

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних та самостійних робіт з дисципліни

«ПОТУЖНІ ЕКСКАВАТОРИ»

(для студентів за галуззю знань: 13 "Механічна інженерія", спеціальність: 133
"Галузеве машинобудування", спеціалізації: "Підйомно-транспортні, дорожні,
будівельні, меліоративні машини і обладнання")

Затверджено
на засіданні кафедри
підйомно-транспортних машин
Протокол № від

Краматорськ 2018

Потужні екскаватори : методичні вказівки до практичних та самостійних робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / укл. : В. Г. Крупко, І. В. Крупко, О. В. Держинська. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 39 с.

В методичних вказівках наведені матеріали, які містять загальні положення з розрахунку, проектуванню і визначенню мас та лінійних розмірів потужних екскаваторів. Викладено методику, особливості, послідовність та приклади розрахунків потужних екскаватора.

Укладачі:

В. Г. Крупко, доц.

І. В. Крупко, доц.

О. В. Держинська, ас.

Відп. за випуск:

М. Ю. Дорохов, доц.

Зміст

Вступ.....	4
1. Вивчення і побудова технологічних схем застосування потужних екскаваторів на підприємствах по видобутку корисних копалин і вантажно-розвантажувальних роботах.....	5
2. Розрахунок параметрів забою та узгодження їх з параметрами екскаваторів.....	9
3. Визначення мас і лінійних розмірів робочого обладнання одноківшових потужних екскаваторів.....	15
4. Визначення продуктивності одноківшових екскаватора при роботі у різних технологічних схемах.....	19
5 Розрахунок механізмів пересування ПОЕ.....	24
Література.....	35
Додаток А.....	36
Додаток Б.....	39

Вступ

За останні роки відбулися істотні зміни в зв'язку із застосуванням потужних екскаваторів, створенням і впровадженням нового більш досконалого обладнання, підвищенням концентрації та інтенсифікації гірничих робіт.

Сучасні гірничі підприємства оснащені високоефективними механізованими комплексами для видобутку корисних копалин відкритим способом, потужними екскаваторами, потужними транспортними засобами, стаціонарними установками, засобами автоматики, телемеханіки, обчислювальної техніки.

Ефективна робота складної потужних екскаваторів багато в чому залежить від рівня теоретичної та практичної підготовки інженерно-технічного персоналу підприємства. Сучасний інженер повинен глибоко знати основи механізації та автоматизації виробництва, експлуатаційні та технічні дані потужних екскаваторів, принцип дії і технічні можливості машин і елементів їх конструкцій, а також основи теорії розрахунку та технічної експлуатації потужних екскаваторів.

При вивченні дисципліни «Потужні екскаватори» студентами спеціальності «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання» необхідно знати: конструкцію, принцип дії, основні методи розрахунків конструктивних і кінематичних параметрів, основи їх обґрунтування і вибору, розрахунки продуктивності основних груп цих машин.

Методичні вказівки містять загальні положення з конструювання потужних екскаваторів. Викладено, методику, послідовність, особливості, приклади розрахунків, зміст контрольних завдань та необхідний довідковий матеріал.

1.1 Практична робота 1

Вивчення і побудова технологічних схем застосування потужних екскаваторів на підприємствах по видобутку корисних копалин і вантажно-розвантажувальних роботах.

Мета роботи: вивчити основні схеми застосування екскаваторів (одноківшових і багатоківшевих) на підприємствах по видобутку корисних копалин і навчитись визначити співвідношення геометричних параметрів вибою і екскаваторів.

1. Загальні відомості

1.1 Основні технологічні схеми видобутку корисних копалин відкритим способом.

Розвиток відкритого способу розробки родовищ корисних копалин (вугілля, залізної руди, будівельних матеріалів та інш.) потребував систематизації певного комплексу робіт до яких відноситься підготовчі, розкривні та видобувні, для виконання яких потрібно і відповідне обладнання. На сучасних кар'єрах та великих земляних спорудах використовується, як правило, комплекс машин, який забезпечує безпечний і найбільш економічний спосіб виконання робіт в існуючих природних умовах, що забезпечує раціональне використання надр і системну роботу підприємств. Ця сукупність природних умов, обладнання і комплексу робіт називається системою розробки і експлуатації родовищ.

На кар'єрах всі схеми розробки корисних копалин можна розділити на 5 типів, а саме:

- без транспорту основними роботами є розкривні або відвальні з послідовним переміщенням ґрунту (гірничої породи) у відвал рис. 1.1;
- транспортну при якій розкривні породи і корисні копалини перевантажуються в транспортні засоби (автосамоскиди, залізничні платформи, конвеєрний транспорт) і переміщаються по технологічному ланцюгу (перевантаження – подрібнення – транспортування – складування) або транспортування у відвал рис. 1.2;
- транспортно-відвальна з використанням подрібнюючого та відвалоутворюючого обладнання;
- спеціальна система розробки корисних копалин, може розроблятися для окремих родовищ на яких використовується гідромеханізоване обладнання для видобутку і транспортування;
- комбіновані схеми можуть включати окремі елементи будь-яких вищеназваних систем.

Характеристики і основні параметри схем розробки корисних копалин наведені в табл. 1.1 та рис. 1.1...1.6.

1.2 Комплекти обладнання та основні засоби механізації для розробки корисних копалин відкритим способом.

При транспортній системі рис. У якості видобувних компонентів частіше всього використовують систему «кар'єрний екскаватор - автосамоскид»; «кар'єрний екскаватор – залізнична платформа»; драглайн – перевантажувальний бункер – стрічковий конвеєр - відвалоутворювач»; або «роторні екскаватори – перевантажувальні бункери – відвалоутворювачі» та інші комбінації екскаваторів – машин безперервного транспорту – транспортних засобів;

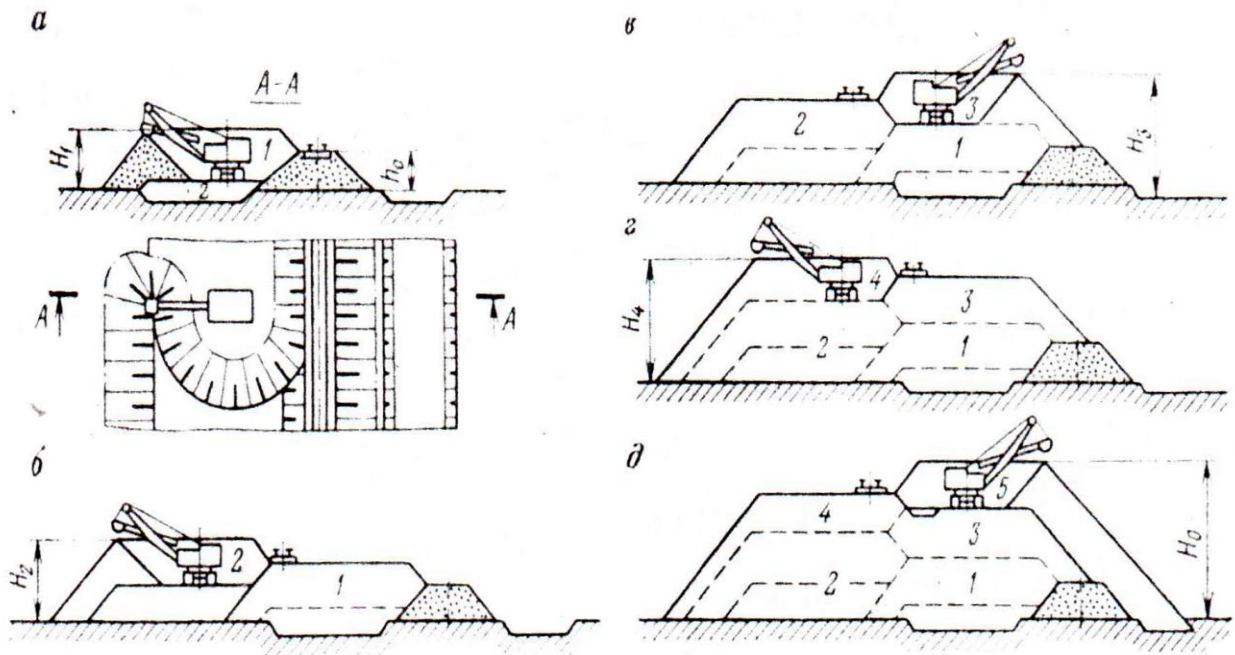


Рисунок 1.1 Транспортна система розробки з використанням технічних лопат та залізничних платформ

При транспортно-відновлювальній системі рис. 1.4 найбільш поширеними комплексами машин є такі, що мають в своєму складі екскаватори безперервної дії (багатоковшеві роторні та ланцюгові) та відвалоутворювачі або систему стрічкових конвеєрів.

В розглянутих системах відкритого способу розробки корисних копалин використовуються комплекти машин до яких, в залежності від вибраної технологічної системи, застосовують:

- при безперервній системі (див. рис. 1.1 та 1.2) потужні однокоршеві екскаватори, а саме розкривні зі збільшеними параметрами робочого обладнання і місткістю ковша від 5 до 35м³, та драглайни стандартного ряду від ЕШ-6,5/45 до ЕШ-15/90 та ЕШ-20/55, що дозволяє проводити розкривні роботи з відсипкою ґрунту (породи) у відвал на відстань до 50...70 м;

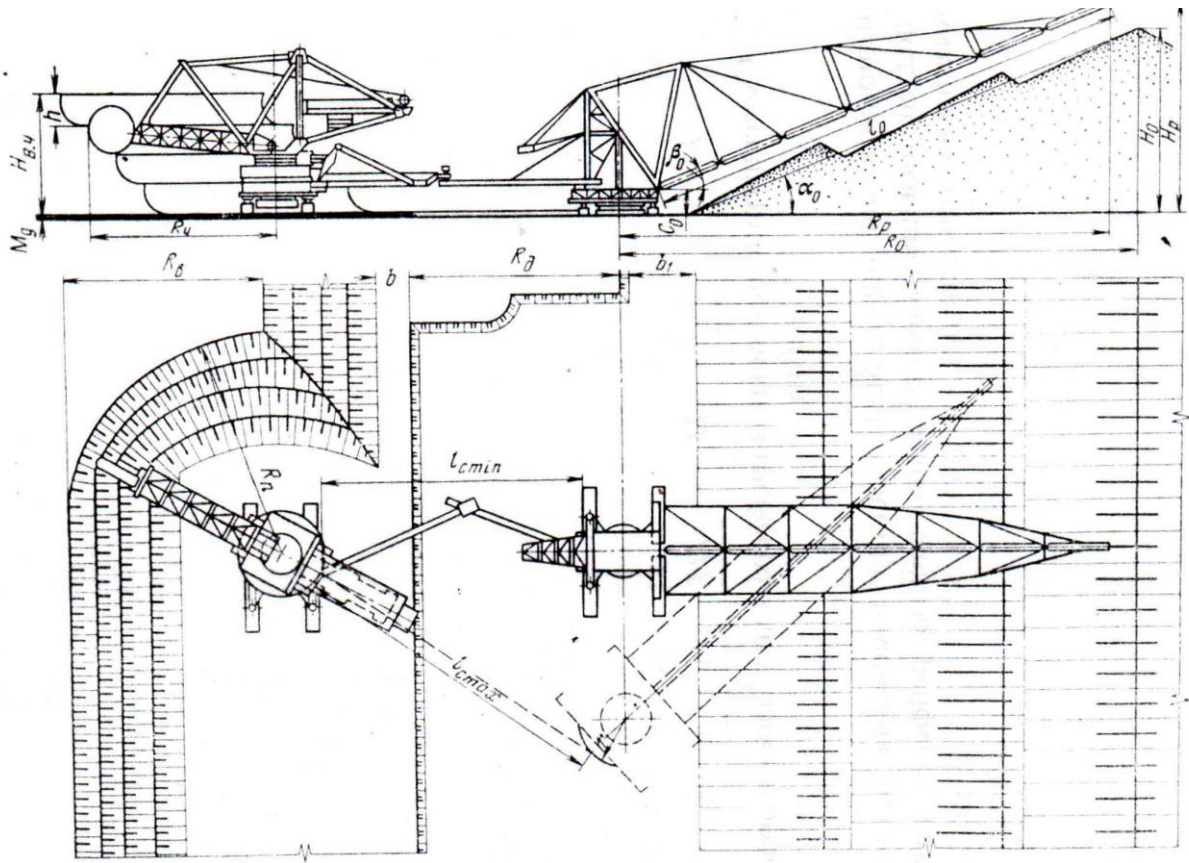


Рисунок 1.2 Транспортно-відвальна система розробки з застосуванням роторного екскаватора і від валоутворювача

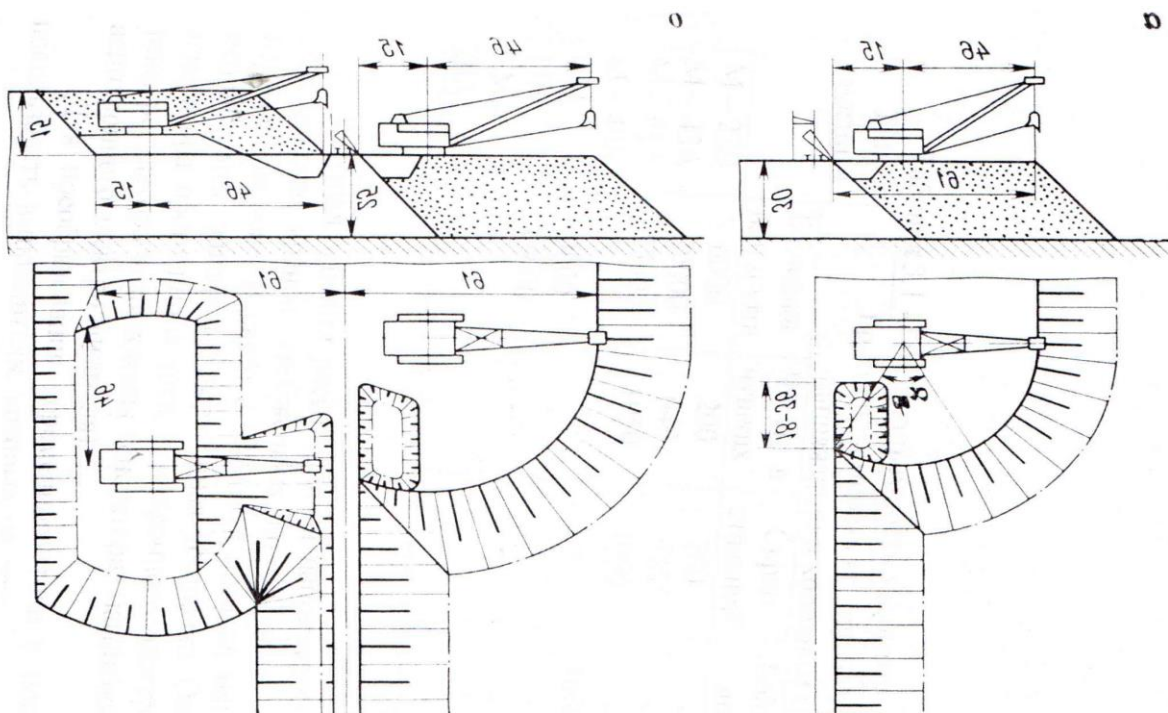


Рисунок 1.3 Рациональні системи внутрішнього (а) і зовнішнього (б) відвалоутворення при безперервній схемі розробки родовищ корисних копалин екскаваторами драглайними

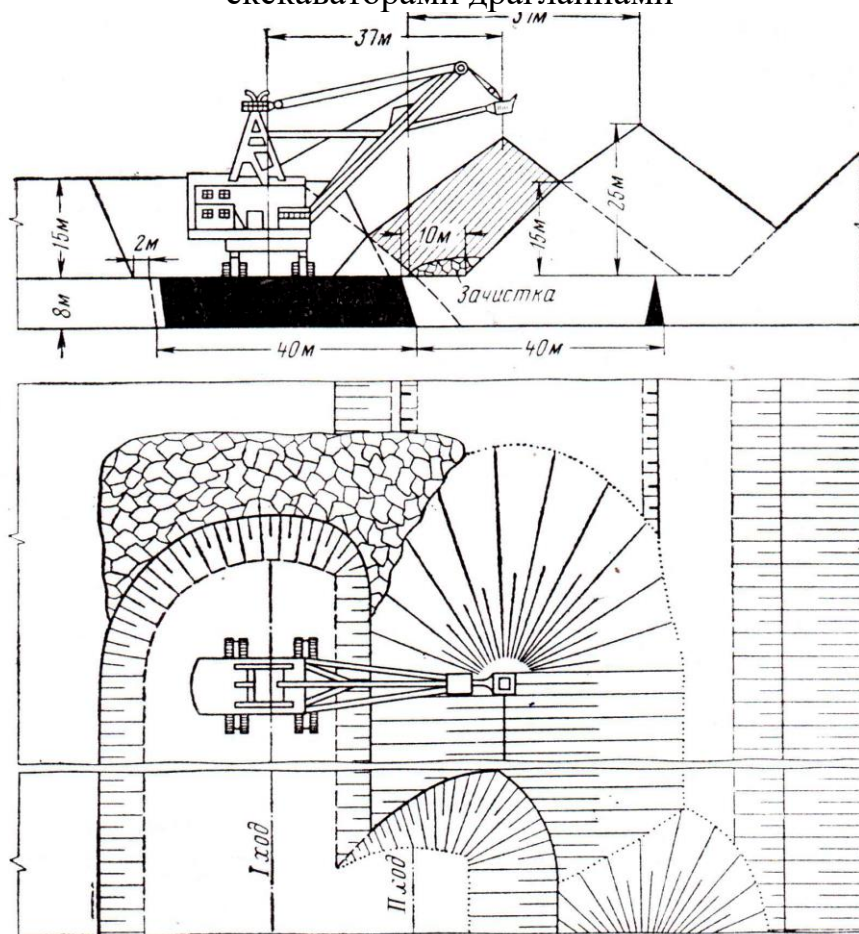


Рисунок 1.4 Безтранспортна система розробки з використанням механічної лопати-розкривного екскаватора типу ЕВГ-15, ЕВГ-35, ЕВГ-65

В звіті до практичної роботи необхідно навести вибрану технологічну схему розробки з обґрунтованими параметрами робочого обладнання екскаватора.

В послідуєчих роботах 2-4 необхідно навести визначення параметрів виконавчих механізмів та продуктивність екскаваторів.

1.3 Контрольні запитання

1. Які технологічні розробки корисних копалин Ви знаєте?
2. Наведіть приклади застосування розкривних екскаваторів та драглайнів на без транспортній систем розробці.
3. Які екскаватори застосовують при без транспортній системі?
4. Яке допоміжне обладнання використовують при транспортно-відвальній системі?
5. Які екскаватори можна застосовувати при транспортній системі, та які транспортні засоби при цьому використовують?

2.1 Практична робота 2

Розрахунок параметрів забою та узгодження їх з параметрами екскаваторів

2.2.1 Розрахунок параметрів забою для екскаватора, обладнаного прямою лопатою

Одноковшевий екскаватор, обладнаний прямою лопатою, розробляє ґрунт вище рівня стоянки екскаватора.

Для в'їзду в котлован влаштовується з'їзд (пандус). Ширина з'їзду для автотранспорту при односторонньому русі 4,5 м, при двосторонньому - 6 м, ухил з'їзду - 10%.

Залежно від ширини виїмки по верху застосовують лобовий, лобовий уширений і бічний забої. Розрізняють «вузький» лобовий забій, якщо його ширина дорівнює $0,8 \dots 1,5R$; «Нормальний» лобовий забій, якщо його ширина дорівнює $1,5 \dots 1,8R$; «Уширений» лобовий забій, якщо його ширина більше $2R$, де R - найбільший радіус різання ґрунту, м (рис 2.1, 2.2, 2.3).

Ширина лобового забою поверху при русі екскаватора по прямій визначається за формулою [6]

$$B = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2}, \quad (2.1)$$

де R_0 - оптимальний радіус копання (рис. 2.4);

$$R_0 = 0,8 R, \quad (2.2)$$

l_n - довжина робочої пересування екскаватора

$$l_n = R - r_{ст}, \quad (2.3)$$

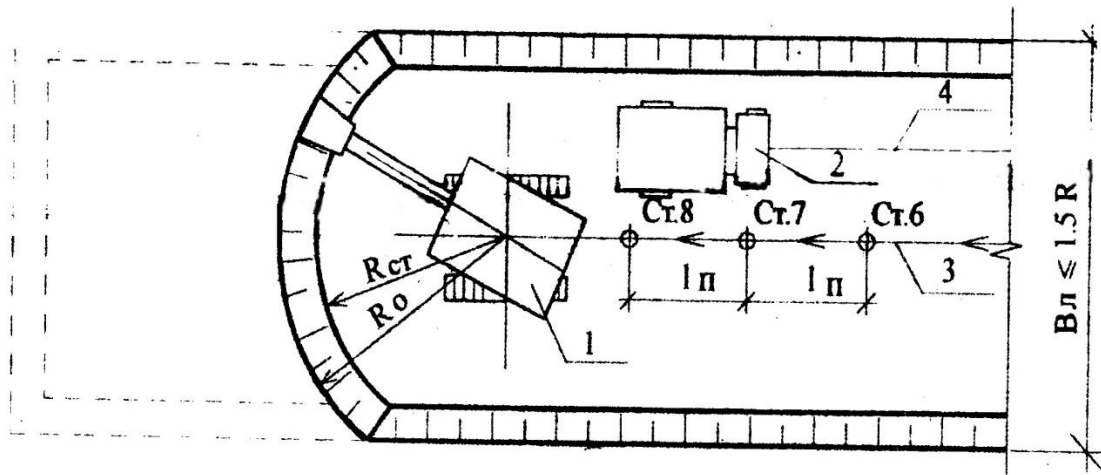
де R - максимальний радіус різання ґрунту на рівні стоянки, м;

$r_{ст}$ - мінімальний радіус різання ґрунту на рівні стоянки, м.

При ширині розробляється котловану більше $2R$, але менш $3,5R$ слід застосовувати уширенню лобовий забій, схема руху екскаватора по зигзагу (рис. 2.2)

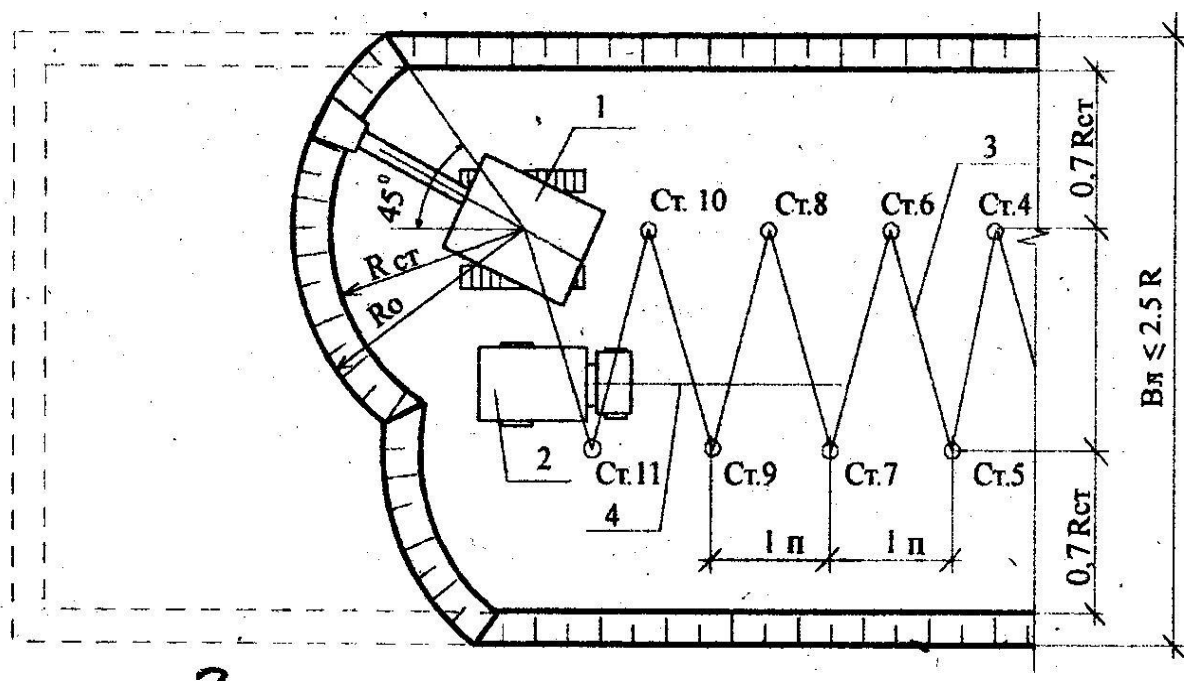
$$B = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2} + (0,3 \dots 0,8) \cdot R \quad (2.4)$$

При ширині розробляється котловану до $3,5R$ слід застосовувати уширенню лобовий забій з поперечно-човникової схемою руху екскаватора (рис. 2.3).



1 - экскаватор; 2 - автосамосвал; 3 - вісь руху экскаватора; 4 - вісь руху автосамосвала

Рисунок 2.1 - Лобовий забій экскаватора пряма лопата



1- экскаватор; 2- автосамосвал; 3- вісь руху экскаватора по зигзагу; 4- вісь руху автосамосвала

Рисунок 2.2 - Уширення лобового забію, экскаватора пряма лопата

Загальна ширина забою при трьох поперечних стоянках буде визначатися

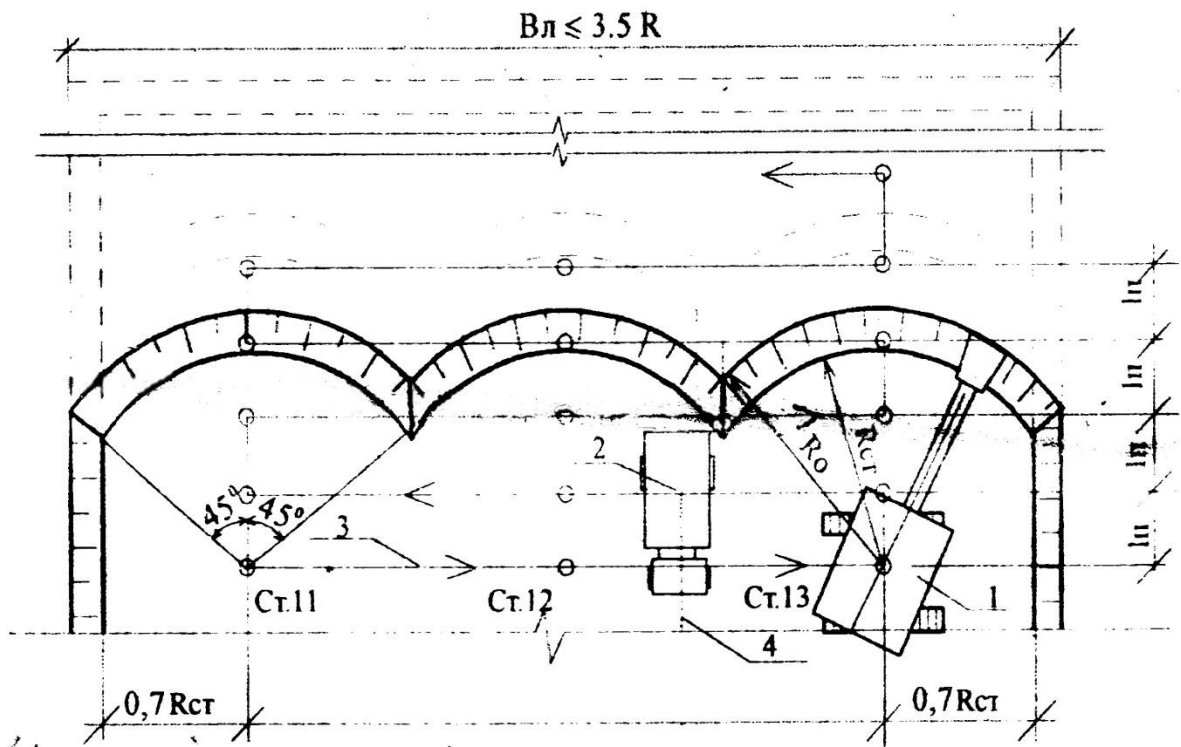
$$B = 2 \cdot (\sqrt{R_0^2 - l_n^2} + (0,8 \dots 0,9) \cdot R) \quad (2.5)$$

При ширині виймки більш $3R$ перша проходка екскаватора приймається лобовим забоем, всі наступні - бічні. При бічному забої (рис. 2.4) вісь руху екскаватора зміщується до раніше виробленого забою так, щоб кут α був не більше 45° .

Ширина бокового забою дорівнює

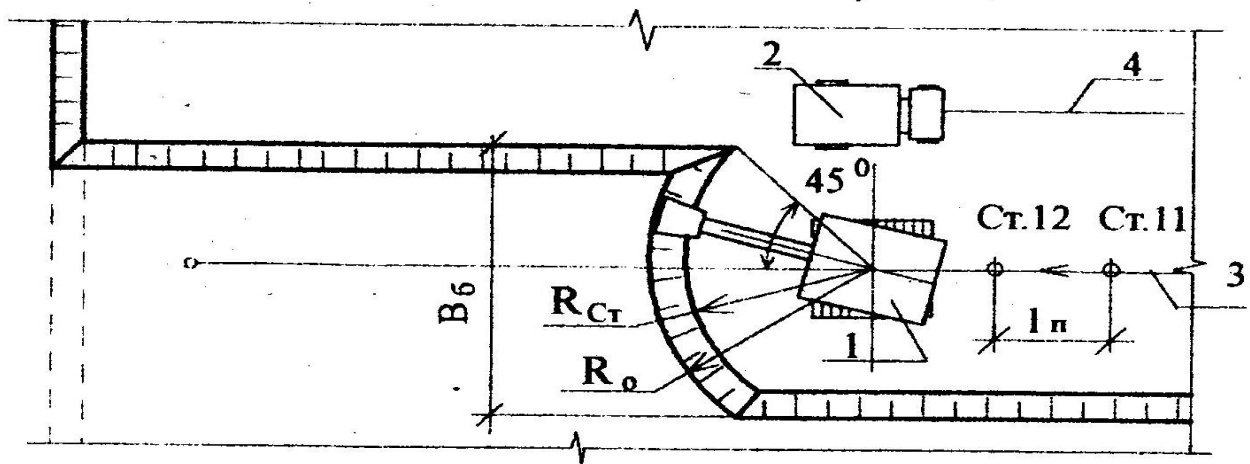
$$B_o = 2 \cdot (\sqrt{R_0^2 - l_n^2} + 0,7 \cdot R_{cm}), \quad (2.6)$$

де R_{cm} – максимальний радіус копання ґрунту на рівні стоянці екскаватора, м.



1 - екскаватор; 2 - автосамосвал; 3 - вісь руху екскаватора по човникової схемою; 4 - вісь руху автосамосвала

Рисунок 2.3 - Уширений лобовий забій екскаватора пряма лопата



1 - екскаватор; 2 - автосамосвал; 3 - вісь руху екскаватора по човникової схемою; 4 - вісь руху автосамосвала

Рисунок 2.4 - Бічний забій екскаватора пряма лопата

2.2.2 Розрахунок параметрів забою для екскаваторів з зворотною лопатою і драглайном

Екскаватори зворотна лопата і драглайн розробляють ґрунт нижче рівня стоянки екскаватора. Транспортні засоби для вивезення ґрунту від цих екскаваторів можуть розташовуватися як на рівні стоянки екскаватора, так і на дні котловану, проте найбільшого поширення набула перша схема (рисунок 2.5).

Під час навантаження ґрунту в автосамоскиди, розташовані по обидва боки від осі руху екскаватора (рисунок 2.5), ширину торцевої (лобовий) проходки по верху ВТ, м, визначають за виразом

$$B_T = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2}, \quad (2.7)$$

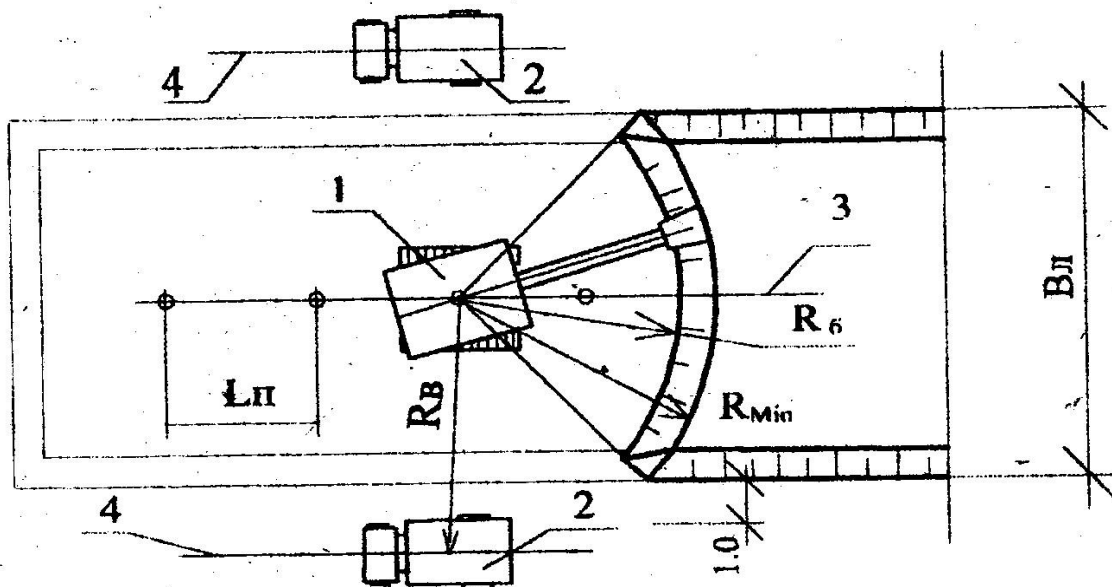
де R_0 - оптимальний радіус різання ґрунта, м.

$$R_0 = 0,8 R. \quad (2.8)$$

$$l_n = 0,75 l_{рук}; \quad (2.9)$$

$$l_n = 0,25 l_{стр}, \quad (2.10)$$

де $l_{рук}$ - довжина рукояті екскаватора зворотна лопата, м; R - максимальний радіус різання ґрунту на рівні стоянки, м; $l_{стр}$ - довжина стріли драглайна.



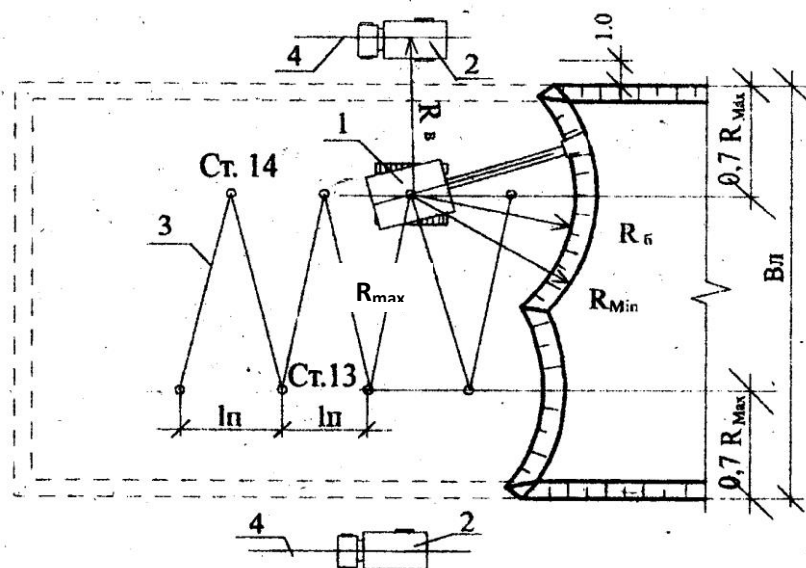
1 - экскаватор; 2 - автосамосвал; 3 - вісь руху экскаватора; 4 - вісь руху автосамосвала

Рисунок 2.5 - Торцевий забій экскаваторів зворотна лопата і драглайн

При розробці котловану з вивантаженням ґрунту в одну сторону вісь руху экскаватора зміщується в бік стоянки автосамоскиду і тоді ширина проходки по верху ВТ, м, дорівнює

$$B_T = \sqrt{R_0^2 - l_n^2} + (R_p - 0,5B_k - 1), \quad (2.11)$$

де $R_в$ - радіус вивантаження ґрунту, м; R_p - максимальний радіус різання ґрунту на рівні дна котловану, приймається по таблиці 4 додатка А, м.



1 - экскаватор; 2 - автосамосвал; 3 - вісь руху экскаватора; 4 - вісь руху автосамосвала

Рисунок 2.6 - уширенню торцевої забій экскаваторів зворотна лопата і драглайн

Ширина бічної проходки по верху B_6 , м, визначається за виразом

$$B_6 = (R_d \cdot \sin \varphi - 0,5B_k - 1) + \sqrt{R_p^2 - l_n^2} - m \cdot h \quad (2.12)$$

Ширина бічний проходки по низу $B_{6н}$, м, становить

$$B_{6н} = B_6 - 2 \cdot m \cdot h \quad (2.13)$$

Грунт в котловані (траншеях) розробляють екскаватором з навантаженням в автосамоскиди і вивозять у відвал. Розробку недобору ґрунту на дні котловану (траншей) виробляють вручну, бульдозером або екскаватором-планувальником, зачистку дна (зрізання шару завтовшки 0,05 м) під подошви фундаментів виробляють вручну.

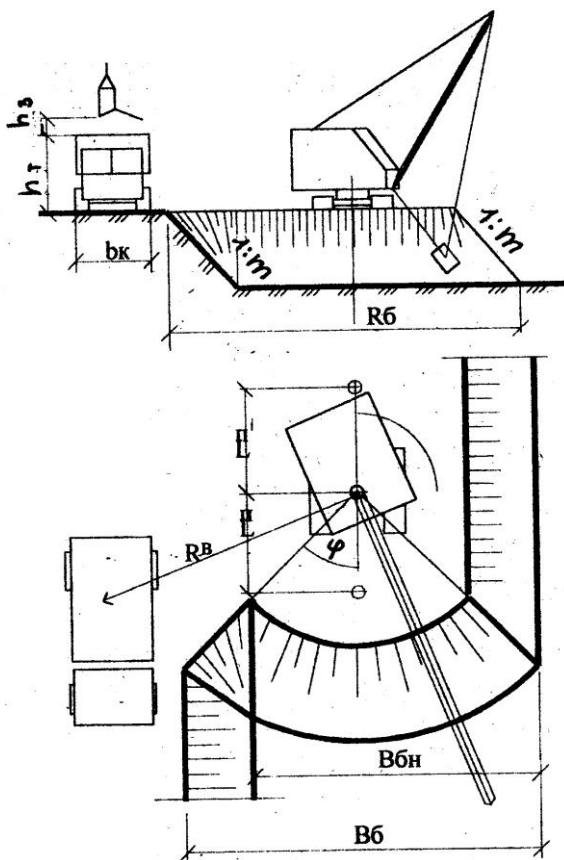


Рисунок 2.7 - Бічний забій екскаватора драглайн

В звіті до практичної роботи необхідно навести вибрану технологічну схему розробки з обґрунтованими параметрами робочого обладнання екскаватора.

2.3 Контрольні запитання

1. Які технологічні розробки корисних копалин Ви знаєте?
2. Наведіть приклади застосування розкривних екскаваторів та драглайнів на без транспортній систем розробці.
3. Які екскаватори застосовують при без транспортній системі?

4. Яке допоміжне обладнання використовують при транспортно-відвальній системі?

3.1 Практична робота 3

Визначення мас і лінійних розмірів робочого обладнання одноківшевих потужних екскаваторів

Мета роботи Вивчити сучасні методики визначення мас та лінійних розмірів потужних екскаваторів та застосувати їх для визначення геометричних параметрів екскаватора згідно отриманого варіанта

3.2 Загальні відомості

3.2.1 Загальні відомості про сучасні методики розрахунку параметрів ПОЕ
Визначення мас та геометричних розмірів ОЕ

У технічних завданнях та техніко-економічних обґрунтуваннях до проектів одноківшових екскаваторів приводяться вихідні дані по яким проводять розрахунки конструктивних елементів та потужності приводів виконавчих механізмів одноківшевих екскаваторів. Серед вихідних даних основними являються: категорії міцності розроблюваних ґрунтів та їх фізико-механічні характеристики; ємність ковша в м³, або теоретична продуктивність екскаватора при куті повороту на 90°; основні розміри екскаватора, які обумовлені параметрами кар'єрів, вибоїв або земляних споруд; значення деяких кліматичних факторів при яких дозволяється експлуатація екскаватора. З урахуванням кліматичних факторів необхідно підібрати матеріали. Так на дію низьких температур повітря мають бути розраховані деталі і металоконструкції проектного екскаватора, а також системи змащення, гідравлічне і пневматичне устаткування. На дію високих температур і високої вологості повітря розраховують електроустаткування, мастильні та гідравлічні системи проектного екскаватора. Для експлуатації при більш низьких і більш високих, у порівнянні з зазначеними температурами повітря, вологості й ін. розробляються регіональні (розраховані на експлуатацію у визначеному кліматичному районі) конструкції екскаваторів (екскаватори для холодного клімату та екскаватори для жаркого клімату) (див. схему класифікації ОЕ).

Для визначення зусиль, що виникають при роботі екскаватора у вибої, необхідно знати маси і лінійні розміри екскаватора і його окремих конструктивних елементів, які можна на етапі ескізного проекту визначити за емпіричними залежностями. Алгоритм загальних розрахунків наведено на рисунку 3.1. Так, приблизну масу всього екскаватора і його основні параметри можна визначити із формул [3, 5]

$$M_{\text{екс}} = k_{\text{екс}} \cdot E,$$

де $k_{\text{екс}}$ – коефіцієнт питомої маси який залежить від типу екскаватора, т/м³;

E – місткість ковша, м³.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта $k_{екс}$ для різних типів екскаваторів

Показники	Будівельні універсальні екскаватори	Кар'єрні механічні лопати	Вскришні механічні лопати	Крокуючі драглайни
Місткість ковша, м ³	0,25...1,75	2...20	4...50	4...100
Питома маса екскаватора, т/м ³	25...36	38...55	55...110	50...120

В таблиці 3.1 приведено значення коефіцієнта $k_{екс}$ для чотирьох типів екскаваторів, які отримані на основі теорії подібності. Подібними машинами прийнято такі, які мають загальні конструктивні форми, та у яких відношення аналогічних геометричних параметрів конструктивних елементів має постійне значення (коефіцієнт подібності). Для визначення параметрів (лінійних та вагових) одноківшових екскаваторів можна скористатися наступними правилами:

По заданій ємності ковша E (м³) і прийнятій або заданій конструктивній схемі визначається маса екскаватора, що витікає із закону подібності [8]:

$$\frac{E_n}{E_e} = \frac{M_n}{M_e}, \text{ або } M_n = \frac{M_e}{E_e} \cdot E_n,$$

де E_n і M_n – відповідно ємність ковша і маса екскаватора, який проектується, (м³ і т);

E_e і M_e – ті ж параметри, але для існуючої машини, (м³ і т).

Відношення $\frac{M_e}{E_e}$ (т/м³) і являється коефіцієнтом питомої маси або коефіцієнтом $k_{екс}$, наведеним в табл. 3.1.

По визначеній масі M_n і місткості ковша розраховуються основні геометричні і вагові параметри конструктивних елементів екскаватора, які виходять також з теорії подібності розмірностей

$$\frac{L_n^3}{L_e^3} = \frac{E_n}{E_e}, \text{ або } L_n^3 = \frac{L_e^3}{E_e} \cdot E_n,$$

де L_n і L_e – геометричні розміри конструктивних елементів екскаватора, що проектується та існуючого, м.

Коефіцієнти пропорціональності для чотирьох груп екскаваторів наведені в додатку А таблиці А1...А5.

Визначення основних параметрів (геометричних та вагових) по указаній методиці приводяться нижче. Наприклад лінійні розміри визначаються за формулами

$$L_i = k_i \cdot \sqrt[3]{M_{\text{âñ}}},$$

де k_i – коефіцієнт пропорційності, м³/т.

Приблизна маса поворотної платформи з механізмами, а також маса стріли з блоками і маса напірного механізму

$$M_i = k_{mi} \cdot M_{\text{âñ}},$$

де k_{mi} – коефіцієнти маси для указаних складових визначається в залежності від типа машини (табл. А1).

Лінійні розміри (ширину, довжину, висоту) ковшів механічних лопат і драглайнів можна визначити за приведеними нижче залежностями [9, 15]:

- для механічних лопат:

$$b_{\text{к.л.}} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{E};$$

$$l_{\text{к.л.}} = 0,77 \cdot b_{\text{к.л.}};$$

$$h_{\text{к.л.}} = 0,75 \cdot b_{\text{к.л.}};$$

- для драглайнів:

$$b_{\text{к.д.}} = 1,15 \cdot \sqrt[3]{E \cdot g};$$

$$l_{\text{к.д.}} = 1,2 \cdot b_{\text{к.д.}};$$

$$h_{\text{к.д.}} = 0,65 \cdot b_{\text{к.д.}}.$$

Маса ковшів і маса породи в ковшах екскаваторів:

– для механічних лопат

$$m_{\text{к.л.}} = 1,15 \cdot C_{\text{к.л.}} \cdot E_{\text{л.}},$$

де $C_{\text{к.л.}}$ – коефіцієнт подоби;

– для драглайнів

$$m_{\text{к.д.}} = 1,1 \cdot C_{\text{к.д.1}} \cdot (C_{\text{к.д.2}} + C_{\text{к.д.3}} \cdot E) \cdot E_{\text{д.}}^{2/3},$$

де $C_{\text{к.д.1}}$ і $C_{\text{к.д.2}}$ – коефіцієнти подоби.

Маса породи в ковші

$$m_{\Pi} = \frac{E \cdot \gamma_n}{k_p},$$

де γ_n – щільність гірської породи, т/м³;

k_p – коефіцієнт розпушення породи.

Маса рукояті механічної лопати

$$m_p = C_p \cdot m_k,$$

де C_p – коефіцієнт подібності, для основних типів екскаваторів його значення приведені в таблиці А;

m_k – маса ковша лопати.

Швидкісні характеристики основних механізмів екскаваторів, на які можна орієнтуватися при розрахунках наведені в табл. 3.2 [30].

Таблиця 3.2 – Швидкісні параметри механізмів екскаваторів

Екскаватори	Швидкість, м/с				Частота обертання платформи, об/хв.
	Напору $V_{\text{іаі}}$	Підйому $V_{\text{ізі}}$	Тяги $V_{\text{оія}}$	Пересування V_x	
Будівельні	0,4 – 0,75	0,4 – 0,6	–	0,35 – 0,25	3 – 4
Кар'єрні	0,4 – 0,75	0,6 – 1,0	–	0,165 – 0,125	2,5 – 3,5
Вскришні	0,4 – 0,75	1,0 – 0,6	–	0,165 – 0,125	2,5 – 3,5
Крокуючі (драглайни)	–	2,0 – 3,5	1,4 – 2,6	0,07 – 0,085	1,0 – 1,5

У якості звіту по практичній роботі №3 представити результати розрахунків геометричних і вагових параметрів та накреслити конструктивну схему у вибраному масштабі.

3.2 Контрольні запитання

1. Які одноківшові екскаватори відносяться до кар'єрних, розкривних та драглайнів. Наведіть приклад.
2. Наведіть приклад застосування розкривних ПОЕ і драглайнів у технологічних схемах.
3. Які параметри являються визначальними при розрахунках мас і геометричних розмірах ПОЕ.
4. Наведіть конструктивні схеми ПОЕ.

4.1 Практична робота 4

Визначення продуктивності одноківшових екскаватора при роботі у різних технологічних схемах

Мета роботи: Вивчити сучасні методи визначення продуктивності потужних одноковшових екскаваторів (ПОЕ) для різних умов роботи та застосувати одну із методик для визначення продуктивності ПОЕ згідно отриманого варіанта.

4.1 Загальні відомості

4.2.1 Сучасні методи визначення продуктивності ПОЕ в залежності від умов роботи.

Визначення продуктивності одноківшового екскаватора

Продуктивність екскаваторів являється одним із основних техніко–економічних показників який характеризує їх технічний рівень.

До основних факторів, що впливають на продуктивність екскаватора, відносять наступні:

- труднощі розробки гірської маси, що оцінюється категорією породи та її станом;
- параметри вибою, що впливають на ступінь наповнення ковша;
- технічні дані, стан і конструктивно–виробнича надійність екскаватора;
- кваліфікація машиніста;
- організація робіт, що залежить від достатньої кількості транспортних засобів, стану доріг і т.д.

Паспортна (теоретична) годинна продуктивність Q_n (метрів кубічних на годину) одноківшового екскаватора

$$Q_n = 60 \cdot n_{\text{ц}} \cdot E,$$

де $n_{\text{ц}}$ – конструктивно – розрахункове число циклів у хвилину при повороті екскаватора на кут 90° , хв.⁻¹;

E – місткість ковша, м³.

Число циклів у хвилину $n_{\text{ц}}$ можна визначити експериментально і розрахунковим шляхом, для чого необхідно визначити складові елементи циклу, а також в попередніх розрахунках можна орієнтуватися на число циклів в аналогічних конструкціях. Теоретична тривалість одного циклу $T_{\text{ц}}$ при відомому куту повороту екскаватора складає:

$$T_{\text{ц}} = t_3 + t_{\text{н.р.}} + t_p + t_{\text{н.в.}} + t_{\text{он}},$$

де t_3 – тривалість зачерпування ґрунту, с;

$t_{\text{н.р.}}$ – час повороту екскаватора до місця розвантаження, с;

t_p – час розвантаження, с;

$t_{\text{н.в.}}$ – час повороту у вибій, с;

$t_{\text{он}}$ – час опускання рукояті у вибій, с.

Машиністи високої кваліфікації можуть об'єднувати деякі операції, тим самим скорочуючи час циклу. У загальному випадку час циклу визначається по формулі:

$$T_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^n t_i,$$

де t_i – тривалість окремих операцій, с.

Для кутів повороту екскаватора на розвантаження, відмінних від 90° час циклу необхідно помножити на коефіцієнт корегування циклу K_k , дані для інших кутів наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнту корегування циклу K_k для окремих кутів повороту екскаватора

Значення коефіцієнту K_k	0,794	0,864	0,935	1,0	1,135	1,265	1,405
Фактичний кут повороту ОЕ, град.	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°

Число циклів у хвилину визначиться:

$$n_{\text{ц}} = \frac{60}{T_{\text{ц}}},$$

де $T_{\text{ц}}$ – час одного циклу, с.

Годинна технічна продуктивність – це максимальна продуктивність для даного екскаватора при його безперервній роботі в конкретній заборі протягом однієї години:

$$Q_m = Q_n \cdot k_n \cdot k_g,$$

де k_n і k_g – коефіцієнти, що враховують вплив породи і параметрів вибою на тривалість циклу;

$k_n = \frac{k_n}{k_p} = 0,98 \dots 1,2$ – менше значення береться для сипучих ґрунтів.

У залежності від висоти вибою коефіцієнт наповнення ковша можна визначити за залежністю [5]:

$$k_H = \frac{H_3 \cdot b \cdot h \cdot k_p}{E},$$

де H_3 – висота вибою, м;

b, h – ширина і товщина стружки, м;

k_p – коефіцієнт розпушення породи;

E – місткість ковша, м³.

Коефіцієнт розпушення породи визначається:

$$k_p = \frac{E_{сеп}}{E}.$$

Коефіцієнт вибою враховує вимушені перерви в роботі пов'язані з маневруванням (пересуванням) екскаватора в процесі виробки ґрунту з одного місця установки:

$$k_s = \frac{t_p}{t_p + t_n},$$

де t_p, t_n – тривалість безперервної роботи екскаватора з одного місця стояння при одному напрямку руху робочого органа (t_p) і тривалість одного пересування (t_n), с.

З урахуванням вище приведених формул:

$$Q_T = Q_n \cdot \frac{k_n}{k_p} \cdot \frac{t_p}{t_p + t_n}.$$

Експлуатаційна змінна продуктивність

$$Q_{e.z.} = Q_m \cdot T_3 \cdot k_q,$$

де T_3 – тривалість зміни, год.;

k_q – коефіцієнт використання екскаватора в часі.

$$k_q = \frac{(T_3 - T_n)k_{над}}{T_3},$$

де $k_{над}$ – коефіцієнт надійності, для одноківшевого екскаватора,
 T_n – тривалість перерв в роботі екскаватора, год.

Для одноківшевих екскаваторів можна прийняти $k_{над} \approx 0,75...0,85$.

Добова експлуатаційна продуктивність в метрах кубічних на добу визначається в залежності від кількості змін:

$$Q_{e.д.} = Q_{e.з.} \cdot n_{з.д.},$$

де $n_{з.д.}$ – число змін у добу.

В більшій мірі характеристикою організації робіт на конкретних підприємствах є річна продуктивність $Q_{e.р.}$:

$$Q_{e.р.} = Q_{e.з.} \cdot N_з,$$

де $N_з$ – число робочих змін у рік.

Число робочих змін для підприємств України можна приблизно визначити в залежності від місткості ковша і характеру роботи по приведеній таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Рекомендоване число робочих змін для одноківшевих екскаваторів на території України

Місткість ковша, м ³	Безперервна робота в 3 зміни	Робота з перервами і одним вихідним	
		в дві зміни	в три зміни
Механічні лопати			
до 5	800...820	475...485	680...700
до 8	785...795	470...475	665...680
>12	770...780	465...470	655...670
Драглайни			
до 6	800...820	475...485	680...700
до 10	750...770	460...465	640...650
15	730...735	540...545	755...765
>20	680...685	520...525	715...725

Річну продуктивність екскаватора можна визначити і за формулою

$$Q_{а.р.} = Q_{а.з.} \cdot N_р,$$

де $N_р$ – число днів у році:

$$N_р = N_д - N_{па.} - N_{ір.} - N_{даі.} - N_{аєр.},$$

де $N_{\text{св.}}$ – число святкових днів у році;

$N_{\text{з.}}$ – число змушених днів–простоїв у році;

$N_{\text{рем.}}$, $N_{\text{вих.}}$ – число днів, необхідних для ремонтів машини, і вихідних.

Основні напрямки підвищення продуктивності одноківшових екскаваторів наступні:

– зменшення тривалості одного циклу роботи екскаватора за рахунок підвищення швидкостей виконавчих механізмів та суміщення (поєднання) окремих операцій циклу (наприклад, поворот платформи з опусканням або підніманням ковша та ін.);

– забезпечення оптимального значення коефіцієнта наповнення ковша та збереження транспортуючого ґрунту;

– зниження простоїв екскаваторів за рахунок організаційних заходів та удосконалення обслуговування і ремонтів.

В роботі №4 необхідно обґрунтувати вибрану методику визначення продуктивності ПОЕ в залежності від умов роботи. По вибраній методиці розрахувати теоретичну та змінну експлуатаційну продуктивність екскаватора та навести порівняльну характеристику для розрахованого екскаватора і існуючих.

4.3 Контрольні запитання

1. Дайте визначення теоретичної продуктивності ПОЕ. Від яких параметрів вона залежить?
2. Чим відрізняються теоретична, технічна та експлуатаційна продуктивності?
3. Які основні напрямки підвищення продуктивності ПОЕ?
4. Які характеристики зовнішнього середовища валивають на продуктивність ПОЕ?

5.1 Практична робота 5

Розрахунок механізмів пересування ПОЕ

5.2 Загальні відомості

5.2.1 Загальні відомості та особливості конструкції механізмів пересування ПОЕ.

Визначення потужності приводів гусеничних механізмів пересування ОЕ

У сучасних екскаваторах, які використовуються при виконанні землерийних робіт у будівництві та видобуванні корисних копалин відкритим способом в якості механізмів пересування в більшості використовують гусеничні рушії. Саме вони забезпечують пересування екскаваторів по досить складних рельєфах вибоїв і земляних спорудах та утримують машини в рівновазі при виконанні складних технологічних операцій з руйнування, переміщення та укладання ґрунтів у споруди.

Гусеничні механізми пересування мають значні відмінності в конструкціях, способах передачі тиску на ґрунт та пристосованості гусеничних ланцюгів (гусениць) до нерівності поверхні, якою вони пересуваються. Найбільш поширена наступна класифікація гусеничних рушіїв [5, 6, 7] за наступними признаками:

- кількістю гусениць (двогусеничні та багато гусеничні);
- типом гусениць (багато опорні та мало опорні);
- можливістю пристосування до нерівності поверхні (жорсткі та м'які);
- наявністю гусеничних рам (рамні та без рамні);
- конструкцією опорних котків (мало котків великого діаметра – малоопорні), (багато котків з'єднаних у балансири – м'які багато опорні);
- типом гусеничних зачеплень, які забезпечують передачу тягового зусилля від ведучої зірочки до гусеничного ланцюга (кулачково–гребневі; цівкові; зубчасті).

Двогусеничні рушії (рис. 5.1) складаються з двох гусениць, які жорстко з'єднані між собою нижньою рамою 4. Кожна гусениця являє собою гусеничний ланцюг 1, як замкнутий контур, який охоплює ведучі 2, натяжні 7 та опорні котки 3 і складається з окремих ланок з'єднаних між собою пальцями. В даному випадку приведена конструкція мало опорного механізму пересування для якого характерна наявність опорних котків з великого діаметра які консольно установлені в нижню раму 4. На нижній рамі установлено рейковий круг 5 по якому переміщуються котки опорно–поворотного механізму та зубчастий вінець поворотного механізму. Тягові зусилля на гусеничний ланцюг та ведуче колесо передається від електродвигуна 9 за допомогою бортової трансмісії 10 і 11. При прямолінійному русі крутний момент синхронно передається на ліве і праве ведучі колеса 7, а при необхідності повороту одне із ведучих коліс за допомогою

муфт може відключитись і одна із гусениць 12 або 13 стає нерухомою, тобто на неї не передається крутний момент, а друга гусениця в цей час робить «забігання» навколо нерухомої, що і забезпечує маневрування екскаватора.

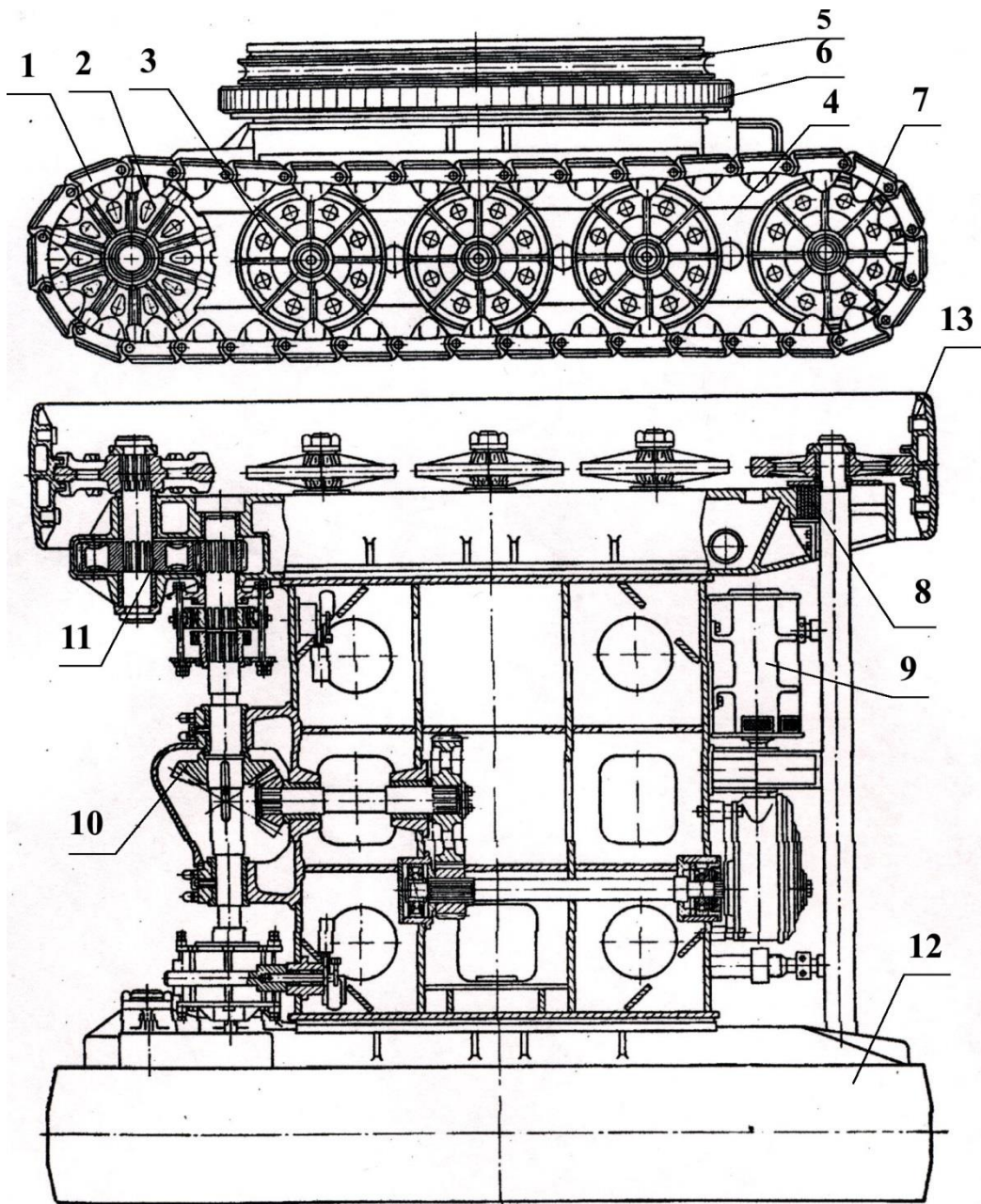
При роботі гусеничного рушія в вибої або на спорудженні земляних споруд в з'єднання і вузли механізму попадають абразивні речовини та вода, що веде до швидкого зносу деталей, особливо шарнірного з'єднання гусеничного ланцюга. Це в свою чергу веде до збільшення відстані між центрами гусеничних ланок і збільшенню периметра гусеничного ланцюга та порушенню зачеплення між ведучим колесом та ланцюгом і навіть до «виклинювання» гусеничних ланок із зони зачеплення. Для забезпечення нормальної роботи зачеплення необхідно користуватися натяжним механізмом, що забезпечується зміною положення натяжного колеса 7 за допомогою пластин 8 (див. рис. 5.1). В конструкціях гусеничних рушіїв можуть бути різні варіанти компоновки як привода з передатними механізмами різних кінематичних схем, так і натяжних пристроїв, та способів установки опорних і підтримуючих котків, але обов'язковими є наявність гусеничного ланцюга, ведучих та натяжних коліс, опорних катків, а також самого привода. Це дає змогу для визначення параметрів привода користуватися методиками визначення тягового зусилля розроблену професором М.Г. Домбровським іще в минулому столітті [8]. Великий розвиток в теорію розрахунків гусеничних рушіїв екскаваторів внесли такі вчені як Антонов, Гомозов, Маєвський та інші.

Розрахунок починається з вибору конструктивної схеми гусеничного рушія та визначення розмірів основних елементів, після чого виконуються проектні розрахунки, які починаються з визначення тягового зусилля.

5.2.2 Тягові розрахунки гусеничних рушіїв. Визначення потужності

Перед початком розрахунків гусеничних рушіїв необхідно мати наступні вихідні дані:

- конструктивну масу одноківшового екскаватора;
- конструктивну схему механізму пересування (рис. 5.2);
- фізико-механічні характеристики ґрунтів, по яким буде пересуватися екскаватор, та допустимий тиск на ґрунт (p);
- попередні геометричні розміри окремих елементів гусеничного рушія (діаметри опорних та підтримуючих котків (D_2), (D_3), діаметри ведучих і натяжних коліс (D), діаметри цапф котків і коліс (d_i), крок та ширину гусеничного ланцюга (t , b) та інші).



1 – гусеничний ланцюг; 2 – приводне колесо; 3 – опорний каток; 4 – нижня рама; 5 – рейковий круг нижній; 6 – зубчастий вінець; 7 – натяжне колесо; 8 – натяжний пристрій; 9 – електродвигун приводу хода; 10 – передатний механізм; 11 – бортова (зубчаста передача; 12 – гусениця; 13 – трак

Рисунок 5.1 – Конструкція двухгусеничного рушія

5.2.3 Визначення тягового зусилля при прямолінійному русі

Визначення тягового зусилля S_T можна отримати із рівняння тягового балансу, яке для прямолінійного руху гусеничного рушія має вигляд

$$S_T = \sum W_{\dot{a}i} + \sum W_{\dot{c}i\dot{a}},$$

$$S_T = W_{\dot{a}i.} + W_{\dot{e}} + W_i,$$

де $W_{\dot{a}i}$ – внутрішній опір руху в гусениці, кН;

$W_{\dot{e}}$ – опір катанню гусеничного рушія, що враховує витрати енергії на деформування ґрунту під гусеницею, кН;

W_i – опір інерції при рушанні з місця, або при зміні швидкості пересування, кН,

$$W_{\dot{a}i.} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7,$$

де W_1 – опір тертя у підшипниках опорних коліс, кН;

W_2 – опір у підшипниках ведучого та натяжного колес відповідно, кН;

W_3 – опір у підшипниках натяжного катка, кН;

W_4 – опір катанню опорних катків, кН;

W_5 – опір згинанню гусеничного ланцюга на ведучих колесах, кН.

Складові внутрішнього опору пересування визначаються за наступними формулами

$$W_1 = \frac{(G_1 - q_3) \cdot \mu \cdot d}{D},$$

де G_1 – маса екскаватора, що діє на одну гусеницю, Н;

q_3 – вага гусеничних ланок, що лежать на землі, Н;

μ – коефіцієнт тертя в підшипниках кочення, $\mu = 0,1$;

d – внутрішній діаметр підшипників опорних катків, мм;

D – діаметр опорних катків, мм.

Діаметр опорних катків і геометричні розміри елементів гусеничного устаткування визначаємо за формулою

$$D = k \sqrt[3]{G},$$

де k – коефіцієнт основних розмірів ходового встаткування.

Таблиця 5.1 – Коефіцієнти k основних розмірів ходового встаткування екскаваторів¹

Показники	Значення k для машин			
	малої потужності	середньої потужності	великої потужності ⁵	Спеціальних і крокуючих драглайнів
Двогусеничне встаткування із багато опорними гусеницями				
Ширина ходу	0.86 – 0.9	0.9 – 0.8	1.2 – 1.3	0.93
Довжина гусениці	1.1 – 1.15	1.2 – 1.1	0.6 – 0.7	1.55
Ширина ланки	0.17 – 0.20	0.17 – 0.18	0.14 – 0.11	0.2
Крок ланки	0.07 – 0.09	0.06 – 0.07	0.06 – 0.05	0.09
Висота гусениці	0.30 – 0.36	0.22 – 0.20	0.17 – 0.20	0.20 – 0.22
Діаметр ведучого колеса	0.25 – 0.32	0.17 – 0.16	0.14 – 0.17	0.17 – 0.18
Діаметр напрямного колеса	0.23 – 0.30	0.16 – 0.20	0.14 – 0.17	0.17 – 0.18
Діаметр опорної ковзанки	0.08 – 0.11	0.08 – 0.09	0.06 – 0.05	0.09 – 0.11
Двогусеничне встаткування з мало опорними гусеницями				
Ширина ходу	0.91 – 0.96	0.90 – 0.95	1.25 – 1.35	1.25
Довжина гусениці	1.1 – 1.15	1.05 – 1.1	0.65 – 0.80	1.45
Ширина ланки	0.18 – 0.20	0.18 – 0.19	0.12 – 0.13	0.24
Крок ланки	0.08 – 0.10	0.7	0.07 – 0.06	0.1
Висота гусениці	0.32 – 0.38	0.23 – 0.24	0.18 – 0.21	0.22 – 0.23
Діаметр ведучого колеса	0.27 – 0.34	0.18 – 0.19	0.15 – 0.17	0.18 – 0.19
Діаметр напрямного колеса	0.25 – 0.31	0.18	0.18 – 0.15	0.20 – 0.21
Усі види встаткування ²				
База нижньої рами ³	–	–	0.9 – 1.1	1.0 – 1.15
Діаметр опорного кола обертової платформи	0.5 – 0.55	0.52 – 0.57	0.8 – 1.0	0.8 – 1.1
Діаметр котків або кочення опорного кола ⁴	0.023 – 0.036	0.037 – 0.042	0.025 – 0.032	0.026 – 0.03

Примітки: Для одержання розмірів гусеничного ходового встаткування в метрах значення коефіцієнта k варто помножити на $\sqrt[3]{G}$,

де G – вага екскаватора (для багато гусеничних – максимальне навантаження на гусеницю) у т.

1 Більші величини – для менших моделей. Для гусениць із балансирними котками діаметр опорних котків менше на 20 – 30% (більше – для складних систем).

2 Більші величини – для більших моделей.

3 База нижньої рами розкривних екскаваторів – відстань між шарнірами передніх і задніх гусениць, для крокуючих екскаваторів – діаметр.

4 Для багатокоткової опори.

5 Розміри дані для восьми – і дванадцяти гусеничного ходу; для чотири гусеничного ходу коефіцієнти варто збільшувати на 25%.

$$q_3 = P_{\text{вд}} \cdot n_{\text{вд}} + P_i \cdot n_i,$$

де $P_{\text{вв}}.$ – вага гусеничної ланки, кН;

P_n – вага пальця, кН;

$n_{\text{вв}}.$ – кількість ланок ланцюга, що лежать на землі;

n_n – кількість пальців.

$$W_2 = \frac{R \cdot \mu_1 \cdot d_1}{D_1},$$

де R – реакція в підшипнику ведучого колеса, викликана окружним зусиллям тяги, Н;

μ_1 – коефіцієнт тертя в підшипниках ведучих коліс;

d_1 – діаметр вала ведучого колеса, мм;

D_1 – діаметр ведучого колеса за осями пальців гусеничного ланцюга, мм.

$$R = (1,3 \dots 1,5) \cdot S_m^{\max},$$

де S_m^{\max} – максимальне тягове зусилля, кН.

Для однієї гусениці

$$S_m^{\max} = (0,6 \dots 0,62) \cdot G_1.$$

Опір тертя у підшипниках натяжних коліс залежить від конструкції опорно-підшипникових вузлів і способу кріплення вісі опорних катків

$$W_3 = \frac{0,3 \cdot S_m^{\max} \cdot \mu \cdot d_2}{D_2},$$

де d_2 – внутрішній діаметр підшипників натяжного катка, мм;

D_2 – діаметр натяжного катка, мм.

Опір катанню опорних катків по гусеничному ланцюгу

$$W_4 = \frac{(G - q_3) \cdot f}{D},$$

де f – коефіцієнт тертя катання опорних катків по гусеничному ланцюгу,
 $f = 0,15$ см.

Опір згинанню гусеничного ланцюга на ведучих колесах при пересуванні екскаватора ведучим колесом „позаду”, „попереду”.

Опір згинанню гусеничного ланцюга на натяжних колесах при пересуванні натяжним колесом „позаду”.

$$W_6 = \frac{0,3 \cdot S_m^{\max} \cdot \mu_1 \cdot d_0}{D_2},$$

де μ_1 – коефіцієнт тертя в шарнірах ланок ланцюга, $\mu_1 = 0,3$;
 d_0 – діаметр пальців шарнірів, мм.

Опір катанню ланцюга на підтримуючих катках

$$W_7 = \frac{q_3 (\mu \cdot d_3 + 2 \cdot f)}{D_3},$$

де d_3 – діаметр осі підтримуючих катків, мм;
 D_3 – діаметр підтримуючих катків, мм.

Зовнішні складові опору пересування наступні:

Опір коченню гусениці по ґрунту по методиці М.Г. Домбровського [2]

$$W_{\epsilon}^i = \frac{1}{2} \cdot \frac{p_{\text{іаєн}}^2 \cdot b \cdot m}{p_0},$$

де b – ширина гусеничної стрічки, мм;
 m – кількість гусениць, що рухаються самостійною колією, $m = 1$;
 p_0 – питомий коефіцієнт зминання ґрунту,
 $p_0 = 1,1 \dots 1,3$ Па – для щільних ґрунтів, $p_0 = 1,1$ Па,
 $p_0 = 0,2 \dots 0,3$ Па – для м'яких ґрунтів, $p_0 = 0,2$ Па;
 $p_{\text{макс}}$ – максимальний тиск під гусеницями, Па,

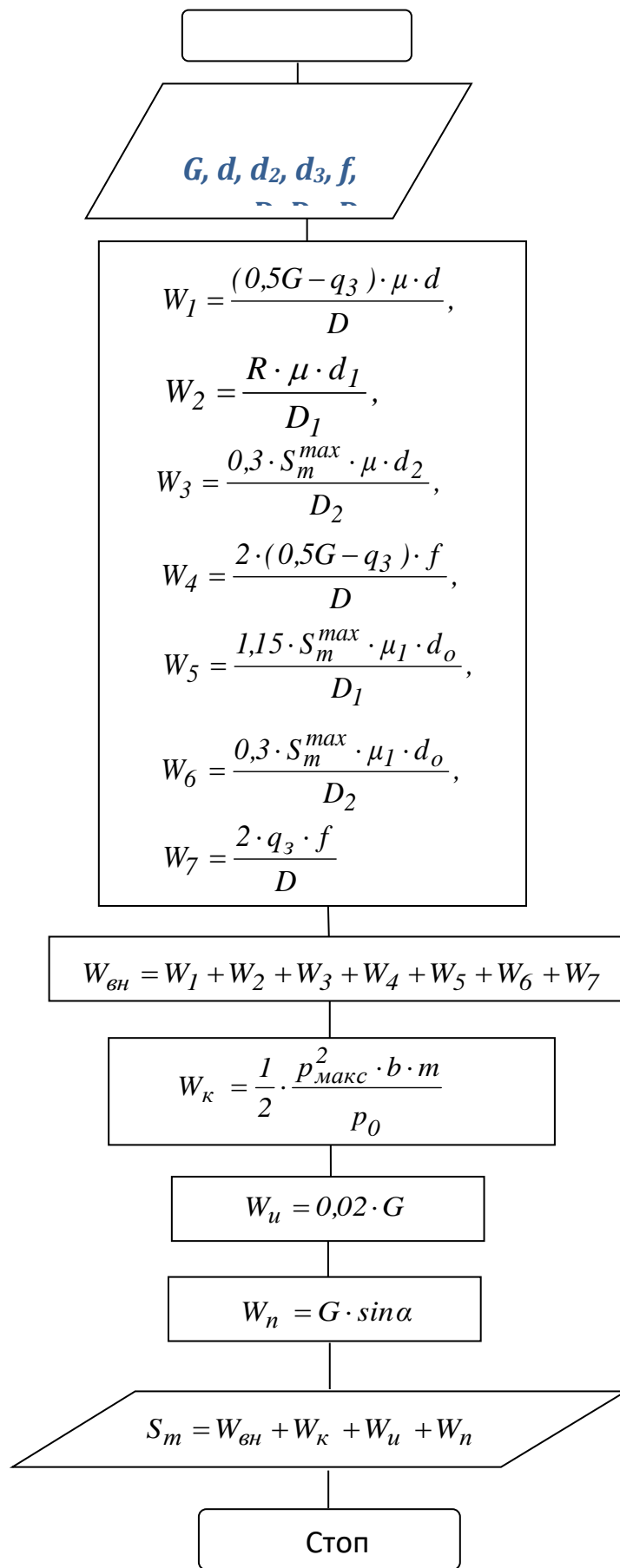


Рисунок 4.2 – Загальний алгоритм тягових розрахунків

$$P_{\max} = k_p \cdot P_p^{\max},$$

де k_p – коефіцієнт збільшення тиску в місцях згинання гусеничного ланцюга

$$k_p = 1,08 + 0,186 \frac{L}{t},$$

де L – довжина опорної поверхні гусеничного ланцюга, мм;
 t – крок гусеничного ланцюга, мм.

Максимальний тиск на ґрунт P_p^{\max} при пересуванні машин визначиться для двох гусеничного рушія по формулі:

$$P_p^{\max} = \frac{G}{n \cdot b \cdot l},$$

де n – кількість гусениць.

Опір інерції при рушанні з місця

$$W_{\dot{a}i} = \frac{v_1}{t_n} \cdot g \cdot G,$$

де v_1 – перша швидкість при початку руху, м/с;
 t_n – час пуску механізму пересування, с.

Рух екскаватора на підйом

$$S_T = W_{\dot{a}i} + W_{\dot{e}} + W_i + W_{i\ddot{a}},$$

де $W_{i\ddot{a}}$ – опір руху на підйом

$$W_{i\ddot{a}} = \frac{G}{2} \cdot \sin \alpha,$$

де α – кут найбільшого подоланого підйому, $\alpha = 12^\circ$.

Визначення тягового зусилля при повороті екскаватора

$$S_T = W_{\dot{a}i} + W_{\dot{e}} + W_{\ddot{a}i},$$

де $W_{\ddot{a}i}$ – опір повертанню при обпиранні на крайні точки візка.

Найбільше зусилля при повороті екскаватора буде при центральному положенні рівнодіючої сили G .

$$W_{i\hat{a}} = \frac{0,5G \cdot \mu_i}{\sqrt{2(1+k^2)}},$$

де μ_n – коефіцієнт зчеплення між гусеницею й ґрунтом, $\mu_i = 0,55$.

k – коефіцієнт, який залежить від співвідношення ширини і довжини гусеничного ходу:

$$k = \frac{B}{L}.$$

Таблиця 5.3 – Порівняльна характеристика тягових характеристик механізмів пересування екскаваторів

Екскаватор	Вага екскаватора, т	Потужність двигуна, кВт	Швидкість переміщення, м/г	Ширина гусеничного ланцюга, мм	Середній тиск на ґрунт, кг/см ²	Тягове зусилля одного ланцюга, т	Тягове зусилля ходового механізму, кН	Тягове зусилля в % від ваги екскаватора
ЕКГ – 5 Н	200	2*54	450	900	2,3	67	134	54
ЕКГ– 8Н	370	2*54	450	1400	2,03	90	180	49
ЕКГ– 12,5	660	2*100	500	2*900	1,95	200	400	61
ЕКГ – 10Н (№ 1)	400	2*90	420	1600	1,95	121	242	61
ЕКГ – 10Н (№ 3)	400	2*90	420	1600	1,95	80	160	40
ЕРГ – 1200	150	2*22	450	900	1,6	46,7	93,4	62

Розрахунок та вибір складових для проводу ходу

Потужність двигуна

$$N_{\hat{a}_i} = \frac{M_{\hat{a}_i} \cdot n}{9550},$$

де n – частота обертання вала двигуна, $n = 750$ об/хв;

M_{∂} – обертовий момент на валу двигуна, кНм;

$$M_{\ddot{a}} = \frac{1000 \cdot M_{\zeta\dot{a}}}{U_{\partial} \cdot \eta},$$

де $M_{\zeta\dot{a}}$ – обертовий момент на приводному колесі (зірочці), кНм;

U_{ϕ} – коефіцієнт, що враховує кратність навантаження від обертового моменту на валу двигуна.

$$M_{\zeta\dot{a}} = \frac{S_T \cdot D_{\zeta\dot{a}}}{2},$$

де S_T – тягове зусилля в привідному колесі, кН;

$D_{\zeta\dot{a}}$ – діаметр привідного колеса, м.

Середньозважена потужність

$$N_{\bar{\partial}\dot{a}} = \frac{\sum_{i=1}^k N_{\ddot{a}_i}}{k},$$

де k – кількість ділянок, на яких змінюється обертовий момент.

Згідно з отриманими значеннями потужності, частоти обертів та обертового моменту вибираємо електродвигун, для якого визначаємо і стопорний момент.

5.3Контрольні запитання

1. Які основні властивості положено в основу класифікації гусеничних рушіїв?
2. Які гусеничні рушії називаються мало опорними і багато опорними?
3. Як визначити тягове зусилля, необхідне для руху машини?
4. Які складові опору руху входять до внутрішніх?
5. Перелічити зовнішні складові опору руху екскаватора.
6. Дайте визначення опору руху від сил тертя в опорних та підтримуючих катках гусеничного механізму пересування.
7. Як визначити складову опору руху від деформації ґрунту?
8. Дайте визначення опору руху від сил тертя в підшипниках привідних і натяжних коліс.
9. Дайте визначення опору руху від сил тертя в гусеничному ланцюгу на ділянках «набігання» та «збігання» його з натяжних і привідних коліс.
10. Наведіть найпростішу кінематичну схему приводу гусеничного рушія.
11. Наведіть конструктивну схему малоопорного гусеничного рушія.

Література

- 1 Домбровский Н.Г. Экскаваторы. – М.: Машиностроение, 1969. - 359 с.
- 2 Домбровский Н.Г., Панкратов С.А. Землеройные машины. – М.: Госстройиздат, 1961. – 652 с.
- 3 Шеффлер М. Основы расчета и конструирования подъемно - транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1980. – 255 с.
- 4 Домбровский Н.Г. и др. Теория и расчет гусеничного движителя землеройных машин. – К.: Техника, 1970. – 264 с.
- 5 Домбровский Н.Г., Жуков П.А., Аверин Н.Д. Экскаваторы. – М.: Машгиз, 1949. – 462 с.
- 6 Петерс Е.П. Основы теории одноковшовых экскаваторов. – М.: Машгиз, 1955. – 362 с.
- 7 10.50.203 РР. Экскаватор ЭКГ – 20. Усилия тяговые и удельные давления. Расчет. – Уралмашзавод
- 8 Домбровский Н.Г., Каратвелишвили Ю.Л., Гальперин М.И. Строительные машины. М.: Машиностроение, 1976. – 391 с.
- 9 Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ. – М.: Недра, 1971. – 468 с.
- 10 Платонов В.Ф. Динамика и надежность гусеничного движителя. – М.: Машиностроение, 1973. – 232 с.
- 11 Малиновский Е.Ю. Динамика строительных и дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1972. – 115 с.
- 12 Панкратов С.А. Динамика машин для открытых горных и земляных работ. – М.: Машиностроение, 1967. – 446 с.
- 13 Мельников В.И. Краткий справочник по открытым горным работам. – М.: Недра, 1982. – 414 с.
- 14 Штокман И.Г. Расчет и конструирование горных транспортных машин и комплексов. – М.: Недра, 1975. – 464 с.

Додаток А

Таблиця А.1 - Лінійні коефіцієнти екскаваторів

Показники	Лінійні коефіцієнти K_L екскаваторів		
	Кар'єрних	Вскришних	Драглайнів
Ширина платформи	0,85...0,95	0,95...1,40	1,15...1,30
Висота кузова	0,85...0,90	1,25...1,5	0,9...0,87
Радіус задньої стінки кузова	0,95...1,0	1,25...0,40	1,20...1,80
Длина стріли (лопати)	1,8...1,85	3,20...4,50	---
Длина стріли драглайна	---	---	7,0...8,0
Висота п'яти стріли	0,45...0,48	0,70...0,80	0,28...0,40
Радіус п'яти стріли	0,40...0,37	0,50...0,56	0,60.. .0,42
Длина рук п'яти ояті	1,15...1,25	2,10...2,90	---
Максимальна висота копання	1,70...1,80	2,65...2,90	4,60
Максимальна висота розвантаження	1,23...1,30	2,80...3,20	2,50
Висота напірного вала	1,25...1,15	1,70...1,95	---
Максимальний радіус копання	2,70...2,60	3,50...4,50	7,50
Максимальний радіус розвантаження	2,55...2,40	3,30...4,30	7,50
Ширина хода	0,90...0,95	1,25...1,35	---
Длина гусениці	1,05...1,10	0,65...0,80	---
Ширина ланка гусениці	0,18...0,19	0,12...0,13	---
Шаг ланка гусениці	0,07...0,075	0,07...0,06	---
Висота гусениці	0,23...0,24	0,18...0,21	---
Діаметр ведучого колеса	0,18...0,19	0,15...0,17	---
Діаметр направляючого колеса	0,18...0,19	0,15...0,17	---

Діаметр опірною катка	0,18	0,15...0,18	---
-----------------------	------	-------------	-----

Таблиця А.2 - Коефіцієнти маси K_m

Найменування	Коефіцієнт маси K_m		
	Кар'єрні механічні лопати	Вскришні механічні лопати	Шагаючі драглайни
Стріла із блоками	0,070...0,060	0,075...0,065	0,070...0,060
Напірний механізм	0,0255...0,0280	0,023...0,145	---
Поворотна платформа із механізми	0,51...0,48	0,45...0,43	0,70...0,80

Таблиця А.3 - Умови роботи екскаваторів

Умови роботи	$C_{K.L}$	$C_{k.g1}$	$C_{k.g2}$	$C_{k.g3}$
Легкий	0,7...1,2	1,0	1,25	0,13
Середній	0,9...1,7	0,7	2,4	0,12
Важкий	1,1...2,1	0,52	3,25	0,08

Таблиця А.4 - Значення коефіцієнту C_P

Екскаватори (мех. лопати)	Коефіцієнт C_P				
	Внутрішня однобалочна			Внешней двухбалочной	
	Розвант. від згину крутіння	Розвант. від крутіння	Ненавантажена	Нерозвант. від крутіння	Розвант. від крутіння
Будівельні	--	--	1,35...0,40	1,45...1,50	
Кар'єрні	0,30...0,35	0,40...0,45	0,45...0,50	0,8...1,0	

Вскришні	0,40...0,45	0,70...0,75	--	0,9...1,1	1,1...1,2
----------	-------------	-------------	----	-----------	-----------

Додаток А.5.1 - Значення коефіцієнту питомого опору породи

Порода	Категорія	Питомий опір породи, Н/см ²	
		$K_{к.л}$	$K_{к.г}$
Пісок	I	0,016...0,025	0,028...0,045
Песок вологий, суглинок легкий	II	0,03...0,07	0,06...0,12
Гравій дрібний та середній, глина легка волога розпушена	III	0,06...0,13	0,1...0,19
Глина середня или важка розпушена, суглинок ущільнений	IV	0,115...0,195	0,16...0,26
Глина важка ущільнена		0,2...0,26	0,26...0,4
Конгломерат важкий із крупним камінням та залізна руда	V...VI	0,225...0,25	0,28...0,31

Таблиця А.5.2 - Категорії породи

Показники	Категорії породи			
	I	II	III	IV
Коефіцієнт $K_{пум}$	2,5...3,0	3,5	4,0	5,5
Коефіцієнт K_p	1,1...1,15	1,25	1,3	1,3...1,37
Щільність породи в ціліні γ , т/м ³	1,5...1,8	2,5...3,0	2,5...3,0	3,0...3,5

Додаток Б

Вихідні дані для виконання самостійних та практичних робіт

№ вар.	Тип екскаватора	Параметри екскаватора		Хар-ка ґрунтів	Технологічна схема роботи
		$E_k = (м^3)$	$L_c = (м)$	категорії	
1	Драглайн	6,5		I..II	Безтранспортна
2	Кар'єрна лопата	6,0		IV	Транспортна автосамоскидом 3
3	Мех. лопата розкривна	6,3		III	Безтранспортна
4	Драглайн	10		II...III	Транспортна- відвальна
5	Гідравлічний екскаватор	10		V	Транспортна
6	Кар'єрна лопата	12,5		V	Транспортна
7	Мех. лопата розкривна	4у		IV	Безтранспортна
8	Кранлайн	11		II	Транспортна
9	Драглайн	7,5		III	Безтранспортна
10	Драглайн	10		II	Транспортна- відвальна
11	Кар'єрна лопата	20		IV	Транспортна
12	Драглайн	15		II	Безтранспортна
13	Мех. лопата розкривна	15		IV	Безтранспортна
14	Драглайн	16		II	Транспортна- відвальна
15	Кранлайн	20		III	Транспортна
16	Драглайн	25		II	Безтранспортна
17	Кар'єрна лопата	25		III	Безтранспортна