

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Навчально-науковий механічний інститут

Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

02-06-87М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт із навчальної дисципліни
«Технології видобутку та переробки бурштину»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійними програмами
спеціальності 184 «Гірництво»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості ННМІ
Протокол № 1 від 09.09.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до практичних робіт із навчальної дисципліни «Технології видобутку та переробки бурштину» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності 184 «Гірництво» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Семенюк В. В., Волненко С. О. – Рівне : НУВГП, 2025. – 38 с.

Укладачі:

Маланчук З. Р., д.т.н., професор кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Корнієнко В. Я., д.т.н., професор кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Семенюк В. В., старший викладач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;

Волненко С. О., заступник нач. РКГП ДП «Українська геологічна компанія», головний геолог ТОВ «БУДТРАНС-ЛОГІСТИК», старший викладач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин.

Відповідальний за випуск: Корнієнко В. Я., професор, д.т.н., завідувач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин.

Керівник групи забезпечення спеціальності

Васильчук О. Ю.

Попередня версія методичних вказівок: 02-06-61

© З. Р. Маланчук,
В. Я. Корнієнко,
В. В. Семенюк,
С. О. Волненко, 2025
© НУВГП, 2025

Зміст

	ст
Вступ.....	4
Практична робота № 1. Технологічні схеми видобутку бурштину гідромеханічним способом.....	5
Практична робота № 2. Розрахунок пристроїв для видобутку бурштину гідромеханічним способом.....	7
Практична робота № 3. Розрахунок розкривних виробок: капітальні та розрізні траншеї.....	10
Практична робота № 4. Розрахунок продуктивності гідравлічного руйнування.....	14
Практична робота № 5. Розрахунок затопленого гідромоніторного струменя.....	15
Практична робота № 6. Розрахунок вільного незатопленого гідромоніторного струменя.....	19
Практична робота № 7. Визначення продуктивності транспортних машин безперервної дії	21
Практична робота № 8. Розрахунок основних параметрів пластинчастого конвеєра.....	23
Практична робота № 9. Розрахунок продуктивності гвинтового конвеєра та транспортуючих труб.....	24
Практична робота № 10. Розрахунок основних параметрів самотічного гідротранспорту.....	25
Практична робота № 11. Визначення кількості і місця розташування насосних станцій.....	27
Практична робота № 12. Розрахунок основних параметрів одноківшевого екскаватора.....	29
Додатки.....	36
Список використаних літературних джерел.....	38

Вступ

Дисципліна «Технології видобутку та переробки бурштину» є ключовою для розуміння повного циклу роботи з цим унікальним мінералом. Вона охоплює історію формування бурштину, його фізико-хімічні властивості та різновиди. Ми розглянемо сучасні методи пошуку та розвідки бурштинових родовищ, а також ефективні та екологічно безпечні технології видобутку, що використовуються в Україні та світі. Окрему увагу буде приділено процесам первинної обробки, сортування, та методам художньої обробки бурштину, що дозволяють створювати з нього ювелірні вироби та предмети мистецтва. Цей курс надасть вам необхідні знання для розуміння та вдосконалення галузі бурштиновидобутку та переробки.

Практична робота № 1

Технологічні схеми видобутку бурштину гідромеханічним способом

Мета роботи: дослідити можливі схеми видобутку бурштину гідромеханічним способом.

Теоретичні відомості

Технологія проведення робіт

Установка працює наступним чином. По напрямній рамі інтенсифікатор переводиться з транспортного положення в робочий стан (рис. 1.1). Спочатку установка встановлюється на ґрунт. Включається гідромотор, який приводить в дію вібратор. При опусканні інтенсифікатора вібратором стержні занурюються в ґрунт. Вібровипромінювачами збуджується масив. Включається подача води через стержні в масив. Масив оброблюваного ґрунту зріджується з утворенням суцільного суспензного шару. Куски бурштину, які знаходяться в зоні суспензного шару звільняються від зв'язків і під дією Архімедової сили і вібраційних сил спливають на поверхню. Для інтенсифікації процесу зрідження ґрунту включається подача повітря. Регулювання частоти, амплітуди коливань і змушуючої сили здійснюється зміною частоти обертання вала гідромотора за допомогою дроселя.

Основні параметри роботи віброгідравлічного інтенсифікатора: робочий діапазон частоти: 0...50 Гц; тиск рідини - 0...0,2мПа; тиск повітря - 0...0,15мПа.

Тривалість роботи установки на одній ділянці складає часу на заглиблення і виглиблення. При проведених експериментальних дослідженнях швидкість спливання складає в межах 0,1м/с, отже потрібно, щоб швидкість заглиблення і виглиблення установки складала 0,1м/с. Тривалість при цьому заглиблення на глибину 5 м складе в межах 2 хв, 5хв роботи і 3хв на виглиблення, таким чином на весь процес потрібно не більше 10 хв.

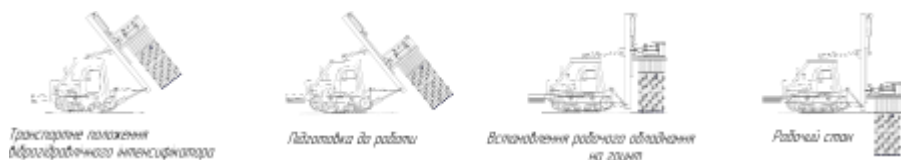


Рис. 1.1. Переведення установки в робочий стан.

Після цього установка перевозиться на іншу ділянку, але таким чином, щоб зони роботи установки перетиналися або дотикалися (рис. 1.2).

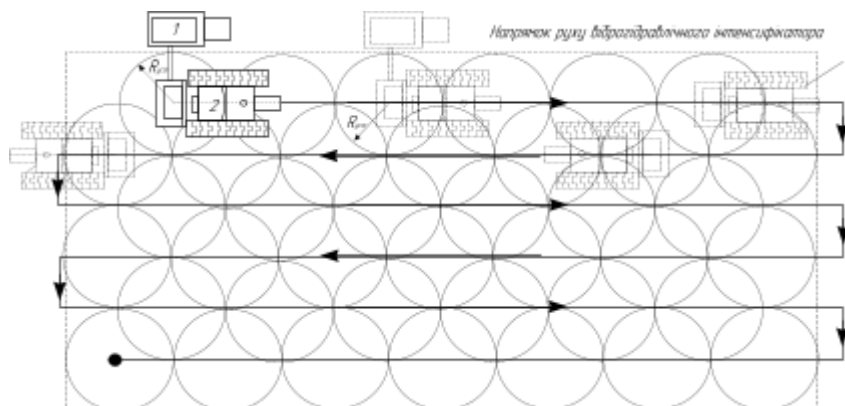


Рис. 1.2. Схема роботи установки на місці видобутку бурштину

Технологія проведення робіт дозволяє повністю вилучити бурштин з піщаного родовища та не потребує великих витрат на проведення рекультиваційних робіт по введенню земель в сільськогосподарський обіг.

Задача. Використовуючи відомі схеми видобутку бурштину гідромеханічним способом намалювати схему видобутку корисної копалини гідромеханічним способом при наступних вихідних даних: місце розробки знаходиться на відстані 4 км від джерела води та 3 км від найближчої лінії електропередач.

Практична робота № 2

Розрахунок пристроїв для видобутку бурштину гідромеханічним способом

Мета роботи: навчитись проводити розрахунок пристроїв для видобутку бурштину гідромеханічним способом.

Теоретичні відомості

Визначення основних параметрів пристроїв для видобутку бурштину гідромеханічним способом

На першому етапі на основі геологічних досліджень визначаємо наступні характеристики ґрунту: тип ґрунту; вологість ґрунту; пористість ґрунту; коефіцієнт зменшення об'єму пор; густину скелету.

Найбільшу швидкість спливання $v=0,1...0,15$ м/с забезпечує густина середовища, яка на основі експериментальних досліджень склала $\rho_s=1600...1800\text{кг/м}^3$.

Орієнтуючись на максимальну глибину залягання бурштину назначаємо довжину його робочого органа, відстань між штангами інтенсифікатора приймаємо з розрахунку перекриття зони дії робочих елементів в горизонтальній та вертикальній площинах. Зона дії робочого елемента залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту.

Робочий елемент виконаний у вигляді біконічних вібровипромінювачів та розміром радіуса, що визначається за формулою в залежності від висоти еліпсоїда при конусності біконічного вібровипромінювача, що складає $15...21^\circ$.

Радіус вібровипромінювача визначається

$$r_{bb} = \frac{h_1}{2} \operatorname{tg} \alpha; \quad (2.1)$$

Об'єм вібровипромінювача в об'ємі еліпсоїда відповідає об'єму зменшення пор

$$V_e = \frac{V_{bb}}{\Delta \eta}; \quad (2.2)$$

Об'єм біконічного вібровипромінювача та його радіус визначається за виразом

$$V_{bb} = \frac{\pi}{6} D_b^2 L_b; \quad (2.3)$$

Кількість вібровипромінювачів при щільності пакуванні $\bar{p} = 0,74$ в певний об'єм залежить від глибини розробки та розмірів еліпсоїда, що створюється навколо біконічного вібровипромінювача та визначається за залежністю

$$N_e = \frac{ABH}{4\sqrt{2}r^2h}; \quad (2.4)$$

Об'єм, що займають еліпсоїди в об'ємі масиву

$$W_e = \frac{\pi ABH}{3\sqrt{2}}; \quad (2.5)$$

Визначення кількості вібровипромінювачів та об'єму, що займають еліпсоїди в об'ємі масиву ґрунту проводиться по програмі.

Координати зміщення стрижнів в об'ємі масиву ґрунту визначаються:

По ширині $A'D' = r$.

По довжині $O'D' = r \frac{\sqrt{3}}{3}$.

По глибині $M'S' = 3h_1 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$.

Для визначення витрат води у випадку, коли процес забезпечується при подачі в масив води без повітря кількість води, що подається в масив ґрунту визначається на величину заповнення пор та розраховується витрата води за залежністю

$$Q_{pg} = \frac{ABg}{1+e} \left(\frac{(\rho_{ск}(1+W) - \rho_p(1+e))}{\rho_p - \rho_e} \right); \quad (2.6)$$

Для визначення витрат повітря, що подається в масив ґрунту насиченого водою (на величину заповнення пор) розглянемо

наступну залежність, що інтенсифікує процес спливання бурштину та створює умови для підняття його на поверхню.

Витрати повітря по ходу подачі визначаємо за залежністю

$$Q_{нов} = \frac{n_1 AB \vartheta (\rho_{\epsilon} - \rho_p) + \frac{AB \vartheta}{1+e} (\rho_{ck} (1+W) - \rho_p (1+e))}{\rho_p}. \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} N_{np} = N_{ei0} + N_{p6} + N_{нов} = A_k^2 \varpi^3 \sin \delta \left(m + \rho_p AB \int_0^H dH \right) + \left(\rho_p g H k_3 + \left(\frac{\lambda L_{mp}}{d_{mp}} + \sum \xi \right) \frac{\rho_{\epsilon} \sigma_1^2}{2} \right) \\ \times \frac{AB \vartheta}{1+e} \left(\frac{(\rho_{ck} (1+W) - \rho_p (1+e))}{\rho_p - \rho_{\epsilon}} \right) + \left(\rho_p g H k_3 + \left(\frac{\lambda L_{mp}}{d_{mp}} + \sum \xi \right) \frac{\rho_n \sigma_2^2}{2} \right) \times \\ \left(\frac{n_1 AB \vartheta (\rho_{\epsilon} - \rho_p) + \frac{AB \vartheta}{1+e} (\rho_{ck} (1+W) - \rho_p (1+e))}{\rho_p} \right) \end{aligned} \quad 2.8$$

Потужність (N_{np}), яка необхідна на підтримання робочого процесу визначається за залежністю

Частота вібрації визначається за допомогою вібрографа ВР-1А. Оптимальні значення густини середовища (ρ_p) визначається з експериментальних досліджень.

Продуктивність віброгідравлічного інтенсифікатора визначається

$$P_{\epsilon.int.} = 3600 \cdot \frac{n W_{\epsilon} K_{\epsilon} K_{nep}}{t_{\epsilon}}. \quad (2.9)$$

Тривалість добування бурштину (t_{ϵ}) складається з часу заглиблення робочого обладнання (T_3), часу витягування робочого обладнання (T_{ϵ}) та часу переходу на нову ділянку роботи (T_{nep}) і складає в межах 2...3хв в залежності від глибини розробки родовища

Для визначення об'ємів обробки масиву ґрунту приймаємо продуктивність віброгідравлічного інтенсифікатора.

Задача. Використовуючи для видобутку бурштину гідромеханічним способом віброгідравлічний інтенсифікатор розрахувати його продуктивність при вихідних даних, які задає викладач.

Практична робота № 3

Розрахунок розкривних виробок: капітальні та розрізні траншеї

Мета роботи: Вивчити послідовність виконання робіт при розкритті нових горизонтів кар'єрів, а також навчитися розраховувати обсяги розкривних виробок.

Теоретичні відомості

Траншея – відкрита гірничо-виробоча трапецієвидного перетину і значної довжини.

За розташуванням відносно контуру кар'єра розрізняють: *зовнішні* траншеї – розташовують за межами проектного контуру. Вони зберігають свою трапецієвидну форму перерізу до закінчення терміну їх експлуатації.

внутрішні траншеї – розташовують всередині контурів кар'єру на бортах. Їх переріз є трапецієвидним лише на початку робіт по розкриттю нового горизонту, а через деякий час набуває форми напівтраншеї або з'їзду.

За кількістю уступів, що обслуговуються траншеєю, розрізняють: *окремі* траншеї – обслуговують один уступ; *групові* траншеї – обслуговують кілька уступів, наприклад, групу розкривних та групу добувних уступів; *загальні* траншеї – обслуговують всі уступи кар'єру.

За терміном служби розрізняють: *стаціонарні* траншеї – після створення не змінюють свого положення у просторі. Їх розташовують на бортах кар'єра у їх кінцевому положенні або за поза контурами з постійним розташуванням; *тимчасові (ковзні)* – розташовують на бортах, що підлягають розробці, та по мірі ведення гірничих робіт їх положення у просторі змінюється.

Основними параметрами траншеї є глибина, ширина низу та по поверхні, кути укосів бортів, подовжній похил і довжина.

Умови завдання:

Визначити загальний об'єм в'їзної та розрізної траншеї проведених з наступними параметрами: $H_{тр}$ – глибина траншеї; $B_{тр}$

– ширина траншеї по підосві; $\alpha_{\text{тр}}$ – кут відкосу бортів траншей; i – поздовжній похил в'їзної траншеї; $L_{\text{р.тр.}}$ – довжина розрізної траншеї. Навести та пояснити виведення відповідних формул. Виконати пояснювальну схему на форматі А4, аналогічну до наведеної на наступній сторінці. Вихідні дані наведені в додатку А.

Виведення формул

1. Розглянемо капітальну траншею, як сукупність простих геометричних фігур обсягами $V_{\text{к.тр.}} = V_1 + V_2 + V_3$.

Фігура обсягом V_1 являє собою призму з основою у вигляді прямокутного трикутника площею $S_{\text{мп1}}$ та висотою $B_{\text{тр}}$. Як відомо, площа прямокутного трикутника дорівнює половині добутку катетів. У даному трикутнику нам відомий поздовжній похил i , який дорівнює тангенсу куту між прилеглим катетом та гіпотенузою (у тисячних, тобто, наприклад, $i=35\text{‰}=0,035$), та протилежний катет, який дорівнює $H_{\text{тр}}$.

$$\text{Тоді прилеглий катет } X_1 \text{ знайдемо, як } X_1 = \frac{H_{\text{тр}}}{i}, \quad (3.1)$$

$$\text{а площу трикутника } S_{\text{мп1}} = \frac{H_{\text{тр}} \cdot \frac{H_{\text{тр}}}{i}}{2} = \frac{H_{\text{тр}}^2}{2 \cdot i}. \quad (3.2)$$

$$\text{Об'єм фігури } V_1 = S_{\text{мп1}} \cdot B_{\text{тр}} = \frac{H_{\text{тр}}^2}{2 \cdot i} \cdot B_{\text{тр}}, \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

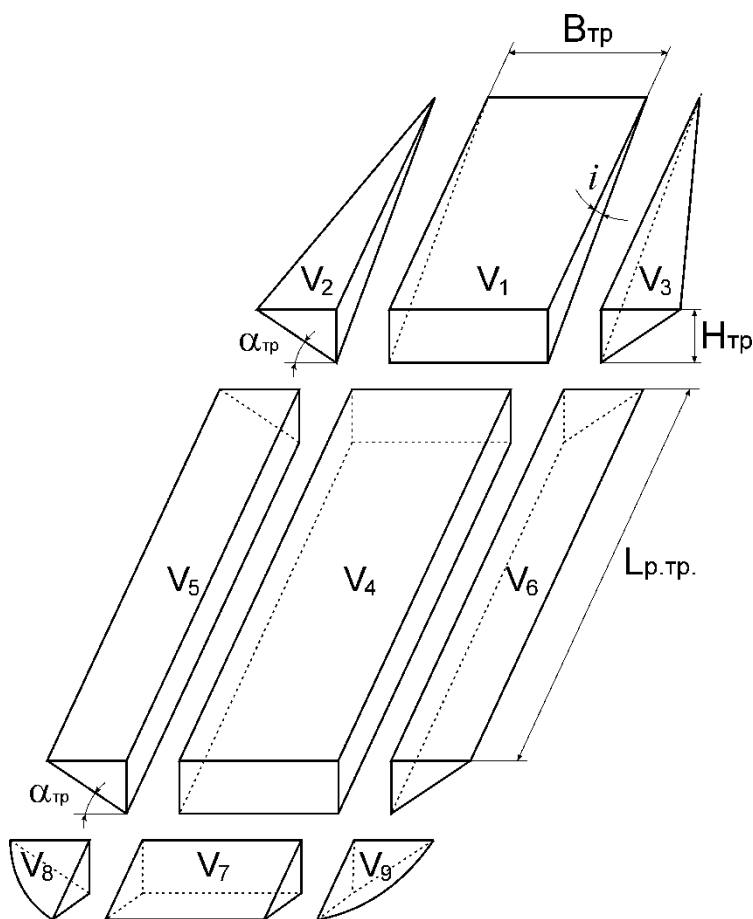


Рис.3.1. Пояснювальна схема до практичної роботи №1

Фігури об'ємом V_2 та V_3 – однакові та являють собою піраміду з основою у вигляді прямокутного трикутника площею S_{mp2} та висотою, якою буде вже знайдена нами раніше величина X_1 .

Розраховуємо площу трикутника S_{mp2} , для якого відомо, що зовнішній кут α_{mp} є внутрішнім кутом, до якого протилежним буде катет H_{mp} .

Тоді прилеглий катет X_2 знайдемо, як $X_2 = \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}}$, (3.4)

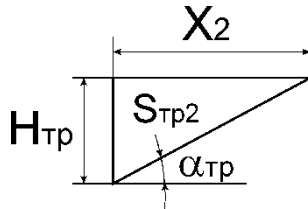


Рис. 3.2. Схема капітальної траншеї в розрізі з її основними параметрами
а площу трикутника

$$S_{mp2} = \frac{H_{mp} \cdot \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}}}{2} = \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}}. \quad (3.5)$$

Об'єм фігури

$$V_2 = V_3 = \frac{1}{3} \cdot S_{mp2} \cdot X_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot \frac{H_{mp}}{i} = \frac{H_{mp}^3}{6 \cdot i \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}}, \text{ м}^3. \quad (3.6)$$

Разом об'єм капітальної траншеї:

$$V_{к.тр.} = V_1 + 2 \cdot V_2, \text{ м}^3. \quad (3.7)$$

2. Розглянемо розрізну траншею, як сукупність простих геометричних фігур обсягами

$$V_{р.тр.} = V_4 + V_5 + V_6. \quad (3.8)$$

Фігура обсягом V_4 являє собою паралелепіпед зі сторонами B_{mp} , H_{mp} , $L_{р.тр.}$. Її об'єм визначити просто:

$$V_4 = B_{mp} \cdot H_{mp} \cdot L_{р.тр.}. \quad (3.9)$$

Фігури об'ємом V_5 та V_6 також є однаковими та являють собою призми з основою у вигляді прямокутного трикутника площею S_{mp2} та висотою $L_{р.тр.}$, а їх обсяг:

$$V_5 = V_6 = S_{mp2} \cdot L_{p.mp.} = \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot L_{p.mp.}, \text{ м}^3. \quad (3.10)$$

Тоді об'єм розрізної траншеї складе:

$$V_{p.mp.} = V_4 + 2 \cdot V_5 = B_{mp} \cdot H_{mp} \cdot L_{p.mp.} + 2 \cdot \frac{H_{mp}^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot L_{p.mp.} = H_{mp} \cdot L_{p.mp.} \cdot \left(B_{mp} + \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}} \right), \text{ м}^3. \quad (3.11)$$

3. Розглянемо торцеву частину розрізної траншеї, як сукупність простих геометричних фігур об'ємами $V_{тор.мп.} = V_7 + V_8 + V_9$.

Фігура об'ємом V_7 являє собою призму з основою у вигляді прямокутного трикутника площею S_{mp2} та висотою B_{mp} :

$$V_7 = S_{mp2} \cdot B_{mp} = \frac{H_{mp}^2 \cdot B_{mp}}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}}, \text{ м}^3. \quad (3.12)$$

Фігури об'ємом V_8 та V_9 разом являють половину конуса, основою якого є коло радіусом $X_2 = \frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}}$, а висотою є H_{mp} .

Тоді

$$V_{8,9} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{H_{mp}}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}} \right)^2 \cdot H_{mp} = \frac{\pi \cdot H_{mp}^3}{6 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{mp}}, \text{ м}^3. \quad (3.13)$$

Отже, $V_{тор.мп.} = V_7 + V_{8,9} =$

$$\frac{H_{mp}^2 \cdot B_{mp}}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} + \frac{\pi \cdot H_{mp}^3}{6 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{mp}} = \frac{H_{mp}^2}{\operatorname{tg} \alpha_{mp}} \cdot \left(\frac{B_{mp}}{2} + \frac{\pi \cdot H_{mp}}{6 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{mp}} \right), \text{ м}^3. \quad (3.14)$$

Практична робота № 4

Розрахунок продуктивності гідравлічного руйнування

Мета роботи: навчитися розраховувати продуктивність гідравлічного руйнування породи.

Теоретичні відомості

Розрахунок раціональних параметрів гідровидобування сприяє зниженню виробничих витрат на розробку родовищ корисних копалин. Параметри видобування в значній мірі залежать від фізико-механічних властивостей гірських порід і характеристик видобувного обладнання.

Нормальне навантаження на шар породи визначається наступним чином:

$$G = \gamma_n \cdot g \cdot H, \text{ Па} \quad (4.1)$$

де γ_n — густина покриваючих порід, кг/м^3 ; g — швидкість вільного падіння, м/с^2 ; H — глибина залягання пласта, м.

Тиск в просторі гірської породи:

$$P_{\text{гидр}} = \gamma_v \cdot g \cdot H, \text{ Па} \quad (4.2)$$

де γ_v — густина ґрунтових вод, кг/м^3 .

Ефективні напруги в гірській породі:

$$G_e = G - P_{\text{гидр}}, \text{ Па}. \quad (4.3)$$

Опір зсуву водонасичених порід:

$$\tau_s = C_o + G_e \cdot \tan \varphi, \text{ Па}. \quad (4.4)$$

де C_o — коефіцієнт зчеплення порід, Па; φ — кут внутрішнього тертя породи, град.

Мінімальна питома напруга удару струменя, необхідна для руйнування породи:

$$P_{ymin} > \tau_s. \quad (4.5)$$

Тиск води на вході в насадку:

$$P_o = P - \Delta P_c + \gamma_{pp} \cdot g \cdot H - \Delta P_f, \text{ Па}, \quad (4.6)$$

де P - тиск води, що розвиває насос, $P = 3,9 \cdot 10^6$ Па;

ΔP_c - орієнтована втрата напору в сітці, $\Delta P_c = (0,020 \dots 0,050) \cdot 10^6$ Па; γ_{pp} - густина робочої рідини $\gamma_{pp} = 1000$ кг/м^3 ; ΔP_f - орієнтовані

втрати напору в гідромоніторі, $\Delta P_r = (0,4...0,7) \cdot 10^6$ Па.

Початкова швидкість вильоту струменя з насадки

$$U_o = k_u \cdot \sqrt{2 \cdot 10^{-3} \cdot P_o}, \text{ м/с}, \quad (4.7)$$

де k_u - коефіцієнт швидкості, $k_u = 0,92...0,96$.

Витрата води в моніторі розраховується за формулою

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \alpha \cdot U_o, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.8)$$

де α - коефіцієнт стиснення струменя; приймається $\alpha = 1$; d_n - діаметр насадки гідромонітора, м.

Коефіцієнт структури потоку струменя:

$$\alpha = \frac{1}{16 - 10^{-6} \cdot n \cdot P_{\text{гидр}}}, \quad (4.9)$$

де n - дослідна величина, що визначається з співвідношення залежно від значення приймаємо $n=0,671$.

Відстань, від насадка до вибою, на якій можливе руйнування гірської породи:

$$l = \frac{d \cdot (1060 \cdot U_o^2 - 0,29 \cdot \tau_s)}{2 \cdot \alpha \cdot \tau_s}, \text{ м}. \quad (4.10)$$

Продуктивність гідравлічного руйнування гірських порід:

$$\Pi = \frac{10^{-3} \cdot K \cdot P_o}{g}, \text{ т/год.}, \quad (4.11)$$

де K – коефіцієнт, який залежить від діаметру насадки, $K=4,1$.

Практична робота № 5

Розрахунок затопленого гідромоніторного струменя

Мета роботи: навчитися розраховувати затоплений гідромоніторний струмінь.

На дослідницько-промисловій ділянці свердловинного гідровидобутку руди глибина залягання пласта рівна $H=20$ м. Напірна вода за допомогою центробіжних насосів 8МС-7х4 ($p=2,4$ МПа, $Q=290\text{м}^3/\text{год.}$) подається до гідромонітора з насадкою d_n та трубопроводу довжиною L і діаметром D .

На ділянці рудний пласт складений водонасиченим типом ґрунту з фосфатмісткими ракушками, міцність якого, за вимірами в натурних умовах, характеризується коефіцієнтом зчеплення $c=0,004$ МПа і кутом внутрішнього тертя $\varphi=33^\circ$.

Визначити відстань від насадки до вибою, на якому забезпечується руйнування типу ґрунту струминою води за вищевказаних умов.

1. За формулою:

$$\tau_s = c + \sigma_e \operatorname{tg} \varphi, \text{ МПа} \quad (5.1)$$

де c і $\operatorname{tg} \varphi$ - зчеплення і коефіцієнт внутрішнього тертя породи; $\sigma_e = \sigma - \rho_{\text{гидр}}$, н/м^2 ; σ - нормальне навантаження на породу, н/м^2 ; $\rho_{\text{гидр}}$ - породний тиск, н/м^2 .

Визначається опір здвигу водонасиченого піску:

$$\tau_s = 0,004 + (0,42 - 0,2)0,7 = 0,158 \text{ МПа.} \quad (5.2)$$

Тут нормальне навантаження на пісок, який руйнують, визначене як дія ваги порід, що лежать вище, з середньою густиною $\gamma_{\text{мс}}=2100\text{кг/м}^3$.

$$\sigma = 2100 \cdot 20 = 42000 \frac{\text{кгс}}{\text{м}^2} = 0,42 \text{ МПа.} \quad (5.3)$$

Породний тиск приймається рівним гідростатичному, тобто $\rho_{\text{гидр}}=20$ м.вод.ст.

2. Мінімальна питома сила удару струменя, необхідна для руйнування піску, з $\tau_s=0,158$ МПа згідно з формулою $P_y \geq \tau_s$ (де P_y - питома сила удару, МПа) повинна бути рівною: $P_{y\text{min}}=0,158$ МПа.

3. Для визначення відстані від насадки до забою, на якому питома сила струмни рівна $P_{y\text{min}}$, можна скористатись залежностями:

$$\frac{U_m}{U_o} = \frac{0,96}{0,29 + \frac{al}{r_n}} \quad (5.4)$$

де U_m - швидкість струмни по її осі, м/с ; U_o - початкова швидкість витікання струменя з насадки (м/с) з радіусом вихідного отвору r_n , м ; l - відстань від насадки до вибою, м ; a - коефіцієнт структури потоку струменя.

$$V = \frac{\pi \cdot U_m r_{0,5}^2}{\ln 2} \left(e^{\frac{r_{cm}^2}{r_{0,5}^2 U_{m-1}}} \right), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.5)$$

де V - секундна витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$;

$$S_{cm} = \pi \cdot r_{cm}^2, \text{ м}^2. \quad (5.6)$$

і виразити P і s як функцію довжини струменя. Тоді

$$P_y = \frac{1060 \cdot U_0^2}{0,29 + \frac{\alpha \cdot l}{r_n}}, \text{ МПа} \quad (5.7)$$

4. Початкова швидкість струменя U_0 визначається за формулою:

$$v = 0.95 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \text{ м/с} \quad (5.8)$$

Тут тиск води на вході в насадку визначається за формулою:

$$p_o = p - \Delta p_c + p_z - \Delta p_r, \text{ м. вод. ст.} \quad (5.9)$$

де p - тиск води, створений насосом; Δp_c - втрати тиску, викликані гідравлічним опором при протіканні води по трубопроводу, МПа.

Втрати напору в сітці будуть розраховуватись за формулою:

$$\Delta p_c = \left[0,11 \left(\frac{0,05}{37,7} + \frac{68}{51649} \right)^{0,25} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{1,37}{2,98} \right] \frac{1}{10}, \text{ МПа}. \quad (5.10)$$

Втрати напору в гідромоніторі складаються в основному, з втрат в гнучкому шланзі і у верхньому та нижньому поворотних колінах:

$$\Delta p_z = (h_{шл} + h_{в,к} + h_{н,к}), \text{ МПа}. \quad (5.11)$$

За дослідними даними $\Delta p_c = 0,509$ МПа, $p_z = 0,2$ МПа.

5. Коефіцієнт структури струменя визначається за формулою:

$$a = \frac{1}{m - \rho_{гидр}}, \quad (5.12)$$

$$a = \frac{1}{\frac{1}{0,0625} + 0,2 \cdot 2} = 0,0642$$

де $m = 1/\alpha_o$ (для вільного затопленого струменя при відсутності гідростатичного тиску (до 0,01 МПа) $\alpha_o = 0,0625$); n - дослідна величина, яка визначається залежно від значення $\rho_{гидр}$:

Таблиця 5.1.

Значення величини n , яка визначається залежно від значення

	$P_{гидр}$				
$P_{гидр},$ МПа	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
n	1,870	1,471	1,002	0,561	0,2

6. Підставивши у формулу (5.7) значення $P_y=0,158$ МПа, шляхом послідовного наближення отримаємо відстань від насадки l , на якій можливе руйнування типу ґрунту з τ_c .

Практична робота № 6

Розрахунок вільного незатопленого гідромоніторного струменя

Мета роботи: навчитися визначати основні параметри вільного незатопленого гідромоніторного струменя.

Теоретичні відомості

Для незатопленого струменя розрізняють три структурні частини: компактну, роздроблену і розпорошену (рис. 6.1).

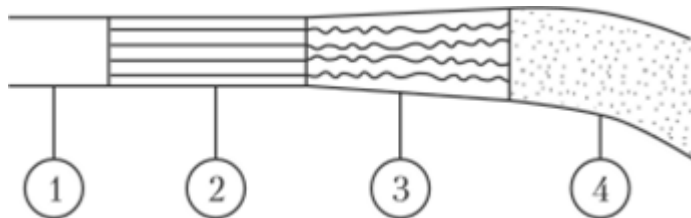


Рис. 6.1. Структура вільного незатопленого струменя:
1 - насадка; 2 - компактна частина; 3 - роздроблена частина;
4 - розпорошена частина

Компактна частина струменя - суцільний потік струменя, що має форму насадки.

У роздробленій частині відбувається руйнування суцільності потоку, його розширення.

Розпорошена частина струменя складається з окремих великих і дрібних крапель.

Завдання. Визначити витрату, максимальну і середню швидкості в струмені повітря, яка витікає з труби круглої форми, діаметром $d = 200$ мм з витратою $Q_0 = 0,377$ м³/с на відстані $l = 6,84$ м, якщо струмінь витікає в атмосферу.

Порядок розрахунку.

Для визначення шуканих величин виконаємо наступні розрахунки ($a = 0,08$).

Довжина початкової ділянки дорівнює:

$$L = 0.67 \cdot \frac{r_0}{a}, \text{ м.} \quad (6.1)$$

Витрата на основній ділянці струменя ($x = l - L$, м).

$$Q = 2.2 \cdot Q_0 \cdot \left(\frac{a \cdot x}{r_0} + 0.29 \right), \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \quad (6.2)$$

де $r_0 = d/2 = 0,1$ м.

Максимальна швидкість на осі основної ділянки розраховується за формулою

$$u_{\max} = \frac{0.96 \cdot u_0}{\frac{a \cdot x}{r_0} + 0.29}, \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (6.3)$$

Швидкість течії повітря на виході з труби

$$u_0 = \frac{4 \cdot Q_0}{\pi d^2}, \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (6.4)$$

Радіус основної ділянки струменя на відстані $x = 6$ м дорівнює

$$R = \left(\frac{3.4 \cdot a \cdot x}{r_0} + 1 \right) \cdot r_0, \text{ м.} \quad (6.5)$$

Площа перетину струменя

$$\omega = \pi \cdot R^2, \text{ м}^2. \quad (6.6)$$

Тоді середня швидкість в струмені на відстані $L = 6$ м

$$v = \frac{Q}{\omega}, \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (6.7)$$

Практична робота № 7

Визначення продуктивності транспортних машин безперервної дії

Мета роботи: навчитися визначати основні види продуктивності транспортних машин.

Теоретичні відомості

Кількість вантажу, яка пересувається транспортними пристроями за одиницю часу, називають їхньою **продуктивністю**.

Для машин, що видають вантаж безперервним потоком (рис. 7.1, а, б), продуктивність дорівнює кількості матеріалу, що проходить через даний перетин за одиницю часу

$$Q = 3600 \cdot v \cdot F \cdot \rho, \frac{\text{т}}{\text{год}}, \quad (7.1)$$

або

$$V = 3600 \cdot v \cdot F, \frac{\text{м}^3}{\text{год}}, \quad (7.2)$$

де, v —швидкість руху матеріалу, м/с; F — площа поперечного перерізу потоку матеріалу, м^2 ; ρ — насипна щільність матеріалу, $\text{т}/\text{м}^3$.

Продуктивність транспортуючої машини можна виразити також через погонне навантаження q (кг/м) на робочому органі (стрічці, жолобі):

$$Q = \frac{3600 \cdot q \cdot v}{1000} = 3.6 \cdot q \cdot v, \frac{\text{т}}{\text{год}}, \quad (7.3)$$

Якщо відома годинна продуктивність і швидкість руху матеріалу, то звідси можна визначити погонне навантаження

$$q = \frac{Q}{3.6 \cdot v}, \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (7.4)$$

При переміщенні насипних вантажів у ковшах (рис. 7.1, г) з кількістю вантажу в посудині i (л) і відстанню (кроком) між ними a (м)

$$q = \frac{i}{a} \cdot \gamma = \frac{i_0 \cdot \psi \cdot \rho}{a}, \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (7.5)$$

де i_0 — ємність посудини, л; ψ - коефіцієнт заповнення

Якщо переміщують штучні вантажі вагою G (кг) кожний (рис. 5.1, в) або порціями по z (шт.), тоді

$$q = \frac{G}{a}, \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (7.6)$$

або

$$q = \frac{G \cdot z}{a}, \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (7.7)$$

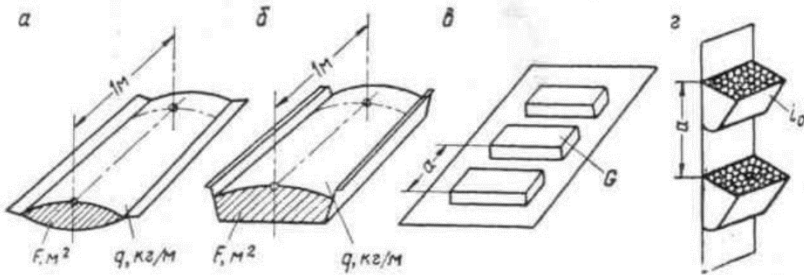


Рис. 7.1. Схеми до визначення продуктивності транспортних пристроїв безперервної дії

Розв'язати задачі відповідно до свого варіанту В.

Задача 1. Визначити продуктивність транспортуючої машини, якщо швидкість руху матеріалу становить $1+(0,1 \cdot B)$ м/с, площа поперечного перерізу вантажу становить $0,1 \cdot B$ м², насипна щільність матеріалу $1,9+(0,1 \cdot B)$ т/м³.

Задача 2. Визначити погонне навантаження при переміщенні насипних вантажів у ковшах, якщо насипна щільність матеріалу, що транспортується становить $1,9+(0,1 \cdot B)$ т/м³, коефіцієнт заповнення ківша $0,85 \dots 0,95$, ємність посудини $5+B$ л. для розрахунків необхідно ємність перевести в м³. Відстань між ними $1+(0,1 \cdot B)$.

Практична робота № 8

Розрахунок основних параметрів пластинчастого конвеєра

Мета роботи: обчислення основних параметрів пластинчастого конвеєра

Теоретичні відомості

Швидкість руху настилу лежить в межах від 0,05 до 1,25 м/с в залежності від типу ланцюга.

Площа поперечного перерізу настилу з бортами:

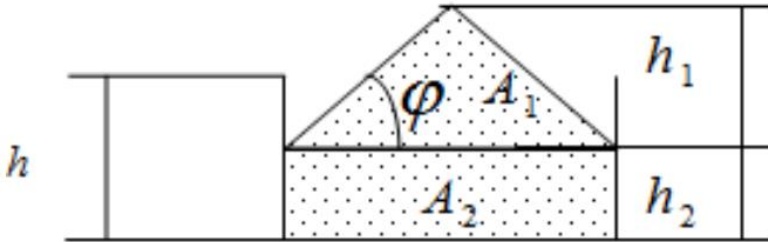


Рис. 8.1. Схема для визначення продуктивності пластинчастого конвеєра

$$A = A_1 + A_2 = \frac{B \cdot h_1}{2} + B \cdot h_2, \text{ м}^2, \quad (8.1)$$

де B – ширина жолоба, м; h – висота борту, м; φ – кут природнього відкосу на настил; ψ – коефіцієнт наповнення по висоті ($\psi=0,65-0,8$) ($\psi = h_2/h$).

Задаючись висотою борта h , ширина настилу буде:

$$B = \frac{A}{h \cdot \psi_e}, \text{ м}, \quad (8.2)$$

де ψ_e – еквівалентний коефіцієнт, що враховує наповнення жолоба

Продуктивність конвеєра обчислюється за формулою:

$$Q = 3.6 \cdot A \cdot v \cdot \rho, \frac{\text{т}}{\text{год}}, \quad (8.3)$$

де v – швидкість руху стрічки, м/с; ρ – насипна густина, т/м³

Розв’язати завдання відповідно до свого варіанту В.

Завдання

Визначити основні параметри пластинчастого конвеєра якщо ширина жолоба становить 0,9 м, висота борту 0,4 м, кут природнього відкосу на настилі 40...60°, швидкість руху матеріалу становить $1+(0,1 \cdot V)$ м/с, насипна щільність матеріалу, що транспортується становить $1,9+(0,1 \cdot V)$ т/м³.

Практична робота № 9

Розрахунок продуктивності гвинтового конвеєра та транспортуючих труб

Мета роботи: навчитися визначати продуктивності гвинтового конвеєра та транспортуючих труб.

Теоретичні відомості

Для транспортування сильно забруднюючих і пилоподібних матеріалів, гарячих матеріалів, а також матеріалів, що виділяють шкідливі пари, їх звичайно містять у труби, що запобігає забрудненню навколишнього середовища. До таких пристроїв відносять гвинтові конвеєри й транспортуючі труби.

Продуктивність гвинтового конвеєра визначається за формулою:

$$Q = 15 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot s \cdot n \cdot \varphi \cdot \rho \cdot c_{\beta} \cdot \frac{T}{\text{год}}, \quad (9.1)$$

де D – зовнішній діаметр труби, м; s – крок шнеку, м; n – частота обертання шнека, об/хв; φ – коефіцієнт заповнення робочого простору; ρ – щільність вантажу, що транспортується, т/м³; c_{β} – коефіцієнт кута нахилу до горизонту.

Труба має таку частоту обертання, при якій вантаж не захоплювався б відцентровою силою в обертання разом із трубою. Частота обертання (об/хв), при якій рух вантажу уздовж труби припиняється, називається критичної:

$$n_{max} = \frac{42.3}{\sqrt{D}}, \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \quad (9.2)$$

Робочу частоту обертання приймають рівною 50-60% від максимальної частоти.

Продуктивність труби обчислюють за формулою:

$$Q = 15 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot s \cdot n \cdot \rho \cdot k_n \cdot \frac{\tau}{\text{год}}, \quad (9.3)$$

де

$$s = 0.5 \cdot D, \text{ м} \quad (9.4)$$

Розв'язати завдання відповідно до свого варіанту В.

Завдання

Визначити продуктивність гвинтового конвеєра та транспортуючої труби, якщо зовнішній діаметр труби становить $0,1 + (0,01 \cdot B)$ м, частота обертання шнеку $70 + B$ об/хв, коефіцієнт заповнення робочого простору $0,35 \dots 0,65$, щільність матеріалу, що транспортується становить $0,8 + (0,1 \cdot B)$ т/м³, коефіцієнт кута нахилу до горизонту 1.

Практична робота № 10

Розрахунок основних параметрів самотічного гідротранспорту

Мета роботи: навчитися визначати основні параметри самотічного гідротранспорту.

Теоретичні відомості

При самопливному (безнапірному) гідротранспортуванні переміщення потоку гідросуміші відбувається під дією сили тяжіння за рахунок різниці відміток між початковим і кінцевим пунктом транспортування. При цьому потік завжди має вільну поверхню.

Параметри безнапірного гідротранспорту розраховуються в наступному порядку.

1. Критична швидкість потоку (з деяким запасом транспортної здатності) визначається за формулою:

$$v_{кр} = B \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{F_r}} \cdot \sqrt[9]{\frac{\rho_c - \rho_0}{\rho_0} \cdot \left(\frac{\rho_T - \rho_\Gamma}{\rho_0}\right)^2}, \frac{м}{с}, \quad (10.1)$$

де $F_r = \frac{W^2}{(g \cdot d)}$ - критерій динамічного подоби Фрунда, який визначається для транспортується фракції; B - коефіцієнт, який залежить від властивостей транспортується гірської маси, і характеризується такими даними (табл. 10.1).

Таблиця 10.1

Вантаж, що транспортується	Коефіцієнт В
Піщано-гравійна суміш	3,85
Суміш вугілля і породи	3,95
Рядове вугілля	3,45
Крупнокускувате вугілля	2,86

2. Площа живого перетину потоку визначається по формулі:

$$\omega = \frac{(Q_T + Q_B)}{v_{кр}}, м^2, \quad (10.2)$$

де Q_T , Q_B - відповідно витрата твердого та води, $\frac{м^3}{с}$.

3. Розміри живого перетину потоку знаходяться з формулами:

- глибина потоку:

$$h_{\Pi} = \sqrt[3]{\frac{\omega}{3}}, м; \quad (10.3)$$

- ширина лотка:

$$b_{\Pi} = \frac{\omega}{h_{\Pi}}, м. \quad (10.4)$$

4. Гідравлічний радіус для прямокутного лотка визначається за формулою:

$$R = \frac{\omega}{b_{\Pi} + 2 \cdot h_{\Pi}}, м. \quad (10.5)$$

5. Коефіцієнт Шезі для води розраховують за формулою:

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{0,012}. \quad (10.6)$$

6. Коефіцієнт Шезі для гідросуміші визначають за формулою:

$$C_r = 0,4 \cdot C. \quad (10.7)$$

7. Ухил лотка розраховують за формулою:

$$i = \frac{v_{кр}^2}{C_r^2 \cdot R}. \quad (10.8)$$

Завдання.

Визначити ширину дерев'яного лотка, його ухил, глибину потоку для безнапірного гідротранспорту піщано-гравійні суміші (середня крупність фракцій $d = 0,007$ м, щільність твердого $\rho_t = 2,7 \frac{т}{м^3}$, гідравлічна крупність $W = 0,29 \frac{м^3}{с}$. Продуктивність по гірничій масі $Q_t = 0,036 \frac{м^3}{с}$ при відношенні $Q_t: Q_v = 1: 7,5$.

Практична робота № 11

Визначення кількості і місця розташування насосних станцій

Мета роботи: навчитися визначати необхідну кількість насосних станцій для трубопроводів та їх розміщення

Теоретичні відомості

Для створення й підтримки в трубопроводі напору, достатнього для забезпечення транспортування нафти або нафтопродукту, використовують нафтоперегінні станції (НПС). Основне призначення кожної НПС полягає в тому, щоб забрати рідину з перетину трубопроводу з низьким напором, збільшити цей напір і потім увести транспортуєчу рідину у перетин трубопроводу з високим напором, тому головним елементом НПС є насоси.

Кількість насосних станцій знаходиться за формулою:

$$n_p = \frac{H_{\text{заг}}}{H_{\text{розр}}}, \quad (11.1)$$

де $H_{\text{заг}}$ – загальний напір трубопроводу, МПа; $H_{\text{розр}}$ – розрахунковий напір магістральних насосів, МПа.

При округленні числа n_p при заокругленні в більшу сторону продуктивність буде більшою від розрахункової, при заокругленні меншу – меншою. Останнє є не допустимим. Тому для заокруглення кількості НС у меншу сторону необхідно компенсувати вставкою чи лупінгом. Тобто необхідно досягнути рівності:

$$(n_p - n) \cdot H_{\text{розр}} = 1,02 \cdot i \cdot x \cdot (1 - \omega) \quad (11.2)$$

Довжина лупінга:

$$x = \frac{(n_p - n)}{1,02 \cdot i \cdot (1 - \omega)} \cdot H_{\text{розр}}, \text{ м.} \quad (11.3)$$

Лупінг — трубопровід, який прокладається паралельно до основного трубопроводу; підключається для збільшення його пропускної здатності.

На ділянці трубопроводу з лупінгом витрата продукту, що транспортується в основному трубопроводі зменшується, отже, скорочується загальна втрата напору на подолання гідравлічного опору. Тому при незмінній величині напору пропускна здатність трубопроводу в цілому збільшується тим значніше, чим більше площа поперечного перерізу лупінга.

Визначення місця розташування насосних станцій на профілі траси трубопроводу в свій час було запропоновано В.Г.Шуховим.

Для визначення розміщення необхідно знати наступні параметри трубопроводу:

- а) Гідравлічний нахил для основної магістралі i ;
- б) Гідравлічний нахил для ділянок з лупінгами (вставками) i_e (i_a);
- в) Розрахункового напору нафти на виході насосних станцій $H_{\text{розр}}$;
- г) Величину залишкового напору h_e ;
- д) Величину підпору для НС, для без кавітаційної роботи насосів.

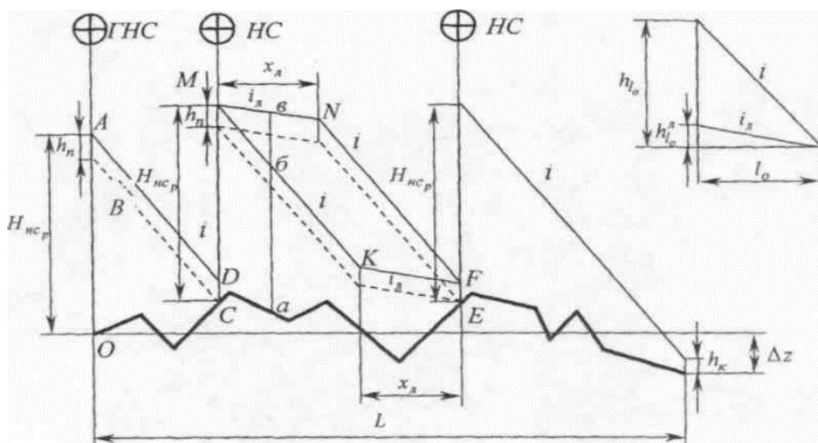


Рис. 11.1. Розташування перекачувальних станцій

Завдання

За вихідними даними, який видає викладач, навчитися визначати необхідну кількість насосних станцій для трубопроводів та їх розміщення та побудувати схему розташування перекачувальних станцій.

Практична робота №12

Розрахунок основних параметрів одноківшевого екскаватора

Мета роботи: навчитися визначати основні параметри одноківшевих екскаваторів.

Теоретичні відомості

Технологічні схеми виймання гірських порід механічними лопатами в торцевому забої.

Розрахунок параметрів вибоїв технологічних схем, полягає у визначенні висоти уступу, ширини заходки, кутів укосу уступу і параметрів місця розташування екскаватора.

Для всіх наведених технологічних схем фактичні радіус черпання і радіус розвантаження визначають за формулами:

$$R_{ч} = (0,7 \dots 0,8) R_{ч.мах}, \text{ м} \quad (12.1)$$

$$R_p = (0,8 \dots 0,9) R_{p.мах}, \text{ м} \quad (12.2)$$

При цьому екскаватор встановлюють на відстані $R_{ч}$ від нижньої бровки уступу.

Висота уступу визначається наступним чином:

- максимальна за умови попередження утворення козирків

Схема роботи механічної лопати з нижнім навантаженням гірничої маси в засоби транспорту при розробці м'яких порід.

$$h_{y.мах} = \leq H_{ч.мах}, \text{ м}, \quad (12.3)$$

- мінімальна за умови наповнення ковша екскаватора

$$h_{y.мах} \geq \frac{2H_{нв}}{3}, \text{ м}, \quad (12.4)$$

де $H_{нв}$ — висота розташування напірного валу екскаватора, м.

Ширина заходки екскаватора:

$$A_e = 1,5R_{чy}, \text{ м}, \quad (12.5)$$

де $R_{чy}$ - радіус черпання екскаватора на горизонті установки, м.

Кути укосу уступу розраховуються в залежності від фізико-механічних властивостей гірських порід і знаходяться в межах

$$\text{- стійкий} \quad a_{нс} = 35 \dots 45, \text{ град}, \quad (12.6)$$

$$\text{- робочий} \quad a_n = 70 \dots 80, \text{ град}. \quad (12.7)$$

Схема роботи механічної лопати з нижнім навантаженням гірничої маси в засоби транспорту при розробці висаджених порід.

Параметри забою екскаватора залежать від висоти і ширини розвалу підірваної гірничої маси. Зазвичай розвал прибирають в один або два проходи екскаватора.

Висота уступу визначається наступним чином:

- максимальна в масиві гірських порід

$$h_{y.мах} = \leq H_{ч.мах}, \text{ м}, \quad (12.8)$$

- в розвалі гірської породи

$$h_{y.мах} = h_p \leq H_{ч.мах}, \text{ м}, \quad (12.9)$$

де h_p – висота розвалу, м, $H_{ч.мах}$ – максимальна висота черпання екскаватора, м.

Ширину заходки в масиві приймають такою, щоб ширина розвалу підірваної гірничої маси дорівнювала або була кратною ширині заходки екскаватора по розвалу, яку визначають у відповідності до висадження гірських порід.

Кути укосу уступу розраховуються в залежності від фізико-механічних властивостей гірських порід і знаходяться в межах:

- масиві корінних порід:

- стійкий

$$\alpha_{нс} = 60^\circ \quad (12.10)$$

- робочий

$$\alpha_n = 75^\circ \quad (12.11)$$

- в розвалі

- стійкий

$$\alpha_{нс} = 35 \dots 40^\circ \quad (12.12)$$

- робочий

$$\alpha_n = 50^\circ \quad (12.13)$$

Схема роботи механічної лопати з верхнім навантаженням гірничої маси в засоби транспорту при розробці м'яких порід.

Висота уступу визначається наступним чином:

- максимальна за умовою використання максимальної висоти почкяктяження екскаватора

$$h_{y.мах} = \leq H_{p.мах} - h_{mз} - e, \text{ м}, \quad (12.14)$$

де $h_{mз}$ – висота транспортного засобу, м, e – безпечна відстань між відкритим днищем ковша екскаватора і кузовом транспортного засобу в момент розвантаження ($e = 0,7-1,0$ м);

- мінімальна за умови наповнення ковша екскаватора

$$h_{y.min} \geq \frac{2H_{не}}{3}, \text{ м} \quad (12.15)$$

Радіус розвантаження екскаватора визначається за формулою

$$R_p \geq R_{чy} + h_y + Z_m, \text{ м}, \quad (12.16)$$

де Z_m – відстань від верхньої бровки уступу до осі транспортної смуги, м.

$$Z_m = h_y(ctg\alpha_{nc} - ctg\alpha_n) + 0,5 \cdot T, \text{ м}, \quad (12.17)$$

де T - ширина транспортної смуги, м.

Якщо R_p менше, ніж права частина виразу 12.16, то необхідно зменшити висоту уступу або замінити екскаватор.

Ширину заходки і кути укосів визначають відповідно за формулами 12.5, 12.6 та 12.7.

Дану технологічну схему можна також застосовувати для розробки висаджених порід. У цьому випадку висоту уступу в масиві визначають за формулами 12.15 і 12.16, ширину заходки - за 12.1, кути відкосу уступу - 12.13.

Схема роботи механічної лопати з нижнім розвантаженням гірничої маси у відвал.

Схему застосовують як при розробці м'яких порід, так і висаджених порід.

Висота уступу:

- по наносам

$$\frac{2H_{нв}}{3} \leq h_y \leq H_{ч. \max}, \text{ м}, \quad (12.18)$$

- по підірваним корінним породам

$$h = h_y \leq H_{ч. \max}, \text{ м}. \quad (12.19)$$

Ширину заходки і кути укосу уступу по наносах визначають відповідно за формулами 12.5 і 12.6, по корінним породам - за формулами 12.1 і 12.9.

Технологічні схеми виймання порід механічними лопатами втраншейному вибої.

При проведенні траншей використовують наступні схеми роботи механічних лопат

Дані технологічні схеми можна застосовувати як при проведенні траншей по наносах, так і по корінним породам. Основними параметрами траншейного забою є: ширина траншеї по низу, її глибина і кути укосу, а також місце розташування екскаватора в траншеї. Як правило, екскаватор встановлюють посередині траншеї, а фактичний радіус черпання і радіус розвантаження знаходяться в межах, що визначаються за формулами 12.1, 12.2.

Схема роботи механічної лопати в траншейному вибої з нижнім навантаженням гірничої маси в засоби транспорту.

Схему застосовують в основному з використанням автомобільного транспорту, рідше - із застосуванням конвеєрного та залізничного.

При проведенні траншеї по наносити її глибину і кути укосу визначають за формулами 12.3, 12.6 та 12.7, по корінним породам - за формулами 12.5-12.12.

Ширина траншеї по низу визначається наступним чином
- мінімальна за можливостями екскаватора

$$B_{T.min} = 2(R_k + m), \text{ м}, \quad (12.20)$$

- нормальна

$$B_T = 2R_{cy}, \text{ м}, \quad (12.21)$$

при петльовій схемі подачі автосамоскидів

$$B_{T.netu} = 2(R_a + 0,5 \cdot b_a + m), \text{ м}, \quad (12.22)$$

при тупикової схемою подачі автосамоскидів

$$B_{T.myn} = R_a + 0,5 \cdot b_a + 0,5 \cdot l_a + m, \text{ м}, \quad (12.23)$$

де R_k - радіус обертання кузова екскаватора, м, m - безпечна відстань між кузовом екскаватора або автосамоскиду і нижньої бровкою уступу ($m = 0,5-1,0$ м); R_a - радіус повороту автосамоскиду, м; b_a - ширина автосамоскида, м; l_a - довжина автосамоскиду, м.

Продуктивність екскаваторів

Розрізняють паспортну (теоретичну), технічну та експлуатаційні продуктивності екскаватора. У свою чергу, експлуатаційна продуктивність може бути змінною, добовою, місячною та річною.

Паспортну продуктивність екскаватора визначають тільки конструктивними параметрами машини:

$$Q_{en} = \frac{3600E}{t_{цп}}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}}, \quad (12.24)$$

де E - місткість ковша, м^3 ; $t_{цп}$ - паспортна тривалість циклу, с.

Технічною продуктивністю є найбільш можлива годинна

продуктивність екскаватора при безперервній його роботі в конкретних гірничо-геологічних умовах

$$Q_{em} = \frac{3600 E k_3 k_e}{t_{\text{ц}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}}, \quad (12.25)$$

де k_3 - коефіцієнт впливу параметрів забою (для торцевого вибою $k_3 = 0,9$, для тупикового $k_3 = 0,8$), k_e - коефіцієнт екскавації; $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу кускатора в конкретних гірничо-геологічних умовах, с.

$$t_{\text{ц}} = (1,1 \dots 1,2) t_{\text{ц}}, \text{ с}, \quad (12.26)$$

$$k_e = \frac{k_{\text{нк}}}{k_{\text{рк}}}, \quad (12.27)$$

де $k_{\text{нк}}$ - коефіцієнт наповнення ковша (для наносів $k_{\text{нк}} = 0,95-1,1$; для висаджених порід $k_{\text{нк}} = 0,7-0,95$), $k_{\text{рк}}$ - коефіцієнт розпушення породи в ковші (для наносів $k_{\text{рк}} = 1,1-1,2$, для висаджених порід $k_{\text{рк}} = 1,3-1,45$).

Змінна продуктивність характеризує обсяг роботи, яку виконує екскаватор за зміну з урахуванням витрат часу на технічні, технологічні та організаційні роботи та перерви:

$$Q_{zm} = Q_{em} T_{zm} k_{\text{вк}}, \frac{\text{м}^3}{\text{зм}}, \quad (12.28)$$

де T_{zm} - тривалість зміни ($T_{zm} = 8$ год.); $k_{\text{вк}}$ - коефіцієнт використання екскаватора протягом зміни (табл.12.1).

Добова продуктивність екскаватора

$$Q_{\text{доб}} = Q_{zm} n_{zm}, \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}, \quad (12.29)$$

де n_{zm} - число змін роботи екскаватора за добу ($n_{zm} = 1-3$).

Таблиця 12.1
Коефіцієнт використання екскаватора протягом зміни

Вид транспорту	Схема подачі транспортних засобів	$k_{\text{вк}}$
Залізничний	тупикова	0,55-0,65
	наскрізна	0,7-0,8
Автомобільний	тупикова	0,6-0,65
	кільцева	0,74-0,75
	наскрізна	0,75-0,85

Річна продуктивність екскаватора:

$$Q_{\text{ерік}} = Q_{\text{едоб}} n_{\text{рік}} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}, \quad (12.30)$$

де $n_{\text{рік}}$ – число робочих днів у році ($n_{\text{рік}}=252$).

Завдання. Провести розрахунок продуктивності екскаваторів відповідно до вихідних даних таблиці 12.1.

Таблиця 12.1

Вихідні дані до практичної роботи 7

№ варіанту	Марка екскаватора
1	ЕКГ-5А
2	ЕКГ-8И
3	ЕКГ-4у
4	ЕКГ-12,5
5	ЕКГ-10
6	ЕКГ-15
7	ЕКГ-20
8	ЕКГ-5А
9	ЕКГ-8И
10	ЕКГ-4у

ДОДАТКИ

Додаток А

Варіант	$H_{\text{тр}}, \text{ м}$	$B_{\text{тр}}, \text{ м}$	$\alpha_{\text{тр}}, ^\circ$	$i, \text{ ‰}$	$L_{\text{р.тр.}}, \text{ м}$
1	10	20	50	35	300
2	15	22	55	28	350
3	12	24	57	45	400
4	18	28	60	40	250
5	20	26	62	42	280
6	22	20	54	36	360
7	10	22	58	44	440
8	15	24	59	48	350
9	12	28	61	50	400
10	18	26	64	55	250
11	20	26	55	70	280
12	22	20	57	45	360
13	15	22	60	85	440
14	15	20	60	90	350
15	12	22	62	95	400
16	18	24	54	45	250
17	20	28	58	60	280
18	22	26	59	43	360
19	10	20	50	58	440
20	15	22	55	69	350
21	12	24	57	80	400
22	18	28	60	100	250
23	20	26	62	39	300
24	22	26	55	59	330
25	15	20	51	60	480

Вихідні дані для розрахунку гідравлічного руйнування

Варіант	C_0 , Па	φ , град	H, м	P , Па·10 ⁶	γ_n , кг/м ³	γ_e , кг/м ³	d_H , мм.
1	3	4	5	6	7	8	9
1	7500	32	70	3,0	3500	1600	18
2	7000	33	71	1,6	3000	1610	11
3	7020	34	72	1,7	3020	1630	12
4	7040	35	73	1,8	3040	1640	13
5	7060	30	74	1,9	3060	1620	14
6	7080	31	75	2,0	3080	1650	15
7	7100	32	76	2,1	3100	1660	16
8	7120	33	77	2,2	3120	1670	17
9	7140	34	78	2,3	3140	1680	18
10	7160	35	79	2,4	3160	1690	19
11	7180	30	80	2,5	3180	1700	20
12	7200	31	81	2,6	3200	1710	21
13	7220	32	82	2,7	3220	1720	22
14	7240	33	83	2,8	3240	1730	23
15	7260	34	84	2,9	3260	1740	11
16	7280	35	85	3,0	3280	1750	12
17	7300	30	86	3,1	3300	1760	13
18	7320	31	87	3,2	3320	1770	14
19	7340	32	88	3,3	3340	1780	15
20	7360	33	89	3,4	3360	1790	16

Список використаних літературних джерел

1. Промислові технології видобутку бурштину : монографія / Булат А. Ф., Надутий В. П., Маланчук Є. З. Маланчук З.Р., Корнієнко В. Я. Дніпро -Рівне : ІГТМ-НУВГП, 2017, 237 с.
2. Транспортні системи гірничих підприємств : навч. посіб. / Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Сорока В. С., Васильчук О. Ю. Рівне : НУВГП, 2018. 190 с.
3. Маланчук, З. Р., Маланчук, Є. З., Корнієнко, В. Я. Спеціальні технології видобутку корисних копалин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2017. 266 с. ISBN 978-966-327-352-5.
4. Геотехнології гірництва [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів ВНЗ / З. Р. Маланчук, С. Р. Боблях ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. Рівне : НУВГП, 2013. 200 с. ISBN 978-966-327-229-0
5. Маланчук З. Р., Боблях С. Р., Маланчук Є. З. Гідровидобуток корисних копалин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2009. 280 с.
6. Технології відкритої розробки корисних копалин : навч. посіб./ З. Р. Маланчук, В. С. Гавриш, В. А. Стріха, І. М. Киричик. Рівне : НУВГП, 2013.– 285 с. ISBN 978-966-327-350-4.
7. Технологія і керування гідровидобутком корисних копалин : монографія / Маланчук З. Р., Калько А.Д., Маланчук Є. З., Жомирук Р. В., Стець С. Є., Боблях С. Р., Рачковський В. П., Прокопюк О. М. Рівне : НУВГП, 2009. 480 с.