

**Міністерство освіти і науки України  
Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Кафедра «Управління процесами перевезень»**



**Г. А. Шкурко**

**Теоретично-експериментальні дослідження вантажопідйомних  
та транспортуючих машин**

Методичні вказівки  
щодо виконання лабораторних робіт  
для студентів денної форми навчання галузі знань 0701 «Транспорт і  
транспортна інфраструктура» за напрямом підготовки 6.070101 «Транспортні  
технології (залізничний транспорт)»



Київ – 2014

УДК 656.2

**Шкурко Г. А.**

**Теоретично-експериментальні дослідження вантажопідйомних та транспортуючих машин:** методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт для студентів денної форми навчання галузі знань 0701 «Транспорт і транспортна інфраструктура» за напрямом підготовки 6.070101 «Транспортні технології (залізничний транспорт)». – К.: ДЕТУТ, 2014. – 31 с.

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комплексна механізація і автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт» підготовлені для закріплення теоретичних і практичних знань і набуття студентами практичних навиків щодо навантажувально-розвантажувальних робіт на обладнанні, що працює на базовому підприємстві УДЦТС «Ліски».

Методичні вказівки розглянуті та затверджені на засіданні кафедри (протокол №10 від 18 березня 2013 року) та на засіданні методичної комісії факультету «Управління залізничним транспортом» (протокол № 6 від 25 травня 2013 року).

Призначені для студентів денної форми навчання галузі знань 0701 «Транспорт і транспортна інфраструктура» за напрямом підготовки 6.070101 «Транспортні технології (залізничний транспорт)».

Укладач: *Г.А. Шкурко*, старший викладач.

Рецензенти: *В. К. Мироненко*, д.т.н., професор,  
*М. І. Шпеко*, заступник директора ДП УДЦТС «Ліски»

## Зміст

<i>Вступ</i> .....	4
Загальні методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт «Комплексна механізація і автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт».....	5
Методика проведення лабораторних занять.....	5
Порядок звітності (захисту) роботи.....	6
Лабораторна робота №1. Теоретично-експериментальні дослідження моделі козлового крана.....	7
Лабораторна робота №2. Теоретично-експериментальне дослідження комплексної механізації НРТС-робіт на складі підприємства ангарного типу для переробки тарно-штучних вантажів.....	24
<i>Список використаної літератури</i> .....	30

## ВСТУП

Повне, якісне забезпечення перевезень вантажів із ефективним використанням вагонів потребує широкого впровадження на залізницях комплексної механізації і автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт, будівництва або реконструкції вантажних районів, механізованих складів.

Застосування комплексної механізації і автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт сприяє економії часу на навантажувально-розвантажувальні роботи. З метою недопущення понаднормативних простоїв транспортних засобів під навантажувально-розвантажувальними операціями треба, щоб потужність і переробна здатність засобів механізації забезпечувала своєчасну переробку вантажів з розрахунком нерівномірності їх прибуття.

Для виконання навантажувально-розвантажувальних транспортно-складських робіт створена база теоретично-експериментальних досліджень характерних вантажопідйомних і транспортних машин.

Метою методичних вказівок з курсу «Комплексна механізація і автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт» є поглиблення та закріплення теоретичних знань студентів і набуття ними практичних навичок інженерних розрахунків, ознайомлення з побудовою, принципом дії і розрахунком основних параметрів транспортуючих й вантажопідйомних пристроїв, що працюють на базовому підприємстві УДЦТС «Ліски».

Приступаючи до виконання відповідних робіт, студент повинен вивчити за підручником, конспектом лекцій та додатковою літературою, рекомендованою викладачем, технологічні процеси, що досліджуються, особливості виконання окремих операцій, а також методику необхідних розрахунків, що вивчаються у даній роботі.

Теоретичні викладки подані для проведення лабораторних робіт на навантажувально-розвантажувальному обладнанні, що працює на базовому підприємстві УДЦТС «Ліски». Після ознайомлення з загальними теоретичними положеннями кожний студент, згідно з навчальним планом, виконує дві лабораторні роботи і здає звіт по кожній з них при співбесіді з викладачем.

## **Загальні методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт «Комплексна механізація і автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт»**

До виконання лабораторних робіт студент може приступити після освоєння прочитаних лекцій, які вимагає навчальна програма дисципліни «Комплексна механізація і автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт», а також після вивчення інформації із рекомендованої літератури, яка наведена в даних методичних вказівках.

Завдання дисципліни «Комплексна механізація і автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт:

- закріпити і поглибити знання предмета, що вивчається, для вирішення практичних завдань;
- надати студентам повне уявлення про навантажувально-розвантажувальні роботи і складські операції із застосуванням комплексної механізації від підготовки вантажу до відправлення, закінчуючи видачею його вантажоодержувачу;
- сформувати у студентів навички правильно вибирати раціональні варіанти комплексної механізації і автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт на підставі критичного аналізу схем перевантажувальних процесів і виконання теоретико-експериментальних розрахунків;
- розробляти заходи та застосовувати засоби комплексної механізації і автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт, а також типи механізованих пристроїв технічно та економічно обґрунтовано.

Для вивчення курсу потрібні: дані методичні рекомендації, навчальна література, інструктивно-методичні матеріали до практичних занять, інструктивні матеріали державних організацій та відомств тощо.

При вивченні окремих тем розділів передбачається виконання лабораторних робіт на навантажувально-розвантажувальному обладнанні, що працює на базовому підприємстві УДЦТС «Ліски». Це спроба допомогти студенту закріпити теоретичні і практичних знань і набуття студентами практичних навичок щодо навантажувально-розвантажувальних робіт на обладнанні.

Для денної форми навчання передбачається виконання двох лабораторних робіт.

## **Методика проведення лабораторних занять**

Порядок виконання лабораторних занять містять:

- 1) короткий аналіз теми викладеної викладачем, мети лабораторної роботи, порядок її проведення та оформлення звіту;
- 2) індивідуальні консультації з викладачем у ході виконання лабораторних робіт;
- 3) підведення підсумків лабораторних робіт, виведення висновків;
- 4) оцінювання роботи викладачем;
- 5) інформація про наступні заняття.

### **Порядок звітності (захисту) лабораторної роботи**

Студенти, які були відсутні на лабораторних заняттях, обов'язково повинні відпрацювати пропущену пару, попередньо погодивши із викладачем.

Не зарахований звіт із лабораторної роботи повинен бути виправлений у призначенні терміни та повторно перевірений викладачем.

Всі звіти із лабораторних робіт, перевірені й підписані викладачем, повинні бути здані викладачу, щоб отримати дозвіл до іспиту.

Без виконання завдань, хоча б однієї із лабораторних робіт та пред'явлення звіту, студент до іспиту не допускається.

## Лабораторна робота №1

### Теоретико- експериментальні дослідження моделі козлового крана.

**Мета роботи:** ознайомитись з будовою та принципом дії машин періодичної дії (козлового та мостового кранів), вивчити принцип розрахунку основних елементів, дослідження тривалості циклів і продуктивності кранів.

*Робота виконується на контейнерному терміналі базового підприємства.*

**Завдання студента:** при виконанні даної лабораторної роботи на контейнерному терміналі базового підприємства з дисципліни «КМАНРР» треба:

#### 1. Ознайомитись:

- з будовою та принципом роботи машин періодичної дії;
- з типовою конструкцією;
- з механізмами підйому, переміщення;
- пультом управління краном;
- основними параметрами, проліт крана, вантажопідйомність, повздовжня та поперечна бази, висота підйому, ширина контейнерної площадки, схема розміщення контейнерів на терміналі, проїзд і габарит наближення, мінімально допустима глибина в'їзду автомобіля, вантажні пристрої, елементарні площадки.

#### 2. Провести теоретичні дослідження моделі кранів (паспорт крана):

- послідовність розрахунку механізму підйому;
- розрахунок передаточних відношень в кінематичних схемах моделі крана;
- розрахунок тягових зусиль моделі крана.

#### 3. Провести теоретико-експериментальні дослідження козлового (мостового) кранів:

- згідно з існуючими (знятими і підрахованими) показниками моделі визначити теоретичну і експлуатаційну продуктивність кранів;
- зробити порівняльну характеристику теоретичної і експериментальної продуктивності з коментарями переваг і недоліків.

#### 4. Зробити основні висновки з теоретично-експериментального дослідження кранів.

#### 5. Написати самостійний звіт згідно з вимогами Університету (таблиця всіх даних і циклограма).

#### 6. На співбесіді з викладачем захистити лабораторну роботу.

### 1. Будова і принцип дії козлових (мостових) кранів

**Краном** називають вантажопідйомні машини періодичної дії, за допомогою яких здійснюється вертикальний підйом і горизонтальне переміщення вантажів у просторі. Управляють краном з кабіни кранівника, або

з підлоги за допомогою переносного пульта або дистанційно з центрального пункту.

Козлові (мостові) крани для переробки вантажів мають три механізми:

- пересування крана, мосту;
- пересування вантажного візка по мосту;
- підйому вантажу.

Механізм підйому вантажу (лебідка) встановлена на вантажному візку крана.

**Козлові крани** належать до мостових кранів (рис.1.1). Решітчасті ферми (мости) встановлюють на високі опори крана (козли), що пересуваються по наземних підкранових залізничних коліях. Для козових кранів не вимагається будівництва дорогих естакад, де укладають підкранові колії.

Їх використовують для переробки контейнерів на вантажних терміналах, переробки вантажів значної довжини та вантажів значної ваги, навалочних і штучних вантажів.

Як вантажопідйомний механізм використовуються **електроталі** або звичайні **вантажні візки**, що пересуваються по фермі крана.

Основними характеристиками кранів є: вантажопідйомність, проліт або виліт стріли, висота піднімання, швидкість робочого переміщення.

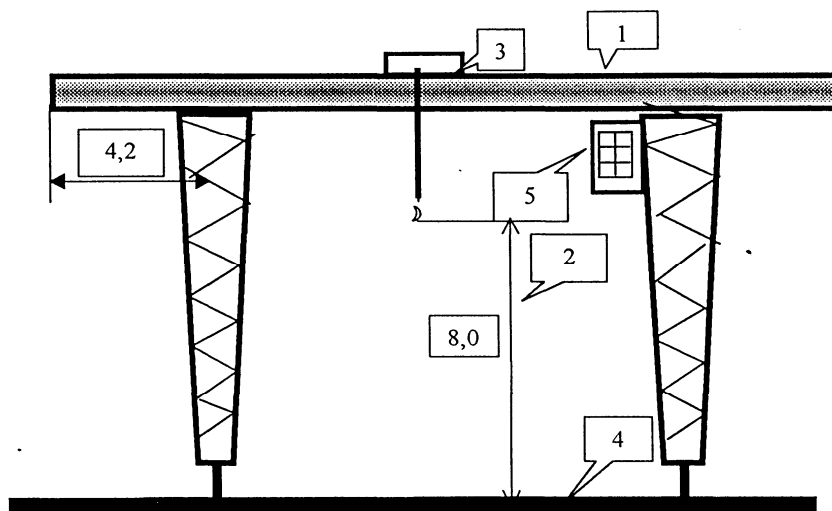
Збільшити робочу зону без зміни прольоту можна за рахунок **консолей**, що виходять за межі опор крана.

За цією ознакою **козлові** крани поділяються на:

- ✓ безконсольні;
- ✓ одноконсольні;
- ✓ двоконсольні.

Великі прольоти кранів перекривають водночас складські майданчики, залізничні колії і автомобільні дороги.

Козлові крани з прольотом **32 м** називають **мостовими перевантажувачами**. Живлення електроенергією здійснюється через тролей, або по кабелю.



**Рис. 1.1. Схема двоконсольного козлового крана:**

1 – ферма крана; 2 – висота піднімання вантажу; 3 – візок крана; 4 – робоча площа.



Деякі характеристики козлових кранів наведені в табл.1.1.

Таблиця 1.1

**Характеристика козлових кранів**

Показник	Тип крана			
	КД-05	КК-6	ККС-10	КДКК-10
1	2	3	4	5
Вантажопідйомність	5	6	10	10
База	6,0	10,0	14,0	7,0
Проліт	16,0 (11,3)	16,0	32,0	16,0
Виліт консолі	4,2	4,5	8,5	4,2
Висота підйому вантажу	8,0	9,0	10,0	10,0
Ширина провітру між опорами	3,0	5,5	8,0	7,0
Швидкості м/хв.:				
Підйом	8,0	20,0	15,0	10,0
Пересування візка	30,0	40,0	40,0	38,0
Пересування крана	50,0	100,0	30,0	90,0
Загальна маса, т	18,5	32,5	39,4	46,0
Потужність встановлених двигунів, кВт	23,2	51,5	42,0	54,2

**Номінальна вантажопідйомність** машини означає найбільшу масу вантажу  $Q_n$  на підйом якої вона розрахована. В її величину входить маса вантажу і вантажозахоплювального пристрою, яким оснащена машина.

**Прольотом** мостового крана називають відстань по горизонталі між вертикальними осями підкранових колій.

До **кінематичних** параметрів належать:

- швидкість підйому, транспортування або спуск вантажу;
- швидкість обертання або пересування машини.

Найважливіший показник підйомно-транспортної машини – її **продуктивність** (технічна і експлуатаційна).

Під **технічною** продуктивністю розуміють кількість вантажу в тоннах, кубометрах, штуках або інших одиницях, що може переробити дана машина або засіб за 1 годину безперервної роботи в умовах максимального завантаження і найбільш раціональної організації праці.

**Експлуатаційна**, або змінна, продуктивність характеризує кількість вантажу, що перевантажується протягом однієї робітничої зміни при правильній організації праці, на певному місці роботи.

На відміну від технічної продуктивності, експлуатаційна характеризує використання машини в час, її завантаження протягом однієї робочої зміни.

**Технічну** продуктивність підйомно-транспортних машин циклічної дії (кранів, вилкових навантажувачів, підіймачів тощо) в тоннах за годину розраховують по формулі:

$$P_m = 3600 * \frac{Q_n}{T_u}; \quad (1.1)$$

де  $Q_n$  – маса вантажу, що переміщається робочим органом машини за один цикл;

$T_u$  – тривалість одного циклу машини – сума часу окремих операцій (застропки, підйому, переміщення, відстропки, або висипання вантажу):

$$T_u = \varphi * (t_1 + t_2 + \dots + t_n); \quad (1.2)$$

де  $t_1, t_2, \dots, t_n$  – час на виконання окремих операцій;

$\varphi$  – коефіцієнт суміщення, що враховує окремі операції (для мостових кранів – 0,8, пересувних поворотних кранів – 0,7, навантажувачів – 0,85).

Найбільш точно  $T_u$  визначають **хронометражними** спостереженнями.

## 2. Теоретичні дослідження моделей козлових кранів

Механізм піднімання вантажу. Побудова, принципи дії і розрахунок основних параметрів.

**Призначення.** Механізми піднімання вантажу призначені для піднімання або опускання вантажів. Основними елементами для підняття вантажу є: вантажозахоплювальний пристрій (гаки – однорогі і дворогі; вантажні скоби або петлі; кліщові захвати; ексцентрикові захвати контейнерів; грейфери для захвату насипних вантажів; вакуумні захвати для штучних вантажів; електричні захвати); гнучкі вантажні елементи (канати, ланцюги); зірочки, блоки, барабани; поліспасти; гальмові пристрої; приводи.

Класифікація канатів. За типом звивки – канати з точковим контактом (т.к.), в яких окремі дроти і між парами дротів здійснюються по точках; канати з лінійними контактами (л.к.) – між парами дротів. За напрямком звивки – праві і ліві. За видом звивки – з паралельною звивкою і з хрестоподібною звивкою. За кількістю пасм – одно-, трьох-, п'яти-, семи-, восьми- і вісімнадцятипасмові.

Розрахунок механізму піднімання вантажу з механічним приводом.

Дані для розрахунку механізму підйому: схема механізму підйому; муфта з гальмівним шківом; вантажопідйомність –  $F$ , т, (кН); швидкість піднімання вантажу –  $V$ , м/с (м/хв); висота підйому –  $H$ , м; група режиму роботи механізмів – 4 м (с).

Послідовність розрахунку механізму підйому:

1. Вибирають вантажозахоплювальний пристрій і кратність поліспасти залежно від вантажопідйомності,  $F$ .

2. Визначають максимальне зусилля в вітках поліспасти:

$$S_{\max} = \frac{F}{a} \cdot \frac{(1-\eta)}{(1-\eta^{U_n})}, \quad (1.3)$$

де  $F$  – вантажопідйомність;

$a$  – показник виду поліспасти;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії блока (поліспасти);

$U_n$  – кратність поліспасти або передаточне число.

При  $a=1$  маємо одинарний поліспаст, тоді  $U_n=Z$  (кількість віток каната, на яких підвішений вантаж); при  $a=2$  маємо здвоєний поліспаст, тоді  $U_n = \frac{Z}{2}$ .

3. Вибирають тип і визначають діаметр каната, згідно з Держгірпромнаглядом:

$$S_{\max} \cdot k \leq \frac{F}{a} \cdot S_{\text{роз}}, \quad (1.4)$$

де  $S_{\max}$  – робоче максимальне зусилля в вітках поліспасти;

$k$  – коефіцієнт запасу міцності каната, який приймається по нормах залежно від призначення каната і груп режиму роботи механізму;

$S_{\text{роз}}$  – розривне зусилля каната (визначається по таблицях, монограмах).

Діаметр каната  $d_k$  підбирають по таблицях.

4. Визначають діаметр:

$$D_{\delta} = e \cdot d_k, \quad (1.5)$$

де  $e$  – коефіцієнт, який приймається по нормах Держгірпромнагляду залежно від типу вантажопідйомної машини і групи режиму механізму.

5. Визначають діаметр блоків (допоміжних):

$$D_{\delta} = 0,8 \cdot D_{\delta}. \quad (1.6)$$

6. Визначають частоту обертання барабана:

$$n_{\delta} = \frac{60 \cdot V_k}{\pi \cdot D_{\delta}}, \quad (1.7)$$

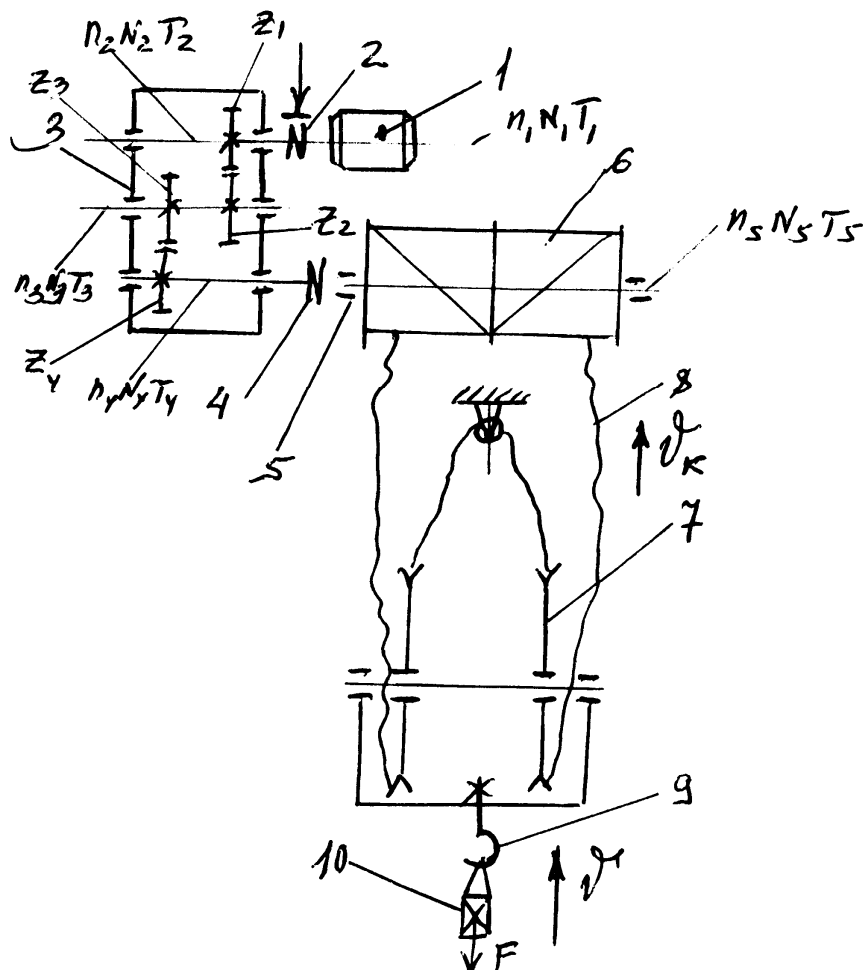
де  $V_k$  – швидкість вітки каната, яка навивається на барабан;

$$n_{\delta} = V \cdot U_n, \quad (1.8)$$

$V$  – швидкість піднімання вантажу;

$U_n$  – кратність поліспасти;

$$n_{\delta} = \frac{60 \cdot V \cdot U_n}{\pi \cdot D_{\delta}}, \quad (1.9)$$



**Рис.1.2. Кінематична схема механізму підйому:**

1 – двигун; 2 – муфта з гальмом; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – опора барабана; 6 – барабан; 7 – поліспаст (здвоєний); 8 – канат; 9 – вантажозахоплювальний пристрій; 10 – вантаж;

$n_1 N_1 T_1 \div n_5 N_5 T_5$  – частота обертання, потужність, крутний момент на валах відповідно;  $N = P$  потужність (згідно з розрахунком);  $V$  – швидкість вантажу;  $V_k$  – швидкість каната при набіганні на барабан;  $F$  – вантажопідйомність;  $z_1 \div z_4$  – кількість зубців шестерні і коліс редуктора.

7. Вибирають двигун механізму підйому:

7.1. Визначають статичну потужність двигуна:

$$P_{ст} = \frac{(G_{з.пр.} + F) \cdot v}{\eta_{пр}}, \quad (1.10)$$

де  $G_{з.пр.}$  – вага вантажозахоплювального пристрою;

$\eta_{пр}$  – ККД приводу механізму підйому.

7.2. Визначають розрахункову потужність двигуна.

$$P_{розр} = P_{ст} \cdot K_{Н.Ф.} \cdot K_{р.в.} \cdot K_{тр.вкл.} \cdot K_{П.В.} \quad (1.11)$$

(дивись розрахунок механізму переміщення).

8. За величиною розрахункової потужності  $P_{розр}$  підбирають двигун:

$$P_{кат} \geq P_{розр} \quad (1.12)$$

де  $P_{кат}$  – потужність двигуна по каталогу.

9. Перевіряють забезпечення надійного тиску – це є співвідношення моментів:

$$\frac{T_{п.м.}}{T_{н.м.}} \geq 1,7, \quad (1.13)$$

де  $T_{п.м.}$  – пусковий момент;

$T_{н.м.}$  – номінальний момент.

10. Визначають передаточне число приводу механізму підйому:

$$U_{пр} = U_{ред} = \frac{n_{дв}}{n_{в.б.}} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}, \quad (1.14)$$

де  $n_{в.б.}$  – частота обертання вала приводного барабана.

11. Підбирають редуктор і гальма.

### 3. Розрахунок і вибір вузлів і деталей механізму переміщення

Механізми пересування вантажопідйомних машин поділяються на механізми, у котрих переміщення відбувається за рахунок зусиль зчеплення ходових коліс з рейкою підкранової колії.

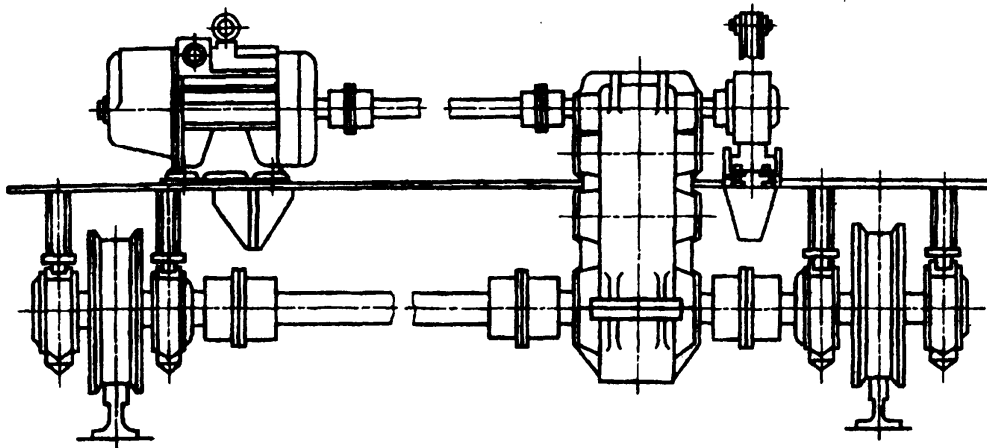


Рис. 1.3. Механізм пересування:

Розрахунок механізмів пересування незалежно від прийнятої схеми починається з вибору ходових коліс залежно від максимального навантаження на ходові колеса по ДСТУ.

**Вибір ходових коліс.** Для кранових візків, орієнтовно можна знайти навантаження, кН, на ходове колесо за рівнянням:

$$P = \frac{G_{в.н} + G_n + G_g}{4}, \quad (1.15)$$

а для крана мостового типу:

$$P = \frac{G_e + G_n + G_e + G_k}{4}, \quad (1.16)$$

де  $G_{e.n}$  – зусилля ваги номінального вантажу, кН;

$G_n$  – зусилля ваги підвіски, кН, (орієнтовно можна приймати  $G_n = (0,01 - 0,02) \cdot G_e$ );

$G_e$  – зусилля ваги візка, кН (див. табл.1.2);

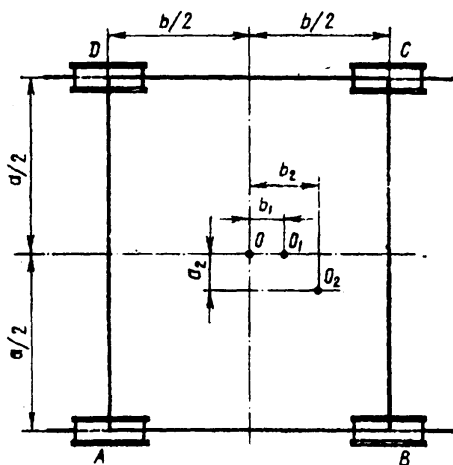
$G_k$  – зусилля ваги крана, кН (паспортна величина).

Таблиця 1.2

**Вага візка мостового крана ГОСТ25711-83**

Вантажопідйомність, Т	3,0	8,0	10	12,5	16	16/3,2	20/5
Вага візка, кН	19,6	21,6	23,5	29,4	36,3	41,6	61,8

Більш точне значення тиску на ходове колесо чотирьохопорного візка знаходиться із такої розрахункової схеми (рис.1.4).



Аналіз цієї схеми дозволяє встановити, що колесо «В» діє на колію з найбільшим навантаженням кН, дорівнює:

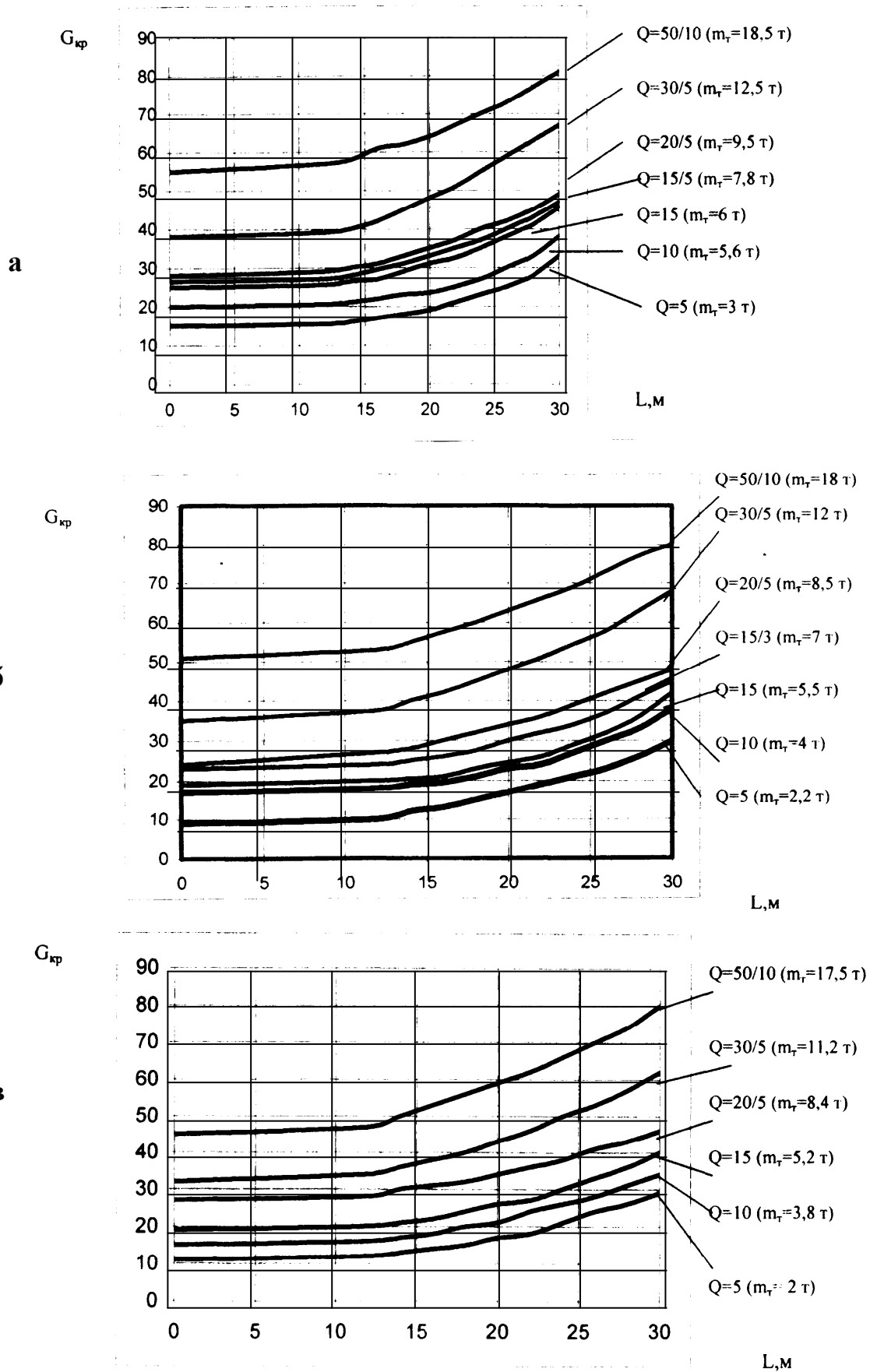
$$P_{\max} = \frac{G_{eiz}}{4} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot b_1}{b}\right) + \frac{G_e}{4} \left(1 + \frac{2 \cdot b_1}{b} + \frac{2 \cdot a_2}{a}\right), \quad (1.17)$$

де  $G_{eiz}$  – власна вага візка, кН;

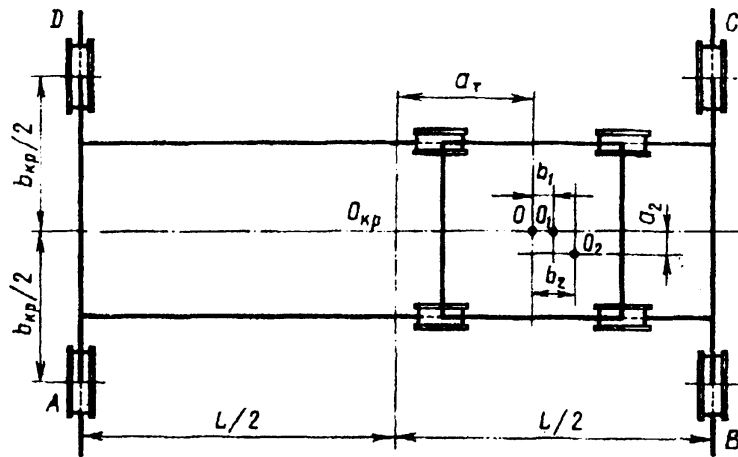
$G_e$  – вага вантажу, кН.

**Рис. 1.4. Розрахункова  
схема знаходження тиску  
на ходове колесо візка**

Для мостового крана тиск на ходові колеса знаходиться при крайньому положенні візка з вантажем біля кінцевої балки, кН (рис.1.5)



**Рис.1.5. Загальна вага крана залежно від вантажопідйомності та прольоту крана:**  
 а, б, в – для групи легкого, середнього і важкого режимів роботи



**Рис.1.6. Розрахункова схема знаходження тиску на ходове колесо крана**

$$P_{\max} = \frac{G_{кр}}{4} + \frac{G_{віз}}{4} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot (a_m + b_1)}{L} \right] + \frac{G_6}{4} \left[ 1 + \frac{2 \cdot (a_m + b_2)}{L} + \frac{2 \cdot a_2}{b_{кр}} \right], \quad (1.18)$$

де  $G_{кр}$  – власна вага мостового крана, кН, прикладена до центра тяжіння, достатньо близько співпадаючому з центром симетрії моста, точка  $O_{кр}$ ;

$G_{віз}$ ,  $G_6$  – вага візка і вантажу відповідно, кН;

$a_m$  – відстань від центра симетрії моста крана до центра тяжіння візка, м;

$L$  – проліт крана, м;

$b_{кр}$  – база крана, м;

$b_1$  – відстань від центра симетрії моста до центра тяжіння візка, м;

$b_2$  – відстань від центра підвісу вантажу до центра тяжіння візка, м;

$a_2$  – відстань від центра підвісу вантажу до повздовжньої осі візка, м.

При роботі вантажопідійомних машин на відкритому повітрі, сила опору пересування складається:

$$\sum W = W_m + W_n + W_y, \quad (1.19)$$

де  $W_n$  – сила опору руху від повітряного навантаження, Н:

$$W_n = q \cdot n \cdot F \cdot \varepsilon \cdot \varphi, \quad (1.20)$$

$q$  – швидкісний напір повітря, котрий є функцією кінетичної енергії рухомого повітря, Па:

$$q = \frac{\rho \cdot V^2}{2 \cdot g} = 0.625 \cdot V^2, \quad (1.21)$$

$\rho$  – 1,25 кг/м<sup>3</sup> – щільність повітря;

$V$  – швидкість повітря, м/с

Швидкісний напір повітря в робочому стані крана на висоті 10 м над поверхнею землі при відсутності даних про швидкість « $V$ » треба приймати:

500Па – для кранів, які працюють без перерви, при  $V = 28,5$  м/с;



250Па – для всіх кранів, встановлених в морських і річкових портах, при  $V=20$  м/с;

125Па – для всіх інших кранів, при  $V=14$  м/с.

$n$  – поправний коефіцієнт на збільшення швидкісного напору залежно від висоти над поверхнею землі (таблична величина);

$F$  – навітряна площа крана, м<sup>2</sup>:

$$F = F_{\epsilon} + F_{кр}, \quad (1.22)$$

$F_{\epsilon}$  – навітряна площа вантажу, яказначається зважаючи на габарити транспортуючого вантажу (таблична величина);

$\epsilon$  – 0,7÷1,2 коефіцієнт аеродинамічності конструкції крана;

$\varphi$  – коефіцієнт парусності конструкції крана:

$$\varphi = \frac{\sum f_i}{F}, \quad (1.23)$$

$f_i$  – площа кожного елемента металоконструкції крана;

$F$  – загальна навітряна площа крана по периметру:

для прямокутних профілів –  $\varphi = 0,2 \div 0,6$ ;

для трубчастих елементів –  $\varphi = 0,2 \div 0,4$ ;

для суцільної конструкції (вантаж, кабіни і т.д.) –  $\varphi = 1,0$ ;

$W_y$  – сила опору пересування від ухилу шляху, Н, дорівнює:

$$W_y = (G_{\epsilon} + G_{кр}) \cdot \sin \beta, \quad (1.24)$$

при малих ухилах в розрахунок замість  $\sin \beta$  вводять ухил шляху «і», котрий приймається: для мостових кранів – 0,001; козлових, порталних і стапельних – 0,003; залізничних – 0,004; будівельних баштових – 0,005; візків на мосту крана – 0,002.

### Знаходження потужності двигуна механізму пересування

Статична потужність двигуна, кВт, механізму пересування при роботі в приміщенні:

$$N_c = \frac{W_m \cdot V_{неп}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_{нп}}. \quad (1.25)$$

Статична потужність двигуна, кВт, механізму пересування при роботі на відкритому повітрі:

$$N_c = \frac{\sum W_m \cdot V_{неп}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_{нп}}. \quad (1.26)$$

**Вибір редуктора.** Редуктор вибирається по передаточному числу і передавальній потужності або моменту на швидкохідному валу (дивись попередній розділ).

Залежно від кінематичної схеми приводу механізму пересування вибирається тип і розміри редуктора.

Передаточне число приводу механізму пересування:

$$U_0 = \frac{n_{ос.}}{n_{х.к.}}, \quad (1.28)$$

де  $n_{x.k.}$  – частота обертання ходових коліс при заданій швидкості пересування:

$$n_{x.k.} = \frac{V_{пер}}{\pi \cdot D_{x.k.}}. \quad (1.29)$$

**Дані для розрахунку механізму переміщення:** конструктивна схема механізму переміщення; вантажопідйомність машини –  $F$ , т(кН); швидкість переміщення –  $V$ , м/с (м/хв.); група режиму роботи механізму – 2 м (л).

**Порядок розрахунку,** наприклад, механізму переміщення візка крана:

1. Вибирають вагу візка –  $G_в$  (по даних літературних джерелах, або по аналогу з існуючими механізмами).

2. Вибирають діаметр ходових коліс –  $D_{x.k.}$  візка з урахуванням вантажопідйомності  $F$  і групи роботи механізму, а потім перевіряють колеса на величину контактних напруг між рейкою і колесом.

3. Вибирають діаметр цапфи осі ходового колеса:

$$d_y = (0,25 \div 0,30) \cdot D_{x.k.}. \quad (1.30)$$

4. Визначають частоту обертання ходових коліс: швидкість ходового колеса:

$$V_{x.k.} = \omega \cdot R_{x.k.}, \quad (1.31)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість ходового колеса:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{x.k.}}{30}; \quad (1.32)$$

$n_{x.k.}$  – частота обертання ходового колеса;

$R_{x.k.}$  – радіус ходового колеса:

$$R_{x.k.} = \frac{D_{x.k.}}{2}, \quad (1.33)$$

$D_{x.k.}$  – діаметр ходового колеса, підставляючи дані, маємо:

$$V_{x.k.} = \frac{\pi \cdot D_{x.k.} \cdot n_{x.k.}}{60}, \quad (1.34)$$

звідки знаходимо:

$$n_{x.k.} = \frac{60 \cdot V_{x.k.}}{\pi \cdot D_{x.k.}}. \quad (1.35)$$

5. Визначають опір переміщення візка:

$$W = K_p \cdot W_m + W_{yx} + W_{n.n.}, \quad (1.36)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт, який враховує опір переміщення на ребордах колеса;

$W_m$  – опір переміщення від сил тертя без урахування опору в ребордах:

$$W_m = (G_в + F) \cdot \omega, \quad (1.37)$$

де  $\omega$  – узагальнений коефіцієнт опору переміщення візка:

$$\omega = \frac{f \cdot r + m}{R_{x.k.}}, \quad (1.38)$$

$f$  – коефіцієнт тертя ковзання в цапфі колеса;

$m$  – коефіцієнт тертя кочення колеса;  
 $r$  – радіус цапфи колеса;

тоді 
$$W_m = (G_g + F) \cdot \left( \frac{f \cdot r + m}{R_{x.k.}} \right); \quad (1.39)$$

$W_{yx}$  – опір від нахилу рейкової колії:

$$W_{yx} = (G_g + F) \cdot \sin \alpha, \quad (1.40)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу рейкової колії;

для малих кутів  $\sin \alpha \cong \alpha$  (в радіусах),

$$W_{yx} = (G_g + F) \cdot \alpha, \quad (1.41)$$

де  $\alpha = 0,001 \div 0,002$ ;

$W_{n.n.}$  – опір від повітряного навантаження:

$$W_{n.n.} = K_c \cdot S \cdot p, \quad (1.42)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт суцільності конструкції візка,

$S$  – підвітряна площа візка,

$p$  – розрахунковий тиск повітря залежно від зони розміщення візка:

$$p = q_{d.m.} \cdot K_{зб.м.} \cdot C_a \cdot n, \quad (1.42)$$

де  $q_{d.m.}$  – динамічний тиск повітря на висоті 10 м над землею:

$$q_{d.m.} = \rho_n \cdot \frac{V_n^2}{2}, \quad (1.43)$$

де  $\rho_n$  – щільність повітря,  $\rho_n = 1,23 \text{ кг/м}^3$ ,

$V_n$  – швидкість повітря,

$K_{зб.м.}$  – коефіцієнт, який враховує збільшення тиску повітря залежно від розміщення крана,

до 10 м –  $K_{зб.м.} = 1$ ; до 20 м –  $K_{зб.м.} = 1,25$ ; до 60 м –  $K_{зб.м.} = 1,75$ ;

$C_a$  – коефіцієнт аеродинамічного зусилля залежно від конструктивних особливостей елементів машини,

$n$  – коефіцієнт, який враховує повітряне перевантаження.

Тоді 
$$W = K_p \cdot (G_b + F) \left( \frac{f_r + \mu}{R_{x.k.}} \right) + (G_g + F) \alpha + K_c \cdot S \cdot p. \quad (1.44)$$

6. Визначають необхідну статичну потужність двигуна приводу:

$$P_{ст} = \frac{W \cdot V}{\eta_{пр}}, \quad (1.45)$$

де  $W$  – опір переміщення візка;

$V$  – лінійна швидкість візка;

$\eta_{пр}$  – ККД приводу.

7. Визначають розрахункову потужність двигуна:

$$P_{розр} = P_{ст} \cdot K_{HF} \cdot K_{PV} \cdot K_{тр.вкл} \cdot K_{н.в.}, \quad (1.46)$$

де  $K_{HF}$  – коефіцієнт використання номінальної вантажопідйомності;

$K_{PV}$  – коефіцієнт, який враховує систему регулювання швидкості переміщення;

$K_{тр.вкл}$  – коефіцієнт, який враховує тривалість включення (інтенсивність роботи механізму);

$K_{н.в.}$  – коефіцієнт, який враховує витрати потужності при пуску двигуна.

8. За величиною розрахункової потужності  $P_{розр}$  підбирають двигун:

$$P_{катал} \geq P_{розр}, \quad (1.47)$$

де  $P_{катал}$  – потужність двигуна по каталогу (різниця між  $P_{катал}$  і  $P_{розр}$  береться на 4% більше).

9. Перевіряють забезпечення надійного пуску – це є співвідношення моментів:

$$\frac{T_{п.м.}}{T_{н.м.}} \geq 1,7, \quad (1.48)$$

де  $T_{п.м.}$  – пусковий момент;

$T_{н.м.}$  – номінальний момент.

10. Визначають передаточне число механізму привода переміщення:

$$U_{пр} = U_{ред} = \frac{n_{дв}}{n_{х.к.}}, \quad (1.49)$$

де  $U_{ред}$  – передаточне відношення редуктора:

$$U_{ред} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}, \quad (1.50)$$

де  $z_1 - z_4$  – кількість зубців шестерень і коліс відповідно;

$n_{дв}$  – частота обертання вала двигуна;

$n_{х.к.}$  – частота обертання ходового колеса.

11. Визначають гальмовий момент і вибирають по каталогу гальма.

12. Особливості кінематичного розрахунку і компонування приводу:

а) двигун – муфта з гальмом – редуктор – підбирають муфту з однаковими діаметрами півмуфт при тому самому крутному моменті (по каталогу),

б) передаточне відношення приводу:

$$U_{заг} = \frac{n_{дв}}{n_{х.к.}}, \quad U_{заг} = U_{ред}, \quad U_{ред} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}; \quad (1.51)$$

в) коефіцієнт корисної дії приводу:

$$\eta_{пр} = \eta_{1.м.} \cdot \eta_{1.н.н.} \cdot \eta_{1.н.} \cdot \eta_{2.н.н.} \cdot \eta_{2.н.} \cdot \eta_{3.н.н.} \cdot \eta_{2.м.} \cdot \eta_{4.н.н.}, \quad (1.52)$$

де  $\eta_{1.м.}$  – ККД першої муфти;

$\eta_{1n.n}$  – ККД першої пари підшипників;  
 $\eta_{1n}$  – ККД першої передачі редуктора;  
 $\eta_{2n.n}$  – ККД другої пари підшипників;  
 $\eta_{2n}$  – ККД другої передачі редуктора;  
 $\eta_{3n.n}$  – ККД третьої пари підшипників;  
 $\eta_{2m}$  – ККД другої муфти;  
 $\eta_{4n.n}$  – ККД четвертої пари підшипників;

в) співвідношення  $N$ ,  $n$ ,  $T$  на валах:

$$T = 9550 \frac{N}{n}. \quad (1.53)$$

#### 4. Проведення експериментального дослідження моделі козлового крана

Вихідні дані:

- ✓ діючий козловий кран, що працює на терміналі (паспортні дані);
  - ✓ секундомір,
  - ✓ рулетка;
  - ✓ особисті табличні дані для кожного студента викладач видає окремо.
1. Викладач виділяє із складу студентів підгрупи по 4-6 студентів (всі інші студенти – спостерігачі):
    - з секундоміром для фіксації операції;
    - з рулеткою для замірювання шляху пройденим краном;
    - викладач видає дані і пояснює кожному про техніку безпеки.
  2. Кожний студент виконує лише свої обов'язки, попередньо погодивши з викладачем.
  3. Секундоміром студент фіксує всі операції, рулеткою шлях пройдений краном.
  4. Визначається експериментальна продуктивність на підставі отриманих даних групою студентів-експериментаторів.
  5. Будується в масштабі циклограма робіт моделі.
  6. Робиться порівняльна характеристика теоретичної і експериментальної продуктивності і відповідний аналіз.

Робота виконується на вантажному районі станції, який має спеціалізовані площадки для переробки середньотоннажних і великотоннажних контейнерів, склади для тарно-штучних вантажів, що перевозяться повагонними і дрібними відправками.

Студенти ознайомлюються зі спеціалізацією і технологією роботи окремих складів, порядком виконання вантажних і комерційних операцій. З порядком пломбування вагонів, а також з кріпленням вантажів, що навантажені на відкритому рухомому складі, а також в критих вагонах.

Відповідно до вказівки викладача студенти проводять хронометражні спостереження за роботою навантажувально-розвантажувальних машин (НРМ). При цьому встановлюється перелік, послідовність та можливість суміщення окремих операцій робочого циклу НРМ. Тривалість окремих операцій і всього циклу фіксується (не менше 10 разів), а потім знаходиться середнє значення часу виконання цих операцій. При хронометражних спостереженнях за перевантаженням тарно-штучних вантажів і контейнерів фіксується маса вантажу, що одночасно переміщується, в кожному окремому циклі, а потім розраховується середнє значення за весь період спостережень.

На підставі отриманих середніх значень в зошиті лабораторних робіт складаються технологічні графіки і визначається тривалість циклу ( $T_{\text{ц}}$ ), а також враховуються такі показники навантажувально-розвантажувальних машин.

*Тривалість циклу козлових і мостових кранів визначають за формулою:*

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{в}} + \left( \frac{4H}{v_{\text{в}}} + \frac{2l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2l_{\text{м(в)}}}{v_{\text{в}}} \right) * \varphi; \quad (1.54)$$

- де  $t_{\text{з}}$  – час застропки вантажу;  
 $t_{\text{в}}$  – час відтстропки вантажу;  
 $H$  – середня висота підйому крана;  
 $l_{\text{кр}}$  – середня відстань переміщення крана;  
 $l_{\text{м}}$  – середня відстань переміщення талі або візка крана;  
 $V_{\text{в}}$  – швидкість підйому і опускання вантажу або гака;  
 $V_{\text{кр}}$  – швидкість пересування крана;  
 $V_{\text{в}}$  – швидкість пересування візка, або талі крана;  
 $\varphi$  – коефіцієнт суміщення операцій, 0,8.

Цифри 4 і 2 вказують скільки разів повторюється дана операція протягом циклу.

Знаючи тривалість циклу можна визначити продуктивність крана за формулою технічну та змінну:

$$P_{\text{м}} = 3600 \cdot \frac{Q_{\text{н}}}{T_{\text{ц}}}; \quad (1.55)$$

$$P_{\text{зм}} = P_{\text{м}} \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{ер}} \cdot T_{\text{см}}; \quad (1.56)$$

- де  $Q_{\text{н}}$  – номінальне навантаження на гаку крана;  
 $T_{\text{ц}}$  – тривалість циклу крана;  
 $k_{\text{вант}}$  – коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності;  
 $k_{\text{ч}}$  – коефіцієнт використання крана в часі:

$$k_{\text{вант}} = \frac{G_{\text{ф}}}{G_{\text{н}}}, \quad (1.57)$$

$G_{\text{ф}}$  – фактична вага вантажу;

$G_{\text{н}}$  – номінальна (паспортна) величина вантажу;

$$k_{\text{ч}} = \frac{t_{\text{ф}}}{t_{\text{н}}}, \quad (1.58)$$

$t_{\text{ф}}$  – час фактичного використання крана;

$t_{\text{н}}$  – номінальна величина часу використання крана.

Потрібно, щоб основні параметри найбільшою мірою відповідали умовам заданих технологічних або транспортних операцій і використання машини було економічно доцільним.

### **Контрольні запитання**

1. Класифікація машин циклічної дії.
2. Як визначити технічну продуктивність крана?
3. Що таке цикл дії машини?
4. Як визначається експлуатаційна продуктивність машини?
5. Що таке кратність поліспасти?
6. Як проводиться вибір ходових коліс крана?
7. Від чого залежить опір пересування крана?

## Лабораторна робота №2

### Теоретично-експериментальне дослідження комплексної механізації НРТС-робіт на складі підприємства ангарного типу для переробки тарно-штучних вантажів

Ціль та мета проведення реальної лабораторної роботи на підприємстві:

- ознайомитись з будовою і принципом дії критого залізничного перевалочного (ангарного) складу тарно-штучних вантажів з переробною здатністю від 20 до 60 вагонів за добу;
- виконати теоретичне дослідження і розрахувати основні параметри складу тарно-штучних вантажів, рухомого складу і обладнань його механізації (за даними методичних вказівок і натурних зразків на об'єкті);
- провести теоретично-експериментальне дослідження технічної та експлуатаційної продуктивності підйомно-транспортних машин за варіантом «вагон-автомобіль»;
- експериментальні дослідження проводяться обслуговуючим персоналом, а саме: ознайомлення всіх студентів з метою проведення експерименту, з послідовним виконанням всіх операцій, з роботою обладнань, з процесом керування навантажувача, а групи студентів виконують роль дублера з освоєнням послідовності всіх операцій обладнань ангарного складу;
- відповідні основні параметри перевалочного (сортувального) складу тарно-штучних вантажів підприємства, і рухомого складу транспортно-технологічного комплексу занести в звітну таблицю для аналізу;
- провести аналіз теоретичних і експериментальних досліджень продуктивності навантажувача з відповідними оцінками переваг і недоліків (дані занести у звіт).

#### Хід роботи

- ✓ викладач інструктує студентів з охорони праці щодо проведення лабораторної роботи на робочому місці, після чого кожний розписується в журналі за проведений інструктаж.
- ✓ Для виконання лабораторної роботи викладач надає теоретичний матеріал та завдання щодо виконання експериментальних досліджень лабораторної роботи;
- ✓ для проведення замірів, фіксації часу виконання операцій студенти мають секундоміри і рулетки;
- ✓ кожний студент повинен бути «фіксатором» всіх операцій,
- ✓ визначаються площа і розміри ангарного складу, а також експериментальна продуктивність навантажувача на підставі отриманих даних;
- ✓ підготовку і захист лабораторної роботи кожний студент робить самостійно за своїми даними.



## Розрахунок місткості та лінійних розмірів складу

Для переробки тарно-штучних вантажів рекомендуються чотири типи механізованих складів аграрного типу довжиною 72–288 м. Типи I і II – однопрогінні механізовані склади з прогоном 24 і 30 м, причому при використанні цеху типу II для сортування вантажу вводять другу колію. Тип III – двопрогінні механізовані склади (30+30 м) з впровадженням трьох колій для переробки вантажів, що прибувають і відправляються, а також для сортування дрібних відправок. Тип IV – трьохпрогінні об'єднані механізовані склади (24+30+24 м) з введенням чотирьох колій – для більшого обсягу переробки повагонних і дрібних відправок та ін.

Характеристика і креслення деяких типів складів приведені в [3, 4, 5 та ін.]. У всіх типах складів передбачається механізація навантажувально-розвантажувальних робіт за допомогою вилочних електронавантажувачів типу ЭП-103 та ін. Для тарно-штучних вантажів можуть бути розроблені нові проекти закритих складів або автоматизовані склади [3].

У нинішній час основною машиною для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт з тарно-пакувальними вантажами є малогабаритні вилочні навантажувачі, які пересувають вантаж, укладений на піддонах.

Для пакетного переміщення вантажів від складу відправника до складу одержувача використовують піддони з розмірами по довжині, ширині і висоті 1200×800×120 мм. Для внутрішнього використання на складі можуть бути застосовуватись інші розміри піддонів (1200×900, 1200×1000 мм та ін.).

Знаходження **площі і лінійних розмірів складів** відбувається декількома способами:

- методом елементарних площадок;
- методом безпосереднього розрахунку для спеціалізованих складів – естакадно-тунельних, бункерних, силосних, автоматизованих і т.п.;
- методом орієнтовного розрахунку по середньому навантаженню на один квадратний метр площі складу.

Порядок і схема розрахунку площі, довжини і ширини складу по елементарних площадках приведені в [3].

За цим методом знаходяться **розміри елементарної площадки** і визначається кількість вантажу, що може бути розміщений на ній. Потім **необхідна місткість складу** ділиться на **ємність однієї елементарної площадки**, тим самим знаходиться кількість таких площадок. Перемножуючи одержану кількість елементарних площадок на **площу однієї площадки**, отримують загальну площу складу, а загальну довжину складу одержимо, перемноживши довжину елементарної площадки по фронту робіт на одержану кількість елементарних площадок.

При знаходженні необхідної **місткості складу** потрібно виявити об'єм безпосереднього перевантаження вантажів з одного виду транспорту на інший, минаючи склад, і на цей об'єм зменшити розрахунковий **складський вантажопотік**.

Кількість вантажу, який перевантажується за прямим варіантом, буде складати:

$$Q_{пв} = K_n \cdot Q_0, \quad (2.1)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт перевантаження за прямим варіантом (можна прийняти за даними вантажного району по місцю роботи або з таблиці 2.1)

Таблиця 2.1

**Тривалість зберігання вантажів на вантажному районі станції, дів**

Рід вантажу	Відправлення	Прибуття
Тарно-штучні вантажі в критих складах: при дрібних відправках	1,5 2,0	2,0 2,5
Контейнери	1,0	2,0
Великовагові вантажі	1,0	2,5
Колісні вантажі і сільгосптехніка	1,0	2,5
Цемент, вапно, алебастр, крейда, мінеральні добрива	—	2,5
Вантажі, що перевозяться навалом	—	—

Таблиця 2.2

**Коефіцієнт безпосереднього перевантаження вантажів по прибутті і відправленні на вантажному районі**

Рід вантажу	$K_n$
Тарно-штучні вантажі	0,15–0,30
Контейнери	0,15–0,40
Всі інші вантажі	0,10–0,15

Більш точні розрахунки розміру перевантаження за прямим варіантом можуть бути виконані після складання контактного графіка роботи залізничного і автомобільного транспорту.

Місткість складу знаходиться залежно від добового вантажообігу і терміну зберігання за формулою:

$$V_0 = (1 - K'_n) \cdot Q_0^n \cdot t_{зб}^n + (1 - K''_n) \cdot Q_0^6 \cdot t_{зб}^6, \quad (2.2)$$

де  $Q_0^n$  – добовий вантажообіг по прибутті;

$Q_0^6$  – добовий вантажообіг по відправленню;

$t_{зб}^n$  – термін зберігання по прибутті;

$K'_n$  і  $K''_n$  – коефіцієнти перевантаження за прямим варіантом відповідно по прибутті й відправленні.

**Експериментальні дослідження продуктивності навантажувача по схемі вагон-автомобіль проводиться при умовах:**

- вагон відкритий;

- навантажувач знаходиться безпосередньо біля стелажа, штабеля вантажу, або вантажу, який стоїть по центру вагона на піддоні на відстані 50 - 100 мм;
- рама вантажопідйомного механізму навантажувача знаходиться вертикально;
- вила навантажувача підведені під вантаж;
- згідно з вихідними даними вантаж, який розташований у вагон, треба перемістити навантажувачем на автомобіль.

### **Знаходження теоретичної продуктивності навантажувача:**

$$P_m = 3600 \cdot \frac{Q_n}{T_u};$$

де  $Q_n$  – номінальне навантаження на вилах навантажувача, т  
 $T_u$  – теоретична тривалість циклу навантажувача, сек (з літературних джерел і даних підприємства), сек.:

$$T_u = t_1 + t_n + t_2 + t_n + t_3 + t_n + t_4 + t_n + t_5 + t_n + t_6 + t_n + t_7 + t_n + t_8 + t_n + t_9 + t_n + t_{10} + t_n + t_{11} + t_n + t_{12} + t_n + t_{13} + t_n + t_{14} + t_n + t_{15} + t_n + t_{16} + t_n, \quad (2.3)$$

де  $t_1$  – зрушення вантажу з мертвої точки; це час повернення рами вантажопідйомного механізму «на себе» ( $t_1$  береться по паспортних даних навантажувача або хронометражем на практиці на робочому місці підприємства);

$t_2$  – час на від'їзд навантажувача від штабеля вантажу, сек.:

$$t_2 = \frac{S_1}{V_1}, \quad (2.4)$$

де  $S_1$  – відстань від'їзду навантажувача від штабеля вантажу, м:

$$S_1 = l_g + (0,05 \div 0,1), \quad (2.5)$$

$l_g$  – довжина вил,  $l_g = 0,8$  м (по паспортних даних навантажувача);

$V_1$  – швидкість від'їзду навантажувача від штабеля з вантажем,  $V_1 = 11 - 12$  км/год;

$t_3$  – час встановлення рами вантажопідйомного механізму в вертикальне положення ( $t_3$  береться по паспортних даних навантажувача або за хронометражем на робочому об'єкті на практиці), сек.;

$t_4$  – час опускання на вилах вантажу (до упору) в крайнє нижнє положення ( $t_4$  береться по паспортних даних навантажувача або за хронометражем на робочому об'єкті на практиці), сек.;

$t_5$  – час повернення рами навантажувача «на себе» на  $3-5^\circ$  ( $t_5$  береться по паспортних даних навантажувача або хронометражем на робочому об'єкті на практиці), сек.;

$t_6$  – розворот навантажувача з вантажем, сек.:

$$t_6 = \frac{S_2}{V_2}, \quad (2.6)$$

де  $S_2$  – відстань розвороту навантажувача (згідно з паспортними даними навантажувача або по хронометражу на робочому об'єкті на практиці);

$V_2$  – швидкість від'їзду (розвороту) навантажувача ( $V_2$  береться по паспортних даних навантажувача або за хронометражем на робочому об'єкті на практиці), м/сек.

$t_7$  – час пересування навантажувача від вагона до автомобіля (в задану точку автомобіля), сек.:

$$t_7 = \frac{S_3}{V_3}, \quad (2.7)$$

де  $S_3$  – відстань від точки розвороту навантажувача до заданої точки в автомобілі (береться методом підрахунку по принциповій схемі або методом хронометражу на робочому місці на практиці), м;

$V_3$  – швидкість пересування навантажувача з вантажем,  $V_3 = 12-13$  км/год.

$t_8$  – час встановлення рами вантажопідйомного механізму в вертикальне положення (згідно з транспортно-технологічним процесом  $t_3 = t_8$ );

$t_9$  – час опускання на вилах вантажу на підлогу автомобіля (береться по паспортних даних навантажувача або за хронометражем на робочому об'єкті на практиці), сек.:

$$t_9 = \frac{H_1}{V_4}, \quad (2.8)$$

де  $H_1$  – висота опускання (піднімання) вил з вантажем, м;

$V_4$  – швидкість опускання вил з вантажем на підлогу автомобіля  $V_4 = 0,2-0,25$  м/сек.

$t_{10}$  – час від'їзду навантажувача від вантажу (час звільнення навантажувача від вантажу), згідно з транспортно-технологічним процесом  $t_{10} = t_2$ ;

$t_{11}$  – час повернення рами навантажувача на себе на  $3-5^\circ$ , згідно з транспортно-технологічним процесом –  $t_{11} = t_1$ , сек.;

$t_{12}$  – розворот навантажувача без вантажу, сек.;

$t_{13}$  – час пересування навантажувача в зворотньому напрямку (без вантажу), сек.:

$$t_{13} = \frac{S_4}{V_5}, \quad (2.9)$$

де  $S_4 = S_3$  (згідно з принциповою схемою);

$V_5$  – швидкість пересування навантажувача без вантажу,  $V_5 = 11-12$  км/год;

$t_{14}$  – час встановлення рами вантажопідйомного механізму в вертикальне положення, згідно з транспортно-технологічним процесом –  $t_{14} = t_3$ ;

$t_{15}$  – час опускання (піднімання) вил навантажувача у відповідне положення (навпроти піддона вантажу для подальшого захвату), сек.:

$$t_{15} = \frac{H_2}{V_6}, \quad (2.10)$$

де  $H_2$  – висота піднімання (опускання) вил без вантажу у відповідне положення (навпроти піддона вантажу для подальшого захвату);

$V_6$  – швидкість опускання вил навантажувача,  $V_6 = 0,2$  м/сек.

$t_{16}$  – під'їзд навантажувача до штабеля вантажу на відстань 0,05-0,1м, сек.:

$$t_{16} = \frac{S_5}{V_7}, \quad (2.11)$$

де  $S_5 = l_6 + 0,05 \div 0,1$  м (згідно з схемою), м;

$V_7$  – швидкість пересування навантажувача без вантажу для захвату наступного вантажу (по схемі),  $t_7 = t_{13}$ .

### **Знаходження продуктивності навантажувача експериментально:**

$$Q = \frac{3600 \cdot P_n}{T_{u(e)}}, \quad (2.12)$$

де  $T_{u(e)}$  – експериментальна тривалість циклу наван встановлені безпосередньо на машині (механізмі)

тажувача (витрачена водієм навантажувача на підприємстві і зафіксована студентом), сек.

**Знаходження різниці в процентному відношенні  $Q_m$  та  $Q_e$  з обґрунтуванням переваг і недоліків.**

### **Висновки.**

### **Контрольні запитання**

1. Добовий розрахунковий вантажопотік (вагонопотік).
2. Середнє завантаження вагона.
3. Типи складів, будова, принципи дії.
4. Місткість складу і контейнерної площадки.
5. Термін зберігання вантажів на складах.
6. Розміри елементарної площі складу.
7. Площа, ширина і довжина складу (за вибором).
8. Спеціалізовані склади, побудова, принципи дії.
9. Фронти завантаження і розвантаження і їх розміри.
10. Технологія переробки тарно-штучних вантажів.
11. Методи знаходження кількості НР-машин і обладнань на складах (робочих об'єктах).
12. Технічна, експлуатаційна, змінна продуктивність машин, які обслуговують склади.
13. Чисельність обслуговуючого персоналу на робочому об'єкті.

14. Змінна норма виробітку.
15. Простої вагонів і автомобілів під НР-роботами.

### **Список використаної літератури**

1. *Ризель Э. И.* Механизация погрузочно-разгрузочных работ и склады: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов IV курса специальности «Эксплуатация железных дорог». – М.: ВЗШЗ, 1976. – 44 с.
2. *Ризель Э. И., Игнатов А.П.* Погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1986. – 264 с.
3. *Гриневич Г. П.* Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1987. – 130 с.
4. *Гриневич Г. П.* Комплексно-механизированные склады на транспорте. – М.: Транспорт, 1987. – 296 с.
5. *Голубков В. В., Киреев В. С.* Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства. – М.: Транспорт, 1981. – 350 с.
6. *Омельченко О. Д.* Організація навантажувально-розвантажувальних робіт: Конспект лекцій. – К.: ДЕТУТ, 2008. – 28 с.

*Навчально-методичне видання*

Георгій Андрійович ШКУРКО

**Теоретично-експериментальні дослідження вантажопідійомних  
та транспортуючих машин**

Методичні вказівки  
щодо виконання лабораторних робіт  
для студентів денної форми навчання галузі знань 0701 «Транспорт і  
транспортна інфраструктура» за напрямом підготовки 6.070101 «Транспортні  
технології (залізничний транспорт)»

Директор РВЦ ДЕГУТ Л. В. Пономаренко  
Редактор – Н. В. Щербак  
Макет і верстка – В. О. Андрієнка

---

Підписано до друку 03.06.2013. Формат паперу 60x84/16, папір офсетний.

Спосіб друку - ризографія.

Замовлення № 155/13. Тираж 50 прим.

Надруковано в Редакційно-видавничому центрі Державного економіко-технологічного  
університету транспорту. Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 3079 від 27.12.2007 р.  
03049, м. Київ-49, вул. Миколи Лукашевича, 19.