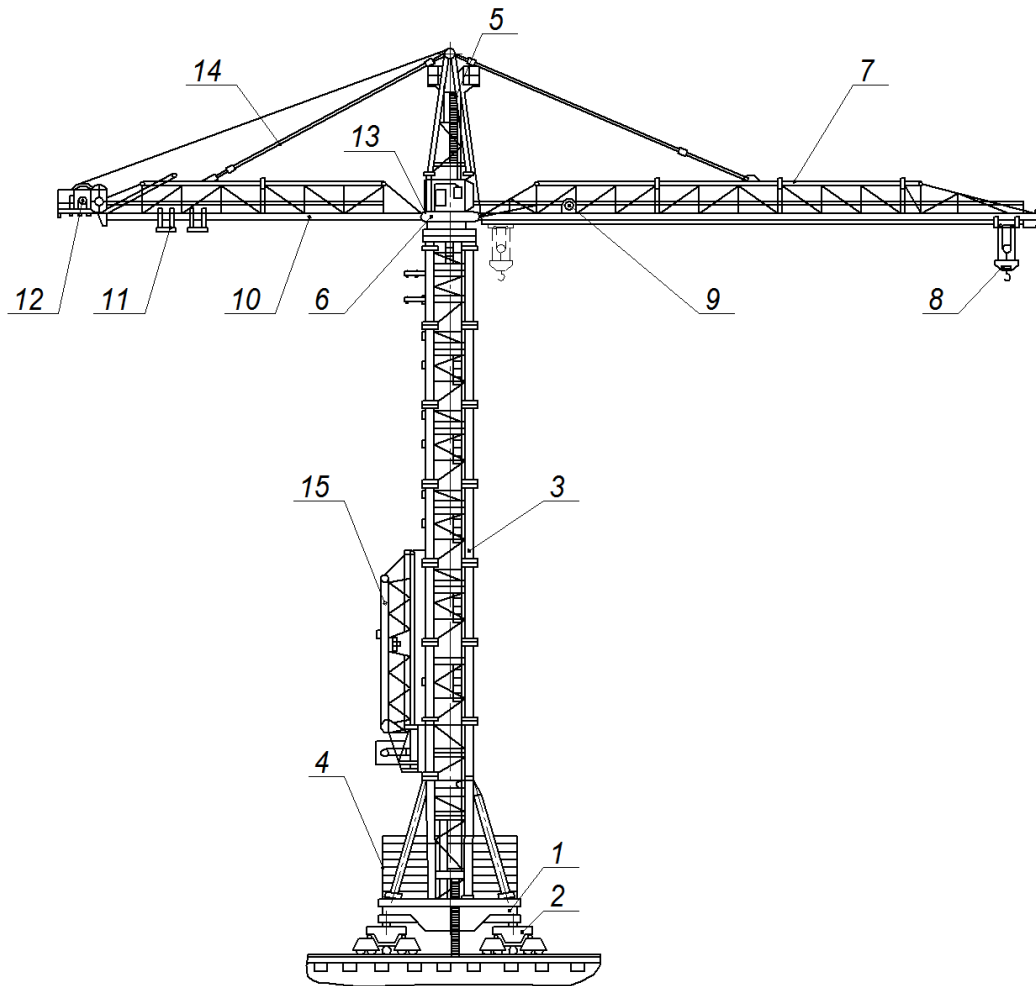


Рисунок 2.3 – Баштовий кран з неповоротною баштою і балочною стрілою

До основних параметрів баштових кранів, які обумовлюють характеристики технологічного процесу, належать:

- виліт стріли – це відстань від осі обертання поворотної частини крану до вертикальної осі гакової підвіски;
- вантажопідйомність – це найбільша допустима для відповідного вильоту стріли маса вантажу, на піднімання якої розрахований кран;
- вантажний момент – це добуток вантажопідйомності та відповідного вильоту стріли (застосовується у якості головного узагальнюючого параметра крана);

- висота піднімання та глибина опускання вантажу – відповідно відстань по вертикалі від рівня стоянки крана до центра зіву крюка, що знаходиться у верхньому або нижньому граничному положенні;
- швидкості роботи механізмів крана:

а) швидкість піднімання-опускання вантажу, маса якого дорівнює максимальній вантажопідйомності крана;

б) швидкість посадки вантажу – найменша швидкість плавної посадки вантажу при його наведенні і монтажі;

в) частота обертання поворотної частини крана при максимальному вильоті із вантажем на гаку;

г) швидкість пересування крана – робоча швидкість пересування із вантажем по горизонтальній колії;

д) швидкість зміни вильоту стріли (для кранів із підйнятною стрілою) від найбільшого до найменшого;

е) швидкість пересування вантажного візка (для кранів із балочною стрілою) із максимальним робочим вантажем;

- встановлена потужність - сумарна потужність механізмів крана, що включаються одночасно.

Програма та методика виконання роботи

У роботі необхідно розрахувати продуктивності баштового крана при виконанні операцій монтажу різноманітних будівельних конструкцій на основі індивідуальних вихідних даних (таблиця 2.1). Також потрібно побудувати циклограму робочого циклу крана.

Порядок виконання роботи

1 Визначити експлуатаційну продуктивність баштового крана Π_E , т/год, за формулою

$$\Pi_E = \frac{3600 \cdot Q \cdot k_q \cdot k_{ВП}}{t_{Ц}}, \quad (2.1)$$

де Q - вантажопідйомність крана, т (таблиця 2.2);

$k_{\text{ч}}$ - коефіцієнт використання крана за часом, $k_{\text{ч}} = 0,8 \dots 0,85$;
 $k_{\text{ВП}}$ - коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю;
 $t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу крана, с.

Коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю $k_{\text{ВП}}$ визначається за формулою

$$k_{\text{ВП}} = \frac{G}{Q}, \quad (2.2)$$

де G - фактична маса вантажу, що піднімається краном, т (таблиця 2.1);
 Q - вантажопідйомність крана, т (таблиця 2.2).

Час циклу крана $t_{\text{ц}}$, с, залежить від тривалості кожної окремої операції циклу і розраховується за формулою

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}, \quad (2.3)$$

де t_1 - час, що витрачається на стропування вантажу, с;
 t_2 - час, що витрачається на піднімання вантажу, с;
 t_3 - час, що витрачається на повертання стріли крана, с;
 t_4 - час, що витрачається на переміщення крана по рейковій колії, с;
 t_5 - час на опускання вантажу, с;
 t_6 - час на утримання вантажу при виконанні операцій монтажу: устанавлення, закріплення, заливання розчину тощо, с;
 t_7 - час, що витрачається на розстропування вантажу, с;
 t_8 - час на піднімання вантажозахоплюючого пристрою, с;
 t_9 - час на зворотне повертання стріли крана, с;
 t_{10} - час на зворотне переміщення крана, с;
 t_{11} - час на опускання вантажозахоплюючого пристрою, с.

Час на стропування, розстропування вантажу та його утримання при монтажі приймаємо за середньо-нормативними даними: $t_1 = 1,0 \dots 1,5$ хв, $t_6 = 7 \dots 9$ хв, $t_7 = 0,5 \dots 0,7$ хв.

Час, що витрачається на піднімання вантажу, t_2 , с,
визначається як

$$t_2 = \frac{H + h_3}{k_v \cdot \mathcal{G}_{ПВ}}, \quad (2.4)$$

де H - висота піднімання вантажу до рівня проведення монтажних робіт, м (таблиця 2.1);

h_3 - висота піднімання вантажу над рівнем монтажу,
 $h_3 = 2,5 \dots 3$ м;

$\mathcal{G}_{ПВ}$ - швидкість механізму піднімання-опускання вантажу крана, м/с (таблиця 2.2);

k_v - коефіцієнт, що враховує втрату часу на розгін та уповільнення механізму, $k_v = 0,8 \dots 0,9$ (при роботі із вантажем приймаються менші значення, а при холостому ході - більші).

Час, що витрачається на повертання стріли крана, t_3 , с, визначається за формулою

$$t_3 = 60 \cdot \frac{\alpha}{2 \cdot \pi \cdot k_v \cdot n}, \quad (2.5)$$

де α - кут повертання башти крана, рад. (таблиця 2.1);

n - швидкість обертання башти крана, хв^{-1} (таблиця 2.2).

Час, що витрачається на переміщення крана по рейковій колії t_4 , с, визначається як

$$t_4 = \frac{L_{ПК}}{k_v \cdot v_{ПК}}, \quad (2.6)$$

де $L_{ПК}$ - дальність переміщення крана, м (таблиця 2.1);

$v_{ПК}$ - швидкість механізму переміщення крана, м/с (таблиця 2.2).

Час на опускання вантажу t_5 , с, визначається як

$$t_5 = \frac{h_3}{k_v \cdot v_{ПВ}}, \quad (2.7)$$

де $v_{ПВ}$ - швидкість плавної посадки вантажу, м/с.

Тривалість інших операцій визначається аналогічно вже проведеним розрахункам з урахуванням того, що приймається більше значення коефіцієнта k_v , що враховує втрату часу на розгін та уповільнення механізму:

$$t_8 = \frac{h_3}{k_v \cdot v_{PB}};$$

$$t_9 = 60 \cdot \frac{\alpha}{2 \cdot \pi \cdot k_v \cdot n};$$

$$t_{10} = \frac{L_{ПК}}{k_v \cdot v_{ПК}};$$

$$t_{11} = \frac{H + h_3}{k_v \cdot g_{PB}}.$$

2 Побудувати циклограму роботи крана за результатами проведених розрахунків. Приклад побудови циклограми наведено на рисунку 2.4. Масштаб шкали часу виконання операцій вибирається у кожному випадку окремо залежно від загальної тривалості робочого циклу t_o .

3 Зробити висновок по роботі.

Зміст звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити таку інформацію:

- назва, мета і задачі роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- схематичне зображення баштових кранів із поворотною стрілою і поворотною головкою та опис їх конструкції;

- розрахунок продуктивності баштового крана за вихідними даними згідно з варіантом;
- циклограма роботи крана із заданим вантажем при заданих умовах;
- висновки по роботі.

Контрольні питання

- 1 Для яких робіт у будівництві застосовують вантажопідіймальні машини?
- 2 На які групи поділяються всі вантажопідіймальні машини?
- 3 Що таке домкрати?
- 4 Які функції виконують підіймачі?
- 5 Що таке крани?
- 6 Наведіть орієнтовну класифікацію будівельних кранів.
- 7 Що таке баштові крани?
- 8 За якими ознаками класифікуються будівельні баштові крани?
- 9 Назвіть основні конструктивні особливості баштового крана із поворотною баштою.
- 10 Назвіть основні конструктивні особливості баштового крана із поворотною головою.
- 11 Назвіть основні параметри баштових кранів.
- 12 Від яких показників залежить продуктивність баштового крана?
- 13 Що таке коефіцієнт використання крана за вантажопідійомністю?
- 14 Із яких операцій складається робочий цикл баштового крана?
- 15 Що таке циклограма роботи крана?

Лабораторна робота 3

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ КРАНІВ ПРОЛІТНОГО ТИПУ

Мета роботи

1 Закріплення знань за темою «Вантажопіднімальні та вантажно-розвантажувальні машини».

2 Знайомство із загальною конструкцією кранів прогонового типу та особливостями їхнього застосування у будівництві.

3 Придбання практичних навичок з визначення експлуатаційних характеристик кранів прогонового типу.

Завдання

1 Ознайомитися із конструкціями кранів прогонового типу та особливостями застосування їх у будівельній галузі.

2 Провести розрахунок основних експлуатаційних характеристик крана прогонового типу, який працює на складі будівельних матеріалів, згідно з своїм варіантом завдання.

3 Побудувати графічне зображення робочого циклу крана.

4 Скласти звіт по роботі.

Домашнє завдання

1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, наведеним у методичних вказівках.

2 Ознайомитися із змістом і порядком виконання роботи.

3 Вивчити програму та методику проведення дослідження параметрів робочого процесу крана прогонового типу.

4 Відповісти на контрольні питання.

Теоретичні положення

У кранів прогонового типу переміщуваний вантаж розташовується в межах опорного контуру. До цього типу кранів належать козлові, напівкозлові, мостові крани, кран-балки і кабельні крани. Останні широкого розповсюдження в будівництві не отримали.

Кожний з кранів прогонового типу має дві опори, що переміщуються по рейках або на пневмоколесах, і прогонову

частину, функцію якої у кабельних кранів виконує несучий канат, а у всіх інших кранів – міст ґратчастої або коробчатої конструкції. У кранів мостового типу вантаж підвішений на вантажному поліспасті, верхня (нерухома) обойма якого закріплена на переміщуваному вздовж моста вантажному візку. Просторова траєкторія вантажу утворюється з поєднання траєкторій трьох простих рухів – піднімання вантажу, переміщення візка вздовж моста і переміщення всього крана.

Козлові крани використовують в основному при обслуговуванні складів будівництв і монтажних майданчиків з виготовлення і збирання металевих і залізобетонних конструкцій і монтажу устаткування. Їх вантажопідйомність складає 1...500 т при прогонах 9,3...50 м і висоті піднімання 7...30 м. Порівняно із стріловими кранами козлові крани мають постійну вантажопідйомність за всією площею обслуговуваної зони, вони більш стійкі, менш матеріаломісткі. До їхніх недоліків належать менша маневреність і складність монтажу.

Розрізняють козлові крани загального призначення і спеціальні (монтажні). За конструкцією моста вони бувають однобалочними і двобалочними, а за типом металоконструкцій – ґратчастими і коробчастими. За кількістю консолей мости козлових кранів можуть бути двоконсольними, одноконсольними і безконсольними. Кран переміщається по рейках, рідше на пневматичних шинах. В останньому випадку, а також при невеликих прогонах, а отже, невеликій довжині рейкової колії опори крана можуть з'єднуватися з мостом жорстко. При розширеній рейковій колії щоб уникнути небезпеки заклинювання опор при температурних розширеннях моста і можливих відхиленнях колії від її номінального значення при пересуванні ходових візків по рейках, одну опору сполучають з мостом шарнірно.

Вантажний візок може бути самохідним або приводитися канатним механізмом від електрореверсивної тягової лебідки. При цьому, щоб уникнути збільшення маси візка, вантажопіднімальний механізм, що складається з декількох лебідок, розташовують на одній з опор.

Механізми крана мають електричний привід і живляться від зовнішньої електромережі через тролії або гнучкий кабель. Управляють краном з кабіни машиніста, що розташовується на одній

з опор.

Для монтажу важкого промислового устаткування – цементних печей, котлів, турбогенераторів – застосовують козлові крани вантажопідйомністю 100...125 т з прогоном 20...25 м при висоті піднімання 12,5...25 м. На будівництві атомних станцій працюють козлові крани вантажопідйомністю 400 т.

Двоконсольний козловий кран (рисунок 3.1) складається з металоконструкції, до якої належить міст 1, чотири стійки 2 та з'єднувальні балки 3, які жорстко поєднують опори, що пересуваються по одній рейці підкранової колії. Ходові візки 4 з механізмами пересування розташовані на опорах (на двох опорах з різних боків крана або на всіх чотирьох). Вантажний візок 5 пересувається по мосту крана і може мати як опорний, так і підвісний механізм пересування. Кабіна управління 6 може бути як пересувною і переміщатися разом із вантажним візком, так і стаціонарною – закріпленою на одній із опор. Для запобігання скиданню небажаному безконтрольному пересуванню крана він обладнаний протиугонними затискачами 7. Для ремонту вантажного візка на одній з опор може бути встановлена балка 8 з таллю. Для живлення електроенергією з тролейної підвіски кран обладнаний струмознімним пристроєм 9. Електродвигуни вантажного візка отримують електроенергію по кабелю, що підвішений на мосту крана.

У напівкозлового крана міст спирається на одну жорстку опору (як у козлового крана) і на конструкцію будівлі. Кран пересувається по рейкових коліях, при цьому одна з рейок укладена на рівні землі, а інша на певній висоті (частіше за все на будівельній конструкції будівлі). Для зменшення навантажень на конструкцію будівлі механізми піднімання і пересування вантажного візка встановлюють на жорсткій опорі. Напівкозлові крани застосовують для монтажу устаткування і навантажувально-розвантажувальних робіт. Їхня вантажопідйомність складає 10...30 т, прогін 11...28 м, висота піднімання 16...60 м.

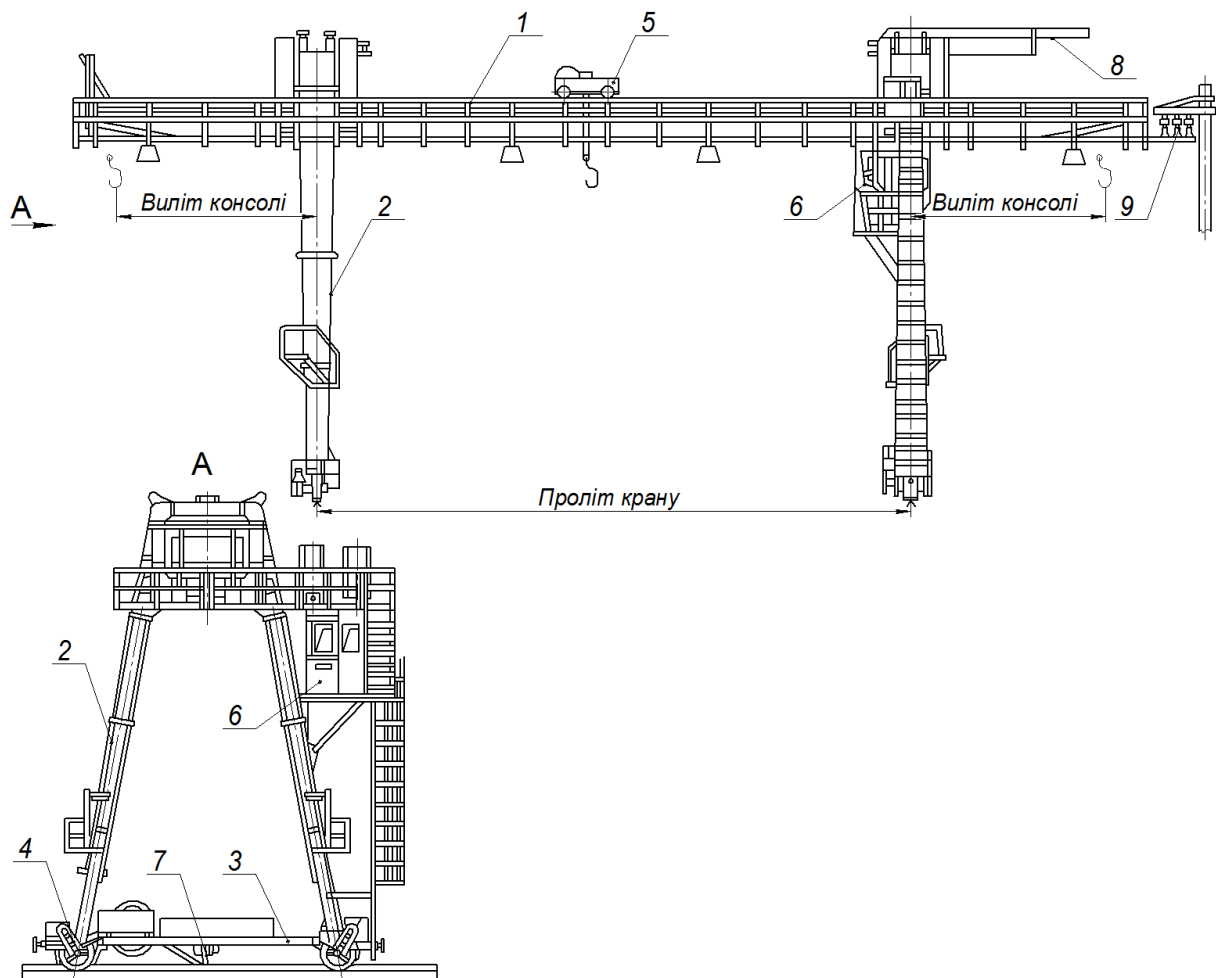


Рисунок 3.1 – Кран козловий

Мостові крани відрізняються від козлових тим, що вони пересуваються по рейкових коліях, укладених на колонах цеху (складу). Крани цього типу обслуговують всю площу цеху або складу і можуть переміщувати вантажі в будь-якому напрямку відповідно до технологічного процесу.

Мостові крани застосовують для механізації вантажопідіймальних робіт на машинобудівних і ремонтних підприємствах, у виробництві будівельних матеріалів і т. п., механізації навантажувально-розвантажувальних і складських робіт.

За конструкцією моста ці крани бувають одно- і двобалочними. Вантажопідіймність двобалочних кранів (рисунок 3.2) складає 5... 500 т, прогін – 10...32 м. У кранах малої і середньої вантажопідіймності механізм пересування має звичайно груповий

привод (з трансмісійним валом і двома редукторами по кінцях для передачі руху ходовим колесам), а в кранах великої вантажопідйомності – індивідуальний привод для кожної сторони крана. Відомі також зарубіжні мостові крани невеликої вантажопідйомності з пневматичними колесами, що забезпечують м'якість і безшумність переміщення крана по залізобетонних коліях.

Мостові крани вантажопідйомністю більше 10 т часто оснащуються двома або трьома підйомними механізмами: одним головним – номінальною вантажопідйомністю та одним чи двома допоміжними – меншої вантажопідйомності (у 3...5 разів).

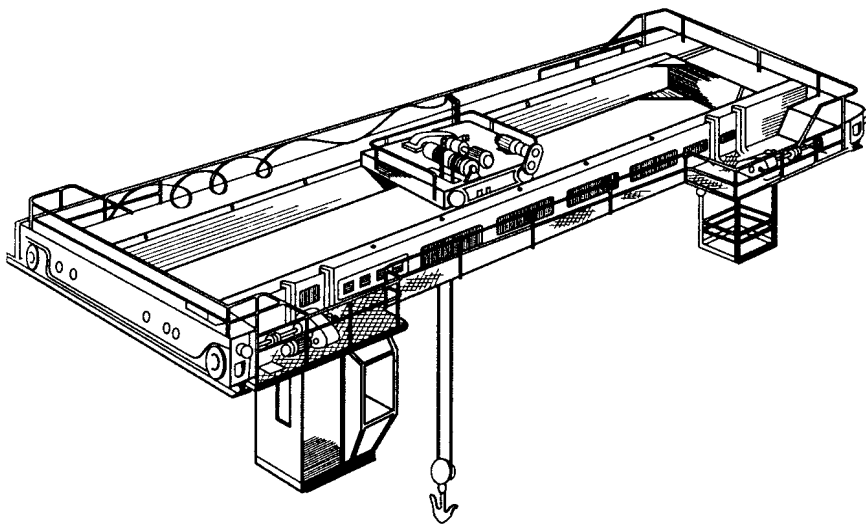


Рисунок 3.2 – Кран мостовий двобалочний

У якості піднімального механізму в однобалочних мостових кранах, які називаються також **кран-балками**, використовують тельфери (електроталі), які пересуваються по нижній полці мостової балки. Вантажопідйомність таких кранів – до 5 т, прогін 5...17 м. Управляють краном, як правило, з підлоги за допомогою кнопок, підвішених на тросі, та магнітних пускачів, і набагато рідше з кабіни. При великих прогонах кран-балки мають фермову конструкцію, що забезпечує достатню жорсткість і стійкість при роботі.

Програма та методика виконання роботи

У роботі необхідно виконати розрахунок продуктивності крана прогонового типу при виконанні перевантажувальних операцій із

будівельними конструкціями на складах будівельних матеріалів у відповідності із індивідуальним завданням (таблиця 3.1). Також потрібно побудувати циклограму робочого циклу крана.

Порядок виконання роботи

1 Визначити експлуатаційну продуктивність крана проонового типу Π_E , т/год, за формулою

$$\Pi_E = \frac{3600 \cdot Q \cdot k_q \cdot k_{ВП}}{t_{Ц}}, \quad (3.1)$$

де Q - вантажопідйомність крана, т (таблиця 3.2);
 k_q - коефіцієнт використання крана за часом, $k_q = 0,75 \dots 0,85$;
 $k_{ВП}$ - коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю;
 $t_{Ц}$ - тривалість циклу крана, с.

Коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю $k_{ВП}$ визначається за формулою

$$k_{ВП} = \frac{G}{Q}, \quad (3.2)$$

де G - фактична маса вантажу, що піднімається краном, т (таблиця 3.1);
 Q - вантажопідйомність крана, т (таблиця 3.2).

Час циклу крана прогонового типу t_{σ} , с, залежить від тривалості кожної окремої операції циклу і розраховується за формулою

$$t_{\sigma} = \varphi \cdot (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}), \quad (3.3)$$

де φ - коефіцієнт суміщення операцій, $\varphi = 0,7 \dots 0,8$. Цей коефіцієнт

- враховує можливість одночасно виконувати декілька операцій;
- t_1 - час, що витрачається на стропування вантажу, с;
 - t_2 - час, що витрачається на піднімання вантажу, с;
 - t_3 - час, що витрачається на переміщення вантажного візка, с;
 - t_4 - час, що витрачається на переміщення крана по рейковій колії, с;
 - t_5 - пауза на заспокоєння і орієнтацію вантажу перед опусканням, с;
 - t_6 - час на опускання вантажу, с;
 - t_7 - час, що витрачається на розстропування вантажу, с;
 - t_8 - час на піднімання вантажозахоплюючого пристрою, с;
 - t_9 - час на зворотне переміщення вантажного візка крана, с;
 - t_{10} - час на зворотне переміщення крана, с;
 - t_{11} - час на опускання вантажозахоплюючого пристрою, с.

Час, який витрачається на стропування і розстропування вантажу, залежить від типу захоплюючого пристрою. При використанні автоматичних затискачів $t_1 = 10...15$ с, а $t_7 = 5...8$ с. При застосуванні канатних стропів $t_1 = 35...50$ с, а $t_7 = 12...15$ с. Пауза на заспокоєння і орієнтацію вантажу перед опусканням становить орієнтовно 3...5 с.

Час, що витрачається на піднімання вантажу, t_2 , с, визначається як

$$t_2 = \frac{H_B + h_3}{k_V \cdot g_{ПОВ}}, \quad (3.4)$$

де H_B - висота піднімання вантажу до рівня складування або до рівня борта транспортного засобу, у який вантаж завантажується, м (таблиця 3.1);

h_3 - безпечний запас висоти піднімання вантажу над рівнем складування борта транспортного засобу, $h_3 = 0,5...0,8$ м;

$g_{ПОВ}$ - швидкість механізму піднімання-опускання вантажу крана, м/с (таблиця 3.2);

k_V - коефіцієнт, що враховує втрату часу на розгін та уповільнення механізму, $k_V = 0,8...0,9$ (при роботі із вантажем приймаються менші значення, а при холостому ході більші).

Час, що витрачається на переміщення вантажного візка, t_3 , с, визначається за формулою

$$t_3 = \frac{L_{BB}}{k_y \cdot v_{BB}}, \quad (3.5)$$

де L_{BB} - дальність переміщення вантажного візка крана, м (таблиця 3.1);

v_{BB} - швидкість переміщення вантажного візка крана, м/с (таблиця 3.2).

Час, що витрачається на переміщення крана по рейковій колії t_4 , с, визначається як

$$t_4 = \frac{L_{ПК}}{k_y \cdot v_{ПК}}, \quad (3.6)$$

де $L_{ПК}$ - дальність переміщення крана, м (таблиця 3.1);

$v_{ПК}$ - швидкість механізму переміщення крана, м/с (таблиця 3.2).

Час на опускання вантажу t_6 , с, визначається як

$$t_6 = \frac{L_{ОВ}}{k_y \cdot v_{ПОВ}}, \quad (3.7)$$

де $L_{ОВ}$ - висота опускання вантажу, м (таблиця 3.1).

Тривалість інших операцій визначається аналогічно вже проведеним розрахункам з урахуванням того, що приймається більше значення коефіцієнта k_y , що враховує втрату часу на розгін та уповільнення механізму:

$$t_8 = \frac{h_3}{k_y \cdot v_{ПОВ}};$$

$$t_9 = \frac{L_{BB}}{k_y \cdot v_{BB}};$$

$$t_{10} = \frac{L_{ПК}}{k_y \cdot v_{ПК}};$$

$$t_{11} = \frac{H + h_3}{k_y \cdot v_{ПОВ}}.$$

2 За результатами проведених розрахунків побудувати циклограму роботи крана без врахування можливості суміщення операцій з його урахуванням (на різних шкалах). Приклад побудови циклограми без врахування суміщення операцій наведено на рисунку 3.3. Масштаб шкали часу виконання операцій вибирається у кожному випадку окремо, в залежності від загальної тривалості робочого циклу $t_{ц}$.

При побудові циклограми із врахуванням можливості суміщення операцій слід враховувати, що деякі операції можна виконувати одночасно (в даному випадку переміщення крану і вантажного візка). Час виконання цих операцій на циклограмі відкладають паралельно, починаючи від однієї вертикальної лінії і тривалість суміщеної операції приймають за тривалістю найдовшої із цих двох операцій.

3 Зробити висновок по роботі

Зміст звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити таку інформацію:

- назва, мета та задачі роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- схематичне зображення кранів прогонового типу (мостового і козлового) і опис їх конструкції;
- розрахунок продуктивності крана прогонового типу за вихідними даними згідно з варіантом;
- циклограми роботи крана із заданим вантажем при заданих умовах без врахування і з врахуванням суміщення операцій;
- висновки по роботі.

Контрольні питання

- 1 Назвіть різновиди кранів прогонового типу та особливості їхньої конструкції
- 2 Для яких робіт у будівництві застосовують крани мостового типу?
- 3 Назвіть основні особливості конструкції і технології застосування козлових кранів.
- 4 За якими ознаками класифікуються козлові крани?
- 5 Назвіть основні елементи конструкції козлових кранів.
- 6 Що таке напівкозлові крани?
- 7 У чому полягають особливості конструкції і робочого процесу мостових кранів?
- 8 Що таке кран-балки?
- 9 Від чого залежить продуктивність крана прогонового типу?
- 10 Що називається робочим циклом будь-якої машини циклічної дії?
- 11 З яких складових складається тривалість циклу крану прогонового типу?
- 12 У чому полягає зміст процесу суміщення операцій машин циклічної дії?

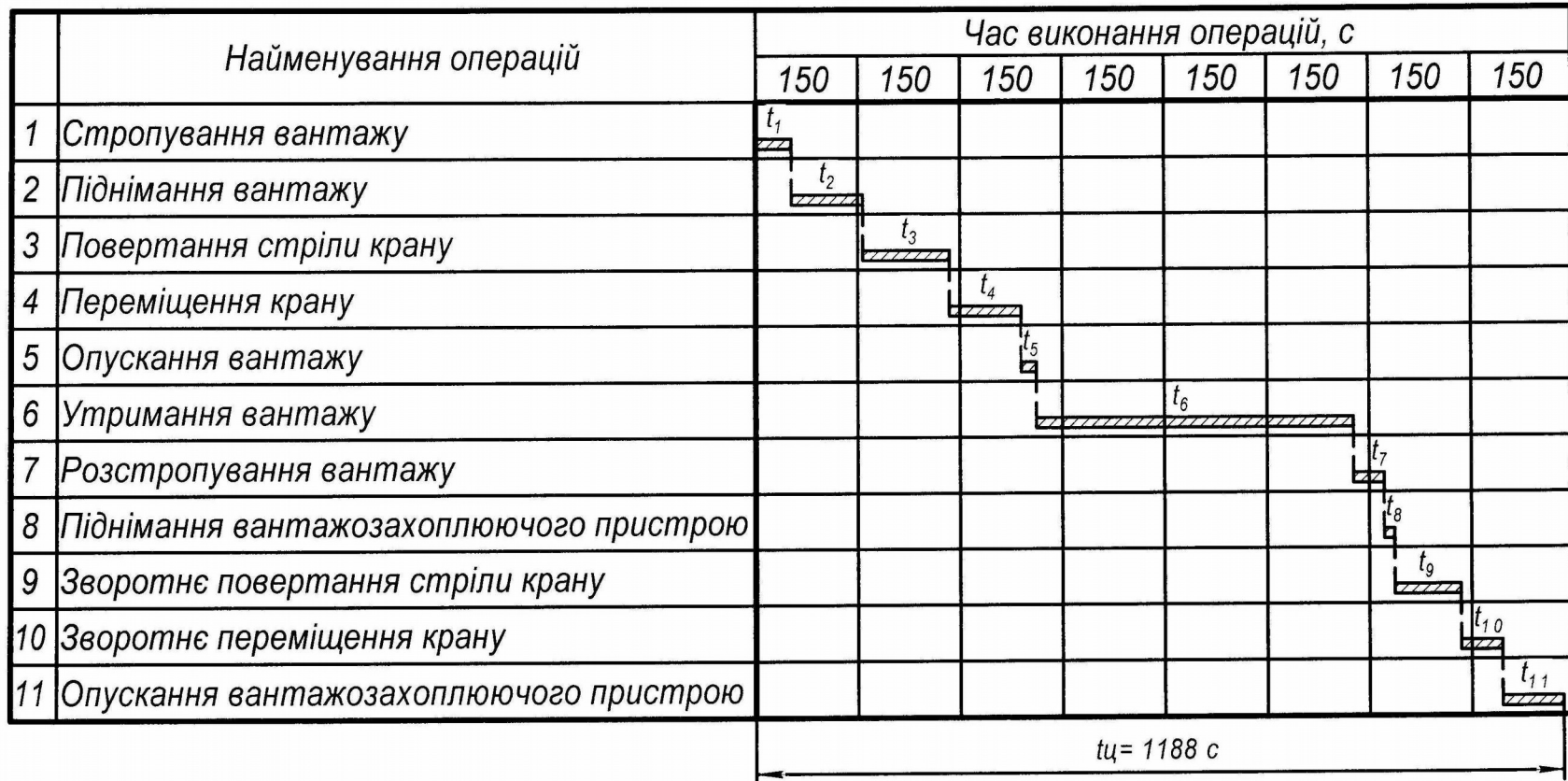


Рисунок 2.4 – Орієнтовний вигляд циклограми роботи баштового крана

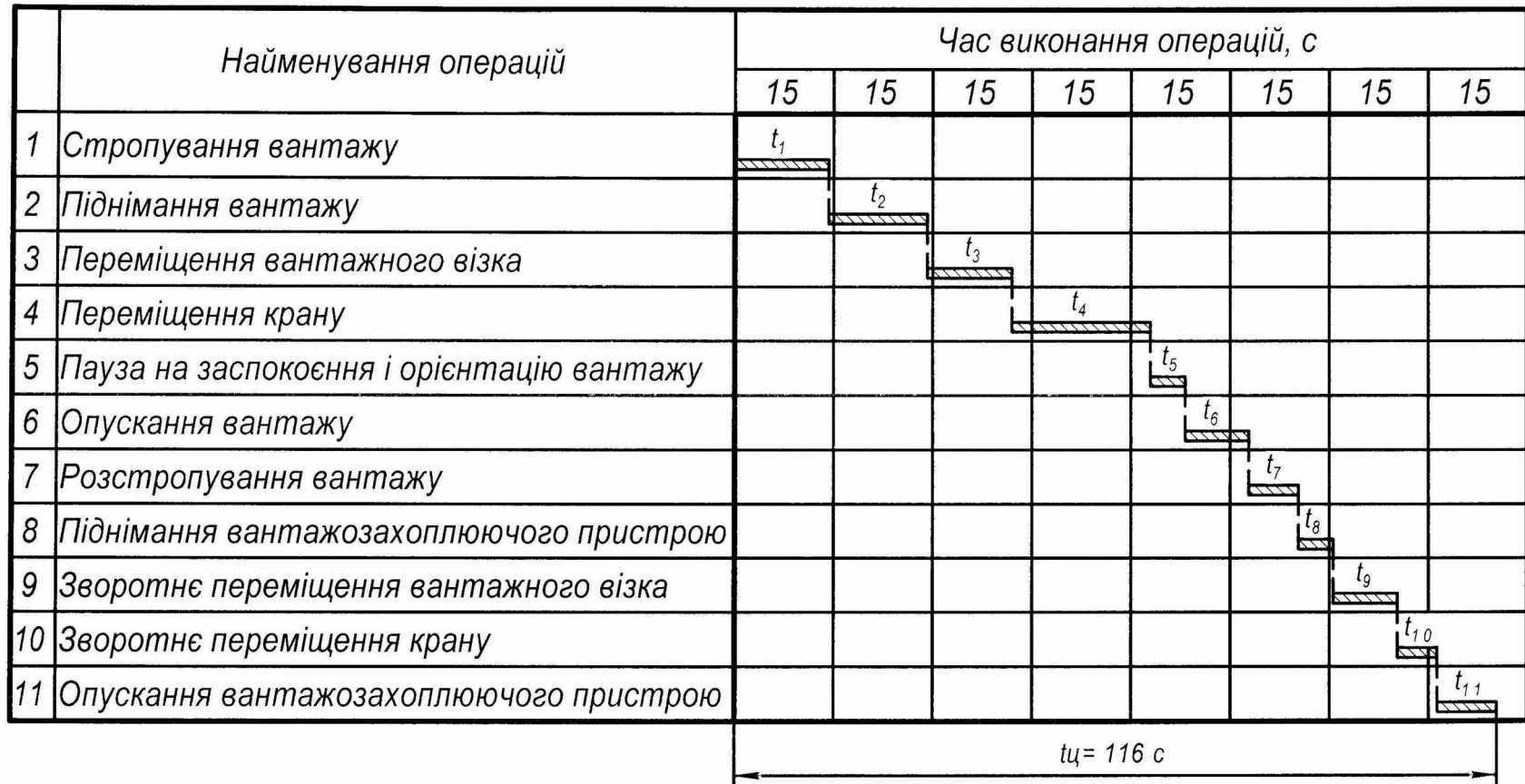


Рисунок 3.3 – Орієнтовний вигляд циклограми роботи крана прогонового типу

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Марка крана	Вантаж, що переробляється			Рівень монтажу, м	Кут поворотання башти крана, град	Дальність переміщення крана, м
		Тип	Маса, т	Габаритна висота, м			
1	КБ-308	Панелі перекриття	2,72	0,22	26	90	30
2	КБ-403		2,85	0,22	40	125	12
3	КБ-504.1		1,2	0,22	52	140	22
4	КБ-674.6		3	0,22	78	175	8
5	КБ-676.2		3,95	0,22	66	100	14
6	КБ-308	Внутрішні стінові панелі	2,7	2,68	30	95	11
7	КБ-403		3,03	2,44	36	110	6
8	КБ-504.1		4,02	2,68	44	140	7
9	КБ-674.6		3,48	2,68	62	165	18
10	КБ-676.2		2,67	2,44	100	150	15
11	КБ-308	Перегородки	1,12	2,44	28	100	9
12	КБ-403		0,95	2,44	25	105	16
13	КБ-504.1		3,48	2,68	50	170	10
14	КБ-674.6		3,4	2,68	55	130	11
15	КБ-676.2	Зовнішні стінові панелі	1,45	2,68	75	110	19
16	КБ-308		1,75	2,56	18	90	22
17	КБ-403		2,5	2,68	33	105	6
18	КБ-504.1		3,66	2,58	48	155	15
19	КБ-674.6		3,75	2,68	71	175	8
20	КБ-676.2		3,66	2,58	105	110	17

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика баштових кранів

Показник	Марка крана				
	КБ-308	КБ-403	КБ-504.1	КБ-674.6	КБ-676.2
Найбільший вантажний момент, т·м	100	140	250	200	320
Вантажопідйомність, т					
максимальна	8	8	10	12,5	12,5
на найбільшому вильоті	3,2	6,8	6,2	5	5,6
Виліт, м					
найбільший	25	20	40	35	50
при максимальній вантажопідйомності	12,5	17,5	25	16	25,6
найменший	4,8	5,6	7,5	3,5	3,5
Висота піднімання, м					
при найбільшому вильоті	32	41	60	83	120
при найменшому вильоті	32	41	---	83	120
Швидкість піднімання-опускання вантажу максимальної маси, м/хв	18	40	60	35	35
Швидкість піднімання максимальна, м/хв	30	58	160	100	100
Швидкість плавної посадки вантажу, м/хв	2,5	5	3	2,3	2,5
Швидкість пересування крана, м/хв	18	18	18	20	25
Швидкість пересування вантажного візка, м/хв	26	7; 30	9,2	36,7	---
Частота обертання башти крана, хв ⁻¹	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Марка крана	Вантаж, що переробляється		Тип затискача	Висота піднімання вантажу H_B , м	Дальність переміщення вантажного візка L_{BV} , м	Дальність переміщення крана L_{PK} , м	Висота опускання вантажу L_{OB} , м
		Тип	Маса, т					
1	ККС-10	Металопрокат пакетований	7,52	автоматичний	1,5	13,5	4,0	2,1
2	К5		4,2	автоматичний	6,1	5,2	15,0	2,2
3	ККД-16		8,81	канатні стропи	2,0	24	2,6	1,7
4	КМ-16/5-19,5		8,1	канатні стропи	4,0	9,25	1,1	2,9
5	КМ-10-34,5	Панелі перекриття залізобетонні	3,8	автоматичний	1,8	17,0	12,0	3,1
6	КМ-5/5-22,5		2,5	канатні стропи	2,6	7,75	6,2	2,8
7	ККС-10		4,5	автоматичний	5,7	10,0	4,5	1,1
8	К5		2,7	автоматичний	1,9	9,0	5,5	0,9
9	ККД-16	Фундамент стрічковий залізобетонний	4,0	канатні стропи	2,3	19,7	6,8	2,4
10	КМ-16/5-19,5		3,3	канатні стропи	2,9	11,6	2,2	2,25
11	КМ-10-34,5		2,85	канатні стропи	3,6	11,2	3,9	1,5
12	КМ-5/5-22,5		2,55	канатні стропи	4,4	14,1	3,7	1,25
13	ККС-10	Залізобетонні кільця	3,8	автоматичний	5,1	11,6	4,8	1,6
14	К5		2,5	автоматичний	3,7	8,1	2,6	0,8
15	ККД-16		4,5	автоматичний	3,1	15,2	6,8	0,95
16	КМ-16/5-19,5		2,7	автоматичний	1,8	8,8	8,6	1,75
17	КМ-10-34,5	Прогонові метало-конструкції	5,2	канатні стропи	2,2	9,9	9,7	1,3
18	КМ-5/5-22,5		2,7	канатні стропи	3,0	9,8	7,6	2,1
19	ККС-10		6,64	канатні стропи	3,3	14,3	4,2	2,8
20	КМ-10-34,5		7,65	канатні стропи	5,1	13,4	1,9	1,4

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика кранів прогонового типу

Показник	Марка крана					
	ККС-10	К-5	ККД-16	КМ-16/5-19,5	КМ-10-34,5	КМ-5/5-22,5
Вантажопідйомність, т	10	5	16	16	10	5+5
Висота піднімання, м	10	10	8,5	---	---	16
Прогін, м	20	12	32	19,5	34,5	22,5
Довжина консолі, м	7,5; 8,5	4,2	8,0	---	---	---
Швидкість піднімання гака, м/хв	15	8	12	16	30	38
Швидкість переміщення візка, м/хв	40	20	48	45	45	38
Швидкість переміщення крана, м/хв	30	20	48	68	67	75
Встановлена потужність електродвигунів, кВт	40,5	23,2	---	66,5	70,1	49,4
Маса крана, т	36	16,1	77	33,3	58	21

