

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет
"ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"



Б.Ю. Собко
В.В. Панченко
В.В. Лотоус
Д.В. Вінівітін

ОРГАНІЗАЦІЯ І ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ
(системний підхід)

Навчальний посібник для студентів спеціальності
"Гірництво"

Дніпро
2020

УДК 622.271:658.5(075.8)

О64

Рекомендовано Вченою радою Національного технічного університету "Дніпровська політехніка" як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (протокол № 4 від 27 квітня 2020 р.)

Рецензенти:

– Жуков С.О. – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри відкритих гірничих робіт

Криворізького національного університету;

– Четверик М.С. – д-р техн. наук, професор, завідувач відділу геомеханічних основ технологій відкритої розробки Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.

О64 Організація і планування відкритих гірничих робіт (системний підхід): навч. посіб. / Б.Є. Собко, В.В. Панченко, В.В. Лотоус, Д.В. Вінівітін; М-во освіти і науки України, НТУ "ДП". – Д : НТУ "ДП", 2020. – ... с.

ISBN 978-966-350-647-0

Навчальний посібник складається з двох частин: перша – лекційний модуль, друга – практичний модуль.

В лекційному модулі викладено загальну методологію організації та планування відкритих гірничих робіт, а в практичному – її реалізацію щодо конкретних технологічних процесів: сформульовані методичні вказівки та наведено приклади виконання типових розрахункових завдань. Вони призначені для використання на практичних заняттях, при виконанні індивідуальних завдань, курсових робіт та проектів і кваліфікаційних робіт.

Характерною особливістю матеріалу обох частин є його виклад з позицій системного підходу.

Навчальний посібник рекомендується студентам спеціальності 184 "Гірництво".

Його зміст відповідає діючій навчальній програмі з дисципліни "Організація і планування відкритих гірничих робіт", розробленій згідно зі стандартами вищої освіти НТУ "ДП".

ISBN 978-966-350-647-0

УДК 622.271:658.5(075.8)

© Б.Є. Собко, В.В. Панченко,
В.В. Лотоус, Д.В. Вінівітін,
2020

© НТУ "ДП", 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
ЧАСТИНА 1. МЕТОДОЛОГІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ (лекційний модуль)	
1. ВИХІДНІ ПОЛОЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ	6
1.1. Аналіз множини об'єктів планування і організації в практиці відкритих гірничих робіт.....	6
1.2. Методологічна основа планування і організації відкритих гірничих робіт.....	14
1.3. Системне визначення управління, планування і організації технологічних процесів	19
Питання і завдання для самоконтролю	22
2. ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ	24
2.1. Змістовна постановка загальної задачі планування	24
2.2. Можливі типи задач планування	26
2.3. Система планування технологічних процесів	29
2.3.1. Формування конкретного складу системи планування	29
2.3.2. Функціональна характеристика часових рівнів планування	31
2.4. Технологічні принципи планування	39
2.4.1. Принцип динамічності планування гірничих робіт	40
2.4.2. Принцип співрозмірного планування гірничих робіт на суміжних робочих уступах	41
2.4.3. Принцип співрозмірного планування пониження і посування гірничих робіт	43
2.4.4. Принцип циклічності планування гірничих робіт	45
2.5. Моделі і методи планування гірничих робіт	49
2.5.1. Традиційні (технологічні) моделі і методи	49
2.5.2. Математичні моделі і методи	54
2.5.3. Геоінформаційні моделі і методи	58
2.5.4. Системні моделі і методи	73
Питання і завдання для самоконтролю	76
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ	77
3.1. Завдання і принципи організації	77
3.2. Зміст і форми завдання організації	78
3.3. Організація підготовчих процесів	83
3.3.1. Організація буро-вибухових робіт	83

3.3.2. Організація розкриття та підготовки нових горизонтів	92
3.4. Організація відпрацювання виїмкових блоків	95
3.5. Організація переміщення гірничої маси	98
3.5.1. Організація переміщення гірничої маси залізничним транспортом	98
3.5.2. Організація переміщення гірничої маси автомобільним транспортом	102
3.6. Організація відвалоутворення (складування) гірничої маси	104
3.6.1. Організація відвалоутворення (складування) при доставці гірничої маси залізничним транспортм	104
3.6.2. Організація відвалоутворення (складування) при доставці гірничої маси автомобільним транспортм	109
3.6.3. Організація процесів перевантаження гірничої маси	113
Питання і завдання для самоконтролю	117
ЛІТЕРАТУРА ДО ЧАСТИНИ 1	119
ЧАСТИНА 2. ПРАКТИКУМ З ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ (методичні вказівки та приклади типових розрахункових завдань)	
1. Місячне планування розкривних робіт	122
1.1. Зміст завдання і методичні вказівки до його виконання	122
1.2. Приклад виконання завдання	125
2. Розробка організації відпрацювання виймального блоку	135
2.1. Зміст завдання і методичні вказівки до виконання	135
2.2. Приклад виконання завдання	136
3. Розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортм	148
3.1. Зміст завдання і методичні вказівки до виконання	148
3.2. Приклад виконання завдання	149
4. Розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси автомобільним транспортм	161
4.1. Зміст завдання і методичні вказівки до виконання	161
4.2. Приклад виконання завдання	162
5. Розробка організації роботи пункту перевантаження гірничої маси ...	173
5.1. Зміст завдання і методичні вказівки до виконання	173
5.2. Приклад виконання завдання	174
АЛФАВІТНО - ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	186

ПЕРЕДМОВА

Актуальність організації і планування відкритих гірничих робіт обумовлюється подоланням протиріччя між вимогами технологічного процесу збагачення щодо сталості об'ємно-якісних показників мінеральної сировини та їх природним випадковим розподілом в межах родовища. Саме коректні організаційно-планувальні заходи і допомагають визначити місця розташування та обсяги, терміни, послідовності відпрацювання певних виймальних блоків на всіх часових рівнях, що забезпечують необхідну стабілізацію параметрів вихідних рудопотоків. При цьому слід пам'ятати про аналогічні питання, що стосуються розкривних робіт.

Проблемність під час усунення протиріччя посилюється через післядію відкритих гірничих робіт: процес їх ведення в майбутньому залежить від фактичного виконання в минулому.

Очевидно, що в таких обставинах ефективне подолання труднощів можливе лише в разі наявності цілісної системи організації і планування, узгодженої на всіх часових рівнях та періодах за функціями й результатами. Її створення однозначно пов'язане із застосуванням системного підходу. У посібнику зроблено спробу його реалізації. Ба більше, цьому сприяло відсутність навчального видання з організації і планування відкритих гірничих робіт.

Запропонована книга значною мірою є результатом взаємодії фахівців Полтавського ГЗК і кафедри відкритих гірничих робіт НТУ “Дніпровська Політехніка” в рамках багаторічного Договору про науково-технічне співробітництво. Дякуємо інженерно-технічним працівникам гірничого цеху комбінату за можливість застосувати їх виробничий досвід і досягнення в практиці організації і планування гірничих робіт.

У виконанні розрахунків та оформленні рукопису брали участь магістри Л.В. Ткаченко, О.В. Шабатура, М.М. Сливенко та А.О. Отюський, котрим автори теж висловлюють свою вдячність.

З дозволу директора Групи підприємств КАІ доктора технічних наук М.В. Назаренка використано візуальні ілюстрації роботи програмного комплексу K-MINE – першої вітчизняної ГІС, ефективність якої підтверджено на багатьох гірничих підприємствах України, в т.ч. Полтавському ГЗК.

На думку авторів, навчальний посібник стане у пригоді не тільки бакалаврам та магістрам спеціальності “Гірництво”, але й науковцям, проєктантам, фахівцям-практикам.

Ми будемо вдячні усім слушним зауваженням та пропозиціям щодо змісту книги.

ЧАСТИНА 1. СИСТЕМНА ОРГАНІЗАЦІЯ І ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ

1. ВИХІДНІ ПОЛОЖЕННЯ СИСТЕМНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ

1.1 Аналіз множини об'єктів планування і організації в практиці відкритих гірничих робіт

Підходи до визначення об'єктів планування і організації відкритих гірничих робіт в практиці. Зміст планування і організації відкритих гірничих робіт визначається (неоднозначно) складом *об'єктів планування і організації*, що виділяються на конкретному кар'єрі.

У свою чергу, виділення самих об'єктів планування і організації теж носить *емпіричний*, характер, так як їх склад неоднозначно залежить від багатьох факторів: гірничо-геологічних умов, гірничо-технічних параметрів кар'єру, технології розробки, виробничої потужності і т.і. Ця залежність слабо піддається формальній оцінці, тому рішення щодо складу об'єктів планування і організації приймається в кожному конкретному випадку на основі суб'єктивного обґрунтування технічного персоналу діючого кар'єру. Як наслідок, на різних кар'єрах для подібних об'єктів, наприклад, для видобувних ділянок, зміст планування і організації роботи (методики, форми представлення даних), здебільшого, відрізняються.

Основна причина такої ситуації полягає в тому, що кар'єр є *динамічним природно-технологічним комплексом з мінливими конструктивними просторовими параметрами*.

В результаті, в практиці проектування відсутні будь-які регламентовані або рекомендовані (типові) варіанти раціональної множини об'єктів планування і організації відкритих гірничих робіт. Відповідно, відсутні і методики їх вибору. Проте, можна визначити ряд *емпіричних підходів* з формування таких варіантів, котрі застосовуються в практиці.

У всіх цих підходах в якості об'єктів планування і організації в кар'єрі розглядаються:

- технологічні процеси, наприклад, виймально-навантажувальні роботи;
- об'єкти виконання технологічних процесів (об'єкти, безпосередньо на / в яких технологічні процеси виконуються); наприклад, виїмкові блоки;
- об'єкти, що забезпечують або реалізують ці технологічні процеси (операції), наприклад, запаси корисних копалин, обладнання.

Самі відкриті гірничі роботи часто розглядаються як *узагальнений технологічний процес* в кар'єрі.

Перший підхід, є, по суті, класичним підходом економічної теорії і розглядає представлення кар'єру-підприємства як сукупності трьох об'єктів (рис. 1.1): *корисної копалини, устаткування та персоналу* (в економічній теорії - це предмет праці, засоби праці і власне праця).



Рис. 1.1. Об'єкти планування та організації, що забезпечують реалізацію процесів відкритих гірничих роботи : — — зв'язки приналежності

У такому представленні ці об'єкти не являють собою безпосередньо об'єкти відкритих гірничих робіт і тому не належать до об'єктів їх планування та організації. Але вони обов'язкові у складі кар'єра-підприємства, тому що *забезпечують і реалізують* проведення відкритих гірничих робіт.

Звичайно, представлені об'єкти теж є об'єктами планування і організації, але як об'єкти, що вимагають підтримки необхідного рівня запасів корисної копалини, оновлення обладнання, організації роботи персоналу і ін. В цьому полягає взаємозв'язок такої інтерпретації кар'єру-підприємства з відкритими гірничими роботами з позицій економічної теорії. Вона є *вихідною* для подальшої практичної технологічної інтерпретації.

Другий підхід, як і перший, є варіантом класичного підходу економічної теорії, але розглядає кар'єр, як сукупність трьох вже *взаємодіючих* об'єктів (рис. 1.2).

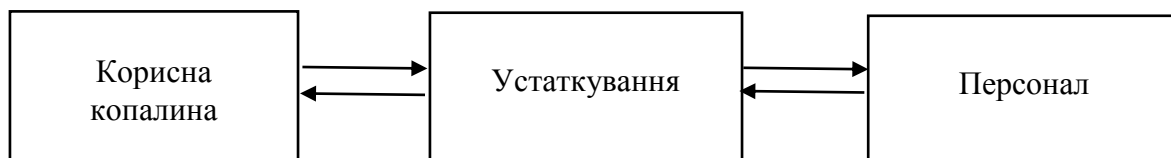


Рис. 1.2. Об'єкти планування та організації, що забезпечують реалізацію процесів відкритих гірничих робіт, у взаємодії: \longleftrightarrow — зв'язки технологічної взаємодії

Цей підхід, як і попередній, теж є загальним вихідним представленням відкритих гірничих робіт і теж не дає можливості безпосередньо визначати зміст їх планування і організації.

Третій підхід ґрунтується на інтерпретації відкритих гірничих робіт як сукупності взаємодіючих технологічних процесів (рис. 1.3). Вони розглядаються як *безпосередні об'єкти планування та організації* відкритих гірничих робіт. При цьому зміст планування і організації визначається окремо по кожному об'єкту-процесу.

Слід також відмітити, що в літературі і, особливо, в практиці технологічні процеси відкритих гірничих робіт часто називають *роботами*.

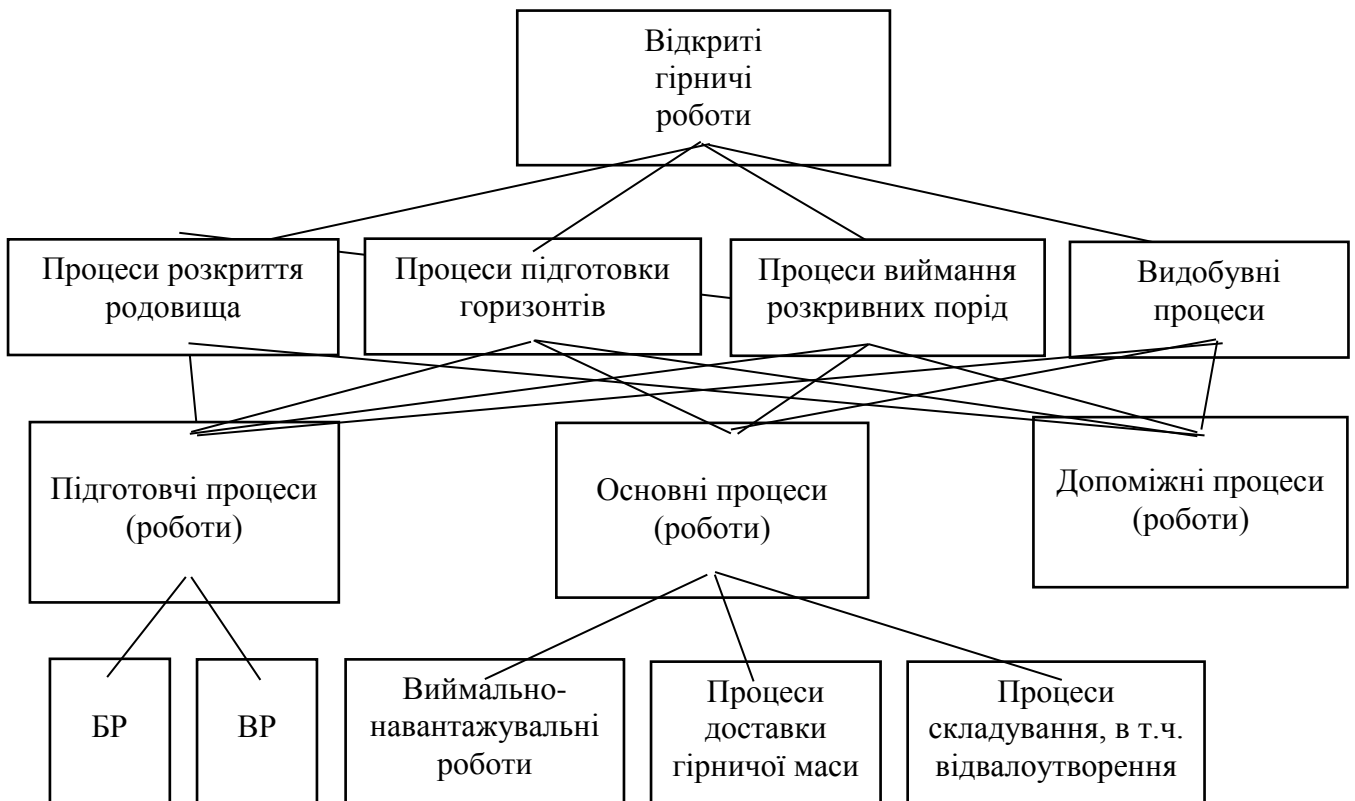


Рис. 1.3. Об'єкти планування та організації – процесні складові відкритих гірничих робіт: — зв'язки приналежності; БР, ВР – бурові і вибухові роботи

Численні зв'язки приналежності на рис. 1.3 дещо ускладнюють сприйняття логіки наведеної систематизації технологічних процесів відкритих гірничих робіт. Наочніше її можна представити в табличній формі (табл. 1.1).

Часто, разом з цією узагальненою (табл. 1.1), використовують другу, часткову систематизацію, маючи на увазі під гірничими роботами тільки виймально-навантажувальні:

- при розкритті горизонтів;
- при підготовці горизонтів;
- при вийманні розкривних порід;
- при видобутку корисної копалини.

За такого тлумачення відкритих гірничих робіт теж є можливість безпосередньо встановлювати зміст планування і організації окремих видів процесів (робіт).

Таблиця 1.1. Систематизація технологічних процесів відкритої розробки родовищ (трансформація рис. 1.3 в табличну форму)

Комплекси процесів (робіт)	Види процесів (робіт)					допоміжні, забезпечувальні
	підготовчі		основні			
	бурові	вибухові	виймально-навантажувальні	транспорт	складування, відвалоутворення	
Гірничо-капітальні роботи	×	×	×	×	×	– водовідлив; – підтримка гірничих виробок;
Гірничо-підготовчі роботи	×	×	×	×	×	– підтримка транспортних мереж; – електропостачання;
Розкривні роботи	×	×	×	×	×	– ремонт устаткування та ін.
Видобувні роботи	×	×	×	×	×	

Четвертий підхід базується на табл. 1.1, і формує об'єкти планування та організації за видами відкритих гірничих робіт як сукупність взаємодіючих процесних складових (рис. 1.4). У цьому разі теж є можливість визначати зміст планування і організації роботи, але вже з урахуванням їх взаємодії.

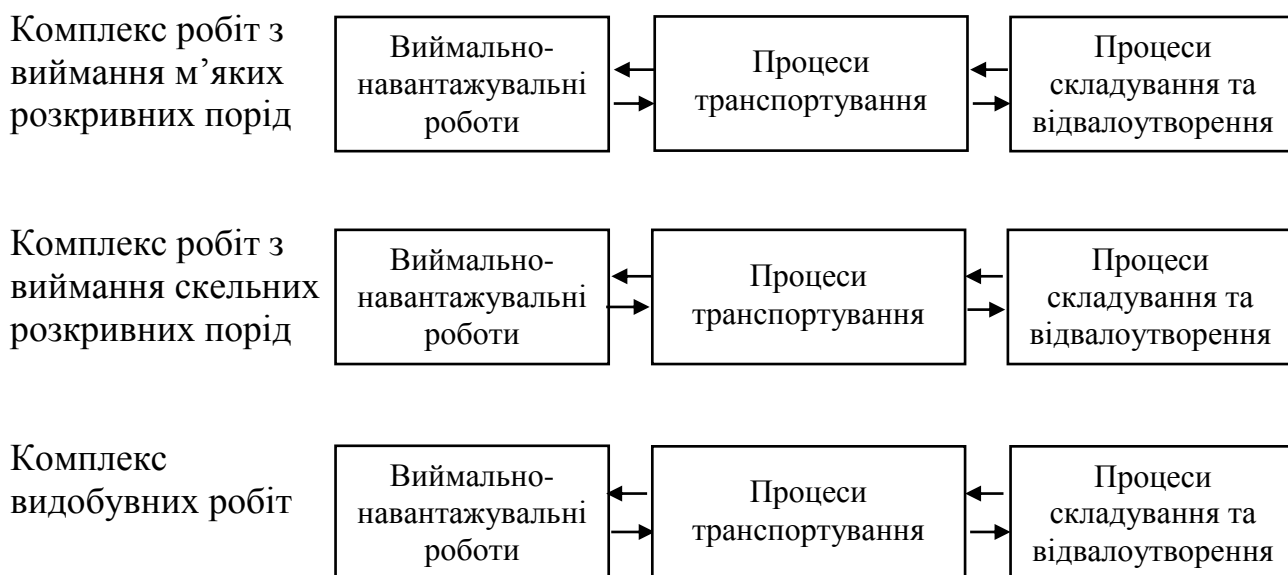


Рис. 1.4. Об'єкти планування та організації – процесні складові відкритих гірничих робіт. ↔ – зв'язки технологічної взаємодії

Для визначення змісту планування і організації розглянуті вище складові можуть деталізуватись: всі (наприклад, як процесні складові, показані на рис. 1.3) або вибірково (рис. 1.4).

Аналогічні дії можна застосувати також до складових, що забезпечують реалізацію процесів (приклади показані на рис. 1.5 і 1.6).

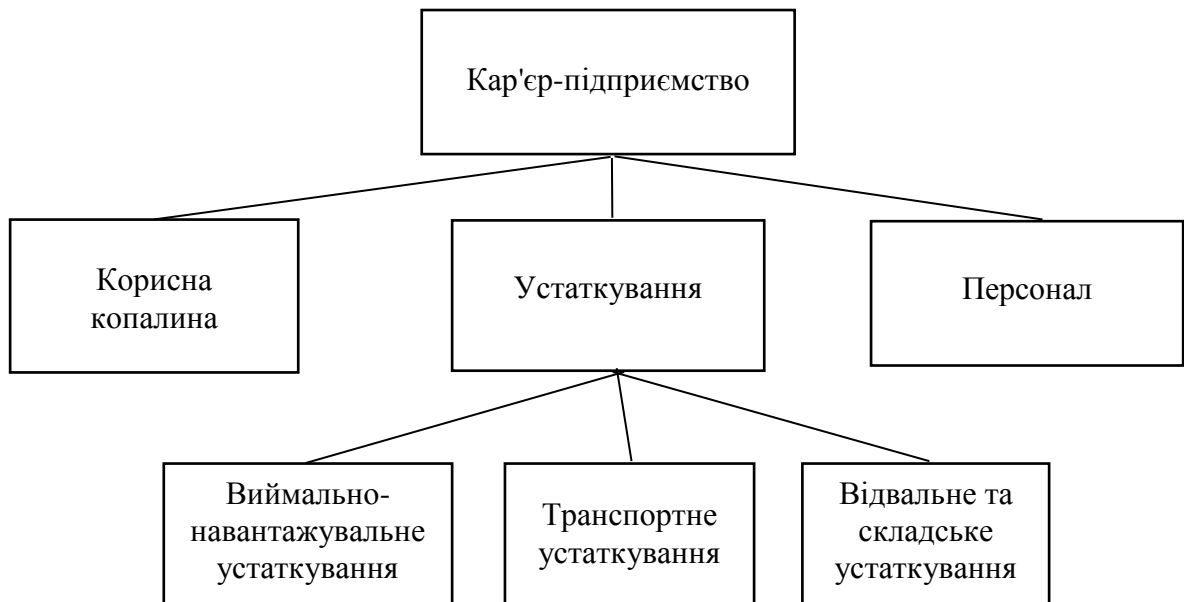


Рис. 1.5. Об'єкти планування та організації, що забезпечують реалізацію процесів відкритих гірничих робіт : — — зв'язки приналежності

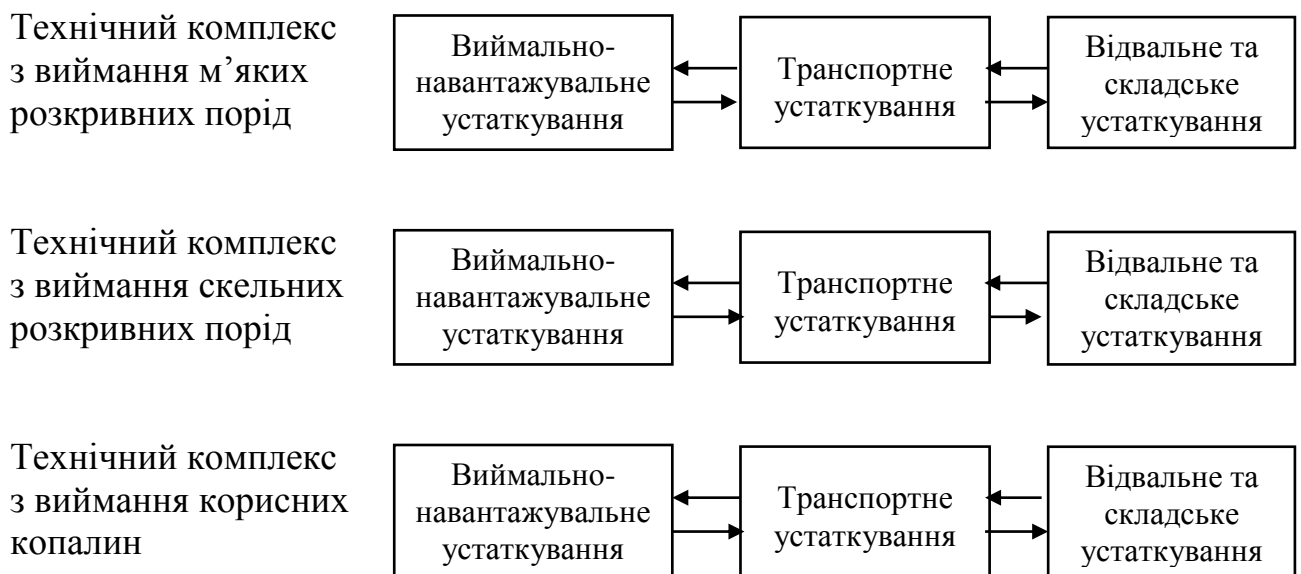


Рис. 1.6. Об'єкти планування та організації, що забезпечують реалізацію процесів відкритих гірничих робіт, у взаємодії (з урахуванням деталізації складу обладнання): \longleftrightarrow – зв'язки технологічної взаємодії

П'ятий підхід. У практиці кар'єр нерідко входить до складу гірничо-збагачувального комбінату як його виробничий підрозділ, разом з іншими виробничими підрозділами: дробильною і збагачувальною фабриками (ДФ і ЗФ). Очевидно, що всі вони відрізняються видами *виробничих процесів*.

У свою чергу, в складі кар'єру теж виділяються окремі виробничі підрозділи, що реалізують різні види *технологічних процесів* відкритих гірничих робіт (рис. 1.7). Зміст планування і організації цих складових, як і в попередніх випадках, встановлюється окремо по кожному об'єкту (наприклад, бурова ділянка; видобувні, розкривні і відвальні ділянки; ділянка вибухових робіт).

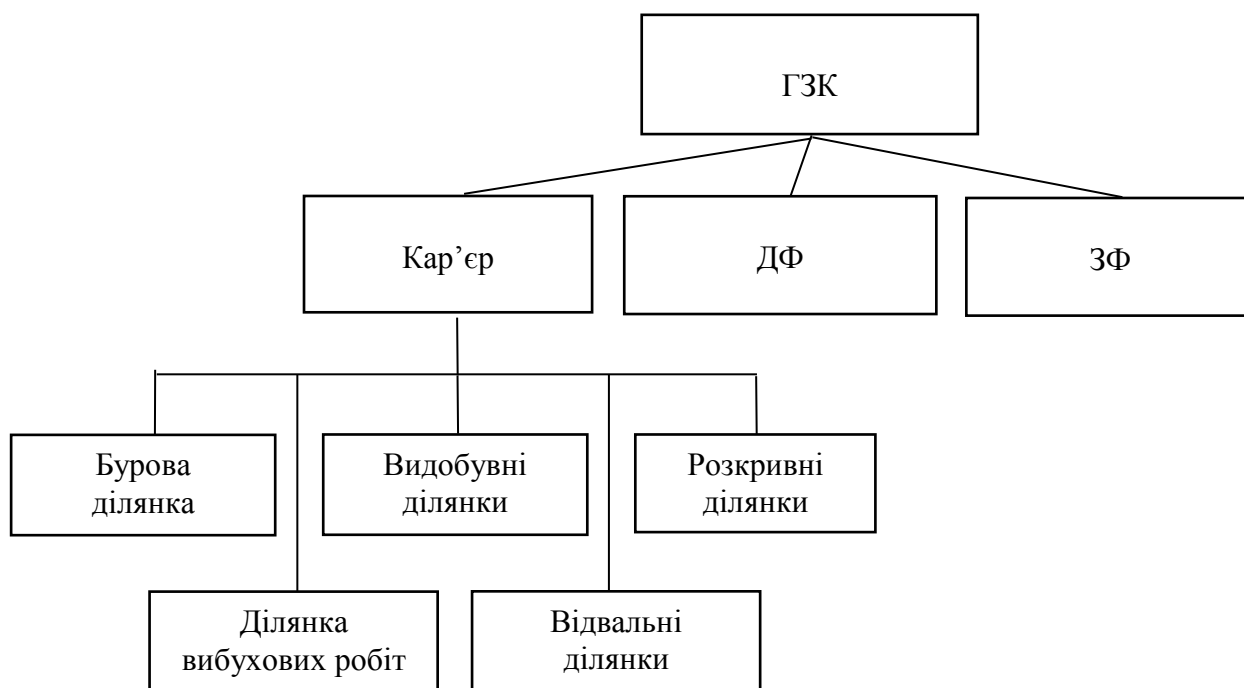


Рис. 1.7. Об'єкти планування та організації у складі ГЗК – підрозділи, що реалізують виробничі процеси:
 — зв'язки приналежності

При подальшій деталізації складу ділянок, як правило, виділяють *об'єкти виконання окремих технологічних процесів і їх операцій*.

В даному аспекті множину об'єктів виконання технологічних процесів відкритих гірничих робіт можна розділити на дві групи:

1) робочі місця – об'єкти, безпосередньо в яких виконуються технологічні операції і процеси;

2) об'єкти гірничої технології – включають сукупність технологічно взаємопов'язаних робочих місць.

До першої групи можна віднести:

- вибої робочих уступів (виконується технологічний процес, що включає операції виїмки і навантаження гірничої маси);

- ділянки розвантаження гірничої маси по фронту сектора відсипання на перевантажувальних пунктах, відвалах та складах некондиційних руд і руд, що

тимчасово не переробляються (виконується операція відсипання шарів гірничої маси);

– вибої відвантаження гірничої маси на перевантажувальних пунктах і складах (виконується технологічний процес відвантаження гірничої маси, що включає операції виїмки і навантаження).

До другої групи, згідно з визначенням, можуть бути віднесені:

– уступи, заходки, виймальні блоки (виконуються виймально-навантажувальні роботи, а також можуть виконуватися технологічні процеси буріння та масових вибухів);

– перевантажувальні пункти (виконуються технологічні процеси відсипки і відвантаження секторів складу);

– відвальні ділянки (виконується технологічний процес відсипки шарів секторів ділянки відвалу);

– склади некондиційних руд і руд, що тимчасово не переробляються (виконується технологічний процес складування руд, що включає операції відсипки шарів секторів ділянки складу); також може виконуватись технологічний процес відвантаження сформованих секторів складу (в міру необхідності));

– розкриваючі і підготовчі виробки (виконуються технологічні процеси буріння та підривання, а також - виймально-навантажувальні роботи).

Як уже зазначалося, розглянуті вище варіанти складу об'єктів планування і організації відкритих гірничих робіт не мають строгого обґрунтування, але зміст і ефективність планування та організації в значній мірі визначається саме цим складом.

Прийнятий на конкретному кар'єрі варіант складу об'єктів планування і організації гірничих робіт узаконюється внутрішнім стандартом (регламентом) підприємства. В ході експлуатації кар'єра він може коригуватися відповідно емпіричним оцінками його практичної ефективності.

Особливості об'єктів виконання технологічних процесів. Як свідчить практичний досвід, об'єкти виконання технологічних процесів (операцій) в кар'єрі мають специфіку, що відрізняє їх від класичних процесів переробки сировини і виробництва продукції та впливає на зміст планування і організації. Вона полягає в особливостях, до яких відносяться:

– просторова роз'єднаність робочих місць;

– динамічність робочих місць і об'єктів гірничої технології;

– технологічний взаємозв'язок динаміки робочих місць і об'єктів гірничої технології в часі і просторі;

– технологічний взаємозв'язок конструктивних і просторових параметрів об'єктів гірничої технології з плановими і фактичними показниками процесів відкритих гірничих робіт;

– залежність майбутньої можливої динаміки об'єктів гірничої технології від їх попередньої просторової траєкторії.

Вплив цієї специфіки знайшов відображення в технологічних принципах планування і організації (див. підрозділ 2.4).

Особливості об'єктів, які забезпечують виконання технологічних

процесів. До найважливіших з них відноситься гірський масив в проєктних контурах виїмки, що включає запаси корисних копалин і вміщувальні (супутні) породи. Його специфіка полягає в імовірнісному просторовому розподілі показників геолого-мінералогічних, фізико-механічних та інших властивостей гірського масиву. Вона впливає на моделі, методи і методики планування і організації, що застосовуються.

Особливості самих технологічних операцій і процесів:

- циклічність;
- імовірнісний характер більшості їх параметрів і показників;
- суттєва інерційність через транспортне запізнення і наявність перевантажувальних складів (бункерів) в технологічних ланках;
- технологічний взаємозв'язок планових і фактичних показників з конструктивними і просторовими параметрами об'єктів гірничої технології;
- залежність майбутньої можливої динаміки планових і фактичних показників від їх попередньої динаміки.
- обмежена номенклатура мінеральної сировини, що видобувається;
- фактична відсутність обробки сировини (не відбувається зміни фізико-механічних властивостей і агрегатного стану гірничої маси, що вилучається з надр); умовно до операцій обробки можна віднести тільки підривання, після чого з'являється нова характеристика гірничої маси – гранулометричний склад; інші операції і процеси реалізують, по суті, тільки просторове переміщення мінеральної сировини.

Висновки. 1. Зміст планування і організації технологічних процесів, в т.ч. і гірничих, значною мірою визначаються прийнятим складом об'єктів. У гірничій практиці реалізація такої відповідності носить емпіричний, неоднозначний характер: на різних кар'єрах для подібних об'єктів зміст і форма представлення результатів планування і організації їх роботи може відрізнятись.

Аналіз підходів, що нині застосовуються в практиці задля виділення (визначенням) самих об'єктів планування і організації теж емпіричний і тому неоднозначний.

2. Причиною такої ситуації є вплив множини якісних (не кількісних) факторів (гірничо-геологічних умов, технології розробки, характеру технологічних процесів, вимог до складу та якості корисної копалини, кваліфікації персоналу, технічного, інформаційного і програмного забезпечення, що використовується та ін.), оскільки точно врахувати цей вплив практично неможливо.

Як наслідок зазначених вище неоднозначностей, рішення про склад об'єктів планування і організації проєктувальники приймають, базуючись на власному досвіді. Тому в практиці проєктування відсутні будь-які регламентовані або рекомендовані (типові) варіанти об'єктів планування та організації відкритих гірничих робіт. Відповідно, відсутні і методики їх вибору.

В ході експлуатації кар'єра прийнятий варіант змісту планування і організації гірничих робіт коригується відповідно емпіричних оцінок його практичної ефективності. Чинний на даний час варіант узаконюється

внутрішнім стандартом (регламентом) підприємства.

3. Крім того, на нього також впливають особливості:

- об'єктів виконання технологічних процесів;
- об'єктів забезпечення виконання технологічних процесів;
- технологічних операцій і процесів.

Дуже важливо, щоб зазначені особливості враховувалися при визначенні змісту планування і організації, тобто при *обґрунтуванні постановок функціональних задач, їх моделей, методів і методик* вирішення.

1.2. Методологічна основа планування і організації відкритих гірничих робіт

Як випливає з підрозділу 1.1, вихідним питанням в теорії планування і організації відкритих гірничих робіт є встановлення множини можливих об'єктів планування і організації та їх процесних складових. Від повноти встановленої множини залежить вибір оптимального (раціонального) варіанту і ефективність створених на його основі методик планування і організації.

Проаналізовані в підрозділі 1.1 емпіричні підходи не відповідають на питання про повноту отриманої множини об'єктів планування і організації та раціонального складу задач планування і організації. Сучасною науковою методологією такого встановлення є не емпіричний, а науковий, так званий, *системний підхід*.

Вихідне визначення системи. Основоположним поняттям системного підходу є поняття *системи* (об'єкт-системи). Єдиного загальноживаного визначення системи немає. Найбільш близьке до нашої предметної області, ймовірно, наступне: *система - це сукупність цілеспрямовано взаємодіючих частин (об'єктів, складових)*. Взаємодія частин повинна здійснюється в аспекті заданих *системоутворюючих відношень (зв'язків)*. Таким чином, для віднесення конкретного об'єкта до заданого класу систем необхідно перевірити наявність у нього заданих *системоутворюючих відношень (зв'язків)* між взаємодіючими частинами.

Приклад. Чи відноситься об'єкт "кар'єрний екскаватор" до класу технічних систем? Очевидно, що для систем цього класу системоутворюючими є технічні зв'язки взаємодії складових частин. Такі зв'язки взаємодії між складовими частинами кар'єрного екскаватора є. Отже, об'єкт "кар'єрний екскаватор" відноситься до класу технічних систем.

Очевидно, що кар'єрний екскаватор відноситься також і до класів механічних, електричних та електромеханічних систем, оскільки відповідні системоутворюючі зв'язки взаємодії складових теж є.

Загальний висновок за прикладом: один об'єкт може бути представлений декількома видами системами, якщо його складові цілеспрямовано взаємодіють в відповідних аспектах, що задаються системоутворюючими зв'язками.

Приклад. Чи відносяться комплекс процесів в кар'єрі (рис. 1.4) і кар'єрного обладнання (рис. 1.6) до класу технологічних систем? Відносяться, тому що є

технологічні зв'язки взаємодії: в першому випадку - між процесами, у другому випадку - між обладнанням.

Загальний висновок за прикладом: різні за складом об'єкти можуть належати до одного класу систем при наявності у них відповідних системоутворюючих зв'язків взаємодії складових. Таким чином, з позицій системного аналізу будь-який об'єкт виробництва може розглядатися як система (об'єкт-система), якщо його властивості відповідають заданим системоутворюючим відношенням.

Представлення системи. Вище зазначалося, що в залежності від завдань досліджень, для одного об'єкта можна задавати різні системоутворюючі властивості і отримувати множину його різних системних інтерпретацій. При цьому серед множини можливих системних тлумачень об'єкта завжди мають місце три *основні*:

- функціональне;
- процесне;
- базисне.

Функціональне представлення виходить при розгляді об'єкта як сукупності виконуваних ним функцій; *процесне* представлення – як сукупності процесів, що реалізують виконання функцій об'єкту; *базисне* представлення - як сукупності, так званих, базисних складових (вихідна сировина, обладнання, персонал), тобто матеріальних засобів забезпечення і реалізації процесів в об'єкті. Вихідним є функціональне тлумачення, що слідує безпосередньо із заданих цілей функціонування об'єкту.

Для повноти множини можливих представлень об'єкту доцільно виділяти також *комплексне* представлення, як поєднання можливих тлумачень, в першу чергу, основних: функціонального, процесного і базисного.

Таким чином, об'єкт-систему визначено, якщо:

- задані мета його функціонування і системоутворюючі відношення (властивості, зв'язки);
- підтверджено наявність останніх;
- визначено їх функції складових і множину їх зв'язків взаємодії (структуру об'єкту) для основних представлень.

Системний підхід включає два взаємопов'язаних етапи реалізації: *системний аналіз і системний синтез*.

Системний аналіз. Його основні завдання. Системний аналіз вирішує завдання досліджень:

- заданих об'єктів-систем.
- вихідних об'єктів як систем.

Завдання першого виду простіші, позаяк система вже задана: тобто, задана мета її функціонування, системоутворюючі відношення, функції, складові та множина зв'язків їх взаємодії. Постановки задач цього класу можуть бути різні, в залежності від мети аналізу. Одна з основних постановок: необхідно виконати аналіз області можливих значень параметрів складових системи і встановити область їх раціональних значень.

Приклад. Проаналізуємо гірничо-транспортний комплекс кар'єру як технологічну систему:

- мета функціонування – видобуток корисних копалин;
- системоутворюючі зв'язки взаємодії складових – технологічні;
- функції – виконання виймально-навантажувальних робіт, транспортування гірничої маси, складування гірничої маси (відвалоутворення).
- склад системи – виймально-навантажувальна, транспортна і відвальна ланки технологічного ланцюга.

Необхідно виконати системний аналіз функціонування гірничо-транспортного комплексу задля збільшення його продуктивності.

Традиційний аналіз – для збільшення продуктивності гірничо-транспортного комплексу аналізують прості екскаваторів в очікуванні транспорту і оцінюють можливість їх зниження шляхом збільшення кількості транспортних одиниць в роботі. Раціональне значення продуктивності – максимально можливе (при певному обмеженні числа транспортних одиниць).

Системний аналіз - вивчаються всі види простоїв не лише видобувної, але і транспортної, і відвальної ланок з урахуванням їх взаємодії, оскільки збільшення числа транспортних засобів приводить до зміни всіх простоїв і не завжди забезпечує пропорційне збільшення продуктивності комплексу. Раціональне значення продуктивності відповідає завантаженню устаткування, що обумовлює мінімум сумарного економічного збитку від непродуктивних простоїв всього устаткування.

На відміну від традиційного аналізу, системний розглядає гірничо-транспортний комплекс як сукупність взаємодіючих складових і аналізує всі взаємодії.

Завдання системного аналізу другого виду (інтерпретації вихідних об'єктів, як систем), складніше, тому що включають і початкові стадії аналізу:

- формулювання мети функціонування вихідного об'єкту як системи і обґрунтування основних системоутворюючих відношень (властивостей);
- формування функцій, виконання яких забезпечує досягнення мети;
- виділення складових (складу), що реалізують встановлені функції;
- аналіз множини зв'язків взаємодій складових;
- аналіз можливих значень параметрів складових і встановлення області їх раціональних значень.

Виділення (встановлення, визначення) складу об'єктів в задачах другого класу виконується в результаті *декомпозиції* (розчленування) вихідних об'єктів по заданому фактору (про можливі фактори декомпозиції на прикладі функції управління дивись також підрозділ 1.3).

Декомпозиція - основна процедура системного аналізу. При декомпозиції представлення об'єкта згідно з його тлумаченням може виділятися склад відповідно відношенню "приналежність" ("входження", "частина - ціле"). В цьому випадку, наприклад, при декомпозиції основних представлень системи-об'єкта виходить склад функцій, що виконуються об'єктом; процесів і базисних складових (декомпозиція по функціональному, процесному и базисному факторам).

Оскільки декомпозиція є покроковою процедурою, після декількох кроків утворюється *багаторівнева (ієрархічна) структура* об'єкту. При цьому множина зв'язків взаємодії складових не встановлюється. Це завдання декомпозиції з іншим системоутворюючим відношенням (наприклад, з системоутворюючим відношенням – технологічна взаємодія). Після встановлення зв'язків технологічної взаємодії для отриманих в результаті декомпозиції складових теж утворюється структура об'єкта, але не ієрархічна, а *технологічна*. Отримане представлення вихідного об'єкта за допомогою складу і структури, що відбиває взаємодію складових, буде вже *системним*, наприклад, системне функціональне, системне процесне, системне базисне.

Таким чином, у загальному випадку структура - це множина відношень приналежності або зв'язків взаємодії між складовими об'єкта.

У загальному випадку в залежності від цілей аналізу може виконуватися декілька кроків декомпозиції, і фактор декомпозиції (ознака, за яким виділяються складові об'єкта-системи) по кроках може змінюватися (так звана, *комбінована декомпозиція*).

Важливою особливістю систем є властивість еквіпотенціальності: в якості вихідного об'єкта-системи може бути прийнятий об'єкт-підсистема будь-якого рівня, а будь-який вихідний об'єкт-система може розглядатися як складова більш загального об'єкта-мегасистеми. Ця властивість робить процедуру декомпозиції універсальною, тобто вона може бути застосовна до будь-якого об'єкта.

Емпіричні підходи до визначення об'єктів планування і організації відкритих гірничих робіт з позицій системного аналізу. Наведені вище варіанти складу кар'єру-підприємства є результатом декомпозиції його базисного (рис. 1.1, 1.5) та процесного представлень (рис. 1.3) за видом базисних і процесних складових. Ці ж рисунки є прикладами утворених при цьому ієрархічних структур кар'єру-підприємства.

Після задання зв'язків технологічної взаємодії між виділеними в результаті декомпозиції складовими базисне і процесне ієрархічні представлення стають системними (рис. 1.2, 1.4 і 1.6). Відповідно, утворюється технологічна структура об'єкта. Для кар'єрів характерними є паралельна, послідовно-паралельна і паралельно-послідовна технологічні структури.

Складові об'єкта-системи "Гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК)" верхніх рівнів здійснюють не тільки технологічні, але і виробничі, фінансово-економічні та адміністративно-соціальні процеси. Тому декомпозиція системи "ГОК" (рис. 1.7), виконувалася не для базисного або процесного представлень, а для представлення множиною об'єктів виконання зазначених процесів (на верхніх рівнях) з переходом до об'єктів виконання технологічних процесів (на нижніх рівнях).

Таким чином наведені приклади варіантів множини об'єктів планування і організації для рівня технологічних процесів (рис. 1.2 - 1.6) та рівня виробничих процесів (рис. 1.7) вписуються в методологію системного аналізу як часткові варіанти без обґрунтування, чому саме так? Залишається відкритим і питання повноти множини варіантів при емпіричному підході їх формування.

На закінчення характеристики процедури декомпозиції слід зазначити слабо формалізований (емпірико-евристичний) характер цієї процедури. Проте, методологія системного аналізу все ж таки є більш строгою для структуризації об'єктів планування і організації, ніж емпіричні підходи. В ній визначені основні представлення об'єктів-систем і процедура їх покрокової декомпозиції. Це дозволяє отримати системну (повну) множину об'єктів планування і організації відкритих гірничих робіт, із якої може бути обраний раціональний варіант їх складу для конкретного кар'єру. Такий підхід вже сам по собі є обґрунтуванням цього раціонального варіанту.

Як уже зазначалося, системний підхід включає два взаємопов'язаних етапи реалізації: системний аналіз і системний синтез. При цьому, системний синтез - процедура, що є зворотною системному аналізу: це створення системи із складових частин.

Системний синтез. Основні завдання. Системний синтез вирішує завдання двох основних класів:

- синтез системи необхідного (раціонального, оптимального) складу і структури за результатами системного аналізу;
- синтез системи необхідного (раціонального, оптимального) складу і структури на основі бази готових розробок складових частин.

Стосовно створення системи планування та організації гірничих робіт вирішення завдань другого класу пов'язане поки що з великими труднощами методичного, програмного та організаційного характеру:

- повинна бути база готових розробок задач планування і організації для кар'єрів з різними гірничо-геологічними, гірничо-технічними та іншими умовами;
- повинен бути загальний алгоритм генерації (компоновки) варіантів складу і структури;
- повинен бути алгоритм оцінки ефективності застосування різних розробок задач, наявних в базі даних;
- повинно бути методичне забезпечення порівняльної оцінки різних варіантів системи планування з урахуванням фактора емерджентності системи (появи у системи властивостей, які не притаманні її окремим елементам).

Поки що таких баз і методичного забезпечення немає. Тому створення системи планування і організації гірничих робіт здійснюється, в основному, вирішенням задач першого класу: спочатку після системного аналізу (визначення складових) виконується структурний синтез (завдання зв'язків технологічної взаємодії складових), а потім – параметричний синтез (узгодження параметрів складових і зв'язків технологічної взаємодії).

Висновки. 1. Системний аналіз і системний синтез може застосовуватись до будь-якого об'єкта, який можна інтерпретувати як систему. До них можна віднести і кар'єр-підприємство, і його підрозділи, і відкриті гірничі роботи, і їх технологічні процеси тощо. Це дозволяє більш строго обґрунтовувати склад об'єктів планування і організації відкритих гірничих робіт порівняно з емпіричними підходами (підрозділ 1.1), і на цій основі визначати відповідний

зміст планування і організації.

2. Системний аналіз і синтез можуть також застосовуватися для створення нової і оцінки ефективності існуючої системи планування і організації відкритих гірничих робіт з подальшим її поліпшенням. Можливість використання цієї методології для вирішення таких завдань обумовлюється її універсальністю: вона дозволяє також аналізувати і синтезувати інформаційно-керуючі процеси як технологічні процеси перетворення даних в управлінські рішення, планові показники і організаційні заходи.

З цих причин системний підхід в складі системного аналізу і синтезу повинен розглядатися як *методологічна основа* планування і організації відкритих гірничих робіт.

1.3 Системне визначення управління, планування і організації технологічних процесів

Для сталого функціонування практично всіх технологічних процесів, і, особливо, відкритих гірничих робіт, обов'язковим є наявність забезпечуючих функцій управління, планування і організації.

Визначення управління технологічним процесом. Із зазначених в заголовку цього підрозділу понять, вихідним є управління, яке може бути визначено як *сукупність цілеспрямованих дій на технологічний процес, що забезпечують його функціонування*. У літературі і практиці застосовується широке і вузьке тлумачення управління.

У підрозділі 1.2 ми вже відзначали, що з позицій системного аналізу управління можна розглядати як *технологічний процес перетворення вхідного інформаційного потоку у вихідний потік керуючих дій*. Відповідно для визначення складу управління теж можна примінити процедуру декомпозиції його процесного представлення відповідно до різних факторів.

На цій підставі в практиці при широкому тлумаченні управління найбільш часто виділяють так звані види управління за такими факторами:

- 1) за етапами "життєвого" циклу кар'єру:
 - управління його проектуванням;
 - управління будівництвом кар'єру;
 - управління експлуатацією кар'єру;
 - управління ліквідацією кар'єру;
- 2) за рівнем об'єкта управління:
 - управління виробництвом підприємства в цілому;
 - управління комплексами виробничих процесів;
 - управління окремими виробничими процесами;
 - управління технологічними процесами (операціями);
- 3) за видами технологічних процесів (див. табл. 1.1):
 - управління підготовчими процесами;
 - управління основними технологічними процесами;
 - управління допоміжними технологічними процесами;
- 4) за видами виробничо-господарської діяльності:

- управління адміністративно-соціальними процесами;
 - управління фінансово-економічними процесами;
 - управління виробничо-технологічними процесами;
- 5) за часовими параметрами керуючих рішень (дій):
- управління на річному рівні;
 - управління на кварталному рівні;
 - управління на місячному (декадному, тижневому) рівнях;
 - управління на добовому рівні;
 - управління на змінному рівні.

Конкретний склад управління за видами виробничо-господарської діяльності залежить від рівня об'єкта управління: зокрема, на рівні технологічних процесів перші два види практично не представлені, а на верхніх рівнях, вони є домінуючими.

Незалежно від видів управління у функціональному представленні воно має стандартний склад і структуру, які задаються наступною принциповою схемою (рис. 1.8).

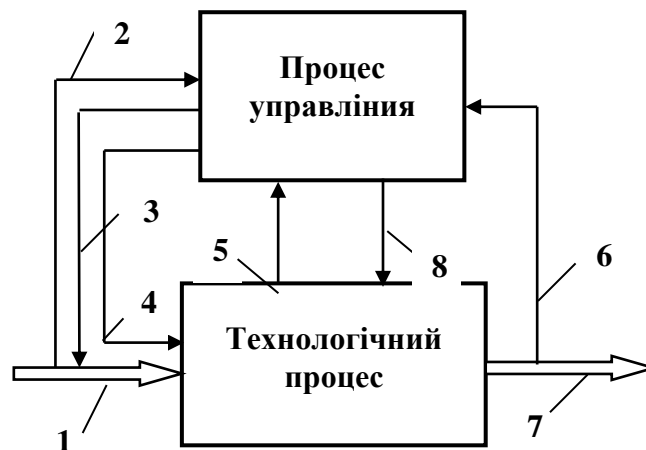


Рис. 1.8. Принципова схема управління технологічним процесом: 1 – вхідний матеріальний потік; 2 – контроль параметрів вхідного матеріального потоку; 3 – керуючі дії на вхідний матеріальний потік; 4 – керуючі дії на об'єкт управління; 5 – контроль параметрів стану об'єкта управління; 6 – контроль параметрів вихідного матеріального потоку (зворотний зв'язок); 7 – вихідний матеріальний потік; 8 – регламентні значення показників технологічного процесу

Як видно з рис. 1.8, в складі управління завжди виділяються такі функції (операції), які є обов'язковими:

- 1) контроль і облік параметрів (показників) технологічного процесу (позиції 2, 5, 6);
- 2) аналіз ходу технологічного процесу;
- 3) прогноз ходу технологічного процесу;
- 4) видача регламентних значень показників технологічного процесу (позиція 8);
- 5) розрахунок (визначення) управляючих дій (позиції 3, 4).

Відповідно до наведеної принципової схеми управління можливі такі основні типи управління:

- 1) за програмою;
- 2) за збуренням;
- 3) за відхиленням;
- 4) комбіноване.

Визначення планування технологічного процесу. *Планування технологічного процесу є однією з функцій управління в широкому сенсі і полягає у визначенні його планових (звітних) показників для певних інтервалів часу.*

Це визначення справедливе для всіх видів управління, за винятком управління протягом зміни (це так зване управління в реальному масштабі часу або оперативне управління - вузьке тлумачення управління).

Визначення організації технологічного процесу.

Приклад. Розраховані планові показники кар'єру для періоду роботи – зміни. Протягом зміни здійснюється оперативне управління гірничотранспортним процесом (як правило, комбіноване: за програмою, за збуренням і за відхиленням).

Від чого визначати відхилення, що вважати збуренням? Очевидно, що для цього повинен бути заданий розрахунковий хід технологічного процесу (програма). Повинні бути визначені необхідні поточні технологічні параметри протягом зміни для всіх складових горно-транспортного процесу і виконана їх просторово-часова ув'язка.

Так, для залізничного транспорту повинні бути складені графіки руху кожного потягу на всю зміну з їх взаємною узгодженістю за часом і за положенням на транспортній мережі (тобто, в просторі). По суті, в цьому випадку мова йде про “планування” роботи залізничного транспорту протягом зміни. Але параметри, що визначаються, наприклад, положення потягів на транспортній мережі в залежності від часу, не є *звітними* (а саме такі показники називають плановими). Це поточні розрахункові параметри роботи рухомого складу. Розрахунок (визначення) таких параметрів з урахуванням їх просторово-часової ув'язки є *організацією* технологічного, в даному прикладі – гірничо-транспортного процесу. ◀

Загальний висновок за прикладом: організація є продовженням процесу планування та полягає в розрахунку з просторово-часовою ув'язкою параметрів технологічного процесу, але не планових (звітних), а поточних, які задають розрахунковий хід технологічному процесу.

Це визначення, отримане з прикладу, є справедливим для всіх видів технологічних процесів відкритих гірничих робіт.

Висновки. 1. Планування технологічного процесу є однією з функцій управління в широкому сенсі і полягає у визначенні його планових параметрів і показників для заданого інтервалу часу. До управління у вузькому сенсі відносять так зване оперативне управління (управління протягом зміни, управління в реальному масштабі часу). Для цього виду управління функція

планування відсутня, тому що планування протягом зміни не виконується, а виконується, в разі необхідності, коригування виробничих завдань для контрольних інтервалів часу (як правило, годин зміни).

2. Організація є різновидом планування, його продовженням. Але вона визначає не планові (звітні), а поточні розрахункові параметри і показники технологічного процесу всередині інтервалу планування в їх просторово-часовій взаємній ув'язці.

Планування відповідає на питання, які показники технологічного процесу повинні бути досягнуті на кінець інтервалу планування?

Організація відповідає на питання, як повинен здійснюватися технологічний процес (які повинні бути поточні параметри і показники), щоб планові показники були виконані?

Питання і завдання для самоконтролю

1. Наведіть приклади представлень відкритої розробки родовищ сукупністю об'єктів планування і організації.

2. У чому відмінність процесного представлення відкритої розробки родовищ від базисного?

3. Перерахуйте склад множини робочих місць відкритої розробки родовищ.

4. У чому відмінність робочих місць від об'єктів гірничої технології?

5. Перерахуйте склад об'єктів гірничої технології відкритої розробки родовищ.

6. Які об'єкти планування та організації відносяться до об'єктів виконання технологічних процесів відкритої розробки родовищ?

7. Назвіть особливості об'єктів виконання технологічних процесів відкритої розробки родовищ.

8. Назвіть особливості технологічних процесів відкритої розробки родовищ.

9. Яка мета виділення об'єктів планування і організації в складі кар'єра-підприємства?

10. Чи є зв'язок змісту задач планування і організації з особливостями об'єктів виконання технологічних процесів? Якщо немає, то чому? Якщо є, то чому?

11. Чи є зв'язок змісту задач планування і організації з особливостями технологічних процесів? Якщо немає, то чому? Якщо є, то чому?

12. У чому суть системного підходу до створення і дослідження ефективності систем планування і організації технологічних процесів відкритої розробки родовищ?

13. Охарактеризуйте основні завдання системного аналізу щодо планування і організації відкритих гірничих робіт.

14. Охарактеризуйте основні завдання системного синтезу щодо планування і організації відкритих гірничих робіт.

15. Чому системний підхід є методологічною основою планування і

організації відкритих гірничих робіт?

16. Сформулюйте визначення управління технологічним процесом. Наведіть його інтерпретацію стосовно відкритих гірничих робіт.

17. Перерахуйте стандартні функції управління технологічним процесом.

18. Наведіть принципову схему управління технологічним процесом та її інтерпретацію стосовно відкритих гірничих робіт.

19. Сформулюйте визначення планування технологічного процесу. Наведіть його інтерпретацію стосовно відкритих гірничих робіт.

20. Сформулюйте визначення організації технологічного процесу. Наведіть його інтерпретацію стосовно відкритих гірничих робіт.

21. У чому зв'язок і відмінність понять "управління", "планування" і "організація"?

2 ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ

2.1 Змістова постановка загальної задачі планування

Відповідно до викладеної вище концепції управління технологічними процесами (підрозділ 1.3), в загальному випадку планування відкритих гірничих робіт – це визначення множини їх планових параметрів (об'ємно-якісних, технологічних, технічних та ін.) у просторовій і часовій ув'язці для всієї множини процесів видобутку корисних копалин (табл. 1.1). Якщо планові параметри процесів визначаються з урахуванням прийнятих критеріїв оптимальності, то планування називають *оптимальним*.

Призначення загальної задачі планування. Рішення даної задачі має встановлювати всю множину планових параметрів і показників, необхідну для ведення гірничих робіт:

- 1) виймально-навантажувальних (основний процес):
 - необхідні обсяги виймання гірничої маси із визначенням просторового розташування, форми і розмірів блоків відповідних об'ємів;
 - послідовність виїмки цих обсягів, темпи посування по ділянках фронту гірничих робіт і поглиблення ділянок дна кар'єру в часі;
 - динаміка розстановки виймальних-навантажувального обладнання з урахуванням графіків його ремонтів і масових вибухів;
 - об'ємно-якісні, технологічні, техніко-економічні та інші необхідні показники роботи виймальних-навантажувального обладнання;
- 2) буро-вибухових (підготовчі процеси):
 - необхідні обсяги бурових робіт;
 - послідовність оббурювання блоків;
 - динаміку розстановки бурового обладнання з урахуванням графіків масових вибухів і його ремонтів;
 - об'ємні, технологічні, техніко-економічні та інші необхідні показники роботи бурового обладнання;
 - необхідні обсяги масових вибухів;
 - послідовність масових вибухів;
 - об'ємні і питомі показники вибухових робіт (витрата вибухових речовин, вихід гірничої маси та ін.);
- 3) з переміщення гірничої маси (суміжний основний процес):
 - схеми транспортних потоків і необхідні обсяги переміщення гірничої маси;
 - кількість транспортного обладнання по всім вантажопотокам;
 - технологічні, техніко-економічні та інші необхідні показники роботи транспортного устаткування (обсяги гірничої маси, що переміщується, та ін.);
- 4) з відвалоутворення і складування гірничої маси (заклучні основні процеси):
 - необхідні обсяги відвалоутворення і складування;
 - послідовність відсипання і складування цих обсягів по ділянках відвалів і складів;

– динаміка розстановки відвального устаткування і обладнання складів;
– об'ємні, технологічні, техніко-економічні та інші необхідні показники роботи обладнання.

Для того, щоб кар'єр міг працювати в майбутню зміну, зазначені вище групи параметрів і показників 1 – 4 повинні бути конкретизовані та деталізовані за складом для всіх видів гірничих робіт (табл. 1.1):

- видобувних;
- розкривних;
- гірничо-підготовчих;
- гірничо-капітальних.

За результатами такої конкретизації і деталізації, в кінцевому підсумку, повинна бути отримана повна множина різних планових показників, необхідних для ведення гірничих робіт. Очевидно, що відповідний масив чисельних значень планових параметрів і показників буде досить великим і різномірним за змістом.

Основними вихідними даними для вирішення загальної задачі планування є:

- 1) планові обсяги випуску готової і / або проміжної продукції (наприклад, концентрату, окатишів і / або руди);
- 2) календарний план, розроблений при проектуванні і коригуванні в ході експлуатації кар'єру;
- 3) можлива чисельність в роботі парку виймально-навантажувального, бурового, транспортного та іншого обладнання, його технічні характеристики;
- 4) прийнята схема капітальних розкривних виробок і динаміка схем поточного розкриття і підготовки горизонтів;
- 5) динаміка можливих схем вантажопотоків гірничої маси відповідно до транспортної мережі;
- 6) якісні показники корисної копалини в межах проектного контуру кар'єру (за результатами детальної геологічної розвідки, експлуатаційної дорозвідки і поточного опробування).

Крім встановлення чисельних значень повної множини планових параметрів і показників, при вирішенні загальної задачі планування можуть також визначатися результати більш високого рівня – технологічні рішення (схеми розкриття та підготовки нових горизонтів, напрямки розвитку трас, динаміка переміщення перевантажувальних пунктів і т.п.).

Як відомо, перелік необхідних результатів, які потрібно отримати в процесі вирішення загальної задачі планування, і вихідні дані для її вирішення задають *змістову постановку* задачі. У нашому випадку викладене вище теж за-дає *змістову постановку* загальної задачі планування відкритих гірничих робіт.

Для подальшого вирішення загальної задачі планування необхідно виконати наступний етап її постановки – формалізацію, тобто розробити математичну модель. Реалізація цього етапу поки що неможлива, тому що пов'язана з труднощами формалізації принципового характеру:

- 1) наявністю різнотипних вихідних даних:

– чисельних, без координатної прив'язки і з нею;
– якісних (нечітких, “розмитих”);
– концептуальних, що містять комплекс даних попередніх типів і визначають область вирішення задачі (технологічні рішення більш високого рівня);

2) імовірнісним характером вихідних даних і технологічних зв'язків, а тому їх проблематичною достовірністю

3) складністю просторово-часового взаємоузгодження великої множини параметрів і показників технологічних процесів (операцій) відкритих гірничих робіт;

4) багатокритеріальністю вимог до результатів рішення, в т.ч. наявністю суб'єктивних оцінок критеріїв;

5) динамічним характером загальної задачі планування: вихідні дані і одержані результати рішення повинні відображати динаміку гірничих робіт.

Зазначені особливості вихідних даних породжують невизначеності, які можуть бути частково усунені на етапі формалізації і пошуку рішення лише суб'єктивними засобами, які теж породжують невизначеність, але іншого характеру.

Ще одним джерелом невизначеностей є великий період планування (наприклад, період календарного планування може бути до десятків років).

За причин, зазначених вище, представлену в змістовій постановці загальну задачу формалізувати і коректно вирішувати поки неможливо.

Висновок. Змістова постановка загальної задачі планування відкритих гірничих робіт відіграє важливу роль *вихідної постановки* для наступного визначення множини задач планування (складових загальної задачі, тобто часткових задач) і розробки в кінцевому підсумку методології та системи планування технологічних процесів в кар'єрі.

2.2 Можливі види задач планування

Як уже зазначалося (підрозділ 1.2), основною процедурою встановлення складу і структури об'єктів-систем, в т.ч. задач і процесів планування, є декомпозиція. У нашому випадку – це поділ загальної задачі планування відкритих гірничих робіт на сукупність більш простих *часткових* задач.

З причини не формалізованого представлення загальної задачі планування гірничих робіт (підрозділ 2.1) вибір чинників декомпозиції і її реалізація теж є не формалізованою (емпіричною) процедурою. Число кроків декомпозиції визначається ступенем складності одержуваних на кожному кроці часткових задач, тобто можливістю їх формалізації та коректного вирішення. На число кроків декомпозиції впливають також вимоги подальшого виконання структурного і параметричного синтезу.

Позаяк планування є однією з функцій управління, то основними факторами, за якими виділяються часткові задачі планування при декомпозиції вихідної загальної задачі планування, є практично ті ж фактори, що і при

декомпозиції управління (підрозділ 1.3). Тому в практиці відкритих гірничих робіт в загальному випадку виділяють так звані види планування за такими чинниками:

- 1) за етапами "життєвого" циклу кар'єру:
 - планування його проектування;
 - планування будівництва кар'єру;
 - планування експлуатації кар'єру;
 - планування ліквідації кар'єру;
- 2) за рівнем об'єкта планування (організаційна структура підприємства):
 - планування на рівні підприємства (комбінату);
 - планування на рівні цехів (в т.ч., кар'єру);
 - планування на рівні підрозділів цехів (ділянок кар'єру та ін.).
- 3) за видами технологічних процесів:
 - планування підготовчих процесів:
 - планування буро-вибухових робіт;
 - планування розкриття і підготовки горизонтів;
 - планування основних процесів:
 - виймально-навантажувальних робіт;
 - планування транспортних робіт;
 - планування відвалоутворення і складування;
 - планування допоміжних (забезпечувальних) процесів: ремонтів і т.п.;
- 4) за видами виробничо-господарської діяльності (на кожному рівні об'єкта планування):
 - планування адміністративно-соціальних процесів;
 - планування фінансово-економічних процесів;
 - планування виробничо-технічних процесів;
 - планування технологічних процесів;
- 5) за часовими параметрами планових рішень (рис. 2.1):
 - річне планування;
 - кварталне планування;
 - місячне планування;
 - декадне (тижневе) планування;
 - добове планування;
 - змінне планування;
- 6) за видами гірничих робіт (рис. 2.2):
 - планування видобувних робіт;
 - планування розкривних робіт;
 - планування гірничо-підготовчих робіт;
 - планування гірничо-капітальних робіт;
- 7) за видами об'єктів гірничої технології:
 - планування робіт по виїмкових блоках (заходках);
 - планування робіт по ділянках активного фронту горизонту (по сукупності виїмкових блоків горизонту);
 - планування робіт по сукупності горизонтів (по робочій зоні);
 - планування робіт по сукупності робочих зон (по кар'єру в цілому);

– планування роботи пунктів доставки гірничої маси (відвальних тупиків, ділянок відсипання, секторів складування, секторів відвантаження і т.п.),

8) за видами параметрів (показників) процесів, що встановлюються (розраховуються):

– власне планування - визначення звітних показників (параметрів) технологічних процесів відкритої розробки родовищ в їх просторово-часовій взаємоув'язці для інтервалів планування;

– організація технологічних процесів – визначення поточних (не звітних) показників (параметрів) технологічних процесів відкритої розробки родовищ в їх просторово-часовій взаємоув'язці в межах інтервалів планування.

Можлива також декомпозиція вихідної загальної задачі планування

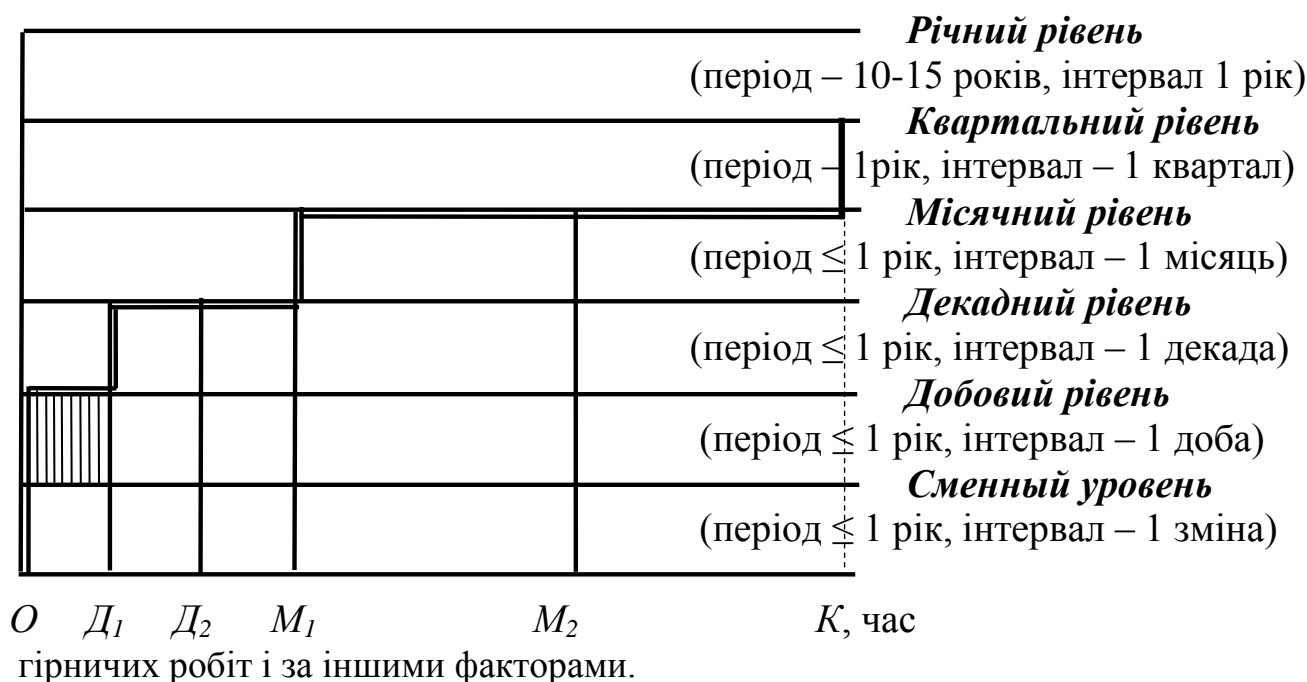


Рис. 2.1. Часові рівні планування гірничих робіт

На рис. 2.1 по вертикальній осі схематично показані рівні планування (види планування за часовим фактором), а по горизонтальній осі - час із зазначенням інтервалів планування: OK – квартал, OM_1 , M_1M_2 , M_2K – місяці, OD_1 , D_1D_2 , D_2M_1 - декади і розбивка 1-ї декади за днями.

Показані на рис. 2.2 часткові задачі мають різний пріоритет. У стандартній виробничій ситуації, в першу чергу, плануються видобувні роботи, а потім - розкривні в необхідному для забезпечення видобувних робіт обсязі і потрібному просторовому розташуванні. Однак бувають ситуації, які вимагають іншої послідовності вирішення планових задач, наприклад, при відставанні розкривних робіт, що загрожує невиконанням планів видобутку. Можливі і інші ситуації, що вимагають зміни пріоритетів і послідовності вирішення часткових завдань планування гірничих робіт (на рис. 2.2 за допомогою функціональних зв'язків показана послідовність вирішення часткових задач планування гірничих робіт в стандартних ситуаціях;

інформаційні зв'язки між блоками задач практично не залежать від конкретних ситуацій).

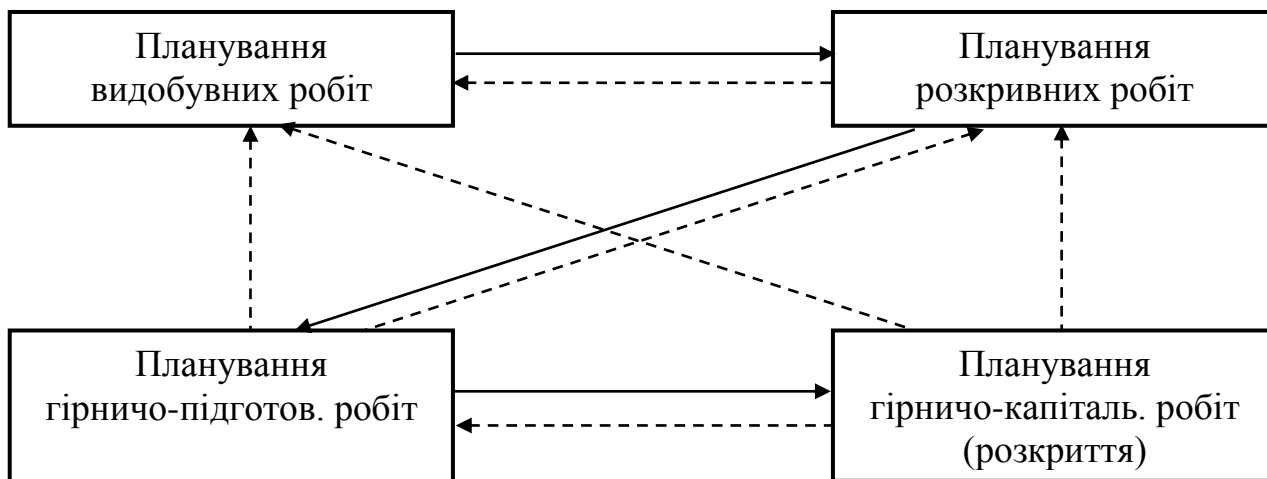


Рис. 2.2. Взаємозв'язок пріоритетів часткових задач планування за видами гірничих робіт: —> — функціональні зв'язки; <--- — інформаційні зв'язки.

Висновки. 1. Види задач планування гірничих робіт є частковими задачами, які отримуються в результаті декомпозиції загальної задачі планування (підрозділ 2.1). Оскільки планування – це одна з функцій управління, то основними факторами його декомпозиції виступають ті ж фактори, що і для управління (підрозділ 1.3).

2. У стандартних виробничих ситуаціях в послідовності планування гірничих робіт пріоритетними є задачі планування видобувних робіт. В нестандартних ситуаціях пріоритети часткових задач планування розкривних, гірничо-підготовчих, та гірничо-капітальних робіт можуть змінюватись.

2.3 Система планування технологічних процесів

2.3.1 Формування типового складу множини задач планування

Продовжуючи розглядати планування як процес перетворення вхідних інформаційних потоків у вихідні, формування складу та структури множини задач планування можна теж інтерпретувати як процедуру синтезу інформаційної (технологічної) структури (підрозділ 1.2) на основі множини можливих часткових задач, встановленої в результаті декомпозиції загальної задачі планування (підрозділ 2.2). Очевидно, що, як і декомпозиція, процедура синтезу теж буде емпіричної, але системною.

На етапі декомпозиції, виходячи із зазначених вище передумов, в практиці на рівні підприємства-комбінату в складі загальної задачі планування виробництва комбінату за фактором виробничих підрозділів виділяється часткова задача визначення загальних планових показників з виїмки необхідних обсягів гірничої маси в кар'єрі. Спираючись на властивість еквіпотенціальності,

цю часткову задачу в подальшому будемо розглядати як загальну задачу планування гірничих робіт в кар'єрі.

На 1-му кроці декомпозиції на рівні кар'єру в складі загальної задачі планування гірничих робіт (підрозділ 2.1) на кар'єрах великої виробничої потужності часто за тим же фактором виробничих підрозділів часто виділяються часткові задачі планування виробництва по ділянках кар'єру.

На наступних, 2-м, 3-м і 4-м, кроках декомпозиції зазвичай в практиці виділяються часткові задачі за часовим фактором, за видами гірничих робіт і за видами технологічних процесів. Отриману таким чином множину часткових задач планування гірничих робіт можна вважати типовою. Наочно механізм декомпозиції в цьому випадку представлено на рис. 2.3.

Іноді в практиці застосовують іншу схему декомпозиції: на 2-му кроці виділяють часткові задачі планування по об'єктах гірничої технології, а на наступних кроках за тими факторами, що і в попередньому випадку. Тобто, типова схема декомпозиції в кожному конкретному випадку може бути доповнена і іншими кроками декомпозиції.

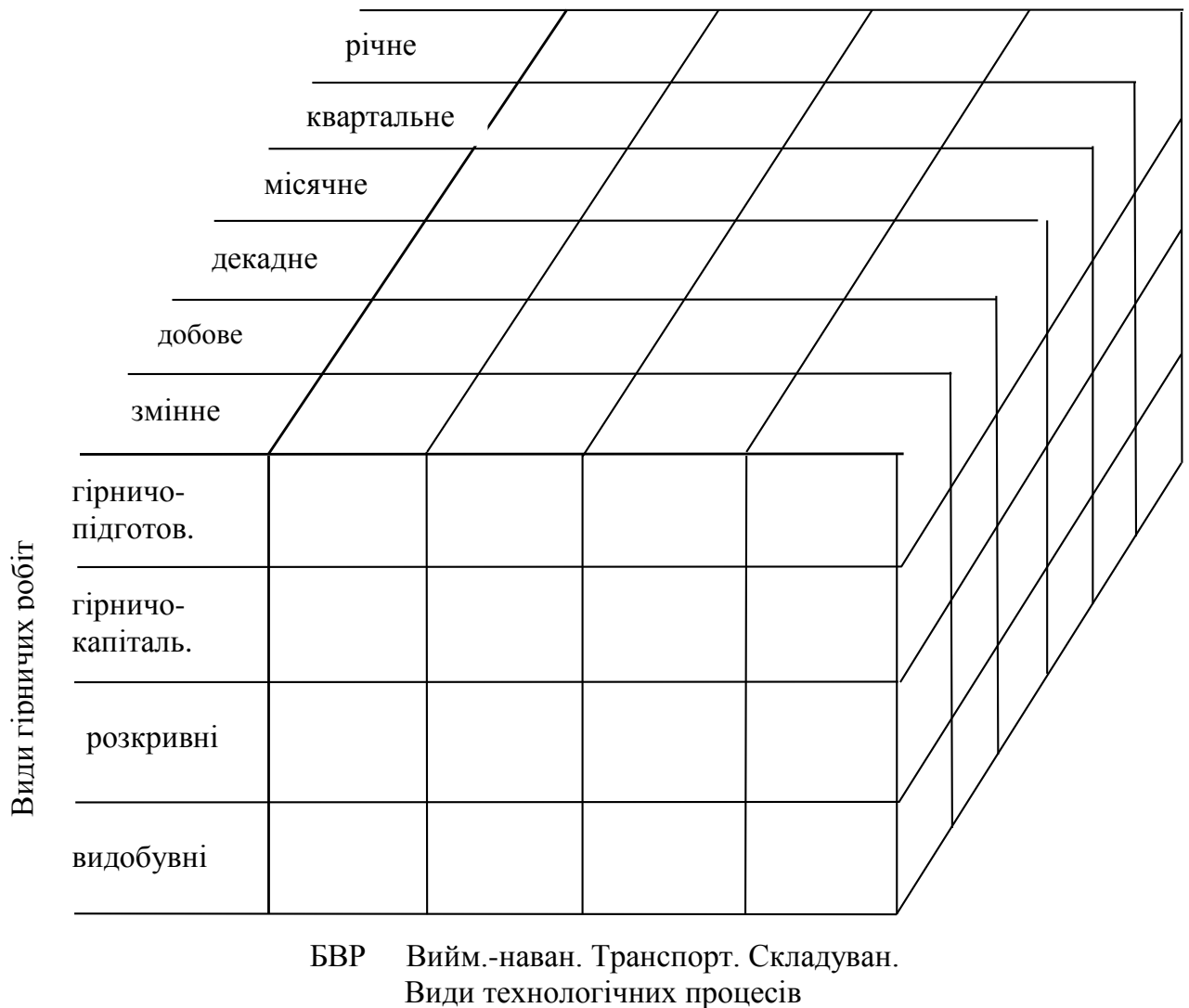


Рис. 2.3. Типова схема визначення множини задач планування гірничих робіт

На етапі синтезу виконується аналіз отриманої множини часткових задач з позицій їх можливого об'єднання (інтеграції) в більш загальні задачі, що допускають їх коректне рішення. Наприклад, може виявитися, що обсяги виїмки гірничої маси, напрямки їх доставки, число необхідних транспортних засобів і обсяги перевантаження в пунктах доставки можуть бути встановлені вирішенням однієї задачі. З цієї причини в практиці досить часто вирішується задача планування *гірничо-транспортних* робіт (виймально-навантажувальних робіт, транспортування та складування).

В ході такої процедури емпіричного синтезу складу завдань між ними також встановлюють інформаційні та функціональні зв'язки, тобто задають інформаційно-функціональну структуру. В результаті утворюється множина задач планування певного складу і структури, що враховують особливості технологічних процесів конкретного кар'єру і здійснюють розрахунок всіх необхідних параметрів і показників для конкретних об'єктів, інтервалів і періодів планування.

Висновки. 1. Найбільш часто застосовується в практиці типовий склад, що є результатом послідовної декомпозиції загальної задачі планування гірничих робіт в кар'єрі за часовим фактором, за видами гірничих робіт і видами технологічних процесів.

2. Для врахування гірничо-геологічних і гірничо-технічних особливостей конкретного кар'єру типова схема декомпозиції може коригуватися зміною послідовності типових факторів і / або доповненням іншими факторами і кроками декомпозиції.

2.3.2 Функціональна характеристика часових рівнів планування

Можна виділити два види планування гірничих робіт на стадії експлуатації кар'єру, що відрізняються деякими особливостями:

- планування на майбутній рік;
- планування протягом року.

Планування на майбутній рік будемо відносити до *поточного річного планування*.

До планування протягом року будемо відносити *поточне квартално-місячне і оперативне* (декадне, добове і змінне) планування.

Планування на майбутній рік.

Планування на майбутній рік полягає в розробці поточного річного плану.

Найважливішими питаннями при цьому є:

1) взаємозв'язок поточного річного плану та плану на цей же рік згідно з *проектним календарним планом* (проектний календарний план розробляється на стадії проектування теж на річні інтервали і період, що дорівнює тривалості черги кар'єру або прийнятій проектувальником тривалості);

2) взаємозв'язок прогнозованих до кінця 5-річного етапу показників поточних річних планів з показниками проектного календарного плану для цього ж етапу.

Функціональна характеристика проєктного календарного плану. Як відомо, єдиної, загальноприйнятої методики проєктування календарного плану відкритих гірничих робіт нині немає.

Розробляється проєктний календарний план на стадії проєктування і може коригуватися на стадії експлуатації. Найбільш часто воно зводиться до встановлення п'ятирічних контурів кар'єру і послідовності їх відпрацювання на весь період його експлуатації або на черговий етап розробки родовища. Перший п'ятирічний контур додатково розбивається на річні контури. Перед кінцем відпрацювання першого п'ятирічного контуру заздалегідь розбивається на річні контури другий п'ятирічний контур і т.д.

Згідно з виділеними контурами підраховуються об'ємно-якісні показники мінеральної сировини. Визначена таким чином динаміка виробничої потужності кар'єру повинна забезпечувати виконання стратегії виробництва комбінату.

Характерними особливостями календарного планування відкритих гірничих робіт є значний період планування (від 5-річного етапу розробки родовища до тривалості відпрацювання всього родовища) при інтервалі планування від одного до п'яти років. Такі великі періоди і інтервали планування обумовлюють значну невизначеність зовнішніх і внутрішніх чинників, істотно знижує вірогідність планових показників і параметрів і підвищує ризик їх не підтвердження. Тому проєктний календарний план в практиці розглядається не як строго обов'язковий до виконання, а як *орієнтир*, що, як правило, систематично коригується. Крім того, контрольні показники проєктного календарного плану повинні забезпечувати досягнення поставлених на верхньому рівні цілей, які, в свою чергу, формулюються на основі моніторингу, маркетингу та інших досліджень прогнозованих змін внутрішніх та зовнішніх умов. Тобто, проєктне календарне планування має реалізовувати принцип "від майбутнього до сьогодення", а не принцип "від досягнутого".

Зазначені особливості проєктного календарного планування є характерними рисами *стратегічного планування*. Це дозволяє однозначно зробити висновок, що проєктне календарне планування відкритих гірничих робіт за своїм призначенням і характерними особливостями навіть в наведеному вище традиційному сенсі відноситься до *стратегічного* планування.

Функціональна характеристика поточного річного планування. З позиції класичної інтерпретації стратегічного планування поточне річне планування відкритих гірничих робіт в ході експлуатації кар'єру – це верхній рівень поточного планування, призначеного для реалізації стратегічних планів. Однак ряд його особливостей свідчить про доцільність його віднесення теж до стратегічного планування, тим більш, що його період може досягати п'яти років.

По-перше, для поточного річного планування відкритих гірничих робіт теж характерна певна невизначеність внутрішніх і зовнішніх факторів. Причина та ж, що для проєктного календарного планування – суттєвий період планування.

В зв'язку зі зменшенням періоду планування можна передбачити, що

ступінь невизначеності для поточних річних планів менша, ніж для проєктних календарних планів. Але систематична розбіжність фактичних річних контурів виймки гірничої маси і поточних річних планових контурів свідчить про те, що невизначеність річних поточних планів залишається досить істотною.

По-друге, як і проєктне календарне планування, поточне річне реалізує принцип "від майбутнього до сьогодні", а не "від досягнутого", що є принциповою особливістю стратегічного планування. Саме поточне річне планування гірничих робіт є першочерговим реакцією підприємства на зміни в портфелі контрактів комбінату.

Зазначені вище особливості поточного річного планування є характерними рисами стратегічного планування. Це дозволяє зробити висновок, що поточне річне планування відкритих гірничих робіт за своїм призначенням і характерними особливостями теж можна віднести до стратегічного планування.

Взаємозв'язок проєктного календарного і поточного річного планування полягає в наступному. Якщо об'ємно-якісні показники видобутку корисних копалин на майбутній рік згідно з проєктним календарним планом *істотно* відрізняються від аналогічних показників "портфелю замовлень", то це служить сигналом до розгляду питання про доцільність коригування календарного плану ("розгляд питання" ще не означає автоматичної коригування). В цьому випадку "набір" об'ємів видобутку виконується відповідно "портфелю замовлень" не строго в контурах проєктного календарного плану, а в контурах поточного річного плану, що визначаються на основі поточного та прогнозованого до кінця п'ятирічного періоду положення гірничих робіт, з *урахуванням* контурів проєктного календарного плану.

Якщо зазначені відмінності не суттєві, то планові обсяги видобутку поточного річного плану "набираються" відповідно до "портфелю замовлень" в контурах проєктного календарного плану для відповідного року.

В обох випадках, якщо результати "набору" обсягів видобутку є позитивними (відповідають вимогам "портфеля замовлень"), то виконується перехід до планування транспортування гірничої маси. Для цього перевіряється про-пропускна здатність схем вантажопотоків на існуючій транспортній мережі з урахуванням її розвитку на початок майбутнього року. Якщо результати незадовільні, то розробляється комплекс організаційно-технологічних заходів щодо зміни схем вантажопотоків або / та транспортної мережі для забезпечення потрібної пропускної здатності.

Після перевірки пропускної здатності схем вантажопотоків на існуючій транспортній мережі з урахуванням її розвитку на початок майбутнього року переходять до порівняльного аналізу поточного розвитку схем вантажопотоків і транспортної мережі, передбаченої проєктним календарним планом на наступний рік. Якщо результати порівняльного аналізу негативні, це теж служить сигналом до розгляду питання про доцільність коригування проєктного розвитку схем вантажопотоків і транспортної мережі ("розгляд питання" ще не означає автоматичного коригування). Якщо результати порівняльного аналізу позитивні (відмінності несуттєві), то переходять до планування роботи пунктів доставки гірничої маси.

Таким чином, взаємодія проектного календарного і поточного річного планування спричиняє безпосередній *визначальний вплив* останньої на проектні календарні показники. З причини більшої невизначеності проектного календарного плану відкритих гірничих робіт, *основним для виробництва* є поточний річний план, а не проектний календарний. Поточний річний план – це не орієнтир, а сукупність показників, обов'язкових до виконання. Розробляється він з урахуванням проектного календарного плану кар'єру, як довгострокового орієнтира, і його річних планів як середньо- і короткострокових орієнтирів. При накопиченні відмінностей між поточними річними планами і календарними *коригується саме проектний календарний*, а не поточний річний план. Таким чином, річне планування не зводиться до безумовної конкретизації проектного календарного плану, а є самостійним рівнем планування.

Процес коригування проектного календарного плану по суті це теж стратегічне планування. При цьому поточні річні плани гірничих робіт і їх виконання – це не просто джерело сигналів для коригування проектного календарного плану. Коригування виконується на їх основі, тому в залежності від них по-різному буде виконуватися корекція стратегії планування.

Планування протягом року.

Функціональна характеристика квартального планування. Квартальне планування виконується відразу після поточного річного і на основі його показників: вони є для нього контрольними, обов'язковими до виконання. Цей принцип є справедливий для всіх ієрархічних систем планування: показники плану верхнього рівня є контрольними, обов'язковими до виконання для планування нижнього рівня.

По суті квартальне планування гірничо-транспортних робіт, в більшості випадків, зводиться до рівномірного розподілу поквартально річного об'єму виїмки видів гірничої маси і встановлення відповідних планових контурів.

Більш складною є процедура розкрою по кварталам погоризонтних річних контурів виїмки гірничої маси. Прийнятий варіант розкрою повинен забезпечувати необхідні об'єми видобутку руди по кварталам при заданих співвідношеннях типів і сортів руд (вимога шихтовки) та стабілізації середньої якості (збагачуваності) руд.

Ця задача повинна вирішуватись разом з оптимізацією послідовності відпрацювання квартальних контурів і динаміки перегонів екскаваторів протягом року. В такій постановці в практиці вона, як правило, не вирішується через складність і відсутність відповідного методичного забезпечення. Зазвичай, задають розстановку екскаваторів на початок майбутнього року. Питання послідовності перегонів екскаваторів вирішують протягом року по мірі необхідності. Сам же прийнятний розкрій річних погоризонтних контурів виїмки на кварталні виконується методом варіантів.

Ще одне важливе питання, пов'язаний з достовірністю планування, в т.ч. і квартального: який повинен бути його період? Очевидно, що мінімальними період дорівнює інтервалу планування – 1 квартал, а максимальний – 4 квартали, тобто 1 рік. У практиці зустрічаються варіанти з цього діапазону, що встановлюються на конкретному кар'єрі емпірично, шляхом випробування

різних варіантів.

Послідовність і зміст квартального планування транспортування гірничої маси і роботи пунктів її доставки аналогічні цим задачам при поточному річному плануванні, за винятком задачі коригування: за результатами квартального планування коригування поточного річного плану, як правило, не виконується.

Функціональна характеристика місячного планування. Місячне планування виконується відразу після квартального і на його основі, і за тим же принципом: показники квартального плану є для нього контрольними, обов'язковими до виконання.

Як і квартальне, місячне планування гірничо-транспортних робіт по суті в більшості випадків зводиться до розбивки квартальних обсягів виїмки окремих видів гірничої маси і відповідних їм контурів виїмки на місячні. Обсяги гірничої маси кожного кварталу діляться, як правило, на три рівні частини, виходячи з того ж принципу рівномірності завантаження обладнання, в т.ч. дробильного і збагачувального.

Аналогічно складною є процедура розкрою по місяцях погоризонтних квартальних контурів виїмки гірничої маси. При цьому на місячному рівні крім перегонів екскаваторів, повинні враховуватись в більшості випадків ще два додаткових фактори: *графіки ремонтів екскаваторів і масових вибухів*. Очевидно, що ця обставина ще більше ускладнює рішення задачі розкрою місячних блоків і визначення послідовності їх відпрацювання. Тому дана задача теж вирішується емпіричним методом варіантів.

Не менш актуальне те ж питання, пов'язане з достовірністю місячного планування: який повинен бути його період? Очевидно, що мінімальний період дорівнює інтервалу планування – 1 місяць, а максимальний – 12 місяців, тобто 1 рік. Як і в кварталному плануванні, в практиці зустрічаються варіанти з цього діапазону, що встановилися на конкретному кар'єрі емпірично, шляхом випробування і оцінки різних рішень.

Послідовність і зміст місячного планування транспортування гірничої маси і роботи пунктів її доставки аналогічні цим етапам при кварталному плануванні гірничих робіт, але коригування квартальних планів за результатами виконання місячних планів в крайніх випадках допускається.

Місячне планування продовжує конкретизацію вихідних умов шляхом врахування додаткових чинників: до графіку переміщення екскаваторів (послідовності відпрацювання квартальних блоків) додаються графіки їх ремонтів і масових вибухів. В результаті з цієї причини, а також за рахунок зменшення інтервалу планування, підвищується точність планових показників.

Функціональна характеристика декадного, добового, змінного планування. Задачі декадного, добового, змінного планування являють собою результат продовження декомпозиції задач місячного рівня за часовим фактором.

Як уже зазначалося, перехід від верхніх до нижчих рівнів планування завжди супроводжується підвищенням достовірності результатів планування. В даному випадку це відбувається за рахунок подальшого зменшення інтервалу

планування і підвищення точності вихідних даних: гірничо-геологічних – за результатами експлуатаційної дорозвідки і гірничо-технічних – через конкретизацію складу обладнання та його стану, відстаней транспортування та ін.

Ця обставина за певних умов дозволяє об'єднувати розрахунок планових показників різних рівнів в одній задачі. Тому в практиці іноді застосовують задачі декадно-добового та змінно-добового планування.

Також актуальним є питання раціонального періоду планування. Наприклад, на який період слід розраховувати змінні планові показники: на декаду, на місяць, на 2 місяці і т.і.? Зазвичай в практиці це питання вирішується не теоретичним, а емпіричним шляхом.

Змінний рівень планування є нижнім з числа можливих. На ньому декомпозиція загальної задачі планування гірничих робіт в кар'єрі закінчується.

Взаємодія рівнів поточного планування. Відмінності від процесу планування на майбутній рік:

- річний план уже затверджений;
- планування по кожному часовому рівню виконується, починаючи з початкових періодів, для верхніх рівнів яких планові показники вже визначені;
- можливість коригування плану:
 - в межах його часового рівня на період до закінчення інтервалу "верхнього" плану (без зміни "верхнього" плану);
 - з переходом на верхній рівень і коригуванням його плану до кінця інтервалу або до кінця періоду, з наступним поверненням на нижній рівень і коригуванням планів нижнього рівня.

Схема коригувань планів суміжних рівнів (на прикладі змінно-добового планування) представлена на рис. 2.4.

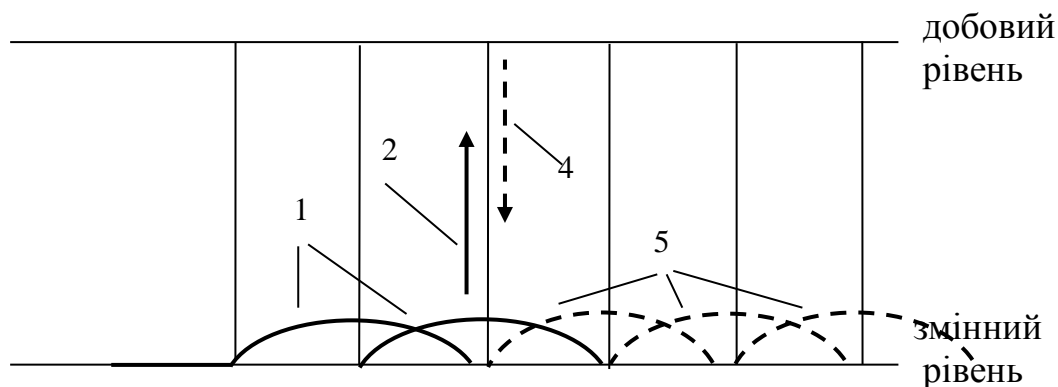


Рис. 2.4. Схема коригувань планів суміжних рівнів (на прикладі змінно-добового планування): 1 – коригування змінних планів в межах їх часового рівня до закінчення інтервалу "верхнього" (добового) плану без його зміни; 2 – передача інформації на верхній (добовий) рівень про незадовільні результати коригування 1; 3 – коригування добового плану в межах його часового рівня до закінчення його інтервалу без зміни "верхнього" (декадного) плану; 4 – передача інформації на нижній (змінний) рівень про результати коригування 3; 5 – коригування змінних планів в межах їх часового рівня до закінчення інтервалу "верхнього" (добового) плану за результатами його коригування.

Узагальнений алгоритм планування гірничих робіт протягом року.

Узагальнений алгоритм планування гірничих робіт протягом року показаний на рис. 2.5. Він відображає *склад* планування (множину вирішуваних завдань планування) у взаємозв'язку з іншими задачами контурів управління по часовим рівнями (контроль, облік, аналіз). Він також представляє інформаційно-функціональні зв'язки між цими складовими (*структура планування*). Таким чином, наведений алгоритм задає системне процесне представлення планування, тобто *систему планування* технологічних процесів відкритих гірничих робіт. Крім системного представлення, показаний на рис. 2.5 алгоритм задає послідовність планування, тобто *організацію* функціонування системи планування гірничих робіт.

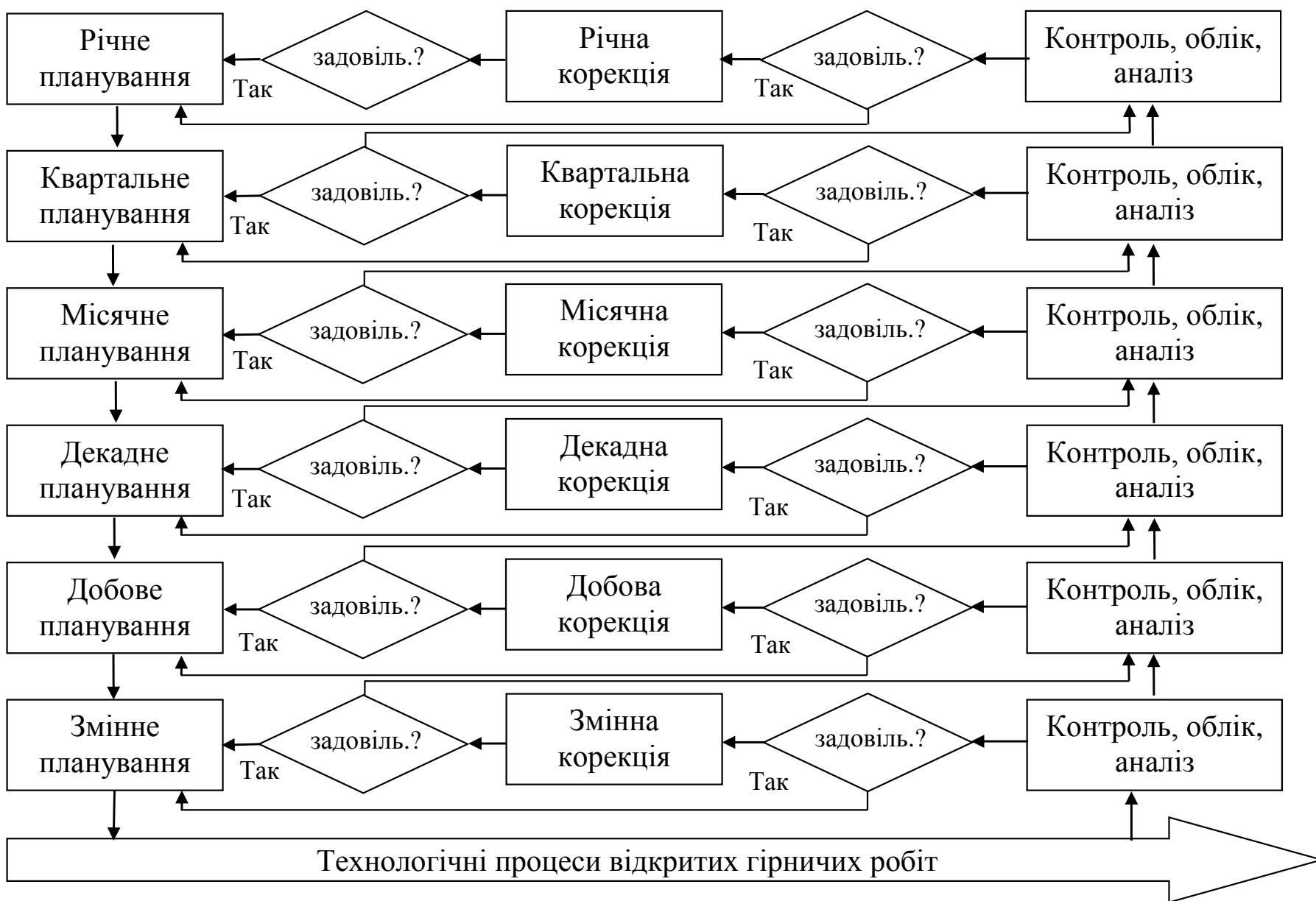
Таким чином, узагальнений алгоритм планування гірничих робіт протягом року задає систему планування і організацію її функціонування. Очевидно, що цей алгоритм можна використовувати для всіх видів гірничих робіт (видобувних, розкривних, гірничо-підготовчих, гірничо-капітальних) і технологічних процесів (БВР, виймально-навантажувальних робіт, транспортування і складування).

Приклад роботи узагальненого алгоритму. За результатами змінного планування на добу перед початком зміни відомі змінні показники роботи за всіма видами гірничих робіт і технологічних процесів (рис. 2.5, блок "Змінне планування"). Відповідно до цих показників і діючій організації протягом зміни виконуються технологічні процеси. Для підтримки необхідних поточних параметрів технологічних процесів протягом зміни диспетчерською службою виконується оперативне управління (управління за програмою з компенсацією збурень і відхилень (див. підрозділ 1.3). У рамках оперативного управління протягом зміни здійснюється облік, контроль і аналіз фактичних значень поточних параметрів технологічних процесів.

В кінці зміни аналізуються досягнуті фактичні змінні значення планових показників роботи кар'єру (рис. 2.5, блок "Контроль, облік, аналіз" в змінному контурі планування). За результатами порівняльного аналізу відповідності значень фактичних і планових змінних показників робиться висновок про задовільне або незадовільне виконання плану по кар'єру за минулий зміну. У незадовільному випадку виконується коригування змінних планів до кінця доби так, щоб добовий план був виконаний (рис. 2.5, блок "Змінна корекція" в змінному контурі планування). Це початковий варіант корекції (рис. 2.4, позиція 1). Якщо результати корекції будуть незадовільними, то йде звернення до рівня добового планування і виконується та сама послідовність процедур, але тепер уже на добовому рівні (рис. 2.4, позиція 3).

У кожному разі рішення про необхідність коригування плану приймається технологіями. ◀

Висновки. 1. Проектне календарне планування гірничих робіт відноситься до стратегічного планування, характерними рисами якого є суттєва невизначеність вихідних і прогнозованих умов, що залежить від періоду планування, а також принципу планування "від поставлених цілей", а не "від досягнутого".



38

Рис. 2.5. Узагальнений алгоритм планування відкритих гірничих робіт протягом року

Комплекс поточного річного планування з прогнозуванням розвитку гірничих робіт до кінця 5-річного періоду теж може бути віднесений до стратегічного планування, хоча цим задачам властива вже менша невизначеність умов.

Стратегічні результати проектного календарного планування гірничих робіт і поточного річного прогнозування їх розвитку до кінця 5-річного періоду грають роль планів-орієнтирів.

2. Результати поточного річного планування обов'язкові до виконання, і не служать орієнтиром. Цей рівень планування є пріоритетним по відношенню до проектного календарного, оскільки в разі суттєвих розбіжностей на його основі коригується проектний календарний план. Цей факт – ще один аргумент на користь віднесення поточного річного планування в комплексі з прогнозуванням розвитку гірничих робіт до кінця 5-річного періоду до стратегічного планування.

3. Планування гірничих робіт протягом року служить для реалізації показників річного плану шляхом його конкретизації по часовим рівням: квартальному, місячному, декадному, добовому і змінному. Основний принцип взаємодії цих рівнів – принцип обов'язкового виконання планових показників верхнього суміжного рівня. Як виняток, для нижніх рівнів допускається корекція планових показників верхнього суміжного рівня за умови виконання планових показників на кінець його періоду планування.

4. При переході з верхніх рівнів на нижні невизначеність задач планування зменшується за рахунок зменшення інтервалів планування та врахування додаткових чинників, які конкретизують поточну виробничу ситуацію: розстановки екскаваторів і їх перегонів, графіків ремонтів екскаваторів та масових вибухів, уточнення якісних показників корисних копалин за результатами експлуатаційної розвідки і опробування та ін. В результаті зниження невизначеності задач точність і достовірність розрахунків планових показників з пониженням часового рівня підвищується.

2.4 Технологічні принципи планування

Від повноти і достовірності врахування в системі планування особливостей об'єктів виконання технологічних операцій (процесів) значною мірою залежить її ефективність. Цей факт має місце і для відкритої розробки родовищ.

Як уже зазначалося в підрозділі 1.1, однією з перших таких особливостей є *динамічність* об'єктів виконання технологічних операцій (процесів).

Очевидно, що методики планування гірничих робіт повинні враховувати динамічність об'єктів виконання технологічних операцій (процесів). Зокрема, повинні враховувати технологічні залежності, що визначають швидкості переміщення цих об'єктів, як показники динамічності.

Залежності для визначення швидкостей деяких об'єктів виконання технологічних процесів відкритих гірничих робіт свого часу були сформульовані як "законои формування робочої зони кар'єру":

– "закон" динамічності робочих вибоїв (А.І. Узатіс, 1843 р.; І.А. Кузнецов, 1932 р.);

– "закон" узгодженого розвитку гірничих робіт на суміжних робочих уступах (І.А. Кузнецов, 1932 р. – частковий випадок; А.І. Арсент'єв, 1973 р. – загальне рішення);

– "закон" взаємозв'язку швидкостей зниження гірничих робіт і посунання робочих уступів (А.І. Арсент'єв, 1958 р.).

На наш погляд, вживання тут терміна "закон" не виправдано через порівняно вузьку галузь застосування. Коректно буде використовувати термін "за-закономірність".

Очевидно, що врахування цих залежностей в розрахункових методиках планування гірничих робіт відіграє роль важливої технологічної вимоги, тому не можна планувати технологічні процеси, не знаючи їх закономірностей.

Методично виконання тих чи інших вимог до планування звичайно забезпечується формулюванням і дотриманням відповідних принципів планування. Тому кожній із зазначених закономірностей формування робочої зони кар'єру повинен відповідати технологічний принцип планування.

2.4.1. Принцип динамічності планування гірничих робіт

Технологічною основою цього принципу є закономірність динамічності робочих вибоїв: *робочі вибої переміщуються зі швидкістю v_3 (м / од. часу) прямо пропорційною продуктивності виймального устаткування Q (м³ / од. часу) і обернено пропорційною площі вибою S (м²):*

$$v_3 = \frac{Q}{S}, \quad (2.1)$$

або

$$v_3 = \frac{Q}{HA}, \quad (2.2)$$

де H – висота уступу, м;

A – ширина заходки, м.

Для фронту робочого уступу було запропоновано своє формулювання тієї ж закономірності динамічності робочих вибоїв: *фронт робочого уступу переміщується з річною швидкістю v (м / рік) прямо пропорційно продуктивності виймального устаткування Q (м³ / рік) і обернено пропорційно добутку висоти уступу на довжину екскаваторного блоку (уступу):*

$$v = \frac{12Q}{(HL_{\text{бл}})} \quad (2.3)$$

або

$$v = \frac{12Qn}{(HL_{уст})} \quad (2.4)$$

де $L_{бл}$ – довжина екскаваторного блоку (фронту, відведеного для роботи одного екскаватора), м;

n – число екскаваторів, що працюють на одному уступі;

$L_{уст}$ – довжина фронту робіт на робочому уступі, м;

t – час роботи екскаваторів.

Незважаючи на простоту залежностей (2.1) – (2.4) для визначення швидкостей посування торцевого забою і уступу, з позицій планування відкритих гірничих робіт врахування цих залежностей в методиках планування грає роль важливої технологічної вимоги. Саме застосування цих залежностей в методиках дозволяє врахувати динамічність розглянутих об'єктів виконання технологічних процесів.

Як уже зазначалося, виконання тих чи інших вимог до планування забезпечується дотриманням відповідних принципів планування. Звідси, відповідно до закону динамічності робочих вибоїв, можна сформулювати *принцип динамічності планування гірничих робіт* в такій редакції: *планові показники відкритих гірничих робіт повинні задавати необхідну просторово-часову динаміку переміщення робочих вибоїв і уступів.*

Приклад ілюстрації принципу: при змінному плануванні виймально-навантажувальних робіт у вибої необхідно розрахувати змінні обсяги виймки гірничої маси на добу.

Для цього, згідно з принципом динамічності планування гірничих робіт, розраховані об'єми виймки повинні бути такими, щоб на кінець доби вибій перемістився в положення, відповідне заданому добовому контуру виймки. При цьому змінні посування забою не повинні порушувати закономірність динамічності робочих вибоїв. ◀

Як видно з прикладу, принцип не копіює механічно закономірність. Він ширше за змістом: регламентує визначення планових показників технологічних процесів (операцій), які виконуються у вибої і / або на уступі, а не тільки швидкість переміщення забою і уступу. При цьому розраховані планові параметри і показники бурових, вибухових і виймально-навантажувальних робіт повинні бути такими, щоб вони забезпечували необхідну динаміку вибоїв і уступів для виходу на задані контури виймки.

2.4.2. Принцип співрозмірного планування гірничих робіт на суміжних робочих уступах

Узгодженість планових параметрів і показників є обов'язковою умовою планування будь-якого виробництва. А для відкритої розробки цей принцип включає ще й додаткову вимогу врахування другої особливості об'єктів

виконання технологічних операцій (процесів) – технологічного взаємозв'язку динаміки робочих місць у часі і просторі (див. підрозділ 1.1).

Ця особливість відображена другою закономірністю формування робочої зони кар'єру – співрозмірним розвитком гірничих робіт на суміжних робочих уступах, яка в свою чергу є технологічною основою принципу співрозмірного планування гірничих робіт на суміжних робочих уступах.

Згідно з цією закономірністю швидкість посування i -го робочого уступу v_i повинна бути більше або дорівнює швидкості посування нижчого $(i+1)$ -го уступу v_{i+1} за вирахуванням частки від розподілу надлишку ширини робочого майданчика $(B_i - B_{0i})$ на заданий відрізок часу t , необхідний для забезпечення рівності $B_i = B_{0i}$:

$$B_i + t(v_i - v_{i+1}) \geq B_{0i}, \quad (2.5)$$

або

$$v_i \geq v_{i+1} - \frac{1}{t}(B_i - B_{0i}). \quad (2.6)$$

де B_{0i} – мінімальна розрахункова величина робочого майданчика.

Переміщення уступів робочої зони взаємопов'язані, позаяк на кожному з них завжди необхідно мати робочі майданчики певної ширини для розміщення гірничого устаткування і комунікацій (рис. 2.6).

Для нормальної роботи обладнання на кожному уступі повинні бути майданчики шириною B_i , що є не меншою мінімальної розрахункової величини, тобто має виконуватися умова $B_i \geq B_{0i}$.

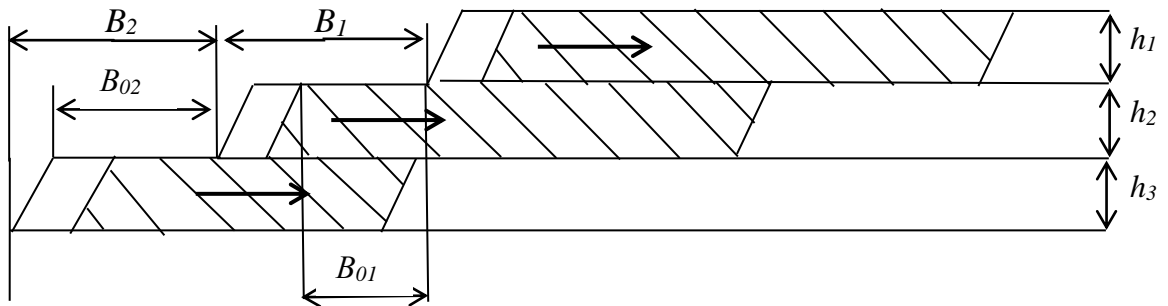


Рис. 2.6. Схема розвитку гірничих робіт на суміжних уступах

На підставі формул (2.5), (2.6) планують гірничі роботи на робочих уступах. Причому розрахунки зазвичай починають з нижнього уступу і йдуть вгору. Для нижнього уступу слід визначати необхідну швидкість, що забезпечує планову інтенсивність гірничих робіт, а потім за формулою (2.6) розраховують необхідну швидкість посування для верхніх уступів.

Іноді користуються окремим випадком цієї закономірності при $B_i = B_{0i}$. Тоді для забезпечення умови $v_i \geq v_{i+1}$ з урахуванням формули (2.4)

$$v = \frac{12Qn}{(HL_{уст})},$$

необхідно, щоб

$$\frac{Q_i n_i}{H_i L_i} \geq \frac{Q_{i+1} n_{i+1}}{H_{i+1} L_{i+1}}, \quad (2.7)$$

де Q_i і Q_{i+1} – річна продуктивність екскаваторів на i -му і нижче лежачому $(i+1)$ -му уступах, м³ / рік;

n_i і n_{i+1} – число екскаваторів на суміжних уступах;

H_i, H_{i+1} – висота суміжних уступів, м;

L_i і L_{i+1} – довжина фронту робіт на суміжних робочих уступах, м.

Для планування відкритих гірничих робіт із закономірності співрозмірного їх розвитку на суміжних робочих уступах теж слідує важлива технологічна вимога враховувати в методиках планування залежності (2.5) – 2.7). Наприклад, при розрахунку планових об'ємів виїмки гірничої маси на суміжних уступах для регулювання швидкостей посування уступів і прогнозуванні їх положення виходячи із заданих інтервалів планування.

Таким чином, відповідно до закономірності співрозмірного розвитку гірничих робіт на суміжних робочих уступах можна сформулювати *принцип співрозмірного планування гірничих робіт на суміжних робочих уступах: розраховані планові показники гірничих робіт на суміжних уступах повинні задавати узгоджену просторово-часову динаміку переміщення цих уступів.*

Приклад ілюстрації принципу: для двох суміжних видобувних уступів при місячному плануванні повинні бути визначені планові параметри і показники технологічних процесів, які виконуються на цих уступах.

Для цього, згідно з принципом співрозмірного планування гірничих робіт на суміжних робочих уступах розраховані планові параметри і показники технологічних процесів, які виконуються на цих уступах, повинні бути такими, аби на кінець кварталу уступи перемістилися в положення, що відповідає заданому квартальному контуру виїмки. При цьому місячні посування уступів не повинні порушувати закон співрозмірного розвитку гірничих робіт на суміжних робочих уступах.

2.4.3. Принцип співрозмірного планування зниження і посування гірничих робіт

Технологічною основою цього принципу планування служить закономірність взаємозв'язку швидкостей зниження гірничих робіт і посування робочих уступів.

Підтримка (регулювання) виробничої потужності кар'єру, що розробляє крутоспадне родовище, вимагає періодичного розкриття і підготовки нових горизонтів, тобто поглиблення гірничих робіт. Для цього потрібне певне

посування уступів на бортах кар'єру для створення потрібних розмірів його дна. Звідси випливає, що швидкість поглиблення дна і швидкість посування уступів взаємопов'язані.

Взаємозв'язок цих швидкостей описується закономірністю співрозмірного зниження гірничих робіт і посування робочих уступів: вертикальна швидкість зниження гірничих робіт h_i прямо пропорційна горизонтальній швидкості посування робочих уступів v і обернено пропорційна алгебраїчній сумі котангенсів кута укосу робочого борту φ і кута напрямку поглиблення кар'єру β (рис. 2.7):

$$h_r = \frac{v}{ctg\varphi \pm ctg\beta} \quad (2.8)$$

Нехай на початку року дно кар'єру знаходилось на відмітці точки O_1 , а наступного року – на відмітці точки O_2 .

Для збереження робочих майданчиків B_1 робочий уступ на позначці O_1 потрібно пересунути вправо до точки C_1 ($O_1C_1 = v$) і вліво до точки C_1' ($O_1'C_1' = v'$). Швидкість поглиблення кар'єру виразиться вектором O_1O_2 , нахиленим під кутом β (див. рис. 2.7, б).

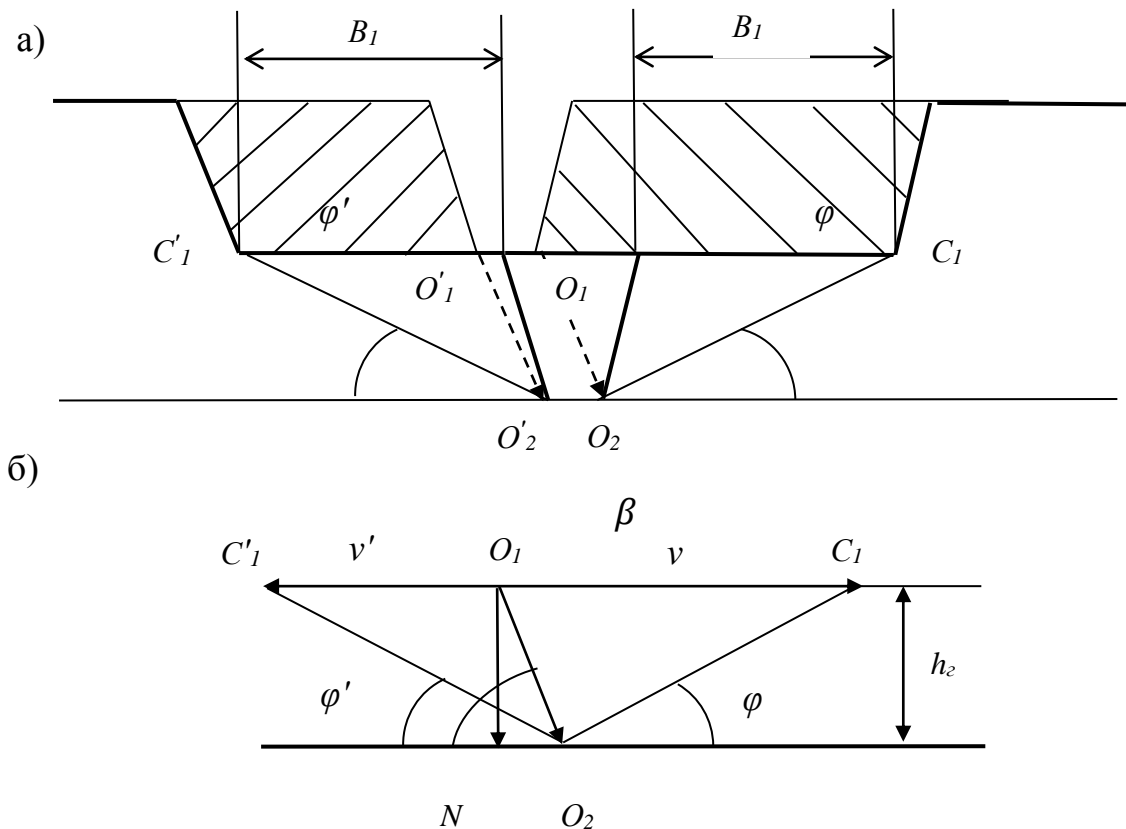


Рис. 2.7. Схема поглиблення кар'єра а) і взаємозв'язок швидкостей посування та поглиблення б)

Для зручності прийнято вимірювати не справжню швидкість, а її вертикальну проєкцію $h_2 = O_1N = O_1O_2\sin\beta$.

З трикутників $O_1C_1O_2$ і $O_1C_1'O_2$ отримуємо:

$$h_r \leq \frac{v}{ctg\varphi + ctg\beta}; \quad (2.9)$$

$$h'_r \leq \frac{v'}{ctg\varphi' - ctg\beta}. \quad (2.10)$$

Знак нерівності тут стоїть, оскільки, забезпечивши можливість поглиблення зі швидкістю h_2 , годі й поглиблювати кар'єр, якщо в цьому немає необхідності.

На основі залежностей (2.8) - (2.10) можна визначати можливу швидкість зниження видобувних робіт, а, отже, і продуктивність кар'єра по руді. Однак в такому випадку замість напрямку поглиблення в залежність слід ввести кут падіння рудного пласта. За тією ж формулою визначають і швидкість формування неробочого борту кар'єру.

Якщо рівняння розв'язати відносно горизонтальної швидкості посування робочих уступів v , то при заданому темпі зниження видобувних робіт можна визначити потрібну кількість екскаваторів на робочих уступах кар'єру.

Формула (2.8) об'єднує в загальному вигляді формули (2.9) – (2.10). Знак плюс в знаменнику ставиться при направленні посування уступів зі сторони лежачого боку, а мінус - при направленні посування уступів зі сторони висячого боку.

Як уже зазначалося, наведена вище закономірність служить технологічною основою *принципу співрозмірного планування зниження і посування гірничих робіт*, який можна сформулювати наступним чином: *визначені планові показники гірничих робіт при розкритті і підготовці нових горизонтів, а також на верхніх горизонтах повинні задавати узгоджену просторово-часову динаміку між поглибленням і посуванням гірничих робіт.*

Приклад ілюстрації принципу: при поточному річному плануванні гірничих робіт повинні бути визначені планові об'єми гірничих робіт, в т.ч. з розкриття та підготовки нових горизонтів, а також з рознесення бортів.

Для цього згідно з принципом співрозмірного планування зниження і посування гірничих робіт – розраховані планові обсяги повинні бути такими, щоб на кінець періоду планування плановий контур кар'єру перемістився в положення, відповідне проєктному календарному плану. При цьому планові річні значення поглиблення дна кар'єру і посування бортів повинні відповідати закономірності взаємозв'язку швидкостей зниження гірничих робіт і посування робочих уступів. ◀

2.4.4 Принцип циклічності планування гірничих робіт

Як відомо, за характером протікання технологічних процесів у часі

розрізняють *безперервні* і *дискретні*, а також їх комбінацію – *дискретно-безперервні* процеси.

При відкритій розробці родовищ, в залежності від гірничо-геологічних, гірничо-технічних та інших умов мають місце технологічні процеси всіх зазначених видів. При цьому дискретні процеси в більшості випадків представлені їх різновидом – *дискретними циклічними* процесами (характерна особливість – порівняно регулярна повторюваність технологічних операцій). Відповідно розрізняють *циклічну*, *циклічно-поточну* і *поточну* технологію відкритої розробки родовищ.

Для обґрунтування ще одного принципу планування відкритих гірничих робіт, як і в попередніх випадках, розглянемо спочатку технологічні особливості циклічної технології до планування відкритих гірничих робіт при розробці залізородних родовищ (в цьому випадку циклічними є практично всі технологічні процеси: бурові і вибухові роботи, виймально-навантажувальні роботи і транспортування, складування і відвалоутворення, розкриття і підготовка чергового горизонту).

Розглянемо деякі циклічні процеси, що мають безпосереднє відношення до розвитку робочої зони кар'єру.

На робочому уступі кожному екскаватору зазвичай відведений певний фронт робіт – екскаваторний блок $L_{\text{бл}}$. Після того, як екскаватор пройде заходку на всю довжину виїмкового блоку, він починає відпрацьовувати наступну заходку.

Якщо спостерігати певну ділянку робочого борту, то фронт уступу періодично посувається на ширину екскаваторної заходки A . Цей період t_3 можна оцінити за виразом:

$$t_3 = \frac{L_{\text{бл}}NA}{Q}, \quad (2.11)$$

де N – висота уступу;

Q – експлуатаційна продуктивність екскаватора.

Якщо чіткого поділу на блоки немає, то

$$t_3 = \frac{L_{\text{уст}}NA}{(n_{\text{уст}}Q)}, \quad (2.12)$$

де $L_{\text{уст}}$ – довжина активного фронту уступу;

$n_{\text{уст}}$ – число екскаваторів на уступі.

Тривалість цих циклів дещо коливається від циклу до циклу, але основна закономірність зберігається.

При відпрацюванні крутоспадного родовища постійної потужності тривалість відпрацювання видобувної зони на робочому уступі $t_{\text{д.з}}$ складає:

$$t_{д.з} = \frac{M}{v} = \frac{MHL_{бл}}{Q}, \quad (2.13)$$

де M – горизонтальна потужність рудного тіла;
 v – швидкість посування уступу.

Тоді періодичність (цикл) введення видобувних уступів в роботу для прийнятих умов:

$$t_{д.у} = \frac{t_{д.з}}{n_{д.у}}, \quad (2.14)$$

де $n_{д.у}$ – число видобувних уступів в одночасній роботі.

Для підтримання фронту робіт необхідно періодично розкривати і готувати нові горизонти. Цей процес теж циклічний. Періодичність (цикл) введення нових робочих уступів (в роках) можна оцінити, як

$$t_{п} = \frac{H}{h_y}, \quad (2.15)$$

де h_y - річна швидкість поглиблення кар'єра, м / рік.

Планування будь-якого виробництва завжди циклічно, оскільки серед факторів декомпозиції при формуванні множини задач планування, як правило, є часовий чинник (див. підрозділ 2.1). Тому на кожному часовому рівні з'являється *системний цикл* планування, який дорівнює інтервалу планування цього рівня (результат декомпозиції з часового фактору). Як відомо, мінімальний цикл планування – зміна.

Для відкритої розробки особливого значення в аспекті методик планування набуває ще один вид циклів – *цикли технологічних процесів (операцій)*, що виконуються по об'єктах гірничої технології (вище наведені спрощені формули (2.11) – (2.15) таких циклів). Відповідно з'являється ще один вид планування: по об'єктах гірничої технології з технологічними циклами, які дорівнюють тривалості конкретних технологічних процесів (ці цикли, як правило, неоднакові і відрізняються від системних).

Очевидно, що технологічні цикли повинні пройти просторово-часове узгодження з системними циклами планування: для технологічного циклу розраховуються об'єми робіт, які потім "*розносяться*" по відповідним системним циклам.

Згідно з розглянутими циклічними особливостями технологічних процесів можна сформулювати *принцип циклічності планування відкритих гірничих робіт: розраховані планові параметри та показники динаміки об'єктів гірничої*

технології і процесів, що на них виконуються, повинні бути узгоджені просторово-часовою ув'язкою їх циклів в межах системних циклів планування.

Приклад для ілюстрації принципу. На виїмковому блоці виконуються вибухові роботи з циклом 10 діб. Відповідно, цикли бурових і виймально-навантажувальних робіт повинні бути такими ж. Для цього періоду розраховуються обсяги вказаних робіт.

Далі, наприклад, при добовому плануванні (системні цикли), розраховані для 10-денного циклу обсяги бурових і виймально-навантажувальних робіт розподіляються по добам з урахуванням дати вибуху, перегонів обладнання, підготовки вибуху, вибуху, провітрювання і повернення обладнання та графіка ремонту екскаватора і бурових станків. Тобто, встановлені на 10-денний цикл обсяги бурових і виймально-навантажувальних робіт "розносяться" по відповідними системним добовим циклам.

Підводячи підсумок розгляду наведених вище технологічних принципів планування і враховуючи наявність аналогічних особливостей й у інших видів робочих місць, об'єктів гірничої технології і технологічних процесів, можна стверджувати, що при відповідному коригуванню формулювань і залежностей, область застосування цих принципів можна розширити і на ці об'єкти.

Слід також відзначити взаємозв'язок принципів технологічного планування відкритих гірничих робіт:

- принцип циклічності доповнює всі принципи;
- принципи циклічності і динамічності доповнюють принцип співрозмірного планування для суміжних уступів;
- принципи циклічності, динамічності і співрозмірного планування для суміжних уступів доповнюють принцип співрозмірного планування зниження і посування гірничих робіт.

Висновки. 1. Завжди від повноти та достовірності врахування в системі планування особливостей об'єктів виконання технологічних процесів і самих технологічних процесів в значній мірі залежить її ефективність. Цей факт має місце і для відкритої розробки родовищ.

Свого часу ряд цих особливостей були описані обмеженим колом спрощених формул, так названими "законами формування робочої зони кар'єру". Ці "закони" описували закономірності динаміки вибоїв, окремих уступів, суміжних уступів, поглиблення дна кар'єру і посування борту кар'єру.

Очевидно, що методики планування гірничих робіт повинні враховувати ці закономірності.

2. Виконання тих чи інших вимог до планування методично забезпечується дотриманням відповідних принципів планування. В нашому випадку такими вимогами є реалізація в методиках планування розглянутих вище закономірностей. У зв'язку з цим були обґрунтовані і сформульовані наступні технологічні принципи:

- динамічності планування відкритих гірничих робіт;
- співрозмірного планування гірничих робіт на суміжних робочих уступах,
- співрозмірного планування зниження і посування гірничих робіт;
- циклічності планування відкритих гірничих робіт

Дотримання цих принципів забезпечує врахування в методиках планування гірничих робіт вказаних вище закономірностей.

2.5 Моделі і методи планування відкритих гірничих робіт

Аналіз науково-практичних розробок моделей і методів планування технологічних процесів відкритих гірничих робіт показує, що більшість з них присвячено першому основному технологічному процесу – виймально-навантажувальним роботам.

Крім того, за їхньою досконалістю з позицій підтримки прийняття рішень (системність постановки задачі: позиціонування в структурованій множині часткових задач планування; врахування чинника динаміки в постановці задачі, ступінь можливої автоматизації підготовки, перетворення, обробки і представлення даних) множину відомих методологій, що застосовуються в практиці, можна розділити на чотири умовні напрямки:

- традиційний (емпіричний, технологічний);
- математичний;
- геоінформаційний;
- системний.

2.5.1 Традиційні моделі і методи

Моделі і методи планування гірничих робіт першого напрямку можна назвати традиційними, оскільки вони сформувалися першими з початку промислової великомасштабної відкритої розробки родовищ (30-ті роки минулого століття) і з тих пір принципово не змінилися. З часом вони, звичайно удосконалювалися, але істотні зміни відбулися, здебільшого, в інструментальних засобах: практично був здійснений перехід від ручних способів підготовки, перетворення, обробки і представлення даних до різних програмних засобів. Однак сама методологія (моделі і методи) планування, по суті, залишилися ті самі:

- графічні і графо-аналітичні моделі кар'єру і його об'єктів в плоскому, двовимірному поданні;
- графічні і графо-аналітичні методи роботи з зазначеними моделями, засновані на спрощених графічних побудовах, аналітичному підході до розрахунків, графічній і табличній формі плану.

Проте, простота і наочність традиційних моделей і методів, з одного боку, і складність строгого вирішення задачі планування гірничих робіт, з іншого боку, зумовлюють той факт, що ці моделі і методи, як і раніше, залишаються домінуючими серед зазначених вище напрямків.

Єдиної загальноприйнятої, регламентованої нормативними документами методики реалізації традиційних моделей і методів, донині немає. Як вже зазначалося (підрозділ 1.1), діюча на даний час на конкретному кар'єрі методика планування гірничих робіт затверджується внутрішнім стандартом

(регламентом) підприємства.

На основі узагальнення практичного досвіду традиційну методику планування гірничих робіт можна представити таким чином:

1) на погоризонтних планах верхнього рівня контури виїмки гірничої маси розкрояються на планові виїмкові контури відповідно до інтервалів планування рівня, що розглядається (форма і просторове положення одержуваних контурів, на які виконується розкрій – прерогатива технолога);

2) розраховуються об'ємно-якісні показники за видами гірничої маси в отриманих контурах (для корисної копалини – обсяги і середні якісні показники за типами і сортам, а для розкривних порід – обсяги за їх типами) ;

3) виконується розстановка екскаваторів по виїмкових контурах (блокам) та їх розкрій на заходки (орієнтовно, починаючи з місячного рівня планування); розраховуються об'ємно-якісні показники за видами гірничої маси для кожної заходки;

4) розраховується час відпрацювання заходок і кожного блоку в цілому з урахуванням графіку ремонтів екскаваторів і масових вибухів (орієнтовно, починаючи з місячного рівня планування);

5) виконаний таким чином "набір" планових обсягів гірничої маси перевіряється на відповідність контрольним показникам по інтервалам планування і показниками плану верхнього рівня; якщо для корисної копалини за розрахованими обсягами і середніми якісними показниками, а для розкривних порід – за обсягами і типами розкривних порід, таке відповідність буде задовільною, то отриманий варіант "набору" пропонується як проєкт плану для затвердження; порівняння варіанту "набору" з контрольними показниками і планом верхнього рівня виконується, як правило, групою фахівців технічного, виробничого, геологічного та маркшейдерського відділів (так званий експертний аналіз і оцінка); після затвердження проєкт плану стає обов'язковим для виконання і цим завершується процедура планування;

6) якщо задовільної відповідності немає, то повторюються пп. 1 – 5; при цьому можуть змінюватись прийняті раніше дані:

– про варіанти розкрою отриманих контурів на заходки (інша ширина, конфігурація, просторове положення та послідовність відпрацювання заходок);

– про спосіб розкрою планових контурів верхнього рівня (нерівні об'єми виїмки за інтервалами планування, інша конфігурація та просторове положення контурів, що визначаються; інша послідовність відпрацювання цих контурів);

7) якщо циклічна процедура 1 – 6 не дасть позитивного результату, то питання про неможливість формування прийняттого варіанта плану передається на верхній рівень управління.

Приклади табличної і графічної форм представлення плану гірничих робіт представлені таблицею 2.1 і рисунком 2.8.

У першій колонці табл. 2.1 вказані горизонти, на яких запланована виїмка розкривних порід протягом кварталу (квартальні обсяги і відповідні контури виїмки по кожному горизонту задані як вихідні дані). Крім того, задаються необхідні місячні обсяги виїмки розкривних порід.

При місячному плануванні ці контури були розкроєні на місячні, які в свою чергу були розкроєні на заходки по кожному зазначеному горизонту (рис. 2.9). Для кожної заходки були розраховані об'єми гірничої маси і витрати часу на їх виїмку, а також сумарний об'єм виїмки по кожному горизонту по місяцях (2-а, 3-я і 4-я колонки). У 5-й колонці вказані сумарні об'єми за квартал по кожному горизонту (повинні дорівнювати заданим у вихідних даних).

У нижньому рядку вказані заплановані сумарні місячні об'єми виїмки розкривних порід на всіх горизонтах, які повинні дорівнювати заданим у вихідних даних значенням. У 5-й колонці цього рядка вказано запланований квартальний об'єм виїмки розкривних порід, який теж повинен дорівнювати заданому у вихідних даних значенню.

Як видно з вище викладеного, традиційна методика планування гірничих робіт є, по суті, методом варіантів. Вибір раціонального варіанту плану виконується за ступенем його відповідності контрольним показникам і плановим показникам верхнього рівня.

Таблиця 2.1

Приклад табличної форми місячних планів розкривних робіт

Горизонт	Період планування			
	1 місяць	2 місяць	3 місяць	Квартал
-89,9 м	$V_{1-3}=196290 \text{ м}^3$, $t_{1-3}=15,5 \text{ діб}$			373050 м³
	$V_{4-6}=74715 \text{ м}^3$, $t_{4-6}=6 \text{ діб}$			
	$V_{7-8}=102045 \text{ м}^3$, $t_{7-8}=7,5 \text{ діб}$			
	373050 м³			
-280 м	$V_{1-3}=130575 \text{ м}^3$ $t_{1-3}=10,1 \text{ діб}$	$V_{9-11}=88050 \text{ м}^3$ $t_{9-11}=10,3 \text{ діб}$		483630 м³
	$V_{4-6}=150840 \text{ м}^3$ $t_{4-6}=11,8 \text{ діб}$			
	$V_{7-8}=78270 \text{ м}^3$ $t_{7-8}=6 \text{ діб}$			
	359685 м³	123945 м³		
-259 м			$V_{2-3}=407895 \text{ м}^3$ $t_{2-3}=19,7 \text{ діб}$	407895 м³
			407895 м³	
-238 м			$V_{1-3}=147750 \text{ м}^3$ $t_{1-3}=12,2 \text{ діб}$	147750 м³
			147750 м³	
Всього	732735 м³	123945 м³	555645 м³	1412325 м³

Примітка: в практиці отримані числові значення часто округляються до тис. м³ або млн м³.

Перевагами традиційної методики планування гірничих робіт є:

– універсальність методу варіантів, що дозволяє застосовувати його в самих різних кар'єрах при різних гірничо-геологічних і гірничо-технічних умовах;

– широке використання технологічного емпіричного досвіду не тільки в кількісній, але і в якісній формі при визначенні контурів виїмкових блоків, розстановці обладнання, розкрююванні блоків, врахуванні графіків ремонтів і вибухів, вимог суміжних технологічних процесів; таким чином враховується множина визначальних чинників (правда, в значній мірі – суб'єктивно);

– наочна просторова прив'язка графічним способом планових об'ємів виїмки гірничої маси до виїмкових блоків;

– безпосереднє графічне завдання динаміки фронту гірничих робіт через послідовність контурів об'ємів виїмки гірничої маси;

– в кінцевому підсумку отримання плану забезпечується за допомогою нескладних графічних побудов (графічна форма) і нескладних аналітичних обчислень (таблична форма) в звичному для технологів вигляді.

Однак традиційна методика має і суттєві недоліки:

– формування множини варіантів планів значною мірою емпіричними методами (суб'єктивно), що може привести до початкової втрати найбільш ефективного варіанта плану, тим більше, що кількість розглянутих варіантів істотно обмежена;

– процедура "набору" обсягів по виїмкових блоках не гарантує збіжності з необхідними контрольними показниками через свою суб'єктивність, варіативну обмеженість і незмінність гірничо-геологічних та інших вихідних умов (наприклад, вихід за планові контури верхнього рівня вимагає окремого узгодження з управлінням верхнього рівня);

– в практиці часто трапляються випадки, коли в одному варіанті частина показників краща, а частина - гірша, ніж в іншому варіанті; як правило, поліпшення будь-якого показника досягається за рахунок погіршення інших показників в цьому ж варіанті; в такій ситуації має місце багатокритеріальний вибір компромісного рішення, який в практиці можна здійснити тільки за рахунок додаткової суб'єктивної інформації.

Висновки. 1. Аналізуючи переваги і недоліки традиційної методології планування відкритих гірничих робіт, можна сказати, що вона буде застосовуватись і в майбутньому, особливо на кар'єрах невеликої виробничої потужності з порівняно простими гірничо-геологічними умовами і не жорсткими вимогами до якості видобутої корисної копалини, що доставляється на переробку.

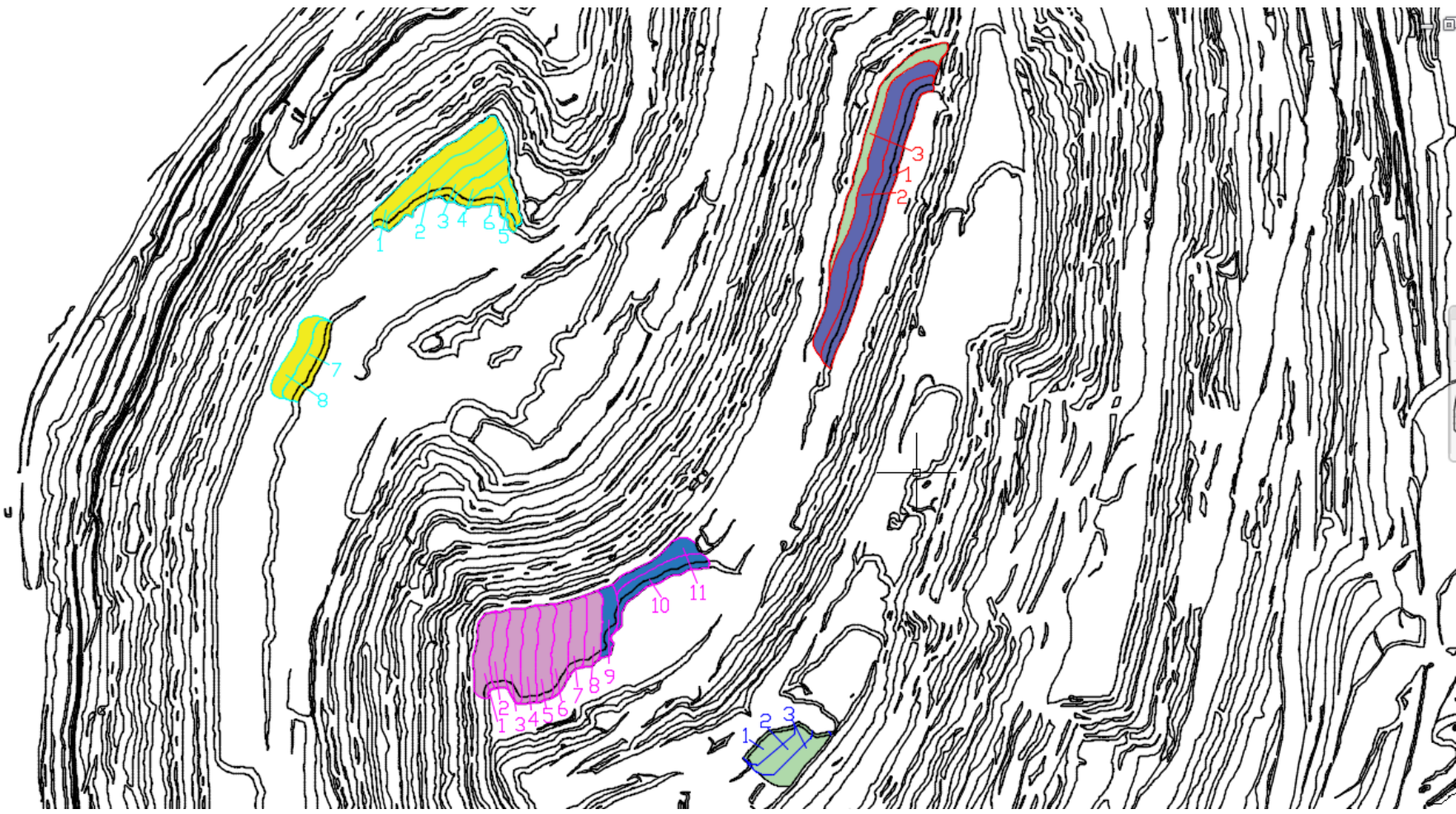


Рис. 2.8. Фрагмент плану гірничих робіт: ■ ■ контури виїмки першого місяця, ■ контури виїмки другого місяця, ■ контури виїмки третього місяця; 1, 2, ... - номери заходок

2. На кар'єрах великої виробничої потужності з більш складними умовами і вимогами ця методологія може застосовуватися для попередньої спрощеної оцінки варіантів планів. Як основна методологія планування відкритих гірничих робіт в цьому випадку вже використовуються математичні та геоінформаційні моделі і методи.

2.5.2 Математичні моделі і методи планування

Математичні моделі і методи, на відміну від традиційних, дозволяють визначити *оптимальний*, в сенсі заданого критерію оптимальності, план гірничих робіт в табличній формі. Однак застосовуються вони тільки в задачах планування, які можна *формалізувати* шляхом спрощень і припущень. Отже вихідну задачу зводять до моделі такого математичного типу, для якого є розроблені і програмно реалізовані *методи оптимізації*, тобто методи вирішення задач такого типу.

У наукових публікаціях як математичні моделі пропонуються, здебільшого, моделі математичного програмування (лінійні і нелінійні, безперервні і дискретні, детерміновані і стохастичні, одно- і багатокритеріальні). Але в практиці поки що застосовуються найпростіші з них – лінійні однокритеріальні і, набагато рідше, – нелінійні однокритеріальні з нескладними нелінійностями в обмеженнях або в критерії оптимальності. Причина – ускладнення обґрунтування (вибору, створення) математичної моделі; ускладнення методу розв'язання і, як наслідок, відсутність його програмної реалізації задачі або ускладнення його модифікації та супроводу.

При цьому, як і для простих моделей, питання адекватності моделей і верифікації програм залишається відкритим.

Методика вирішення задач планування відкритих гірничих робіт на основі застосування математичних моделей і методів програмним способом стандартна:

- 1) підготовка і введення вихідних даних за допомогою призначеного для користувача інтерфейсу (виконується технологом);
- 2) формування числової моделі задачі за заданою математичною моделлю (в більшості випадків виконується програмно);
- 3) пошук рішення задачі обраним методом (виконується програмно);
- 4) видача планових об'ємів виїмки гірничої маси на екран монітора і / або до друку в табличній формі (результати вирішення завдання планування);
- 5) технологічний аналіз і оцінка отриманого рішення (виконується технологом);
- 6) прийняття рішення про доцільність затвердження отриманого плану (виконується групою фахівців профільних відділів);
- 7) якщо рішення про доцільність затвердження отриманого варіанту плану не приймається, то змінюються вихідні дані і циклічна процедура 1 – 6 повторюється (виконується технологом); якщо після неодноразового повторення циклічної процедури 1 – 6 задовільних результатів рішення задачі

немає (тому що математична модель задачі, яка прийнята до застосування, певні чинники не враховує або враховує не правильно), питання про неможливість формування прийняттого варіанта плану передається на верхній рівень управління.

Принциповою відмінністю даної методики від традиційної є те, що вона визначає *оптимальний*, тобто найкращий серед усіх можливих варіант плану в сенсі прийнятого критерію оптимальності, а не суб'єктивно раціональний варіант з емпірично визначеного обмеженого числа варіантів.

Приклад застосування математичної моделі і методу для вирішення задачі змінного планування розкривних гірничо-транспортних робіт.

Змістова постановка задачі змінного планування розкривних гірничо-транспортних робіт:

– технологічна схема включає розкривні вибої і працюючі пункти доставки гірничої маси в роботі на майбутню зміну;

– розкривні породи транспортується з вибоїв на пункти доставки (відвали або пункти перевантаження), при цьому можливі всі маршрути доставки: з будь-якого вибою на будь-який пункт доставки;

– відоме місце розташування і кількість вибоїв, а також можливий максимальний змінний об'єм відвантаження з кожного з них;

– відоме місце розташування і кількість пунктів доставки, необхідні змінні об'єми доставки на кожний з них, а також відстані транспортування за всіма можливими маршрутами доставки.

Необхідно визначити план відвантаження і перевезення розкривних порід з кожного вибою на пункти доставки за можливими маршрутами при обмеженнях:

1) сумарний обсяг відвантаження з кожного вибою на всі пункти доставки не повинен перевищувати можливого максимального значення;

2) сумарний обсяг доставки з усіх вибоїв на кожний пункт доставки повинен дорівнювати заданим необхідним змінним значенням;

Встановлений план повинен забезпечувати мінімум сумарної змінної транспортної роботи.

Формальна постановка задачі при певних припущеннях була зведена до математичної моделі транспортної задачі лінійного програмування:

$$\sum_{j=1}^P X_{ij} \leq Q_i, \quad i = \overline{1, R}, \quad (2.16)$$

$$\sum_{i=1}^R X_{ij} = G_j, \quad j = \overline{1, P}, \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^P X_{ij} * l_{ij} \rightarrow \min, \quad (2.18)$$

де X_{ij} – змінна величина, що визначається: обсяг перевезення гірничої маси з i -го забою на j -й пункт доставки, тобто на ij -му маршруту;

R – число працюючих вибоїв в роботі на майбутню зміну;

P – число працюючих пунктів доставки гірничої маси в роботі на майбутню зміну;

Q_i – можливий максимальний змінний обсяг відвантаження з кожного (i -го) вибою;

G_j – необхідний змінний об'єм доставки гірничої маси на кожний (j -й) пункт доставки;

l_{ij} – відстань транспортування по кожному (ij -му) маршруту доставки розкривних порід.

У наведеній математичній моделі задачі змінного планування розкривних гірничо-транспортних робіт обмеження (2.16) відповідає 1-й вимозі, а обмеження (2.17) – 2-й вимозі змістової постановки задачі. Цільова функція або критерій оптимальності (2.18) відображає вимогу мінімізації змінної сумарної транспортної роботи.

Розв'язати задачу, задану математичною моделлю (2.16) – (2.18), це значить знайти набір таких значень X_{ij} , при яких досягається мінімум цільової функції (критерію оптимальності).

Підготовка вихідних даних і умов. Числові вихідні дані представляються в EXCEL в формі таблиці 2.2.

Як видно з таблиці 2.2, в розглянутому прикладі планується змінна виїмка розкривних порід в 5 забоях (рядки), які доставляються на 4 пункти доставки (стовпці). Числа на перетині рядків і стовпців – це відстані транспортування з i -го вибою на j -й пункт доставки. Нижній рядок - необхідні об'єми доставки по кожному пункту, а правий крайній стовпець – максимальні можливі об'єми відвантаження по кожному вибою.

Таблиця 2.2

Вихідні числові дані задачі змінного планування розкривних гірничо-транспортних робіт

Відстань транспортування, км					
Вибої	ПП				Q_i^{max} , т
	№1	№2	№3	№4	
№1	0,7	3,0	2,4	1,8	2800
№2	1,6	2,7	2,5	0,9	4600
№3	2,9	1,2	0,9	2,2	3700
№4	2,1	1,8	1,9	2,6	4100
№5	0,8	2,5	1,7	2,9	2500
G_j , т	4800	5200	3700	4000	

Управління процесом розв'язання задачі проводиться за допомогою інтерфейсу користувача MICROSOFT EXCEL (панель управління, відповідні діалогові вікна опції "Пошук рішення", метод вирішення задачі – симплексний).

Результати вирішення розглянутого прикладу задачі змінного планування розкривних гірничо-транспортних робіт представляються у формі таблиці 2.3, структура якої відповідає структурі таблиці вихідних даних 2.2.

Таблиця 2.3

Результати вирішення прикладу задачі змінного планування
розкривних гірничо-транспортних робіт

Маса перевезень, т					
Вибої	ПП				$\sum_{j=1}^P X_{ij}, \text{ т}$
	№1	№2	№3	№4	
№1	2800	0	0	0	2800
№2	0	600	0	4000	4600
№3	0	500	3200	0	3700
№4	0	4100	0	0	4100
№5	2000	0	500	0	2500
$\sum_{j=1}^R X_{ij}, \text{ т}$	4800	5200	3700	4000	

Оптимальне значення цільової функції 20490 ткм

Як видно з таблиці 2.3 результатів вирішення задачі змінного планування гірничо-транспортних робіт, 1-му вибою призначений плановий об'єм виїмки 2800 т, який має бути доставлений на 1-й перевантажувальний пункт; 2-му вибою – 4600 т, з яких 600 т повинні бути доставлені на другий перевантажувальний пункт, а 4000 т – на 4-й перевантажувальний пункт і т.д.

Сумарні обсяги виїмки розкривних порід по кожному вибою не перевищують максимальні можливі значення Q_i (див. вихідні дані в табл. 2.2 і обмеження (2.16) в математичній моделі). Відповідно сумарні об'єми доставки на перевантажувальні пункти рівні заданим значенням (див. вихідні дані в табл. 2.2 і обмеження (2.17) в математичній моделі).

Слід особливо відзначити, що отримані значення об'ємів виїмки розкривних порід по вибоям мають непряму і не повну просторову прив'язку (лише за номером вибою), положення якого на початок майбутньої зміни відомо, але один і той самий об'єм може відповідати різним просторовим фігурам виїмки.

Переваги методик розв'язання задач планування гірничих робіт на основі застосування математичних моделей і методів пошуку рішень:

- істотно більш висока точність розрахунку плану (іноді, навіть зайва);
- замість вибору з двох-трьох варіантів плану гірничих робіт одного, умовно (суб'єктивно) кращого, як в традиційній методиці, вибирається об'єктивно найкраще рішення в сенсі прийнятого критерію оптимальності з повної множини можливих рішень;

– зниження трудомісткості отримання рішення задачі за рахунок застосування програмно реалізованого методу пошуку оптимального рішення.

Однак методики вирішення завдань планування гірничих робіт на основі застосування математичних моделей і методів пошуку рішень мають і істотні недоліки:

– в більшості застосувань математичних моделей і методів пошуку рішень задач планування гірничих робіт без переконливого обґрунтування передбачається, що запропонована модель *адекватна* вихідній задачі і належним чином узгоджена з ієрархічною системою моделей інших задач планування суміжних рівнів; відсутнє, як правило, дослідження стійкості рішень при випадковій варіації вихідних даних;

– як наслідок, не вирішена проблема адекватності моделі призводить до зниження ефективності одержуваних рішень, а спроби підвищити рівень адекватності моделей за рахунок їх ускладнень не завжди приводять до вирішення цієї проблеми;

– значна неоднозначність просторової прив'язки вихідних об'ємно-якісних даних у формі табличних результатів; звідси – невизначеність подальшої ручної графічної інтерпретації результатів (див приклад – один і той же встановлений плановий об'єм гірничої маси може мати різну просторову конфігурацію і якісні показники, що відрізняються від вихідних).

Висновки. 1. Унаслідок зазначених вище недоліків застосування математичних моделей і методів для вирішення задач планування гірничих робіт найбільш ефективним є на його нижніх часових рівнях, де вихідні дані і задачі в найбільшій мірі визначені, тобто формалізуються порівняно однозначно.

2. Широта застосування математичних моделей і методів в майбутньому залежить значною мірою від вирішення проблеми просторової прив'язки одержуваних результатів рішення планових задач.

2.5.3 Геоінформаційні моделі і методи планування

Загальні відомості про геоінформаційні системи (ГІС) у відкритій розробці родовищ. Відмінною особливістю розробок геоінформаційного напрямку є обробка координатно визначених (прив'язаних) даних. В задачах проектування і планування відкритих гірничих робіт такими даними є більшість з них: об'ємно-якісні показники корисної копалини і вміщувальних порід; геометричні параметри гірничих виробок і транспортних комунікацій; параметри розташування виймально-навантажувального, стаціонарного транспортного, дробильно-перевантажувального обладнання і т.п.

На стадії проектування основні первинні вихідні дані (результати випробування геологорозвідувальних свердловин, їх маркшейдерські виміри, нормативні техніко-економічні показники і т.п.) вводяться, як правило, вручну. Особливо це важливо для геолого-маркшейдерських даних, оскільки на їх основі в подальшому програмно виконується побудова вертикальних

геологічних розрізів (профілів), погоризонтних геологічних планів, планів гірничих робіт та інших проєктних креслень (документів).

У свою чергу, ці документи є інформаційною основою наступного проєктування гірничих робіт, і від їх достовірності залежить коректність проєктних рішень. Тому введення цих первинних вихідних даних здійснюється, здебільшого, вручну і супроводжується контролем та аналізом на достовірність і несуперечливість.

На стадії експлуатації кар'єру (при вирішенні задач планування гірничих робіт) до вказаних первинних вихідних даних додаються результати поточних маркшейдерських зйомок, експлуатаційної геологорозвідки і т.п. Підготовка і введення цих даних може здійснюватися як вручну, так і автоматизовано, а обробка – програмно. Але результати підготовки, з тієї ж причини, обов'язково контролюються і аналізуються на достовірність і несуперечливість.

Засобом координатної прив'язки даних в задачах проєктування та планування гірничих робіт є інформаційно-логічні структури (геоінформаційні моделі об'єктів), в які організуються координатно прив'язані вихідні дані і результати вирішення проєктних і планових завдань.

Інструментальним середовищем, призначеним для створення, супроводження, перетворення і візуалізації моделей об'єктів проєктування і планування гірничих робіт, а також об'єктів зовнішнього середовища, які використовуються в процесах проєктування і планування гірничих робіт, є спеціальні програмні комплекси, так звані геоінформаційні системи (ГІС).

Нині час на світовому ринку котируються досить чисельні, як правило, закордонні розробки ГІС, в т.ч. і для гірничих підприємств з відкритою розробкою родовищ. Найбільш відомі з них наступні:

- ГІС загального призначення:
- MapInfo – зберігання, редагування, обробка та відображення картографічних даних;
- Surfer – тривимірне відображення поверхонь;
- AutoCAD – двомірне креслення і тривимірне моделювання;
- інтегровані ГІС: DataMine, Vulcan, MineScape, Gemcom, Surpac, Micromine; типовий перелік функцій, для виконання яких вони призначені:
 - управління базами даних;
 - інтерактивна тривимірна графіка і картування;
 - геологічне забезпечення;
 - геостатистичний аналіз даних;
 - маркшейдерське забезпечення;
 - проєктування кар'єрів і шахт (примітка: реальне наповнення цієї функції не повною мірою відповідає її назві);
 - планування відкритих і підземних гірничих робіт (примітка: реальне наповнення цієї функції теж не в повній мірі відповідає її назві);
 - спеціалізовані ГІС:
 - Techbase – переважно тривимірне моделювання месторожде-ний і оцінка запасів;

- Geostat – переважно тривимірне моделювання родовищ і оцінка запасів;
- NPV Scheduler – предметна область: оптимізація параметрів кар'єрів і планування гірничих робіт;
- Whittle – предметна область: оптимізація параметрів кар'єрів і планування гірничих робіт.

Відомі також ряд вітчизняних розробок геоінформаційних систем, зокрема, комерційний ліцензований програмний продукт – ГІС К-Mine (розробник - "Кривбасакадемінвест") цілком конкурентний по відношенню до зарубіжних розробок. Підтвердження цьому - її успішне застосування на Інгулецькому ГЗК, Південному ГЗК, Полтавському ГЗК, а також на інших гірничих підприємствах.

Узагальнену функціонально-інформаційну структуру ГІС відкритих гірничих робіт концептуально можна представити таким чином – рис. 2.9.

З нього видно, що ГІС відкритих гірничих робіт зазвичай включає чотири основні підсистеми:

- система управління (інтерфейс користувача);
- зовнішнє інформаційне забезпечення;
- системне інформаційне забезпечення;
- функціональна частина.

Інтерфейс користувача традиційно представляє собою сукупність діалогових вікон для управління роботою системи.

Зовнішнє інформаційне забезпечення включає масиви вихідних даних на різних носіях і їх організацію та контроль достовірності. Крім того, до нього можна віднести програмні засоби видачі (візуалізації) результатів рішення функціональних задач, моделей різних об'єктів геології і відкритої розробки.

Системне інформаційне забезпечення являє собою, так зване, інформаційне ядро ГІС:

- базу первинних вихідних даних (геологічних і маркшейдерських);
- процедури (програмні засоби) створення та супроводження моделей об'єктів геології і об'єктів проектування і планування відкритої розробки родовища (наприклад, внесення змін в моделі при посуванні гірничих робіт);
- база моделей об'єктів геології і об'єктів проектування і планування відкритої розробки родовища;
- процедури (програмні засоби) перетворення моделей об'єктів проектування і планування відкритої розробки і моделей об'єктів природного середовища за результатами рішення функціональних (проектних, планових) задач.

Функціональна частина включає *основні* (проектні та планові) і *допоміжні* функціональні завдання. До допоміжних задач, що забезпечують даними основні задачі, відносять геостатистичну обробку, підрахунок запасів корисних копалин і подібні до них за призначенням завдання. До основних відносять задачі технічного і робочого проектів і планові задачі, починаючи з проектного календарного планування і закінчуючи змінним плануванням.

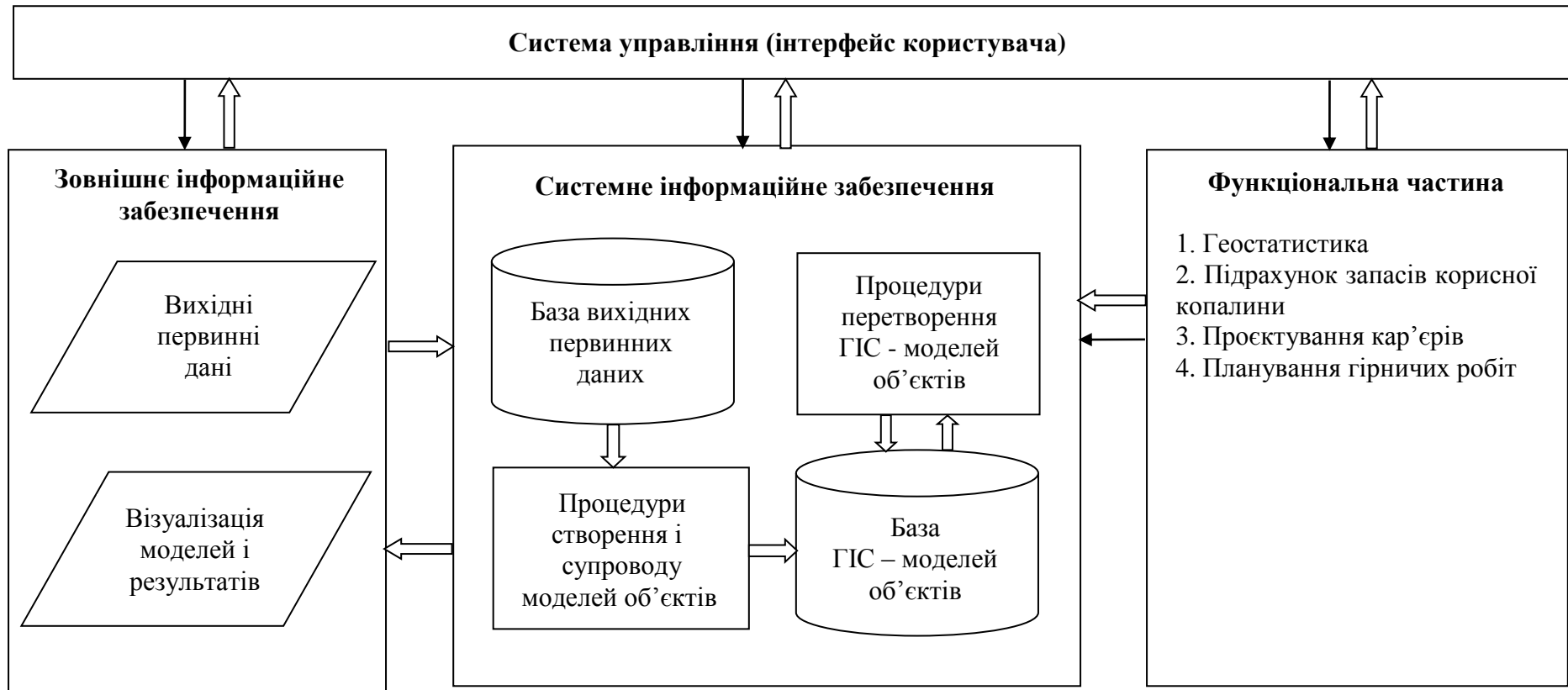


Рис. 2.9. Концептуальний склад і функціонально-інформаційна структура геоінформаційної системи. — керуючі дії, ← — передача даних

Систематизація ГІС-моделей об'єктів системного інформаційного забезпечення. Беручи до уваги типи моделей, що використовуються, їх можливу множину можна віднести до моделей базисного представлення кар'єру, з урахуванням об'єктів природного середовища як *інформаційної системи* (системоутворюючі відношення – інформаційні зв'язки, технологічні процеси – процеси обробки інформаційних потоків (рис. 2.10).

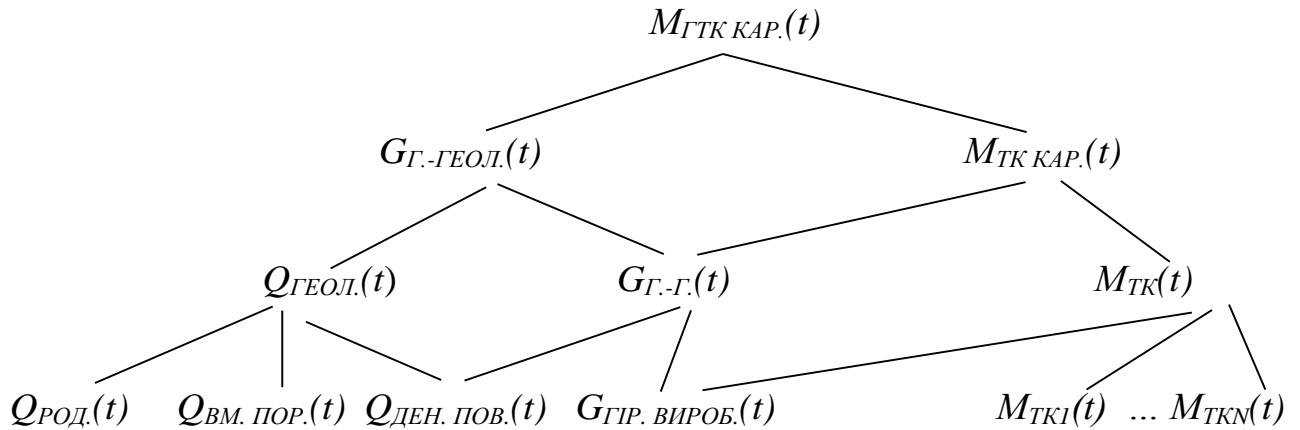


Рис. 2.10. Систематизація множини можливих базисних ГІС-моделей системного інформаційного забезпечення: $Q_{РОД.}(t)$ – геологічна модель родовища; $Q_{ВМ. ПОР.}(t)$ – геологічна модель вміщувальних порід; $Q_{ДЕН. ПОВ.}(t)$ – модель денної поверхні; $G_{ГІР. ВИРОБ.}(t)$ – геометрична модель гірничих виробок; $M_{TKI}(t)$ – модель технологічного комплексу 1-го вантажопотоку; $M_{TKN}(t)$ – модель технологічного комплексу N -го грузопотоку; $Q_{ГЕОЛ.}(t)$ – загальна геологічна модель; $G_{Г-Г.}(t)$ – гірничо-геометрична модель кар'єру; $M_{TK}(t)$ – модель технологічного комплексу вантажопотоків; $G_{Г-ГЕОЛ.}(t)$ – гірничо-геологічна модель кар'єру; $M_{TK. KAR.}(t)$ – модель технологічного комплексу кар'єру; $M_{GTK KAR.}(t)$ – модель гірничо-транспортного комплексу кар'єру.

Приклади візуалізації низки базисних ГІС-моделей системного інформаційного забезпечення в ГІС К-Mine наведено на рис. 2.11-2.19.

Систематизація моделей функціональної частини ГІС. Разом з базисними ГІС-моделями системного інформаційного забезпечення до складу функціональної частини входять моделі процесного представлення кар'єру (процесні моделі об'єктів проектування і планування). Результати, отримані за допомогою цих моделей, можуть використовуватись і для модифікації ГІС-моделей (наприклад, гірничо-геометричних та гірничо-геологічних).

Крім двох зазначених вище класів моделей об'єктів, до функціональної частини входять моделі і прийняття раціональних проектних і планових рішень. Результати, отримані за допомогою цих моделей, теж можуть використовуватись для модифікації ГІС-моделей.

Є ще один контур вирішення проектних і планових завдань – за допомогою інструментальних засобів ГІС. Користувач може безпосередньо модифікувати і візуалізувати варіанти базисних просторових моделей об'єктів проектування і планування, а на основі їх аналізу приймати рішення.

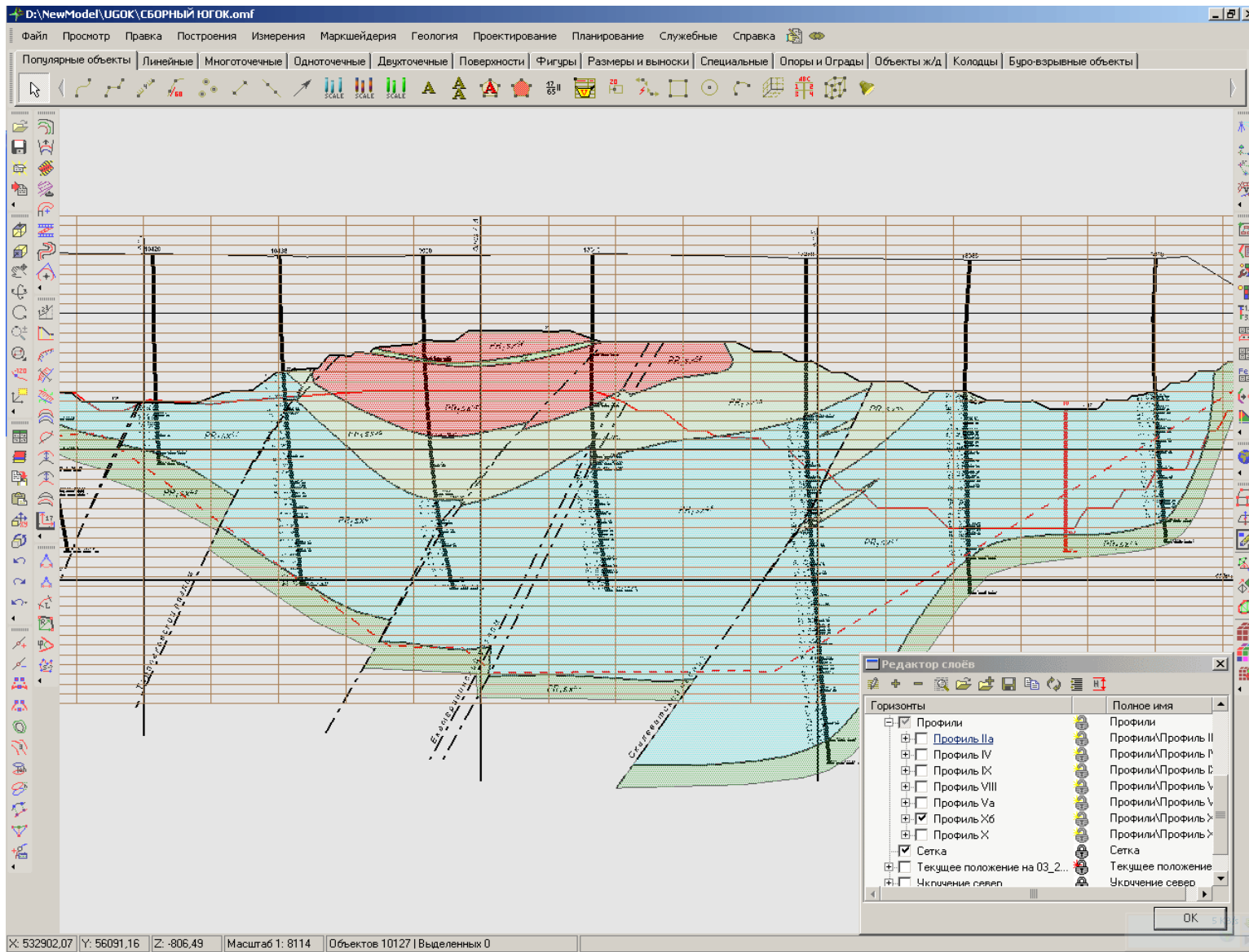


Рис. 2.11. Приклад візуалізації геологічного розрізу в K-MINE (2D-модель)

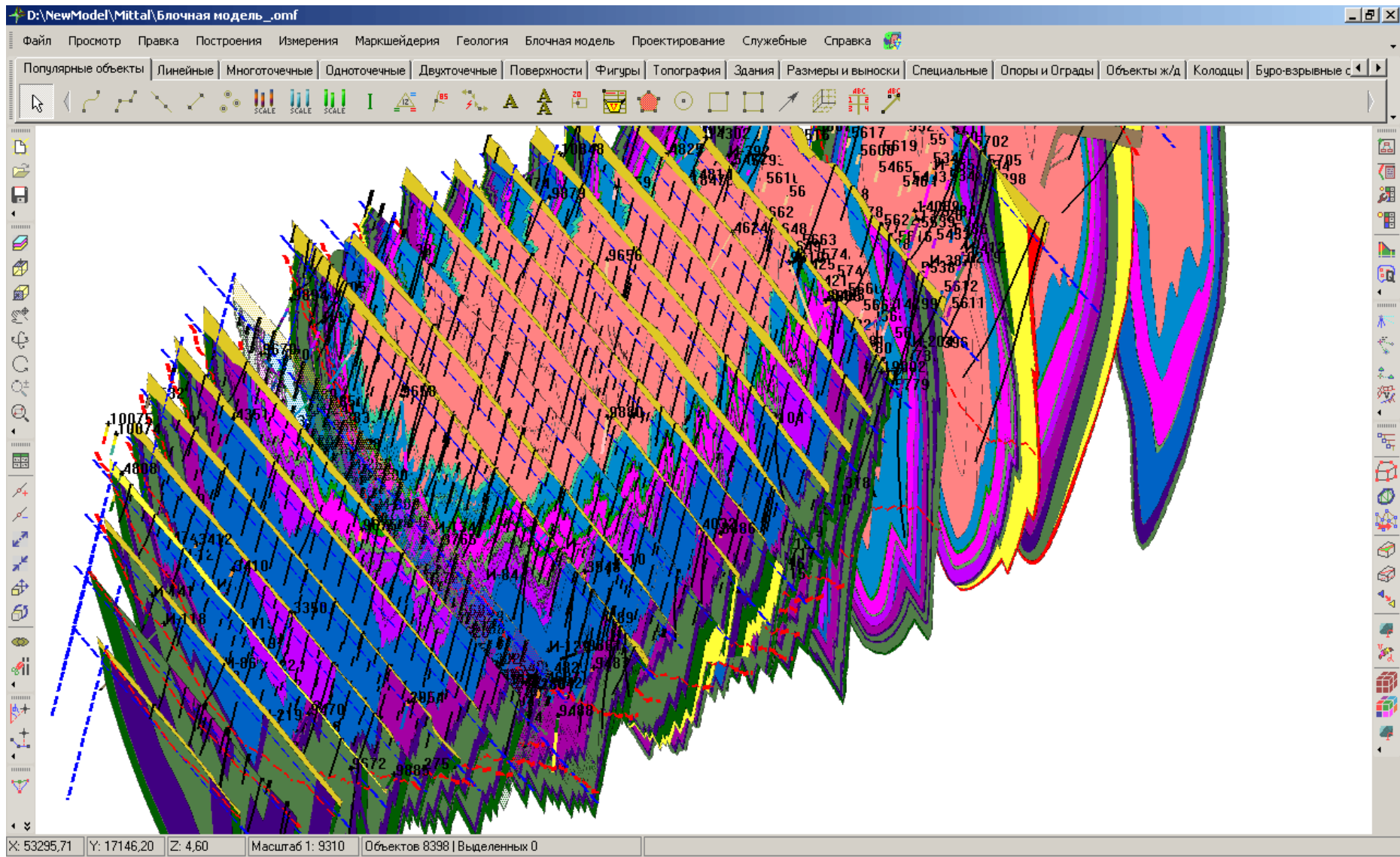


Рис. 2.12. Приклад візуалізації сукупності геологічних розрізів в K-MINE (2,5D-модель)

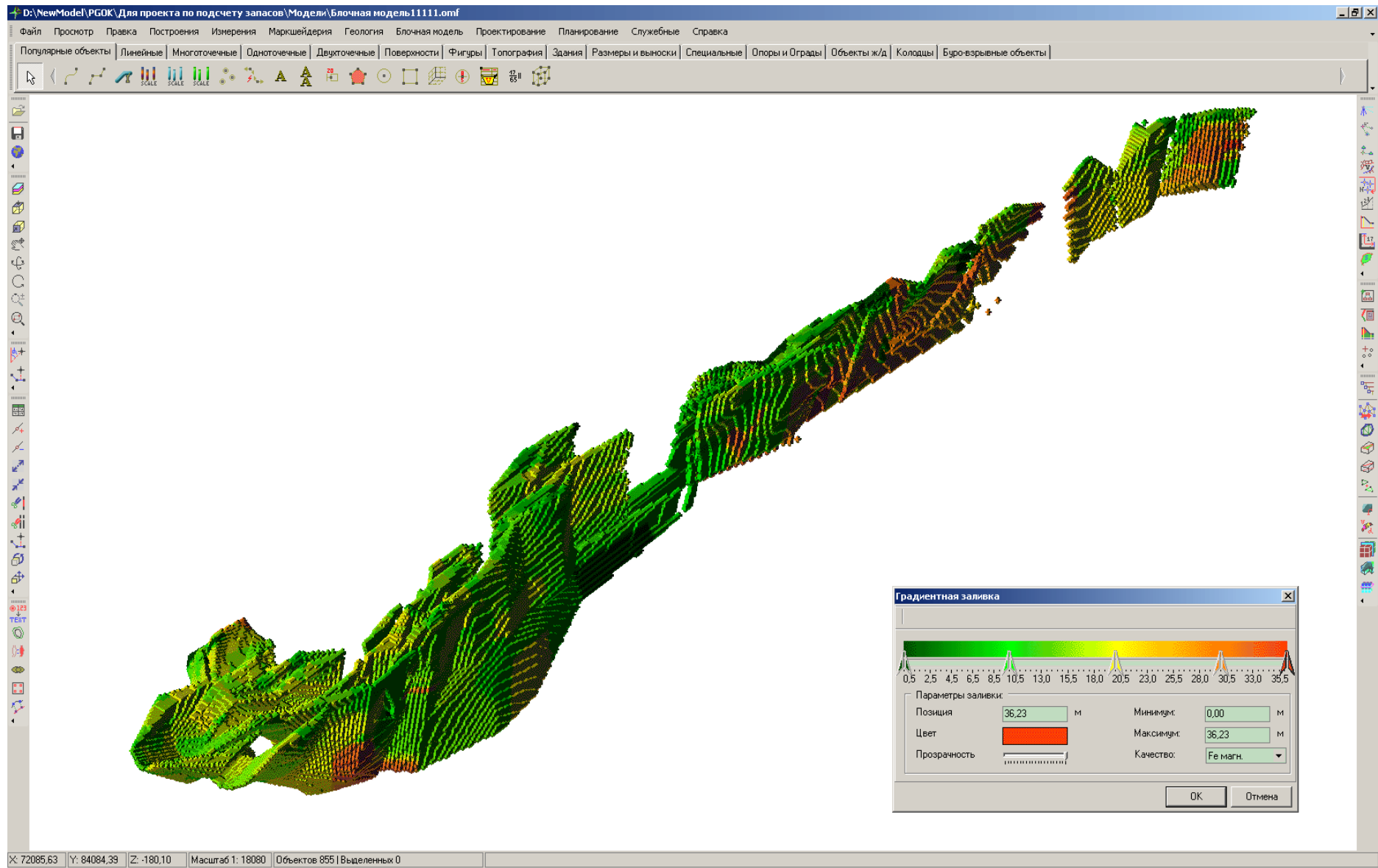


Рис. 2.13. Приклад візуалізації блочної геологічної моделі родовища в K-MINE (3D-модель $Q_{МЕСТ.}(t)$)

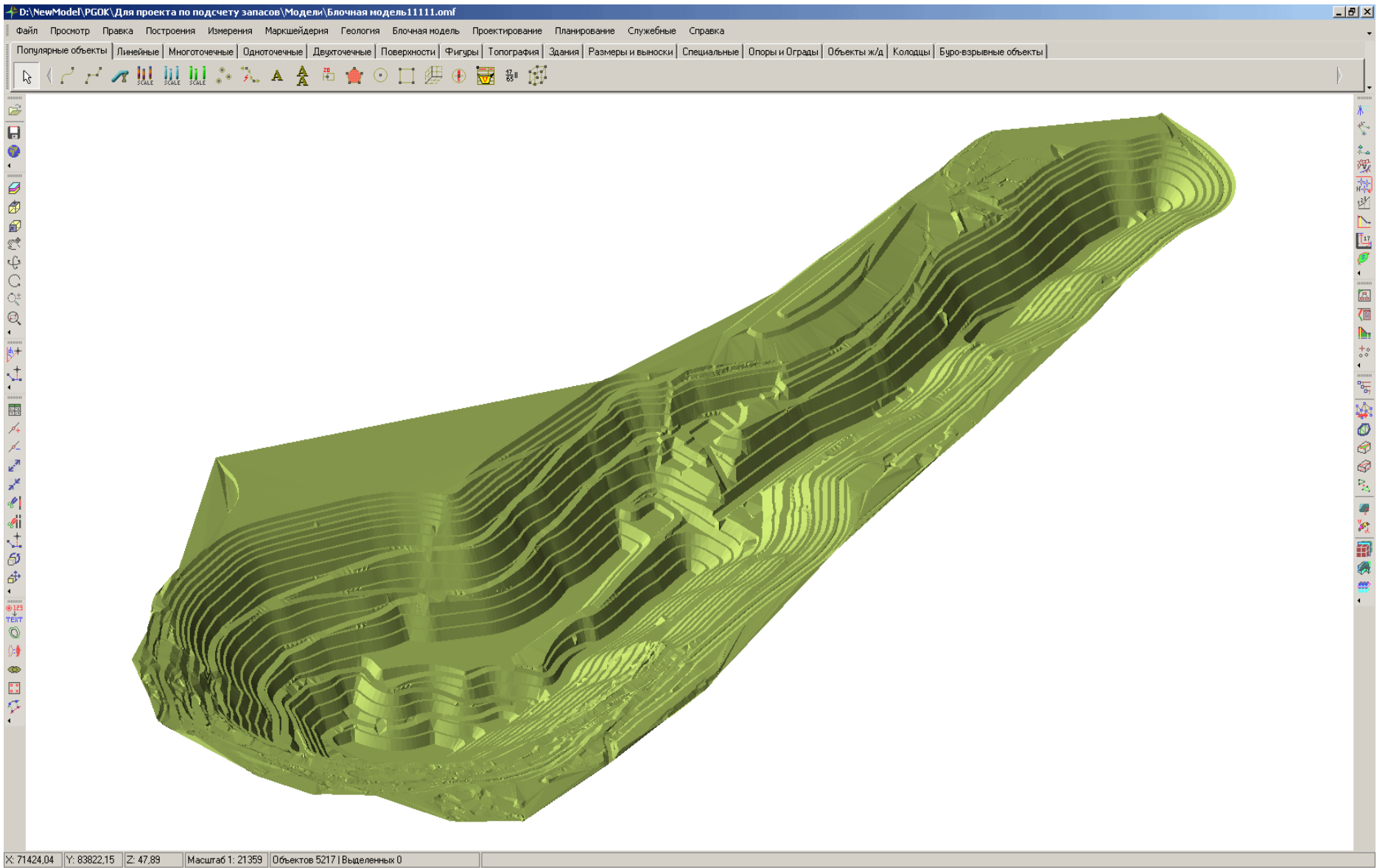


Рис. 2.14. Приклад візуалізації гірничо-геометричної моделі кар'єру ПГОК в K-MINE (3D-модель $G_{Г.Г.}(t)$)

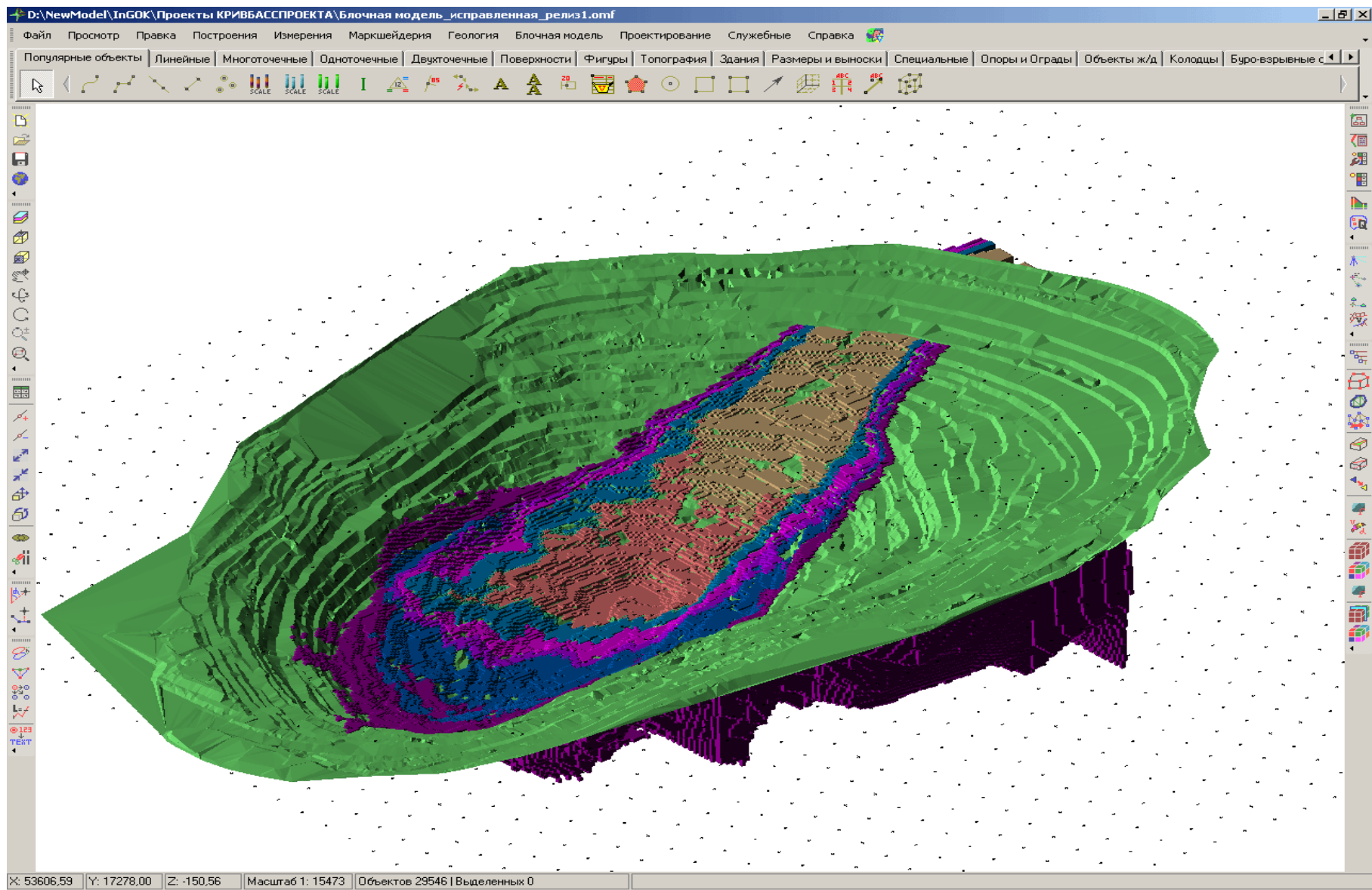


Рис. 2.15. Пример визуализации горно-геологической модели карьера ИнГОК в K-MINE (3D-модель $G_{Г-ГЕОЛ.}(t)$)

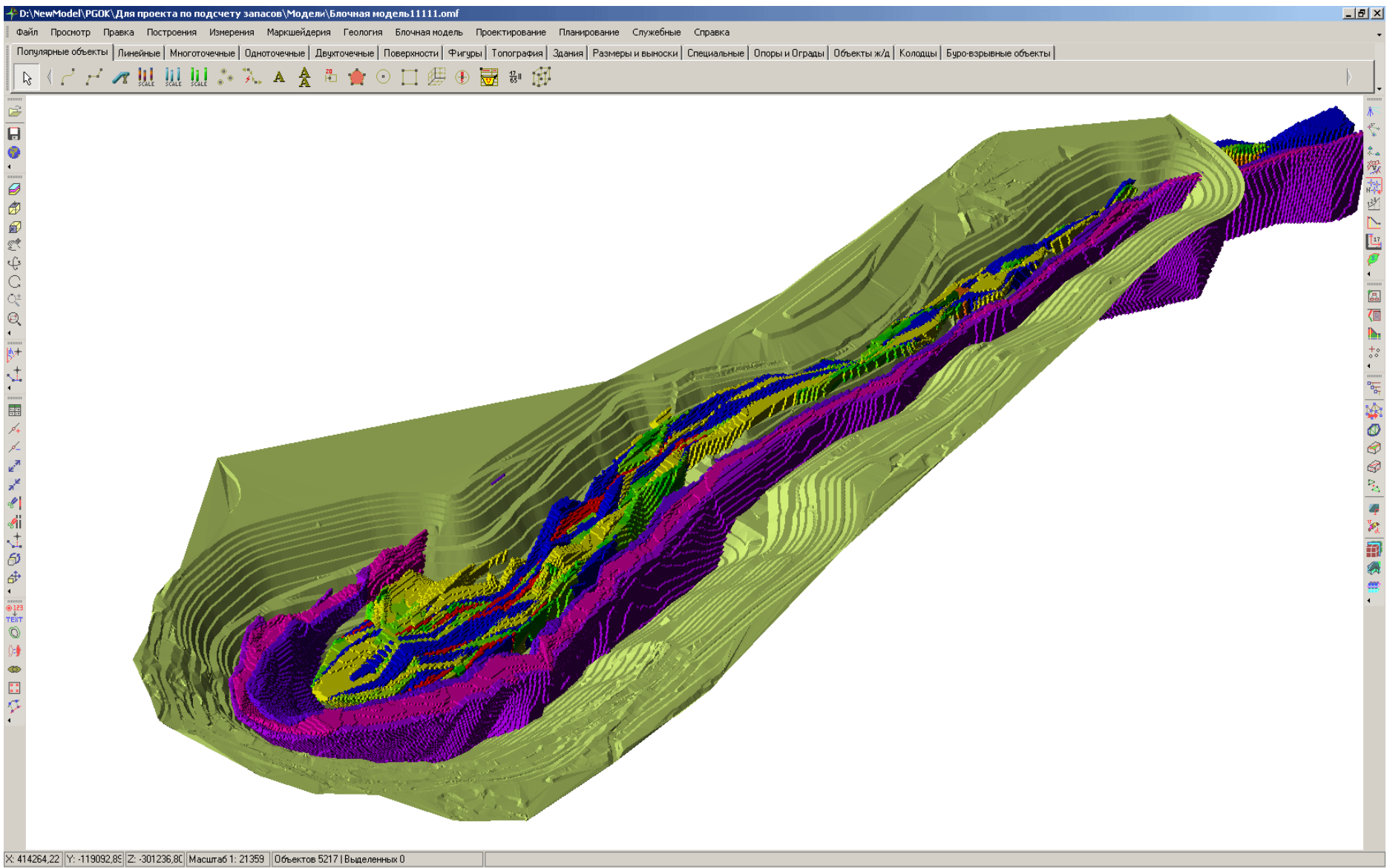


Рис. 2.16. Приклад візуалізації гірничо-геологічної моделі кар'єру ПГОК в К-MINE (3D-модель $G_{Г-ГЕОЛ.}(t)$)

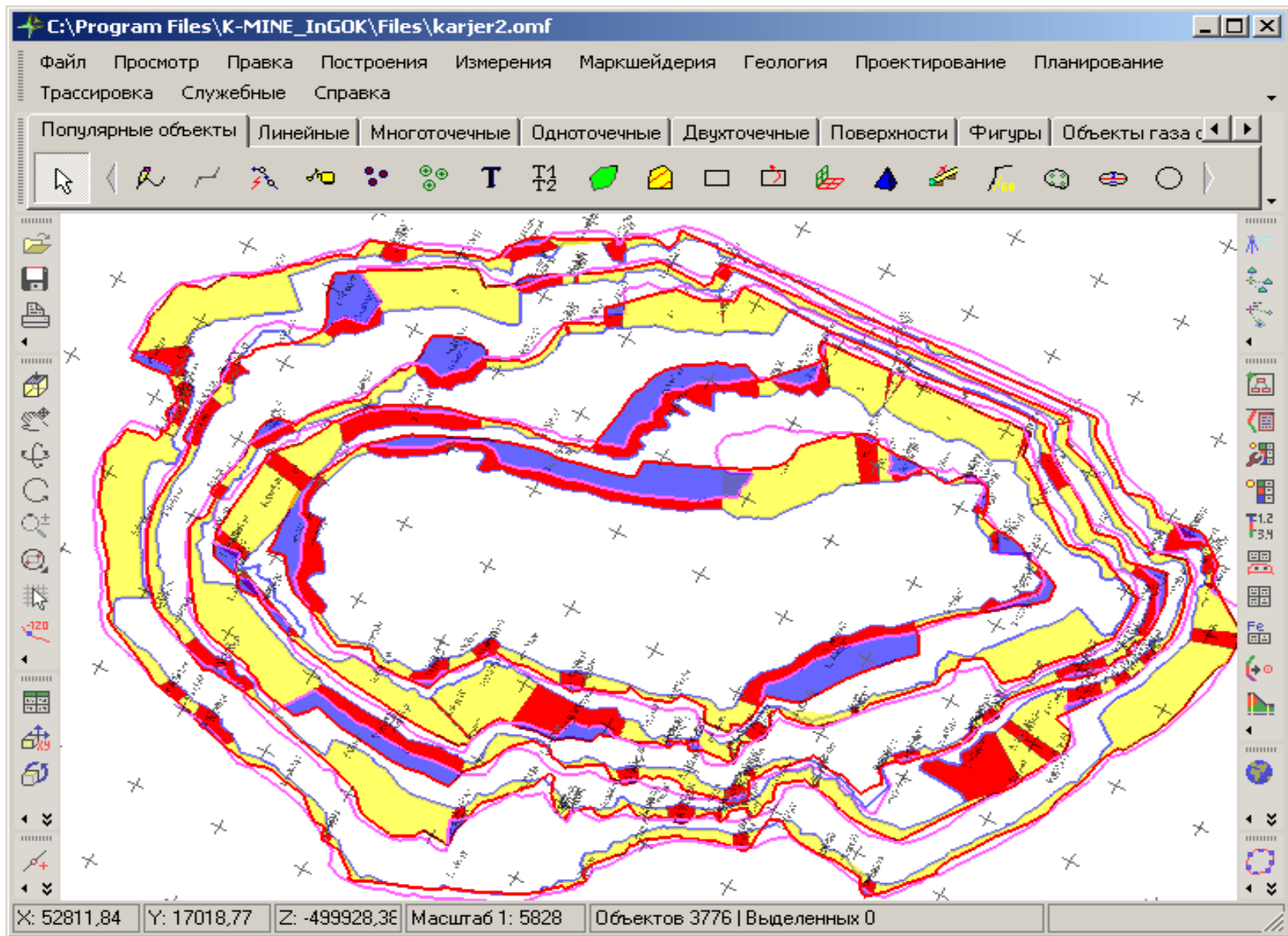


Рис. 2.17. Пример визуализации плана горнодобывающих работ карьера в K-MINE (2D-модель)

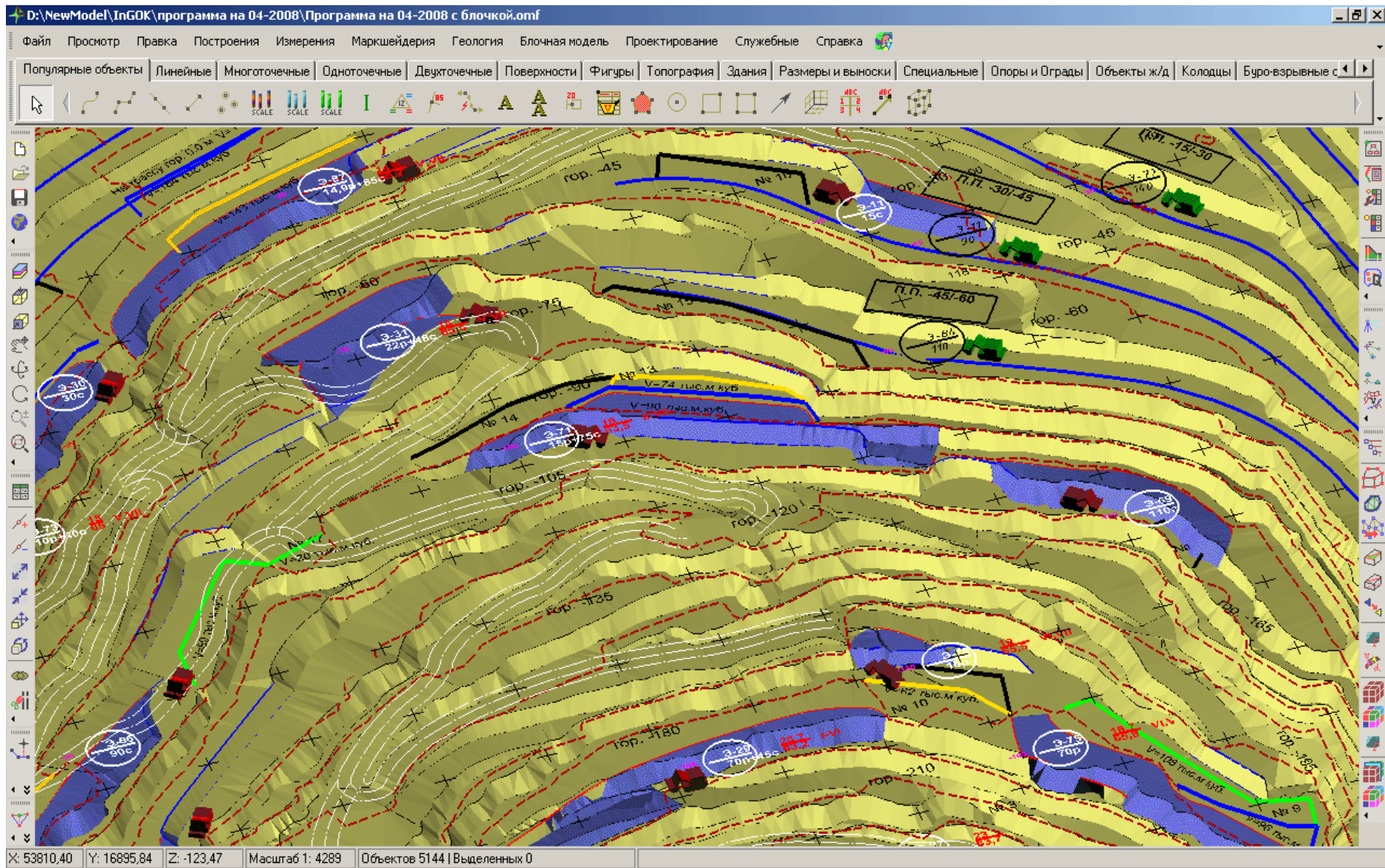


Рис. 2.18. Приклад візуалізації плану гірничих робіт кар'єру в K-MINE (3D-модель)

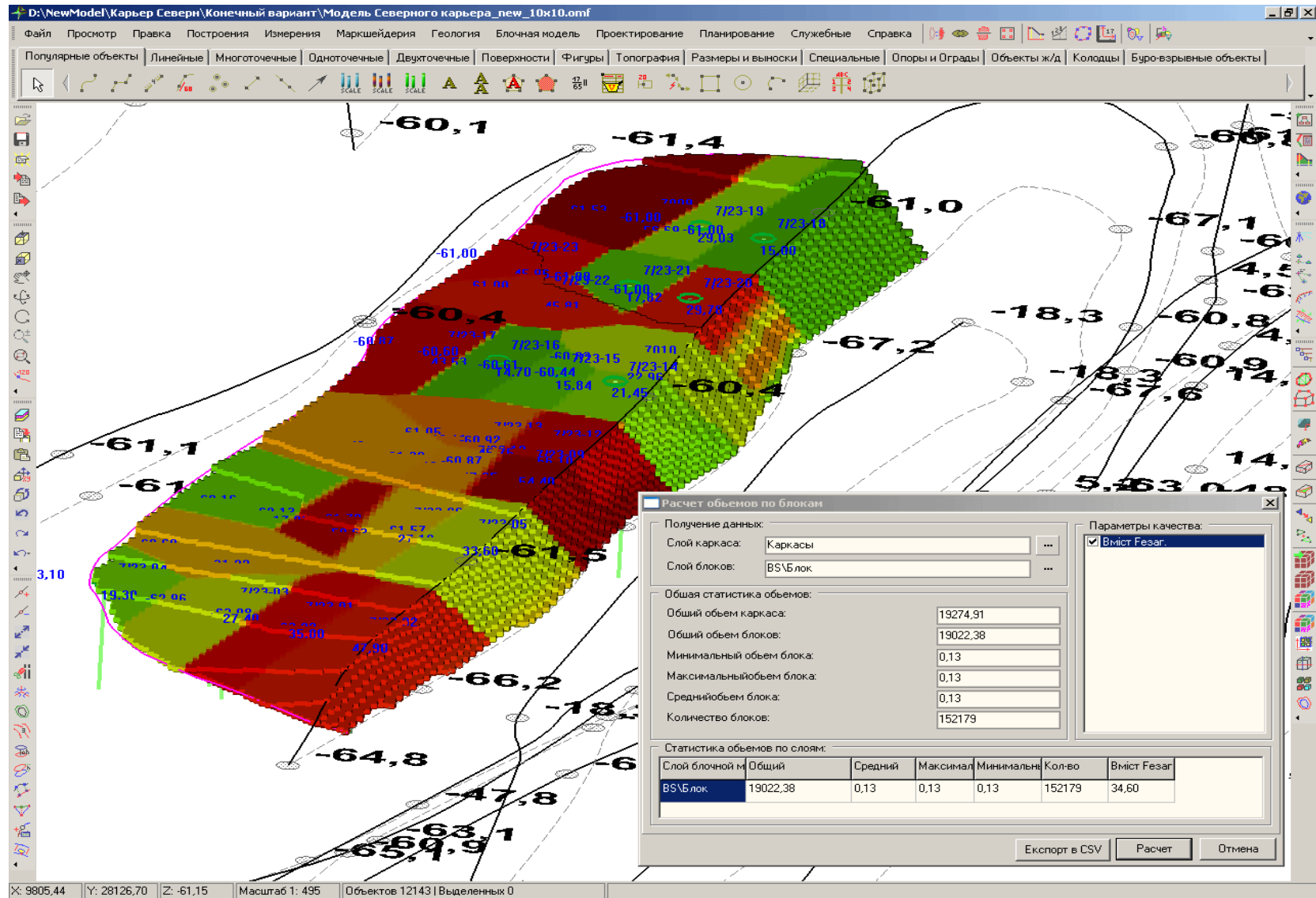


Рис. 2.19. Приклад візуалізації виїмкового блоку з виділеними різновидами гірничої маси (3D-модель)

Методика планування гірничих робіт в ГІС. Як і в попередніх підходах до планування (традиційному, математичному) комплекс задач планування відкритих гірничих робіт, що вирішуються в ГІС, повинен включати задачі річного, квартального, місячного, декадного, добового і змінного планування. Але, через труднощі їх формалізації в математичному і геоінформаційному представленні, методологія вирішення цих завдань, по суті, не відрізняється від традиційної методики планування гірничих робіт:

1) на візуалізованих планах гірничих робіт засобами програмного забезпечення намічаються варіанти контурів виїмки гірничої маси на плановий період (в межах планових контурів виїмки гірничої маси верхнього суміжного рівня планування);

2) програмно розраховуються об'ємно-якісні показники гірничої маси для прийнятих до розгляду варіантів контурів виїмки (об'єм за видами гірничої маси, співвідношення типів і сортів корисних копалин, її якісні характеристики і т.п. в залежності від часового рівня планування);

3) виконується розстановка екскаваторів по виїмкових контурам (блокам) та їх розкрій на заходки, програмно розраховуються об'ємно-якісні показники гірничої маси для прийнятих до розгляду варіантів розкрою (об'єм за видами гірничої маси, співвідношення типів і сортів корисної копалини, її якісні характеристики і т.п. в залежності від часового рівня планування);

4) розраховується час відпрацювання заходок і блоку в цілому з урахуванням графіка ремонтів екскаваторів і масових вибухів (з огляду на часові рівні планування);

5) виконується "набір" об'ємів для заданого інтервалу і періоду планування та програмно розраховуються об'ємно-якісні показники такого варіанта плану;

6) виконується порівняння об'ємно-якісних показників сформованого таким чином варіанти "набору" (плану) з контрольними показниками плану верхнього рівня; якщо відповідність задовільна, то варіант "набору" пропонується як проєкт плану для затвердження (порівняння варіанта "набору" з контрольними показниками плану верхнього рівня може виконуватися групою експертів – спеціалістами, членами технічної ради з розгляду проєктів плану);

7) якщо належної відповідності немає, то повторюються пп. 1 – 7 при інших варіантах розкрою, в т.ч. і з виходом контурів "набору" за планові контури виїмки гірничої маси верхнього суміжного рівня планування (п. 1);

8) після отримання рішення результати теж видаються в табличній і графічній формі, аналогічній традиційному підходу (табл. 2.1, рис. 2.16 та / або рис. 2.17 (в 3D-представленні)).

Основною перевагою геоінформаційних моделей і методів є можливість роботи з координатно визначеними просторовими даними. Це дозволяє:

– створювати бази геологічних даних (геологічні моделі), які можна доповняти за допомогою кількісних методів інтерполяції, апроксимації та прогнозування; в результаті з'являється можливість більш точного і достовірного опису геології родовища;

– створювати бази маркшейдерських даних (гірничо-геометричні моделі), які теж можна доповнювати за допомогою кількісних методів інтерполяції, апроксимації та прогнозування; в результаті з'являється можливість більш точного і достовірного розрахунку об'ємів гірничої маси;

– створювати об'єднані бази даних (гірничо-геологічні моделі кар'єру, його об'єктів і необхідних об'єктів навколишнього природного середовища); в результаті з'являється можливість більш точного і достовірного розрахунку об'ємно-якісних (мінералогічних, хімічних, фізико-механічних) показників всіх різновидів гірничої маси в заданих контурах кар'єру і його об'єктів.

Таким чином, забезпечується більш точна і достовірна інформаційна основа процесів проектування і планування гірничих робіт.

Наявність моделей кар'єру і його об'єктів також дозволяє:

– створювати процедури перетворення моделей як засіб обґрунтування прийняття частини проектних і планових рішень (визначення параметрів моделей);

– розглядати можливість створення в перспективі ефективних формалізованих процедур *оптимального* проектування і планування гірничих робіт з пріоритетним технологічним обґрунтуванням.

Основний недолік ГІС, створених для застосування на гірничих підприємствах з відкритим способом розробки родовищ, обумовлюється *принциповими труднощами формалізації планових задач*, оскільки класичні математичні моделі і методи оптимізації "не працюють" з координатно визначеними просторовими змінними (параметрами, що визначаються в результаті вирішення задачі), а геоінформаційні моделі допускають поки тільки суб'єктивну генерацію варіантів рішень.

Висновки. 1. Геоінформаційний напрямок в плануванні гірничих робіт інтенсивно розвивається, але поки основні досягнення пов'язані з геологічним моделюванням і маркшейдерським забезпеченням, а методологія планування гірничих робіт, по суті, не відрізняється від традиційної. Як вже відмічалось, відмінність розробок цього напрямку полягає в інструменті планування: в геоінформаційних системах використовуються програмні засоби, але тільки допоміжних розрахунків, тривимірного моделювання та візуалізації.

2. Перспектива подальшого розвитку цього напрямку пов'язана з реалізацією можливості створення ефективних формалізованих процедур оптимального проектування і планування гірничих робіт, які працюють з координатно визначеними просторовими змінними.

2.5.4 Системні моделі та методи планування

Загальні відомості про системну реалізацію планування і управління в рамках гірничого підприємства. Ще до появи ГІС в 70-х роках минулого століття почали розроблятися різні автоматизовані системи для застосування на підприємствах з відкритою розробкою родовищ:

1) системи автоматизованого проектування (САПР);

2) інтегровані (організаційно-технологічні) автоматизовані системи управління (ОАСУ) підприємствами, що включають, як мінімум дві складові:

- АСУВ – АСУ виробництвом (на верхньому рівні);
- АСУТП – АСУ технологічними процесами (на нижньому рівні).

Інформаційно-керуючий зв'язок між АСУВ і АСУТП здійснювався через базу даних обміну між цими системами. *Дуже важливо*, що створення ОАСУ кар'єру по основним рівням управління *реалізувало системний підхід* до створення єдиної автоматизованої системи управління кар'єром.

Нині час продовженням подальшої реалізації системного підходу до розвитку ОАСУ гірничо-збагачувального комбінату, з урахуванням сформульованої вище перспективи розвитку ГІС, є її інтеграція до складу АСУ кар'єру. Не-обхідно "вписати" ГІС в склад, структуру і функції АСУ кар'єру на основі узгодження інформаційно-керуючих зв'язків АСУВ і АСУТП кар'єру.

Як уже відмічалось, таке узгодження інформаційно-керуючих зв'язків можливо за допомогою загальної бази даних обміну між АСУВ і АСУТП і ГІС (рис. 2.20).

Це дозволить, наприклад, для підсистеми техніко-економічного управління основним виробництвом кар'єру при вирішенні задач довгострокового і середньострокового планування гірничих робіт (проектного календарного, поточного річного, квартального, місячного) використовувати 3D-моделі геоінформаційної системи.

У свою чергу, за допомогою отриманих результатів вирішення зазначених задач можна буде вносити в 3D-моделі зміни, що відображають планове посування гірничих робіт. Аналогічний обмін даними дозволить підвищити ефективність задач планування гірничих робіт, що вирішуються в підсистемі технічної підготовки виробництва (розкриття і підготовка нових горизонтів родовища).

Висновки. У найближчій перспективі ймовірно, стане актуальним вирішення таких проблем розвитку системних моделей і методів планування гірничих робіт:

- системне узгодження постановок і моделей всіх функціональних задач ГІС з прийнятим в АСУ кар'єру варіантом структурного і параметричного синтезу суміжних підсистем;

- розробка системних агрегованих моделей і методів вирішення задач планування відкритих гірничих робіт, які повинні з'єднати в собі переваги традиційної, математичної та геоінформаційної методологій;

- розробка інтелектуальних систем підтримки прийняття технологічних рішень як інструментального середовища для реалізації системних агрегованих моделей і методів вирішення задач проектування і планування відкритих гірничих робіт.

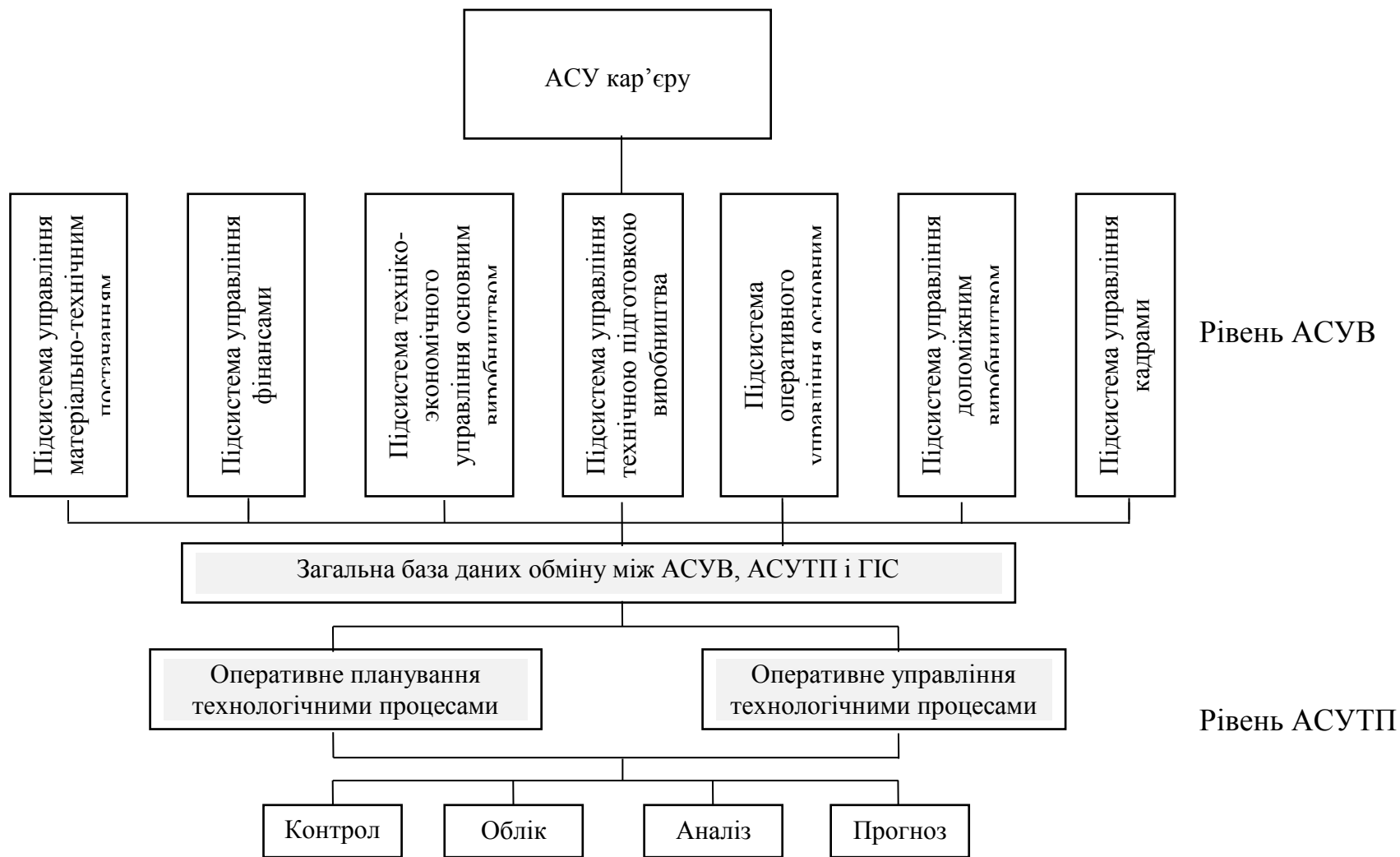


Рис. 2.20. Принципова функціональна структура інтегрованої організаційно-технологічної АСУ кар'єру

Питання і завдання для самоконтролю

1. Яке призначення загальної задачі планування відкритих гірничих робіт?
2. Яка особливість постановки загальної задачі планування відкритих гірничих робіт? Якими факторами ця особливість обумовлюється?
3. Результатом якої процедури системного аналізу є задачі планування відкритих гірничих робіт?
4. За якими факторами виконується декомпозиція загальної задачі планування відкритих гірничих робіт для отримання видів часткових задач планування?
5. Які види задач виходять при декомпозиції за часовим фактором?
6. Який взаємозв'язок пріоритетів часткових задач планування за видами відкритих гірничих робіт?
7. Як формується типовий склад множини задач планування відкритих гірничих робіт?
8. Які характерні особливості проектного календарного плану відкритих гірничих робіт?
9. У чому відмінності поточного річного плану гірничих робіт від річного плану, визначеного проектним календарним плануванням?
10. Як виконується узгодження поточного річного плану гірничих робіт з річним планом, визначеним проектним календарним плануванням?
11. Які види планування гірничих робіт виконуються протягом року?
12. Який існує зв'язок узагальненого алгоритму планування відкритих гірничих робіт протягом року з етапами системного підходу: системним аналізом і синтезом?
13. Перелічіть технологічні принципи планування відкритих гірничих робіт.
14. Сформулюйте переваги і недоліки традиційних методів планування відкритих гірничих робіт.
15. Сформулюйте переваги і недоліки математичних моделей і методів планування відкритих гірничих робіт.
16. Сформулюйте переваги і недоліки геоінформаційних моделей і методів планування відкритих гірничих робіт.
17. Викладіть перспективи системних моделей і методів планування відкритих гірничих робіт.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ

3.1 Задачі і принципи організації

З визначення організації технологічного процесу (підрозділ 1.3) випливає, що *основна задача* організації відкритих гірничих робіт полягає в *забезпеченні виконання планів виробництва* шляхом розрахунку необхідної динаміки поточних параметрів і показників технологічних процесів для контрольних відрізків часу всередині інтервалів планування. Розрахунок необхідної динаміки поточних параметрів і показників технологічних процесів виконується *на основі узгодження взаємодії* технологічних операцій у складі процесів і процесів в складі їх комплексів.

Як уже зазначалося, по суті, організація є продовженням процесу планування всередині інтервалу планування, але розраховуються не планові, а поточні параметри і показники процесів із заданим часовим кроком.

Відповідно, *задачами організації* технологічних процесів відкритих гірничих робіт є *розрахунок і просторово-часове узгодження поточних значень параметрів і показників*:

- 1) технологічних операцій у складі процесів;
- 2) технологічних процесів по об'єктам гірничої технології:
 - для видобувних і розкривних робіт:
 - по виїмкових блокам;
 - по горизонтах (кілька виїмкових блоків);
 - по сукупності горизонтів (робоча зона);
 - по сукупності робочих зон (кар'єр);
 - для гірничо-капітальних робіт:
 - по розкривній виробці;
 - по кільком розкривних виробках;
 - для гірничо-підготовчих робіт:
 - по підготовчій виробці;
 - по горизонту підготовки (кілька підготовчих виробок);
 - для відвалоутворення і складування:
 - по ділянках відвалоутворення і відвальних тупиках;
 - по перевантажувальним пунктах (складам);
- 3) процесів транспортування, що взаємодіють з процесами декількох об'єктів гірничої технології різних видів.

Аналогічно системі планування технологічних процесів, що утворюється множиною узгоджених часткових задач планування, із множини узгоджених часткових задач організації теж повинна синтезуватися система організації технологічних процесів.

Загальні принципи організації технологічних процесів:

- максимальна економія робочого часу, матеріальних, енергетичних та інших ресурсів;

– постійне приведення рівня організації у відповідність до зміни техніки і технологічних схем.

Крім того, з визначення організації як "планування" поточних параметрів слідує, що для неї дійсні ті самі технологічні принципи (підрозділ 2.4), але тільки у відповідному формулюванні:

- принцип динамічності організації гірничих робіт;
- принцип узгодження організації гірничих робіт на суміжних робочих уступах;
- принцип узгодження організації зниження і посування гірничих робіт;
- принцип циклічності організації гірничих робіт.

Слід також мати на увазі, що термін "організація" має двояке тлумачення: організація як *процес* розрахунку і просторово-часової ув'язки поточних параметрів технологічних операцій (процесів) і як *результат* такого розрахунку і ув'язки. Сенс цього поняття в кожному конкретному випадку визначається за контекстом.

Відповідно до зв'язку планування, організації та управління певного ієрархічного рівня (див. підрозділ 1.3) планові показники є вихідними даними для розрахунку (задання) організації, а встановлені організацією поточні параметри технологічних процесів – вихідними даними для оперативного управління технологічними процесами.

3.2. Форми задання організації

Як вказувалось вище, *зміст* організації визначається її задачами – це розрахунок динаміки сукупності поточних параметрів и показників технологічних процесів (операцій), що деталізують планові параметри і показники всередині інтервалу планування с позицій способів їх реалізації (досягнення). Деталізація виконується розрахунками з урахуванням умови просторово-часової ув'язки поточних параметрів і показників.

Організація задається у вигляді відповідних регламентуючих документів в *текстовій* і *графічній формі*. Основним таким документом є *регламент* кожного технологічного процесу, що включає, зокрема, и розділ організації. Цей розділ встановлює зміст організації технологічного процесу, а також розподіл функцій и повноважень підрозділів, служб и персоналу при розробці и реалізації організації. Частина положень з організації технологічних процесів міститься і в заходах з техніки безпеки.

Документом, що безпосередньо і наглядно відображає деталізацію планових параметрів и показників (розраховані поточні параметри з просторово-часовою ув'язкою) є різні *графіки організації*. Найбільш часто застосовуються наступні графіки: *часові* (лінійні, мережеві) и *просторово-часові* (планограми) – приклади наведено на рис. 3.1 – 3.2.

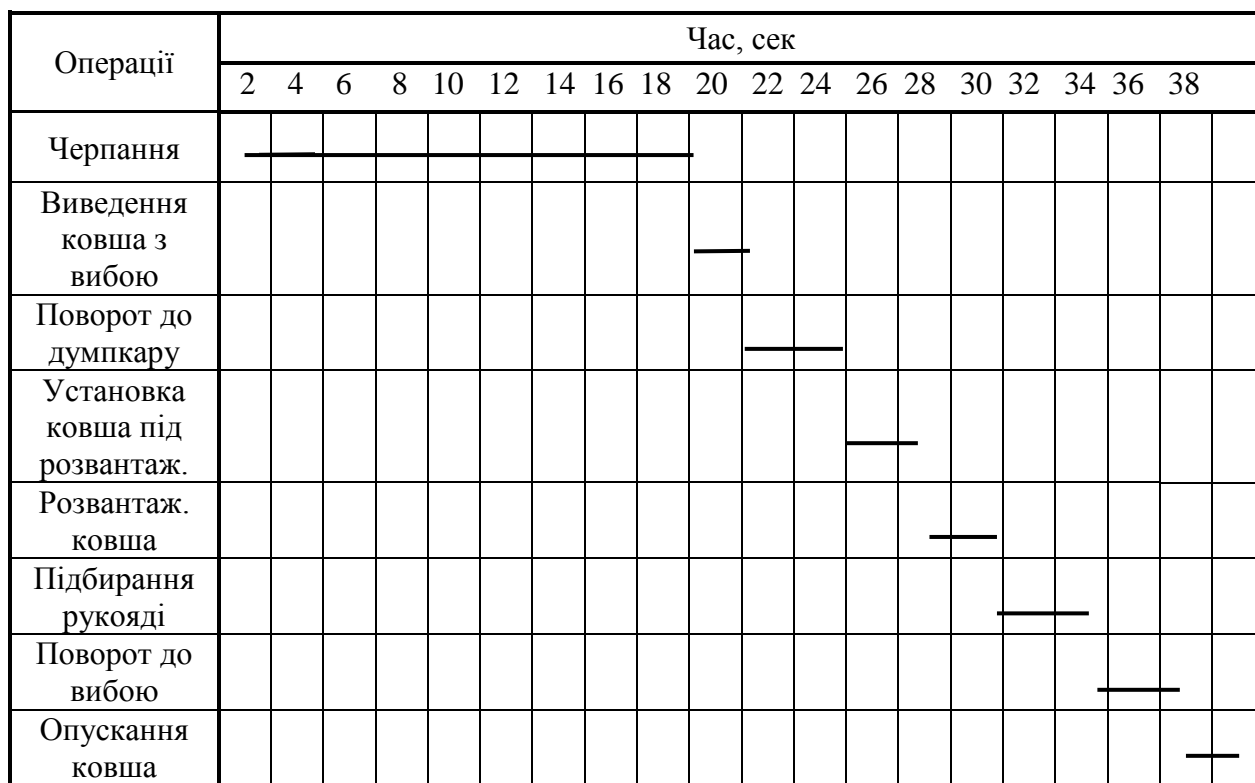


Рис. 3.1. Приклад лінійного часового графіка циклу екскавації



Рис. 3.2. Приклад змінного лінійного часового графіка виймально-навантажувального процесу у вибої

Лінійні часові графіки часто представляються також в графіко-табличній формі: по горизонталі відкладається тривалість прийнятого інтервалу і періоду планування (наприклад, з розбивкою по змінах на місяць), а по вертикалі зазначаються об'єкти гірничої технології, технологічні операції і процеси, їх заплановані результати. Приклад такого лінійного часового графіку розкривних і відвальних робіт показаний на рис. 3.3.

Місце роботи	Вид роботи	Об'єм роботи	Числа місяця																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			С	С							В	С						В							В								В
Перший породний уступ	Екскавация, м ³ цілика	76500			■	■	■	■	■				■	■	■	■	■		■	■	■	■	■			■	■	■	■			■	■
	Перехід екскаватора, м	1280																															
	Ремонт, змін	5																															
	Переміщення путі, м	719																															
Другий породний уступ	Екскавация, м ³ цілика	104500						■	■			■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■		■	■
	Перехід екскаватора, м	-																															
	Ремонт, змін	6																															
	Переміщення путі, м	-																															
Відвал 1	Відвалоутворення, м ³ цілика	76500			■	■	■	■	■			■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■			■	■	■	■			■	■
	Перехід екскаватора, м	-																															
	Ремонт, змін	4																															
	Переміщення путі, м	-																															
Відвал 2	Тупик 1	Відвалоутворення, м ³ цілика	39800					■	■																		■	■	■	■		■	■
		Перехід екскаватора, м	-																														
	Ремонт, змін	4																															
	Переміщення путі, м	-																															
Тупик 2	Відвалоутворення, м ³ цілика	64800										■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■										
	Перехід екскаватора, м	-																															
	Ремонт екскаватора, змін	8																															
	Переміщення путі, м	-																															

Рис. 3.3 Загальний часовий графік розкривних і відвальних робіт

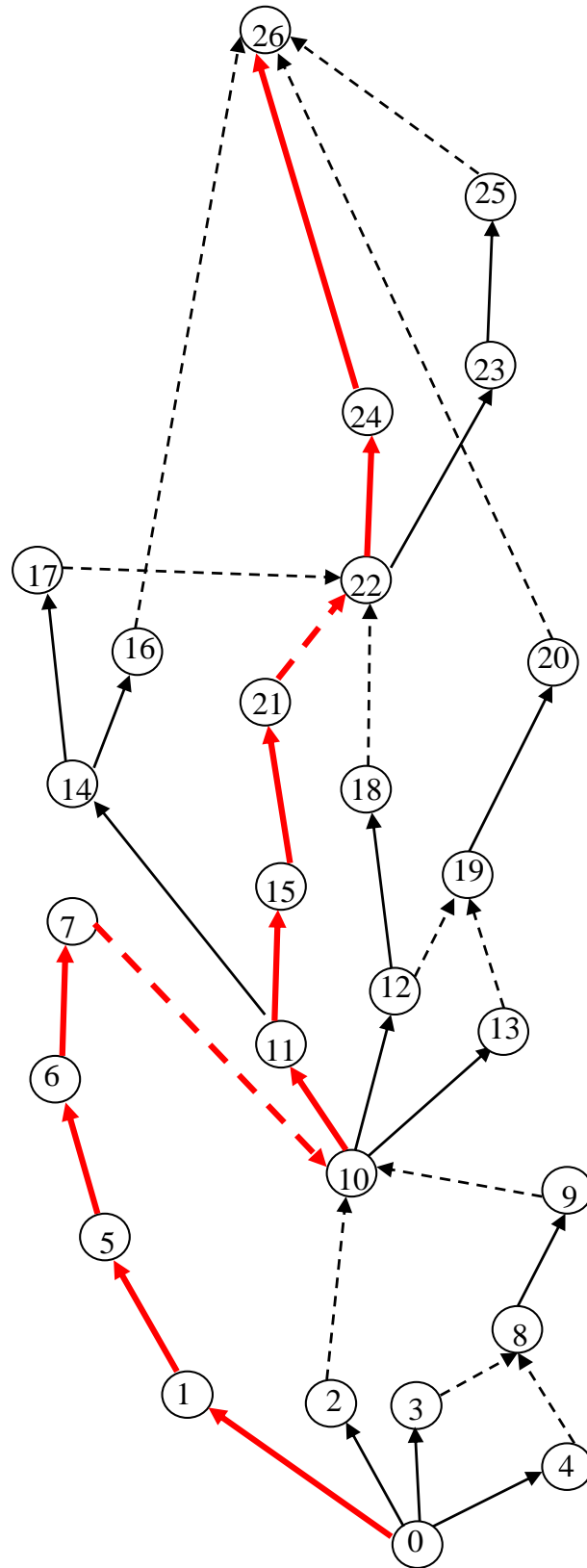


Рис. 3.5. Приклад мережевого графіка комплексу робіт

3.3 Організація підготовчих процесів

Як відомо, підготовчі процеси відкритої розробки родовищ в кліматичній зоні України в переважній більшості являють собою бурові та вибухові роботи по скельним породам. Крім того, до підготовчих процесів при розробці крутоспадних родовищ часто відносять також розкриття і підготовку нових горизонтів.

3.3.1 Організація буро-вибухових робіт

Характерною особливістю даних підготовчих процесів, на відміну від основних, є чисельність складових їх технологічних операцій. У цьому випадку застосування для їх організації лінійних часових графіків і планограм ускладнюється, бо втрачається наочність і простота аналізу.

Цих недоліків позбавлений метод розрахунку часових параметрів робіт, спеціально створений для задач планування, організації та управління великим комплексом робіт – метод мережевого планування (інша назва – метод мережевого планування і управління). В нього теж є свій недолік – трудомісткість ручних розрахунків, який ще сильніше посилюється з огляду на необхідність перерахунку часових параметрів графіків при порушеннях планової тривалості робіт. Однак з появою мобільних засобів комп'ютерної техніки і розвиненого програмного забезпечення створені передумови до широкого впровадження цього методу в практику відкритих гірничих робіт.

У нашому випадку ми будемо розглядати застосування саме цього методу для задання організації бурових і вибухових робіт: взаємоув'язки і визначення поточних часових параметрів – часу початку і закінчення кожної з операцій (робіт).

Метод мережевого планування великого комплексу робіт

Побудова графіка. У практиці часто зустрічаються задачі планування складного комплексу взаємопов'язаних робіт (наприклад, монтаж роторного комплексу, розкриття нового горизонту, доробка торців кар'єру і т.п.).

Планування такого комплексу робіт зазвичай проводиться з урахуванням часу, потрібного на виконання окремих робіт і всього комплексу в цілому.

Планування має відповісти на наступні питання:

- 1) в які моменти часу починати і коли закінчувати окремі роботи;
- 2) як розподілити наявні матеріальні і трудові ресурси між окремими роботами і т.п.

Як видно з цих питань, мова йде про планування комплексу взаємопов'язаних технологічних операцій в часі.

Одним з математичних методів, що застосовуються при вирішенні такого роду задач, є *мережеве планування* (МП).

Вихідною інформацією для МП є перелік робіт із зазначенням їх взаємної обумовленості (кажуть так: робота *a2* спирається на роботу *a1*). Такий перелік називається *структурною таблицею комплексу робіт* (табл. 3.1).

Структурну таблицю можна впорядкувати: роботи перенумерувати так,

аби кожна робота спиралася на роботи з меншими порядковими номерами. Для цього всі роботи поділяються за *рангами*.

Робота відноситься до k-го рангу, якщо вона спирається на одну або кілька робіт не вище (k-1)-го рангу, і серед яких є хоча б одна робота (k-1)-го рангу. Робота має перший ранг, якщо для її початку не буде потрібно виконання ніяких інших робіт.

Після того, як проведено поділ за рангами, роботи перенумеровуються, починаючи з робіт першого та наступних за порядком рангів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Форма вихідної структурної таблиці (стовпчики 1 – 3)
з їх подальшим ранжируванням (стовпці 4 – 5)

№ пп	Робота	Спирається на роботи	Ранг	Позначення роботи в новій нумерації
1	2	3	4	5
1	a_1	...	1	b_1
2	a_2	a_1, a_3	2	b_5
3	a_3	...	1	b_2
4	a_4	a_1, a_2, a_3	3	b_6
5	a_5	...	1	b_3
6	a_6	...	1	b_4
7	a_7	a_1, a_4, a_{10}	6	b_{10}
8	a_8	a_1, a_2	3	b_7
9	a_9	a_3, a_4, a_5	4	b_8
10	a_{10}	a_9	5	b_9
...

Таблиця 3.2

Форма упорядкованої структурної таблиці комплексу робіт

№ пп	Робота	Спирається на роботи
1	b_1	...
2	b_2	...
3	b_3	...
4	b_4	...
5	b_5	b_1, b_2
6	b_6	b_5
7	b_7	b_5
8	b_8	b_2, b_6, b_3
9	b_9	b_8
10	b_{10}	b_1, b_6, b_9
...

На наступному кроці складається нова, *упорядкована* таблиця, в якій роботи розміщуються в порядку їх нових номерів (табл. 3.2).

Зв'язки між упорядкованими роботами можна зобразити графічно у

вигляді так званого *мережевого графіка*.

Частіше за все роботи позначаються стрілками, а кружками – події, що означають початок і закінчення роботи (рис. 3.6, відповідно табл. 3.2).

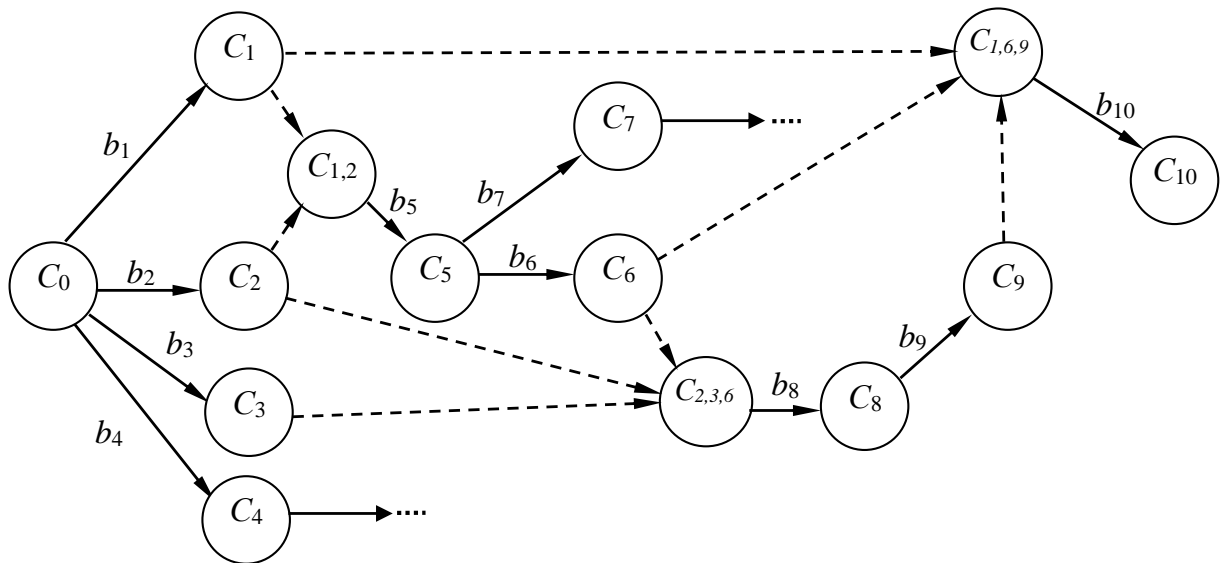


Рис. 3.6. Приклад початку мережевого графіка з літерними позначеннями робіт

На рис. 3.6 події позначені літерою C з індексами – номерами робіт, закінчення яких означає той чи інший кружок-подія (наприклад, $C_{2,3,6}$ подія, що означає закінчення робіт b_2, b_3, b_6).

Процес упорядкування позначень робіт і подій закінчується наступним кроком:

- перенумерувати події в порядку зростання рангів робіт;
- ввести форму позначення робіт у вигляді (i, j) .

В результаті отримують мережевий графік в прийнятому представленні (рис. 3.7).

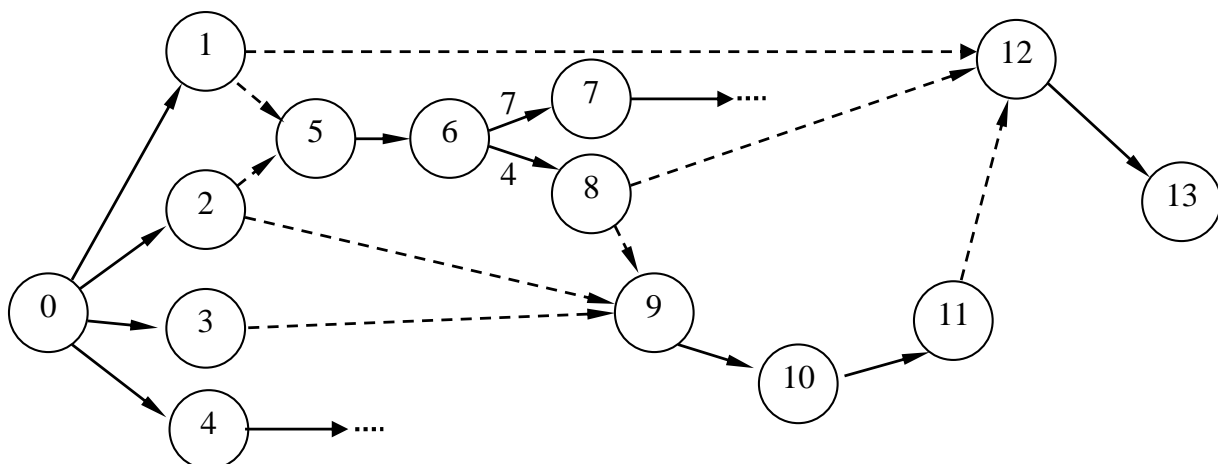


Рис. 3.7. Приклад початку мережевого графіка з числовими позначеннями подій і плановими тривалостями робіт.

Послідовність робіт, якій відповідає мінімальний час виконання всього комплексу робіт, називається критичним шляхом мережевого графіка.

Часові параметри мережевого графіка. Введемо позначення: $t(i, j)$ – планова тривалість роботи, що починається i -ю і закінчується j -ю подією.

Основні часові параметри мережевого графіка:

1) ранній термін початку роботи $t_{p.n.}(i, j)$ - найбільш ранній з можливих строків початку роботи, який обумовлюється виконанням попередніх робіт; ранній термін початку роботи дорівнює тривалості максимального шляху від вихідної події графіка до початкової події даної роботи; значення ранніх початків робіт, що мають загальну початкову подію, дорівнюють одне одному; величина раннього початку роботи відповідає ранньому терміну її початкової події $t_p.(i)$;

2) ранній термін закінчення роботи $t_{p.o.}(i, j)$ – термін закінчення роботи за умови її початку в найбільш ранній з можливих термінів;

3) пізній початок роботи $t_{n.n.}(i, j)$ – найпізніший термін, в який може бути розпочата дана робота без збільшення тривалості критичного шляху;

4) пізнє закінчення роботи $t_{n.o.}(i, j)$ – гранично допустимий термін, в який може бути закінчена дана робота без збільшення тривалості критичного шляху;

5) повний резерв часу роботи $R_n(i, j)$ – максимальний час, на який можна відстрочити початок або збільшити тривалість даної роботи; зміна терміну виконання окремої роботи за рахунок повного резерву часу не повинно викликати зростання тривалості максимального шляху $t(L_{max})$; повний резерв часу робіт критичного шляху дорівнює нулю, а для решти робіт – позитивний;

6) вільний резерв часу роботи $R_c(i, j)$ - визначає величину резервів часу робіт сіті, що утворюються, коли як планові терміни початку виконання всіх робіт прийняті ранні терміни настання подій;

7) ранній термін настання j -ої події:

$$t_p.(j) = \max\{t_p.(i) + t(i, j)\}; \quad (3.1)$$

8) пізній строк настання i -ї події:

$$t_n.(j) = \min\{t_n.(i) + t(i, j)\}; \quad (3.2)$$

9) резерв часу події – різниця між пізнім и раннім строками його настання:

$$R(j) = t_n.(j) - t_p.(j). \quad (3.3)$$

Для подій і робіт, що належать до критичного шляху,

$$t_p.(i) = t_n.(i), \quad (3.4)$$

$$t_{p.n.}(i) = t_p.(i), \quad (3.5)$$

$$t_{p.n.}(i, j) = t_n.(j) - t(i, j), \quad (3.6)$$

$$t_{p.n.}(i, j) = t_{n.n.}(i, j), \quad (3.7)$$

$$t_{p.o.}(i, j) = t_{n.o.}(i, j), \quad (3.8)$$

оскільки для всіх подій цього шляху

$$t_p(i) = t_n(i). \quad (3.9)$$

Розрахунок ранніх параметрів робіт. Розрахунок ведуть послідовно від вихідних робіт до завершальних.

Ранній початок даної роботи дорівнює найбільшому із ранніх закінчень попередніх робіт, тобто

$$t_{p.n.}(i, j) = \max t_{p.o.}(n, i) = t_p(i). \quad (3.10)$$

Раннє закінчення даної роботи дорівнює сумі її раннього початку і її тривалості:

$$t_{p.o.}(i, j) = t_{p.n.}(i, j) + t(i, j). \quad (3.11)$$

Для початкових робіт мережевого графіка величина раннього початку нуль.

Тривалість критичного шляху дорівнює найбільшому із ранніх закінчень завершальних робіт:

$$T_{кр.} = \max t_{p.o.}(i, z). \quad (3.12)$$

Розрахунок пізніх параметрів робіт. Розрахунок ведуть послідовно від завершальних робіт мережевого графіку до початкових.

Пізнє закінчення даної роботи дорівнює найменшому із пізніх початків наступних робіт:

$$t_{n.o.}(i, j) = \min t_{n.n.}(j, k) = t_n(j). \quad (3.13)$$

Пізній початок даної роботи дорівнює різниці величин її пізнього закінчення і тривалості:

$$t_{n.n.}(i, j) = t_{n.o.}(i, j) - t(i, j). \quad (3.14)$$

Для кінцевих робіт мережевого графіка пізнє закінчення дорівнює величині тривалості критичного шляху:

$$t_{n.o.}(i, z) = T_{кр.} = \max t_{p.o.}(i, z). \quad (3.15)$$

Пізній початок кінцевої роботи дорівнює різниці тривалості критичного шляху і тривалості даної роботи:

$$t_{n.n.}(i, z) = T_{кр.} - t(i, z). \quad (3.16)$$

Повний резерв часу

$$R_n(i, j) = t_n(j) - t_p(i) - t(i, j). \quad (3.17)$$

Вільний резерв часу $R_c(i, j)$ дорівнює різниці ранніх строків настання подій j та i за вирахуванням тривалості роботи $t(i, j)$:

$$R_c(i, j) = t_p(j) - t_p(i) - t(i, j). \quad (3.18)$$

Числовий приклад. Існують кілька способів ручного розрахунку часових параметрів мережевого графіка: аналітичний, табличний, розрахунок на графіку, матричний та ін. Розглянемо розрахунок табличним способом (вихідні дані – перші три стовпці табл. 3.3, відповідний сітьовий графік представлений на рис. 3.8).

Для розрахунку графіка в табличній формі події повинні бути пронумеровані, аби номер попередньої події був менше номера наступної події (в табл. 3.3 таке впорядкування вже виконано).

Як уже зазначалося, розрахунок ранніх параметрів ведеться в послідовності від вихідних робіт до завершальних за формулами (3.10), (3.11).

Так, для робіт (1,2), (1,3), (1,4) мережевого графіка (рис. 3.8) маємо:

$$t_{p.n.}(1,2) = t_{p.n.}(1,3), = t_{p.n.}(1,4) = 0,$$

$$t_{p.o.}(1,2) = 0+2 = 2,$$

$$t_{p.o.}(1,3) = 0+6 = 6,$$

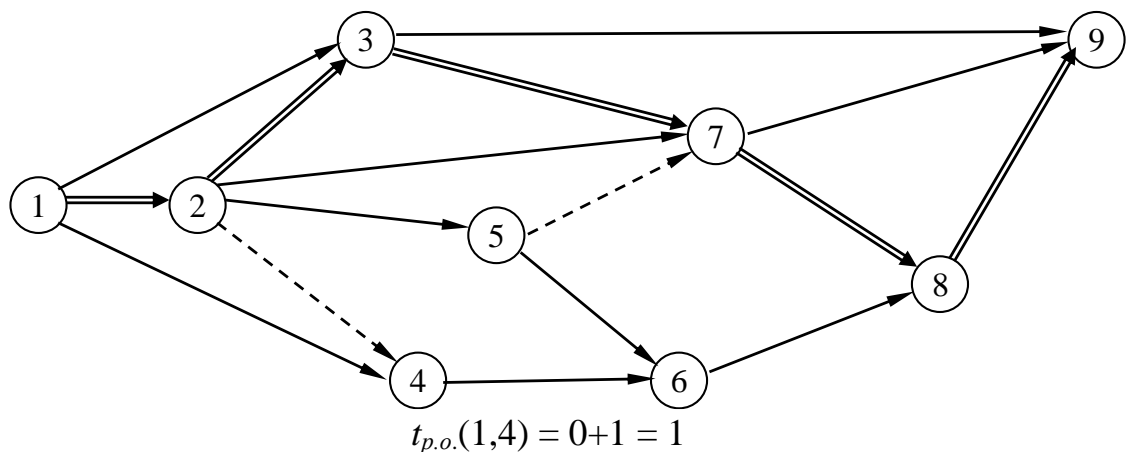


Рис. 3.8. Приклад мережевого графіка

Якщо робота спирається на кілька попередніх робіт, то її ранній початок визначається як найбільше з ранніх закінчень попередніх робіт – формула (3.10). Так, в прикладі роботам (3,7) і (3,9) передують роботи (1,3) і (2,3), і відповідно в 1-м стовпці вказані номери початкових подій попередніх робіт 1 і

2. Ранні закінчення робіт (1,3) і (2,3) відповідно дорівнюють 6 і 10. У цьому випадку ранній початок робіт (3,7) і (3,9) становить 10.

Аналогічно обчислюються ранні часові параметри для всіх інших робіт. Отримані значення вносяться в 4-й і 5-й стовпці таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Вихідні дані і розраховані часові параметри
мережевого графіка

Номер початкової події попередньої роботи	Код роботи	Планова тривалість роботи	Ранній початок роботи	Ранній кінець роботи	Пізній початок роботи	Пізній кінець роботи	Повний резерв часу	Вільний резерв часу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	(1,2)	2	0	2	0	2	0	0
-	(1,3)	6	0	6	4	10	4	4
-	(1,4)	1	0	1	14	15	14	1
1	(2,3)	8	2	10	2	10	0	0
1	(2,4)	0	2	2	15	15	13	0
1	(2,5)	12	2	14	3	15	1	0
1	(2,7)	7	2	9	8	15	6	6
1;2	(3,7)	5	10	15	10	15	0	0
1;2	(3,9)	9	10	19	27	36	17	17
1;2	(4,6)	4	2	6	15	19	13	10
2	(5,6)	2	14	16	17	19	3	0
2	(5,7)	0	14	14	15	15	1	1
4;5	(6,8)	6	16	22	19	25	3	3
2;3;5	(7,8)	10	15	25	15	25	0	0
2;3;5	(7,9)	3	15	18	33	36	18	18
6;7	(8,9)	11	25	36	25	36	0	0

Як видно з таблиці 3.3, тривалість критичного шляху дорівнює максимальному значенню раннього закінчення робіт: $T_{кр} = t_{p.o.}(8,9) = 36$.

Після цього розраховуються пізні параметри робіт в зворотному напрямку – від завершальних робіт до вихідних.

У нашому прикладі:

$$t_{n.o.}(3,9) = t_{n.o.}(7,9), = t_{n.o.}(8,9) = 36;$$

$$t_{n.n.}(3,9) = 36 - 9 = 27;$$

$$t_{n.n.}(7,9) = 36 - 3 = 33;$$

$$t_{n.n.}(8,9) = 36 - 11 = 25.$$

І так далі – розрахунки виконуються в зазначеній послідовності для всіх робіт за формулами (3.13) і (3.14). Результати вносяться в 6-й і 7-й стовпці таблиці 3.3.

Після визначення пізніх параметрів всіх робіт розраховують повні і вільні резерви часу робіт за формулами (3.17) і (3.18). Роботи, у яких повний резерв часу дорівнює 0, складають критичний шлях мережевого графіка. У нашому прикладі це роботи (1,2), (2,3), (3,7), (7,8), (8,9).

Висновки за результатами прикладу:

1) мінімальний час виконання всього комплексу робіт становить 36 умовних одиниць часу;

2) критичний шлях складають роботи (1,2), (2,3), (3,7), (7,8), (8,9); затримка будь-якої з них приведе до збільшення терміну виконання всього комплексу робіт;

3) для робіт, що не входять до критичного шляху, максимальний час, на який можна відстрочити початок або збільшити тривалість окремої роботи, дорівнює розрахованому повному резерву часу.

Методи оптимізації мережевих графіків

Задача 1. Задано комплекс робіт a_1, a_2, \dots, a_n з часом виконання t_1, t_2, \dots, t_n ; відомий критичний шлях, тобто, мінімальний час виконання всього комплексу робіт:

$$T = \sum_{\text{кр.}} t_i. \quad (3.19)$$

Задано строк виконання комплексу робіт T_0 , при цьому:

$$T > T_0. \quad (3.20)$$

Відомо, що вкладення певної суми додаткових витрат x_i в роботу a_i скорочує час виконання t_i до t_i' , тобто задані функції $t_i' = f_i(x_i)$.

Необхідно визначити, які додаткові кошти x_1, x_2, \dots, x_n слід вкласти в комплекс робіт, щоб термін виконання комплексу робіт T' був не більший заданого T_0 , а сума вкладених коштів була мінімальною.

Таким чином, потрібно визначити невід'ємні значення змінних x_1, x_2, \dots, x_n такі, щоб

$$T' = \sum_{\text{кр.}} f_i(x_i) \leq T_0, \quad (3.21)$$

де сума поширюється на всі критичні роботи *нового* критичного шляху і при цьому:

$$X = \sum_{i=1}^n x_i \rightarrow \min \quad (3.22)$$

У загальному випадку це задача нелінійного програмування, оскільки функції $t_i' = f_i(x_i)$, як правило, нелінійні.

Однак, якщо задача вирішується для порівняно невеликого $\Delta = T - T_0$, при якому можна допустити лінійний характер функцій $t_i' = f_i(x_i)$, то вона стає задачею лінійного програмування і може розв'язуватися відомим симплексним методом.

Задача 2. Задано комплекс робіт a_1, a_2, \dots, a_n з часом виконання t_1, t_2, \dots, t_n ; відомий критичний шлях, тобто – мінімальний час виконання всього комплексу робіт:

$$T = \sum_{кр} t_i \quad (3.23)$$

На некритичних роботах є деякі резерви часу, користуючись якими, тобто перекидаючи якісь ресурси з некритичних робіт на критичні, можна зменшити час виконання критичних робіт і тим самим – T .

Є певний запас рухомих ресурсів B , який розподіляється між роботами a_1, a_2, \dots, a_n :

$$B = \sum_{i=1}^n B_i. \quad (3.24)$$

Відомо, що кількість ресурсів x_j , вкладені додатково в роботу a_j , скорочує строк її виконання з t_i до t_i' , тобто задані функції

$$t_i' = f_i(x_i). \quad (3.25)$$

Також відомо, що кількість ресурсів x_j , знятих з роботи a_j , збільшує строк її виконання з t_j до t_j'' , тобто задані функції

$$t_j'' = \varphi_j(x_j). \quad (3.26)$$

Потрібно визначити, як розподілити ресурси B між роботами, щоб строк виконання всього комплексу робіт був мінімальним?

Змінні x_j приймають від'ємні значення, тобто повинні виконуватись обмеження:

$$x_j \geq -b_j, = \overline{1, n}. \quad (3.27)$$

Суми знятих x_j и добавлених x_i ресурсів повинні дорівнювати одне одному, позаяк B незмінне:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 0. \quad (3.28)$$

Загальний строк виконання комплексу робіт для нового критичного шляху

$$T' = \sum_{кр_i} f_i(x_i) + \sum_{кр_j} f_j(|x_j|). \quad (3.29)$$

Отже, потрібно визначити такі значення змінних x_i , щоб виконувалися обмеження (3.27) і (3.28), а цільова функція $T' \rightarrow \min$.

Це задача нелінійного програмування (змінні x_i можуть бути від'ємними, а функції $f_i(x_i)$ і $\varphi_j(x_j)$, як правило нелінійні та ін.).

Можливі й інші постановки задач оптимізації мережевих графіків.

Таблиця 3.4

Приклад вихідних даних для побудови і розрахунку мережевого графіка вибухових робіт на буровому блоці

Найменування робіт	Плановий час виконання робіт, ум. од.
1. Маркшейдерська зйомка блоку	2
2. Розробка проекту вибуху	3
3. Контроль глибини пробурених свердловин	1
4. Буріння свердловин	10
5. Доставка вибухових речовин на блок	2
6. Рознесення вибухових речовин по блоку	2
7. Доставка засобів підривання на блок	1
8. Заряджання свердловин	3
9. Доставка матеріалу для забійок	2
10. Забійка свердловин	3
11. Перевірка готовності зарядів вибуху	1
12. Підготовка негабаритів до вибуху	4
13. Доставка вибухових речовин до негабаритів	2
14. Зарядка негабаритів	1
15. Відгін екскаваторів	1
16. Відгін бурових станків	2
17. Переміщення трансформаторного кіоску	1
18. Переміщення лінії електропостачання (ЛЕП)	5
19. Інструктаж і виставлення охорони	0,5
20. Монтаж вибухової мережі	3
21. Виконання вибуху	1
22. Зняття охорони	0,5
23. Облаштування під'їздів до блоку	3
24. Огляд та відновлення ЛЕП	3
25. Монтаж відпайки ЛЕП і підключення екскаватора	2
26. Підгін екскаватора до блоку	1
27. Монтаж освітлювальної мережі	2
28. Підготовка вибою до роботи	0,5

3.3.2 Організація розкриття та підготовки нових горизонтів

Розглянемо її на прикладі розкриття внутрішніми тупиковими траншеями (рис. 3.9, а).

Нехай екскаватор № 1 проходить в'їзну траншею AF на горизонт +50 м, а

потім проводить розрізну траншею на північ. Ця робота показана на планогамі відрізками AF і FD графіка $L = f(T)$, де L – положення екскаваторів (відстань від точки відліку, T – час роботи екскаваторів).

Коли траншейний вибій просувається на північ від точки F на відстань L_m , можна поставити екскаватор № 2 і проходити розрізну траншею на південь (відрізок FE).

Розширення розрізної траншеї для створення робочого майданчика, що дозволить розкривати і готувати нижче лежачий гор. +35 м, ведеться в даному випадку на чотирьох блоках і зображується заштрихованими прямокутниками висотою, що дорівнює довжині екскаваторного блоку, і довжиною, рівній часу відпрацювання його до моменту створення нормальної ширини робочого майданчика.

Першим відпрацьовують блок 3, потім вводять в роботу блоки 2 і 4 і, нарешті, блок 1.

В'їзну траншею на горизонт +35 м починають проходити через 12,5 місяців (відрізок FC). Потім проходять розрізну траншею горизонту + 35 м (відрізки CE і CD) протягом 22,8 місяців.

Отримане положення робіт показано на рис. 3.9, б.

На цих роботах були використані 5 екскаваторів. Якщо їх менше, то планограму потрібно коригувати.

Є можливість прискорити роботи. З планограми видно, що розтин горизонту +35 м стримується роботами в блоках 1 і 2. Якщо їх довжину (а, отже, і обсяг робіт) зменшити, збільшивши довжину блоків 3 і 4, то проходку в'їзної траншеї FC можна почати раніше.

Таким чином, планограма (графік $L = f(T)$) дозволяє знайти найкраще рішення в кожній конкретній ситуації.

Висновки. 1. Як видно з прикладу, задання організації розкриття і підготовки нових горизонтів тупиковими внутрішніми траншеями за допомогою планограми наглядно відображає просторово-часову динаміку планової виїмки гірничої маси. Фіксація планового положення екскаваторів и об'ємів виїмки гірничої маси щомісячно дозволяє контролювати фактичний хід процесів розкриття і підготовки горизонту.

2. Очевидно, що методика (послідовність) розрахунку залежить від способу розкриття горизонту, конфігурації дна кар'єру, схеми розташування розкривних і підготовчих виробок, кількості екскаваторів, розкрою дна кар'єра на ділянки і послідовності їх відпрацювання. Тому методика (послідовність) розрахунку розробляється для кожної конкретної технологічної схеми.

Але базова умова залишається незмінною – розрахункова динаміка верхнього уступу повинна забезпечувати можливість реалізації необхідної динаміки розкриття і підготовки нижнього горизонту.

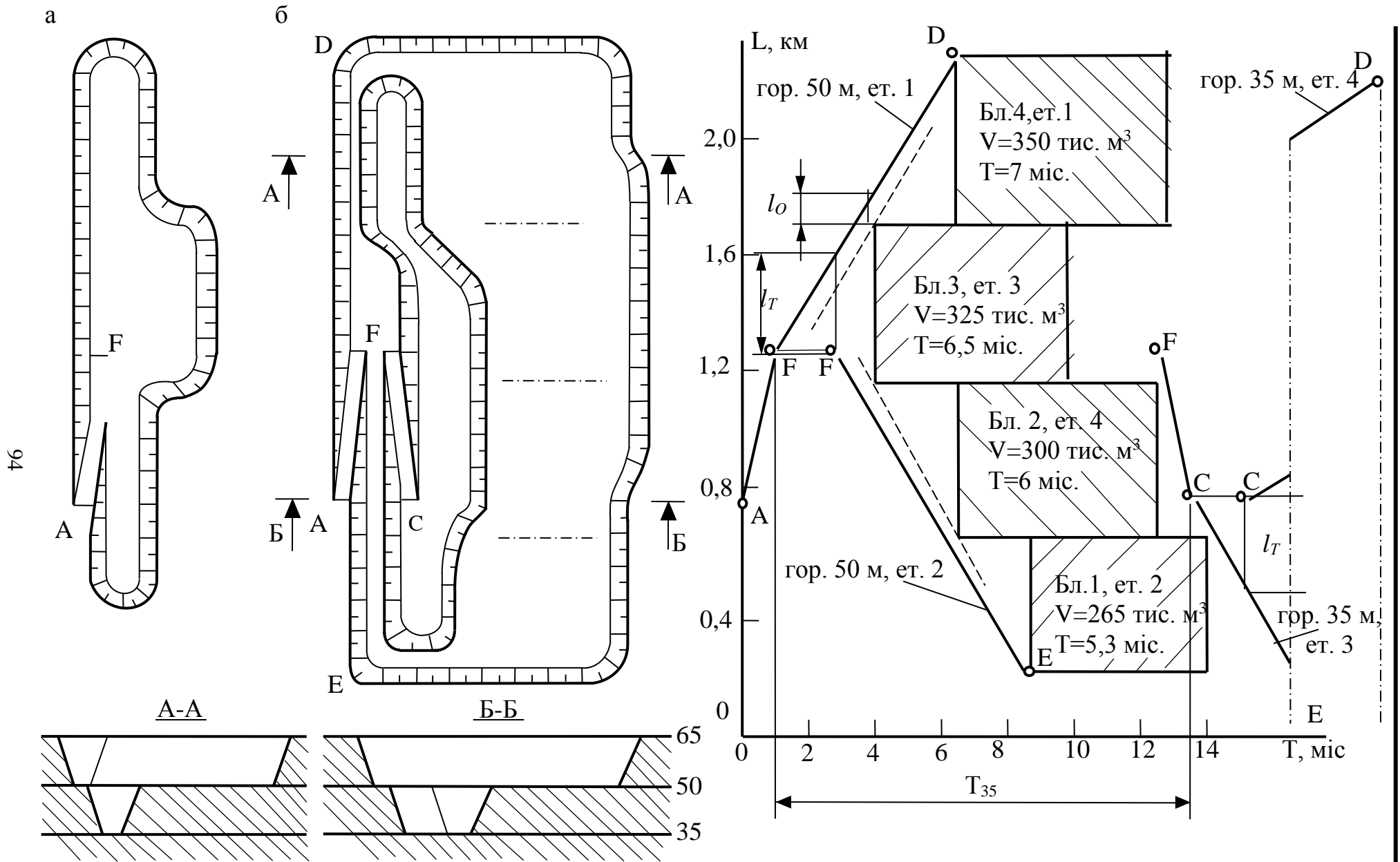


Рис. 3.9. Приклад планограми розкриття і підготовки нових горизонтів тупиковими внутрішніми траншеями

3.4. Організація відпрацювання виймальних блоків

Як відомо, видобувні і розкривні роботи реалізуються виймально-навантажувальним процесом (для транспортних систем розробки). Він безпосередньо технологічно взаємодіє з процесом транспортування гірничої маси, а також має просторово-часовий зв'язок з буро-вибуховими роботами і процесами на суміжних уступах. Типова технологічна схема для двох суміжних розкривних уступів показана на рис. 3.10). Верхній уступ висотою 15 м представлений м'якими породами, а нижній висотою 10 м – скельними породами.

Зміст організації виймально-навантажувального процесу визначається його регламентом (підрозділ 3.2). Відповідно до початкового положення цього процесу в структурі загального гірничо-транспортного процесу, принципам організації та складу технологічних операцій його організація повинна включати наступні складові:

- 1) організація технологічної взаємодії виймально-навантажувальних робіт з початковими операціями процесу транспортування гірничої маси;
- 2) організація просторово-часової взаємодії з буро-вибуховими роботами;
- 3) організацію просторово-часової взаємодії з процесами на суміжних уступах.

Організація взаємодії виймально-навантажувальних робіт з початковими операціями процесу транспортування задається:

- схемою установки залізничних потягів та автосамоскидів під навантаження з урахуванням параметрів конкретного вибою і положення екскаватора (просторова взаємоув'язка поточних параметрів згідно з *паспортом вибою*);

- правилами взаємодії машиністів з подачею звукових сигналів або радіообміну (часова взаємоув'язка поточних параметрів);

- паспортом навантаження думпкара та автосамоскида, який регламентує кількість ковшів навантаження і розташування кожного вивантаження ковша в думпкар або кузов автосамоскида (просторова взаємоув'язка поточних параметрів);

- схемою маневрів автосамоскида при виїзді з вибою (просторова взаємоув'язка поточних параметрів).

Організація просторово-часового взаємодії виймально-навантажувального процесу з буро-вибуховими роботами встановлюється взаємною погодженістю поточних параметрів екскавації підірваної гірничої маси з інтервалом масових вибухів, а також зі швидкістю руху екскаватора у виймальному блоці з переміщенням бурового блоку. Як правило, така просторово-часова ув'язка поточних параметрів виймально-навантажувального процесу з буровими та вибуховими роботами за результатами розрахунків представляється у вигляді планограми. Її приклад для типової технологічної схеми відпрацювання виїмкових блоків суміжних уступів показаний на рис. 3.11.

Організація просторово-часового взаємодії з процесами суміжних уступів являє собою реалізацію технологічного принципу узгодження організації гірничих робіт на суміжних робочих уступах.

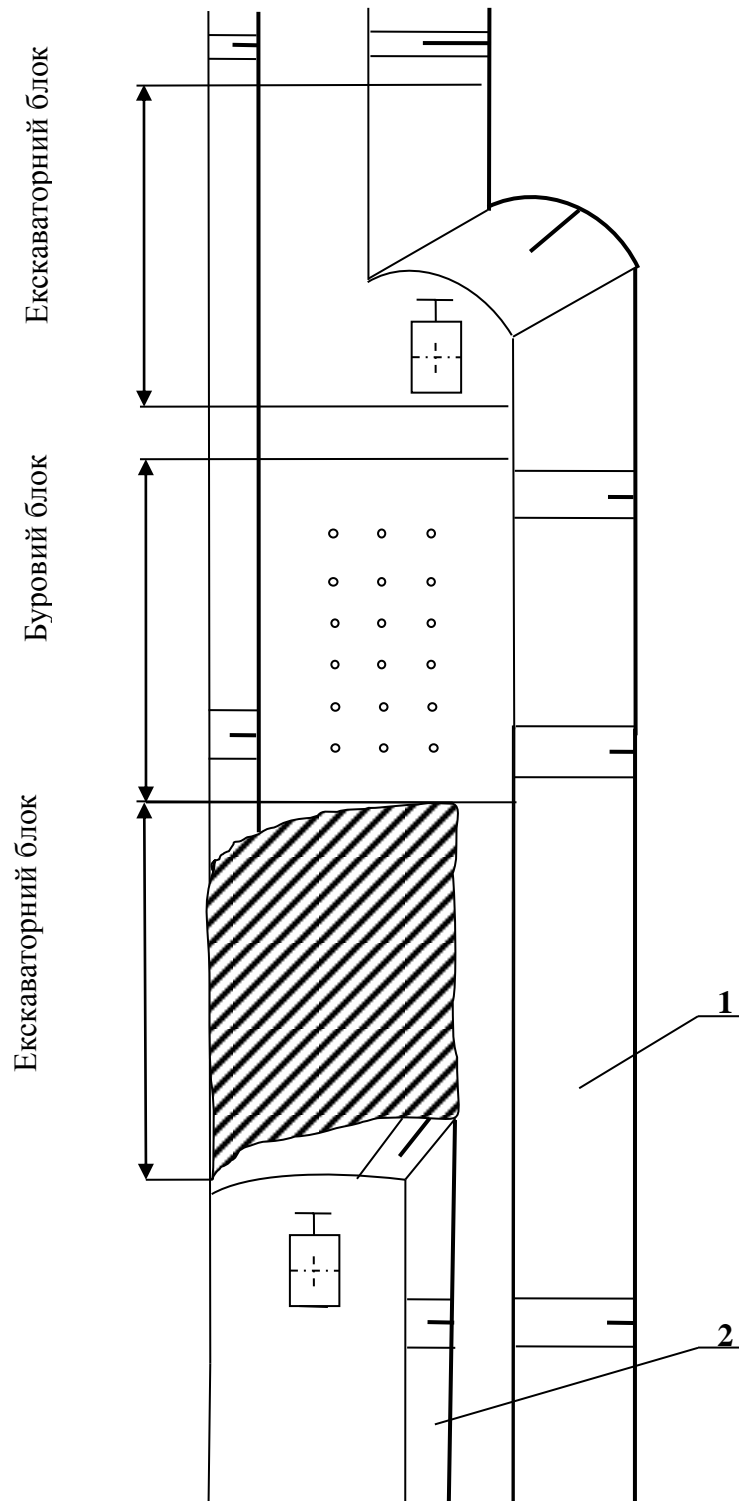


Рис. 3.10. Типова технологічна схема відпрацювання виїмальних блоків суміжних уступів: 1, 2 – уступи відповідно м'яких і скельних розкривних порід

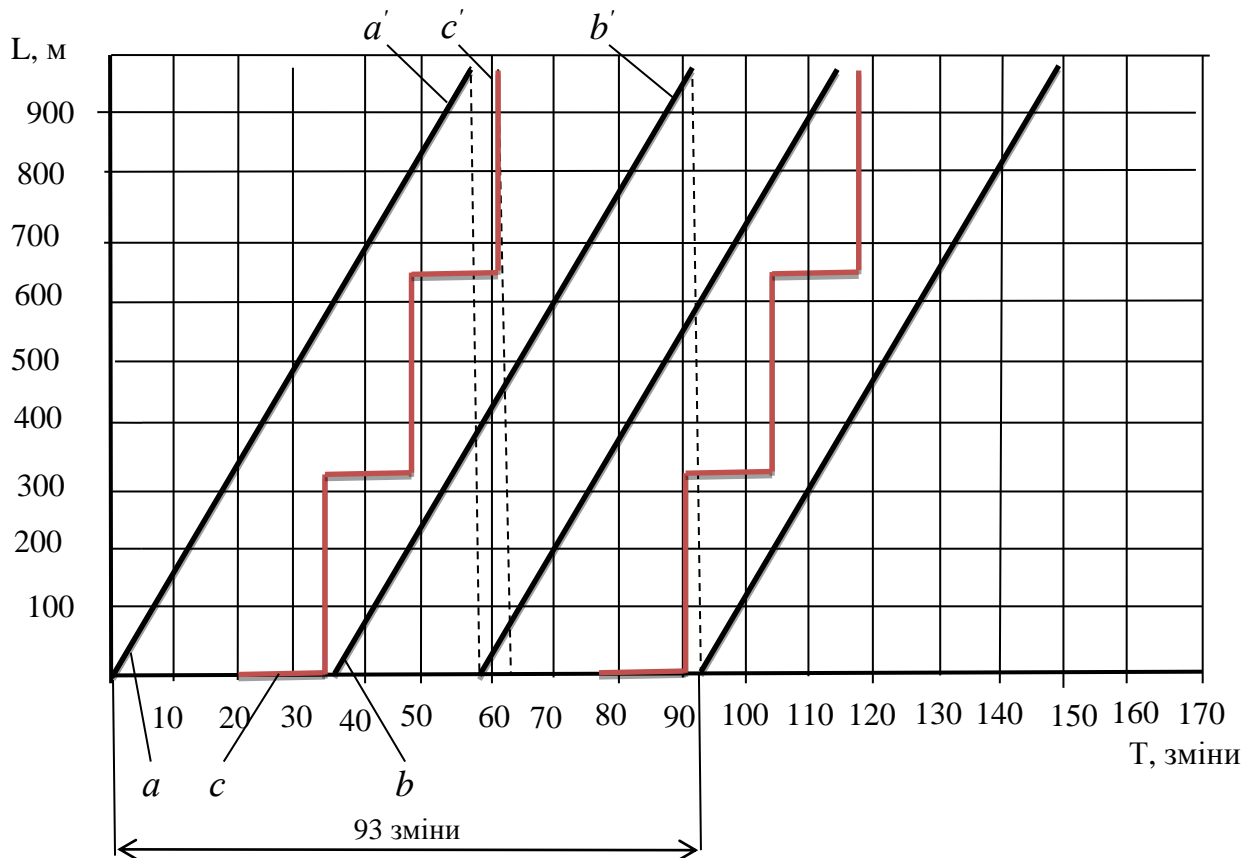


Рис. 3.11. Приклад планограми відпрацювання виїмкових блоків на суміжних уступах: лінія $a-a'$ – графік руху першого розкривного екскаватора, $b-b'$ – графік руху другого розкривного екскаватора, $c-c'$ – графік руху бурового блоку (станка)

Як видно з планограми, з випередженням бурових робіт рухається перший екскаватор Hitachi EX3600 виконуючи навантаження м'якої розкривної породи в автосамоскиди (лінія $a-a'$). Услід буро-вибуховим роботам (лінія $c-c'$) рухається другий екскаватор Hitachi EX3600 (лінія $b-b'$), який екскавує підірвану скельну розкривну породу і вантажить її теж в автосамоскиди.

Тривалість бурових робіт – 14 змін, довжина бурового блоку – 320 м.

Перегони екскаваторів і бурового устаткування на нові заходки зображено штриховими лініями (час на перегін одиниці обладнання з урахуванням допоміжних операцій – 40-50 хв).

Як видно з планограми, тривалість циклу відпрацювання двох виїмальних блоків на суміжних уступах становить 93 зміни (з урахуванням технологічних резервів). Приклад розрахунку і побудови цієї планограми наведено у 2-й частині навчального посібника.

У всіх випадках розрахунок і побудова планограми, як форми задання організації виїмальних-навантажувального процесу, виконується на основі базових умов з огляду на конкретні гірничо-геологічні і гірничо-технічні умови

на основі системного аналізу всіх технологічних, просторових і часових зв'язків операцій і процесів. Але базові умови організації відпрацювання виїмкових блоків повинні виконуватись завжди:

– розкривні роботи по м'яким розкривним породам не повинні стримувати буро-вибухові роботи, які, в свою чергу, не повинні стримувати екскавацію підірваної гірничої маси;

– до моменту закінчення перегону екскаватора нижнього уступу в нову заходку його блок вже повинен бути готовий до виїмки; тобто, за певний час до цього моменту повинен бути виконаний перегін екскаватора верхнього уступу, який має розкрити потрібну площу бурового блоку; потім – перегін бурового обладнання, виконання потрібного обсягу бурових робіт і вибуху.

Висновки. 1. Як і для розкриття та підготовки нового горизонту, задання організації відпрацювання виїмкових блоків планогом наочно відображає просторово-часову динаміку планового виїмання гірничої маси, але більш інформативно, оскільки включає відображення організації взаємодії з буро-вибуховими і розкривними роботами, а також з початковими технологічними операціями транспортування гірничої маси (в т.ч. і в текстовій формі у складі паспорту вибою та посадових інструкцій). Фіксація планового положення екскаваторів, бурового устаткування і обсягів виїмки гірської маси по змінах дозволяє контролювати фактичний хід технологічних процесів і керувати ними.

2. Очевидно, що методика (склад і послідовність розрахунків) залежить від технологічної схеми. Тому вона розробляється для кожного конкретного випадку. Але базові умови повинні обов'язково формулюватись, бо вони є основа розрахунку та побудови планогом.

3.5 Організація транспортування гірничої маси

Виходячи з проміжного положення процесу транспортування гірничої маси, його організацію має такі складові:

1) організація взаємодії з кінцевими операціями виймально-навантажувального процесу;

2) організація руху транспортних засобів в порожняковому і вантажному напрямках;

3) організація взаємодії з початковими операціями процесів складування і відвалоутворення гірничої маси.

3.5.1 Організація переміщення гірничої маси залізничним транспортом

Організація взаємодії процесу транспортування з кінцевими операціями виймально-навантажувального процесу задається:

– схемою подачі потягів під навантаження (локомотив попереду або позаду думпкарів);

- схемою установки потягу під навантаження з просторовою прив'язкою до параметрів конкретного вибою і положення екскаватора;
- правилами взаємодії машиністів з подачею звукових сигналів або радіообміном (часова взаємоув'язка);
- паспортом навантаження думпкара, який регламентує кількість ковшів навантаження і просторове розташування кожного вивантаження ковша в думпкар;
- просторово-часовим узгодженням графіка переукладання залізничної колії при переході до виїмки нової заходки.

Організація руху потягів в порожняковому і вантажному напрямках задається:

- розрахунковим числом рейсів по кожному вибою для контрольних інтервалів протягом зміни;
- схемою їх обміну при подачі під навантаження і розвантаження (просторово-часова ув'язка);
- способом задання маршрутів руху:
- по закритому циклу;
- по відкритому циклу;
- по комбінованому способу: для однієї частини потягів - по закритому циклу, а для іншої - по відкритому циклу;

Поширеною графічною формою задання організації транспортування гірничої маси залізничним транспортом є, так званий, *графік руху потягів* на зміну (рис. 3.12). Він відображає також і лінійні часові графіки роботи вибійних і відвальних екскаваторів, тобто по суті задає змінну організацію не тільки процесу транспортування гірничої маси, а й виймально-навантажувальних і відвальних робіт.

Організація взаємодії процесу транспортування з початковими операціями процесів відвалоутворення і складування гірничої маси. Слід зазначити, що складування розкривних (порожніх) порід у відвали зазвичай називають відвалоутворенням. З цієї причини для однозначного сприйняття під складуванням будемо розуміти розвантаження корисних копалин в прийомні бункери дробильно-збагачувальних фабрик (ДЗФ) або розвантаження корисних копалин на перевантажувальних складах та складах тимчасового зберігання.

При взаємодії з початковими операціями відвалоутворення організація встановлюється наступними документами і розпорядженнями:

- схемою подачі потягів у відвальний тупик на розвантаження (локомотив позаду думпкарів);
- схемою установки потягів для розвантаження з просторовою прив'язкою до параметрів конкретного приямку;
- правилами взаємодії машиністів з подачею звукових сигналів або радіообміном (часова взаємоув'язка);
- просторово-часовим узгодженням графіка переукладання залізничної колії при переході екскаватора до відсіпки нової відвальної заходки.

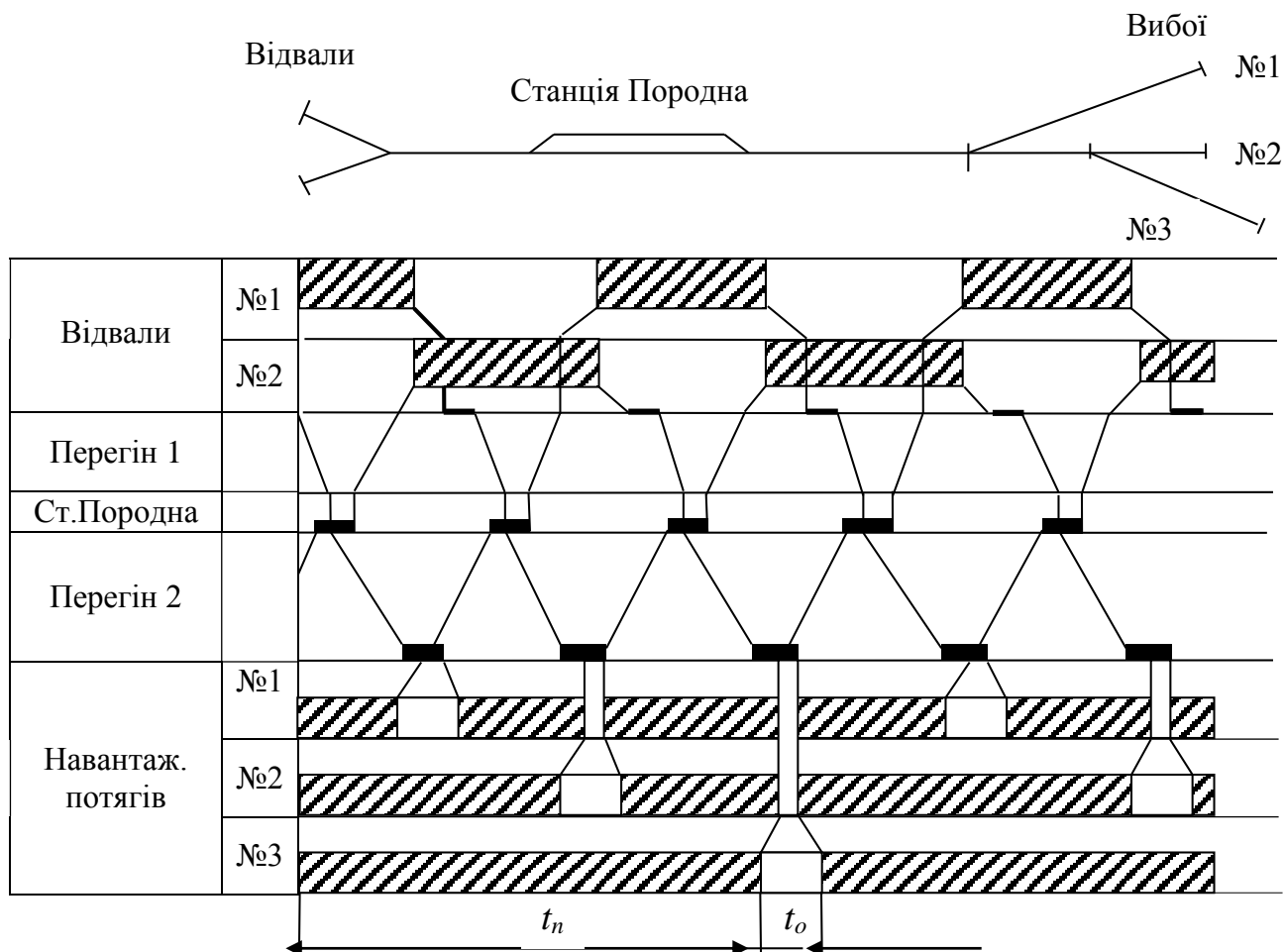


Рис. 3.12. Приклад розрахункового графіка руху потягів на зміну:
 t_n – час навантаження потягів;
 t_o – час їх обміну потягів у вибоях.

Організація взаємодії процесу транспортування з початковими операціями процесу складування. При доставці некондиційних, кондиційних важкозбагачуваних і кондиційних руд резервного призначення їх складування виконується аналогічно відвалоутворенню, але селективно (за різновидами і сортами руд). Ця вимога зумовлює збільшення числа відвальних тупиків.

Організація взаємодії кінцевих операцій процесу транспортування з процесом складування теж встановлюється документами, за формами і змістом аналогічними тим, що і при відвалоутворенні.

В цілому, в даному випадку організація ускладнюється в зв'язку з вимогою селективного складування і відвантаження. Виконати цю вимогу при застосуванні залізничного транспорту можна тільки при великих об'ємах руд стабільної якості, що в практиці буває рідко. Тому залізничний транспорт для складування руд застосовується рідко.

При доставці кондиційних руд в прийомні бункери ДЗФ організація взаємодії кінцевих операцій процесу транспортування з операціями прийому руди в приймальний бункер дробарки встановлюється документами, які за

формами і змістом враховують конструктивні особливості приймального пункту ДЗФ. З огляду на це організація взаємодії кінцевих операцій доставки руд з операціями їх складування в прийомні бункери ДЗФ задається:

- схемою подачі потягів на розвантаження;
- схемою установки потягів для розвантаження (просторова прив'язка до параметрів приймального бункера);
- правилами взаємодії машиніста потягу, його помічника та оператора дробарки з подачею звукових і / або візуальних сигналів (просторово-часове узгодження);
- порядком виїзду потягів з розвантажувального пункту (часове погодження).

Зв'язок організації переміщення гірничої маси залізничним транспортом з оперативним управлінням гірничо-транспортним процесом. Крім зазначених вище форм задання організації, перед початком зміни виконуються розрахунки динаміки необхідних поточних параметрів технологічних процесів з урахуванням вимоги їх просторово-часової ув'язки. Слід особливо підкреслити важливу роль таких поточних параметрів як розрахункове число рейсів по кожному вибою і за кожним місцем доставки гірничої маси для контрольних інтервалів часу протягом зміни. Множина цих показників є, по суті, програмою оперативного управління протягом зміни (див. підрозділ 1.3). Саме ця програма є основою для формування оперативних керуючих впливів на транспортну ланку – призначення чергового маршруту потягу: місць навантаження і розвантаження.

Крім призначення маршрутів відповідно до зазначеної програми оперативне управління гірничо-транспортним процесом у цілому передбачає також формування оперативних керуючих дій щодо виймально-навантажувальних і прийомних ланок (управління за відхиленнями та порушеннями). Наприклад, коригування виробничих завдань екскаваторам протягом зміни.

Висновки. 1. Наочна графічна частина представлення організації переміщення гірничої маси залізничним транспортом зазвичай представляється графіком руху потягів протягом зміни. Крім організації власне руху, він також задає і елементи організації взаємодії з виймально-навантажувальним процесом і процесом складування гірничої маси.

2. У порівнянні з планограмою для виймального блоку цей графік відображає більш рухомі об'єкти (залізничні потяги), переміщення яких, як правило, буде відрізнятися від планового. Відповідно, досягти його точного виконання практично неможливо. Тому *плановий* графік руху потягів служить орієнтиром. На додаток до нього диспетчерська служба веде аналогічний виконавчий (фактичний) графік. Фіксація планового і фактичного положення потягів на транспортній мережі в часі, а також об'ємів виїмки і складування гірничої маси протягом зміни дозволяє контролювати хід технологічних процесів і керувати ними.

2. Як базова умова складання планового графіка руху поїздів може виступати мінімізація збитків від сумарних позапланових змінних простоїв екскаваторів (в кар'єрі і на відвалах) та потягів. Розрахунок оптимального графіка є досить складною задачею, тому в практиці він складається емпірично шляхом коригування варіантів.

3.5.2 Організація переміщення гірничої маси автотранспортом

Організація взаємодії процесу транспортування з кінцевими операціями виймально-навантажувального процесу задається:

- схемою маневрів і установки автосамоскида під навантаження з просторовою прив'язкою до параметрів конкретного забою і положенням екскаватора (згідно з паспортом вибою);
- правилами взаємодії машиніста екскаватора і водія автосамоскида при навантаженні з подачею звукових сигналів або радіообміном (часове узгодження);
- паспортом навантаження автосамоскида, який регламентує кількість ковшів навантаження і просторове розташування кожного вивантаження ковша в кузові;
- схемою маневрів автосамоскида при виїзді від вибою (просторове узгодження).
- графіком підготовки нових ділянок діючої тимчасової дороги в міру посування вибою і підготовки нової тимчасової дороги під час переходу екскаватора до виймки нової заходки.

Організація руху автосамоскидів в порожняковому і вантажному напрямках встановлюється:

- розрахунковим числом рейсів по кожному вибою для контрольних інтервалів протягом зміни (зазвичай величина контрольного інтервалу – 1 година);
- способом задання маршрутів руху:
 - по закритому циклу;
 - по відкритому циклу;
 - комбінованим способом: для однієї частини автосамоскидів – по закритому, а для іншої – по відкритому циклу;
- правилами проходження ділянок трас, зокрема, пунктів їх примикання і розгалуження.

Графік руху автосамоскидів на зміну, подібний до графіка руху залізничних кар'єрних потягів, не складається з причини, як правило, більшого числа транспортних засобів і більшої мінливості ситуації на транспортній мережі (особливо при призначенні маршрутів по відкритому циклу).

Організація взаємодії кінцевих операцій процесу доставки гірничої маси з початковими операціями процесів відвалоутворення і складування.

При взаємодії з початковими операціями відвалоутворення організація встановлюється:

– схемою маневрів автосамоскида на ділянці розвантаження відвалу і установки його для розвантаження з просторовою прив'язкою до параметрів конкретної ділянки;

– правилами взаємодії водія і персоналу ділянки з подачею звукових, світлових і / або візуальних сигналів (просторово-часове узгодження);

– схемою маневрів автосамоскида на ділянці розвантаження при виїзді з відвалу (просторове узгодження).

Організація взаємодії кінцевих операцій процесу доставки гірничої маси з процесом складування. При транспортуванні некондиційних, кондиційних важкозбагачуваних і кондиційних руд резервного призначення їх складування виконується аналогічно відвалоутворенню, але селективно (за різновидами і сортами). Ця вимога зумовлює збільшення числа секторів розвантаження.

Організація взаємодії кінцевих операцій транспортування та складування встановлюється документами, за формами і змістом аналогічними тим, що і при відвалоутворенні. Але в цілому організація ускладнюються через з вимоги селективності складування і відвантаження.

При транспортуванні кондиційних руд для складування в прийомні бункери ДЗФ організація взаємодії кінцевих операцій доставки та складування встановлюється документами, які за формами і змістом враховують конструктивні особливості приймального пункту ДЗФ. З урахуванням цієї обставини, організація взаємодії кінцевих операцій доставки руди та складування в прийомні бункера ДОФ задається:

– схемою маневрів автосамоскида при установці біля приймального бункера для розвантаження (з просторовою прив'язкою до параметрів конкретного бункера і його розташуванням);

– правилами взаємодії водія автосамоскида і оператора дробарки з подачею звукових, світлових і / або візуальних сигналів (просторово-часове узгодження);

– схемою маневрів автосамоскида при виїзді з розвантажувального пункту (просторове узгодження).

Зв'язок організації переміщення гірничої маси кар'єрним автотранспортом з оперативним управлінням гірничо-транспортним процесом.

Як і для залізничного транспорту, крім зазначених вище форм задання організації, перед початком зміни виконуються розрахунки необхідної динаміки поточних параметрів і показників виймально-навантажувальних робіт, процесів транспортування та відвалоутворення і складування з урахуванням вимоги їх просторово-часової ув'язки. Слід особливо підкреслити важливу роль таких поточних показників роботи автотранспорту як *розрахункове число рейсів* по кожному вибою і за кожним місцем доставки гірничої маси для контрольних інтервалів протягом зміни. Множина цих показників є, по суті, програмою оперативного управління гірничо-транспортним процесом протягом зміни (див. підрозділ 1.3). Саме вона є основою для формування оперативних керуючих дій на транспортну ланку – призначення чергового маршруту руху автосамоскида: місць навантаження і

розвантаження.

Крім управління за програмою, оперативне управління гірничо-транспортним процесом передбачає також формування оперативних керуючих дій на виймально-навантажувальні і прийомні ланки (управління за порушеннями і відхиленнями). Наприклад, зміна виробничих завдань екскаваторам для певних контрольних інтервалів часу.

Висновки. 1. Наочна графічна частина організації переміщення гірничої маси автомобільним транспортом у формі планування чи графіка руху не доцільна з кількох причин. По-перше, число працюючих в зміну автосамоскидів, як правило, більше числа залізничних кар'єрних потягів, і графік руху автосамоскидів ускладнюється для сприйняття. По-друге, частота відхилення часу рейсів у автосамоскидів більше, ніж у потягів, і графік ще швидше відхилиться від планового. Відповідно, постійно коригувати його недоцільно і вимагати його точного виконання практично не має сенсу.

2. По суті, організація переміщення гірничої маси автомобільним транспортом зводиться до визначення планової частоти посилки автосамоскидів на навантаження у вибої за контрольними часовими відрізками. Відповідно фіксується фактична частота посилки автосамоскидів по вибоям під навантаження. Ці дані є вихідними для алгоритму адресації автосамоскидів, що реалізується оперативним управлінням гірничо-транспортним процесом протягом зміни.

Для підвищення точності визначення планових частот посилок автосамоскидів на навантаження в автоматизованих системах диспетчерського управління протягом зміни може виконуватись їх коригування.

3. Методика визначення показника досить проста: змінні планові об'єми виймання гірничої маси по вибоям діляться на вантажопідйомність автосамоскида і на число контрольних інтервалів часу в зміні.

3.6. Організація відвалоутворення і складування гірничої маси

Процеси відвалоутворення і складування гірничої маси є заключними в технології відкритої розробки родовищ. Вони безпосередньо взаємодіють з кінцевими операціями доставки гірничої маси. Відповідно, організація відвалоутворення і складування має такі складові:

- 1) організація взаємодії з кінцевими операціями доставки гірничої маси;
- 2) організація операцій власне відвалоутворення і складування.

3.6.1. Організація відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси залізничним транспортом

При складуванні корисних копалин на складах різного призначення організація аналогічна організації відвалоутворення.

Типова загальна схема відвалоутворення і складування гірничої маси (за винятком складування в прийомні бункери ДЗФ) при використанні залізничного транспорту представлена на рис. 3.13.

Організація взаємодії процесів відвалоутворення і складування з кінцевими операціями доставки гірничої маси (за виключенням складування в прийомні бункера ДЗФ) встановлюється тими самими засобами, що і організація взаємодії процесу транспортування з відвалоутворення і складуванням в цих випадках (див. 3.5.1).

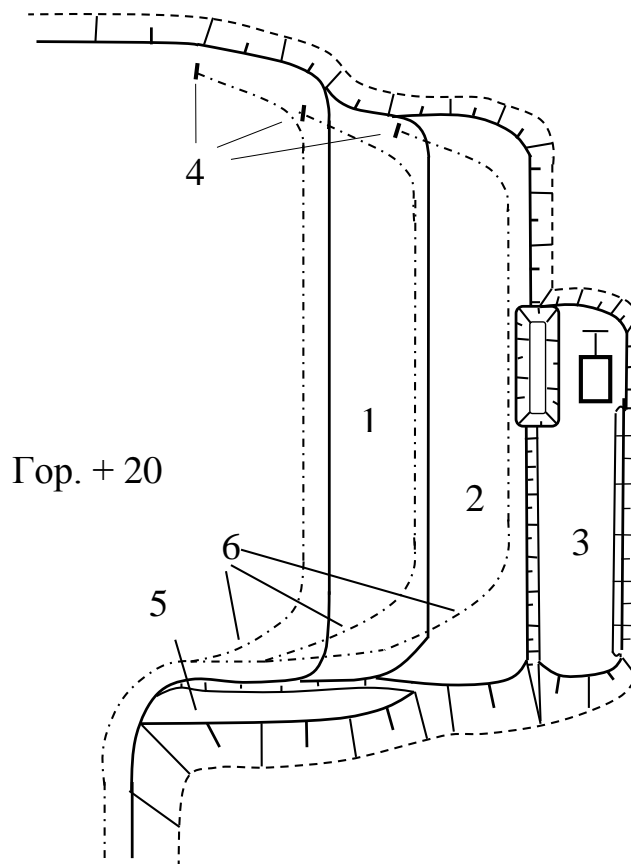


Рис. 3.13. Типова загальна схема відвалоутворення і складування гірничої маси при використанні залізничного транспорту: 1, 2, 3 – відвальні заходки; 4 – розташування тупиків заходок; 5 – з'їзд екскаватора для формування початкового робочого майданчика нової заходки; 6 – закруглення примикання колії до її основної ділянки

Організація взаємодії процесу складування кондиційних руд в прийомні бункери ДЗФ з кінцевими операціями процесу їх доставки встановлюється аналогічно, тими ж засобами, що і організація взаємодії процесу транспортування зі складуванням в цьому випадку (див. 3.5.1).

Організація операцій власне процесу відвалоутворення і складування для типової технологічної схеми (рис. 3.14) задається:

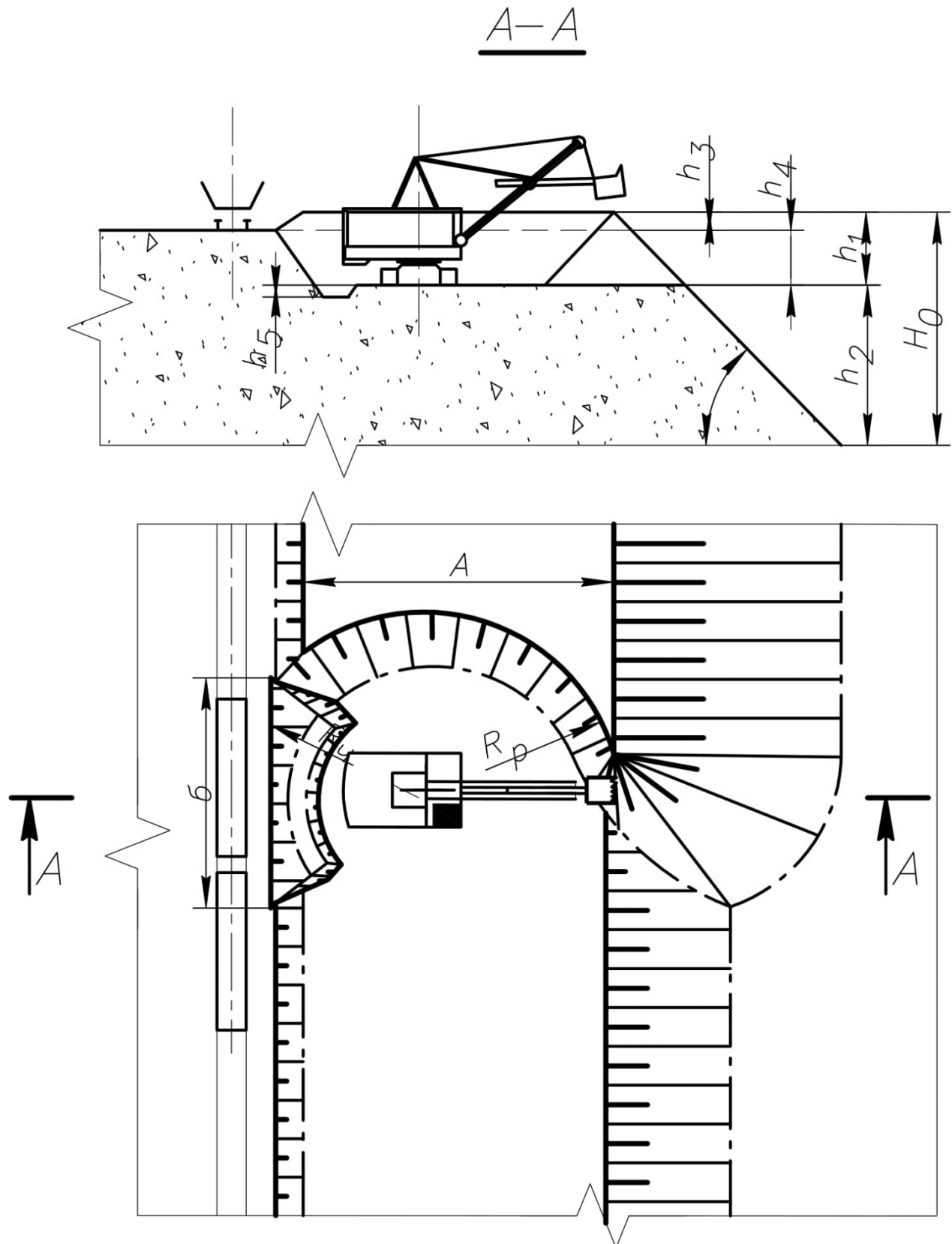


Рис. 3.14. Типова технологічна схема відсіпання відвальної заходки:

h_1 – висота верхнього ярусу з усадкою; h_2 – висота нижнього ярусу; h_3 – висота усадки; h_4 – висота верхнього ярусу після усадки; h_5 – глибина приямку; h_0 – висота відвального уступу; A – ширина відвальної заходки; b – довжина приямку; R_p – радіус розвантаження ковша екскаватора

– погодженою послідовністю і плановою тривалістю підготовки приямків, відсипання нижнього ярусу і бічного навалу з однієї точки стояння екскаватора (при прямому ході відсипання заходки);

– узгодженням операцій пересування екскаватора з операціями подачі потягів на розвантаження (при прямому і зворотному ході відсипання заходки);

– погодженою послідовністю і тривалістю підготовки приямків і відсипання верхнього ярусу з однієї точки стояння екскаватора (при зворотному ході відсипання заходки);

– схемою маневрів екскаватора при відсипанні кінця заходки (при прямому ході) для забезпечення потрібної довжини відсипаної заходки;

– схемою маневрів екскаватора при відсипанні початку наступної заходки (при завершенні зворотного ходу).

Базовими умовами організації відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси залізничним транспортом (за винятком складування в прийомні бункери ДЗФ) є:

- до моменту повернення екскаватора зворотним ходом в початок заходки залізнична колія повинна бути переміщена в нове положення, за винятком ділянки навпроти початкового робочого майданчика екскаватора наступної заходки (при його відсипці по цій ділянці шляху сюди буде доставлятися гірнична маса);

- на момент переходу екскаватора на відсипаний початковий робочий майданчик, зазначену ділянку залізничної колії повинно бути перенесено в нове положення з новим заокругленням примикання колії до основного шляху.

Організація власне процесу складування кондиційних руд в прийомні бункери ДЗФ задається розрахунковим графіком надходження потягів на розвантаження при виконанні обмеження по допустимому мінімального інтервалу розвантаження думпкарів (для запобігання переповненню бункерів).

Наочне представлення організації відвалоутворення і складування за допомогою планограми. Як і для виймально-навантажувальних робіт, розрахунок і побудова планограми відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси залізничним транспортом повинні виконуватись на основі базових умов з урахуванням конкретних гірничо-геологічних і гірничо-технічних умов на основі системного аналізу всіх технологічних, просторових і часових зв'язків операцій і процесів. Приклад такої планограми представлено на рис. 3.15, а приклад її розрахунку наведено у 2-й частині навчального посібника.

Як видно з графіків, розрахований час відсипки відвальної заходки прямим і зворотним ходом екскаватора і переукладання залізничної колії в даному прикладі становить відповідно - 82, 44 і 2 зміни.

Згідно з першою базовою умовою організації до моменту повернення екскаватора зворотним ходом в початок заходки залізничну колію вже буде переміщений в нове положення, за винятком її ділянки довжиною 100 м навпроти початкового робочого майданчика екскаватора в новій заходці (при

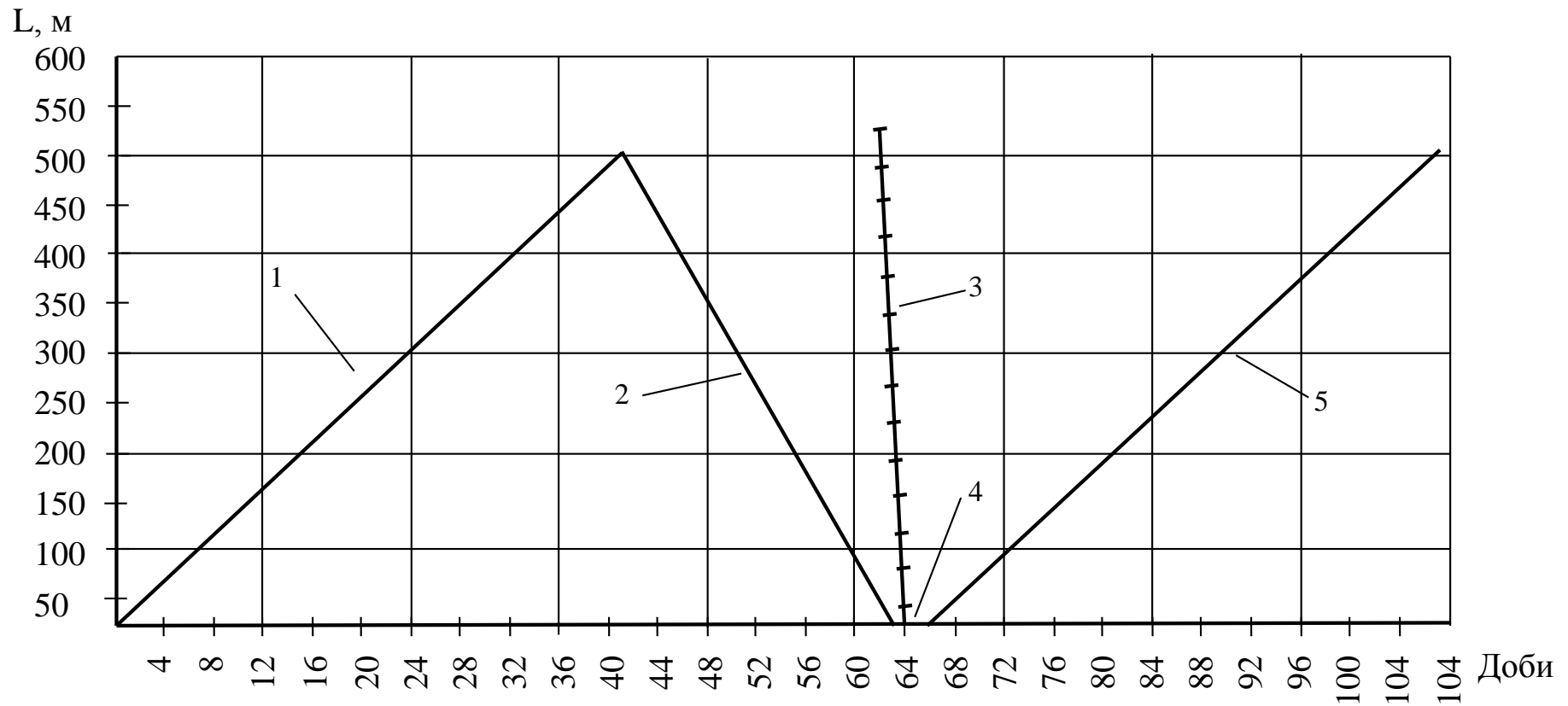


Рис. 3.15. Приклад планограми формування відвальної заходки: 1 – відсипання нижнього підступу і бічного навалу (прямий хід екскаватора); 2 – відсипання верхнього підступу (зворотний хід екскаватор); 3 – переукладання залізничної колії; 4 – підготовка екскаватором початкового робочого майданчика для відсипання наступної заходки; 5 – відсипання нижнього підступу і бічного навалу наступної заходки (прямий хід екскаватора)

його відсипанні по цій ділянці шляху сюди буде доставлятися гірнича маса).

На момент переходу екскаватора на відсипаний новий початковий робочий майданчик вказана ділянка залізничної колії буде уже переміщена в нове положення з новим заокругленням примикання колії до основного шляху.

Загальна тривалість підготовки нового робочого майданчика і перегону на нього екскаватора – 3 доби, а переміщення початкової ділянки примикання колії – 2 доби (цей фрагмент на планограмі показаний укрупнено через обмеження масштабом).

Відтак, обидві базові умови організації в розглянутому прикладі виконані.

Представлена планограма наочно відображає розрахункову динаміку процесів відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси залізничним транспортом, що дозволяє оперативного контролювати відповідність фактичного ходу відсипки заходки її розрахунковій організації і управляти цим процесом.

Висновки. 1. Організація відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси залізничним транспортом включає дві складові: організацію взаємодії з кінцевими операціями доставки гірничої маси (див. 3.5.1) і організацію операцій власне відвалоутворення і складування.

Організація операцій власне відвалоутворення і складування розраховується і для наочності представляється графічно у вигляді планограми відсипання заходок на відвалі або на складі.

Розрахунок організації і побудова планограми виконуються на основі базових умов (вони обов'язково повинні виконуватись).

2. При складуванні корисних копалин в бункери ДЗФ організація взаємодії з кінцевими операціями доставки аналогічна організації взаємодії кінцевих операцій доставки гірничої маси зі складуванням (див. 3.5.1). У свою чергу, організація операцій власне складування в бункери ДЗФ зводиться до розрахунку та контролю мінімальних інтервалів розвантаження залізничних кар'єрних потягів.

3.6.2. Організація відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси автомобільним транспортом

При доставці гірничої маси автомобільним транспортом організація складування корисних копалин на складах різного призначення аналогічна організації відвалоутворення розкривних порід при цьому ж виді транспорту.

Типова технологічна схема відвалоутворення і складування гірничої маси (за винятком складування в прийомні бункери ДЗФ) представлена на рис. 3.16.

Організація взаємодії початкових операцій відвалоутворення і складування з кінцевими операціями процесу доставки гірничої маси автотранспортом (за винятком складування в прийомні бункера ДЗФ) устанавлюється тими ж засобами, що і організація взаємодії процесу транспортування з відвалоутворенням і складуванням в цих випадках (див. 3.5.2).

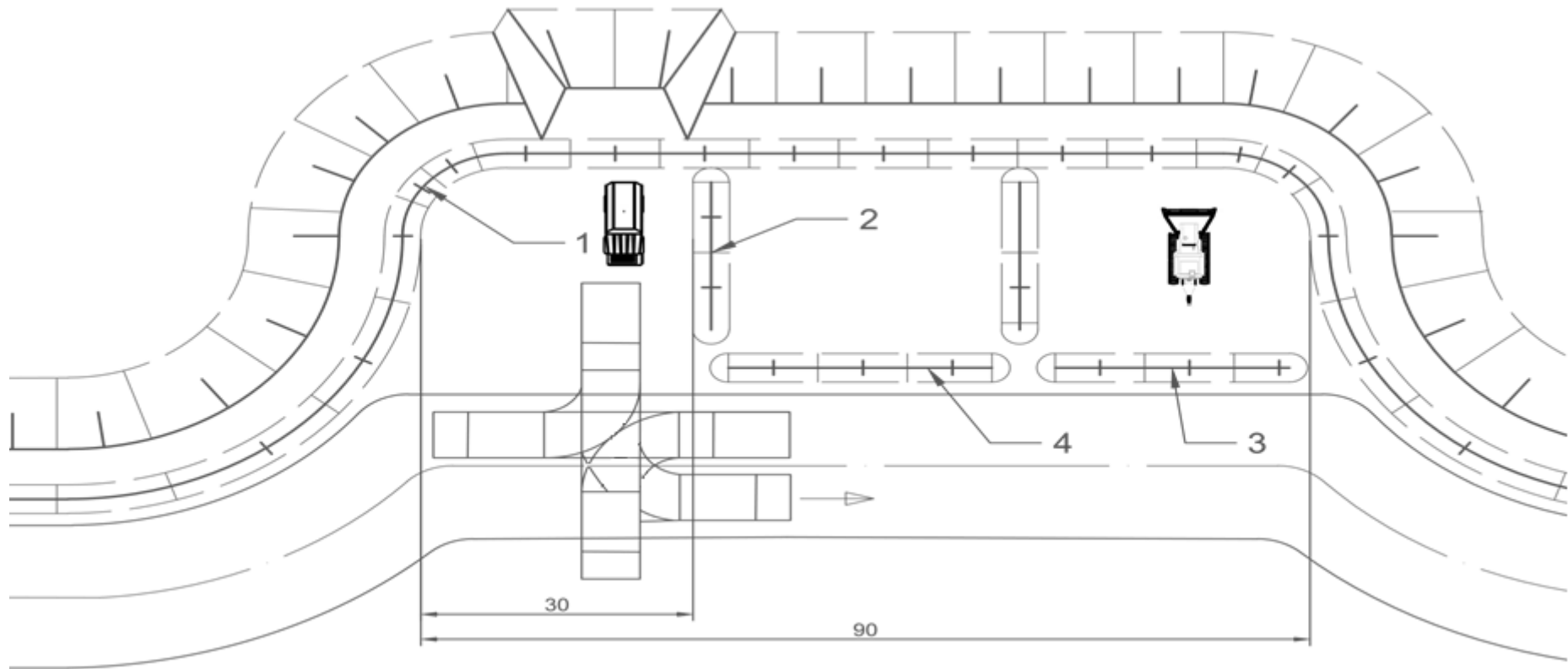


Рис. 3.16. Типова технологічна схема відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси автотранспортом:
1 – запобіжний вал; 2 – розділові вали між секторами розвантаження; 3 – тимчасовий заборонний вал резервного сектору; 4 – тимчасовий заборонний вал другого сектору розвантаження

Аналогічно, організація взаємодії початкових операцій процесу складування кондиційних руд з кінцевими операціями процесу їх доставки на ДЗФ встановлюється тими ж засобами, що і організація взаємодії процесу транспортування зі складуванням в прийомні бункери ДЗФ (див. 3.5.2).

Організація операцій власне процесу відвалоутворення і складування (за винятком складування в прийомні бункера ДОФ) задається:

- схемою зіштовхування бульдозером гірничої маси під укiс відвального ярусу і схемою планування відсипаного сектора;
- схемою обвалування бульдозером готового до приймання гірничої маси сектора розвантаження запобіжними і розділовими валами;
- схемою переїзду бульдозера у відсипаний сектор.

Організація операцій власне процесу складування кондиційних руд в прийомні бункери ДЗФ задається розрахунковою кількістю розвантажень автосамоскидів за контрольними відрізками часу при виконанні умови щодо допустимого мінімального інтервалу їх розвантаження для запобігання переповненню бункерів.

Базова умова організації відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси автотранспортом (за винятком складування в прийомні бункери ДЗФ): час роботи бульдозера в сформованому секторі розвантаження автосамоскидів повинен бути менше часу формування наступного сектору.

В цілому, організація процесів відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом, в т.ч. розрахунок динаміки поточних параметрів та побудова за ним планограми, виконується з урахуванням конкретних умов на основі базової умови та системного аналізу всіх технологічних, просторових і часових зв'язків операцій і процесів. Приклад такої пла-нограми представлений на рис. 3.17, а приклад її розрахунку наведено у 2-й частині навчального посібника.

Як видно з рисунка, ділянка відвалоутворення включає три сектора розвантаження автосамоскидів довжиною по 30 м, що послідовно формуються (показані на вертикальній осі). Розрахунковий час формування кожного з них – 75 хв.

Після відсипання 1435 м³ гірничої маси в черговому секторі він "закривається", і автосамоскиди починають розвантажуватися в наступному секторі, а в сформованому секторі починає працювати бульдозер:

- зіштовхує частину розвантаженої гірничої маси, розташованої вище поверхні відвалу, і запобіжний вал під укiс уступу;
- виконує планувальні роботи і формує новий запобіжний, а також розділові і тимчасовий заборонний вали.

Розрахунковий час виконання цих технологічних операцій 33,8 хв. Після завершення роботи бульдозер переміщається поближче до сектора, в якому розвантажуються автосамоскиди, і очікує закінчення його формування або виконує необхідні допоміжні роботи в межах робочої ділянки відвалу.

Розраховані в прикладі значення часових інтервалів (75 хв і 33,8 хв) задовольняють базовій умові організації відвалоутворення при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом.

Фіксація на планограмі планового руху бульдозера і часу зміни секторів розвантаження дозволяє оперативно контролювати відповідність фактичного ходу відсипання відвалу (складу) його розрахунковій організації і управляти цим процесом.

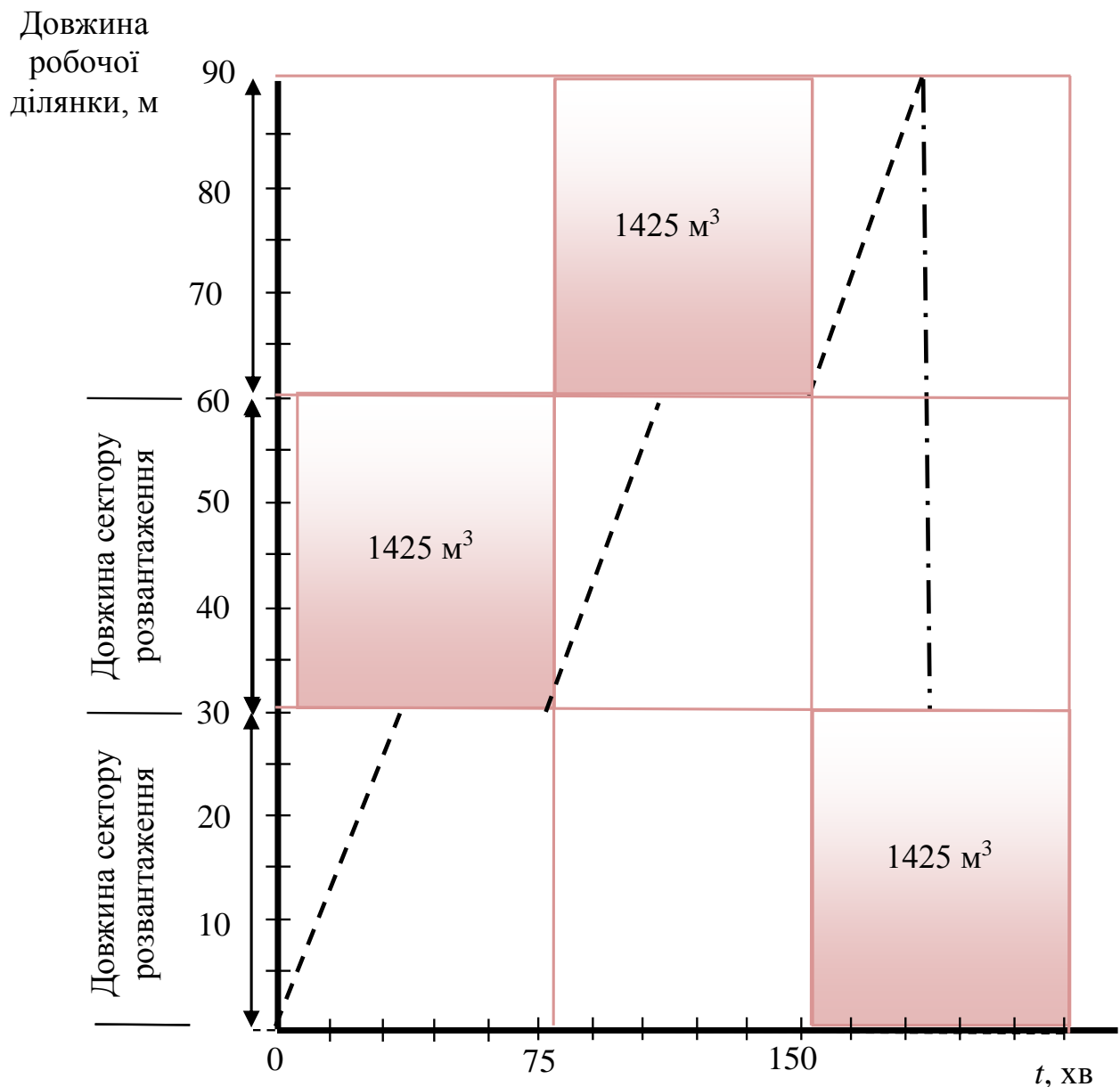


Рис. 3.17. Приклад планограми відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом:
 - - - - переміщення (робота) бульдозера в сформованому секторі розвантаження;
 - · - · - переїзд бульдозера після закінчення роботи з 3-го до 1-го сектора

Висновки. 1. Як і в разі доставки на відвал гірничої маси залізничним транспортом, організація відвалоутварення та складування з використанням кар'єрного автотранспорту включає теж дві складові: організацію взаємодії цих процесів з кінцевими операціями доставки гірничої маси і організацію операцій власне відвалоутворення та складування.

2. Організація операцій власне відвалоутварення і складування розраховується на основі базової умови і для наочності зображається у вигляді планограми відсипання ділянки відвалу або складу.

Фіксація на планограмі планового руху бульдозера і часу зміни секторів розвантаження дозволяє оперативно контролювати відповідність фактичного ходу відсипання заходок його розрахунковій організації і управляти цим процесом.

3. Організація операцій власне процесу складування кондиційних руд в прийомні бункери ДЗФ задається розрахунковим графіком надходження автосамоскидів на розвантаження при виконанні умови допустимого мінімальному інтервалу їх розвантаження для попередження переповнення бункерів.

3.6.3 Організація процесів перевантаження гірничої маси

Як відомо, розрізняють процеси безпосереднього перевантаження гірничої маси з одного транспортного засобу в інший (наприклад, з автосамоскидів в думпкери) і з проміжним складуванням (наприклад, із використанням перевантажувальних складів або бункерів).

Найчастіше на залізничних кар'єрах перевантаження відбувається із застосуванням перевантажувальних складів при доставці гірничої маси автотранспортом і екскаваторним відвантаженням в залізничний транспорт. Саме на таку технологічну схему зорієнтований подальший матеріал. Типова конструкція перевантажувального пункту для цього випадку показана на рис. 3.18.

Склад технологічних процесів і організації перевантажувальних робіт.

Очевидно, що в даному випадку процес перевантаження буде включати кінцеві операції доставки гірничої маси, складування, екскавацію, навантаження і початкові операції процесу подальшого транспортування. Відповідно, організація перевантаження полягає в просторово-часовому узгодженні взаємодії зазначених операцій і процесів.

Як видно зі складу та структури процесу перевантаження, його організацію можна представити з наступних складових:

- організація взаємодії кінцевих операцій доставки гірничої маси автотранспортом із складуванням (відвалоутворення);
- організація операцій власне складування (відвалоутворення) при доставці гірничої маси автотранспортом (див. підрозділ 3.6.2);
- організація взаємодії кінцевих операцій виймально-навантажувальних робіт з початковими операціями процесу подальшого переміщення гірничої маси залізничним транспортом (див. підрозділ 3.4).

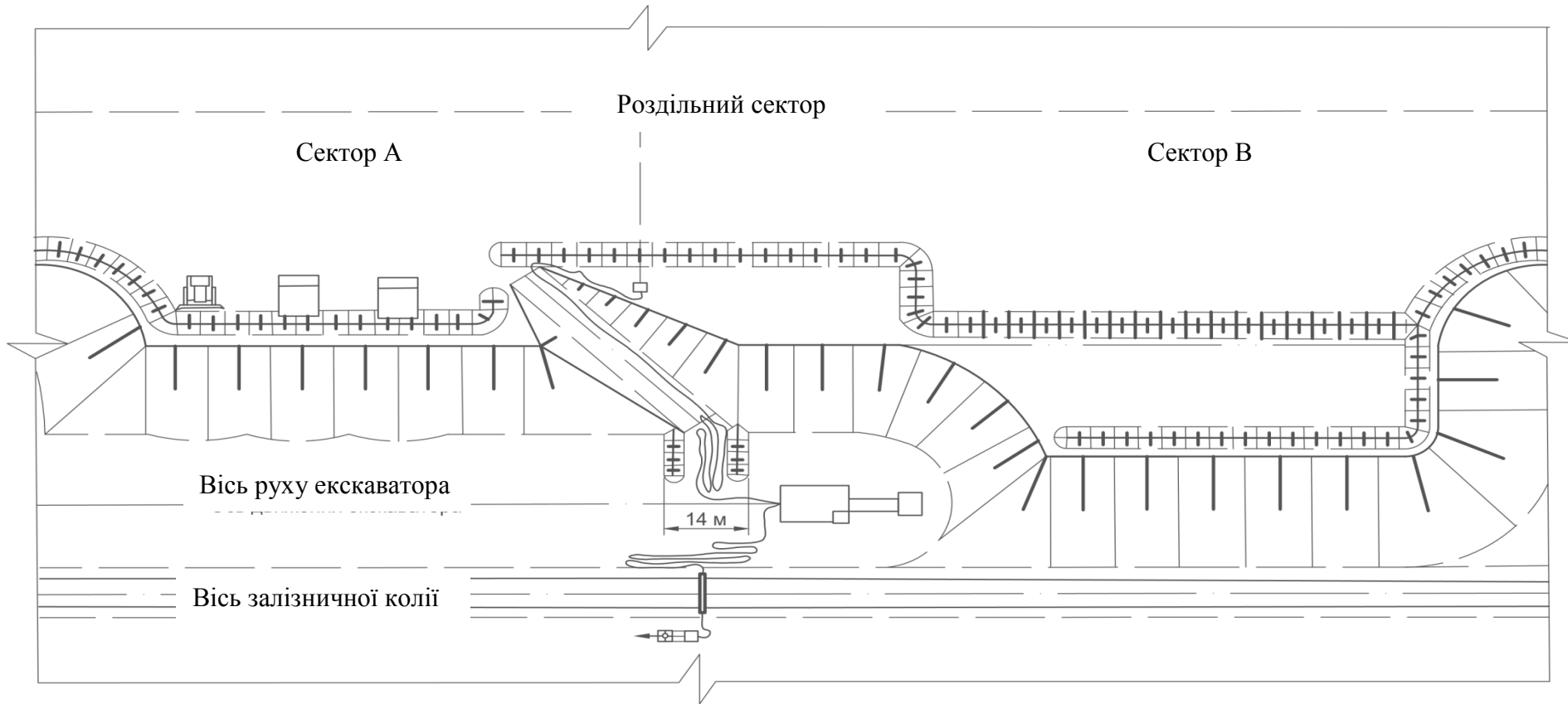


Рис. 3.18. Технологічна схема перевантажувального пункту гірничої маси

Розробка кожної з цих складових проводиться згідно з методологічним підходом, викладеним в зазначених вище пунктах і підрозділах, а приклад розрахунків наведений у 2-й частині даного навчального посібника.

Базовою умовою організації процесу перевантаження гірничої маси є взаємозв'язок організації складування (відвалоутворення) з організацією відвантаження: час розвантаження одного сектора з урахуванням часу перегону екскаватора до наступного повинен бути меншим, ніж час завантаження сектора (різниця – це час очікування екскаватором початку відвантаження).

Планограма перевантажувальних робіт. Як і для попередніх об'єктів гірничої технології організація перевантажувальних робіт включає розрахунок динаміки поточних параметрів і побудову за ними планограми на основі базової умови і системного аналізу конкретних зв'язків операцій і процесів. Її приклад подано на рис. 3.19, а її побудову наведено у 2-й частині даного навчального посібника.

Довжина вертикальної осі планограми відповідає довжині ПП (118 м), а горизонтальної – часовому відрізку часу з 36 змін (суть і форма планограми не змінюється і з часом повторюється).

Секторам А і В, а також роздільному відповідають відрізки на вертикальній осі. Ліворуч від неї показана технологічна ситуація на ПП в початковий момент часу (екскаватор на початку сектора А, і початок відсіпання сектора В).

На планограмі також показані:

- 1) похилі відрізки прямих, що відображають рух екскаватора при відвантаженні сектора протягом 6 змін (відрізок 1), і його перегін в сформований сектор за 0,03 години з урахуванням розвороту в роздільному секторі (відрізки 3, 4);
- 2) прямокутники 2, площа яких пропорційна часу формування відповідного сектора (6,06 зміни); в контурі прямокутників вказані об'єми секторів, що формуються за вказаний час (15640 м³).

Як видно з наведених числових результатів розрахунків планограми, базова умова для неї виконується: час на відвантаження сектора і перегін екскаватора в новий сектор з урахуванням його розвороту в роздільному секторі менше часу формування сектора: 6,03 зміни < 6,06 зміни.

Аналогічно попереднім процесам, така планограма як одна з форм задання організації перевантаження гірничої маси дозволяє оперативно контролювати відповідність фактичного ходу процесу розвантаження-завантаження складу його розрахунковим показникам і управляти ним.

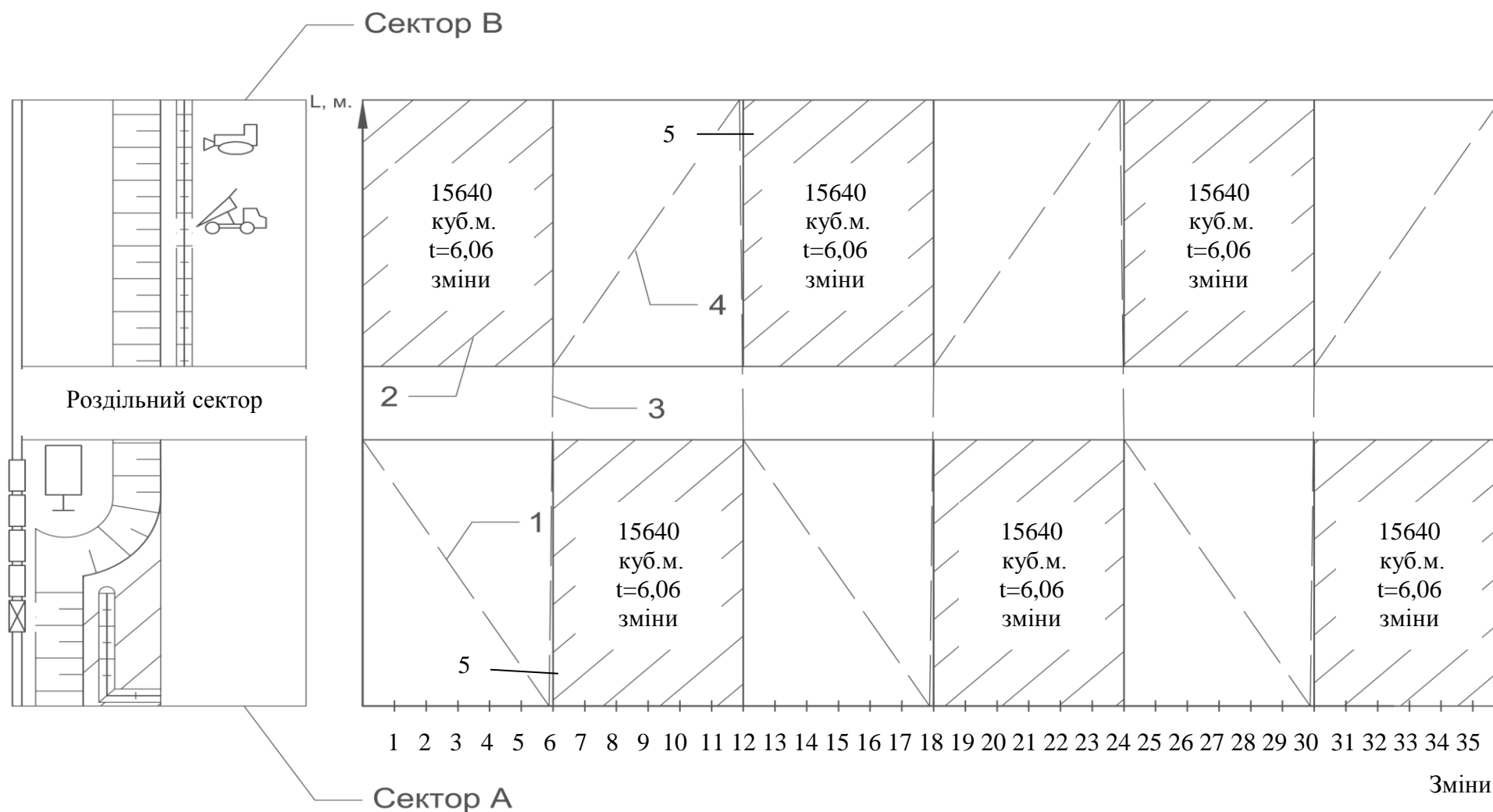


Рис. 3.19. Плянограма роботи ПП гірничої маси: 1 – відрізок, що показує відвантаження сектора А (рух ЕКГ-8І); 2 – прямокутник, що відображає сформований сектор В (його площа пропорційна часу відсіпання сектора); 3 – відрізок, що відображає перегін і розворот ЕКГ-8І на роздільному секторі; 4 – відрізок, що відображає відвантаження сектора В; 5 – відрізки, що відображають перегін ЕКГ-8І через відвантажений сектор; L - довжина ПП

Висновки. 1. Як впливає зі складу та структури загального процесу перевантаження гірничої маси на автомобільно-екскаваторному перевантажувальному пункті, організація його роботи має такі складові:

- організація взаємодії кінцевих операцій процесу доставки гірничої маси автотранспортом з процесом складування (відвалоутворення);
- організація операцій власне процесу складування (відвалоутворення) при доставці гірничої маси автотранспортом;
- організація власне процесу екскавації;
- організація взаємодії кінцевих операцій процесу екскавації з початковими операціями процесу подальшого переміщення гірничої маси залізничним транспортом.

Розробка кожної з цих складових проводиться згідно з методологічним підходом, викладеним у відповідних підрозділах даного навчального посібника.

2. Розрахунок організації перевантажувальних робіт і побудова планограни повинні виконуватись на основі базової умови, що виражає основну закономірність взаємодії складових технологічних процесів: доставки гірничої маси, складування (відвалоутворення), виймально-навантажувальних робіт і наступного транспортування гірничої маси.

3. Фіксація в планограни планового ходу складових технологічних процесів, зокрема, завантаження-розвантаження секторів складу, дозволяє оперативнo контролювати відповідність фактичного ходу процесу перевантажувальних робіт його розрахунковій організації і управляти цим процесом.

ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Сформулюйте завдання і принципи організації технологічних процесів відкритої розробки родовищ.

2. В яких формах задається організація технологічних процесів відкритої розробки родовищ.

3. Яка відмінна риса організації буро-вибухових робіт, в чому суть цієї організації?

4. Який метод є перспективним для розробки організації буро-вибухових робіт і чому?

5. У чому суть методу мережевого планування?

6. В якій формі представляється організація буро-вибухових робіт за результатами мережевого планування?

7. В якій формі представляється організація розкриття та підготовки нових горизонтів за результатами графо-аналітичного моделювання?

8. Як задається організація взаємодії виймально-навантажувальних робіт з процесом транспортування?

9. Як відображається просторово-часовий зв'язок буро-вибухових робіт з виймально-навантажувальними роботами на планограни відпрацювання виймкової блоку?

10. Назвіть складові організації транспортування гірничої маси.
11. Як задається організація руху поїздів в порожняковому і вантажному напрямках?
12. Назвіть складові організації взаємодії процесу доставки гірничої маси залізничним транспортом з процесами складування і відвалоутворення?
13. Назвіть складові організації взаємодії процесу транспортування з виймально-навантажувальними роботами при переміщенні гірничої маси автотранспортом.
14. Як задається організація руху автосамоскидів в порожняковому і вантажному напрямках?
15. Як задається організація взаємодії кінцевих операцій доставки руди автосамоскидами з операціями її складування в прийомні бункера ДЗФ?
16. Назвіть складові організації власне процесів відвалоутворення і складування (за винятком складування в прийомні бункера ДЗФ) при доставці гірничої маси залізничним транспортом.
17. Сформулюйте базові умови організації відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси залізничним транспортом (за винятком складування в прийомні бункера ДЗФ).
18. Як на планограмі відсипання відвальної заходки зображується переукладання залізничної колії?
19. Назвіть складові організації власне процесів відвалоутворення і складування (за винятком складування в прийомні бункера ДЗФ) при доставці гірничої маси автомобільним транспортом.
20. Як на планограмі відсипання відвалу (складу) при доставці гірничої маси автосамоскидами зображується робота бульдозера?
21. Сформулюйте базову умову організації роботи автомобільно-екскаваторного перевантажувального пункту гірничої маси.
22. Назвіть складові організації роботи автомобільно-екскаваторного перевантажувального пункту гірничої маси.

ЛІТЕРАТУРА ДО ЧАСТИНИ 1**Література до розділу 1**

1. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / С.Л. Оптнер. М.: Сов. радио, 1969. 216 с.
2. Системный подход и общая теория системы / А.И. Уемов. М: Мысль, 1978. 272 с.
3. Основы системного анализа и процесс принятия решения / А.П. Индрюнас. Вильнюс, 1979. 60 с.
4. Введение в системный анализ / В.А. Губанов, В.В. Захаров, А.М. Коваленко. Л.: изд. ЛГУ, 1988. 277 с.
5. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. М.: Высшая школа, 1989. 367 с.
6. Основи теорії систем і статистики аналізу / К.О. Сорока. Харків: Тимченко А.М., 2005. 286 с.
7. Системный анализ и исследования операций / Ю.Г. Черников. М.: МГГУ, 2006. 375 с.
8. Основы системного аналізу / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. К.: Вид. група ВНУ, 2007. 543 с.
9. Основы системного анализа / Г.К. Бахмет, А.Г. Бахмет. Харьков: ХАИ, 2011. 99 с.

Література до розділу 2

10. Научные основы планирования и управления мощными карьерами с применением ЭЦВМ / М.Г. Новожилов, В.А. Нападайло, Г.Д. Пчелкин и др. М.: Наука, 1969. 180 с.
12. Планирование развития горных работ в карьерах / А.И. Арсентьев, Г.А. Советов, В.С. Хохряков и др. М.: Недра, 1972. 152 с.
13. Математические методы планирования открытых горных работ / М.С. Суменков, В.М. Кисляк, В.М. Маточкин. М.: Недра, 1973. 156 с.
14. Математические основы теории оперативного управления в карьерах / А.Н. Курочкин, Ю.П. Астафьев, Л.В. Сафонов и др. М.: Наука, 1974. 96 с.
15. Оперативное планирование и управление горным производством на карьере / В.А. Нападайло, А.С. Матвеев, В.В. Панченко. М.: Недра, 1976. 192 с.
16. Оптимизация развития открытых горных работ / А.К.Полищук, Г.К. Полищук, А.М. Михайлов. М.: Недра, 1976. 159 с.
17. Управление горными работами на карьерах / Б.К. Оводенко. М.: Недра, 1978. 192 с.
18. Планирование и организация погрузочно-транспортных работ на карьерах / Ю.П. Астафьев, Г.К. Полищук, Н.И. Горлов. М.: Недра, 1986. 168 с.

19. Законы формирования рабочей зоны карьера / А.И. Арсентьев. Л.: изд. ЛГИ, 1986. 54 с.
20. Имитационно-организационные методы планирования работ в карьерах / И.Б. Табакман, А.З. Турецкий. Ташкент: Фан, 1991. 116 с.
21. Экономико-математические методы и моделирование в планировании и управлении горным производством / С.С. Резниченко, М.П. Подольский, А.А. Ашихмин. М.: Недра, 1991. 429 с.
22. Производительность карьеров / А.И. Арсентьев. СПб: Санкт-Петербургский горный ин-т, 2002. 85 с.
23. Планирование открытых горных работ / С.И. Фомин, Т.В. Донченко. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского горного ин-та, 2006. 56 с.
24. Принципы построения АСУ на карьерах / И.Б. Табакман. Ташкент: Фан, 1977. 140 с.
25. Автоматизированная система планирования горных предприятий / М.С. Суменков. Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1977. 184 с.
26. Автоматизация планирования горных работ на железорудных карьерах / Ю.П. Астафьев, А.С., Давидкович, Н.Д. Бевз и др. М.: Недра, 1982. 280 с.
27. Автоматизированные системы управления горнорудными предприятиями / Ю.П. Астафьев, Г.К. Полищук. К.: Вища школа. 1984. 216 с.
28. Автоматизированное проектирование карьеров / В.С.Хохряков, С.В. Корнилков, Г.А. Неволин и др. М.: Недра, 1985. 263 с.
29. Компьютеры и системы управления в горном деле за рубежом / Ю.П. Астафьев, А.С. Зеленский, Н.И. Горлов и др. М.: Недра, 1989. 264 с.
30. Геоінформаційні технології в надрокористуванні / Г.І. Рудько, М.В. Назаренко, С.А. Хоменко та ін. К.: Академпредс, 2011. 336 с.

Література до розділу 3

31. Организация и планирование производства на карьерах / А.В. Бароненков. М.: Недра, 1964. 171 с.
32. Принципы и структура управления производством на карьерах / В.В. Ржевский, С.А. Ильин. М.: Изд-во МГИ, 1966. 118 с.
33. Экономика, организация производства и планирование на открытых горных работах / Ф.И. Козко. М.: Недра, 1967. 299 с.
34. Особенности организации производства и планирования на карьерах / Г.П. Егурнов. М.: Изд-во ВЗПИ, 1967. 103 с.
35. Планирование производства и организация работы по графикам на карьерах / О.Б. Бокий, Е.А. Данилевич. М.: Недра, 1967. 100 с.
36. Сітьове планування і управління на відкритих гірничих роботах / М.І. Барсуков, В.І. Прокопенко. / К.: "Техніка", 1970. 132 с.
37. Данилевич Е.А. Организация и планирование открытых горных работ / М.: Недра, 1979. 168 с.
38. Практикум по организации производства на карьерах / В.И. Ганицкий.

М.: Изд-во МГИ, 1979. 60 с.

39. Технология и комплексная механизация открытых горных работ / Ржевский В.В. М.: Недра, 1980. 631 с.

40. Экономика, организация производства и планирование открытых горных работ / М.А. Ревазов, Ю.А. Маляров. М.: Недра, 1989. 392 с.

41. Организация, планирование и управление производством в горной промышленности / Н.Я. Лобанов, Ф.Г. Грачев, С.С. Лихтерман и др. М.: Недра, 1989. 516 с.

42. Организация и управление горным производством / В.И. Ганицкий, Д.Г. Даянц, М.А. Бурштейн и др. М.: Недра, 1991. 368 с.

43. Организация производства на горных предприятиях. Часть 1. Открытые горные работы / В.Б. Добрецов, Э.М. Пронин. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского горного ин-та, 2001. 77 с.

ЧАСТИНА 2. ПРАКТИКУМ З ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ

(методичні вказівки та приклади виконання типових розрахункових завдань)

1. РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ "МІСЯЧНЕ ПЛАНУВАННЯ РОЗКРИВНИХ РОБІТ"

1.1. Зміст завдання і методичні вказівки до його виконання

1.1.1. Для виконання завдання застосовується традиційна методологія планування гірничих робіт (Частина 1, підрозділ 2.5.1).

1.1.2. Вихідні дані і задача розрахункового завдання

Вихідними даними до виконання завдання є:

– графічне представлення плану гірничих робіт або його фрагмента із зазначенням планових квартальних контурів виймання розкривних порід по горизонтам і відповідний об'єм порід для одного з кварталів, прийнятого для розрахунків;

– заданий (необхідний) плановий сумарний об'єм виймання розкривних порід в кар'єрі за місяцями для прийнятого кварталу;

– число, моделі і розстановка екскаваторів перед початком заданого кварталу.

Задачею розрахункового завдання є визначення *планових місячних контурів і відповідних об'ємів виймання розкривних порід*, а також *планових сумарних об'ємів виймання розкривних порід по горизонтам і місяцям* для обраного кварталу. При цьому необхідно мінімізувати перегони екскаваторів, а отримані планові сумарні об'єми виймання розкривних порід по місяцям повинні несуттєво відрізнятися від заданих планових значень для обраного кварталу.

1.1.3. Послідовність виконання розрахункового завдання.

1. Наведена вище задача місячного планування розкривних робіт в рамках традиційної методології вирішується на основі емпіричного підходу (евристичними методами), тобто ґрунтуючись на виробничому досвіді з урахуванням:

– поточної виробничої ситуації (розташування заданого квартального контуру по відношенню до розкривних виробок, транспортної мережі, напрямку розвитку гірничих робіт та ін.);

– надання виділеним місячним контурам порівняно правильної конфігурації і узгодження їх просторового положення з плановим становищем фронту гірничих робіт;

– положення екскаваторів перед початком заданого кварталу;
– прогнозованого положення місячних контурів в наступних кварталах та ін.

Першим кроком місячного планування розкривних робіт є розкрій планових контурів обраного кварталу по горизонтам на місячні контури і визначення відповідних об'ємів порід.

Якщо відмінність розрахованих сумарних місячних об'ємів порід для прийнятого варіанту розкрою по всім горизонтам від заданих місячних планів по буде істотною, то виконується коригування варіанту розкрою і відповідних об'ємів порід. Коригування виконується з урахуванням тих же зазначених вище факторів і теж на основі емпіричного підходу (евристичними методами) до отримання варіанту розкрою з допустимою розбіжністю зазначених обсягів. Він буде компромісним і, до певної міри, суб'єктивними, але в більшості випадків – прийнятним.

Примітка: строго кажучи, така процедура коригування варіантів розкрою квартального контуру на місячні є досить невизначеною, може виявитися багаторазовою і до раціонального варіанту не привести. У практиці така ситуація вирішується досить складними організаційно-технологічними заходами (змінюючи вихідних даних тощо). Тому при виконанні даного завдання можна допустити спрощення: вважати прийнятним варіант, отриманий після одного – двох коригувань.

Наведена вище методика отримання місячних планових контурів і відповідних об'ємів виймання порід являє собою так зване "об'ємне" планування розкривних робіт (в практиці - "набір" об'ємів).

2. Наступним кроком місячного планування є узгодження результатів об'ємного планування з можливою продуктивністю наявного виймально-навантажувального обладнання.

Якщо виявиться, що сумарної експлуатаційної продуктивності екскаваторів недостатньо, то це призведе до невиконання місячних планів екскавації. Якщо ж вона буде зовеликою, то це спричинить або до вимушені простої екскаваторів, або збільшення їх перегонів до інших робочих місць.

Розрахунок експлуатаційної продуктивності екскаватора виконується за відомою формулою з огляду на нормативний (розрахунковий) коефіцієнт використання робочого часу *протягом зміни*.

Очевидно, обидві зазначені ситуації вимагають коригування параметрів виймально-навантажувального процесу або прийняття інших заходів для узгодження місячної сумарної експлуатаційної продуктивності екскаваторів з плановими обсягами екскавації.

Примітка: *при виконанні завдання коригувати можна за допомогою зміни числа і моделі екскаваторів.*

3. Визначається місячна експлуатаційна продуктивність екскаваторів при врахуванні степені використання робочого часу зміни: слід приймати до уваги втрати робочого часу на виконання допоміжних і підготовчих процесів і операцій тривалістю більше зміни:

– їх ремонти (технічне обслуговування);
– масові вибухи;
– перегони в наступну заходку і перегони між місячними плановими контурами.

Примітка: цими даними можна задаватися.

У місячних графіках цих видів робіт вказуються їх конкретні дати і тривалість. Очевидно, що вони теж можуть використовуватися для коригування експлуатаційної продуктивності екскаваторів. Аби їх врахувати, треба визначати динаміку руху (роботи) екскаваторів протягом місяця по добам. Таку їх динаміку можна отримати з розкром місячних планових контурів виїмки на заходки з визначенням стану екскаваторів по добам (екскавація, ремонт, вибух, перегін та ін.)

4. Задача розкром місячних планових контурів на заходки аналогічна задачі розкром квартальних планових контурів на місячні – потрібно визначити просторове положення заходок і послідовність їх відпрацювання з урахуванням мінімізації перегонів екскаваторів.

В рамках традиційної методології вона вирішується теж на основі емпіричного підходу (евристичними методами), тобто ґрунтуючись на виробничому досвіді і зважаючи на викладені вище чинники, при цьому довжина заходок, по можливості, повинна відповідати нормам технологічного проектування, а ширина приймається рівною ширині нормальної заходки екскаватора конкретної моделі згідно вихідними даним.

5. Для відображення і врахування динаміки добових об'ємів виймання при відпрацюванні заходок протягом місяця будуються лінійні часові графіки виймально-навантажувальних робіт з відображенням графіків масових вибухів, ремонту (технічного обслуговування) і перегонів екскаваторів (Частина 1, підрозділ 3.2).

Відтак, відповідно до традиційної методології планування розкривних робіт являє собою послідовність наступних графо-аналітичних процедур:

1) аналіз вихідних даних, в т.ч. плану гірничих робіт (розташування планових квартальних об'ємів виймання порід по горизонтах, напрямки переміщення порід на відвали, наявність необхідної транспортної мережі, розташування екскаваторів, необхідність їх початкового перегону і т.п.);

2) розкрій заданих квартальних контурів по горизонтах на планові місячні контури (з відображенням на плані гірничих робіт), визначення відповідних об'ємів порід, а також послідовності їх відпрацювання; в разі необхідності, коригування місячних контурів;

3) розрахунок експлуатаційної продуктивності екскаваторів і її порівняння із заданим квартальним об'ємом; в разі необхідності, коригування сумарної квартальної експлуатаційної продуктивності екскаваторів;

4) розкрій місячних контурів на заходки із показом на плані гірничих робіт, визначення їх об'ємів, послідовності і термінів відпрацювання;

5) побудова лінійних часових графіків розкривних робіт по кожному місячному контуру обраного кварталу; їх аналіз на дотримання термінів

відпрацювання заходок і місячних контурів; в разі потреби, коригування експлуатаційної продуктивності екскаваторів.

1.2. Приклад виконання розрахункового завдання "Місячне планування розкривних робіт"

1.2.1. Вихідні дані

Вихідний фрагмент плану гірничих робіт наведено на рис. А1 ДОДАТКУ А.

Чотири планових квартальних контури для обраного кварталу розташовані на горизонтах -89,9 м, -259 м, -280 м і -328 м. Об'єми розкривних порід в цих контурах становлять:

- 1) горизонт -89,9 - $V^{-89,9} = 365$ тис. м³;
- 3) горизонт -259 - $V^{-259} = 408$ тис. м³;
- 2) горизонт -280 - $V^{-280} = 485$ тис. м³;
- 4) горизонт -328 - $V^{-328} = 135$ тис. м³.

Всього за квартал – 1,393 млн м³.

Задані (необхідні) планові сумарні обсяги виймання розкривних порід по місяцям складають відповідно: 721 тис. м³, 282 тис. м³, 390 тис. м³.

Екскавацію розкриву в розглянутому кварталі планується виконувати двома екскаваторами Komatsu pc3000.

1.2.2. Розкрій планових квартальних контурів на планові місячні контури, визначення відповідних об'ємів виймання і послідовності їх відпрацювання

За результатами аналізу можливих варіантів розкрою і послідовності відпрацювання по місяцях з урахуванням зазначених вище факторів був прийнятий варіант, представлений на рис. А1 ДОДАТКУ А. Планові місячні об'єми розкривних порід при цьому склали:

- 1) горизонт -89,9 м - $V^{-89,9}_{1 \text{ міс}} = 364,63$ тис. м³;
- 2) горизонт -280 м - $V^{-280}_{1 \text{ міс}} = 359,68$ тис. м³;
- 3) горизонт -280 м - $V^{-280}_{2 \text{ міс}} = 123,95$ тис. м³;
- 4) горизонт -259 м - $V^{-259}_{2 \text{ міс}} = 156,97$ тис. м³;
- 6) горизонт -259 м - $V^{-259}_{3 \text{ міс}} = 250,92$ тис. м³;
- 7) горизонт -328 м - $V^{-328}_{3 \text{ міс}} = 132,30$ тис. м³.

З послідовністю відпрацювання планових місячних контурів безпосередньо пов'язане питання розстановки і перегонів екскаваторів. Як вже від-відзначалося, для виконання виймально-навантажувальних робіт були прийняті 2 екскаватор Komatsu pc3000. При цьому було визначено таку схему розстановки і перегонів екскаваторів: перший екскаватор працює лише протягом першого місяця на горизонті -89,9 м, а потім переганяється на видобувні блоки і на вказаних розкривних блоках більше не працює. Другий

екскаватор працює перший і другий місяці на горизонті -280 м, а третій місяць – на горизонті -259 м з перегонем в кінці кварталу на горизонт -328 м.

1.2.3. Розрахунок експлуатаційної продуктивності екскаваторів

Як уже зазначалося, для виймання розкривних порід на заданих горизонтах в кар'єрі до застосування були прийняті екскаватори Komatsu pc3000.

Розрахункова експлуатаційна добова продуктивність цієї моделі екскаватора складає:

$$Q_{\text{ДОБ}}^{\text{pc3000}} = \frac{3600 * E * K_n * K_u}{t_{\text{ц}} * K_p} * T_{\text{см}} * n_{\text{см}} = \frac{3600 * 15 * 0,7 * 0,75}{45 * 1,2} * 12 * 2 = 12772, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.1)$$

де E – місткість ковша екскаватора, м³;

$T_{\text{см}}$ – тривалість зміни, год;

K_n – коефіцієнт наповнення ковша;

K_u – коефіцієнт використання екскаватора в часі;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу екскаватора;

K_p – коефіцієнт розпушення породи в ковші;

$N_{\text{см}}$ – число змін в добі.

Відповідно розрахункова експлуатаційна місячна продуктивність одного екскаватора:

$$Q_{\text{міс}}^{\text{Komatsupc3000}} = Q_{\text{доб}}^{\text{Komatsupc3000}} * n_{\text{р.д}} = 10800 * 30 = 324000, \text{ м}^3/\text{місяць}, \quad (1.2)$$

де $n_{\text{р.д}}$ – кількість робочих днів на місяць (30 днів).

Розрахункова експлуатаційна квартальна продуктивність 2-х екскаваторів $324000 * 2 * 3 = 1,944$ млн м³, що перевищує квартальне завдання (1,390 млн м³).

Висновок: сумарна експлуатаційна квартальна продуктивність задіяних екскаваторів дозволяє виконати квартальне завдання (надлишок продуктивності екскаваторів компенсується тим, що один з них буде працював на розкривних роботах не повний квартал).

1.2.4. Розкрій місячних контурів на заходки, визначення їх об'ємів, послідовності відпрацювання і термінів

Після визначення добової і місячної експлуатаційної продуктивності екскаваторів для ширини їх нормальної заходки виконано розкрій місячних контурів в масштабі заданого фрагменту плану гірничих робіт (рис. А.1 Додатку А). Визначений таким чином варіант розкрою показаний на цьому ж рисунку. Нумерація заходок показує прийняту послідовність їх відпрацювання.

Ширина нормальної заходки:

$$A = 1,7 * R_{ч.у.} = 1,7 * 13,33 = 22,66, \text{ м}, \quad (1.3)$$

де $R_{ч.у.}$ – радіус черпання на рівні установки екскаватора, м.

Об'єми заходок:

$$V_{Ai}^{i.мес.} = L_{Ai}^{i.мес.} * A * h_{y.i.}, \text{ м}^3/\text{місяць}, \quad (1.4)$$

де $L_{Ai}^{i.мес.}$ довжина i -ї заходки (визначалася виміром на фрагменті плану гірничих робіт), м.

У підсумку по кожній заходці у всіх місячних контурах на всіх горизонтах обчислювалися відповідні планові об'єми виймання розкривних порід:

1) за перший місяць на горизонті -89,9 м:

$$\begin{aligned} V_1 &= 5471 * 15 = 82065 \text{ м}^3, \\ V_2 &= 4760 * 15 = 71400 \text{ м}^3, \\ V_3 &= 2855 * 15 = 42825 \text{ м}^3, \\ V_4 &= 2186 * 15 = 32790 \text{ м}^3, \\ V_5 &= 1148 * 15 = 17220 \text{ м}^3, \\ V_6 &= 1647 * 15 = 24705 \text{ м}^3, \\ V_7 &= 3627 * 15 = 54405 \text{ м}^3, \\ V_8 &= 3176 * 15 = 39225 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

2) за перший місяць на горизонті -280 м:

$$\begin{aligned} V_1 &= 3134 * 15 = 47010 \text{ м}^3, \\ V_2 &= 2500 * 15 = 37500 \text{ м}^3, \\ V_3 &= 3071 * 15 = 46065 \text{ м}^3, \\ V_4 &= 3322 * 15 = 49830 \text{ м}^3, \\ V_5 &= 3508 * 15 = 52620 \text{ м}^3, \\ V_6 &= 3226 * 15 = 48390 \text{ м}^3, \\ V_7 &= 2603 * 15 = 39045 \text{ м}^3, \\ V_8 &= 2615 * 15 = 39225 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

3) за другий місяць на горизонтах -280 м, -259 м:

$$\begin{aligned} V_9 &= 2223 * 15 = 33345 \text{ м}^3, \\ V_{10} &= 3647 * 15 = 54705 \text{ м}^3, \\ V_{11} &= 2393 * 15 = 35895 \text{ м}^3, \\ V_{12} &= 10465 * 15 = 156975 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

4) за третій місяць на горизонтах -259 м, -328 м:

$$\begin{aligned} V_2 &= 10962 * 15 = 164430 \text{ м}^3, \\ V_3 &= 5766 * 15 = 86490 \text{ м}^3, \\ V_1 &= 2650 * 15 = 39750 \text{ м}^3, \\ V_2 &= 2670 * 15 = 40050 \text{ м}^3, \\ V_3 &= 3500 * 15 = 52500 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Строк відпрацювання кожної заходки визначався за формулою:

$$t_{30}^{i, \text{міс}} = \frac{V_i}{Q_{\text{екс}}^{\text{доб}}}, \text{ діб} \quad (1.5)$$

де V_i – об'єм i -ї заходки;

i – номер заходки в межах місячного контуру.

Результати розрахунків часу відпрацювання заходок з помісячною розбивкою представлені нижче:

1) розподіл часу відпрацювання заходок в 1 місяці на горизонті -89,9 м:

$$t_1 = 82065/12772 = 6,5 \text{ діб,}$$

$$t_2 = 71400/12772 = 5,5 \text{ діб,}$$

$$t_3 = 42825/12772 = 3,5 \text{ діб,}$$

$$t_4 = 32790/12772 = 2,5 \text{ діб,}$$

$$t_5 = 17220/12772 = 1,5 \text{ діб,}$$

$$t_6 = 24705/12772 = 2,0 \text{ діб,}$$

$$t_7 = 54405/12772 = 4,0 \text{ діб,}$$

$$t_8 = 39225/12772 = 3,5 \text{ діб;}$$

2) розподіл часу відпрацювання заходок в 1 місяці на горизонті -280 м:

$$t_1 = 47010/12772 = 3,6 \text{ діб,}$$

$$t_2 = 37500/12772 = 2,9 \text{ діб,}$$

$$t_3 = 46065/12772 = 3,6 \text{ діб,}$$

$$t_4 = 49830/12772 = 3,9 \text{ діб,}$$

$$t_5 = 52620/12772 = 4,1 \text{ діб,}$$

$$t_6 = 48390/12772 = 3,8 \text{ діб,}$$

$$t_7 = 39045/12772 = 3,1 \text{ діб,}$$

$$t_8 = 39225/12772 = 3,1 \text{ діб;}$$

3) розподіл часу відпрацювання заходок у 2-му місяці на горизонтах -280 м і -259 м:

$$t_9 = 33345/12772 = 3,0 \text{ діб,}$$

$$t_{10} = 54705/12772 = 4,3 \text{ діб,}$$

$$t_{11} = 35895/12772 = 3,0 \text{ діб,}$$

$$t_1 = 156975/12772 = 12,3 \text{ діб;}$$

4) розподіл часу відпрацювання заходок в 3-му місяці на горизонтах -259 м і -328 м:

$$t_2 = 164430/12772 = 12,9 \text{ діб,}$$

$$t_3 = 86490/12772 = 6,8 \text{ діб,}$$

$$t_1 = 39750/12772 = 3,5 \text{ діб,}$$

$$t_2 = 40050/12772 = 4,4 \text{ діб,}$$

$$t_3 = 52500/12772 = 4,1 \text{ діб.}$$

Планові місячні об'єми по горизонтам, а також об'єми по заходкам і час їх відпрацювання зведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1
Планові місячні об'єми по горизонтам, а також об'єми по заходкам і час їх відпрацювання

Горизонт	Період відпрацювання			
	1-й місяць	2-й місяць	3-й місяць	Квартал
-89,9 м	$V_{1-3}=196290 \text{ м}^3$, $t_{1-3}=15,5 \text{ діб}$			364,63 тис. м^3
	$V_{4-6}=74715 \text{ м}^3$, $t_{4-6}=6 \text{ діб}$			
	$V_{7-8}=93630 \text{ м}^3$, $t_{7-8}=7,5 \text{ діб}$			
	$\Sigma_{\text{М}} = 364635$			
-259 м		$V_1 = 156975 \text{ м}^3$ $t_1 = 12,3 \text{ діб}$	$V_{2-3} = 250920 \text{ м}^3$ $t_{2-3} = 19,7 \text{ діб}$	407,89 тис. м^3
		$\Sigma_{\text{М}} = 156975 \text{ м}^3$	$\Sigma_{\text{М}} = 250920 \text{ м}^3$	
-280 м	$V_{1-3}=130575 \text{ м}^3$ $t_{1-3}=10,1 \text{ діб}$	$V_{9-11}=123945 \text{ м}^3$ $t_{9-11}=10,3 \text{ діб}$		483,63 тис. м^3
	$V_{4-6} = 150840 \text{ м}^3$ $t_{4-6} = 11,8 \text{ діб}$			
	$V_{7-8} = 78270 \text{ м}^3$ $t_{7-8} = 6 \text{ діб}$			
	$\Sigma_{\text{М}} = 359685 \text{ м}^3$	$\Sigma_{\text{М}} = 123945 \text{ м}^3$		
-328 м			$V_{1-3}=132300 \text{ м}^3$ $t_{1-3}=12,2 \text{ діб}$	132.30 тис. м^3
			$\Sigma_{\text{М}} = 132300 \text{ м}^3$	
Підсумок	724320 м^3	280920 м^3	383220 м^3	1388460 м^3

Умовні позначення в табл. 1.1:

- V_{i-j} – сумарний об'єм заходок від i -ї до j -ї включно;
- t_{i-j} – сумарний час відпрацювання заходок від i -ї до j -ї включно.

1.2.5. Побудова лінійних часових графіків розкривних робіт по кожному місячному контуру, їх аналіз

Невід'ємним доповненням будь-якого планування, в т.ч. і об'ємного місячного планування розкривних робіт, є організація виконання встановлених планових показників. Як відомо, вона полягає в просторово-часовому узгодженні поточних параметрів з плановими показниками.

У нашому випадку до перших було віднесено параметри руху екскаваторів:

- швидкість переміщення екскаватора при екскавації (вийманні добових об'ємів гірничої маси);
- час початку і закінчення відпрацювання заходки;
- час початку і тривалість відгону екскаватора в безпечну зону, простою і зворотного перегону при масовому вибуху;
- час початку і тривалість перегону екскаватора в початок наступної заходки;
- час початку і тривалість планового ремонту екскаватора.

При невеликому числі екскаваторів найбільш наочно організація виймально-навантажувальних робіт задається помісячними лінійними часовими графіками (рис. 1.1, 1.2, 1.3).

Кожен з них відображає виймально-навантажувальний процес в окремий місяць за всіма горизонтами, з яких заплановане відвантаження розкривних порід. Так, наприклад, в 1-й місяць будуть одночасно працювати 2 екскаватори: перший – на горизонті - 89,9 м і другий – на горизонті - 280 м. За місяць обидва відпрацюють по 8 запланованих заходок.

Раз на 10 днів проводиться масовий вибух. Для його виконання, попереднього відгону і подальшого повернення екскаватора передбачена 1 зміна.

Відображений також графік технічного обслуговування і поточного ремонту екскаваторів.

Аналогічні графіки побудовані для 2-го і 3-го місяців.

Всі вони наочно показують, які об'єми повинні бути відвантажені по добам, скільки часу залишилося до кінця відпрацювання заходки, коли буде ремонт, масовий вибух і перегін. Це дозволяє контролювати хід виймально-навантажувального процесу по кожній заходці і керувати ним.

ВИСНОВОК

1. В даному розрахунковому завданні з місячного планування розкривних робіт застосовувалася традиційна методологія – графо-аналітичні обчислення, основний підхід – метод варіантів. Незважаючи на спрощення, вона досить широко застосовується нині через свою простоту і наочність.

2. Визначні місячні плани розкривних робіт визначають об'єми і контури їх виймання на горизонтах кар'єру помісячно на квартал. Сума запланованих місячних об'ємів дорівнює заданому квартальному об'єму: заплановано 1,388 млн м³ при необхідних 1,393 млн м³.

Аналогічна ситуація з визначеними сумарними місячними планами по горизонтах: контрольні помісячні показники 721 тис. м³, 282 тис. м³, 390 тис. м³, а визначені відповідні об'єми складають 724 тис. м³, 281 тис. м³, 383 тис. м³.

Деяке розходження заданих і розрахованих значень обумовлюється точністю ручних графічних побудов на плані гірничих робіт, але отриманий варіант є прийнятним.

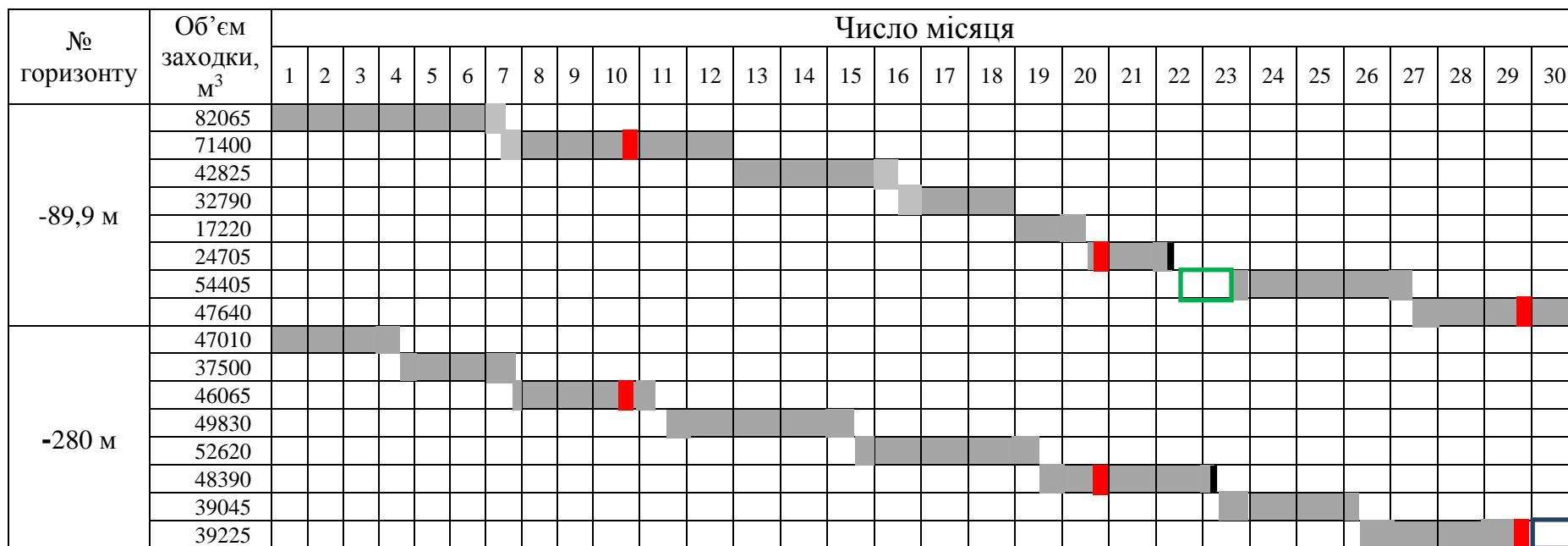


Рис. 1.1. Лінійний часовий графік гірничих робіт на 1-й місяць:
 – час на технічне обслуговування і поточний ремонт екскаватора;
 – відгін екскаватора, масовий вибух и повернення на робоче місце,
 – перегін екскаватора в інший вибій



Рис. 1.2. Лінійний часовий графік гірничих робіт на 2-й місяць:
 час на технічне обслуговування і поточний ремонт екскаватора;
 відгін екскаватора, масовий вибух и повернення на робоче місце,
 перегін екскаватора в інший вибій

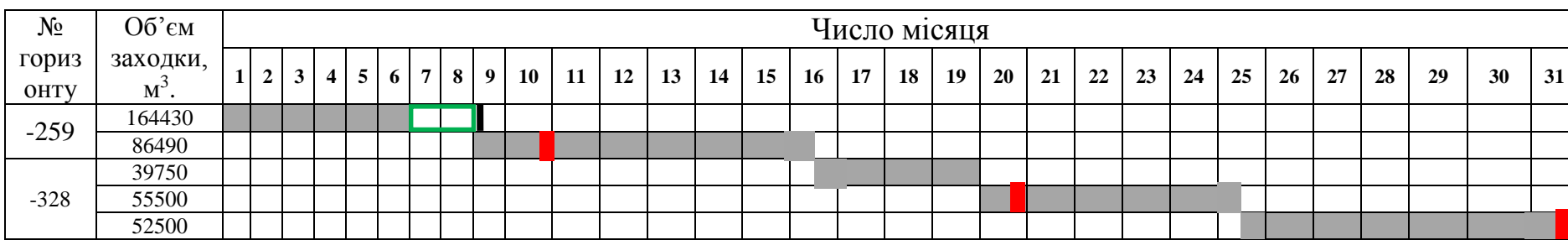


Рис. 1.3. Лінійний часовий графік гірничих робіт на 3-й місяць:
 час на технічне обслуговування і поточний ремонт екскаватора;
 відгін екскаватора, масовий вибух и повернення на робоче місце,
 перегін екскаватора в інший вибій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Оперативное планирование и управление горным производством на карьерах / В.А. Нападайло, А.С. Матвеев, В.В. Панченко. М.: Недра, 1976. 191 с.
2. Планирование и организация погрузочно-транспортных работ на карьерах / Ю.П. Астафьев, Г.К. Полищук, Н.И. Горлов. М.: Недра, 1986. 168 с.
3. Организация, планирование и управление производством в горной промышленности / Н.Я. Лобанов, Ф.Г. Грачев, С.С. Лихтерман и др. М.: Недра, 1989. 516 с.

ДОДАТОК А

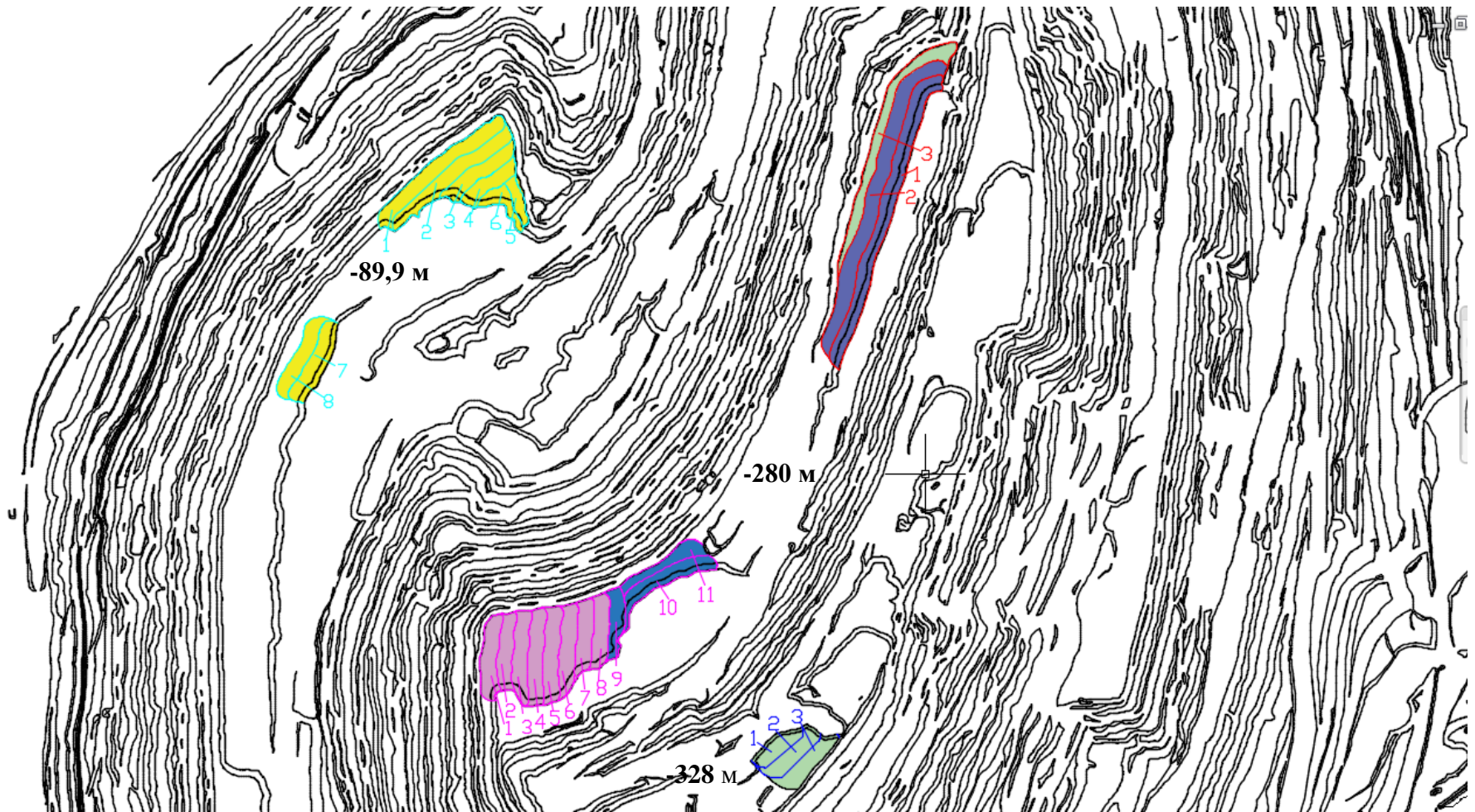


Рис. А.1. Фрагмент плану гірничих робіт: ■ ■ – контури виймання першого місяця, ■ – контури виймання другого місяця, ■ – контури виймання третього місяця; 1, 2, ... – номери заходок.

2. РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ "РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ ВІЙМКОВИХ БЛОКІВ НА СУМІЖНИХ РОЗКРИВНИХ УСТУПАХ"

2.1. Зміст завдання і методичні вказівки до його виконання

В даному розрахунковому завданні розробляється організація відпрацювання виїмкових блоків на суміжних уступах, що включає основні правила безпеки, які регламентують, в т.ч. і організацію, а також планограму виконання технологічних процесів.

2.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані до виконання завдання:

- технологічна схема відпрацювання двох виїмкових блоків на суміжних розкривних уступах;
- обладнання, що застосовується і його технологічні параметри, паспорти робочих місць.

2.1.2. Послідовність виконання завдання

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації відпрацювання виїмкових блоків на суміжних уступах.

Аналіз взаємодії технологічних процесів виконується для того, щоб визначити, взаємодію яких саме процесів і операцій слід узгоджувати. З цього випливають задачі даної організації.

2. Вибір основних правил безпеки, що регламентують в т.ч. і організацію технологічних процесів при відпрацюванні виїмкових блоків.

Як відомо, частина правил безпеки, регламентують, як потрібно виконувати технологічні процеси і операції, тобто по суті задають організацію. У зв'язку з цим, слід привести низку саме таких правил в якості текстової форми задання організації.

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відпрацювання виїмкових блоків на суміжних уступах, до якого входять:

- 1) розрахунок змінної експлуатаційної продуктивності екскаваторів;
- 2) розрахунок об'єму гірничої маси, що підривається масовим вибухом (з урахуванням його частоти);
- 3) визначення довжини бурового і виїмкових блоків;
- 4) визначення довжини заходок;
- 5) визначення часу відпрацювання розкривних заходок;
- 6) розрахунок об'єму гірничої маси, що підривається в буровому блоці;

7) розрахунок необхідної сумарної довжини вибухових свердловин в межах бурового блоку;

8) визначення необхідної кількості бурових верстатів;

9) встановлення часу буріння блоку буровими верстатами.

4 Побудова планограми відпрацювання виїмкових блоків на суміжних уступах:

– планограма будується в обраному самостійно масштабі;

– на планограмі повинні бути показані графіки роботи та перегонів екскаваторів і бурових верстатів в початок наступної заходки; повинні бути також відображені графіки (інтервали) масових вибухів;

– наводиться аналіз планограми і висновки за його результатами.

5. Висновок.

Висновок формулюється за результатами аналізу розрахунків планограми і має містити отримані відомості, необхідні для організації даної технології.

6. Література.

Наводиться список використаних літературних джерел.

2.2. Приклад виконання розрахункового завдання "Розробка організації відпрацювання виїмкових блоків суміжних розкривних уступів"

2.2.1. Вихідні дані

1. Технологічна схема

Технологічна схема відпрацювання виїмкових блоків показана на рис. 2.1.

Гірнична маса розробляється поздовжніми заходками, двома уступами.

Верхній уступ – розкривний, представлений м'якими породами потужністю 15 м.

Нижній уступ – теж розкривний, але представлений скельними породами потужністю 10 м. Вони вимагають попередньої підготовки до виїмки вибуховим дробленням. Бурові роботи виконуються станками PV-275.

З випередженням бурових робіт, як мінімум на 150 м, рухається перший розкривний екскаватор Hitachi EX3600, який виконує виймання м'якої гірничої маси і навантаження її в автосамоскиди. Услід за буро-вибуховими роботами рухається другий розкривний екскаватор Hitachi EX3600, який екскавує підірвану скельну породу і вантажить її теж в автосамоскиди.

Отже, виймальний блок верхнього уступу представлений екскаваторними блоками, а виймальний блок нижнього уступу – буровими і екскаваторними блоками.

2. Паспорт робочого місця бурового станка PV-275 і паспорти вибоїв екскаваторів Hitachi EX3600 подано на рис.2.2 - 2.4.

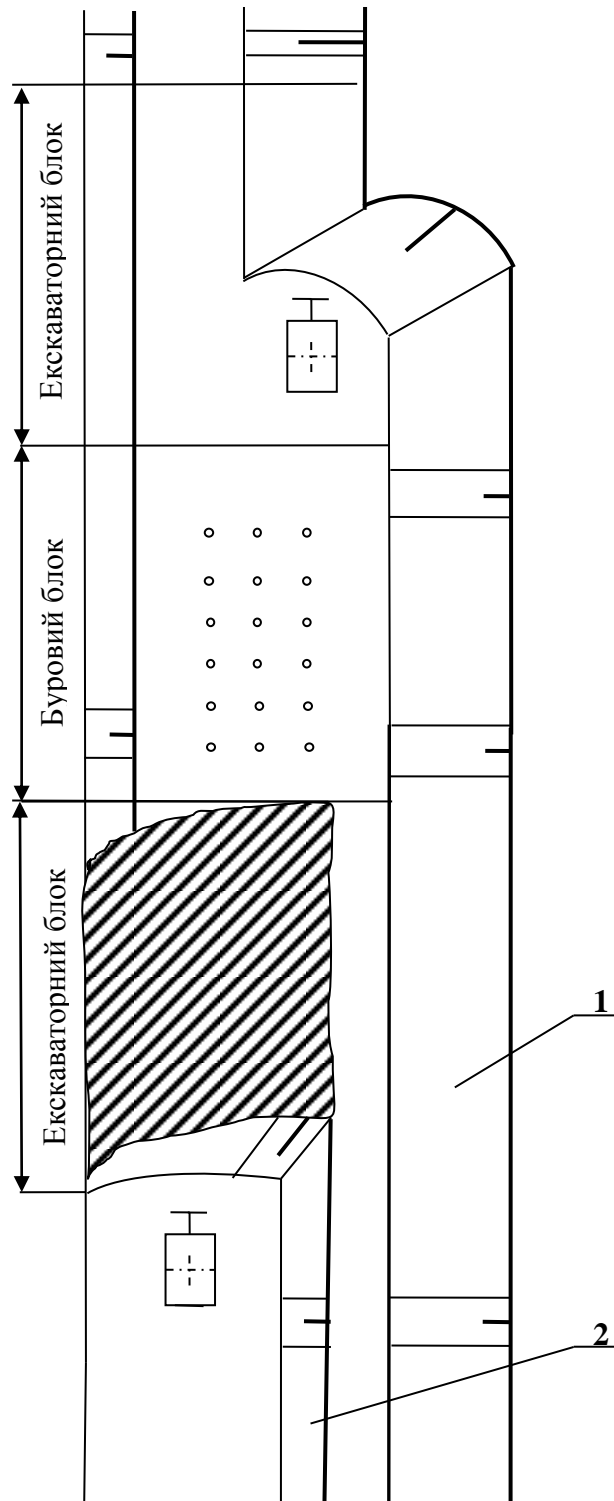


Рис. 2.1. Типова технологічна схема відпрацювання виїмкових блоків суміжних уступів кар'єру: 1, 2 – уступи відповідно м'якої і скельної гірничої маси

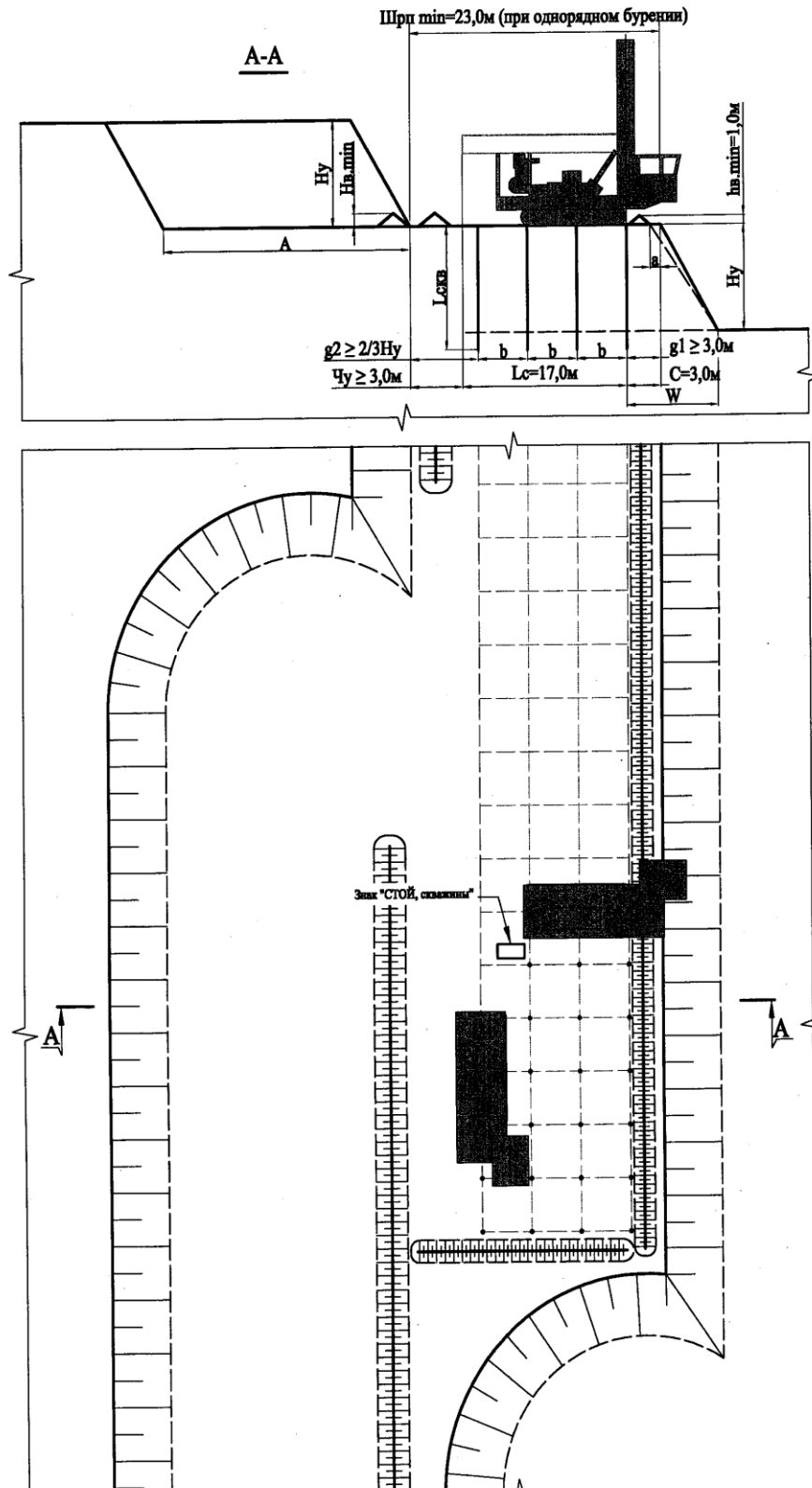


Рис. 2.2. Паспорт робочого місця бурового станка PV-275

Числові значення параметрів робочого місця бурового станка (рис.2.2):
 L_c – габаритна довжина від переднього краю гусениць до частини верстата з протилежного боку, 17,0 м;

- C – відстань від верхньої брівки уступу до гусениць станка, не менше 3 м;
 g_1 – відстань від верхньої брівки уступу до свердловин першого ряду, не менше 3 м;
 g_2 – відстань від нижньої брівки вищележачого уступу до свердловин, не менше $2/3$ висоти уступу.

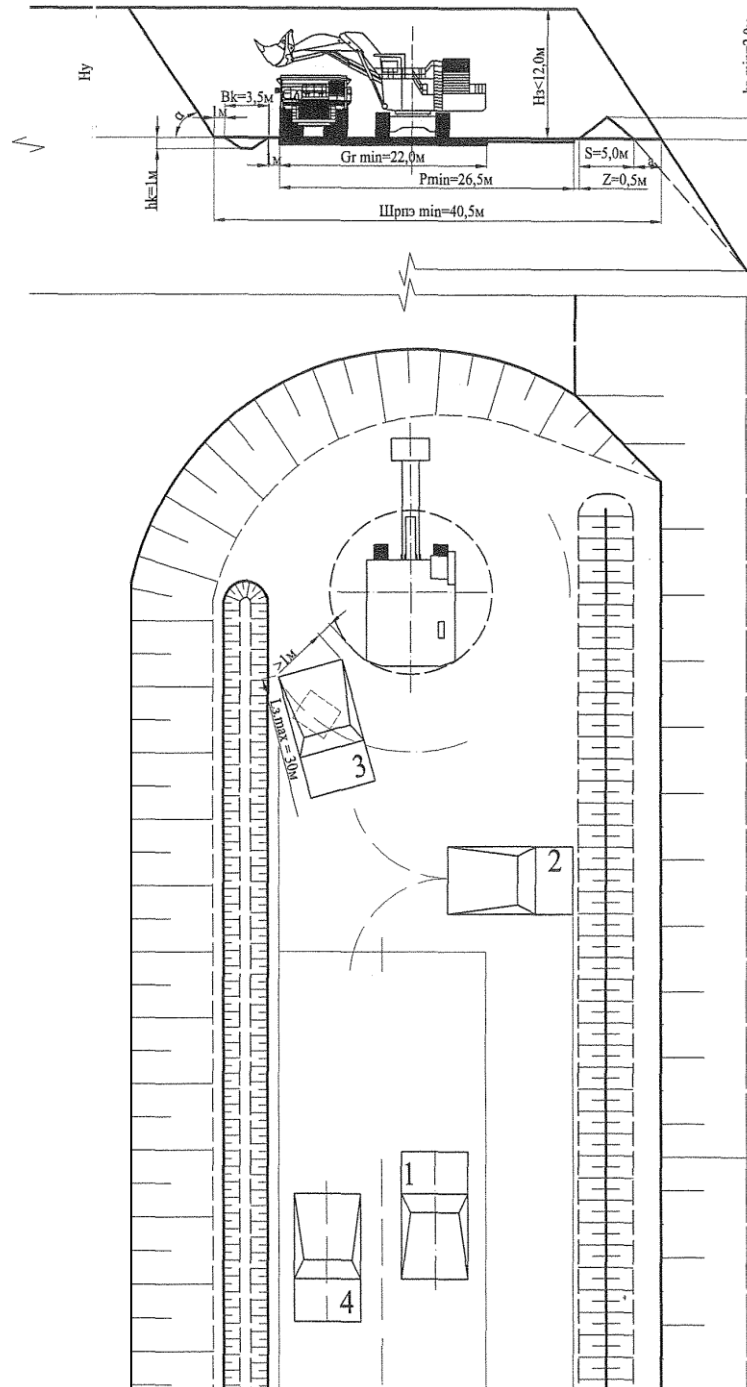


Рис. 2.3. Паспорт вибою першого розкривного екскаватору Hitachi EX3600

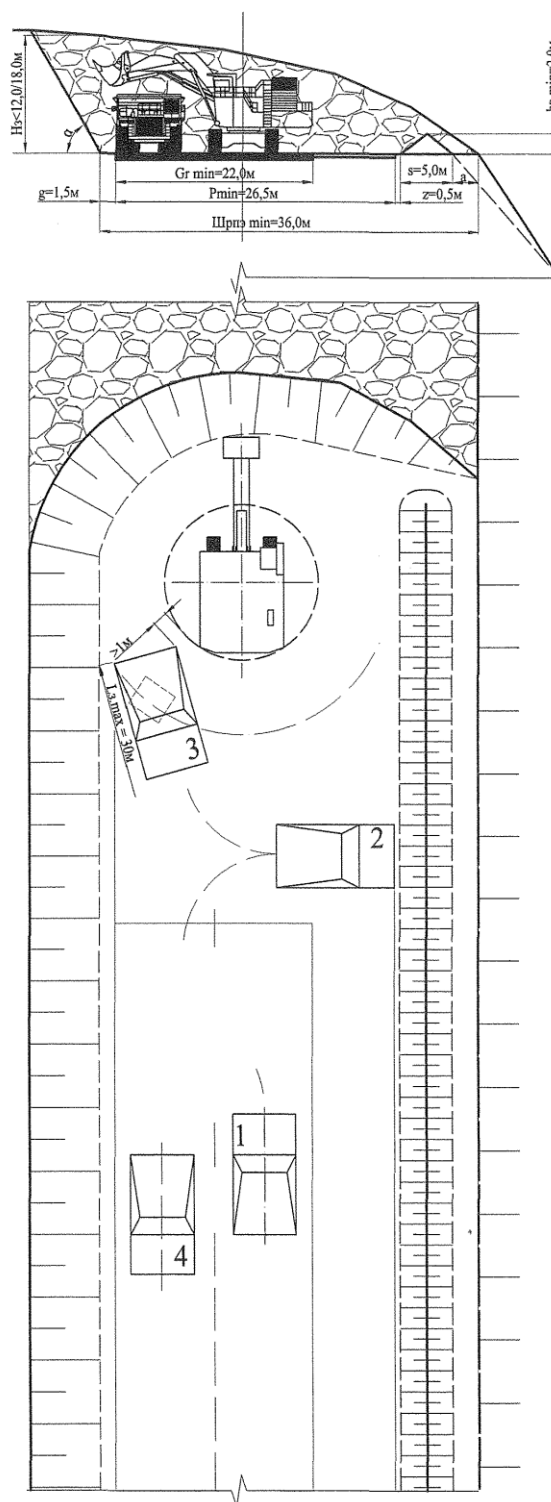


Рис. 2.4. Паспорт вибою другого розкривного екскаватору Hitachi EX3600

Числові значення параметрів паспортів вибоїв екскаваторів (рис. 2.2 і 2.3):
 G_{min} – ширина проїжджої частини технологічної автодороги (мінімальна), 22,0 м;
 P_{min} – ширина майданчика для маневрів самоскидів (мінімальна), 26,5 м;
 $Ш_{pne min}$ – ширина робочого майданчика (мінімальна), 40,5 м, 36 м;
 S – ширина валу (мінімальна), 5,0 м;
 Z – відстань від підшови захисного валу до бровки автодороги / краю майданчика для маневрів автосамоскидів, не менше 0,5 м;
 $h_{s min}$ – висота валу (мінімальна), 2,0 м;
 $b_{k min}$ – ширина канави по верху (мінімальна), 3,5 м;
 $h_{k min}$ – глибина канави (мінімальна), 1 м;
 g – відстань від майданчика для маневрів самоскидів до нижньої бровки вищележачого уступу, не менше 1,5 м;
 H_3 – висота вибою (максимальна): на наносах і скельних сильно тріщинуватих породах – 12 м; на скельних породах зруйнованих вибухом, 18 м;
 α – кут укосу робочого уступу.

2.2.2. Розробка організації відпрацювання виїмкових блоків на суміжних уступах

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації відпрацювання виїмкових блоків на суміжних уступах

Із заданої технологічної схеми (рис. 2.1) видно, що до складу технологічних процесів і операцій, що здійснюються при відпрацюванні виїмкових блоків на суміжних розкривних уступах кар'єру входять:

- 1) виймання м'яких порід розкривного уступу екскаватором Hitachi EX3600;
- 2) бурові та вибухові роботи на нижньому розкривному уступі (буріння свердловин виконується верстатами PV-275);
- 3) виймально-навантажувальні роботи на нижньому розкривному уступі екскаватором Hitachi EX3600.

Очевидно, що вказані технологічні процеси і операції між собою певним чином взаємодіють. Відповідно задачами їх організації є просторове і часове узгодження їх поточних параметрів. Відповідно в нашому випадку слід узгодити:

- 1) рух першого розкривного екскаватора з переміщенням бурового верстату (бурового блоку);
- 2) переміщення бурового верстата (бурового блоку) з рухом другого розкривного екскаватора;
- 3) перегін першого розкривного екскаватора з переміщенням бурового блоку і другого розкривного екскаватора;
- 4) переміщення першого розкривного екскаватора і бурового верстата (бурового блоку) з перегоном другого розкривного екскаватора.

2. Основні правила безпеки, що регламентують організацію:

1) буровий майданчик повинен бути спланований і прийнятий за актом начальником бурової ділянки; буровий верстат повинен бути встановлений поза призмою обвалення і при бурінні першого ряду свердловин розташований так, щоб його гусениці перебували від бровки уступу не менше ніж на 3 м, а його поздовжня вісь – була перпендикулярна до неї;

2) забороняється переміщення бурового верстата з піднятою щоглою;

3) перед початком буріння повинні бути вжиті наступні заходи: укіс вищележачого уступу повинен бути очищений від нависань та крупних шматків порід, а при неможливості очистити – відсипається вловлювальний вал висотою не менше 1,5 м, розташований поза зоною обвалення;

4) екскаватор слід розташовувати на робочому майданчику за межами призми обрушення на твердій вирівняній поверхні з ухилом, що не перевищує значень, допустимих за технічним паспортом екскаватора;

5) відстань між бортом уступу або транспортними засобами і контрвантажем екскаватору повинна бути, не менше 1 м;

6) при роботі на уступах повинна регулярно проводитися їх оборка від нависань, а також ліквідація заколів;

7) навантаження в кузов автосамоскида повинно проводитися тільки збоку або ззаду; перенесення ковша над кабіною автосамоскида забороняється;

8) автосамоскид, що очікує навантаження, повинен знаходитися за межами радіуса дії ковша екскаватора, і ставати під навантаження тільки після сигналу машиніста екскаватора; відстань між транспортними засобами, які очікують навантаження, повинна бути не менше 5 м; таблиця сигналів повинна бути прикріплена на кузові екскаватора на видному місці.

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відпрацювання виїмкових блоків на суміжних розкривних уступах

1. Розрахункова змінна експлуатаційна продуктивність Q_d другого розкривного екскаватора Hitachi EX3600:

$$Q_d = (3600 * T_{CM} * k_{II} * V_K * k_H) / (t_{Ц} * k_P), \quad (2.1)$$

де T_{CM} – тривалість зміни, 12 годин;

k_{II} – коефіцієнт використання екскаватора в часі, 0,75;

V_K – об'єм ковша екскаватора, 21 м³;

k_H – коефіцієнт наповнення ковша, 0,7.

$T_{Ц}$ – час робочого циклу екскаватора, 50 сек;

k_P – коефіцієнт розпушення породи, 1,4.

$$Q_d = \frac{3600 * 12 * 0,75 * 21 * 0,7}{50 * 1,4} = 6800 \text{ м}^3/\text{змiна}.$$

2. Об'єм гірничої маси, що повинна підриватись за один вибух, виходячи з їх частоти (1 раз на 10 діб) і необхідності забезпечення безперебійної роботи другого екскаватора:

$$V_{\text{д}} = Q_{\text{д}} * n_{\text{см}}, \quad (2.2)$$

де $n_{\text{см}}$ – інтервал виконання вибухів, 19 змін (одна зміна – це час на відгін і повернення екскаватора, заключну підготовку вибуху, вибух, провітрювання та інших заходів, пов'язаних з вибухом).

$$V_{\text{в.г.м.}} = 6800 \cdot 19 = 129200 \text{ м}^3.$$

3. Відповідно, довжина бурового блоку:

$$L_{\text{б}} = \frac{V_{\text{в.г.м.}}}{H_{\text{д}} * A_{\text{д}}}, \quad (2.3)$$

де $H_{\text{д}}$ – висота уступу бурового блоку, 10 м;

$A_{\text{д}}$ – ширина заходки другого розкривного екскаватора, 40,5 м.

$$L_{\text{б}} = \frac{129200}{10 * 40,5} = 320 \text{ м.}$$

4. Очевидно, що довжина виймального блоку повинна бути кратною довжині бурового блоку. Тому приймаємо $L_{\text{в}} = 960$ м.

5. Звідси обчислюється об'єм першої розкривної заходки на верхньому уступі довжиною, 320 м:

$$V_{\text{в}} = A * L_{\text{б}} * H_{\text{в}}, \quad (2.4)$$

де $H_{\text{в}}$ – висота першого розкривного уступу, 15 м.

$A_{\text{в}}$ – ширина заходки першого розкривного екскаватору, 40,5 м.

$$V_{\text{в}} = 40,5 * 320 * 15 = 194400 \text{ м}^3.$$

6. Розрахункова змінна експлуатаційна продуктивність першого розкривного екскаватора Hitachi EX3600

$$Q_{\text{в}} = (3600 * T_{\text{см}} * k_{\text{И}} * V_{\text{к}} * k_{\text{Н}}) / (t_{\text{Ц}} * k_{\text{Р}}), \quad (2.5)$$

де $k_{\text{И}}$ – коефіцієнт використання екскаватора в часі, 0,8;

$k_{\text{Н}}$ – коефіцієнт наповнення ковша, 1.

$t_{\text{Ц}}$ – тривалість циклу екскаватора, 40 сек;

k_p – коефіцієнт розпушення породи, 1,4.

$$Q_B = \frac{3600 * 12 * 0,8 * 21 * 1}{45 * 1,4} = 11502 \text{ м}^3/\text{змiна}.$$

7. Тривалість відпрацювання першим розкривним екскаватором заходки, довжиною 320 м:

$$T_B = V_B / Q_B = 194400 / 11502 = 17 \text{ змін.} \quad (2.6)$$

8. Об'єм розкривних порід в буровому блоці:

$$V_{nu} = A_d * L_b * H_{nu} = 40,5 * 320 * 11,5 = 149040 \text{ м}^3, \quad (2.7)$$

де H_{nu} – потужність шару розкривних порід, що підриваються, дорівнює сумі висот уступу и глибини перебура, 1.5 м.

9. Потрібна сумарна довжина вибухових свердловин в межах бурового блоку

$$L_{СКВ} = V_{nu} / \omega = 149040 / 33 = 4516 \text{ м,} \quad (2.8)$$

де ω – вихід гірничої маси с 1 метра свердловини, $\text{м}^3/\text{м}$; для порід міцністю 18 – 20 за Протод'яконовим; приймаємо $\omega = 33 \text{ м}^3/\text{м}$ (за даними ПГЗКа).

10. Для зазначених умов продуктивність бурового верстата PV-275 становить $Q_B = 159,4 \text{ м} / \text{змiна}$ (за даними ПГЗКа). Якщо бурові роботи ведуться в дві зміни на добу, то необхідна кількість верстатів для буріння всіх свердловин бурового блоку за $T_B = 19$ змін

$$N_{CT} = L_{СКВ} / (T_B * Q_B) = 4516 / (19 * 159,4) 1,49 = 2 \text{ верстата.} \quad (2.9)$$

11. Тривалість оббурювання блоку 2 буровими верстатами:

$$V_{б.с} = \frac{L_{СК}}{2 * Q_B} = \frac{4516}{2 * 159,4} = 14 \text{ змін.}$$

12. Отже, час на виймання екскаваторного блоку нижнього уступу склав 19 змін, а на оббурювання бурового блоку 14 змін. Три зміни використовується для підготовки вибуху, тому базова умова організації просторової взаємодії виймально-навантажувального процесу і буро-вибухових робіт на нижньому уступі виконується (див. також част. 1, підрозділ 3.4).

Час на виймання екскаваторного блоку верхнього уступу склав 17 змін, як і на буро-вибухових роботи. В цьому випадку базова умова організації

просторової взаємодії виймально-навантажувального процесу на верхньому уступі і буро-вибухових робіт теж виконується. До того ж перший екскаватор завжди випереджає буро-вибухові роботи як мінімум на 150 м (див. планограму).

4. Побудова планограми відпрацювання виїмкових блоків на суміжних розкривних уступах.

Як уже зазначалось (див. част. 1, підрозділ 3.4), по вертикальній осі відкладено відстані від початку виймального блоку (заходки), а по горизонтальній осі – час роботи устаткування з його відпрацювання.

Переміщення обладнання в процесі роботи зображено відрізками, які будуються за результатами наведених вище розрахунків динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій, зокрема, за встановленою швидкістю екскаваторів, часом на оббурювання бурового блоку і його довжиною.

Перегони бурових верстатів на нові заходки показані штриховими лініями (час на один перегін ≈ 40 хв прийнято з урахуванням допоміжних і підготовчо-заклучних операцій).

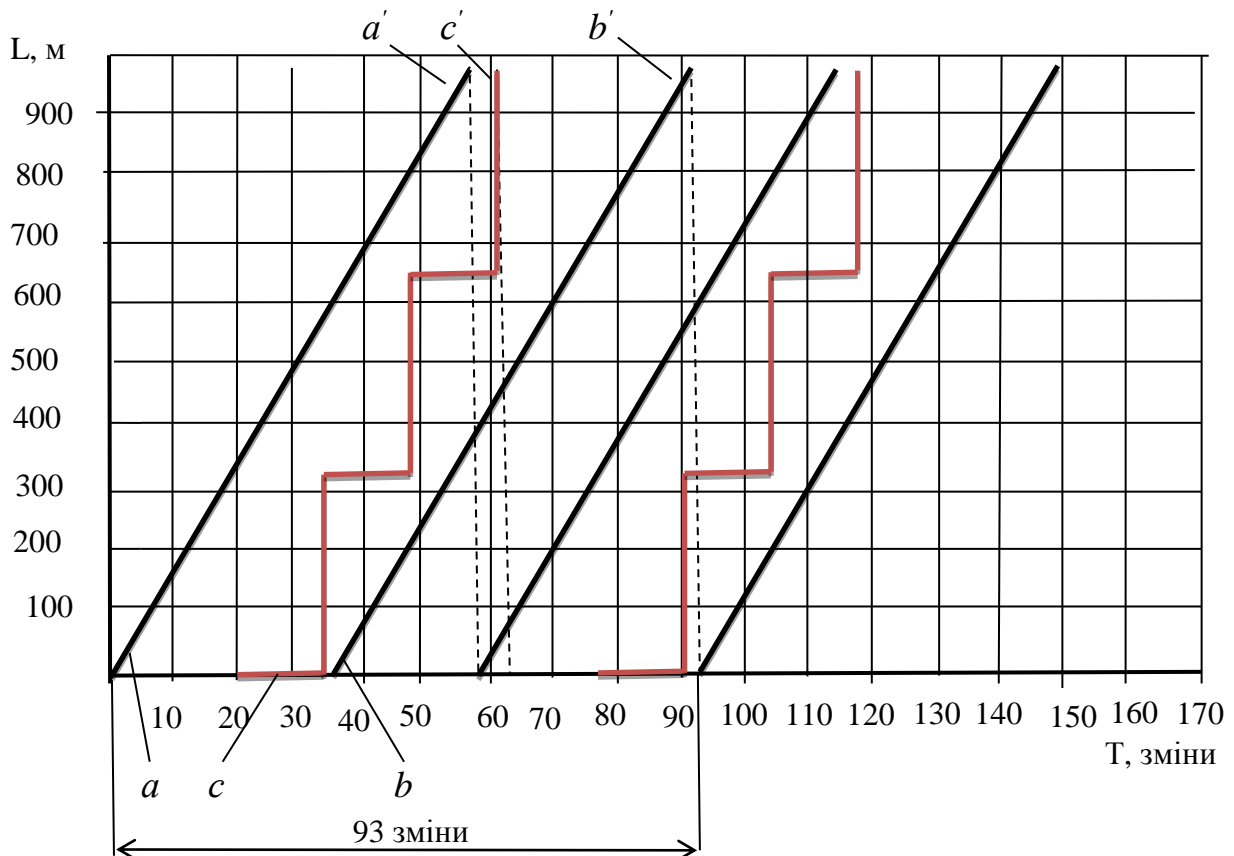


Рис. 2.5. Приклад планограми відпрацювання виїмкових блоків на суміжних розкривних уступах: лінія $a - a'$ – рух першого розкривного екскаватора, $c - c'$ – переміщення бурового блоку (верстатів), $b - b'$ – рух другого розкривного екскаватора.

Переміщення бурових верстатів в межах бурового блоку не показано, а відображено умовно, як переміщення бурового блоку (вертикальні відрізки ступінчатої лінії $c - c'$, що відбуваються миттєво відповідно до вибухам.

Рух першого розкривного екскаватора з випередженням буро-вибухових робіт показано відрізком $a - a'$, а другого з відставанням від буро-вибухових робіт на довжину бурового блоку – відрізком $b - b'$.

Перегони екскаваторів на нові заходки зображено аналогічно буровому верстату штриховими лініями (час на один перегін прийнято теж ≈ 40 хв з урахуванням допоміжних і підготовчо-заключних операцій).

Як видно з планограми, до моменту закінчення перегону екскаватора нижнього уступу в нову заходку його блок вже готовий до виймання; оскільки за певний час до цього моменту було виконано перегін екскаватору верхнього уступу, який уже відвантажив гірничу масу з потрібної площі бурового блоку. Після перегону і початку роботи першого екскаватора в новій заходці відбувся перегін бурових станків, виконання потрібного обсягу бурових робіт і здійснення вибуху. Відтак, робимо висновок, що базова умова організації відпрацювання виїмкових блоків на двох суміжних розкривних уступів виконується.

Тривалість циклу відпрацювання двох виїмкових блоків на суміжних розкривних уступах в даному прикладі становить 93 зміни (з урахуванням технологічних резервів).

ВИСНОВОК

Розробка організації відпрацювання виїмкових блоків на суміжних розкривних уступах кар'єру полягає в просторово-часовому узгодженні поточних параметрів технологічних процесів (операцій) розкривних і бурових робіт. В даному розрахунковому завданні ними є просторове положення технологічних агрегатів – екскаваторів Hitachi EX3600 і бурового блоку (верстатів PV-275).

Планограма як засіб задання організації роботи взаємодіючих процесів наочно демонструє необхідну просторово-часову ув'язку поточних параметрів, розрахованих, виходячи з умови безперервної роботи усього обладнання.

Технолог в будь-який момент часу може визначити по планограмі, де за планом повинні знаходитися екскаватори, скільки часу залишилося на оббурювання блоку, коли має розпочатися перегін екскаваторів, а також значення інших поточних і похідних від них параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть 1. Технология, механизация и автоматизация производственных процессов на открытых горных работах / М.Г. Новожилов, Ф.И. Кучерявый, В.С. Хохряков и др. М.: Недра, 1971. 512 с.

2. Организация производства на карьерах / В.И. Ганицкий. М.: Недра, 1983. 232 с.

3. Открытые горные работы. Часть 1. Производственные процессы: учебник для вузов / В.В. Ржевский. М.: Недра, 1985. 509 с.

4. Планирование и организация погрузочно-транспортных работ на карьерах / Ю.П. Астафьев, Г.К. Полищук, Н.И. Горлов. М.: Недра, 1986. 168 с.

5. Организация, планирование и управление производством в горной промышленности / Н.Я. Лобанов, Ф.Г. Грачев, С.С. Лихтерман и др. - М.: Недра, 1989. – 516 с.

3. РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ "РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДВАЛОУТВОРЕННЯ ПРИ ДОСТАВЦІ ГІРНИЧОЇ МАСИ ЗАЛІЗНИЧИМ ТРАНСПОРТОМ"

3.1. Зміст завдання і методичні вказівки до його виконання

В даному розрахунковому завданні розглядається розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом, що включає правила безпеки, які відображають в т.ч. і вимоги до неї, розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відсипання відвалів, а також побудова їх планограми.

3.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані до виконання завдання:

- склад технологічних процесів і операцій;
- обладнання, що застосовується і його технологічні параметри;
- технологічна схема відвалоутворення.

3.1.2. Послідовність виконання завдання

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації відвалоутворення.

Аналіз взаємодії технологічних процесів виконується для того, щоб визначити, взаємодія яких саме процесів і операцій слід узгоджувати. З цього впливають задачі даної організації.

2. Вибір основних правил безпеки, що регламентують організацію технологічних процесів при відвалоутворення.

Як відомо, частина правил безпеки, регламентують, як потрібно виконувати технологічні процеси і операції, тобто, по суті, задають організацію. У зв'язку з цим, слід навести ряд саме таких правил в якості текстової форми задання організації.

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відвалоутворення

Розрахунок виконується для побудови планограми. Його послідовність розрахунку задається методикою, представленою у формі прикладу (див. підрозділ 3.2).

4. Побудова планограми відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом:

- планограмма будується в обраному самостійно масштабі;

- на планограмі повинні бути показані процеси відсипання відвальної заходки, створення початкової робочого майданчика нової заходки і переукладання залізничної колії;
- наводиться аналіз планограми.

Висновок

Формулюється за результатами аналізу розрахунків планограми і має містити отримані відомості, необхідні для організації даної технології.

Література

Наводиться список використаних джерел.

3.2. Приклад виконання розрахункового завдання "Розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом"

3.2.1. Вихідні дані

- Технологічні процеси та операції, що здійснюються при відвалоутворенні:
- 1) доставка гірничої маси залізничними потягами і її вивантаження;
 - 2) виймання екскаватором гірничої маси з приямку, відсипання нижнього підступу і бічного навалу (прямий хід) і верхнього підступу (зворотний хід);
 - 3) підготовка екскаватором початкового робочого майданчика для відсипання наступної відвальної заходки;
 - 4) переукладання залізничної колії.

Обладнання, що застосовується

Модельний ряд:

- екскаватор ЕКГ-8І;
- бульдозер Д-384;
- думпкари 2ВС-105;
- локомотив ТЕМ-7.

Технологічні параметри екскаватора:

- ємність ковша 8 м³;
- максимальний радіус черпання 18,4 м;
- радіус черпання на рівні стояння 12,2 м;
- максимальний радіус розвантаження 16,3 м;
- максимальна висота розвантаження 8,6 м.
- тривалість циклу черпання-розвантаження 58,8 сек

Технологічні параметри бульдозера:

- потужність 228 кВт;
- довжина лемеша без розширювача 4500 мм;
- маса 28,53 т;
- максимальне підняття лемеша над рівнем гусениць 840 мм;

- висота відвалу з піддашником 1550 мм;
 - максимальне поглиблення лемеша нижче рівня гусениць 340 мм.
- Технологічні параметри думпкара:
- вантажопідйомність 105 т;
 - довжина по осях автозчепів 14,9 м;
 - ширина 3,75 м;
 - висота 3,24 м;
 - маса 78 т.

Типова технологічна схема відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом представлена на рис. 3.1, а технологічна схема відсипання безпосередньо відвальної заходки – на рис. 3.2 (зворотний хід екскаватора).

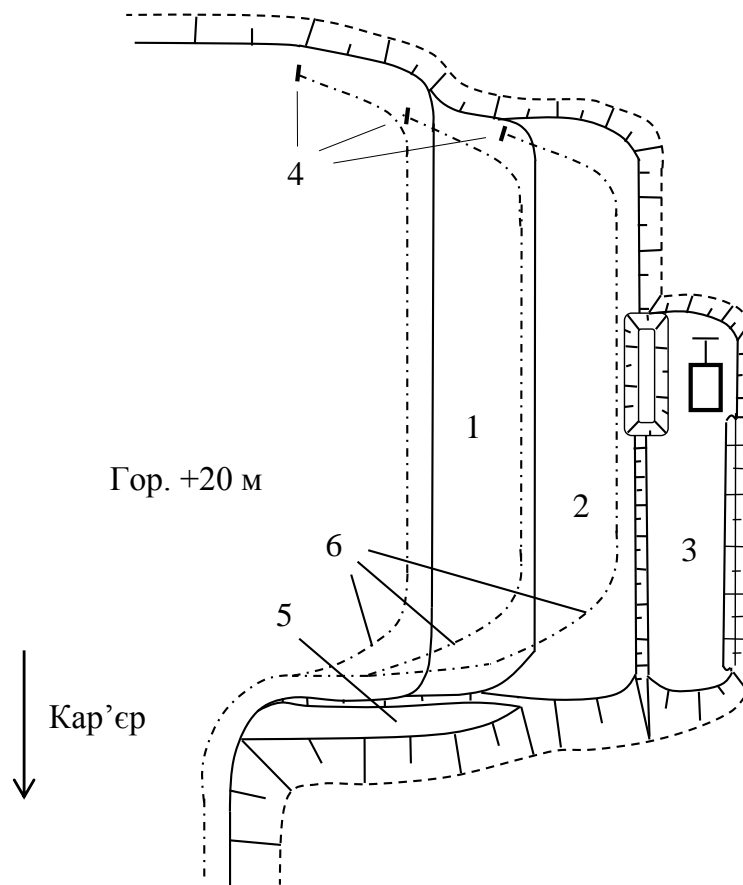


Рис. 3.1. Типова технологічна схема відвалоутворення і складування гірничої маси при використанні залізничного транспорту: 1, 2, 3 – відвальні заходки; 4 – розташування тупиків заходок; 5 – з'їзд екскаватора для формування початкового робочого майданчика нової заходки; 6 – закруглення примикання до основного ділянки колії

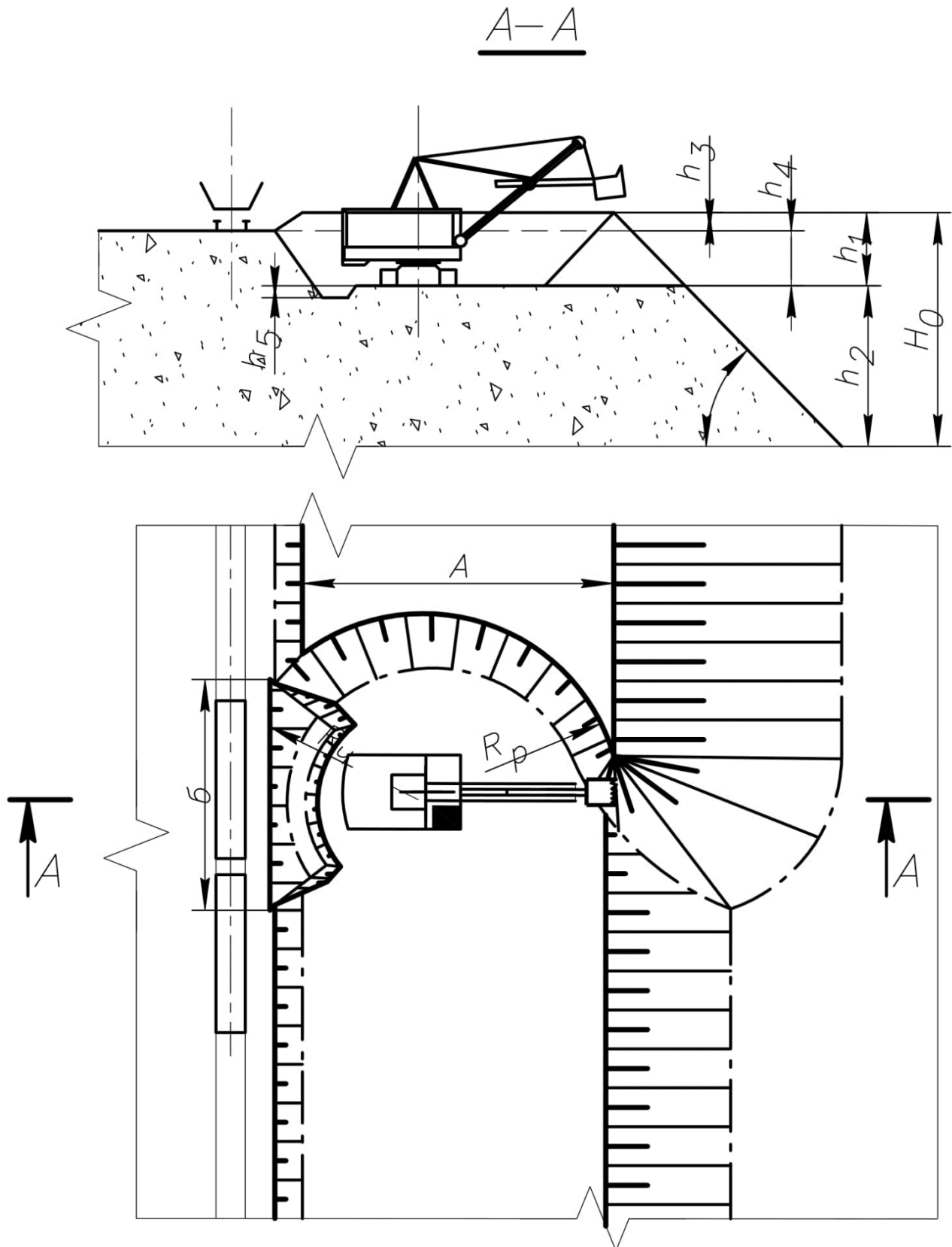


Рис. 3.2. Типова технологічна схема відсіпання відвальної заходки:
 h_1 – висота верхнього ярусу з усадкою; h_2 – висота нижнього ярусу; h_3 – висота усадки; h_4 – висота верхнього ярусу після усадки; h_5 – глибина приямку; h_0 – висота відвального уступу; A – ширина відвальної заходки по верху; b – довжина приямку; R_p – радіус розвантаження ковша екскаватора

3.2.2. Розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації відвалоутворення.

Після доставки на відвальний тупик порода розвантажується з думпкарів в приямок довжиною 20 – 25 м, глибиною 0,8 – 1 м (нижче горизонту установки екскаватора) і місткістю 200 – 300 м³.

Екскаватор перевалює цю породу в трьох напрямках: вперед по ходу екскаватора, в сторону під укис відвалу і назад, створюючи при цьому відвальну заходку, висота якої повинна бути вище рівня залізничної колії на 0,5 – 1 м. Це перевищення розраховане з огляду на усадку породи, внаслідок якої висота відвалу зберігається однаковою у всіх заходках. Після розвантаження породи укис уступу приймає прямолінійний профіль з кутом, близьким до нахилу природного укосу. Це *перший* спосіб відсипання відвальної заходки – за один прохід екскаватора.

Другий спосіб відсипання відвальної заходки здійснюється за два проходи екскаватора (прямий і зворотний). За прямого ходу екскаватор відсипає нижній підступ і бічний навал, за зворотного – заповнює породою простір між бічним навалом і укосом попередньої відвальної заходки. В даному прикладі розрахункового завдання розглядається саме другий спосіб (рис. 3.2).

Після відсипання верхнього підступу зворотним ходом екскаватор переїжджає ближче до бічного навалу і переміщує його породу під укис, створюючи покрівлю нижнього підступу нової відвальної заходки.

Після облаштування початкового робочого майданчика наступної відвальної заходки, екскаватор досипає верхній підступ попередньої відвальної заходки і переїжджає в нову заходку.

Є і інші способи створення початкового робочого майданчика нової заходки. Наприклад, в практиці іноді застосовується відсипання допоміжного з'їзду для створення початкової робочого майданчика і переміщення на нього екскаватора (див. рис. 3.1). В даному завданні розглядається перший спосіб.

Паралельно цим технологічним операціям залізничним краном переукладають колію на попередню відвальну заходку.

Відтак, задачами організації технологічних процесів і операцій відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом є просторове і часове узгодження їх поточних параметрів:

- 1) місця і часу установки думпкарів під розвантаження з роботою екскаватора і підготовки приямків з обміном потягів;
- 2) переміщення і перемикання екскаватора з обміном потягів;
- 4) роботи екскаватора зворотним ходом і підготовки нового початкового робочого майданчика з переукладанням колії на ділянці під'їзду до нової відвальної заходки.

2. Основні правила безпеки, що регламентують організацію технологічних процесів при відвалоутворенні

1. З огляду на те, що пересувні залізничні колії відносяться до 3-ї категорії шляхів, швидкість руху на них встановлюється: не вище 25 км / год – на прямих і кривих ділянках колії радіусом більше 300 м, 15 км / год – на кривих радіусом від 200 до 300 м, до 10 км / год – на кривих радіусом менше 200 м.

2. Подачу завантажених поїздів на розвантажувальні тупики відвалів необхідно здійснювати вагонами вперед. подача завантажених поїздів локомотивами вперед дозволяється тільки за умови застосування додаткових заходів безпеки

3. При роботі екскаватора на відвалі важливо стежити за стійкістю укосу борту приямку і витримувати для даного типу екскаватора нормальну висоту верхнього підступу. Верхня брівка укосу приямка повинна проходити на відстані 0,5 м від кінця шпал. Не слід допускати нависання шпал над майданчиком і утворення піддашників.

4. При розвантаженні поїзна бригада повинна підкорятися тільки сигналам машиніста екскаватора. Таблиця сигналів повинна бути вивішена на кузові екскаватора на видному місці.

5. Забороняється екскавація гірничої маси екскаватором "через кабель".

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відвалоутворення

А. Прямий хід екскаватора

Визначення експлуатаційної змінної продуктивності екскаватора:

$$Q_{э.р.1} = \frac{\eta_1 \cdot 3600}{t_{ц.}} \cdot T_{см.} \cdot E \cdot \frac{K_n}{K_p}, \text{ м}^3/\text{змiна}, \quad (3.1)$$

де η_1 – коефіцієнт використання змінного часу екскаватора;

K_n – коефіцієнт наповнення ковша;

K_p – коефіцієнт розпушення породи.

$$\eta_1 = \frac{T_{см.} - t_{н.з.} - t_{ож.} - t_{ном.1}}{T_{см.}} \quad (3.2)$$

де $T_{см.}$ – тривалість зміни (12 годин);

$t_{н.з.}$ – час на підготовчо-заклучні операції (0,5 год);

$t_{ож.}$ – час очікування екскаватором потягу (0,5 год);

$t_{пот1}$ – втрати часу на підготовку приямку, на переміщення екскаватора і на його перемикання.

$$\eta_1 = \frac{12 - 0,5 - 0,5 - t_{ном.1}}{12} = 0,7.$$

Звідси:

$$t_{ном.1} = 2,6 \text{ год};$$

$$Q_{з.р.1} = \frac{0,7 \cdot 3600}{58,8} \cdot 12 \cdot 8 \cdot \frac{0,75}{1,15} = 2683,2 \frac{\text{м}^3}{\text{змїна}}$$

Визначення площі нижнього ярусу відвальної заходки:

$$S_{н.я.} = h \cdot (0,7 \cdot R) + R_{разгр.}, \text{м}^2, \quad (3.3)$$

де h – висота нижнього ярусу відвальної заходки, м ($h=12$ м);

R_q – максимальний радіус черпання екскаватора;

$R_{разгр.}$ – максимальний радіус розвантаження екскаватору.

$$S_{н.я.} = 12 \cdot (0,7 \cdot 18,2) + 16,3, \text{м}^2.$$

Визначення площі бічного навалу:

$$S_{б.н.} = h \cdot 2 \cdot a \cdot 0,5, \text{м}^2, \quad (3.4)$$

де h – висота бічного навалу, м ($h = 8$ м);

a – половина ширини бічного навалу, м.

$$a = \frac{h}{\tan \alpha}, \text{м}, \quad (3.5)$$

де α – кут природного відкосу бічного навалу, град.

$$a = \frac{8}{\tan 35^\circ} = 11,4 \text{ м},$$

$$S_{б.н.} = 8 \cdot 12 \cdot 11,4 \cdot 0,5 = 91,2 \text{ м}^2.$$

Визначення об'єму заходки, що відсипається за прямим ходом:

$$V_{зах.1} = (S_{н.я.} + S_{б.н.}) \cdot l_{зах}, \text{м}^3, \quad (3.6)$$

де $l_{зах}$ – довжина заходки, м.

$$V_{зах.1} = (348,5 + 91,2) \cdot 500 = 219850 \text{ м}^3.$$

Визначення змінного переміщення екскаватора по відвальній заходці:

$$l_{см} = \frac{Q_{э.р.1}}{S_{н.я.} + S_{в.н.}}, м/зміна, \quad (3.7)$$

$$l_{см} = \frac{2683,2}{348,5 + 91,2} = 6 \text{ м/зміна.}$$

Визначення часу на відсіпку нижнього яруса и бічного навалу:

$$t_{пр.х} = \frac{V_{зах.1}}{Q_{э.р.1}}, \text{ змін,} \quad (3.8)$$

$$t_{пр.х} = \frac{219850}{2683,2} = 82 \text{ змін.}$$

Б. Зворотний хід екскаватора

Визначення площі верхнього яруса:

$$S_{в.я.} = \frac{B_{max} + B_{нон}}{2} \cdot h, м^2, \quad (3.9)$$

де B_{max} – максимальна ширина верхнього яруса по верху, м;

$B_{нон}$ – ширина верхнього ярусу по низу, м;

h – висота верхнього ярусу, м.

$$S_{в.я.} = \frac{33,5 + 24,4}{2} \cdot 7 = 202,6 \text{ м}^2.$$

Визначення площі перевищення:

$$S_{пр} = \frac{B_{max} + B_{нов}}{2} \cdot h_n, м^2, \quad (3.10)$$

де $B_{нов.}$ – ширина перевищення по верху, що відповідає подвоєному максимальному радіусу розвантаження, м;

h_n – висота перевищення, м.

$$S_{пр} = \frac{33,5 + 24,4}{2} \cdot 1 = 33 \text{ м}^2.$$

Визначення об'єму заходки, що відсіпається на другому етапі:

$$V_{зах.2} = S_{в.я.} \cdot l_{зах.} \cdot M^3, \quad (3.11)$$

де $S_{в.я.}$ – площа верхнього ярусу с урахуванням площі перевищення,

$$V_{зах.2} = (202,6 + 33) \cdot 500 = 117800 \text{ м}^3.$$

Визначення змінного переміщення екскаватора зворотним ходом:

$$l_{см.} = \frac{Q_{э.р.1}}{S_{в.я.} + S_{пр.}}, \text{ м/зміну}, \quad (3.12)$$

$$l_{см.} = \frac{2683,2}{202,6 + 33} = 11 \text{ м/зміну}.$$

Визначення часу на відсіпку верхнього ярусу зворотним ходом:

$$t_{об.х.} = \frac{V_{зах.2}}{Q_{э.р.1}}, \text{ змін}, \quad (3.13)$$

$$t_{об.х.} = \frac{117800}{2683,2} = 44 \text{ змін}.$$

В. Переукладання залізничної колії

Нормативний склад бригади і технологічні операції, що виконуються:

- 1 робітник – роз'єднання стиків;
- 3 робітники – підвіска ланки;
- машиніст і помічник – перенесення і укладання ланки в нове положення;
- 2 робітники – з'єднання стиків ланок;
- 10 осіб – підбиття шпал, рихтування колій.

Кран рухається по колії, що переміщається (рис. 3.3).

За такого складу бригади час на переукладання однієї ланки довжиною 12,5 м становить 15 – 20 хв. Змінна продуктивність бригади з переукладання залізничної колії:

$$A_{кр.см.} = \frac{60 \cdot T \cdot l \cdot \eta}{t} = \frac{60 \cdot 12 \cdot 12,5 \cdot 0,6}{8} = 675 \text{ м}, \quad (3.14)$$

де T – тривалість зміни, години;

l – довжина рейок ланки, м;

η – коефіцієнт використання робочого часу зміни ($\eta = 0,6 - 0,7$);

t – тривалість одного циклу ($t = 5 - 8$ хв.)

Приймаємо час на переукладання залізничної колії – 2 зміни (з урахуванням підготовчо-заключних операцій).

На основі наведених вище розрахунків побудована планограма відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом (рис. 3.3).

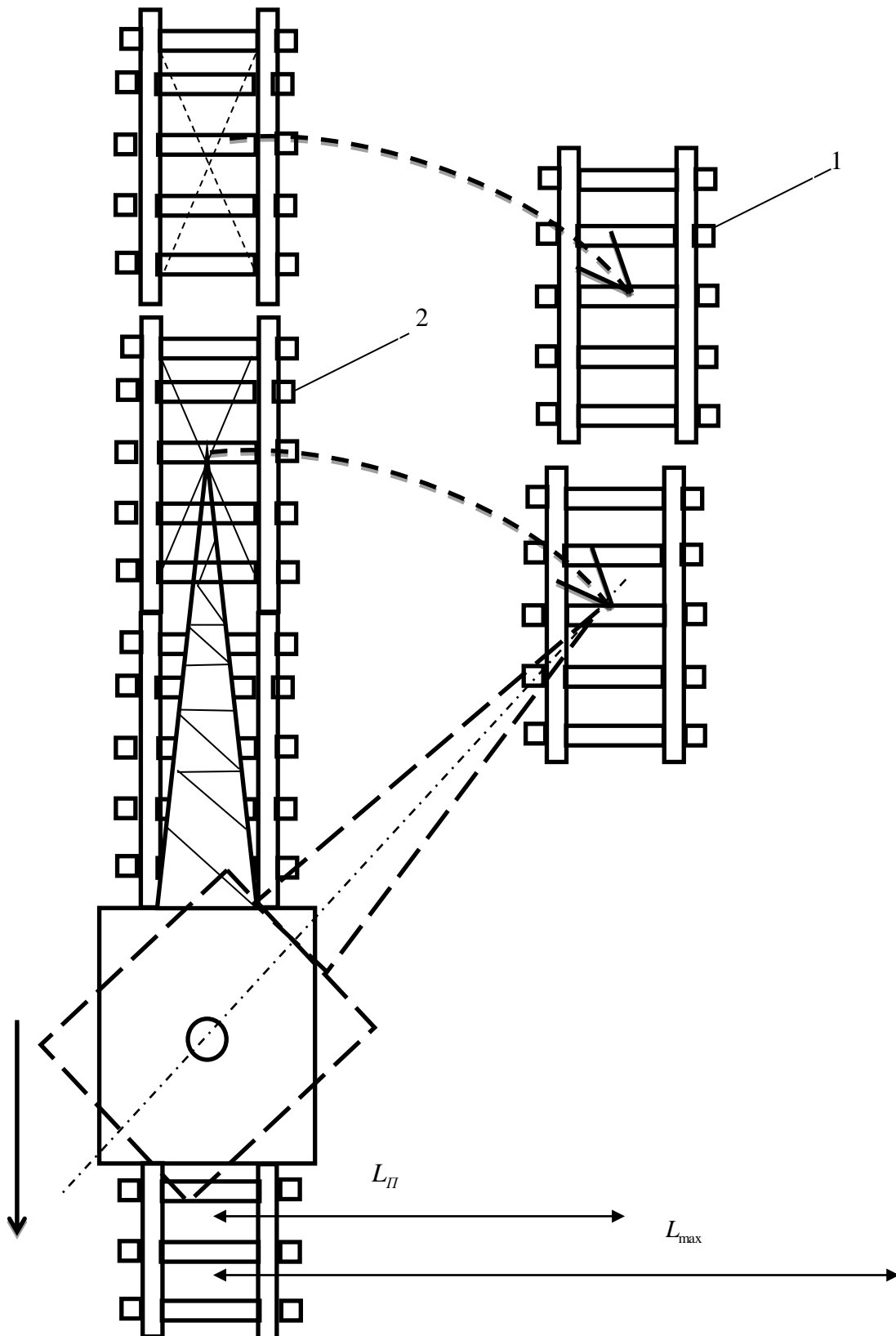


Рис. 3.3. - Схема пересування колії краном: 1 – перенесена в нове положення ланка; 2 – підготовлена для перенесення ланка; L_{Π} – відстань пересування; L_{max} – найбільша відстань пересування, що дорівнює вильоту стріли крана

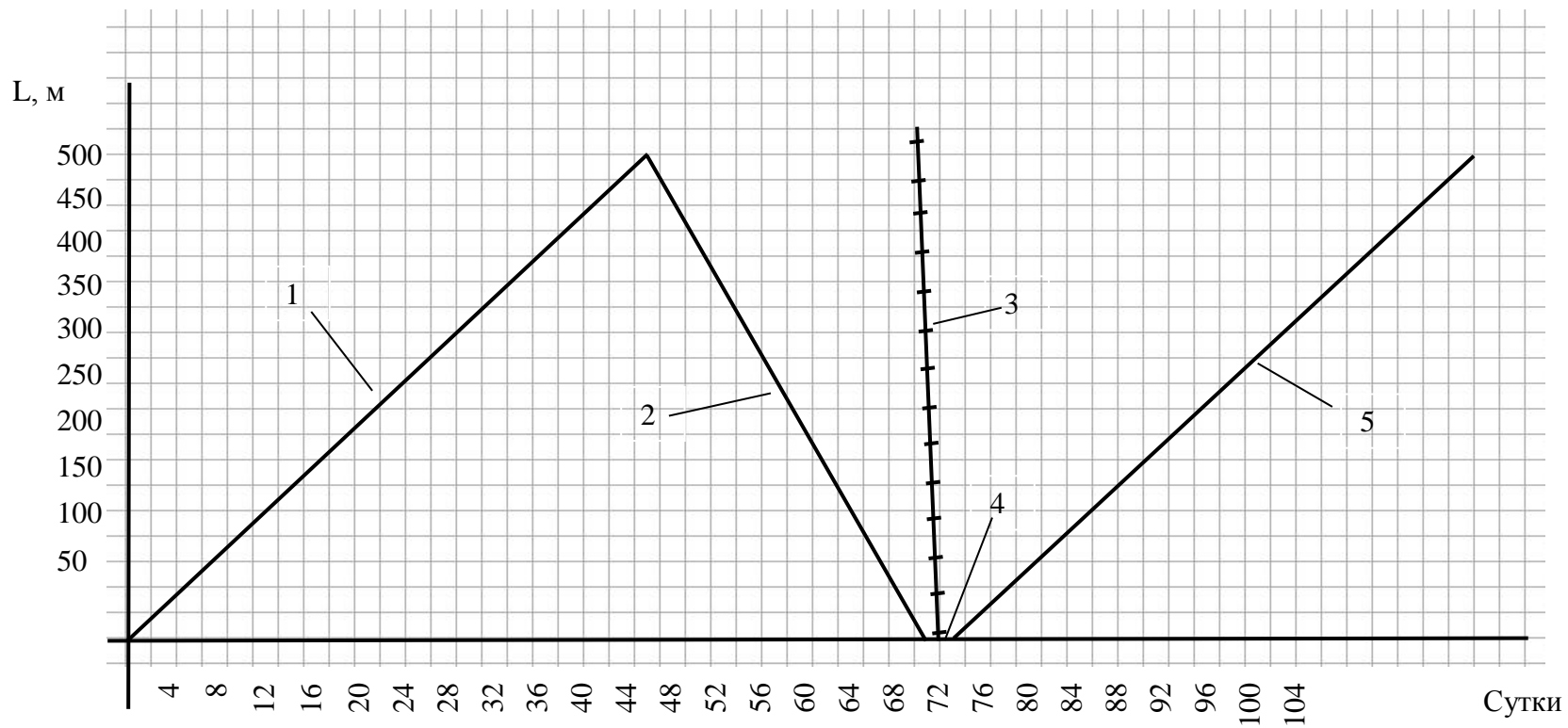


Рис. 3.4. Планограма формування відвальної заходки: 1 – відсіпання нижнього підступу і бічного навалу (прямий хід екскаватора); 2 – відсіпання верхнього підступу (зворотний хід екскаватора); 3 – переукладання залізничної колії; 4 – підготовка екскаватором початкового робочого майданчика для відсіпання наступної заходки; 5 – відсіпання нижнього підступу наступної відвальної заходки і бічного навалу (прямий хід екскаватора)

Як видно з наведеної планограми, довжина відвальної заходки становить 500 м. Плановий час формування її нижнього підступу (прямим ходом) – 41 доба, а верхнього підступу (зворотним ходом) – 22 доби.

Тривалість формування початкового робочого майданчика наступної заходки – 2 доби. До моменту закінчення цієї технологічної операції буде виконане переукладання залізничної колії, і на 65-у добу екскаватор повинен почати відсипання наступної заходки прямим ходом.

Вже зазначалося (Частина 1, підрозділ 3.6.1), що базовими умовами організації відвалоутворення і складування при доставці гірничої маси залізничним транспортом (за винятком складування в приймальні бункери ДЗФ) є:

– до повернення екскаватора зворотним ходом в початок заходки (при відсипанні верхнього ярусу відвалу) залізнична колія повинна бути переміщена в нове положення за винятком ділянки навпроти початкового робочого майданчика екскаватора (при відсипанні початкового робочого майданчика наступної відвальної заходки по ній триватиме доставка гірничої маси);

– коли екскаватор переходить на відсипаний новий початковий робочий майданчик, зазначена ділянка залізничної колії вже повинна бути перенесена в нове положення та примикати колії до основної відвальної колії.

Отже планограма і її аналіз підтверджують, що базові умови організації відвалоутворення при доставці гірничої маси кар'єрним залізничним транспортом в нашому прикладі виконуються.

ВИСНОВКИ

1. Відвалоутворення при доставці гірничої маси залізничним транспортом, включає наступні технологічні процеси і операції:

- доставку гірничої маси потягами і її вивантаження;
- виймання екскаватором породи з приямку, відсипання нижнього підступу і бічного навалу (прямий хід), а також верхнього підступу (зворотний хід);
- підготовку екскаватором початкового робочого майданчика для відсипання наступної відвальної заходки;
- переукладання залізничної колії.

2. Задачею організації є просторове і часове узгодження поточних параметрів зазначених технологічних процесів і операцій:

- місць і часу установки думпкарів під розвантаження з роботою екскаватора;
- підготовки приямків з обміном потягів;
- пересування і перемикання екскаватора з обміном потягами;
- роботи екскаватора зворотним ходом з переукладанням залізничної колії;
- підготовки початкового робочого майданчика екскаватором з переукладанням залізничного путі на ділянці під'їзду до нової відвальної заходки.

3. Організація виконання зазначених технологічних процесів і операцій регламентується відповідними документами в текстовій і графічній формі (паспортами робочих місць і процесів, службовими інструкціями, частиною правил безпеки та ін.).

4. Також в даному завданні розрахована і побудована планограма відвалоутворення, що наочно зображає просторово-часове узгодження планових і поточних параметрів, взаємодіючих технологічних процесів:

– час початку і тривалість прямого і зворотного ходу екскаватора (відповідно 82-а та 44 зміни);

– час початку і тривалість підготовки початкового робочого майданчика екскаватора (відповідно 63-я та 2 зміни);

- час початку і тривалість переукладання залізничної колії (відповідно 62-а і 2 зміни).

ЛІТЕРАТУРА

1. Организация, планирование и управление производством в горной промышленности / Н.Я. Лобанов, Ф.Г. Грачев, С.С. Лихтерман и др. М.: Недра, 1989. 516 с.

2. Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах / И.И. Русских. М.: Недра, 1979. 221 с.

3. Отвальное хозяйство карьеров / И.И. Русских. М.: Недра, 1971. 240 с.

4. РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ "РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДВАЛУОУТВОРЕННЯ ПРИ ДОСТАВЦІ ГІРНИЧОЇ МАСИ КАР'ЄРНИМ АВТОТРАНСПОРТОМ"

4.1. Зміст завдання і методичні вказівки до його виконання

Розглядається розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси автотранспортом, що включає формування вибірки правил безпеки, які відображають, в т.ч. і вимоги організації, розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відсипання відвалів, а також побудова планограми їх виконання.

4.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані до виконання завдання:

- склад і послідовність технологічних процесів і операцій;
- обладнання, що застосовується і його технологічні параметри;
- технологічна схема відвалоутворення.

4.1.2. Послідовність виконання завдання

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації відвалоутворення.

Аналіз взаємодії технологічних процесів виконується для того, щоб визначити, взаємодію яких саме процесів і операцій слід узгоджувати. З цього впливають задачі їх організації.

2. Формування вибірки основних правил безпеки, що регламентують організацію технологічних процесів при відвалоутворення.

Як відомо, частина правил безпеки, регламентують, як потрібно виконувати технологічні процеси і операції, тобто, по суті, задають організацію. У зв'язку з цим, треба вибрати та навести ряд саме таких правил в якості текстової форми задання організації.

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відвалоутворення.

Визначається динаміка просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відвалоутворення для побудови планограми.

Послідовність розрахунку задається методикою. Для наочності вона представлена в формі алгоритму (див. підрозділ 4.2. Приклад розробки організації відвалоутворення при доставці гірничої маси автотранспортом, рис. 4.2).

4. Побудова плануєрами відвалоутворення при доставці гірничої маси автотранспортом:

- плануєрама будується в обраному самостійно масштабі;
- на плануєрамі повинні бути показані операції відсипання секторів розвантаження і їх послідовність, робота бульдозера із зіштовхування гірничої маси бульдозером, планування поверхні сектору та його переміщення по секторах;
- наводиться аналіз плануєрама, в т.ч. перевірка виконання базових умов.

Висновок.

Формулюється за результатами аналізу розрахунків плануєрама і має містити отримані відомості, необхідні для організації вказаних технологічних процесів та операцій.

Література.

Наводиться список літературних джерел.

4.2. Приклад виконання розрахункового завдання "Розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом"

4.2.1. Вихідні дані

Технологічні процеси та операції, що здійснюються при відвалоутворенні з доставкою гірничої маси кар'єрним автотранспортом:

- 1) доставка гірничої маси автосамоскидами і її вивантаження;
- 2) зіштовхування гірничої маси під укис бульдозером;
- 3) обвалування неробочих секторів і планувальні роботи.

Обладнання, що застосовується

Автосамоскиди САТ 785С:

- вантажопідйомність - 136 т;
- місткість кузова – 57 м³;
- середня швидкість у навантаженому стані – 25 км / год;
- середня швидкість порожняком – 40 км / год;
- час розвантаження $t_p = 1$ хв;
- ширина кузова – 6,2 м.

Бульдозери САТ - D9R:

- максимальне підняття лемеша над рівнем гусениць – 882 мм;
- висота відвалу з піддашником – 1934,0 мм;
- максимальне поглиблення лемеша нижче рівня гусениць – 748,0 мм;
- ширина лемеша – 4,3 м.
- об'єм призми волочіння – 13,5 м³.

Типова технологічна схема відвалоутворення при доставці гірничої маси автотранспортом представлена на рис. 4.1. .

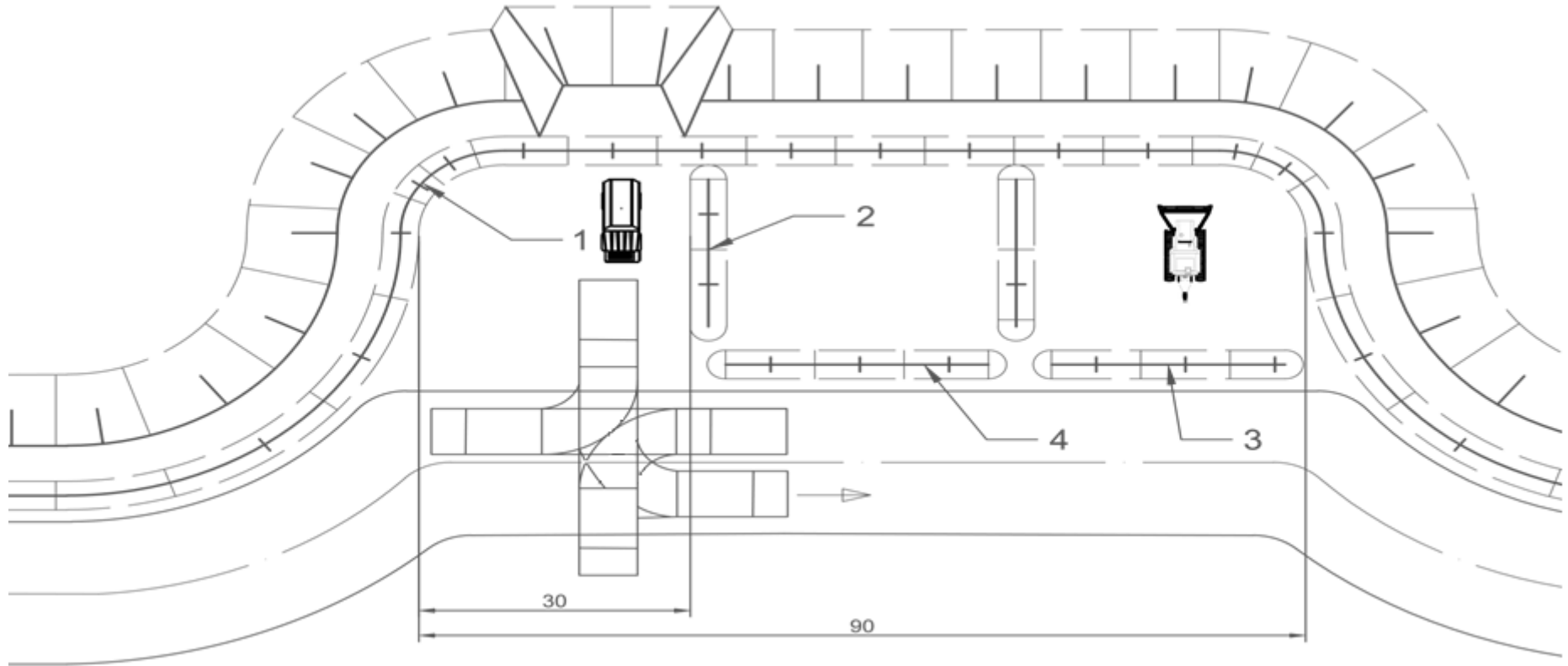


Рис. 4.1. Типова технологічна схема відвалоутворення і складування гірничої маси при використанні автотранспорту: 1 – запобіжний вал; 2 – розділові вали між секторами розвантаження; 3 – тимчасовий заборонний вал резервного сектора розвантаження; 4 – тимчасовий заборонний вал другого сектора розвантаження

4.2.2. Розробка організації відвалоутворення при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації відвалоутворення

Як відомо, розрахунок організації будь-якого технологічного процесу відкритої розробки родовища полягає у визначенні динаміки поточних параметрів і показників його взаємодіючих операцій або операцій взаємодіючих процесів. Основний принцип такого визначення – просторово-часове узгодження взаємодіючих операцій.

У нашому випадку має місце просторово-тимчасова взаємодія кінцевих операцій транспортування та операцій власне відвалоутворення:

- маневрів автосамоскидів у секторі розвантаження;
- установок автосамоскидів під розвантаження;
- розвантаження автосамоскидів;
- виїздів автосамоскидів з місця розвантаження;
- зворотних маневрів для виїзду із сектору розвантаження;
- обвалування бульдозером неробочого сектору розвантаження запобіжними і розділовими валами;
- зіштовхування бульдозером гірничої маси під укіс відвального ярусу;
- переїздів бульдозера в сусідній сектор.

Просторово-часова взаємодія зазначених операцій полягає в узгодженні місця і часу виконання одних операцій з місцем і часом виконання інших.

Відповідно, в нашому випадку задачі організації полягають в узгодженні:

- 1) маневрів автосамоскидів для установки під розвантаження з роботою бульдозера;
- 2) операції розвантаження автосамоскидів з роботою бульдозера;
- 3) зміни секторів розвантаження з роботою бульдозера.

2. Основні правила безпеки, що регламентують організацію технологічних процесів при відвалоутворенні

Однією з форм задання організації є різні інструктивні і регламентуючі документи, в т.ч. і частина правил безпеки. Основні з них подано нижче.

1. Відповідальність за безпечну організацію робіт з приймання гірничої маси в секторі розвантаження (видачу наряду бульдозеристу, контроль за його виконанням, комплектність знаків, заявку на приймання гірничої маси і кількості самоскидів відповідно до параметрів секторів, контроль за виконанням заявки) протягом зміни несе гірничий майстер.

2. Бульдозерист несе відповідальність за підтримання протягом зміни стану майданчика розвантаження самоскидів і виконання наряду з прийомки гірничої маси у відповідності з паспортом відвальної ділянки.

3. Керівник зміни в кар'єрі несе відповідальність за виконання вимог безпеки машиністом бульдозера при прийомці гірничої маси на відвальній ділянці.

4. Сектори повинні бути облаштовані вздовж усього фронту розвантаження автосамоскидів з поперечним ухилом не менше 3° , спрямованим від бровки в глибінь майданчика на відстані не менше 10 м і породним валом висотою не менше 1,8 м.

5. Заповнений сектор захищається породним валом, підосва якого розташовується на відстані 5 м від початкового положення верхньої бровки.

6. Мінімальна довжина сектора визначається в залежності від кількості автосамоскидів, що можуть розвантажуватись одночасно, з урахуванням ведення бульдозерних робіт, параметрів обладнання и безпечних відстаней (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Нормативні значення параметрів сектора розвантаження

Число самоскидів, що можуть розвантажуватись одночасно	1	2	3	4	5	6
Мінімальна довжина фронту розвантаження, L_ϕ , м	27	44	62	80	97	115
Мінімальна довжина сектора, L_c , м	30	53	71	89	106	124

7. Відвальна ділянка повинна бути укомплектована регулювальними знаками: «Зона розвантаження»; «Ближче, ніж на 5 м, не під'їжджати!»; «Розвантаження заборонено!»; "В'їзд заборонено!".

Вони встановлюються на тумбах на висоті не менше 2,0 м від поверхні розвантажувального майданчика.

8. Освітленість секторів в нічний час має бути не менше 3 лк. Світильники встановлюються таким чином, щоб унеможливити засліплення водіїв транспортних засобів і машиніста бульдозера.

9. Автосамоскиди повинні розвантажуватися в місцях, передбачених паспортом, де є відповідні знаки.

10. Подача автосамоскидів на розвантаження повинна здійснюватися заднім ходом, а робота бульдозера проводиться перпендикулярно верхній бровці розвантажувального майданчика. Рух бульдозера повинен здійснюватися виключно ножем вперед. При цьому мінімально допустима відстань від верхньої бровки уступу (гребеня валу) до краю гусениць бульдозера – 2 м.

11. Відстань між стоячими на розвантаженні і проїжджаючими транспортними засобами повинна бути не менше 5 м. Транспортні засоби на розвантаження необхідно зупинити не ближче 5 м з правого і не ближче 10 м з лівого боку від транспортного засобу, що стоїть на розвантаженні.

12. При виявленні загрози обвалу (заколу, просідання поверхні

розвантажувального майданчика) гірничий майстер зобов'язаний заборонити розвантаження автосамоскидів в небезпечній зоні і огородити її запобіжним валом.

13. Швидкість руху транспортних засобів на розвантажувальному майданчику не повинна перевищувати 10 км / год, а під час постановки на місце розвантаження – 5 км / год.

Забороняється:

- 1) робота в одному секторі бульдозера і автосамоскида;
- 2) перебування механізмів і людей, не пов'язаних з технологічним процесом в зоні роботи бульдозера і вантажівок;
- 3) рух автомобіля з піднятим кузовомю.

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відвалоутворення

Послідовність розрахунку динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій відвалоутворення задається методикою. Для наочності вона деталізована у формі алгоритму (рис. 4.2).

Нижче наведено розрахунок за кроками методики (з посиланням на деталізацію у формі алгоритму) відповідно до вихідних та додаткових даних: змінний плановий об'єм відсипки гірничої маси $Q_{пл} = 6$ тис. м³, нормативний сумарний час маневрів автосамоскидів на відвалі $t_m = 2$ хв.

1-й і 2-й кроки методики (блоки 1, 2 алгоритму) – початок розрахунків: підготовка даних.

3-й крок (блок 3). Розраховується планове число розвантажень за зміну:

$$r = \frac{Q_{пл}}{q_a}, \quad (4.1)$$

де q_a – вантажопідйомність заданої моделі автосамоскида, т;

$Q_{пл}$ – змінна планова маса породи, що відсипається, т:

$$Q_{пл} = 6000 \text{ м}^3 \cdot 3 \text{ т/м}^3 = 18000 \text{ т.}$$

Тоді

$$r = \frac{18000}{136} = 133 \text{ розвантажень.}$$

Знаходиться розрахунковий інтервал розвантажень самоскидів по одному:

$$t_{и.расч} = \frac{T_{см}}{r}, \quad (4.2)$$

де $T_{см}$ – тривалість зміни, години.

Звідси

$$t_{и.расч} = \frac{11 \cdot 60}{133} = 5 \text{ хв.}$$

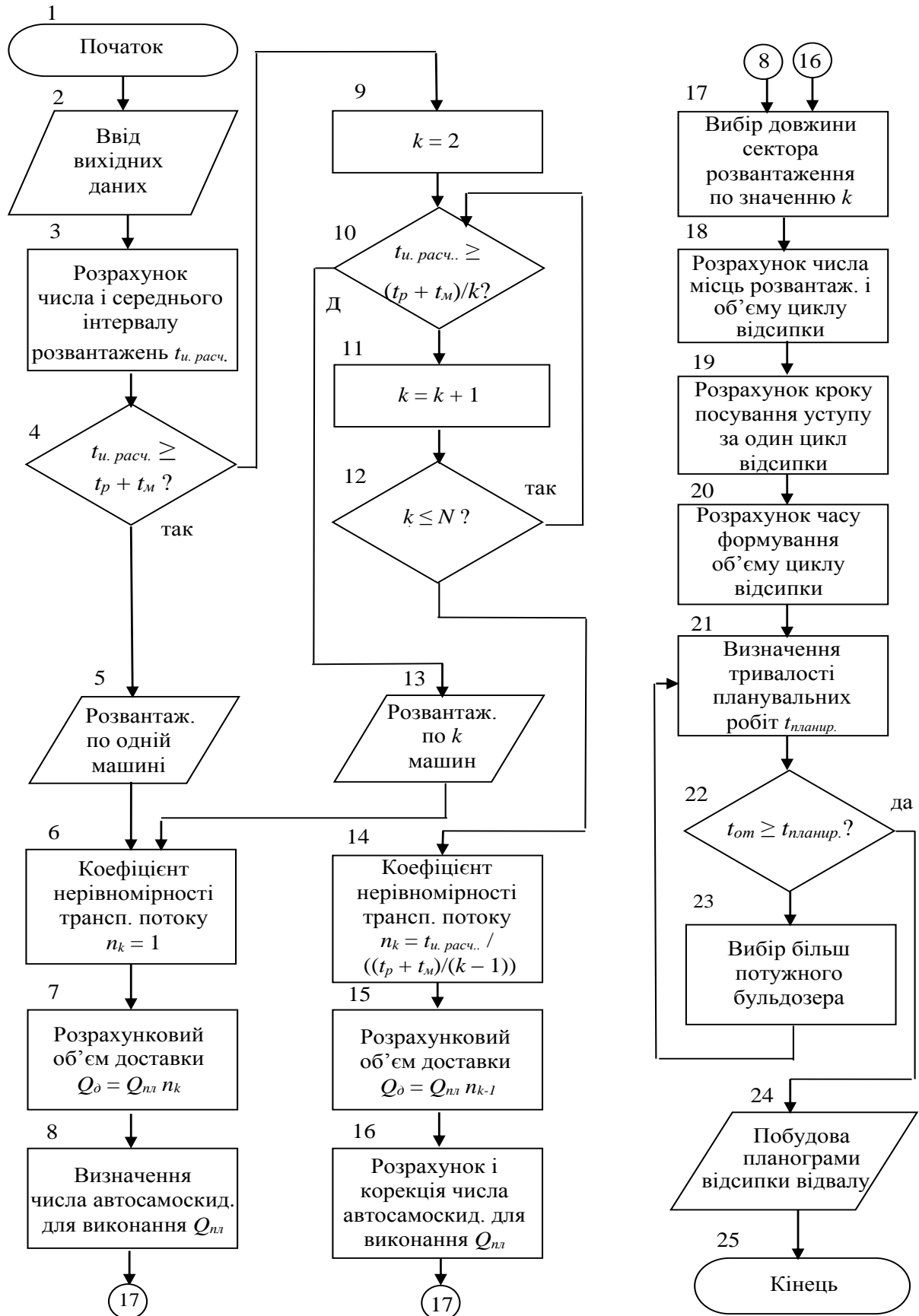


Рис. 4.2. Блок-схема алгоритму розрахунку організації відсіпки відвалу

4-й крок (блоки 4, 5, 6). Перевірка умови:

$$t_{u. \text{ расч.}} \geq t_p + t_m, \quad (4.3)$$

де t_p – час розвантаження автосамоскида, 1 хв;
 t_m – сумарний час маневрів автосамоскида на відвалі, 4 хв (по даним ПГЗКа).

$$5 \text{ хв} \geq (2+1) \text{ хв} ?$$

Позаяк нерівність дотримується, то приймаємо, що автосамоскиди розвантажуються по одному, а відтак коефіцієнт нерівномірності транспортного потоку $n_k = 1$.

5-й крок (блок 7). Визначається розрахунковий об'єм доставки:

$$Q_d = Q_{nl} \cdot n_k; \quad (4.4)$$

$$Q_d = 6000 \cdot 1 = 6000 \text{ м}^3/\text{змiна}.$$

6-й крок (блок 8, 17). Розрахунок необхідного число автосамоскидів в роботі на зміну:

$$N = \frac{r}{N_p}, \quad (4.5)$$

де N_p – розрахункове число рейсів автосамоскидів:

$$N_p = \frac{60 \cdot T_{cm} \cdot K_u}{T_p}, \quad (4.6)$$

де T_{cm} – тривалість зміни, 12 годин;

K_u – коефіцієнт використання робочого часу автосамоскидами, 0,75;

T_p – розрахунковий час рейсу, хв:

$$T_p = (L_{cp}/v) \cdot 60 + 2 \cdot t_m, \quad (4.7)$$

де v – середня швидкість завантаженого автосамоскида, 25 км/год.

$$T_p = (3/25) \cdot 60 + 2 \cdot 2 = 11,2 \text{ хв}.$$

Приймаємо $T_p = 15$ хв (4 хв на виїзд з кар'єру).

Тоді:

$$N_p = \frac{60 \cdot 11 \cdot 0,75}{15} = 33 \text{ рейсів},$$

а необхідне число автосамоскидів в роботі на зміну:

$$N = \frac{132}{33} = 4 \text{ автосамоскида.}$$

оскільки в нашому випадку був визначений порядок розвантаження по одному автосамоскиду, приймаємо довжину одного сектору розвантаження $l_c = 30$ м (згідно з даним табл. 4.1).

Тоді довжина відвального фронту розвантаження

$$l_\phi = 100 \text{ м.}$$

7-й крок (блок 18). Розрахунок числа місць розвантаження автосамоскидів в секторі:

$$m_c = \frac{l_c}{p_c}; \quad (4.8)$$

де l_c – довжина фронту сектора розвантаження;
 p_c – ширина кузова заданої моделі автосамоскида.

$$m_c = \frac{30}{6,2} = 5 \text{ місць.}$$

8-й крок (блок 19). Визначення переміщення фронту сектора розвантажень за один цикл:

$$B_y = \frac{V_\psi}{(h_y \cdot l_c)}; \quad (4.9)$$

де V_ψ – об'єм відсипки за один цикл;
 h_y – висота відвального уступу, 15 м;
 l_c – довжина сектора, 30 м.

Тут

$$V_\psi = m_c \cdot n_{раз} \cdot V_{куз}, \quad (4.10)$$

де $n_{раз}$ – число розвантажень автосамоскидів з одного місця (виходячи з прийнятої висоти уступу и вантажопідйомності було прийнято 5);

$V_{куз}$ – об'єм кузова автосамоскида.

Тоді

$$V_{ц} = 5 \cdot 5 \cdot 57 = 1425 \text{ м}^3,$$

$$B_y = \frac{1425}{(15 \cdot 30)} = 3,2 \text{ м.}$$

9-й крок (блок 20). Розрахунок часу формування об'єму відсипки за один цикл:

$$t_{om} = (t_{m1} + t_p) \cdot m_c \cdot n_{роз}; \quad (4.11)$$

$$t_{от} = (2 + 1) \cdot 5 \cdot 5 = 75,$$

$$t_{от} = 75 \text{ хв.}$$

10-й крок (блок 21). Визначення об'єму гірничої маси, який переміщається бульдозером (дорівнює 20-30% від об'єму похилого шару $n_{раз} \cdot V_{куз}$, відсипаного с одного місця розвантаження автосамоскидів):

$$V_{план} = 0,2 \cdot V_{ц} = 0,2 \cdot 1425 = 285 \text{ м}^3. \quad (4.12)$$

Визначається тривалість планувальних робіт бульдозера:

$$t_{план} = \frac{V_{план}}{Q_{б}}, \quad (4.13)$$

де $Q_{б}$ – продуктивність бульдозера:

$$Q_{б} = \frac{3600 \cdot q_{пр} \cdot k_n}{t_{ц,б} \cdot k_p}. \quad (4.14)$$

Тут $q_{пр}$ – об'єм призми переміщення гірничої маси, $13,5 \text{ м}^3$;
 $t_{ц,б}$ – тривалість циклу зіштовхування гірничої маси під укіс, с;
 k_n – коефіцієнт наповнення геометричного об'єму призми переміщення гірничої маси, 1,1;
 k_p – коефіцієнт розпушення гірничої маси, 1,3.

$$Q_{б} = \frac{3600 \cdot 13,5 \cdot 1,1}{60 \cdot 1,3} = 685 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Отже,

$$t_{план} = 285/685 = 0,42 \text{ год} = 25,2 \text{ хв.}$$

Блоки 9-16 алгоритму деталізують методику для випадку одночасного розвантаження двох і більше самоскидів.

4. Плянограма відвалоутворення при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом

За результатами наведених вище розрахунків побудована плянограма відвалоутворення при доставці гірничої маси автотранспортом (рис. 4.3).

Як видно з наведеної плянограми, ділянка відвалоутворення включає три розвантаження автосамоскидів довжиною по 30 м (показані на вертикальній осі). Завантажуються вони послідовно. Розрахунковий час формування кожного з цих секторів – 75 хв.

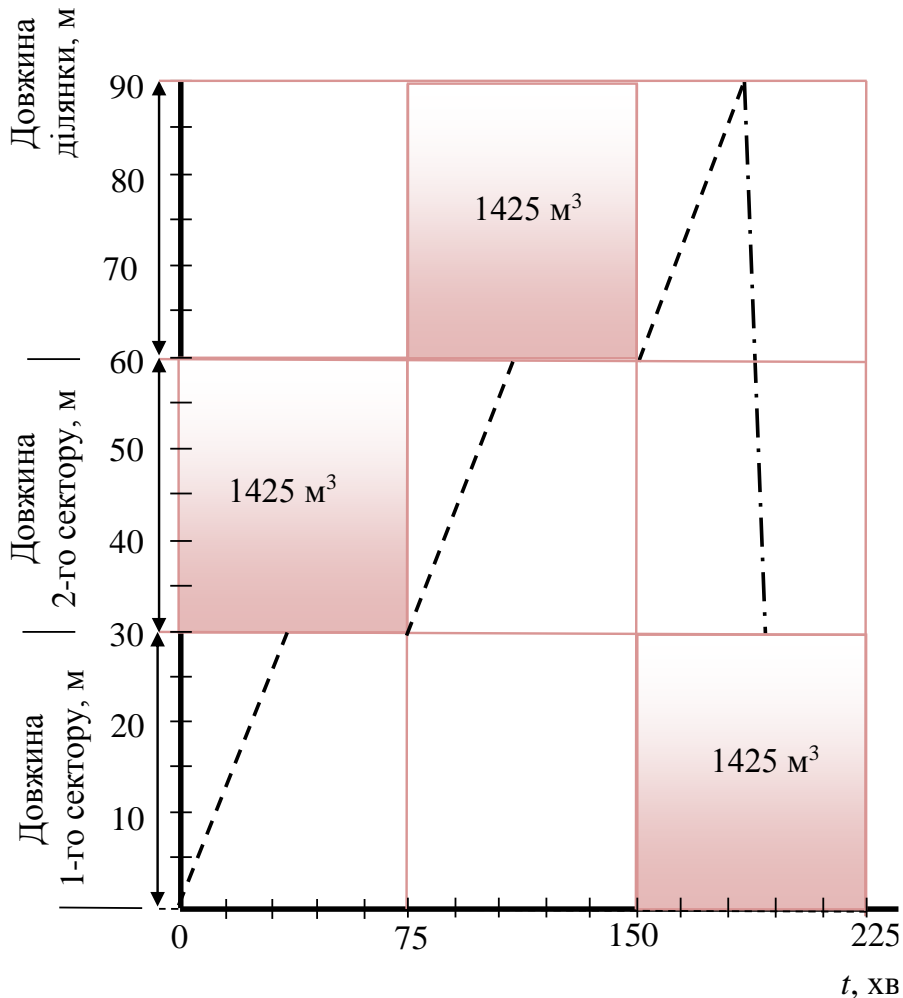


Рис. 4.3. Приклад плянограми відвалоутворення при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом: - - - — переміщення (робота) бульдозера в сформованому секторі розвантаження; - · - — переїзд бульдозера після закінчення роботи з 3-го до 1-го сектора.

Після відсипання 1425 м³ гірничої маси в черговому секторі він "закривається" для розвантаження автосамоскидів, які починають розвантажуватися в наступному секторі, а в сформованому секторі починає планувальні роботи бульдозер. Він зіштовхує частину розвантаженої автосамоскидами гірничої маси, яка розташувалася вище поверхні відвалу, і

колишній запобіжний вал під укiс уступу за 25,2 хв.

Крім того, бульдозер виконує планування робочого майданчику і формує новий запобіжний, а також розділові і тимчасовий заборонний вали. Розрахунковий час виконання цих технологічних операцій був прийнятий рівним $0,3 t_{план}$, тобто 7,56 хв.

Далі бульдозер переміщається до сектору, в якому наразі розвантажуються автосамоскиди, і очікує закінчення його формування або виконує необхідні допоміжні роботи в межах відвальної ділянки.

Розраховані в прикладі значення тимчасових інтервалів 75 хв і 32,8 хв задовольняють базовому принципу організації відвалоутворення при доставці гірничої маси кар'єрним автотранспортом.

Фіксація на планограмі планового руху бульдозера і часу зміни секторів розвантаження дозволяє оперативно контролювати відповідність фактичного ходу відсипання заходок його розрахунковій організації і управляти цим процесом.

ВИСНОВКИ

1. Розробка організації відвалоутворення під час проведення відкритих гірничих робіт полягає в просторово-часовому узгодженні параметрів взаємодіючих технологічних процесів (операцій):

- доставка гірничої маси автосамоскидами і її вивантаження;
- зіштовхування гірської маси бульдозером;
- чередування зміни секторів розвантаження.

2. Виконання зазначених технологічних процесів і операцій в текстовій і графічній формі регламентується відповідними документами – паспортами робочих місць і процесів, службовими інструкціями, частиною правил безпеки та планограмою робіт.

3. В даному завданні розрахована і побудована планограма, що представляє в графічній формі просторово-часове узгодження планових і поточних параметрів зазначених вище взаємодіючих технологічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах / И.И. Русских. М.: Недра, 1979. 221 с.
2. Отвальное хозяйство карьеров / И.И. Русских. М.: Недра, 1971. 240 с.
3. Перемещение и складирование горной массы: Учебник 2-е изд., стер. / С.А. Гончаров. М.: Издательство МГГУ, 2000. 285 с.

5. РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ "РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ"

5.1. Зміст завдання і методичні вказівки до його виконання

Розглядається розробка організації роботи перевантажувального пункту (ПП) в кар'єрі або на поверхні при доставці гірничої маси автотранспортом і екскаваторному навантаженні в кар'єрний залізничний транспорт. Розробка організації перевантажувальних робіт на таких ПП вимагає узгодження динаміки параметрів вхідного транспортного потоку, процесів складування і виймально-навантажувальних робіт, а також вихідного транспортного потоку.

Відповідно, розробка організації перевантажувальних робіт включає відбір правил безпеки, що відображають вимоги до неї. Крім того, розраховується динаміка просторово-часових параметрів взаємодіючих технологічних процесів, а також будується планограма роботи ПП.

5.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані до виконання завдання:

- склад і послідовність виконуваних технологічних процесів і операцій;
- обладнання, що застосовується і його технологічні параметри;
- технологічна схема перевантажувальних робіт.

5.1.2. Послідовність виконання завдання

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації перевантажувальних робіт.

Аналіз взаємодії технологічних процесів виконується для того, щоб визначити, взаємодію яких саме процесів і операцій необхідно узгоджувати. З аналізу слідує задачі організації.

2. Вибір основних правил безпеки, що регламентують і задають організацію технологічних процесів перевантажувальних робіт.

Як відомо, частина правил безпеки, регламентують, як потрібно виконувати технологічні процеси і операції, тобто, по суті, задають організацію. У зв'язку з цим, потрібно навести ряд саме таких правил в якості текстової форми завдання організації.

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій перевантажувальних робіт.

Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів доставки гірничої маси автосамоскидами, її складування, відвантаження та відправлення залізничним транспортом виконується для їх *взаємоузгодження і побудови планограми*.

Його послідовність задається методикою (її реалізацію – див. у підрозділі 5.2. Приклад розробки організації перевантажувальних робіт).

4. Побудова планограми перевантажувальних робіт:
- масштаб обирається самостійно;
 - у формі графіків відображається виконання процесів формування і відвантаження секторів складу;
 - виконується аналіз побудованої планограми.

5. Висновок

Формулюється за результатами аналізу розрахунків і планограми і має містити отримані основні відомості з організації даної технології.

6. Література

Наводиться список літературних джерел.

5.2. Приклад виконання розрахункового завдання "Розробка організації перевантажувальних робіт"

5.2.1. Вихідні дані

Технологічні процеси та операції, що виконуються на ПП:

- 1) доставка гірничої маси автосамоскидами і її вивантаження;
- 2) зіштовхування гірничої маси під укіс бульдозером, планувальні роботи, допоміжні і підготовчі операції;
- 3) виймально-навантажувальний процес (навантаження залізничних потягів екскаватором);
- 4) доставка гірничої маси потягами на ДЗФ або відвали.

Основні технологічні параметри ПП і модельний ряд обладнання:

- довжина ПП 118 м,
в т.ч сектори А, В – по 50 м і роздільний сектор 18 м;
- висота сектора перевантажувального пункту 13 м;
- тривалість зміни 12 год;
- екскаватор ЕКГ-8И;
- автосамоскиди САТ 785С;
- бульдозер САТ-D9R;
- думпкари 2ВС-105;
- локомотив ОПЕ-1 АМ.

Технологічні параметри екскаватора ЕКГ – 8И:

- місткість ковша 8 м³;
- максимальний радіус черпання 18,4 м;
- радіус черпання на рівні стояння 12,2 м;
- максимальний радіус розвантаження 16,3 м;
- максимальна висота розвантаження 8,6 м;
- тривалість циклу черпання-навантаження 28 сек.

Технологічні параметри бульдозера САТ-D9R:

- максимальне підняття відвалу над рівнем гусениць 882 мм;
- висота відвалу з піддашником 1934,0 мм;

- максимальне заглиблення відвалу нижче рівня гусениць 748,0 мм.

Технологічні параметри автосамоскида CAT 785C:

– вантажопідйомність 136 т;
 – місткість кузова 57 м³;
 – середня швидкість з вантажем 56 км / год;
 – середня швидкість порожняком 30 км / год;
 – дальність транспортування 3 км.

Технологічні параметри думпкара 2BC-105:

– вантажопідйомність 105 т;
 – геометричний об'єм кузова 50 м³
 – ширина 3,1 м;
 – висота 3 м;
 – маса 78 т.

Технологічні параметри тягового агрегату ОПЕ-1 АМ:

– ширина колії 1520 мм;
 – вантажопідйомність моторного думпкара, максимум 45,5 т;
 – сила тяги дотична, кН, не менше:
 – на початку руху 1270;
 – в 15-хвилинному режимі 1070;
 – в автономному режимі 196.

Типова технологічна схема перевантажувального пункту представлена на рис. 5.1. Як видно з технологічної схеми, перевантажувальний пункт включає три сектори:

1) роздільний довжиною 18 м, в якому розвантаження автосамоскидів не проводиться; сектор призначений для забезпечення вантажотransпортних зв'язку між верхнім і нижнім робочими майданчиками, а також для електропостачання екскаватора; для цього проведено автомобільний з'їзд; крім того, цей сектор забезпечує безпеку руху автосамоскидів і бульдозерів: виконує функцію запобіжної зони між секторами відвантаження і завантаження гірничої маси (сектори А і В);

2) завантажувальний (на рис. 5.1 - сектор А) довжиною 50 м, в якому відбувається розвантаження автосамоскидів CAT 785C і зіштовхування гірничої маси бульдозером CAT-D9R під укіс; завантаження сектора здійснюється допоки сектор не буде сформований в повному обсязі;

3) розвантажувальний (на рис. 5.1 – сектор В), довжиною теж 50 м, в якому екскаватором ЕКГ-8І здійснюється виймання і навантаження гірничої маси в думпкари з наступною доставкою на ДЗФ або відвали.

4) мінімальна довжина сектора залежить від габаритів автотранспорту, бульдозера і кількості автосамоскидів, що можуть розвантажуватись одночасно (див. табл. 5.1; в нашому випадку приймаємо – 2 автосамоскиди).

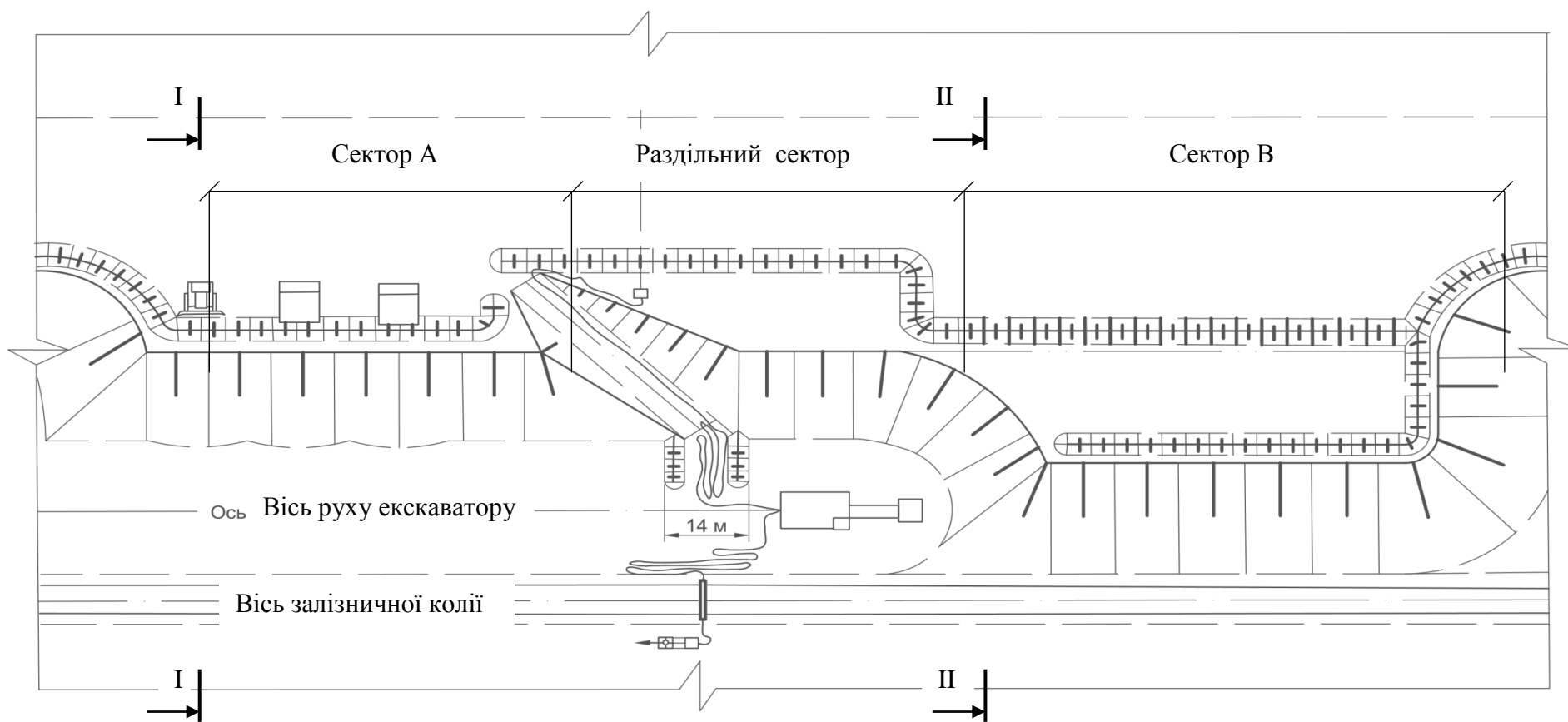


Рис. 5.1. Типова технологічна схема перевантажувального пункту гірничої маси

5.2.2. Розробка організації перевантажувальних робіт

1. Аналіз взаємодії технологічних процесів і визначення задач організації перевантажувальних робіт

Аналіз взаємодії технологічних процесів на ПП показує, що слід узгоджувати:

- 1) маневри автосамоскидів для установки під розвантаження з роботою бульдозера;
- 2) операцію розвантаження автосамоскидів з роботою бульдозера;
- 3) роботу бульдозера з роботою екскаватора;
- 4) місце і час установки думпкарів під навантаження з роботою екскаватора.

Відповідно, задачами організації зазначених взаємодіючих технологічних процесів і операцій є просторове і часове узгодження (взаємоув'язка) їх поточних параметрів.

2. Основні правила безпеки, що, по суті, регламентують і організацію технологічних процесів при перевантажувальних роботах

Як відомо, однією з форм завдання організації є різні інструктивні і регламентуючі документи, в т.ч. і частина правил безпеки.

Основні з них наведено нижче.

1. Відповідальність за безпечну організацію робіт з приймання і відвантаження гірничої маси на перевантажувальному пункті (видача наряду бульдозеристу і машиністу екскаватора; контроль за його виконанням, комплектність знаків; заявка на приймання гірничої маси на ПП за кількістю автосамоскидів відповідно параметрам секторів і контроль за виконанням заявки) протягом зміни несе гірничий майстер.

2. Бульдозерист несе відповідальність за підтримання протягом зміни майданчика розвантаження самоскидів і виконання наряду з приймання гірничої маси відповідно до паспорту ПП.

3. Висота ярусу ПП не повинна перевищувати максимальну висоту черпання екскаватора.

4. Зона роботи екскаватора і зона розвантаження автосамоскидів розмежовуються роздільним сектором (нейтральною зоною) і позначаються відповідними знаками.

5. За необхідності сполучення між уступами необхідно влаштовувати бульдозерний з'їзд з ухилом не більше 20° , який може розташовуватися в зоні розділу секторів (рис. 5.1).

6. Зона розвантаження самоскидів повинна бути влаштована вздовж усього фронту розвантаження з поперечним ухилом не менше 3° , спрямованим від бровки в глибину майданчика на відстань не менше 10 м, і породним валом висотою не менше 1,8 м.

7. Заповнений сектор (зона роботи екскаватора) захищається породним валом, подошва якого розташовується на відстані 5 м від верхньої бровки перевантажувального майданчика при відвантаженні у ярусі.

8. Під час проєктування і будівництва ПП мінімальна довжина сектора визначається в залежності від кількості самоскидів, що можуть розвантажуватись одночасно, з урахуванням ведення бульдозерних робіт, параметрів обладнання і безпечних відстаней (табл. 5.1).

Таблиця 5.1.

Нормативні значення параметрів сектора розвантаження

Кількість самоскидів, що можуть розвантажуватись одночасно	1	2	3	4	5	6
Мінімальна довжина фронту розвантаження L_{ϕ} , м	27	44	62	80	97	115
Мінімальна довжина сектора L_C , м	30	53	71	89	106	124

Сектор обмежується тумбами для установки знаків, що виставляються при будівництві ПП відповідно до меж секторів, зазначеними в проєкті. Тумби виставляються по одній лінії, по межі призми можливого обвалення після відпрацювання секторів (відповідно до проєкту ПП), але не ближче 5 м від верхньої бровки підбраного укусу. При експлуатації ПП переміщати тумби для установки знаків, забороняється.

9. Перевантажувальний пункт повинен бути укомплектований регулювальними знаками: «Зона розвантаження», «Ближче, ніж 5м, не під'їжджати!», «Розвантаження заборонено!», «В'їзд заборонено!». Вони встановлюються на тумбах на висоті не менше 2,0 м від поверхні розвантажувального майданчика.

10. Освітленість розвантажувального майданчика ПП в нічний час повинна бути не менше 3 лк. Світильники встановлюються таким чином, щоб виключити можливість засліплення ними водіїв транспортних засобів і машиніста екскаватора.

11. Автосамоскиди повинні розвантажуватися в місцях, передбачених паспортом і позначених відповідними знаками. При відсутності породного валу в секторі до набору кута природного укусу робота допускається під керівництвом посадової особи, відповідальної за контроль за безпечним виконанням робіт. При цьому розвантаження автосамоскидів допускається не ближче 5 м від верхньої бровки підбраного укусу (не перетинаючи лінію установки знаків).

12. Подача автомобілів на розвантаження повинна здійснюватися заднім ходом, а робота бульдозера – проводитися перпендикулярно верхній бровці роз-завантажувального майданчика. Рух бульдозера повинен проводитися тільки ножем вперед з мінімальною допустимою відстанню від верхньої брівки уступу (гребеня валу) до краю гусениць бульдозера – 2м.

13. Відстань між автосамоскидом, що стоїть на розвантаженні, і самоскидом, що проїжджає мимо, повинна бути не менше 5 м.

Автосамоскиди на розвантаження необхідно зупиняти не ближче 5 м з правого боку і не ближче 10 м з лівого боку від автосамоскида, що стоїть на розвантаженні.

3. Розрахунок динаміки просторово-часових параметрів технологічних процесів і операцій перевантажувальних робіт

А. Виймально-навантажувальні роботи

Продуктивність екскаватора при навантаженні в залізничний транспорт залежить від коефіцієнта забезпечення порожняком. З огляду на невелику відстань транспортування (3 км) і порівняно великий час навантаження 12 думпкарів (див. результат обчислення за формулою (5.22)) приймаємо коефіцієнт забезпеченості порожняком n_0 таким, що дорівнює 0,86.

Ширина заходки екскаватора A визначається за технологічною схемою (рис. 5.1) і становить 31,28, м.

Тоді змінна продуктивність екскаватора на ПП складі, $\text{м}^3 / \text{змїна}$:

$$Q_{\text{екз}} = (3600 * E * T_{\text{см}} * K_{\text{н}} * n_0) / (t_{\text{ц}} * K_{\text{р}} * k_{\text{І}}) = (3600 * 8 * 12 * 0,8 * 0,86) / (28 * 1,3 * 2,7) = 2589, \quad (5.1)$$

де E – місткість ковша екскаватора, м^3 ;

$T_{\text{см}}$ – тривалість зміни роботи екскаватора в часі, год;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт наповнення ковша;

n_0 – плановий коефіцієнт використання екскаватора в часі;

$t_{\text{ц}}$ – час робочого циклу екскаватора ЕКГ-8І при навантаженні в думпкар за конструктивними можливостями, с;

$k_{\text{І}}$ – коефіцієнт збільшення часу циклу екскаватора (з урахуванням "прицілювання" і проштовхування думпкарів), прийнято значення 2,7;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт розпушення породи в ковші.

Об'єм гірничої маси в секторі

$$V_{\text{сек}} = \frac{A * h_{\text{у}} * L_{\text{с}}}{k_{\text{р}}} = (31,28 * 13 * 50) / 1,3 = 15640, \text{ м}^3, \quad (5.2)$$

де $h_{\text{у}}$ – висота уступу, м;

$L_{\text{с}}$ – довжина сектору відвантаження, м.

Швидкість переміщення вибою

$$v_{\text{м}} = Q_{\text{екз}} * k_{\text{р}} / (A * h_{\text{у}}) = 2589 * 1,3 / (31,28 * 13) = 8,2 \text{ м/змїна}. \quad (5.3)$$

Кількість змін, за які екскаватор відпрацює один сектор

$$N_{\text{смен}} = V_{\text{сект}} / Q_{\text{экс}} = 15640/2589 = 6 \text{ змін.} \quad (5.4)$$

Очевидно, що другий сектор повинен бути сформований за час, не менший часу відпрацювання першого сектору (6 змін) з урахуванням часу перегону і розвертання екскаватора в нейтральній зоні.

Б. Вхідний транспортний потік

Об'єм гірничої маси, що перевозиться самоскидом за один рейс

$$V_{\text{Г.М}} = \frac{q_a * k_H}{\gamma * k_p} = \frac{136 * 1,1}{3 * 1,45} = 34,4 \text{ м}^3, \quad (5.5)$$

де q_a – вантажопідйомність самоскида, т;

γ – питома вага гірничої маси, (3 т/м³);

k_H – коефіцієнт наповнення кузова;

k_p – коефіцієнт розпушення породи в кузові.

Час рейсу самоскида:

$$T_p = t_{\text{п}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{ман}} + t_p = 5 + 22,5 + 8 + 1,5 = 37 \text{ хв,} \quad (5.6)$$

де t_n - час навантаження екскаватором ЕКГ-8І:

$$t_n = n_{\kappa} * t_{\text{у}} / 60, \text{ хв,} \quad (5.7)$$

$$\text{де } n_{\kappa} = q_a / (E * \gamma) = 136 / (8 * 3) = 6 \text{ ковшів,} \quad (5.8)$$

тоді

$$t_n = 6 * 50 / 60 = 5, \text{ хв;}$$

$t_{\text{ман}}$ – сумарний час маневрів самоскида у вибої і на складі (8 хв);

t_p – час розвантаження (1 хв);

$t_{\text{дв}}$ – час руху, хв;

За відомою формулою:

$$t_{\text{дв}} = \frac{60 * L_{\text{мп}}}{V_{\text{гр.авт}}} + \frac{60 * L_{\text{мп}}}{V_{\text{нор.авт}}} = (60 * 4,5 / 20) + (60 * 4,5 / 30) = 22,5 \text{ хв,} \quad (5.9)$$

де $L_{\text{мп}}$ – середня довжина транспортування гірничої маси самоскидами, км;

$V_{гр.авт.}$ – швидкість руху з вантажем (20 км / год);

$V_{пор.авт.}$ – швидкість руху порожняком (30 км / год).

Кількість рейсів одного самоскида за зміну

$$N_{рейс.авт.} = \frac{60 * T_{см} * K_{и}}{T_p} = 60 * 12 * 0,75 / 37 = 14,6 \approx 15 \text{ рейсів.} \quad (5.10)$$

Змінна продуктивність самоскида:

$$Q_{автосам} = 60 * T_{см} * V_{ГМ} * K_{н} * \frac{K_{и}}{T_p * K_p} = 60 * 12 * 34,4 * 1,1 * \frac{0,75}{37 * 1,3} = 516 \text{ м}^3 / \text{зміна.} \quad (5.11)$$

Необхідне число самоскидів в роботі на зміну

$$N_p = \frac{Q_{экг}}{Q_a} = 2589 / 516 = 4,6 \approx 5 \text{ самоскидів.} \quad (5.12)$$

Середній інтервал розвантаження самоскидів

$$t_{р.ср.} = (k T_{см} * 60) / (N_p * N_{рей.авт.}) = (0,9 * 12 * 60) / (4,6 * 15) = 9,4 \text{ хв.} \quad (5.13)$$

Число розвантажень самоскидів, необхідних для формування сектора:

$$N_{разгр} = V_{сек} / V_{г.м.} = 15940 / 34,4 = 463. \quad (5.14)$$

Відтак, тривалість формування сектора:

$$t_{форм} = N_{разгр} * t_{р.ср.} = 463 * 9,4 = 4363 \text{ хв} = 6,06 \text{ змін.} \quad (5.15)$$

В. Вихідний транспортний потік

Необхідне число рейсів кар'єрних залізничних потягів:

$$N_{р.см.} = Q_{экг} / V_{г.м.}, \text{ рейсів,} \quad (5.16)$$

де $V_{г.м.}$ – об'єм гірничої маси в навантаженому потязі:

$$V_{г.м.} = (q_d / \gamma) * n_{думп}, \text{ м}^3. \quad (5.17)$$

Тут q_d – вага гірничої маси в думпкарі:

$$q_d = (n_{к.д.} * E * \gamma * k_{н}) / k_p, \quad (5.18)$$

$$q_d = (8 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 0,7) / 1,3 = 103 \text{ т,}$$

де $n_{к.д.}$ – кількість ковшів в думпкарі:

$$n_{к.д.} = \frac{q_{д.п} \cdot k_p}{E \cdot \gamma \cdot k_n} = (105 \cdot 1,3) / (8 \cdot 3 \cdot 0,7) = 8 \text{ ковшів,} \quad (5.19)$$

де $q_{д.п.}$ – вантажопідйомність думпкара за паспортом, т.

В підсумку:

$$V_{г.м.} = \left(\frac{103}{3} \right) \cdot 12 = 412 \text{ м}^3,$$

а необхідна кількість рейсів потягів для перевезення змінного об'єму відвантажень

$$N_{р.см} = Q_{экг} / V_{г.м.} = 2586 / 412 = 6 \text{ рейсів.} \quad (5.20)$$

Нормативна кількість рейсів одного потягу за зміну:

$$N_{н.см.} = (k_n \cdot T_{сут} \cdot 60) / T_p = 0,75 \cdot 12 \cdot 60 / 60,6 = 9 \text{ рейсів,} \quad (5.21)$$

де T_p – тривалість рейсу одного потягу:

$$T_p = t_{п.с} + t_{дв.гр} + t_{р.с} + t_{дв.п} = 84 + (3/15 \cdot 60) + 17 + (3/20 \cdot 60) = 122 \text{ хв.} \quad (5.22)$$

Тут $t_{п.с.}$ – час навантаження потягу:

$$t_{п.с.} = \frac{t_{ц} \cdot n_{к.д.} \cdot n_{думп} \cdot k_1}{60} = (26 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 2,7) / 60 = 84 \text{ хв.} \quad (5.23)$$

$t_{р.с.}$ – час розвантаження потягу:

$$t_{р.с.} = t_{р.д.} \cdot n_{думп} \cdot k_2 = 1,3 \cdot 12 \cdot 1,1 = 17 \text{ хв,} \quad (5.24)$$

k_2 – коефіцієнт збільшення часу розвантаження потягу, що враховує точну установку и проштовхування думпкарів.

Необхідна кількість потягів в зміну:

$$N_{\partial} = N_{р.см.} / N_{н.см.} = 6 / 9 = 0,7 \approx 1 \text{ потягів.} \quad (5.25)$$

4. Побудова планограми роботи ПП і її аналіз

Планограма роботи ПП (рис. 5.2) повинна будуватися відповідно до базової умови організації технологічних процесів і операцій перевантажувальних робіт: час відвантаження сектора з урахуванням часу перегону екскаватора в наступний повинен бути меншим, ніж час його завантаження (різниця – це час очікування екскаватором початку відвантаження):

$$t_{\text{форм}} = t_{\text{отгр}} + t_{\text{пер}}, \quad (5.31)$$

тобто $6,06 > 6 + 0,03$ – базова умова виконується,

де $t_{\text{форм}}$ – час формування сектора завантаження (6,06 змін – див. (5.15);
 $t_{\text{отгр}}$ – час відвантаження сектора (6 змін – див. (5.4);
 $t_{\text{пер}}$ – час перегону екскаватора з урахуванням часу його розвертання в роздільному секторі:

$$t_{\text{пер}} = \frac{L_c + L_{p.c.}}{V_{\text{дв.ЭКГ}}} + t_{\text{разв}} = ((0,05 + 0,018) / 0,37) + 0,2 = 0,38 \text{ годин} \approx 0,03 \text{ зміни}. \quad (5.32)$$

тут $L_{p.c.}$ – довжина роздільного сектора, км;
 $V_{\text{дв.ЭКГ}}$ – швидкість руху екскаватора (0,37 км / год);
 $t_{\text{разв}}$ – час розвертання екскаватора (0,2 год).

Довжина вертикальної осі планограми в прийнятому масштабі відповідає довжині ПП (118 м), а горизонтальної – заданому відрізку у 36 змін (суть і форма планограм з плином часу не змінюється, оскільки процес є циклічним).

Секторам А і В, а також роздільному сектору відповідають відрізки на вертикальній осі. Ліворуч від неї показана технологічна ситуація на ПП в початковий момент часу (екскаватор на початку сектора А, і старт відсипання сектора В).

На планограмі також зображено:

1) похилі відрізки 1, 4, що відображають рух екскаватора при відвантаженні секторів протягом 6 змін (1), і відрізки 3, 5, що показують перегони в сформований сектор тривалістю 0,18 години (з урахуванням розвороту екскаватору за 0,2 години в роздільному секторі);

2) прямокутники 2, котрі показують сформовані сектори (їх площа пропорційна часу відсипання і об'єму відсипаного сектора 15640 м^3).

ВИСНОВКИ

1. Розроблена організація забезпечує узгоджену роботу ПП з наступними параметрами:

1) проєктними:

– довжина ПП – 118 м, висота ПП – 13 м;

– ширина секторів відсипання і розвантаження (заходки екскаватора) – 31,28 м;

– тривалість робочої зміни – 12 годин;

2) плановими:

– кількість і продуктивність одиниць обладнання, що працюють в зміну: 1 екскаватор ЕКГ -8І (2589 м³ / зміну), 6 автосамоскидів САТ 785С (516 м³ / зміну), 1 тяговий агрегат ОПЕ-1 АМ і 12 думпкарів 2ВС-105;

– повний об'єм гірничої маси в секторі - 15640 м³;

3) розрахунковими поточними:

– швидкість посування вибою – 8,2 м / зміну;

– час перегону і розвороту екскаватора – 0,03 зміни;

– час рейсів автосамоскидів і потягів – 37 хв і 122 хв відповідно;

– кількість змін, за які планові об'єми гірничої маси завантажується і відвантажується – 6,06 і 6,03 змін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрикарьерное складирование и перегрузка руд / М.В. Васильев. М.: Недра, 1968. 182 с.

2. Перегрузочные системы комбинированного транспорта в карьерах: Технические решения и выбор параметров: Учеб. пособие / А.В. Юдин. Екатеринбург: Урал. гос. горно-геол. акад. 1993. 113 с.

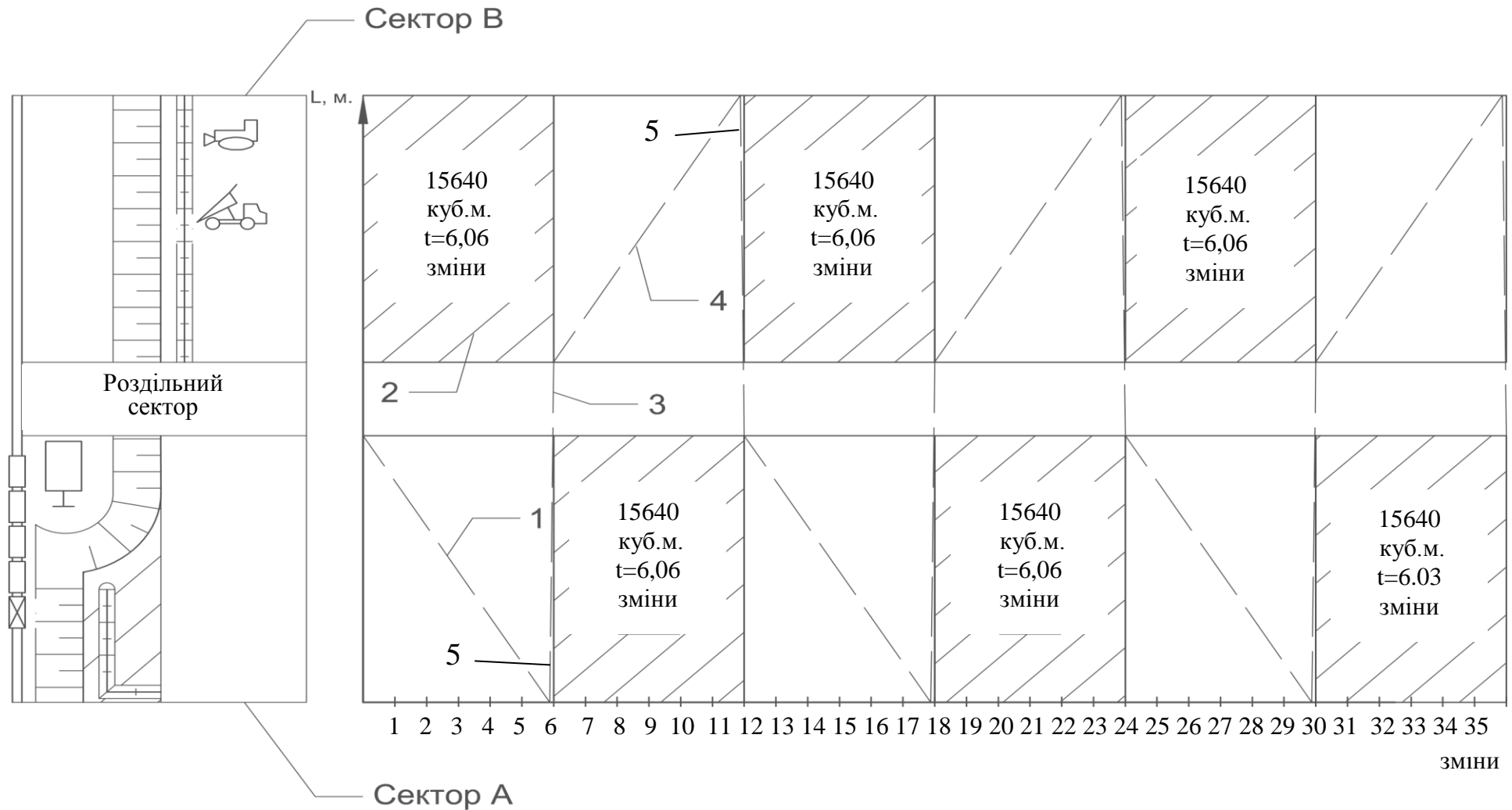


Рис. 3.19. Плянограма роботи ПП гірничої маси: 1 – відрізок, що показує відвантаження сектора А (рух ЕКГ-8І); 2 – прямокутник, що відображає сформований сектор В (його площа пропорційна часу відсипання сектора); 3 – відрізок, що відображає перегін і розворот ЕКГ-8І на роздільному секторі; 4 – відрізок, що відображає відвантаження сектору В; 5 – відрізки, що показують перегін ЕКГ-8І по відвантаженому сектору; L – довжина ПП.

АЛФАВІТНО-ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЗЧИК

А	Загальні принципи організації технологічних процесів, 77
Адекватність математичної моделі планування, 58	Змістова постановка загальної задачі планування, 24
Б	І
Базові умови організації: – розкриття та підготовка нових горизонтів, 93 – відпрацювання виймальних блоків, 98 – відвалоутворення і складування при залізничному транспорті, 107 – відвалоутворення і складування при автомобільному транспорті, 111 – перевантаження гірничої маси, 115	Інтервал і період планування, 28
В	К
Види технологічних процесів, 8, 9 Види управління, 19 Види планування, 27 Виробничі підрозділи гірничого підприємства, 11	Календарне планування, 32 Квартальне планування, 34 Комплекси технологічних процесів, 9
Г	М
Графіки організації, 78	Місячне планування, 33
Д	О
Декадне (декадно-добове, тижнево-добове), добове (добово-змінне), змінне планування, 17 Декомпозиція, 16 Динамічний природно-технологічний комплекс, 6	Об'єкти гірничої технології, 11 Організація технологічних процесів, 21 Особливості технологічних процесів, 13 виконання технологічних процесів, 12 Особливості об'єктів, що забезпечують виконання технологічних процесів, 13 Оперативне управління, 21 Організація функціонування системи планування, 37 Основна задача організації технологічного процесу, 75
З	П
Задачі організації технологічних процесів, 75 Загальна задача планування, 22 Задачі планування, що добре формалізуються, 54	Представлення системи, 15 Планування технологічних процесів, 19 Поточне річне планування, 32 Процесні складові об'єктів організації і планування, 8

Р

Робоче місце, 11
Розкриття внутрішніми тупиковими
траншеями, 92

С

Система, 14
Систематизація множини базисних
ГІС-моделей об'єктів системного
інформаційного забезпечення, 62
Систематизація моделей об'єктів
функціональної частини ГІС, 62
Системна реалізація планування на
гірничому підприємстві, 37.
Системний підхід, 15
Системний аналіз, 15
Системний синтез, 15
Складові об'єктів організації і
планування, що виконують функції
забезпечення (реалізації), 6
Способи задання маршрутів руху
транспортних засобів, 100, 102
Стратегічне планування, 32

Т

Технологічні принципи організації
технологічних процесів, 78

У

Управління технологічними
процесами, 19

Ф

Фактори декомпозиції, 16

Ч

Часові рівні планування, 27

Э

Еквіпотенціальність, 17
Емпіричні методи, 49
Емпіричні підходи, 17