

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



**МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні**

**А.О. Бондаренко**

**ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ І СИЛОВИХ  
ПАРАМЕТРІВ КАНАТНИХ ЕКСКАВАТОРІВ ПРЯМА ЛОПАТА**  
**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**  
**З ДИСЦИПЛІНИ**

**«ВИРОБНИЧІ МАШИНИ ТА КОМПЛЕКСИ»**

для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2020

## **Бондаренко А.О.**

Визначення конструктивних і силових параметрів канатних екскаваторів пряма лопата. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисциплін: “Виробничі машини та комплекси” для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування / А.О.Бондаренко ; М-во освіти і науки України. – Д. : НТУ «ДП», 2020.-24с.

Автор: А.О. Бондаренко, доктор технічних наук, професор.

Затверджено до видання науково-методичною комісією зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування (протокол № 2 від 18.11.2019 р.) за поданням кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні (протокол № 3 від 18.11.2019 р.).

Наведено послідовність розрахунку конструктивних і силових параметрів одноківшевих канатних екскаваторів пряма лопата.

Рекомендації орієнтовано на активацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри гірничих машин та інжинірингу, д-р техн. наук, проф. К.С. Заболотний

## ВИХІДНІ ДАНІ

<b>Варіант</b>	<b>Екскаватор</b>	<b>Порода</b>	<b>Категорія породи</b>	<b>Умови роботи екскаватора</b>
<b>1</b>	ЭКГ-5А	Пісок рихлий	I	легкі
<b>2</b>	ЭКГ-20	Пісок вологий, суглинок легкий	I	важкі
<b>3</b>	ЭКГ-4У	Гравій дрібний і середній	II	середні
<b>4</b>	ЭКГ-6,3ус	Глина середня, важка розрихлена	III	легкі
<b>5</b>	ЭКГ-8И	Глина важка щільна	IV	важкі
<b>6</b>	ЭКГ-12,5	Конгломерат слабозцементований	IV	середні
<b>7</b>	ЭКГ-5А	Мергель	IV	середні
<b>8</b>	ЭКГ-20	Пісок рихлий	I	легкі
<b>9</b>	ЭКГ-4У	Пісок вологий, суглинок легкий	I	важкі
<b>10</b>	ЭКГ-6,3ус	Гравій дрібний і середній	II	середні

# 1. ВИЗНАЧЕННЯ МАС І ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ КАНАТНИХ ЕКСКАВАТОРІВ ПРЯМА ЛОПАТА

Маса екскаватора

$$m_{\text{экс}} = K_{\text{экс}} \cdot E, \text{ Т},$$

де  $K_{\text{экс}}$  – коефіцієнт маси екскаватора, т/м<sup>3</sup>;

$E$  – місткість ковша, м<sup>3</sup>.

Лінійні розміри конструктивних елементів

$$L_i = K_L \sqrt[3]{m_{\text{экс}}}, \text{ Т},$$

де  $K_L$  – коефіцієнт пропорційності (Додаток 1).

Маса стріли з блоками

$$m_{\text{стр}} = K_{\text{мстр}} \cdot m_{\text{экс}}, \text{ Т},$$

де  $K_{\text{мстр}}$  – коефіцієнт маси стріли (Додаток 2).

Маса поворотної платформи

$$m_{\text{пл}} = K_{\text{мпл}} \cdot m_{\text{экс}}, \text{ Т},$$

де  $K_{\text{мпл}}$  – коефіцієнт маси поворотної платформи (Додаток 2).

Маса напірного механізму

$$m_{\text{н.м.}} = K_{\text{мн.м.}} \cdot m_{\text{экс}}, \text{ Т},$$

де  $K_{\text{мн.м.}}$  – коефіцієнт маси напірного механізму (Додаток 2).

Маса ковша механічної лопати

$$m_{к.л} = 1,15c_{к.л} \cdot E, \text{ т},$$

де  $c_{к.л}$  – коефіцієнт маси ковша механічної лопати, т / м<sup>3</sup>.

Маса породи в ковші

$$m_{пор} = \frac{E\gamma_{пор}}{\kappa_p}, \text{ т},$$

де  $\gamma_{пор}$  – щільність гірської породи в цілині, т / м<sup>3</sup> (Додаток 6);

$\kappa_p$  – коефіцієнт розпушення породи.

Маса рукояті механічної лопати

$$m_p = c_p \cdot m_{к.л}, \text{ т},$$

де  $c_p$  – коефіцієнт маси рукояті (Додаток 4).

Лінійні розміри ковшів механічних лопат

$$\text{ширина } B_{к.л} = 1,3\sqrt[3]{E}, \text{ м},$$

$$\text{довжина } L_{к.л} = 0,77B_{к.л}, \text{ м},$$

$$\text{висота } H_{к.л} = 0,75B_{к.л}, \text{ м}.$$

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ПІДЙІМАЛЬНИХ І НАПІРНИХ МЕХАНІЗМІВ ПРЯМОЇ МЕХАНІЧНОЇ ЛОПАТИ

Зусилля в підйомному канаті механічної лопати

$$N_{n.l} = \frac{N_{1l}l_1 + G_{k+n}l_k + G_p l_p}{l_n}, \text{ Н,}$$

де  $N_{1l}$  – опір породи копанню, Н;

$G_{k+n}$  – вага ковша з породою, Н;

$G_p$  – вага рукояті, Н;

$l_1, l_k, l_p, l_n$  – довжини плечей докладання зусиль щодо осі напірного вала, розташованого на середині стріли, м, (рис. 1).

Опір породи копанню

$$N_{1l} = \kappa_{k.l} B_{k.l} h_c = \frac{E \kappa_{k.l}}{L_3 \kappa_p} 10^5, \text{ Н,}$$

де  $\kappa_{k.l}$  – питомий опір породи копанню (Додаток 5);

$h_c$  – товщина стружки, м;

$L_3$  – висота вибою, дорівнює висоті розташування напірного вала  $L_H$ , м (рис. 1).

Вага ковша з породою

$$G_{k+n} = g(m_{k.l} + m_{пор}) 10^3, \text{ Н.}$$

Вага рукояті

$$G_p = g m_p 10^3, \text{ Н.}$$

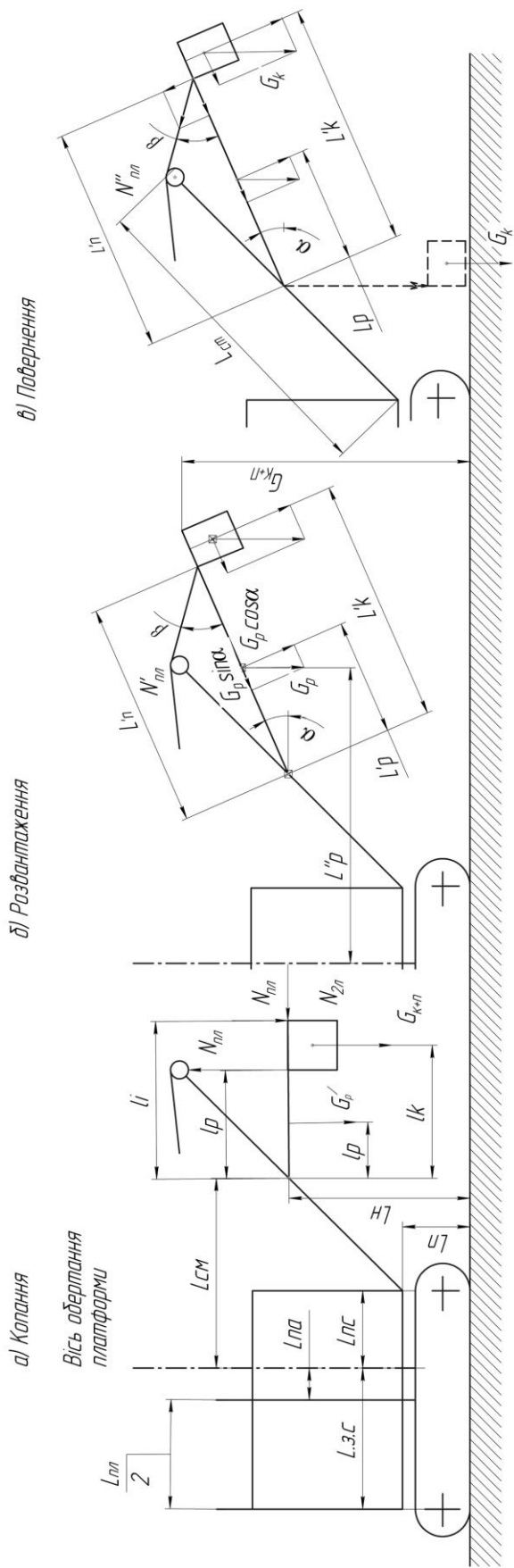


Рисунок 1 – Схема сил до визначення навантажень в підйомному канаті

Зусилля в напірному механізмі механічної лопати

$$N_{н.л} = \kappa_{нан} N_{1л} , \text{ Н,}$$

де  $\kappa_{нан} = 0,5 \dots 1,05$  – коефіцієнт напору.

Зусилля в підйомному канаті механічної лопати при повороті платформи на розвантаження

$$N_{н.л}^I = \frac{G_{к+n} l_k^I \cos \alpha + G_p l_p^I \cos \alpha}{l_n^I \sin \beta} , \text{ Н,}$$

де  $l_k^I, l_p^I, l_n^I$  – довжини плечей при верхньому положенні ковша і повністю висунутій рукояті, м (рис. 1, б, в).

Зусилля в підйомному канаті механічної лопати при повороті платформи з порожнім ковшем

$$N_{н.л}^{II} = \frac{G_k l_k^I \cos \alpha + G_p l_p^I \cos \alpha}{l_n^I \sin \beta} , \text{ Н.}$$

Зусилля в напірному механізмі механічної лопати при повороті платформи на розвантаження

$$N_{н.л}^I = N_{н.л}^I \cos \beta + G_{к+n} \sin \alpha + G_p \sin \alpha , \text{ Н.}$$

Зусилля в напірному механізмі механічної лопати при повороті платформи з порожнім ковшем

$$N_{н.л}^{II} = G_k + G_p , \text{ Н.}$$



### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНІВ НАПІРНОГО ТА ПІДЙОМНОГО МЕХАНІЗМІВ МЕХАНІЧНОЇ ЛОПАТИ

Потужність двигуна підйомного механізму при копанні

$$P_{n.l} = \frac{N_{n.l} v_{n.l}}{\eta_{n.l}} 10^{-3}, \text{ кВт},$$

де  $v_{n.l}$  – швидкість переміщення підйомного каната, м / с (Додаток 7);

$\eta_{n.l}$  – к.к.д. підйомного механізму дорівнює 0,8 ... 0,85.

Потужність двигуна підйомного механізму при повороті платформи на розвантаження

$$P_{n.l}^I = (0,1 \dots 0,3) \frac{N_{n.l}^I v_{n.l}}{\eta_{n.l}} 10^{-3}, \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна підйомного механізму при повороті платформи з порожнім ковшем

$$P_{n.l}^{II} = (1,1 \dots 1,3) \frac{N_{n.l}^{II} v_{n.l}}{\eta_{n.l}} 10^{-3}, \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна напірного механізму при копанні

$$P_{n.l} = \frac{N_{n.l} v_{n.l}}{\eta_{n.l}} 10^{-3}, \text{ кВт},$$

де  $v_{n.l}$  – швидкість переміщення підйомного канату, м / с (Додаток 7);

$\eta_{n.l}$  – к.к.д. підйомного механізму дорівнює 0,75 ... 0,85.

Потужність двигуна напірного механізму при повороті платформи на розвантаження

$$P_{н.л}^I = (0,3...0,5) \frac{N_{н.л}^I v_{н.л}}{\eta_{н.л}} 10^{-3}, \text{ кВт.}$$

Потужність двигуна напірного механізму при повороті платформи з порожнім ковшем

$$P_{н.л}^{II} = \frac{N_{н.л}^{II} v_{н.л}}{\eta_{н.л}} 10^{-3}, \text{ кВт.}$$

Приклад побудови навантажувальної і швидкісної діаграми наведений на рис. 2. В розрахунках приймати

$$t_{к.л} = t_{р.л} = t_{з.л} = \frac{1}{3} t_{ц.л}; \text{ с,}$$

де  $t_{ц.л}$  – час циклу роботи, с;

$t_{к.л}$  – час копання, с;

$t_{р.л}$  – час повороту платформи на розвантаження, с;

$t_{н.л}$  – час повороту платформи з порожнім ковшем, с.

Середньозважені потужності двигунів підйомного і напірного механізмів механічної лопати

$$P_{н.л(св)} = \frac{P_{н.л} t_{к.л} + P_{н.л}^I t_{р.л} + P_{н.л}^{II} t_{н.л}}{t_{ц.л}},$$

$$P_{н.л(св)} = \frac{P_{н.л} t_{к.л} + P_{н.л}^I t_{р.л} + P_{н.л}^{II} t_{н.л}}{t_{ц.л}}.$$

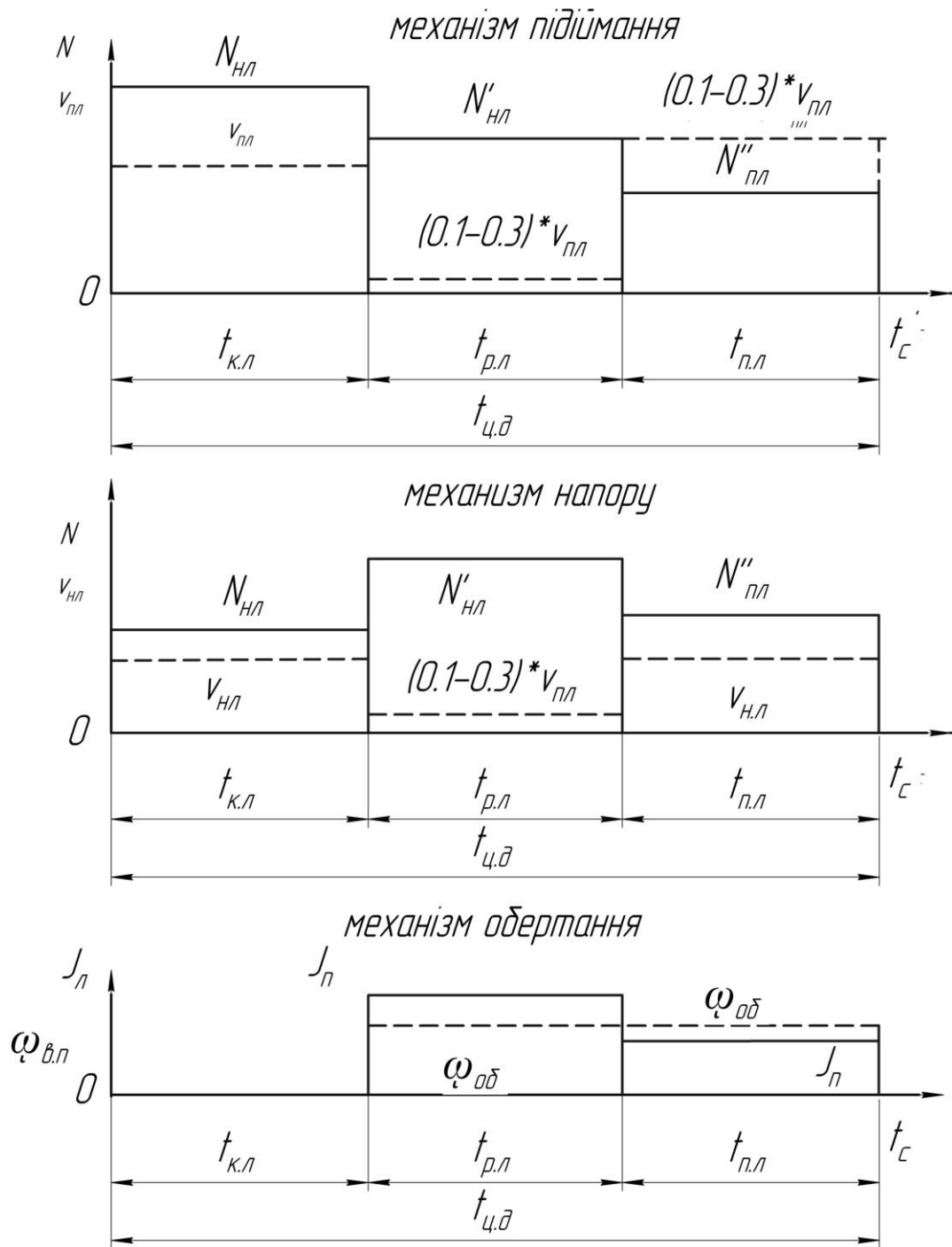


Рисунок 2 – Діаграма навантажень і швидкості в механізмах екскаватора.

#### 4. ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ЧАСТИН ОДНОКІВШЕВОГО ЕКСКАВАТОРА, ЯКІ ОБЕРТАЮТЬСЯ

Сумарний момент інерції обертових частин екскаватора

$$\Sigma J = J_{nl} + J_{k+n} + J_{cm} + J_H + J_p, \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Момент інерції поворотної платформи

$$J_{nl} = J_o + m_{nl} l_{nl}^2, \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Момент інерції платформи відносно осі, паралельної вертикальній грані кузова, що проходить через центр маси платформи як паралелепіпеда

$$J_o = m_{nl} \frac{(0,5L_{nl})^2 + (0,5L_{nl}^I)^2}{3}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Момент інерції ковша з породою

$$J_{k+n} = m_{k+n} L_{раз}^2, \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Момент інерції стріли і напірного механізму

$$J_{cm} = m_{cm} l_{cm}^2, \quad J_H = m_H l_H^2, \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де  $l_{cm} \approx l_H$  – відстані від осі обертання платформи до центру мас стріли і напірного механізму, м.

Момент інерції рукояті обчислюють для горизонтального положення рукояті, висунутої на всю довжину

$$J_p = m_p (l_p^{II})^2, \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де  $l_p^{II}$  – відстань від осі обертання платформи до центру мас рукояті, м.

## 5. РОЗРАХУНОК МАСИ ПРОТИВАГИ ПРЯМОЇ МЕХАНІЧНОЇ ЛОПАТИ

Урівноваження поворотної платформи зводиться до розміщення обладнання на платформі і вибору величини противаги. При цьому домагаються, щоб рівнодіюча вертикальних сил, що впливають на екскаватор, не виходила за межі ядра перерізу опорно-поворотної шестерні.

Маса противаги визначається для двох положень: 1) при опущеному ковші на ґрунт; 2) при завантаженому ковші з максимально висунутою рукояттю. У першому випадку розглядається рівновага щодо точки А і маса противаги (рис. 3)

$$m_{np}' = \frac{G_c(r_c + R_0) - G_1(r_1 - R_0)}{g(r_{np} - R_0)}, \text{ кг},$$

де  $G_c$  – вага стріли, Н;

$G_1$  – вага поворотної платформи, Н;

$r_c, r_1, r_{np}$  – плечі дії сил, м.

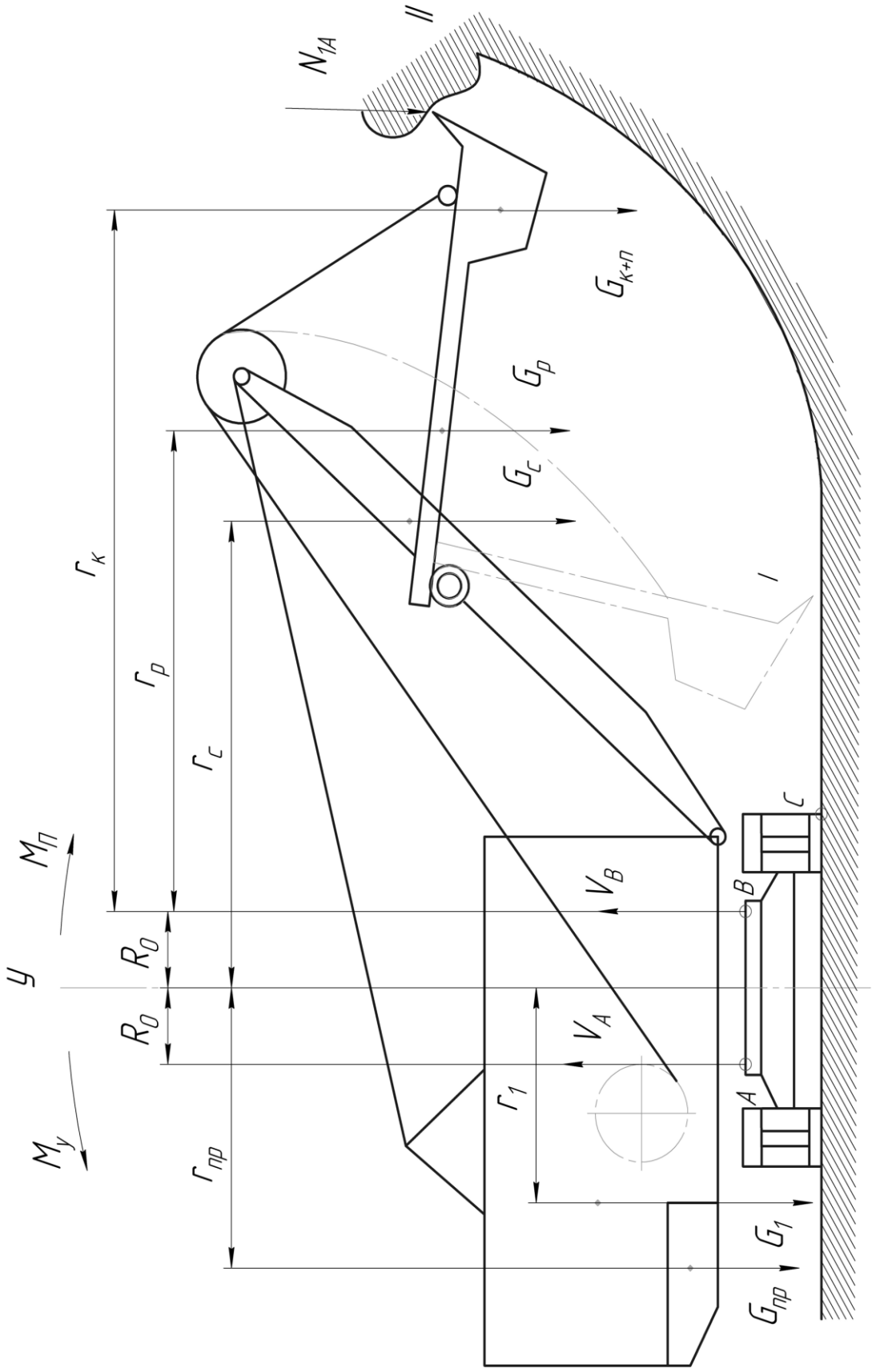


Рисунок 3 – Розрахункова схема для визначення врівноваженості прямої механічної лопати

Для другого випадку приймаємо, що рівнодіюча всіх сил поворотної частини екскаватора проходить через точку В. Маса противаги

$$m_{np}'' = \frac{G_c(r_c - R_0) + G_p r_p + G_{k+n} r_k - G_1(r_1 + R_0)}{g(r_{np} + R_0)}, \text{ кг,}$$

де  $r_p, r_k$  – плечі дії сил, м.

Маса противаги повинна задовольняти умові

$$m_{np}'' < m_{np} < m_{np}' .$$

## 6. РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ ПРЯМОЇ МЕХАНІЧНОЇ ЛОПАТИ

Розрахунок стійкості екскаватора здійснюється в робочому і двох транспортних положеннях. При цьому кут нахилу майданчика установки екскаватора приймається таким:

- робоче положення;  $\alpha = 0^\circ$ ,
- транспортне положення при підйомі екскаватора;  $\alpha_{\max} = 12^\circ$ ,
- транспортне положення при спуску екскаватора.  $\alpha_{\max} = 12^\circ$ .

У робочому положенні стійкість визначається за умови, що ківш заповнений, рукоять висунута на всю довжину і знаходиться в горизонтальному положенні, ківш продовжує зрізати стружку максимальної товщини (рис. 3). Коефіцієнт стійкості

$$K_c = \frac{M_y}{M_n} > 1 ,$$

де  $M_y$  – сумарний утримуючий момент,

$M_n$  – сумарний перекидний момент.

Для робочого положення при  $\alpha = 0^\circ$  сумарний утримуючий момент

$$M_y = G_{np}(r_{np} + R_0) + G_1(r_1 + R_0), \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Сумарний перекидний момент

$$M_n = N_{1л}r_k + G_{к+n}r_k + G_p r_p + G_c(r_c - R_0), \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Для транспортного положення при підйомі екскаватора з кутом  $\alpha_{\max} = 12^\circ$  коефіцієнт стійкості екскаватора приймається не менше 1,2 і розраховується з урахуванням сили вітру

$$P_e = K_o \cdot F_o \cdot p_e, \text{ Н,}$$

де  $K_o$  – коефіцієнт суцільності що дорівнює 0,4 ... 0,6 для ґратчастих ферм і 0,6 ... 0,8 для механізмів;

$F_o$  – площа обрисів екскаватора в площині, перпендикулярній напрямку перекидання,  $\text{м}^2$ ;

$p_e$  – швидкісний тиск вітру відповідно ГОСТ 1451-77: для неробочого і транспортного положень екскаватора  $p_e = (1...2)10^3 \text{ Па}$ ; для робочого положення  $p_e = (2,5...4)10^2 \text{ Па}$ .

При русі екскаватора на підйом в  $12^\circ$  стріла встановлюється під мінімальним робочим кутом до поверхні, рукоять має максимальний виліт з порожнім ковшем біля землі (рис. 4).

Сумарний утримуючий момент

$$M_y = G_{к+n}(r_k + 2R_0)\cos\alpha_{\max} + G_p(r_p - h_p \text{tg}\alpha_{\max} + 2R_0)\cos\alpha_{\max} + \\ + G_c(r_c - h_c \text{tg}\alpha_{\max} + R_0)\cos\alpha_{\max}, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$



## Сумарний перекидний момент

$$M_n = G_{np}(r_{np} + h_{np}tg\alpha_{max} - R_0)\cos\alpha_{max} + \text{Н}\cdot\text{м.}$$

$$+ G_1(r_1 + h_1tg\alpha_{max} - R_0)\cos\alpha_{max} + P_{\epsilon}h_{\epsilon},$$

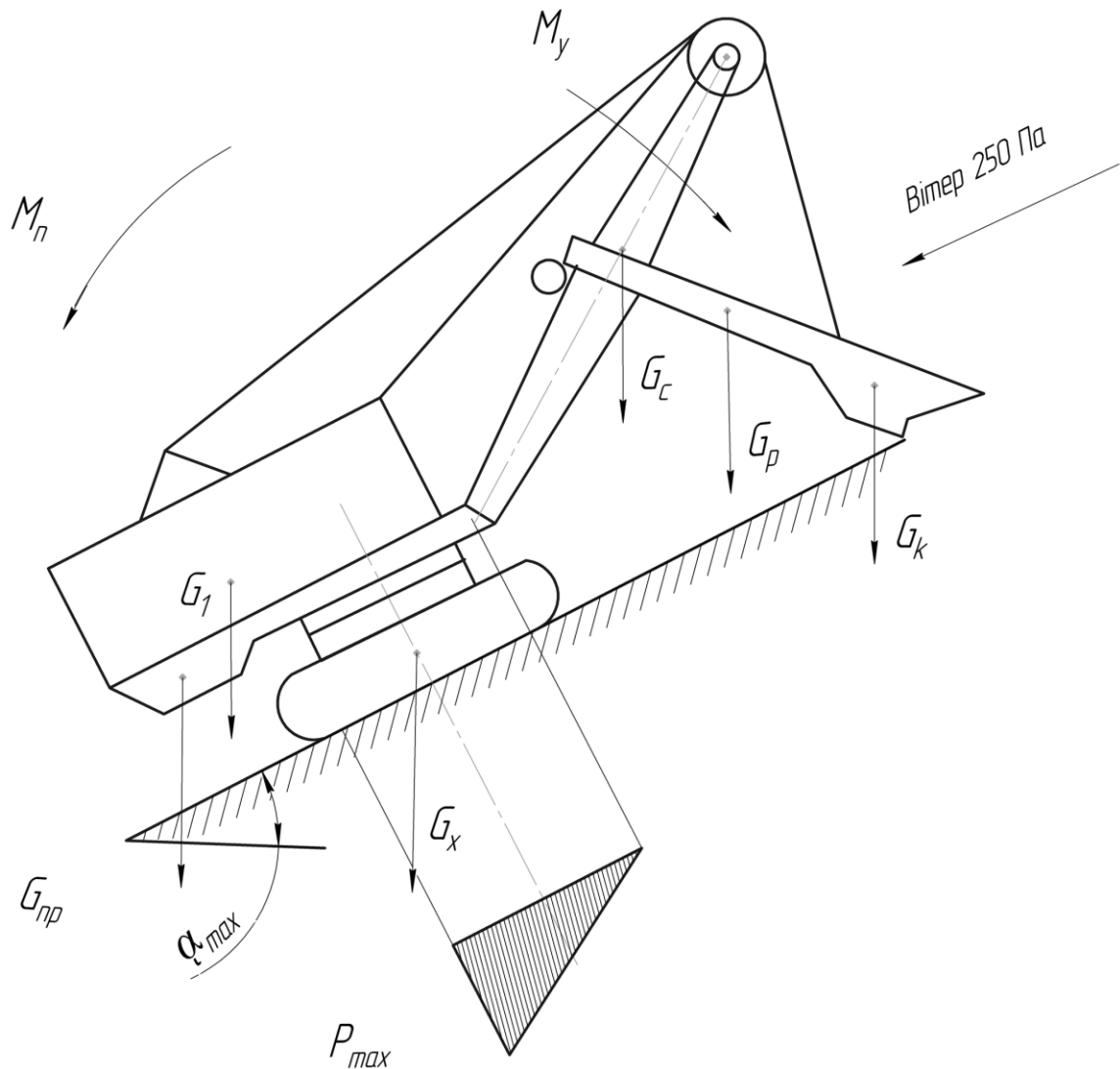


Рисунок 4 – Розрахункова схема для визначення стійкості при русі на підйом

При спуску під кутом  $12^\circ$  стріла знаходиться під максимальним кутом до робочої майданчику, рукоять висить майже вертикально (рис. 5). У цьому разі сумарний утримуючий момент

$$M_y = G_{np}(r_{np} - h_{np}tg\alpha_{max} + R_0)\cos\alpha_{max} + H \cdot M. \\ + G_1(r_1 - h_1tg\alpha_{max} + R_0)\cos\alpha_{max},$$

Сумарний перекидний момент

$$M_n = G_{к+n}r_k \cos\alpha_{max} + G_p(r_p + h_p tg\alpha_{max})\cos\alpha_{max} + H \cdot M. \\ + G_c(r_c + h_c tg\alpha_{max} - R_0)\cos\alpha_{max} + P_6 h_6,$$

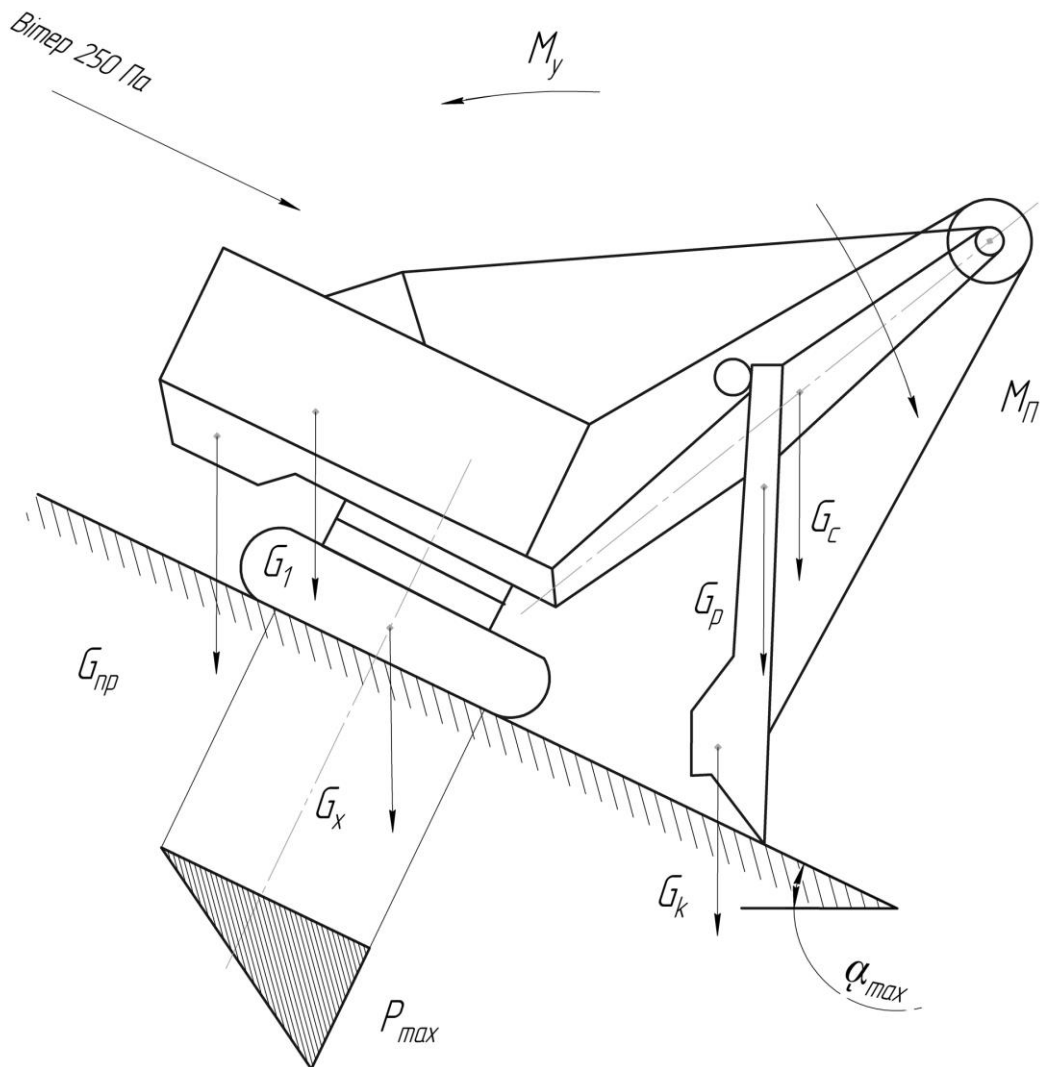


Рисунок 5 – Розрахункова схема для визначення стійкості екскаватора при русі на спуск

## 7. ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ НА ГРУНТ

Середній питомий тиск на ґрунт механічної прямої лопати з гусеничною ходовою частиною

$$P_{\text{ср.л}} = \frac{G_{\text{э}}}{F} = \frac{gm_{\text{э}}}{n_2 b_2 L_2} = \frac{gm_{\text{э}}}{n_2 C_b L_2^2}, \text{ Па,}$$

де  $n_2$  – кількість гусениць, шт.;

$b_2$  – ширина гусениці, м.;

$L_2$  – довжина гусениці, м.;

$C_b$  – відношення ширини гусениці до її довжини. Для одно- і двох гусеничних візків  $C_b = 0,2 \dots 0,32$ , для чотирьох гусеничних  $C_b = 0,12 \dots 0,2$ .

### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чулков Н.Н. Расчет приводов карьерных машин / Н.Н. Чулков . – М. : Недра, 1987. – 196 с.
2. Подерни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: учебник для вузов / Р.Ю. Подерни. – 2-е узд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1985. – 544 с.
3. Бондаренко А.О. Гірничі машини для відкритих гірничих робіт : навч. Посібник / А.О. Бондаренко . – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – 123с.
4. Экскаваторы для открытых горных работ: отраслевой каталог I8-4-83. – М. : Недра, 1983. – 130 с.

## Додаток 1

Коефіцієнти для визначення лінійних розмірів екскаваторів за заданою місткістю ковша

Місткість ковша , м <sup>3</sup>	2 – 20
Питома маса екскаватора $K_{\text{экс}}$ , т/м <sup>3</sup>	38 – 55
Лінійні коефіцієнти $K_L$	
Ширина платформи	0,85 – 0,95
Висота кузова	0,85 – 0,9
Радіус задньої стінки кузова	0,95 – 1
Довжина стріли екскаватора	1,8 – 1,85
Висота п'яти стріли	0,45
Радіус п'яти стріли	0,4 – 0,37
Довжина рукояті	1,15 – 1,25
Максимальна висота:	
копання	1,7 – 1,8
розвантаження	1,23 – 1,3
Висота напірного вала	1,1
Максимальний радіус:	2,7 – 2,6
копання	2,5 – 2,4
розвантаження	0,9 – 0,95
Ширина ходу	1,05 – 1,1
Довжина гусениці	0,18 – 0,19
Ширина ланки гусениці	0,07
Крок ланки гусениці	0,23 – 0,24
Діаметр:	0,18 – 0,19
тягового колеса	0,18 – 0,19
напрямого колеса	0,18

**Додаток 2**

## Коефіцієнти для визначення мас окремих вузлів екскаваторів

Вузол екскаваторів	Коефіцієнт маси, $k_m$
Стріла з блоками	0,07 – 0,06
Напірний механізм	0,0255 – 0,028
Поворотна платформа з механізмами	0,51 – 0,48

**Додаток 3**

## Коефіцієнти для визначення мас ківшів екскаваторів

Умови роботи	$c_{к.л}$	$c_{к.д1}$	$c_{к.д2}$	$c_{к.д3}$
Легкі	0,7 – 1,2	1,0	1,25	0,13
Середні	0,9 – 1,7	0,7	2,4	0,12
Важкі	1,1 – 2,1	0,52	3,25	0,08

**Додаток 4**

## Коефіцієнти для визначення розмірів рукоятей екскаваторів кар'єрних

$c_p$				
Внутрішня однобалочна			Зовнішня двобалочна	
Развантажена від вигину й крутіння	Развантажена від крутіння	Нерозвантажена	Нерозвантажена від крутіння	Развантажена від крутіння
0,3 – 0,34	0,4 – 0,45	0,45 – 0,5	0,8 – 1,0	-

## Характеристики ґрунтів, що розробляються екскаваторами

Порода	Категорія породи	Питомий опір породи копанню $k_{к.л.}$ , Па $10^5$
Пісок пухкий	I	0,16 – 0,25
Пісок вологий, суглинок легкий	I	0,29 – 0,69
Гравій дрібний і середній, глина легка, волога або розпушена	II	0,59 – 1,28
Глина середня або важка розпушена, суглинок щільний	III	1,08 – 1,86
Глина важка щільна	IV	1,96 – 2,26
Конгломерат слабозцементований	IV	2,26 – 3,04
Конгломерат важкий з дрібними каміннями, погано розрихлений, мергель, легкі сланці, суха важка глина	IV	2,75 – 3,14
Конгломерат важкий з великими каміннями і залізна руда, добре розрихлені	V-VI	2,16 – 2,45
Конгломерат важкий з великими каміннями і залізна руда, погано розрихлені	V-VI	4,12 – 4,61

**Додаток 6**

## Розрахункові коефіцієнти

Показники	Категорія породи			
	I	II	III	IV
Коефіцієнт шляху $k_{шлях}$	2,5 – 3,0	3,5	4,0	5,5
Коефіцієнт розпушення породи $k_p$	1,1 – 1,15	1,25	1,3	1,3 – 1,37
Щільність породи в цілику $\gamma_n$ , т/м <sup>3</sup>	1,5 – 1,8	1,8 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,5

**Додаток 7**

## Значення швидкостей руху головних механізмів

Швидкість лінійна, м/с			Частота обертання платформи об/хв
Напору	Підйому	Пересування	
0,4 – 0,74	0,65 – 1,0	0,165 – 0,125	2,5 – 3,5

**Бондаренко Андрій Олексійович**

**ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ І СИЛОВИХ  
ПАРАМЕТРІВ КАНАТНИХ ЕКСКАВАТОРІВ ПРЯМА ЛОПАТА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ  
З ДИСЦИПЛІНИ**

**«ВИРОБНИЧІ МАШИНИ ТА КОМПЛЕКСИ»**

для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Редактор Л.О. ЧУЇЩЕВА

НТУ «Дніпровська політехніка»  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.