

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

Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

02-06-98М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт із навчальної дисципліни
«Транспортні системи гірничих підприємств»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Гірництво»
спеціальності 184 «Гірництво»
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості
ННМІ
Протокол № 7 від 23.02.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до практичних робіт із навчальної дисципліни «Транспортні системи гірничих підприємств» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Гірництво» спеціальності 184 «Гірництво» денної та заочної форми навчання [Електронне видання] / Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Васильчук О. Ю., Семенюк В. В. Рівне : НУВГП, 2026. 45 с .

Укладачі:

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

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

Васильчук О. Ю., доцент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин, доцент;

Семенюк В. В., 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: 02-06-77М

© З. Р. Маланчук,
В. Я. Корнієнко,
О. Ю. Васильчук,
В. В. Семенюк, 2026
© НУВГП, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Практична робота № 1. Розрахунок обсягів перевезень і показників, що його характеризують вантажопотік.....	5
Практична робота № 2. Розрахунок технічних показників автотранспортної систем.....	8
Практична робота № 3. Розрахунок фактичної вантажопідйомності кар'єрних автомобілів.....	11
Практична робота № 4. Визначення основних показників роботи автомобілів на маршруті.....	13
Практична робота № 5. Визначення додаткової височини кузова автомобіля для перевезення навалочних (сипких) вантажів.....	16
Практична робота № 6. Організація роботи точок польового навантаження торфу.....	18
Практична робота № 7. Розрахунок залізничного транспорту.....	20
Практична робота № 8. Схеми залізничних колій торфопідприємства.....	22
Практична робота № 9. Розрахунок найкоротших відстаней для перевезення вантажів.....	24
Практична робота № 10. Розрахунок основних параметрів стрічкового конвеєра загального призначення.....	25
Практична робота № 11. Розрахунок скребкового конвеєра.....	27
Практична робота № 12. Розрахунок шахтного електровозного транспорту.....	30
ДОДАТКИ.....	33
Рекомендована література.....	45

Вступ

Усі стадії виробництва продукції на гірничих підприємствах пов'язані з транспортуванням: доставка корисної копалини від сировинної бази до заводу або складу, готової продукції – від заводу до споживачів, перевезення господарських вантажів, людей тощо. Використовується різний вид транспортування: автомобільний, конвеєрний, залізничний. Особливої уваги вимагає процес формування парку промислового транспорту. Адже основним завданням організації транспортних перевезень на гірничих підприємствах є забезпечення виконання перевезень у заданих кількостях і у встановлені терміни.

При підготовці методичних вказівок за основу взято наукові праці Маланчука З. Р., Корнієнка В. Я., Зайця В. В., Васильчука О. Ю., Сороки В. С..

Практична робота № 1

Розрахунок обсягів перевезень і показників, що характеризують вантажопотік

Мета роботи: навчитися здійснювати розрахунки обсягів вантажних перевезень та показників вантажопотоку.

Завдання

1. За номером варіанту вибрати вихідні дані: додатку А табл. А.1 – відстань між пунктами, табл. А.2 та А.3 – обсяги перевезень вантажу за напрямками та визначити вантажопотоки та вантажообіг автомобільної дороги *АГ* за напрямками.
2. Розрахувати добовий обсяг перевезень, вантажообіг та середню відстань перевезень 1 т вантажу.
3. Розрахувати обсяг вантажу, який проходить транзитом через кожний пункт, обсяг перевезень вантажу та вантажообіг кожної ділянки місцевих та транзитних вантажопотоків і загальний обсяг перевезень та вантажообіг по ділянцям дороги.
4. Розрахувати вантажонапруженість, ступінь нерівномірності перевезень та намалювати епіюру вантажопотоків.

Порядок виконання роботи

1. Вибір вихідних даних для розрахунку обсягів перевезень і показників, що його характеризують здійснювати за таблицям наведеним в додатку А.

Спочатку потрібно представити добову кореспонденцію вантажу відповідно до варіанту індивідуального завдання (табл. А.2 та А.3) у вигляді таблиці 1.1. В ній наводять кореспонденцію вантажів між пунктами прибуття і відправлення та визначають місцеві і транзитні вантажопотоки. Місцевим вантажопотоком є рух вантажу між двома суміжними пунктами. Вантажопотік, який направляється з одного пункту в другий через проміжний пункт чи ряд пунктів, називається транзитним по відношенню до проміжних пунктів.

Таблиця 1.1

Вантажопотоки автомобільної дороги АГ, т

Пункти відправлення	Пункт призначення				Разом за відправленням
	А	Б	В	Г	
А	–				
Б		–			
В			–		
Г				–	
Разом за призначенням					

Вантажопотоки Q_{AG} та вантажообіг P_{AG} розраховується за формулою:

в напрямку АГ:

$$\sum Q_{AG} = Q_{AB} + Q_{AB} + Q_{AG} + Q_{BB} + Q_{BG} + Q_{BG};$$

$$\sum P_{AG} = Q_{AB} \cdot l_{AB} + Q_{AB} \cdot l_{AB} + Q_{AG} \cdot l_{AG} + Q_{BB} \cdot l_{BB} + Q_{BG} \cdot l_{BG} + Q_{BG} \cdot l_{BG};$$

в напрямку ГА: $\sum Q_{GA}$ та $\sum P_{GA}$ визначається аналогічно.

Результати розрахунків дозволяють встановити напрямок вантажопотоку, виходячи з того, що прямим напрямком умовно називають той який має більше значення вантажопотоку.

2. Добовий обсяг перевезень вантажів Q та вантажообіг P визначається за формулою:

$$Q = \sum Q_{np} + \sum Q_{zv}$$

$$P = \sum P_{np} + \sum P_{zv}$$

де Q_{np} , Q_{zv} – відповідно обсяг перевезень у прямому і зворотному напрямках, т; P_{np} , P_{zv} – відповідно вантажообіг у прямому і зворотному напрямках, т·км.

Середня відстань перевезення 1т вантажу L_Q визначається за формулою:

$$L_Q = P / Q$$

3. Обсяг вантажу, що відправляється з кожного пункту розрахувати за формулами:

$$Q_A = Q_{AB} + Q_{AB} + Q_{AG}$$

$$Q_B = Q_{BB} + Q_{BG} + Q_{BA}$$

$$Q_V = Q_{VG} + Q_{VA} + Q_{VB}$$

$$Q_G = Q_{GA} + Q_{GB} + Q_{GV}$$

Загальний обсяг вантажу за відправленням визначається як сума обсягів вантажу, що відправляються з кожного пункту.

Обсяг вантажу, що прибуває в кожний пункт визначити за формулами:

$$Q'_A = Q_{GA} + Q_{BA} + Q_{CA}$$

$$Q'_B = Q_{GB} + Q_{CB} + Q_{AB}$$

$$Q'_C = Q_{CB} + Q_{AB} + Q_{BC}$$

$$Q'_G = Q_{AG} + Q_{BG} + Q_{CG}$$

Загальний обсяг вантажу за призначенням визначається як сума обсягів вантажу, що прибуває в кожний пункт.

4. Обсяг вантажу, який проходить транзитом через кожний пункт розраховується за формулами:

$$Q_{Bmp} = Q_{AB} + Q_{AG} + Q_{GA} + Q_{BA};$$

$$Q_{Bmp} = Q_{AG} + Q_{BG} + Q_{GA} + Q_{GB}$$

Обсяг перевезень вантажу та вантажообіг кожної ділянки місцевих та транзитних вантажопотоків розрахувати за формулою:

$$Q_{BA} = Q_{AB} + Q_{AB} + Q_{AG} + Q_{GA} + Q_{BA} + Q_{BA}$$

Обсяг перевезень вантажу на ділянках БВ і ВГ розраховується аналогічно Q_{BA} .

Вантажообіг розраховується за формулами:

$$P_{AB} = Q_{AB} \cdot l_{AB};$$

$$P_{BB} = Q_{BB} \cdot l_{BB};$$

$$P_{BG} = Q_{BG} \cdot l_{B_2};$$

Загальний обсяг перевезень та вантажообіг по ділянках дороги розрахувати за формулами:

$$Q = Q_{AB} + Q_{BB} + Q_{BG};$$

$$P = P_{AB} + P_{BB} + P_{BG}$$

5. Вантажнапруженість (кількість тон вантажу на 1км дороги) розрахункового періоду по ділянках дороги розраховується за формулами:

$$q_{AB} = Q_{AB} / l_{AB};$$

$$q_{BB} = Q_{BB} / l_{BB};$$

$$q_{BG} = Q_{BG} / l_{BG};$$

Ступінь нерівномірності перевезень розраховується за допомогою коефіцієнта нерівномірності:

1) за відстанню:

a) ступінь нерівномірності вантажопотоків:

$$K_{Qn} = Q_{\max} / Q_{\text{сеп}}$$

b) ступінь нерівномірності вантажообігу:

$$K_{Pn} = P_{\max} / P_{\text{сеп}}$$

2) за напрямком:

a) ступінь нерівномірності вантажопотоків:

$$K_{Qn} = Q_{\text{нр}} / Q_{\text{обер}}$$

b) ступінь нерівномірності вантажообігу:

$$K_{Pn} = P_{\text{нр}} / P_{\text{обер}}$$

де Q_{\max} , P_{\max} – максимальні значення обсягу перевезень і вантажообігу на ділянці маршруту; $Q_{\text{сеп}}$, $P_{\text{сеп}}$ – середні значення обсягу перевезень та вантажообігу на маршруті.

Побудувати епюру вантажопотоків, за допомогою якої можна визначити: кількість вантажу, що відправляється з кожного пункту; кількість вантажу, що прибуває в кожний пункт; кількість вантажу, що проходить транзитом через кожний пункт; обсяг перевезень на кожній ділянці та на всій дорозі; вантажообіг на кожній ділянці та на всій дорозі; середню відстань перевезення 1т вантажу та ін.

Епюри вантажообігів будуються таким чином: на горизонтальній лінії (вісь абсцис), що схематично відображає напрямки траси автомобільної дороги, відкладаються відстані між пунктами в лінійному масштабі, через які проходить траса дороги. По вертикалі (паралельно вісі ординат) також в масштабі відкладаються обсяги вантажу, що перевозяться між окремими пунктами. Вантажопотоки кожного напрямку відкладаються з правої сторони осі абсцис за ходом руху.

Практична робота № 2

Розрахунок технічних показників автотранспортної систем

Мета роботи: навчитися здійснювати розрахунок основних технічних показників автотранспортної системи гірничого підприємства згідно поставленого завдання.

Завдання:

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Згідно задач зробити розрахунок наступних параметрів:
 - пропускну здатність автомобільної дороги;
 - кількість смуг головної дороги;
 - провізну здатність автодороги;
 - загальну витрату паливно-мастильних матеріалів за зміну.

Теоретичні відомості

Пропускна здатність – являє собою показник максимальної кількості транспортних засобів, котрі можуть пройти за певну одиницю часу через ділянку автомобільної дороги, залізниці і інших шляхів. Розрізняють проектну (розрахункову) та фактичну пропускна здатність, але вони можуть не завжди збігатися через зниження фактичної пропускну здатності. На зниження фактичної пропускну здатності впливають в основному впливає погіршення технічного стану певної ділянки транспортної інфраструктури, через що може обмежуватися швидкість руху, зменшуватися час на використання даної ділянки через проведення ремонтних робіт. пропускна здатність автошляхів визначається за формулою:

$$N_{дор} = \frac{1000v_{ав} \cdot K_{нер}}{l_{\sigma}}, \text{ авт./год.}$$

де $K_{нер}$ – коефіцієнт нерівномірності руху автотранспорту; $v_{ав}$ – швидкість руху автосамоскида, км/год.; l_{σ} – безпечна відстань між автосамоскидами, м.

Провізна здатність - це показник максимальної кількості вантажу, який може бути перевезеним за певну одиницю часу по певній ділянці дороги (залізничної чи автомобільної). Значення провізної здатності залежить від пропускну. Про те, коли показники пропускну спроможності є використаними, провізну здатність можна підвищити, якщо є така необхідність, зробити це можна збільшивши в допустимі межі вантажопідйомності транспортних засобів, які використовуються певним підприємством.

$$M = \frac{N_{дор} \cdot m_{ном}}{K_{рез}}, \text{ т/год.}$$

де $K_{рез}$ – коефіцієнт резерву провізної здатності; $m_{ном}$ – номінальна вантажопідйомність, т.

Кількість смуг головної дороги для руху в одному напрямку визначається за формулою:

$$n_{смуг} = \frac{i_{руху}}{N_{дор}}$$

де $i_{руху}$ – інтенсивність руху автомобілів, авт./год

Загальна витрата палива за зміну:

$$q_{нал.зм.} = 0,01 \cdot a_{100} \cdot i_{заг} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ л/зм.}$$

де a_{100} нормативна витрата палива на 100 км пробігу, л; K_1, K_2, K_3 - коефіцієнти що враховують додаткову витрату палива на маневри і стоянки з працюючим двигуном; на гаражні потреби (регулювання двигунів і ін.); підвищену витрату палива в зимовий час.

Загальна витрата мастильних матеріалів:

$$q_{мас.зм.} = (0,03...0,05) \cdot q_{нал.зм.}$$

Задача 1. Визначити пропускну здатність автодороги у кар'єрі з швидкістю руху автосамоскиду 30+В км/год., при цьому безпечна відстань між автосамоскидами повинна бути у межах 50-60 метрів. Коефіцієнт нерівномірності руху автотранспорту становить 0,75.

В-номер варіанту

Задача 2. Визначити загальні витрати палива та мастильних матеріалів 1 автосамоскиду за зміну у літній та зимовий період роботи. Знаючи, що рейсовий пробіг автосамоскиду становить $200+(В \cdot 2)$ км, витрати палива на 100км становлять 35 літрів. Коефіцієнти, що враховують додаткову витрату палива на маневри і стоянки з працюючим двигуном; на гаражні потреби (регулювання

двигунів і ін.), підвищену витрату палива в зимовий час становлять 1,08; 1,03; 1,2.

Задача 3. Визначити провізну здатність автодороги у кар'єрі та кількість смуг головної дороги для руху в одному напрямку. Коли швидкість руху автосамоскиду 60-В км/год., номінальна вантажопідйомність автосамоскиду становить 42 тони. При цьому безпечна відстань між автосамоскидами повинна бути у межах 50 метрів. Коефіцієнт нерівномірності руху автотранспорту становить 0,65, а – коефіцієнт резерву провізної здатності обрати в межах 1,75-2. Інтенсивність руху автомобілів становить 15+В.

Практична робота № 3

Розрахунок фактичної вантажопідйомності кар'єрних автомобілів

Мета роботи: навчитися розраховувати фактичну вантажопідйомність автомобілів, які використовуються в кар'єрах.

Завдання:

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Згідно задач зробити розрахунок наступних параметрів:
 - фактичної вантажопідйомності автомобіля;
 - кількість ковшів екскаватора за можливим завантаженням по вантажопідйомності;
 - коефіцієнти використання вантажопідйомності;
 - повну масу навантаженого автомобіля;
 - припустиму масу автомобіля по зчепленню.
 -

Теоретичні відомості

Розглядаючи вантажопідйомність автомобілів розрізняють номінальну та фактичну вантажопідйомність. Номінальну вантажопідйомність можна побачити у технічній характеристиці автомобіля, так як вона встановлюється заводом виробником. і показує максимальне навантаження (масу перевезеного вантажу). А фактична вантажопідйомність підлягає для розрахунків.

Задача 1. Визначити фактичну вантажопідйомність автосамоскиду, номінальна вантажопідйомність якого становить 30+В тон. Навантажування якого буде здійснюватися екскаватором місткість ковша якого становить 5м³, а коефіцієнт наповнення ковша становить 0,9+В. Корисна копалина, яка добувається має густину 1,89+В, а коефіцієнт розпушення 1,15+В. В-номер варіанту.

Формули для розрахунку:

Фактична вантажопідйомність автомобіля визначається:

$$m = \frac{n_k \cdot V_k \cdot k_{н.к.} \cdot \rho_{ц}}{K_{р.п.}}, \text{ т.}$$

де n_k – кількість ковшів екскаватора, які завантажуються в один автосамоскид; V_k - місткість ковшів, $k_{н.к.}$ - коефіцієнт наповнення ковша, $\rho_{ц}$ - густина гірничої маси в цілику, $K_{р.п.}$ - коефіцієнт розпушення породи.

Кількість ковшів екскаватора визначаємо по його вантажопідйомності:

$$n_k = \frac{m_n \cdot k_{р.п.}}{V_k \cdot k_{н.к.} \cdot \rho_{ц}}$$

Задача 2. Визначити коефіцієнт використання вантажопідйомності автосамоскиду та повну масу навантаженого автосамоскиду. Коли маса пустого автомобіля становить 18 тон, а номінальна вантажопідйомність 25+В тон. Кількість ковшів необхідних для навантаження автосамоскиду становить 4, а коефіцієнт наповнення ковша - 0,92+В. Корисна копалина, яка добувається має густину 1,75+В, а коефіцієнт розпушення 1,09+В.

Формули для розрахунку:

Спочатку необхідно розрахувати фактичну вантажопідйомність автомобіля формула з попередньої задачі. Для розрахунку коефіцієнту використання вантажопідйомності використаємо наступну формулу:

$$K_g = \frac{m}{m_n}$$

Розрахуємо повну масу навантаженого автомобіля:

$$m_{II} = m_n + m, \text{ т.}$$

Задача 3. Зчіпна маса автомобіля дорівнює $0,65+B$, коефіцієнт зчеплення $0,30$, основний опір руху – 30 Н/кН , ухил з'їзду 80% , коефіцієнт інерції обертових мас при русі на одній з нижчих передач – $1,09+B$, розрахункове прискорення машини при зрушенні $0,41+B$. Визначити масу автомобіля по зчепленню виходячи з умови його зрушення на розрахунковому підйомі виїзної траншеї при несприятливих погодних умовах.

Формула для розрахунку:

$$m_{a/m} = \frac{1000 \cdot m_{c\mu} \cdot \psi}{w_0 + i_p + 102 \cdot \delta \cdot a_0}, \text{ т.}$$

де $m_{c\mu}$ - зчіпна маса автомобіля, ψ - коефіцієнт зчеплення; w_0 - основний опір руху автомобіля; δ - коефіцієнт інерції обертових мас при русі на одній з нижчих передач; i_p - ухил з'їзду; a_0 - розрахункове прискорення машини при зрушенні.

Практична робота № 4

Визначення основних показників роботи автомобілів на маршруті

Мета роботи: навчитися визначати основні показники роботи автомобілів на маршруті.

В межах заданої вантажопідйомності оберемо альтернативний автомобіль КрАЗ-257Б1 ($q_p=12 \text{ т.}$) – бортовий автомобіль. Вихідні дані беремо з додатка Б, таблиці Б.1.

До основних показників роботи автомобілів на маятникових та колових маршрутах, які необхідно визначити, віднесені:

1) довжина маршруту за один оберт – l_M ;

2) відстань вантажного пробігу за один оборот – l_B (на колових маршрутах беруть як суму вантажних пробігів);

3) коефіцієнт використання пробігу на маршруті:

$$\beta_M = \frac{l_B}{l_M},$$

4) добовий обсяг перевезення – $Q_{\Delta I}$;

5) коефіцієнт використання вантажності – $\gamma_{\bar{N}}$;

6) час обороту автомобіля на маршруті:

$$t_{\text{об}} = \frac{l_M}{V_T} + \sum_1^Z t_{HP},$$

де Z – кількість поїздок на маршруті за оберт, приймаємо 2од.; V_T – середня технічна швидкість, 24 км/год.; t_{HP} – час простою під навантаженням та розвантаженням за один оборот, $t_{HP} = 0,417$ год.

7) можлива кількість обертів автомобіля на маршруті за добу – n ;

$$n = \frac{T_M}{t_{\text{об}}},$$

де T_M – час роботи автомобіля на маршруті, $T_M = 10$ год .

8) час роботи на маршруті – T_M^1 (скорегований);

$$T_M^1 = n \cdot t_{\text{об}},$$

9) можливий добовий обсяг перевезень одним автомобілем:

$$Q_{\text{доб}}^1 = q_H \cdot n \cdot \sum_1^n \gamma_C,$$

де q_H – номінальна вантажність автомобіля, $q_H = 12$ т., γ_C – середній коефіцієнт використання вантажності автомобіля, $\gamma_C = 0,8$.

10) необхідна кількість обертів на маршруті для вивезення заданого добового обсягу вантажу:

$$n_1 = \frac{Q_{\text{доб}}}{q_H \cdot \gamma_C}$$

11) кількість автомобілів на маршруті:

$$A_M = \frac{n_1}{n},$$

12) добовий пробіг на маршруті:

$$L_M = \sum_1^z l_M,$$

13) вантажний пробіг за добу:

$$L_B = \sum_1^n l_B,$$

Кількість обертів на маршруті заокруглюють до більшого цілого і корегують час роботи на маршруті. Результати розрахунків зводяться в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Основні показники роботи автомобіля на маятникових та колових маршрутах

Показники	Значення на маршруті
1	
2	
3	
4	
5	
...	
13	

До основних показників роботи автомобілів на розвізному або збірному маршруті, які необхідно визначити, віднесено:

1) коефіцієнт використання пробігу на маршруті $\beta_M = 0,772$;

2) час оберту автомобіля на маршруті:

$$t_{iA} = \frac{l_M}{V_T} + t_{HP} + t_C \cdot (n_C - 1),$$

де t_C – додатковий час для заїду в черговий пункт, $t_C = 9$ хв.; n_C – кількість пунктів на маршруті, $n_C = 4$ од.

3) фактичний обсяг завезення (вивезення):

$$Q_\Phi = \sum_1^z q_{\Phi_i},$$

де q_{Φ_i} – розмір партії завезеного вантажу, ;

4) статичний коефіцієнт використання вантажності q_C ;

$$q_C = \frac{Q_\Phi}{6},$$

5) фактична транспортна робота, т·км:

$$W_p = \sum_1^z q_{\text{фн}} \cdot l_m,$$

б) можлива транспортна робота, т·км:

$$W_p = q_H \cdot l_m,$$

Результати розрахунків зводяться в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Основні показники роботи автомобіля на маятникових та колових маршрутах

Показники	Значення на маршруті
1	
2	
3	
4	
5	
...	
13	

Практична робота № 5

Визначення додаткової височини кузова автомобіля для перевезення навалочних (сипких) вантажів

Мета роботи: навчитися визначати додаткову височину бортів кузова, що необхідна для повного використання вантажності автомобіля при перевезенні навалочних (сипких) вантажів 2...4 класу.

Завдання

1. Визначити об'єм вантажу, що реалізує використання вантажності автомобіля.
2. Визначити робочий об'єм кузова автомобіля та об'єм «шапки» вантажу.
3. Розрахувати необхідний геометричний (повний) об'єм кузова автомобіля.
4. Установити необхідну додаткову височину нарощування бортів кузова автомобіля.

Вихідні дані приведені в додатку А, таблиця А.6.

Порядок виконання роботи

1. Спочатку малюють схему розміщення вантажу в кузові у вигляді поперечного перерізу автомобіля та наносять позначення і розміри, необхідні для подальших розрахунків. Потім, виходячи з формули розрахунку його об'ємної маси δ , визначають об'єм вантажу при повному використанні вантажності автомобіля:

$$V_B = \frac{q_n}{\rho},$$

q_n – вантажність автомобіля, т.

Порівнюють із об'ємом кузова автомобіля за технічною характеристикою автомобіля.

2. Робочий об'єм V_p кузова автомобіля визначають при заданих розмірах кузова та рівня заповнення його вантажем:

$$V_p = S \cdot (h - h_1),$$

де S – площа поля кузова автомобіля, м²; h – висота борта автомобіля; h_1 – висота недовантаження кузова, (приймаємо $h_1 = 0,1$ м).

Об'єм «шапки» $V_{ш}$ вантажу визначають, виходячи з кута природного відкосу вантажу:

$$V_{ш} = \frac{1}{6} \cdot S \cdot b \cdot \text{tg} \alpha,$$

де b – ширина кузова, м; α – кут природного відкосу вантажу, град. Розрахунок ведуть для двох умов перевезення – під час руху та в стані покою.

3. Необхідний геометричний (повний) об'єм V_k кузова розраховують за формулою:

$$V_k = V_p - S \left(\frac{b \cdot \text{tg} \alpha}{6} - h_1 \right),$$

Якщо він менший від об'єму кузова, будемо спостерігати недовантаження автомобіля або навпаки.

4. Додаткова висота h_2 бортів кузова автомобіля визначається при допомозі розрахунку різниці між необхідним та технічним об'ємів за формулою:

$$h_2 = \frac{\Delta V}{S} = \frac{V_k - V_k^2}{S}$$

де ΔV – різниця між необхідним та технічним об'ємом, м³; V_k^2 – обсяг кузова за технічною характеристикою, м³.

Практична робота № 6

Організація роботи точок польового навантаження торфу

Мета роботи: навчитися організовувати роботу точок польового навантаження торфу.

Порядок виконання роботи

Навантаження торфу на торфопідприємствах у вагони вузької колії здійснюється переважно грейферними кранами ПК-3, ПК-3М і КПП-1, фронтальними навантажувачами ХТА-200-06 або іншими, створеними на базі трактора Т-150К. Організація роботи включає комплекс заходів щодо забезпечення найбільшої продуктивності точки вантаження. Вихідні дані наведені в додатку Б, таблиці Б.3. Вантажні крани є машинами циклічної дії. Тривалість робочого циклу змінюється залежно від кута повороту платформи крана і висоти підйому та опускання грейфера. На тривалість циклу також впливають розміри поперечного перетину штабеля, тип вагонів, розташування вантажних шляхів відносно штабелів, тип вантажних кранів і грейферів тощо.

Оскільки операції повороту платформи і підйому та опускання грейфера зазвичай поєднуються, і середній час повороту платформи, як правило, більше часу підйому та опускання, тривалість циклу може визначитися середньозваженим часом повороту платформи і часом виконання інших операцій циклу, визначених хронометражем.

Середньозважений час повороту платформи крана (середній час повороту платформи в процесі навантаження складальної одиниці) визначається за формулою:

$$t_{нов} = \frac{60 \cdot \varphi}{360 \cdot N_{нов}} + t_p + t_3 = \frac{\varphi}{6 \cdot N_{нов}} + t_p + t_3, \text{ с}$$

де $N_{нов}$ – число поворотів платформи крана за хвилину; t_p і t_3 – додатковий час на розгін на початку повороту і уповільнення в кінці повороту, $t_p = t_3 = 2\text{с}$; φ – середньозважений кут повороту вантажного крана, град.

Для визначення середньозваженого кута повороту вантажного крана будемо схему встановлення вантажного крана, що забезпечує вантаження торфу зі всієї ширини штабелю $B_{ум}$ (рис. 6.1.).

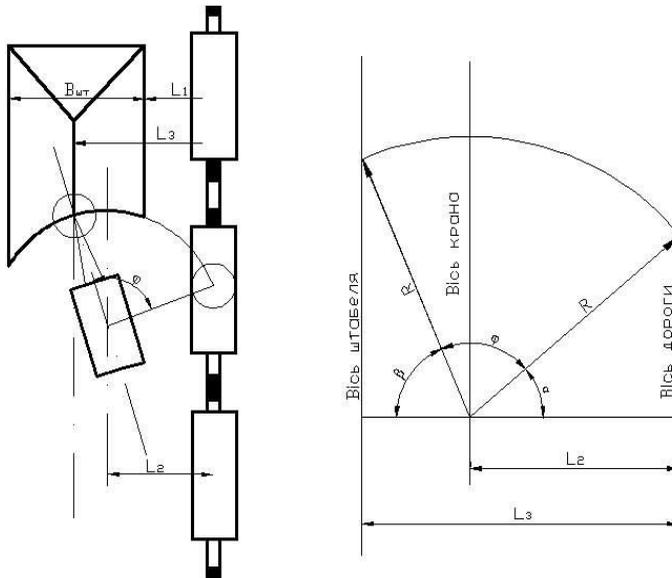


Рис. 6.1. Схема встановлення навантажувального грейферного крана.

Вантажний шлях повинен укладатися на відстані $l_1 \geq 3$ м від підшви штабелю. Установка вантажного крана має забезпечувати навантаження торфу з усієї ширини штабелю, тобто повинна виконуватись умова:

$$2 \cdot R \geq B_{шт} + l_1$$

де R – робочий виліт стріли вантажного крана, м;

З іншого боку, кран повинен знаходитися за межами габариту наближення будівель, тобто

$$R \geq l_2 \geq l_{об} + l_к$$

де $l_{об}$ – габарит наближення будівель, 1,925 м; $l_к$ – відстань від заднього кута платформи до осі її обертання, м.

Відстань від осі шляху до осі штабеля

$$l_3 = \frac{B_{шт}}{2} + l$$

Середньозважений кут повороту (див. рис. 6.1.)

$$\varphi = 180^\circ - (\alpha + \beta) \text{ де } \alpha = \arccos \frac{l_2}{R} \quad \beta = \arccos \frac{l_3 - l_2}{R}$$

Практична робота № 7

Розрахунок залізничного транспорту

Мета роботи: навчитися здійснювати розрахунок залізничного кар'єрного транспорту.

Завдання:

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Згідно задач зробити розрахунок наступних параметрів:
 - Припустимо по зчепленню масу вантажного потягу та кількість вагонів у составі;
 - Визначити час рейсу локомотивного составу та кількість ковшів які можливо завантажити в один вагон.

Теоретичні відомості

Залізничний кар'єрний транспорт являє собою комплекс, який об'єднує основні та допоміжні види залізничного обладнання кар'єрів та включає в себе залізничну колію, рухомий склад, засоби для управління, обслуговування обладнання та ремонту.

Перевагами кар'єрного залізничного транспорту є його надійність у роботі, порівняно мала залежність від погодних умов та низька собівартість перевезень, великий термін служби обладнання, можливість транспортування на великі відстані, надійність. Серед недоліків основним є порівняно висока капіталоємність.

Задача 1. За вихідними даними здійснити розрахунок кількості вагонів у составі, визначивши припустимо по зчепленню масу вантажного потягу за умовою сталого руху та зрушенні на керівному підйомі.

Вихідні дані: маса локомотиву – $372+B$ т., коефіцієнт зчеплення при сталому русі – 0,22, коефіцієнт зчеплення при зрушенні – 0,35, основний питомий опір вантажного потягу – 2,5 Н/кН, додатковий питомий опір руху від кривих, що враховують при наявності заокруглення на ділянці розрахункового підйому, за умовою сталого руху вважати рівними нулю, через відсутність кривих на керівному підйомі, додатковий питомий опір руху через наяву криву, що враховують при наявності заокруглення на ділянці розрахункового підйому за умовою зрушення $4 - N/kH$, керівний

підйом виїзної траншеї - 45 %, маса тари вагона – 40+В т., коефіцієнт використання вантажопідйомності – 0,73, номінальна вантажопідйомність вагона – 60+В т.

В-номер варіанту.

Формули для розрахунку:

Визначаємо припустиму по зчепленню масу вантажного потяга, за умовою зрушення його по керівному підйомі виїзної траншеї:

$$m_{n.z.} = \frac{m_l \cdot 1000 \cdot \psi}{w_{o.z.} + w_{k.p.} + i_p}, \text{ т.}$$

де m_l – маса локомотиву; ψ - коефіцієнт зчеплення при сталому русі; $w_{o.z.}$ - основний питомий опір вантажного потягу; $w_{k.p.}$ - додатковий питомий опір руху від кривих, що враховують при наявності заокруглення на ділянці розрахункового підйому, i_p - керівний підйом виїзної траншеї.

Визначаємо припустиму по зчепленню масу вантажного потяга, за умовою сталого руху його по керівному підйомі виїзної траншеї:

$$m_{n.z.} = \frac{m_l \cdot 1000 \cdot \psi}{w_{o.z.} + w_{k.p.} + i_p + 108a_o}$$

де ψ - коефіцієнт зчеплення при зрушенні, a_o - розрахункове прискорення при зрушенні потяга ($0,05\text{м/с}^2$)

Виходячи з двох значень маси вантажного потягу, визначених у попередніх формулах, до наступного розрахунку приймається менше і по ньому здійснюється розрахунок припустимої по зчепленню кількості вагонів:

$$Z = \frac{m_{n.z.} - m_l}{m_o + k_z m_n}$$

де m_o - маса тари вагона; k_z - коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Задача 2. За вихідними даними визначити кількість ковшів для завантаження одного вагону, час завантаження потягу та час рейсу.

Вихідні дані:

Час навантажування потягу: кількість вагонів у составі – 10+В, час одного циклу екскавації – 33 с., коефіцієнт заповнення ковша 0,93, місткість ковша – 8 м³, коефіцієнт використання вантажопідйомності -0,89, загальний час руху потягу на перегоні ділянок – 20+В хв., час розвантаження потягу – 21 хв., час затримок у шляху на постах та станціях, час на зміну напрямку руху 10+В.

$$t_{зав} = \frac{z \cdot n_{к.е.} \cdot t_{ц}}{60}, \text{ хв}$$

де z – кількість вагонів у составі, t_ц- час одного циклу екскавації с., n_{к.е.}-кількість ковшів екскаватора для завантаження одного вагону:

$$n_{к.е.} = \frac{k_z \cdot m_{н.}}{k_3 \cdot V_{к.е.} \cdot \rho}$$

де k_з – коефіцієнт заповнення ковша, V_{к.е.}- місткість ковша м³, ρ – щільність гірничої маси в насипці т/м³

Час рейсу:

$$T = t_{рух} + t_{зав} + t_{розв} + t_{оч}, \text{ хв}$$

де t_{рух} - загальний час руху потягу на перегоні ділянок хв., t_{розв} - час розвантаження потягу хв., t_{оч} - час затримок у шляху на постах та станціях, час на зміну напрямку руху хв.

Практична робота № 8

Схеми залізничних колій торфопідприємства

Мета роботи: складання схем залізничних колій на торфопідприємства.

Порядок виконання роботи

Розташування залізничних колій торфопідприємств усередині масивів повинно найкращим чином задовольняти вимогам зручності:

1. Подачі порожніх вагонів під вантаження торфу з польових складальних одиниць;
2. Обміну на точках вантаження раніше поданих і завантажених вагонів на порожні вагони, що подаються;
3. Вантаження торфу у вагони з польових складальних одиниць;

4. Виведення завантажених вагонів з точок вантаження до приймальних пристроїв споживачів торфу або на пункти перевантаження торфу з вагонів вузької колії у вагони нормальної колії.

Внутрішньо масивні шляхи для під'їзного руху з метою зменшення зайняття корисної площі торфових масивів слід проектувати по межах торфового покладу і по межах технологічних майданчиків.

Для спрощення, прискорення і здешевлення укладання всіх тимчасових шляхів, що перекладаються, слід прагнути до якомога меншої кількості перетинів цими шляхами каналів осушувальної мережі, а якщо перетин відбувається, то має бути під прямим кутом до цих каналів.

Є характерні схеми розташування усередині масивів основних постійних шляхів (рис. 8.1): тупикова (а), кільцева (б) і комбінована (в).

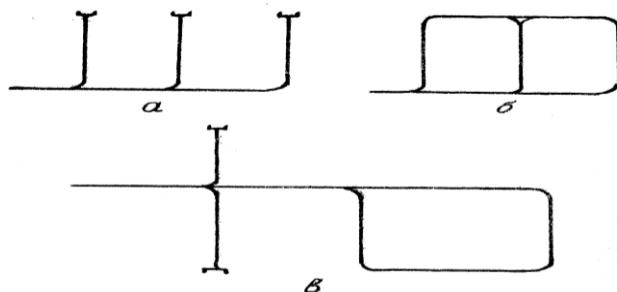


Рис. 8.1. Схеми постійних колій

Схеми залізничних колій усередині масивів визначаються способом видобутку, сушіння і, головне, способом збирання торфу, а також типом і розташуванням в межах торфового масиву осушувальної системи.

Нижче наводяться схеми внутрішньо масивних шляхів при різних способах видобутку торфу (рис. 8.2): при фрезерному способі видобутку торфу і збиранні машинами МТФ-43А та МТФ-44, (а), перевалочними машинами (б), екскаваторному способі видобутку (в).

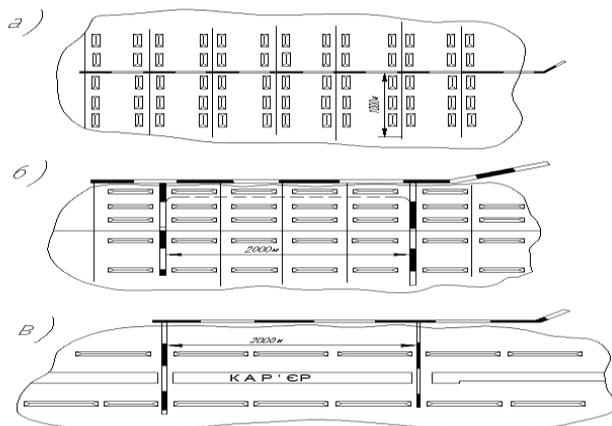


Рис. 8.2. Схеми внутрішньо масивних шляхів

Відстань між постійними шляхами – стояками повинна бути, як правило, 2-3 км, відповідно до розмірів і конфігурації виробничих полів видобутку торфу. Відстань між обмінними роз'їздами на постійних внутрішньо масивних шляхах приймається 1-1,5км.

Практична робота № 9

Розрахунок найкоротших відстаней для перевезення вантажів

Мета роботи: навчитися розраховувати найкоротшої відстані для перевезення вантажів.

Порядок виконання роботи

Перед розрахунками необхідно нанести на карту місце розташування відправників і споживачів вантажу, а також АТП. Схема транспортної мережі гірничого підприємства представлена на додатку Б, рисунок Б.1.

Далі складають моделі (схему) транспортної мережі, яка є графічним зображенням основних шляхів сполучення між учасниками транспортного процесу з позначенням найкоротшої відстані між сусідніми пунктами. Для побудови моделі при необхідності ввести транспортні вузли на насичених перехрестях, їх

також позначають номерами, а кількість не повинна перевищувати за підсумком – двадцять п’ять (додаток Б, рисунок Б.1.).

Відстань по ланці транспортної моделі вимірюють за картою гірничого підприємства згідно з наявною транспортною мережею. Для вимірювання відстані використовують курвіметр або лінійку.

Результати вимірювань та обчислень записуємо в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Матриця найкоротших відстаней між відправниками А та споживачами В вантажів, км

Відправники вантажу	Споживачі вантажу							
	A ₁	A ₂	...	B ₁	B ₂	B ₃	...	B _n
A ₁								
A ₂								
...								
B ₁								
B ₂								
B ₃								
...								
B _n								

Практична робота № 10

Розрахунок основних параметрів стрічкового конвеєра загального призначення

Мета роботи: навчитися розраховувати основні параметри стрічкового конвеєра.

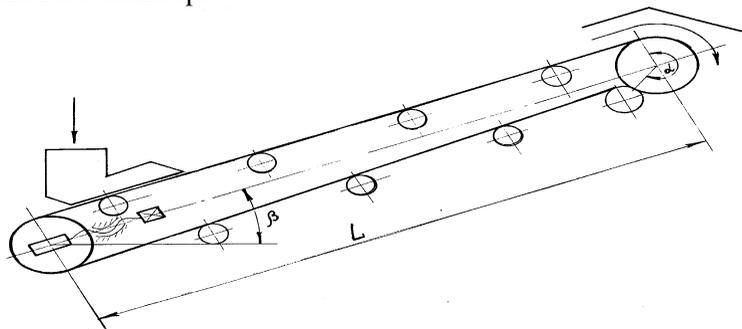


Рис. 2.1. Схема стрічкового конвеєра

Вихідні дані: продуктивність конвеєра, Π , т/год; швидкість транспортування, V , м/с; довжина конвеєра L , м; кут нахилу, β , градуси; загальний опір руху стрічки, W , H ; максимальний розмір кусків, a , м; відстань між роликкооперами на верхній гілці, $L_{в.з}$, м. Значення згідно порядкового номера беремо в додатку А, таблиця А.4. Поверхня барабану – сталь, кут обхвату (θ) 240 градуси; транспортований матеріал – щебінь, умови роботи важкі.

Порядок виконання роботи

1. Визначаємо необхідну ширину стрічки, м:

$$B = 1,1(\sqrt{\Pi / (\kappa_n v \rho \kappa_e)} + 0,05),$$

де Π – продуктивність конвеєра, т/год; v – швидкість стрічки, м/с; ρ – щільність матеріалу, що транспортується, т/м³; κ_n – коефіцієнт, що враховує площу перерізу вантажу на стрічці, приймаємо 470; κ_e – коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності від нахилу конвеєра приймаємо 0,9.

2. Перевіряємо ширину стрічки за кускуватістю, м:

$$B_k \geq X \cdot a + 0,2$$

де X – коефіцієнт крупності вантажу (приймають для сортового вантажу $X = 3,5$; для рядового – $X = 2,5$), X приймаємо рівним 2,5; a – максимальний лінійний розмір кусків вантажу, м.

3. Більше із значень ширини стрічки (B чи B_k) округлюємо до найближчого із нормального ряду: 0,8, 1, 1,2, м.

4. З вихідних даних беремо відстань між роликкооперами на верхній гілці $L_{в.з}$ і визначаємо її на нижній $L_{н.з}$, м:

$$0,2 \dots 2,5 \cdot L_{в.з} \leq L_{н.з} \leq 3,5$$

5. Розраховуємо лінійну силу тяжіння вантажу, що транспортується, Н/м:

$$q_B = g\Pi / (3,6v),$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

6. Висота підйому вантажу конвеєром (вертикальна проекція),

$$H = L \cdot \sin \beta$$

7. Довжина горизонтальної проекції конвеєра, м:

$$L_a = L \cdot \cos \beta$$

8. Визначаємо потужність двигуна приводу конвеєра, кВт:

$$N = W \nu_{\kappa_{зан}} / (1000 \eta_0)$$

де η_o – загальний коефіцієнт корисної дії механізмів приводу, ($\eta_o = 0,8 \dots 0,9$); $\kappa_{зан}$ – коефіцієнт запасу, ($\kappa_{зан} = 1,23 \dots 1,25$):
 Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

№ п/п	Параметри конвеєра	Одиниц і виміру	Значення
1	Ширина стрічки	м	
2	Відстань між роликоопорами на нижній гілці	м	
3	Лінійну силу тяжіння транспортованого вантажу,	Н/м:	
4	Вертикальна проекція	м	
5	Довжина горизонтальної проекції конвеєра	м	
6	Потужність двигуна	кВт	

Практична робота № 11

Розрахунок скребкового конвеєра

Мета роботи: навчитися розраховувати основні показники скребкового конвеєра.

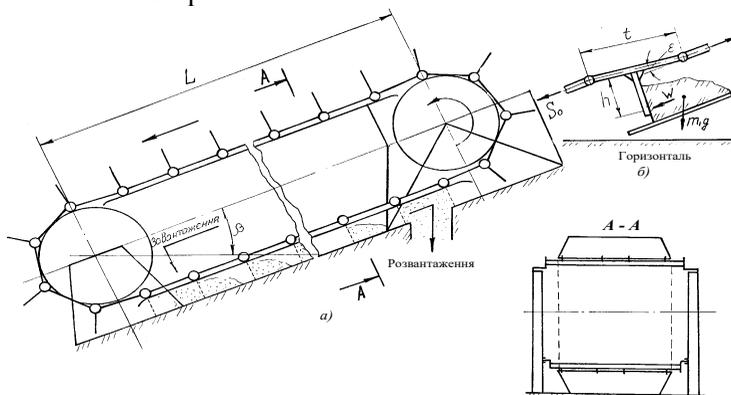


Рис. 11.1. а) Схема скребкового конвеєра;
 б) схема зусиль, що діють на скребок.

Вихідні дані:

Продуктивність конвеєра Π , т/год; довжина конвеєра L , м; кут нахилу β , град; швидкість транспортування V , м/с; транспортований матеріал (кам'яне вугілля); максимальний розмір кусків a , мм. Значення відповідно до варіанту беремо з додатка Б, таблиці Д. 2.

Порядок виконання роботи

1. Визначаємо робочу висоту жолоба конвеєра (рисунок) (висота шару вантажу), м:

$$h_{жс} = \sqrt{\Pi / (3600 \cdot K_{жс} \cdot V \cdot \rho \cdot C_3 \cdot \psi)},$$

де Π – продуктивність конвеєра, т/год; $K_{жс}$ – коефіцієнт співвідношення ширини ($B_{жс}$) і висоти ($h_{жс}$) жолоба ($K_{жс} = 2 \dots 4$); v – швидкість руху скребка, м/с; ρ – щільність матеріалу, $\rho = 1,2$ т/м³; ψ – коефіцієнт заповнення жолоба (для легкосипучих вантажів $\psi = 0,5 \dots 0,6$; для поганосипучих, кускових вантажів $\psi = 0,7 \dots 0,8$); $\psi = 0,6$; C_3 – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра ($0 \leq \beta \leq 15$, $C_3 = 0,85$; $15 \leq \beta \leq 30$, $C_3 = 0,95$).

Конструктивну висоту скребачки (h_k) приймаємо на $0,025 \dots 0,03$ м більшою за висоту жолоба $h_{жс}$ у відповідності з рекомендованим рядом: 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400 мм.

Остаточну висоту жолоба ($h_{жс}$) встановлюємо по прийнятому з нормального ряду значенню h_k , тобто:

$$h_{жс} = h_k - (25 \dots 30 \text{ мм})$$

2. Обчислюємо ширину жолоба, м:

$$B_{жс} = K_{жс} \cdot h_{жс},$$

Конструктивну ширину скребка (B_k) вибираємо за розрахунковою шириною жолоба ($B_{жс}$) з урахуванням необхідного зазору (від 10 до 30 мм) між ними і уточнюємо з існуючим нормальним рядом: 200; 250; 320; 400; 500; 650; 800; 1000; 1200 мм. Остаточну ширину жолоба ($B_{жс}$) встановлюємо за прийнятим з нормального ряду значення B_k , тобто:

$$B_{жс} = B_k + (10 \dots 30),$$

3. Отримані ширину жолоба ($B_{жс}$) і крок розташування скребків (a_c) перевіряємо за гранулометричним складом вантажу, виходячи з найбільш типового розміру кускуватості:

$$B_{жс} \geq X_c \cdot a; \quad a_c \geq 1,5 \cdot a$$

де a – максимальний розмір кусків; X_c – коефіцієнт, що залежить від типу вантажу (для одноланцюгових конвеєрів відповідно при сортованому $X_c = 5 \dots 7$ і рядовому $X_c = 3 \dots 3,5$): $X_c = 7$;

Крок скребачок рекомендується приймати у межах, м:

$$a_c = (2 \dots 4) h_c$$

4. Прийняті геометричні параметри жолоба і скребачки заносимо до табл. 11.1:

Таблиця 11.1

Довжина конвеєра, м	Кут нахилу, град	Висота жолоба, м	Ширин а жолоба, м	Висота скребачк и, м	Ширина скребка, м

5. Уточняємо продуктивність конвеєра (за даними з табл. 11.1), т/год:

$$P = 3600 \cdot B_{жс} \cdot h_{жс} \cdot \psi \cdot C_3 \cdot \rho \cdot v,$$

6. Обчислюємо необхідний попередній натяг тягового елемента, Н:

$$S_0 \geq q_0 \cdot h \cdot ctg \varepsilon \cdot (\omega_0 \cos \beta + \sin \beta) \cdot \frac{a_c}{t},$$

де q_0 – лінійна сила тяжіння вантажу, Н/м; h – висота прикладення сили опору руху вантажу ($h = 0,8 \cdot h_c$ – для сипучих вантажів), м; ε – кут відхилення ланки ланцюга ($\varepsilon \leq 2 \dots 3^0$): $\varepsilon = 2$, $ctg \varepsilon = -0,45766$; t – крок ланки ланцюга (рекомендовані кроки пластинчастих каткових ланцюгів, які є тяговим елементом конвеєра: 160; 200; 250; 315; 400 мм), м; ω_0 – коефіцієнт опору руху вантажу, $\omega_0 = 0,6$;

$$q_0 = 1,73 \frac{P}{V}$$

7. Обчислюємо лінійну силу тяжіння ходової частини конвеєра (ланцюгів і скребків), Н/м:

$$q_0 \approx K_c \cdot B_c,$$

де K_c – емпіричний коефіцієнт (для одноланцюгових конвеєрів $K_c = 900 \dots 1200$): $K_c = 1000$; B_c – ширина скребка, м.

8. Визначаємо загальний опір руху тягового елемента, Н;

$$W = 1,05 \cdot [S_0 + (\omega_0 \cdot q_0 + q_0 \cdot \omega_0) L_x + (q_0 + q_0) \cdot H],$$

де ω_0 – коефіцієнт опору руху ходової частини, $\omega_0 = 0,045$; L_x – горизонтальна проекція довжини конвеєра, м:

$$L_x = L \cdot \cos \beta,$$

H – довжина вертикальної проекції конвеєра, м:

9. Визначаємо потрібну потужність електродвигуна привода, кВт:

$$N \geq \frac{W}{0.8},$$

де η_0 – загальний ККД механізмів приводу ($\eta_0 = 0,75 \dots 0,8$);

10. Визначаємо розрахункове зусилля діюче на один ланцюг, кН:

$$S_{\lambda} = W / C_n,$$

де C_n – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між тяговими ланцюгами (при одному ланцюзі $C_n = 1$; при двох – $C_n = 1,6 \dots 1,8$).

11. Обчислюємо необхідне розривне навантаження ланцюга, кН:

$$S_p \geq S_{\lambda} \cdot n,$$

де n_3 – запас міцності ланцюга ($n_3 = 6 \dots 7$ – для горизонтальних конвеєрів; $n_3 = 8 \dots 10$ – для конвеєрів, які мають похилі ділянки траси; $n_3 = 10 \dots 13$ – для ланцюгів, які працюють на підвісних конвеєрах); $n_3 = 10$.

Практична робота № 12

Розрахунок шахтного електровозного транспорту

Мета роботи: навчитися розраховувати основні показники шахтного електровозного транспорту.

Завдання:

1. Опрацювати теоретичні відомості.
2. Згідно задач зробити розрахунок наступних параметрів:
 - змінну та місячну продуктивність електровоза;
 - витрату енергії за рейс;
 - питому витрату електроенергії на один тонно-кілометр та змінну витрату енергії.

Теоретичні відомості

Електровоз це локомотив, який приводиться в рух тяговими електродвигунами. В свою чергу електродвигуни живляться електричним струмом від контактної мережі.

В гірничій промисловості електровози діляться на два типи:

- кар'єрні – які призначені для використання на гірничих підприємствах середньої потужності. Переважно використовуються на кар'єрах рудних і кар'єрах будівельних матеріалі, а також при видобуванні вугілля відкритим способом;
- шахтні - промислові електровози, які призначені для використання на підземних шляхах шахт і рудників.

Усі електровози призначені для транспортування вагонеток з вантажем, матеріалами, людьми.

Тонно-кілометр – це одиниця виміру, яка застосовується при розрахунку перевезення вантажів та об'єднує два значення: кількість тонн вантажу і відстань в кілометрах.

Дійсна змінна продуктивність рейсового електровоза при вивозі планового вантажопотоку, $T \cdot \text{км}$:

$$A_{зм.рейс} = \frac{\sum_i (Q_{зм,i} + Q_{зм,пi}) l_i}{n_{л.рейс}}, T \cdot \text{км}$$

де $Q_{зм}$ - змінна продуктивність, т., $Q_{зм,п}$ - змінний вантажопотік п навантажувального пункту, т., l - шлях, км., $n_{л.рейс}$ - кількість рейсових електровозів.

Розрахункова місячна продуктивність рейсового електровоза, т · км:

$$A_{міс.рейс} = A_{зм.рейс} \cdot n_{д.з.} \cdot n_{р.д.}$$

де $n_{д.з.}$ та $n_{р.д.}$ - кількість відповідно добових змін і робочих днів на місяць.

Отримане значення місячної продуктивності порівнюють з досягнутим рівнем продуктивності шахтних електровозів та при незадовільних результатах порівняння вишукують шляхи підвищення технічних показників.

Витрата енергії за рейс на шинах змінного струму перетворювальної підстанції для живлення зарядних пристроїв визначається за формулою:

$$a_{ч.п} = \frac{a_{ч.к}}{\eta_{л} \eta_{ен} \eta_{з.у.}}, \text{кВт} \cdot \text{год}$$

$a_{ц.к}$ - витрата електроенергії за цикл кВт·год, η_l - ККД електровоза ($\eta_l = 0,5 \dots 0,6$), $\eta_{ен}$ - енергетичний ККД тягової батареї, $\eta_{з.у.}$ - ККД зарядного пристрою ($\eta_{з.у.} = 0,85 \dots 0,92$).

Питома витрата енергії на шинах змінного струму перетворювальної підстанції, віднесена до одного тонно-кілометра нетто:

$$a_{н.ит} = \frac{a_{ц.л}}{Z m_{np} l_1}, \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{т} \cdot \text{км})$$

де Z - кількість вагонів, m_{np} - зведена вантажопідйомність, т.

Змінна витрата енергії: на магістральному транспорті

$$A_{з.м.м} = a_{н.ит} \cdot \sum (Q_{з.м.і} + Q_{з.м.пі}) l_i, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де $\sum (Q_{з.м.і} + Q_{з.м.пі})$ - сумарна транспортна робота по всіх маршрутах горизонту, т·км.

Загальні змінні витрати енергії:

$$A_{з.м} = A_{з.м.м} + A_{з.м.д}, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Задача 1. Знаючи що змінна продуктивність шахтного електровозу становить $1500 + (3 \cdot V)$ т., змінний вантажопотік становить $350 + V$ т., шлях який проходить електровоз становить 1,5 км., а кількість рейсових електровозів становить 15 штук. Визначити дійсну продуктивність шахтного електровозу знаючи та його місячну продуктивність при умові, що підприємство працює у 2 зміни 24 дні на місяць.

Задача 2. Визначити витрату енергії за рейс, питому витрату енергії, та змінну витрату енергії електровозу на шинах змінного струму перетворювальної підстанції для живлення зарядних пристроїв, за умови що енергетичний ККД тягової батареї становить 0,45, витрата електроенергії за цикл - $6 \dots 10$ кВт·год, кількість вагонів електровозу $15 + V$, зведена вантажопідйомність 2,53, змінна продуктивність шахтного електровозу становить $1700 + (3 \cdot V)$ т., змінний вантажопотік становить $310 + V$ т., шлях який проходить електровоз становить 1,99 км., витрати енергії допоміжних електровозів становлять 87 кВт·год.

ДОДАТКИ
Додаток А

Таблиця А.1

Відстань між вантажними пунктами

Варіант	Довжина ділянки		
	<i>АБ</i>	<i>БВ</i>	<i>ВГ</i>
1	10	27	10
2	11	30	16
3	15	22	20
4	13	23	14
5	14	24	25
6	18	26	11
7	19	25	13
8	14	29	15
9	17	20	18
10	13	21	17
11	16	28	13
12	15	33	11
13	13	29	14
14	19	31	22
15	16	30	21
16	13	27	24
17	20	23	11
18	21	28	13
19	17	26	16
20	13	19	17
21	16	30	15
22	12	24	13
23	17	22	16
24	11	31	14
25	18	29	19
26	15	25	17
27	13	21	22
28	11	32	11
29	13	20	25
30	15	22	21

Додаток А

Таблиця А.2

Добова кореспонденція вантажу в напрямку АГ, т

Варіант	Напрямки					
	із А в Б	із А в В	із А в Г	із Б в В	із Б в Г	із В в Г
1	176	110	120	130	120	140
2	164	125	95	131	121	145
3	145	124	110	133	122	154
4	158	115	95	136	124	152
5	185	119	93	134	126	153
6	169	130	121	138	127	157
7	175	124	111	139	128	158
8	179	126	98	140	129	159
9	165	130	92	142	123	156
10	179	117	96	144	130	164
11	158	129	115	146	131	163
12	177	116	95	145	132	162
13	174	122	93	147	134	168
14	186	121	99	149	135	167
15	198	112	101	146	136	169
16	160	124	117	150	137	172
17	156	118	103	152	138	173
18	145	113	98	154	139	175
19	185	123	93	155	125	176
20	159	117	120	156	129	174
21	147	125	117	158	124	179
22	169	127	98	159	136	176
23	185	111	93	160	139	180
24	178	118	94	162	120	184
25	168	119	114	166	127	185
26	198	126	118	164	128	186
27	187	114	107	168	136	183
28	198	117	103	169	134	187
29	188	121	96	171	132	189
30	178	117	97	173	138	188

Додаток А

Таблиця А.3

Добова кореспонденція вантажу в напрямку ГА, т

Варіант	Напрямки					
	<i>із Г в В</i>	<i>із Г в Б</i>	<i>із Г в А</i>	<i>із В в Б</i>	<i>із В в А</i>	<i>із Б в А</i>
1	188	121	96	171	132	189
2	173	117	97	173	138	188
3	192	117	103	169	134	187
4	198	126	118	164	128	186
5	168	119	114	166	127	185
6	178	118	94	162	120	184
7	187	114	107	168	136	183
8	187	111	93	160	139	180
9	147	125	117	158	124	179
10	167	127	98	159	136	176
11	186	123	93	155	125	176
12	145	113	98	154	139	175
13	155	117	120	156	129	174
14	156	118	103	152	138	173
15	160	124	117	150	137	172
16	191	112	101	146	136	169
17	174	122	93	147	134	168
18	183	121	99	149	135	167
19	179	117	96	144	130	164
20	151	129	115	146	131	163
21	177	116	95	145	132	162
22	171	126	98	140	129	159
23	175	124	111	139	128	158
24	169	130	121	138	127	157
25	165	130	92	142	123	156
26	148	124	110	133	122	154
27	185	119	93	134	126	153
28	159	115	95	136	124	152
29	164	125	95	131	121	145
30	176	110	120	130	120	140

Додаток А

Таблиця А.4

Варіант	Π , т/год;	V , м/с	L , м	β , градуси	W, H	a , м	$L_{в.з.}$, м
1	180	1,3	60	10	25574,97	0,1	1,1
2	140	1,35	61	11	25589,36	0,19	1,15
3	150	1,4	62	12	25689,48	0,2	1,2
4	185	1,5	63	13	24697,34	0,25	1,3
5	190	1,1	64	14	25569,75	0,23	1,25
6	200	1,8	65	15	25691,13	0,3	1,35
7	145	1,6	66	16	26125,93	0,35	1,4
8	170	1,3	67	17	25824,21	0,23	1,25
9	165	1,2	68	18	25743,32	0,19	1,1
10	185	1,65	69	19	25697,38	0,18	1,35
11	150	1,45	70	20	25784,28	0,17	1,3
12	190	1,1	71	21	25348,54	0,2	1,25
13	165	1,35	72	22	25931,58	0,21	1,1
14	185	1,6	73	23	25223,34	0,22	1,2
15	170	1,55	74	24	24986,36	0,23	1,3
16	160	1,8	75	25	25897,15	0,24	1,4
17	140	1,3	76	26	25447,58	0,25	1,5
18	145	1,4	77	27	25654,48	0,26	1,15
19	135	1,2	78	28	25963,14	0,27	1,25
20	165	1,6	79	29	25784,34	0,28	1,35
21	160	1,0	80	30	25716,95	0,29	1,45
22	200	1,1	81	19	24684,15	0,30	1,3
23	205	1,8	82	18	25451,38	0,31	1,4
24	210	1,45	83	17	25993,48	0,32	1,5
25	230	1,6	84	16	26584,62	0,33	1,25
26	190	1,55	85	15	25634,55	0,36	1,55
27	150	1,2	86	13	25713,28	0,25	1,45
28	175	1,5	87	20	29461,14	0,19	1,15
29	160	0,9	88	21	25733,51	0,26	1,05
30	170	1,15	89	22	25693,14	0,3	1,1

Додаток А

Таблиця А.5

Варіант	Річний обсяг перевезень кам'яного вугілля, $Q_{річ}$, млн. т	Відстань перевезень залізницею, L_m^3 , км
1	10,0	520
2	8,0	630
3	12,0	720
4	13,0	820
5	14,0	930
6	15,0	830
7	16,0	960
8	17,0	1000
9	18,0	440
10	19,0	560
11	5,0	200
12	6,0	380
13	7,0	850
14	9,0	600
15	11,5	400
16	12,8	600
17	13,4	380
18	9,9	1100
19	10,5	1200
20	12,4	1300
21	15,5	670
22	8,5	570
23	18,5	510
24	19,5	340
25	20,0	520
26	21,0	350
27	7,0	890
28	7,5	990
29	8,5	810
30	9,0	965

Додаток А

Таблиця А.6

Характеристика навалочних і насипних вантажів

Варіант	Назва вантажу	Об'ємна маса, т/м ³	Відстань рівня вантажу від верхнього краю борта, мм	Кут природного укошу, градуси		Автомобіль		
				при русі	у стані покою	Марка (модель)	Вантажність, т q_y	Розміри кузова, мм
1	Вугілля буре	0,72	100	27	34	ГАЗ-3302	1,5	3700x2150x520
2	Торф сухий	0,35	45	35	42	ГАЗ-52-07	2,5	3740x2170x543
3	Кокс вугільний	0,49	49	39	33	ГАЗ-3307	3,5	3740x2170x610
4	Кокс газовий	0,39	50	23	38	ГАЗ-53-07	4,0	3740x2170x650
5	Кокс рудничний	0,39	70	27	36	ГАЗ-53-27	4,0	3740x2170x680
6	Кокс торфовий	0,30	95	30	37	УАЗ-3303	0,8	2600x2044x425
7	Вугілля буре	0,8	95	28	35	Зіл-3301	3,0	2560x2110x5

								00
8	Торф сухий	0,38	60	36	43	Зіл-431410	6,0	3750x2310x570
9	Кокс газовий	0,35	49	22	33	IVECO-Vagirus 380	22,0	7100x2610x720
10	Кокс вугільний	0,45	60	38	39	Зіл-431510	6,0	3750x2310x570
11	Кокс рудничний	0,41	65	28	33	Зіл-433100	6,0	3750x2310x570
12	Кокс торфовий	0,31	85	29	38	МАЗ-7310	21,0	7222x2648x707
13	Вугілля буре	0,65	105	29	36	МАЗ-53362	8,28	4860x2340x670
14	Торф сухий	0,34	55	37	44	МАЗ-53363	8,7	6260x2360x685
15	Кокс вугільний	0,39	45	37	38	КамАЗ-5320	8,0	5200x2320x680
16	Кокс газовий	0,43	55	21	37	КамАЗ-53212	10	6100x2320x500
17	Вугілля буре	0,78	110	30	37	КамАЗ-5315	8,22	5200x2320x680

Продовження таблиці А.5

18	Кокс торфовий	0,32	90	28	32	КамАЗ-5325	11,0 6	6260x2365x685
19	Вугілля буре	0,81	90	30	33	КрАЗ-255Б1	7,1	4565x2500x924
20	Кокс вугільний	0,54	55	36	36	Nissan Cabstar	1,9	3400x2180x460
21	Торф сухий	0,36	45	38	45	Mersedes Vario	5,0	3650x2250x470
22	Кокс рудничний	0,37	75	29	33	DAF 96 XF	7,0	3800x2360x470
23	Вугілля буре	0,66	115	31	38	MAN M 2000	7,2	3780x2300x520
24	Кокс газовий	0,43	54	20	35	Renault 25018	7,7	3910x2420x570
25	Кокс торфовий	0,33	50	27	36	Mersedes Benz	8,1	4010x2430x640
26	Кокс рудничний	0,48	55	30	31	ГАЗ-CA3-350701	4,25	3950x2280x550
27	Торф сухий	0,4	50	39	46	CA3-3508	3,7	3750x2270x500
28	Вугілля буре	0,79	85	32	39	CA3-3508-01	3,7	3650x2270x500
29	Кокс газовий	0,38	45	19	36	КрАЗ-260	9,0	5000x2520x102 5
30	Кокс вугільний	0,47	50	35	37	КамАЗ-55102	7,0	4425x2310x865

Додаток Б

Таблиця Б.1

Варіант	$l_M, \text{ м}$	$l_B, \text{ м}$	Q_{DM}	γ_c	q_{Φ_i}
1	56,6	33,96	177,6	0,41	5,9
2	57	34,2	178,5	0,42	6,0
3	57,5	34,5	178,9	0,43	6,1
4	58,5	35,1	180,1	0,44	6,2
5	58	34,8	183,6	0,45	5,8
6	59	35,4	183,6	0,46	6,3
7	59,5	35,7	184,5	0,47	5,7
8	60	36	184,9	0,48	6,4
9	60,5	36,3	185,1	0,49	5,6
10	61	36,6	185,4	0,40	6,0
11	61,5	36,9	185,8	0,50	6,3
12	62	37,2	185,9	0,51	5,9
13	62,5	37,5	190,0	0,52	5,7
14	63	37,8	177,5	0,53	6,4
15	63,5	38,1	177,7	0,54	6,5
16	64	38,4	177,8	0,55	6,9
17	64,5	38,7	189,3	0,56	7,0
18	65	39	186,3	0,57	5,9
19	65,5	39,3	186,5	0,58	5,5
20	66	39,6	186,9	0,59	5,6
21	66,5	39,9	187,3	0,60	5,7
22	67	40,2	187,6	0,39	5,8
23	67,5	40,5	187,8	0,61	5,9
24	68	40,8	188,2	0,38	6,0
25	68,5	41,1	188,5	0,62	6,1
26	69	41,4	188,6	0,37	6,2
27	69,5	41,7	188,8	0,63	6,3
28	70	42	189,6	0,36	6,4
29	70,5	42,3	189,8	0,64	6,5
30	71	42,6	188,9	0,37	6,6

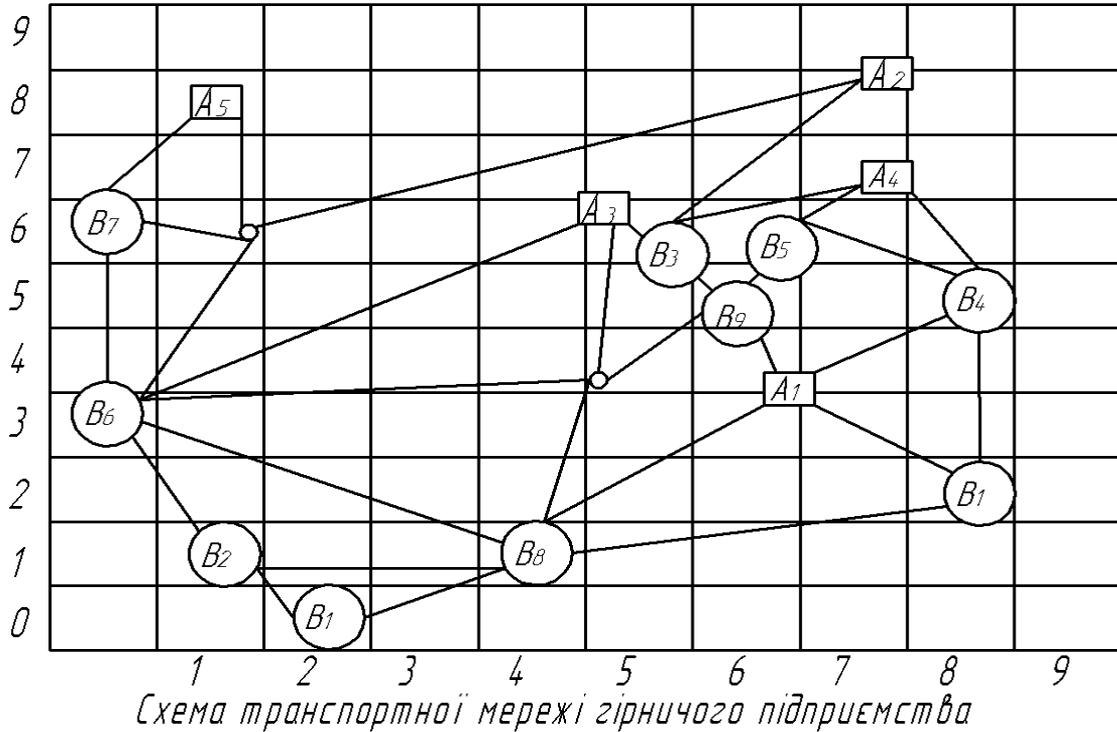
Додаток Б

Таблиця Б.2

Варіант	Π , т/год	L , м	β , град	V , м/с	a , мм
1	180	60	10	1,3	0,1
2	140	61	11	1,35	0,19
3	150	62	12	1,4	0,2
4	185	63	13	1,5	0,25
5	190	64	14	1,1	0,23
6	200	65	15	1,8	0,3
7	145	66	16	1,6	0,35
8	170	67	17	1,3	0,23
9	165	68	18	1,2	0,19
10	185	69	19	1,65	0,18
11	150	70	20	1,45	0,17
12	190	71	21	1,1	0,2
13	165	72	22	1,35	0,21
14	185	73	23	1,6	0,22
15	170	74	24	1,55	0,23
16	160	75	25	1,8	0,24
17	140	76	26	1,3	0,25
18	145	77	27	1,4	0,26
19	135	78	28	1,2	0,27
20	165	79	29	1,6	0,28
21	160	80	30	1,0	0,29
22	200	81	19	1,1	0,30
23	205	82	18	1,8	0,31
24	210	83	17	1,45	0,32
25	230	84	16	1,6	0,33
26	190	85	15	1,55	0,36
27	150	86	13	1,2	0,25
28	175	87	20	1,5	0,19
29	160	88	21	0,9	0,26
30	170	89	22	1,15	0,3

Додаток Б

Рисунок Б.1



Додаток Б

Таблиця Б.3

Технічна характеристика кранів

№ п.п	Показники	Крани	
		<i>КПТ - 1</i>	<i>МТТ - 16</i>
1.	Вантажопідйомність, кг	3000	3000
2.	Радіус дії стріли, м	10.5	10.5
3.	Швидкість:		
	підйом грейфера м/хв.	20	30
	швидкість пересування, км/год	0.78	1
	поворот кабіни крана, с ⁻¹	0.0417	0.0417
4.	Марка дизель-електричного двигуна	ДЄСМ-50	ДЄС-60М
5.	Потужність двигуна, кВт	79.4	73.5
6.	Сумарна потужність встановлених електродвигунів, кВт	56.8	-
7.	В тому числі двигун лебідки підтягування вагонів, кВт	4.5	-
8.	Маса без робочого обладнання, кг	22000	23000
9.	Середній тиск на ґрунт, кПа	23	23
10.	Основні розміри без стріли, мм:		
	довжина	6810	6950
	ширина	3770	3900
	висота	3900	3910
11.	Довжина стріли, м	13	13; 16.5; 20
12.	Тривалість робочого циклу (розрахункова), с	45	40
13.	Гусеничний хід, мм:		
	ширина	3770	3900
	довжина	5900	5880
14.	Ширина гусеничної стрічки, мм	1200	1200
15.	Максимальний радіус, описуваний ходовою частиною платформи, мм	4100	4010

Рекомендована література

1. Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Сорока В. С., Васильчук О. Ю. Транспортні системи гірничих підприємств. Рівне : НУВГП, 2018.
2. Транспортні системи гірничих підприємств (шахти та збагачувальні фабрики) : навчальний посібник / Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Марчук М. М., Сорока В. С., Васильчук О. Ю. Рівне : НУВГП, 2020. 157 с.
3. Маланчук З. Р., Гавриш В. С., Стріха В. А., Киричик І. М. Технології відкритої розробки корисних копалин. Рівне : НУВГП, 2013.
4. Маланчук З. Р., Боблях, С. Р. Геотехнології гірництва. Рівне : НУВГП, 2013.
5. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. Київ : Державтотрансдніпроект, 1998. 129 с.
6. Методичні вказівки до практичних робіт із навчальної дисципліни «Транспортні системи гірничих підприємств» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності 184 «Гірництво» денної та заочної форми навчання / Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Васильчук О. Ю., Оксенюк Р. Р. Рівне : НУВГП, 2021. 44 с.