

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



Б.Ю. Собко
Г.Д. Пчолкін
Г.Я. Корсунський
О.В. Ложніков

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Частина I

Розкриття родовищ

Навчальний посібник

Дніпро
НГУ
2017

УДК: 622.271(075.8)
Т 38

Рекомендовано вченою радою Національного гірничого університету як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (протокол №8 від 27.04.17 р.)

Рецензенти:

Перегудов В.В. – д-р техн. наук, директор ДП «ДПІ «Кривбаспроект»;

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

Т 38 Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин : навч. посіб.: у 2-х ч. Ч.1. Розкриття родовищ / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, Г.Я. Корсунський, О.В. Ложніков ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2017. – 166 с.

ISBN 978-966-350-647-0

У навчальному посібнику викладені основні відомості про технологію розкриття родовищ корисних копалин. Наведена характеристика відкритих гірничих виробок і способів їх проведення. Подано розрахунок параметрів елементів гірничих виробок при розкритті родовищ похилими і крутими траншеями. Наведено приклади розкриття родовищ підземними гірничими виробками. Розглянуто основні комбіновані способи розкриття родовищ та транспортування людей у глибоких кар'єрах. Показано основні технологічні рішення з проведення траншей безтранспортними, транспортними та комбінованими способами.

Навчальний посібник рекомендується студентам спеціальності 184 «Гірництво».

ISBN 978-966-350-647-0

УДК: 622.271(075.8)

© Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін,
Г.Я. Корсунський,
О.В. Ложніков, 2017
© ДВНЗ «НГУ», 2017

ЗМІСТ

СИМВОЛИ ОДИНИЦЬ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН	5
ПЕРЕДМОВА	7
1. ВІДКРИТІ ГІРНИЧІ ВИРОБКИ І СПОСОБИ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ.....	9
1.1. Призначення та елементи розкривних гірничих виробок	9
1.2. Траси капітальних траншей	10
1.3. Визначення об'ємів траншей	15
1.4. Конструкція і стійкість бортів кар'єрів	22
1.5. Класифікація способів і систем розкриття родовищ при відкритій розробці.....	28
Контрольні запитання.....	29
2. РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ ПОХИЛИМИ ТРАНШЕЯМИ	31
2.1. Загальні відомості	31
2.2. Розкриття родовищ зовнішніми похилими траншеями	32
2.2. Розкриття родовищ внутрішніми траншеями	37
Контрольні запитання.....	58
3. РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ КРУТИМИ ТРАНШЕЯМИ	59
3.1. Загальні відомості	59
3.2. Розкриття родовищ крутими траншеями, обладнаними скіповими і клітьовими підйомниками.....	60
3.3. Розкриття родовищ крутими траншеями з конвеєрними підйомниками..	66
3.4. Розкриття нагірних родовищ рудоскатами	68
Контрольні запитання.....	71
4. РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ ПІДЗЕМНИМИ ВИРОБКАМИ.....	73
4.1. Загальні відомості	73
4.2. Розкриття нагірних родовищ штольнями в комбінації з рудоспусками ...	80
4.3. Розкриття похилими залізничними тунелями.....	85
Контрольні запитання.....	87
5. КОМБІНОВАНІ СПОСОБИ РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ	89
5.1. Загальні відомості	89
5.2. Комбінація траншейного способу з безтраншейним	90
5.3. Комбінація траншейного розкриття з підземними виробками	91
5.4. Комбінація декількох способів розкриття.....	92
5.5. Транспортування людей в глибоких кар'єрах	94
Контрольні запитання.....	97

6. ПРОВЕДЕННЯ ТРАНШЕЙ	99
6.1. Безтранспортні способи проведення траншей.....	99
6.2. Транспортні способи проведення траншей.....	107
6.3. Проведення траншей із застосуванням розкривних комплексів неперервної дії.....	124
6.4. Спеціальні способи проведення траншей	133
6.5. Комбінований спосіб проведення траншей.....	135
6.6. Проведення крутих траншей для скіпових та конвеєрних підйомників. Контрольні запитання.....	135 138
ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ.....	139
<i>Тести до першого розділу</i>	<i>139</i>
<i>Тести до другого розділу.....</i>	<i>141</i>
<i>Тести до третього розділу.....</i>	<i>143</i>
<i>Тести до четвертого розділу</i>	<i>145</i>
<i>Тести до п'ятого розділу</i>	<i>147</i>
<i>Тести до шостого розділу</i>	<i>149</i>
<i>Еталонні відповіді до тестів</i>	<i>151</i>
КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ	153
Завдання основного рівня складності	153
Завдання підвищеного рівня складності.....	155
Відповіді на завдання основного рівня складності	159
Відповіді на завдання підвищеного рівня складності.....	159
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	161
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	163

СИМВОЛИ ОДИНИЦЬ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Фізична величина	Одиниці	
	символ	позначка
Безпечна відстань між кінцем приймальної консолі відвалоутворювача і бортом траншеї	ε'	м
Висота зовнішнього відвалу	h_O	м
Висота розвантаження екскаватора	h_P	м
Висота транспортного засобу	$h_в$	м
Відстань між віссю обертів відвалоутворювача та віссю п'яти відвальної консолі	r	м
Відстань між нижньою брівкою відвалу і верхньою брівкою траншеї	c	м
Габарит колії	g	м
Генеральний кут погашення борту кар'єру	γ	град.
Глибина кар'єру	H	м
Глибина черпання екскаватора	$h_{\text{ч}}$	м
Довжина приймальної консолі	Γ	м
Довжина фронту "по корисній копалині"	Lg	м
Додатковий опір руху від кривої	w_K	‰
Загальна довжина спірального з'їзду	$L_{\text{СПП}}$	м
Загальний приріст довжини траси	ΔL	м
Коефіцієнт подовження траси	k	
Коефіцієнт розпушення розкривних порід	k_P	
Коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності екскаваторів	Δ	
Кут повороту приймальної консолі у горизонтальній площині	γ'	град.
Кут укосу борту розрізної траншеї "по корисній копалині"	α	град.
Кут укосу бортів траншеї	γ, β	град.
Максимальна висота розвантаження екскаватора	$H_{p.\text{max}}$	м
Максимальний радіус розвантаження	$R_{p.\text{max}}$	м
Максимальний радіус черпання	$R_{\text{ч. max}}$	м
Мінімальний проміжок між нижньою брівкою борту траншеї та екскаватором	m	м
Мінімальний радіус повороту автосамоскида	R_α	м
Мінімальний радіус черпання на рівні підшви траншеї	$R_{\text{ч. min}}$	м
Найбільша ширина траншеї "по низу"	B_{max}	м
Нахил капітальної траншеї	i_K	‰
Об'єм капітальної траншеї	V_K	м ³
Об'єм кривої примикання траншеї	V_{KP}	м ³
Об'єм породи, яку можна розмістити на одному борті траншеї	V_O	м
Об'єм траншеї	V_T	м ³

СИМВОЛИ ОДИНИЦЬ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Підйом траншеї на кривій з радіусом	$i_{кр}$	‰
Площа перерізу траншеї	S_T	м ²
Пом'якшений нахил капітальної траншеї	i_T	‰
Потужність корисної копалини	h	м
Похил на стаціонарній ділянці	$i_{СТ}$	‰
Радіус вертикального сполучення кривої	R_B	м
Радіус обертання кузова екскаватора	R_k	м
Радіус розвантаження драглайна	R_P	м
Радіус розвантаження екскаватора при максимальній висоті розвантаження	R_P	м
Радіус черпання екскаватора	$R_{ч}$	м
Результуючий кут робочого борту кар'єру	β_P	град.
Теоретична довжина траси системи капітальних траншей	L_T	м
Ширина автосамоскида	a	м
Ширина заходки екскаватора	A	м
Ширина робочого майданчика передового уступу	Π'	м
Ширина робочого майданчика уступу	Π_{PI}	м
Ширина розрізної траншеї “по низу”	Π_H	м
Ширина транспортної полоси	d	м
Ширина траншеї “по низу”	B	м
Ширина ходу відвалоутворювача	$\mathcal{D}$	м

ПЕРЕДМОВА

Розкриття родовищ корисних копалин – один з головних етапів відкритої розробки. Він полягає у встановленні вантажотransпортного зв'язку робочих горизонтів кар'єру з пунктами приймання гірничої маси на поверхні землі (відвали, склади, збагачувальні фабрики і т. ін.) шляхом спорудження відповідних гірничокапітальних виробок.

У навчальному посібнику значну увагу приділено вантажотransпортному зв'язку між робочими горизонтами у кар'єрі та приймальними пунктами на поверхні, який здійснюється через капітальні траншеї, шахтні стовбури, штольні, перепускні підняття тощо. Після проведення виробок, що відкривають доступ з поверхні до родовища, споруджуються розрізні траншеї, а також триває підготовка робочих горизонтів кар'єру. Встановлення раціонального способу розкриття кар'єрного поля – одне із складних завдань, від правильного вирішення якого залежать техніко-економічні показники роботи гірничого підприємства в цілому.

Подано фактори, які впливають на вибір способу розкриття, а саме: рельєф поверхні, ступінь розвіданості та умови залягання родовища, виробничо-технічні умови розробки родовища та ін.

Розглянута послідовність проведення розкриття кар'єрного поля у міру пониження гірничих робіт або одразу на всю глибину розробки. Послідовний порядок розкриття застосовують при розробці похилих і крутих покладів, коли кожен наступний уступ розкривають з попереднього після відповідного розвитку гірничих робіт на ньому. Сукупність капітальних траншей, що розкривають робочі уступи до кінцевої глибини, складають систему капітальних траншей. Розкриття родовища до кінцевої глибини має місце при розробці пологих родовищ з відносно невеликою глибиною залягання.

В основу наведеної класифікації способів розкриття родовищ покладено декілька ознак: наявність, положення, кількість і призначення розкривних гірничих виробок як транспортних комунікацій. Наявність капітальних гірничих виробок для розкриття родовища є обов'язковою у випадку застосування залізничного, автомобільного, конвеєрного та інших видів транспорту.

Розглянуто випадки, коли родовище розробляють із застосуванням баштових екскаваторів, кабельних кранів, транспортно-відвальних мостів або інших механізмів, що забезпечують переміщення розкривних порід у відвали за найкоротшою траєкторією. Тому, в таких реаліях, потреба в капітальних траншеях, обладнаних транспортними комунікаціями, відпадає. Крім того, розкривні уступи обов'язково повинні бути зв'язані з поверхнею допоміжними траншея-

ми для доставки до екскаваторів і розкривних комплексів обладнання, матеріалів і запасних частин.

Значну увагу в посібнику приділено розкривним гірничим виробкам, які відрізняють за розташуванням відносно кінцевого (граничного) контуру кар'єру, величиною похилу розкривних виробок, кількістю уступів, що обслуговані системою траншей, призначенням і строком служби розкривних виробок. Капітальні траншеї можуть бути розташовані поза контуром кар'єру або всередині нього. У першому випадку вони є зовнішніми, у другому – внутрішніми. Зовнішні траншеї проходять з поверхні до межі кар'єрного поля і мають стаціонарне положення. Внутрішні розташовуються на неробочому борті кар'єру в його кінцевому положенні, що також забезпечує їх стаціонарність, але в деяких випадках з метою зменшення обсягу гірничо-капітальних робіт, внутрішні траншеї розташовують на робочому борті кар'єру. У цьому випадку в міру посування бортом кар'єру проводиться переміщення траншей, у зв'язку з чим вони носять назву тимчасових з'їздів.

Під час роботи над навчальним посібником «Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин. Ч.1. Розкриття родовищ» використані графічні матеріали аспірантів кафедри відкритих гірничих робіт М.О. Чебанова, А.А. Адамчука, Ю.В. Романченка, Є.А. Гончарова, І.А. Довгалюка.

Автори з вдячністю приймуть об'єктивну критику і корисні зауваження стосовно видання книги.

1. ВІДКРИТІ ГІРНИЧІ ВИРОБКИ І СПОСОБИ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ

Розглянуті питання пов'язані з призначенням і елементами розкривних гірничих виробок, трасами капітальних траншей, визначенням об'ємів траншей, розрахунком стійкості бортів кар'єрів тощо.

Подано класифікацію способів розкриття родовищ корисних копалин, основні визначення та формули, необхідні для розрахунку параметрів траншей.

Студент, опираючись на матеріал, повинен вміти: розрізняти основні форми капітальних і розрізних траншей, види примикань капітальних траншей до робочих горизонтів кар'єру, визначати об'єми капітальних (зовнішніх і внутрішніх) і розрізних траншей, розраховувати параметри бортів кар'єрів з урахуванням стійкості.

1.1. Призначення та елементи розкривних гірничих виробок

Відповідно до призначення розрізняють капітальні, розрізні і спеціальні відкриті гірничі виробки – траншеї.

Капітальні траншеї служать для розкриття родовищ або окремих їх ділянок з метою створення вантажотранспортного зв'язку робочих горизонтів кар'єру з поверхнею. Строк служби капітальних траншей відповідає терміну відробки кар'єрного поля чи ділянки родовища, що нею обслуговується. Залежно від виду застосовуваного транспорту і відповідного йому похилу капітальних траншей їх називають похилими (уразі використання залізничного і автомобільного транспорту) і крутими (при установці конвеєрних і канатних підйомників).

Розрізні траншеї проводяться на кожному робочому горизонті з метою утворення початкового фронту гірничих робіт. Похил їх звичайно не перевищує 80 %.

Спеціальні траншеї служать для захисту кар'єру від атмосферних вод, дренажу родовища, водовідливу і господарського обслуговування робочих уступів. У пересічному випадку траншеї мають трапецієподібний переріз. Якщо вони знаходяться на косогорі або на пологому лежачому боці глибинного родовища через неповний поперечний профіль, то їх називають напівтраншеями. Коли капітальна траншея розкриває декілька горизонтів, її переріз приймає ступінчасту форму. Основні параметри траншей: глибина, ширина “по низу”, кути укосів бортів, поздовжній похил і довжина.

Ширина траншей “по низу” визначається в залежності від виду транспорту і кількості колій або полос руху, а також від параметрів гірничого обладнання і способу проведення з обов'язковим урахуванням умов стійкості бортів траншей.

Відповідно до способу проведення і параметрів гірничого обладнання ши-

рина траншеї “по низу” може бути скоригована. Так, якщо траншею проходять механічною лопатою, то її ширина по низу не повинна бути меншою за два радіуси обертання кузова екскаватора. Ширина траншеї визначається графічними методами або приймається за «Нормами технологічного проектування» [1].

При встановленні ширини розрізної траншеї, як правило, враховують необхідність забезпечення в подальшому нормальної відробки уступів з фронтальним завантаженням гірських порід у транспортні засоби. Під час проведення розрізної траншеї в скельних породах її ширину встановлюють з урахуванням можливості розміщення підірваної гірничої маси і збереження транспортного майданчика. Ширину траншеї визначають з урахуванням ряду технічних і технологічних факторів.

Кути укосів бортів траншей, що створюють безпечні умови роботи гірничого і транспортного обладнання, залежать від фізико-механічних властивостей порід і строку служби траншей. Величина кутів укосу капітальних траншей зазвичай не перевищує величини кута природного укосу порід.

Величина поздовжнього похилу і довжина траншей є основними конструктивними елементами при трасуванні капітальних траншей.

1.2. Траси капітальних траншей

Трасуванням капітальних траншей називають встановлення напрямку поздовжньої осі траншеї, а також положення її в плані та профілі.

План траси капітальних траншей – це проекція поздовжньої осі на горизонтальну площину. Він складається з прямолінійних і криволінійних ділянок. На планування траси, здебільшого, впливає конфігурація родовища. Проекція поздовжньої осі капітальної траншеї на вертикальну площину являє собою поздовжній профіль. Пункти, через які повинна проходити траса, вибирають в залежності від топографічних, гірничотехнічних, геологічних та інших факторів.

Найбільш сприятливим є проведення траси капітальних траншей в кар’єр з торця у знижених місцях рельєфу поверхні. Якщо це можливо, то положення траси доцільно встановлювати стаціонарним, таким, що не потребує перебудови в майбутньому, що пов’язано з визначенням кінцевої глибини кар’єру і проектного положення контуру кар’єру. За положенням відносно кінцевого контуру кар’єру траси бувають зовнішні, внутрішні і комбіновані.

Зовнішня траса проходить з поверхні землі до борту кар’єру, залишаючись зовні його границь. Внутрішня траса розташовується в контурі кар’єру безпосередньо на його бортах, а комбінована складається з відрізків зовнішньої і внутрішньої трас. Розміщення розкривних траншей і напрямки розвитку розкривних

робіт в контурі кар'єрного поля визначають обсяги гірничо-капітальних робіт і первісний коефіцієнт розкриття, середньорічні обсяги розкривних робіт, строки будівництва кар'єру і досягнення його проектної виробничої потужності з видобутку корисної копалини, а також розмір капітальних витрат на придбання гірничого і транспортного обладнання.

За формою траси в плані, капітальні траншеї поділяють на прості і складні. Форма (рис. 1.1) називається простою, коли вона не змінює свого напрямку по всій довжині, і складною, якщо складається з двох або декількох ділянок різного напрямку. В останньому випадку окремі ділянки траси з'єднуються петлями, кривими або тупиками. Відповідно до цього траншеї носять назву петльових, спіральних або тупикових. Форми плану зовнішніх траншей є завжди простими – прямолінійними або криволінійними, а форми внутрішніх можуть бути як простими, так і складними.

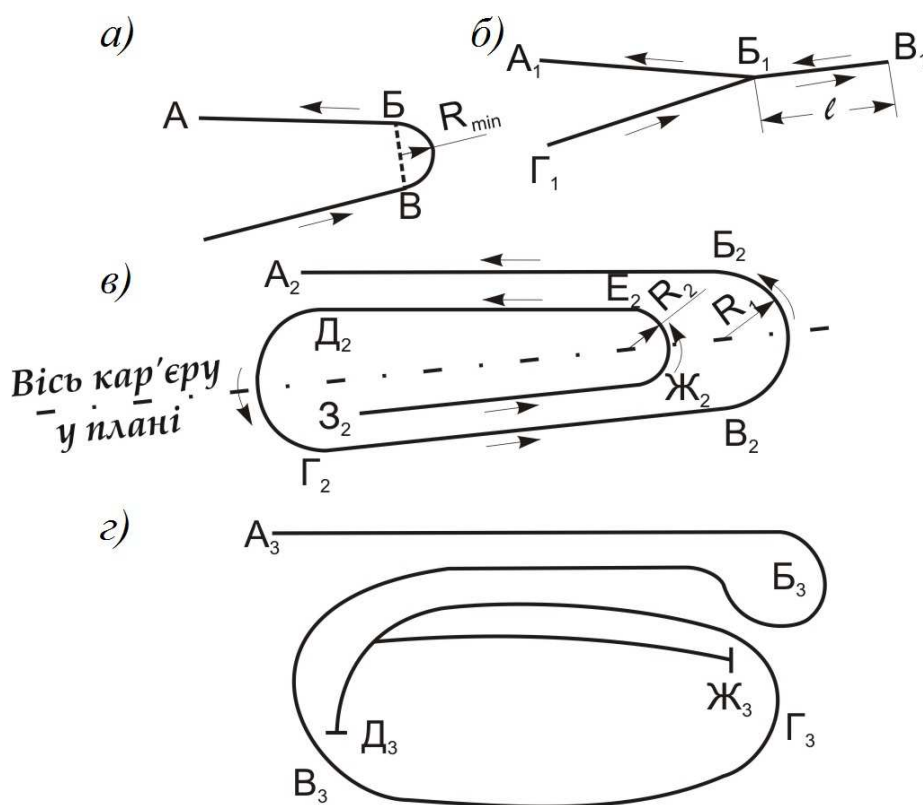


Рис. 1.1. Основні форми траси капітальних траншей: а – петльова; б – тупикова; в – спіральна; г – комбінована

Подовжений профіль траси характеризується величиною керівного підйому і довжиною окремих елементів траси. Він складається з горизонтальних і похилих ділянок траси і пунктів примикання їх до робочих горизонтів кар'єру: на керівному (без пом'якшення, рис. 1.2, а) та пом'якшеному підйомах (рис. 1.2, б) і на горизонтальних майданчиках (рис. 1.2, в). Примикання капітальних траншей до робочих горизонтів на керівному підйомі (рис. 1.2, а), коли незнач-

не пом'якшення допускається лише в місцях перехрещення колій, розміщення стрілок і на кривих, забезпечує найменшу протяжність і мінімальний будівельний об'єм траншеї. Розташування капітальних траншей в контурах кар'єрного поля при такому примиканні спрощується, що має значення для глибоких кар'єрів з відносно невеликими розмірами в плані.

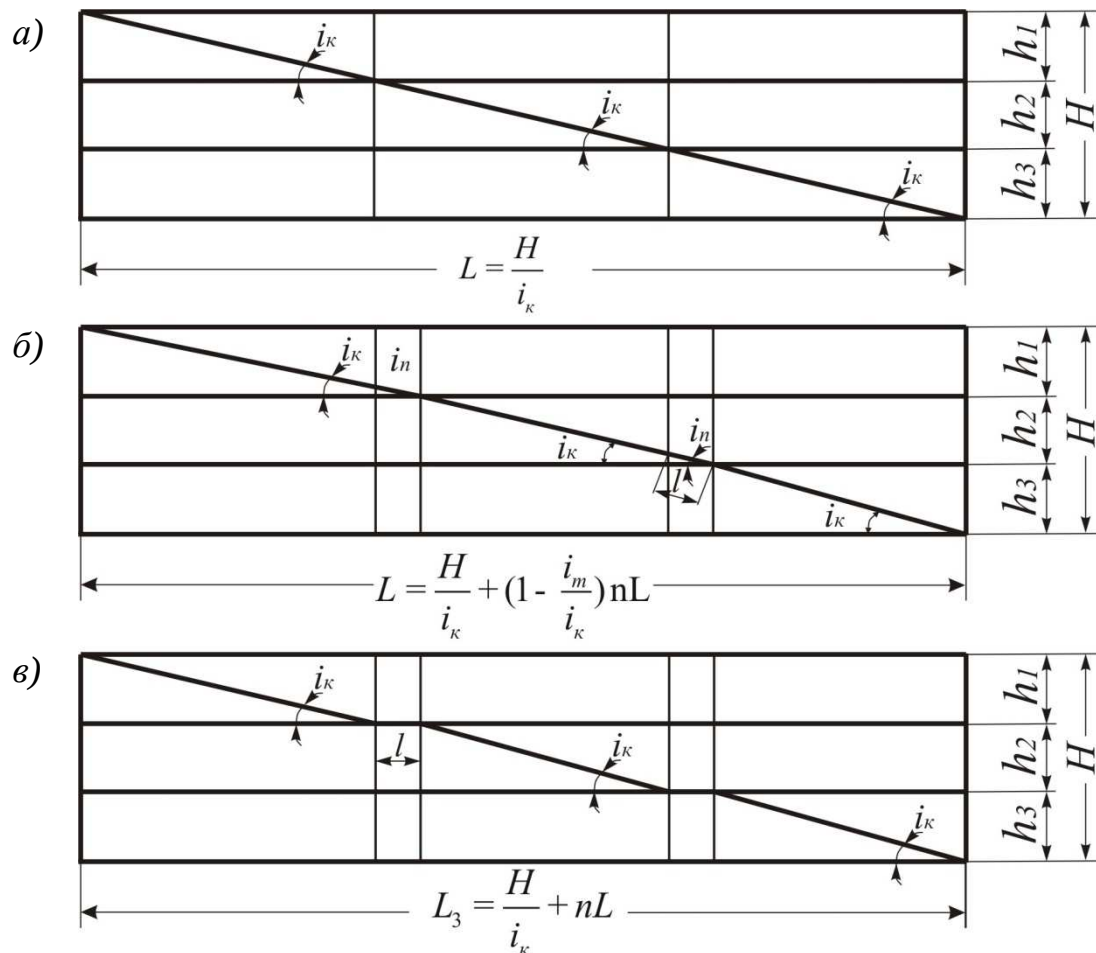


Рис. 1.2. Види примикань капітальних траншей до робочих горизонтів кар'єру

Зменшення похилу на ділянках примикання капітальних траншей до робочих горизонтів (рис. 1.2, б) повинно забезпечувати нормальне зрушення з місця поїзда, завантаженість якого визначена за умови рівномірного руху на керівному підйомі. Величина пом'якшеного похилу ділянок примикання звичайно $i_{II} = (0,50 - 0,60) i_k, \%$.

Довжина ділянки примикання складається з довжини стрілочного перевodu і довжини поїзда із запасом на точність його встановлення (15 м). Зазвичай вона досягає 150 – 250 м і в залежності від ширини колії приймається: для колії розміром 1520 мм – 75 – 90 м + довжина поїзда; для колії розміром 1000 мм – 40 – 50 м + довжина поїзда.

Загальний приріст довжини траси за рахунок пом'якшення підйому визначається за формулою:

$$\Delta L = n l_{\Pi} \left(1 - \frac{i_{\Pi}}{i_K} \right), \text{ м}, \quad (1.1)$$

де n – кількість ділянок примикання; l_{Π} – довжина ділянок примикання; i_K , i_{Π} – керівний і пом'якшений підйом, ‰.

Примикання на пом'якшеному підйомі частіше зустрічається за умови висотиуступів більш ніж 12 – 15 м і довгих перегонів. Зате на горизонтальних майданчиках (рис. 1.2, в) воно має найбільше поширення: просте в конструктивному відношенні, зручне в експлуатації і при підготовці нових горизонтів. Майданчики створюються під час проведення розрізних траншей на кожному розкривному горизонті, що в умовах глибоких кар'єрів значно збільшує обсяг гірничо-капітальних робіт. Загальне подовження траси в такому випадку складе:

$$\Delta L = n l_{\Pi}, \text{ м}. \quad (1.2)$$

Теоретична довжина траси системи капітальних траншей визначається глибиною її закладення і величиною похилу за формулою:

$$L_T = \frac{1000 H}{i_K}, \text{ м}. \quad (1.3)$$

Похил (підйом) капітальних траншей відповідає керівному підйому або похилу їх колій. Величина підйому капітальних траншей приймається залежно від виду транспорту в промілі: електровоза – до 40 ‰; тягових агрегатів – до 60 ‰, інколи до 80 ‰; автомобільного транспорту – до 100 ‰; тролейвозів і дизельтролейвозів – до 150 ‰; стрічкового конвеєра – до 250 ‰.

Дійсна довжина системи похилих капітальних траншей є більшою за теоретичну через зменшення похилу на ділянках примикання траншей до робочих горизонтів на криволінійних ділянках.

Величину похилу на криволінійних ділянках визначають за виразом:

$$l_K = i_K - w_K, \text{ ‰}, \quad (1.4)$$

де i_K – керівний похил, ‰; w_K – додатковий опір руху від кривої, для колії 1524 мм – $w_K = 700/R$; (R – радіус закруглення колії, мінімальна величина якого складає: для залізничного транспорту – 100 – 200 м, для автомобільного – 30 – 50 м).

Подовження траси внаслідок зменшення похилу її в кривій:

$$\Delta L = L_K \left(1 - \frac{l_K}{i_K} \right), \text{ м.} \quad (1.5)$$

У розрахунках подовження траси враховується за допомогою коефіцієнту подовження k :

$$k = \frac{L_D}{L_T} = \frac{L_T - \Delta L_{II} + L_K}{L_T}, \text{ м; .} \quad (1.6)$$

$$L_D = k \cdot L_T, \text{ \%}.$$

Приблизні значення коефіцієнтів подовження траси за умови використання залізничного і автомобільного транспорту наведено в табл. 1.1 і 1.2, відповідно.

Таблиця 1.1

Коефіцієнт подовження траси при використанні залізничного транспорту (k)

Траншеї	Коефіцієнт подовження траси
Зовнішні	1,10 – 1,20
Внутрішні, що примикають до робочих горизонтів на:	
– керівному підйомі	1,15 – 1,20
– пом'якшеному підйомі	1,25 – 1,30
– горизонтальних майданчиках	1,40 – 1,60

Таблиця 1.2

Коефіцієнт подовження траси при використанні автомобільного транспорту (k)

Автодорога	Коефіцієнт подовження траси при похилі автодороги, %			
	40	60	80	120
Простий з'їзд	1,05	1,10	1,15	1,20
Петльовий з'їзд з внутрішньої кругової кривої	1,10	1,15	1,25	1,40
Петльовий з'їзд з зовнішньої кругової кривої (серпантину)	1,30	1,50	1,80	2,30

Трасування капітальних траншей виконується відповідно до їх параметрів: протяжності, керівного підйому, радіусу кривих і профілю ділянок примикання капітальних траншей до робочих горизонтів кар'єру.

1.3. Визначення об'ємів траншей

Об'єм похилих капітальних траншей складає значну питому вагу в загальному обсязі гірничопідготовчих робіт з будівництва кар'єру. Він залежить від форми і розмірів поперечного перерізу, потужності розкриву і корисних копалин, величини похилу траншей і рельєфу поверхні землі. Об'єм одиначної капітальної траншеї (рис. 1.3) при рівній поверхні визначають за формулою проф. Є.Ф. Шешка як суму об'єму правильних геометричних фігур. Він складається із суми об'ємів V_1 (серединна частина траншеї), двох об'ємів V_2 , утворених унаслідок рознесення бортів, об'єму V_3 і двох об'ємів V_4 , які є торцевою частиною траншеї після її проведення. Таким чином, об'єм похилої траншеї обчислюється за формулою:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4, \text{ м}^3. \quad (1.7)$$

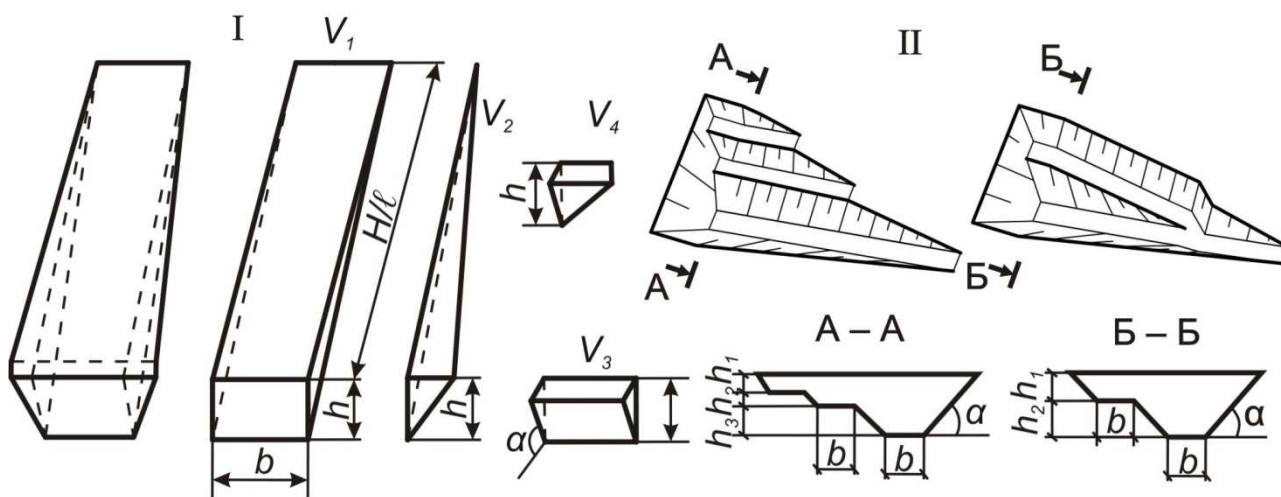


Рис. 1.3. Схеми розрахунку об'ємів похилих капітальних траншей: I – одиначної; II – загальної

Для похилих траншей величини V_3 і V_4 є відносно невеликими та їх можна не враховувати. Тоді:

$$\begin{aligned} V &= V_1 + 2V_2, \text{ м}^3; \\ V_1 &= \frac{bh^2}{2i}, \text{ м}^3; \\ V_2 &= \frac{h^3}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha_i}, \text{ м}^3. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Об'єм похилої капітальної траншеї визначається за формулою:

$$V = \frac{h^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right), \text{ м}^3; \quad (1.9)$$

де h – глибина траншеї, м; i – похил траншеї; b – ширина траншеї “по низу”; α – кут укосу бортів траншеї, град.

Похила групова траншея зовнішнього закладення розкриває декілька горизонтів кар’єру. При цьому траншея може мати вихід на поверхню з кожного горизонту (рис. 1.3, II а) або загальний вихід для декількох горизонтів (рис. 1.3, II б). В першому випадку об’єм траншеї при розкритті двох горизонтів визначається за формулою:

$$V = \frac{h^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right) + \frac{h_1^2 b}{2i}, \text{ м}^3; \quad (1.10)$$

або

$$V = \frac{h_{II}^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{h_{II}}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right) + \frac{b}{2i} (h_1^2 + h_2^2 + \dots + h_{n-1}^2), \text{ м}^3; \quad (1.11)$$

При розкритті трьох горизонтів об’єм траншеї без урахування об’єму торця визначається з виразу:

$$V = \frac{h^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right) + \frac{(h_1^2 + h_2^2) b}{2i} + \frac{h_1^2 b}{2i}, \text{ м}^3; \quad (1.12)$$

Об’єм траншеї в першому випадку є меншим, а пропускна здатність більшою ніж у другому випадку. Тому зазвичай роблять розкриття зовнішніми траншеями з незалежним виходом шляхів або доріг з верхніх уступів. Зовнішні траншеї розташовують під кутом відносно контуру кар’єру. Будівництво зовнішніх траншей може здійснюватись одночасно з проведенням розрізної траншеї. Подовжений профіль і будівельний об’єм зовнішніх траншей визначається в значній мірі залежно від використання прийнятого виду транспорту. За умови застосування конвеєрів подовжений профіль траншеї має вигляд, зображений на рис. 14, 1, а її об’єм обчислюється за формулою:

$$V = \frac{h^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right) - \frac{h^2}{\operatorname{tg} \alpha} \left(\frac{b}{2} + \frac{2h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right), \text{ м}^3. \quad (1.13)$$

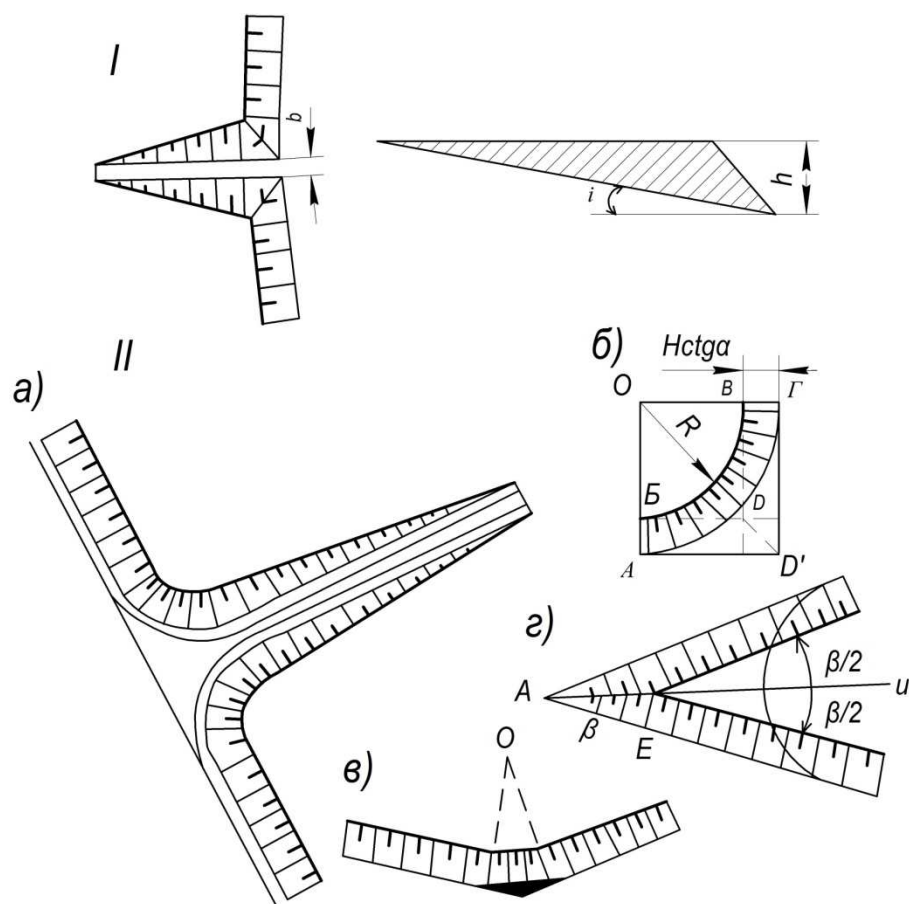


Рис. 1.4. Примикання зовнішньої траншеї до борту кар'єру при використанні конвеєрного (I) та колісного (II) транспорту.

За умови застосувати колісного транспорту в пунктах примикання похилих колій до горизонтальних колій уступу, радіус закруглення кривих повинен бути таким, що не менше мінімально допустимого значення. План траншеї показано на рис. 1.4, II. Для зменшення будівельних об'ємів криві доцільно розташовувати на підйомі, знижуючи його величину у порівнянні з керівним підйомом на величину:

$$i_{kp} = i_k - \frac{700}{R}, \text{ ‰}, \quad (1.14)$$

де i_{kp} – підйом траншеї на кривій з радіусом, ‰; i_k – керівний підйом, ‰.

При використанні залізничного транспорту розрахунок об'ємів зовнішніх траншей виконується з обов'язковим урахуванням розміщення кривих примикання, оскільки об'єм примикання значно перевищує об'єм самої траншеї. Повний об'єм траншеї

$$V = V_T + V_{KP}, \text{ м}^3, \quad (1.15)$$

де V_T – об’єм прямолінійної ділянки траншеї, м^3 ; V_{KP} – об’єм кривої примикання, м^3 .

Довжина прямолінійної ділянки траншеї скорочується на величину h_{KP}/i . Відповідно до цього скороченим є будівельний об’єм прямолінійної ділянки траншеї, який обмежується глибиною:

$$H = h - h_{KP}, \text{ м}^3. \quad (1.16)$$

При цьому похил траншеї буде дорівнювати керівному похилу від поверхні до глибини H , а потім

$$i_1 = \frac{\pi}{2} i_{kp}, \text{ \%}. \quad (1.17)$$

В цьому випадку об’єм прямолінійної ділянки траншеї буде складати:

$$V_T = \frac{b}{2} \left(\frac{H^2}{i_K} + \frac{h^2 - H^2}{i_1} \right) + \frac{1}{3 \tan \alpha} \left(\frac{H^3}{i_K} + \frac{h^3 - H^3}{i_1} \right), \text{ м}^3. \quad (1.18)$$

Будівельний об’єм при влаштуванні кривої примикання на одному борті траншеї (рис. 1.4, II а), що розкриває один уступ висотою h , приблизно визначається як різниця між об’ємом чотирикутника з основою в плані ОВДБ і ОГД’А (рис. 1.4, II б) і об’ємом частини зрізаного конуса з основою в плані ОВБ і ОГА при висоті кожного з них h , тобто

$$V_{kp} = h \left(R^2 - R \cdot h \cdot \tan \alpha + \frac{1}{2} \cdot h^2 \tan^2 \alpha \right) \left(1 - \frac{\pi}{4} \right), \text{ м}^3. \quad (1.19)$$

Враховуючи, що величина $0,5h^2 \tan^2 \alpha$ є відносно невеликою і в приблизних розрахунках нею можна знехтувати, отримаємо:

$$V_k = 0.215h(R^2 - R \cdot h \cdot \tan \alpha), \text{ м}^3. \quad (1.20)$$

Якщо траншея примикає до борту не під прямим кутом (рис. 1.4, II в, г), то розрахункова формула буде мати вигляд:

$$V_k = h(R^2 - R \cdot h \cdot \tan \alpha) \left(\tan \frac{\beta}{2} - \frac{\pi \beta}{360} \right), \text{ м}^3. \quad (1.21)$$

Таким чином, повний об'єм зовнішньої траншеї з урахуванням рознесення на прямолінійній ділянці визначається за формулою:

$$V = \frac{b}{2} \left(\frac{H^2}{i_K} + \frac{h^2 - H^2}{i_1} \right) + \frac{1}{3tg\alpha} \left(\frac{H^3}{i_K} + \frac{h^3 - H^3}{i_1} \right) + h \cdot (R^2 - R \cdot h \cdot ctg\alpha) \left(tg \frac{\beta}{2} - \frac{\pi\beta}{360} \right), m^3. \quad (1.22)$$

Об'єм капітальної траншеї, спорудженої в складних умовах рельєфу місцевості, визначають за методом вертикальних паралельних перерізів (рис. 1.5).

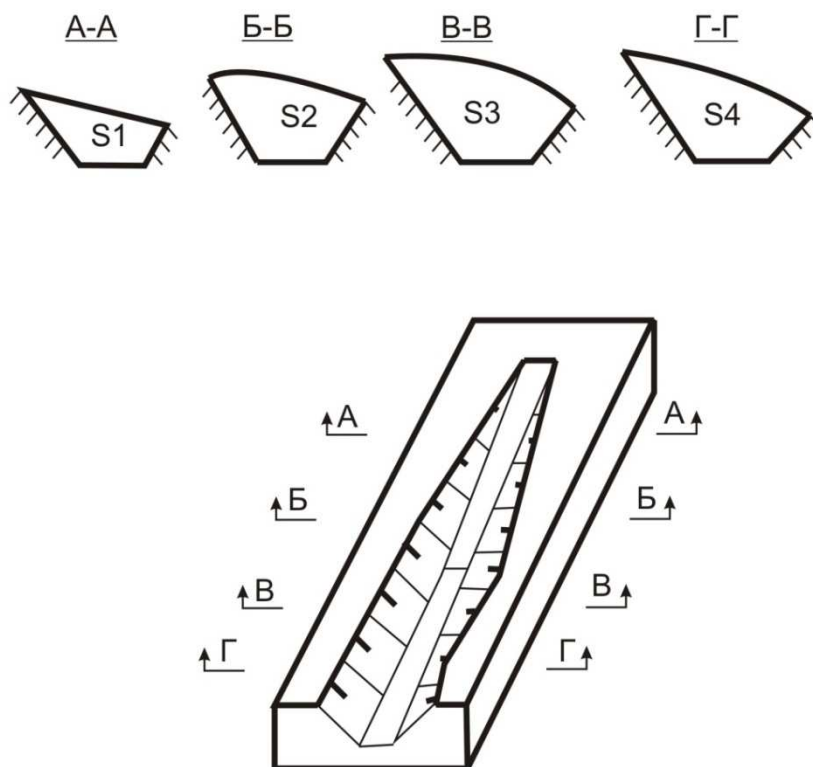


Рис. 1.5. Схема розрахунку об'єму капітальної траншеї в складних умовах рельєфу місцевості

Повний об'єм траншеї

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} l_1 + \frac{S_2 + S_3}{2} l_2 + \dots + \frac{S_{n-1} + S_n}{2} l_{n-1}, m^3, \quad (1.23)$$

де $S_1, S_2, \dots, S_n$ – площі перерізу траншеї в характерних місцях профілю, які підраховуються планіметром, m^2 ; l_1, l_2, l_3, l_{n-1} – відстань між окремими поперечними перерізами, m .

Точність підрахунків об'ємів збільшується при зменшенні відстані між поперечними паралельними перерізами. При проведенні глибоких траншей в складних гірничо-геологічних умовах (багатоводність, мала стійкість розкритих порід і т.д.) виникає необхідність залишення запобіжних берм на бортах траншей, що ускладнює розрахунки з визначення їх об'ємів.

Об'єм внутрішньої крутої траншеї визначається за формулою проф. В.В. Ржевського:

$$V = H^2 (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \gamma) \left[\frac{b}{2} + \frac{H}{3} (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \gamma) \frac{\operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{ctg} \alpha} \right], \text{ м}^3, \quad (1.24)$$

де α – кут похилу траси, град; γ – генеральний кут погашення борту кар'єру, град; H – глибина кар'єру, м; b – ширина крутої траншеї, м; β – кут укосу бортів траншеї, град.

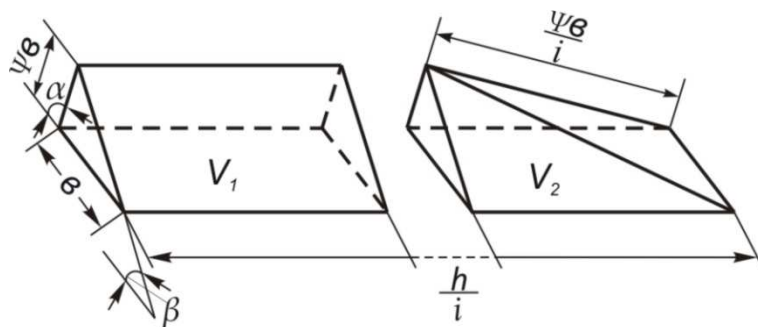


Рис. 1.6. Схема до визначення об'єму напівтраншеї

Об'єм похилої напівтраншеї, проведеної на косогорі, визначається сумою об'ємів фігур, що її складають (рис. 1.6), тобто це пряма призма висотою $h/i - \psi b/i$, в основі якої знаходиться трикутник площею $\psi b^2/2$, і піраміда висотою ψb (висота напівтраншеї), в основі якої є прямокутник площею $\psi b^2/i$

$$V_{II} = V_1 + V_2 = \frac{\psi b^2}{2} \left(h - \frac{\psi b}{3} \right), \text{ м}^3, \quad (1.25)$$

$$\psi = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}, \quad (1.26)$$

де h – відмінність висот початку і кінця напівтраншеї, м; α – кут укосу напівтраншеї, м; β – кут укосу височини або лежачого боку пологого родовища, град.

Об'єм нестаціонарних похилих внутрішніх траншей, розташованих на робочому борті кар'єру (ковзних з'їздів), розраховується залежно від кута закладення. Схеми з підрахунку об'ємів наведені на рис. 1.7.

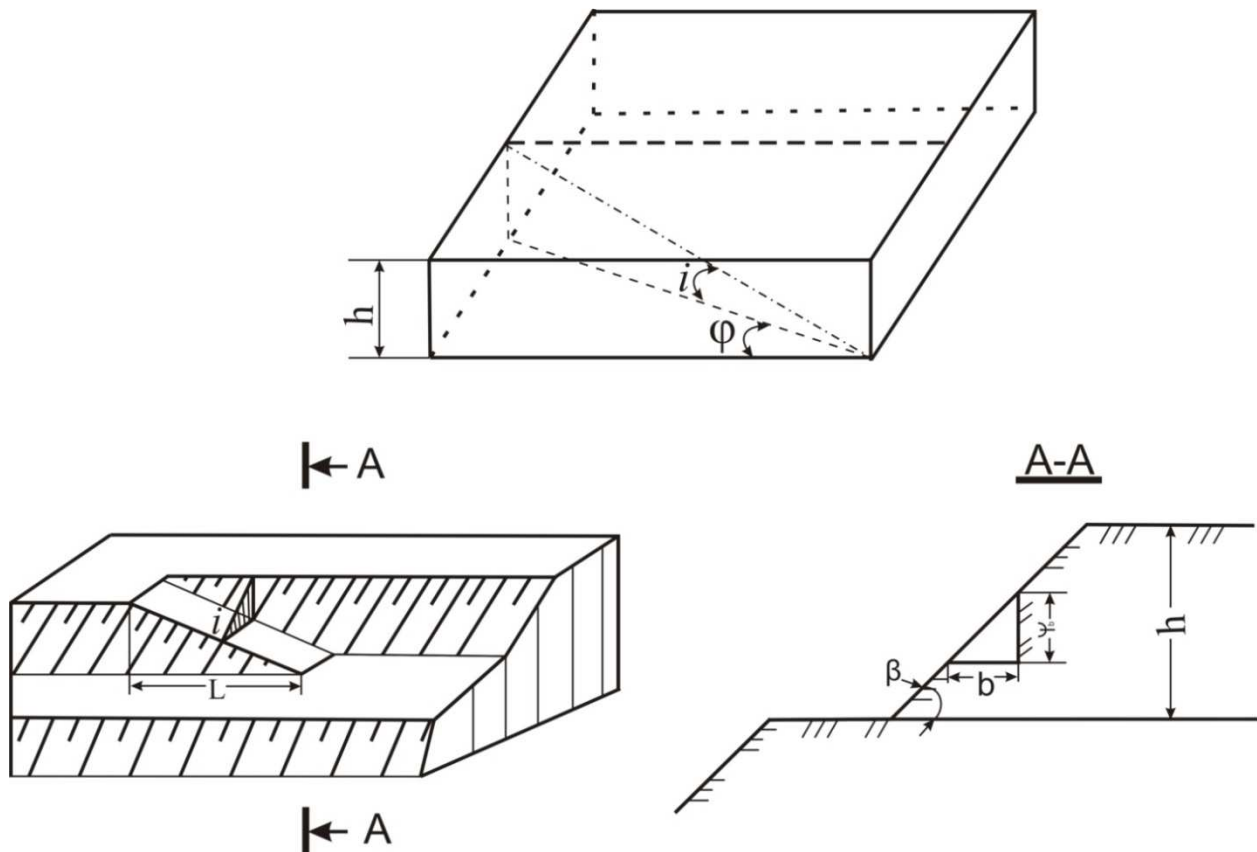


Рис. 1.7. Схема до розрахунку об'ємів ковзних з'їздів

Якщо кут закладення з'їзду по відношенню до борту уступу дорівнює 0° або близько до нього, будівельний об'єм з'їзду визначається так само, як об'єм одиночної похилої напівтраншеї, розташованої на відбудованому борті кар'єру, за формулою (1.25). При куті закладення з'їзду по відношенню до борту уступу 90° або близько до цієї величини за виразом (1.13).

Об'єм траншеї (з'їзду) при визначеному куті по відношенню до борту уступу займає проміжне положення між вищевказаними об'ємами і визначається як сума об'ємів правильних геометричних фігур з відніманням заукісної їх частини:

$$V = \frac{bh^2}{2i} - \frac{bh^2}{6tg\beta \cdot \sin \varphi} + \frac{h^3}{6tg\alpha \cdot i} (1 + \sin \varphi), \text{ м}^3, \quad (1.27)$$

де φ – кут закладення поздовжньої вісі з'їзду по відношенню до відбудованого борту уступу, град; α та β – кути укосу борту напівтраншеї і борту уступу, град.

Об'єм розрізної траншеї при постійному її перерізі (рис. 1.8, а) визначається так само, як об'єм прямої призми, в основі якої є трапеція:

$$V = (b + h \cdot \operatorname{ctg} \alpha) h L, \text{ м}^3, \quad (1.28)$$

де L – довжина траншеї, м.

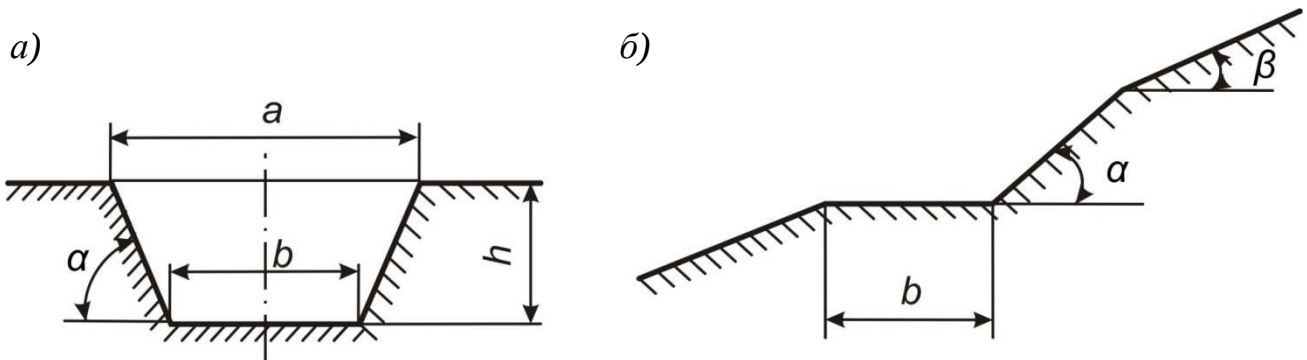


Рис. 1.8. Схеми до розрахунку об'ємів розрізної траншеї при рівнинній поверхні місцевості (а) і на косогорі (б)

При проведенні розрізної траншеї на косогорі або пологому лежачому боці глибинного родовища (рис. 1.8, б) її об'єм визначається за формулою:

$$V = \frac{b^2 \sin \alpha \sin \beta}{2 \sin(\alpha - \beta)} l, \text{ м}^3. \quad (1.29)$$

1.4. Конструкція і стійкість бортів кар'єрів

Конструкція неробочого і робочого бортів кар'єру показана на рис. 1.9, а) і б) відповідно.

Величина кута укосу неробочого борту кар'єру визначається за формулою:

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\sum h_y}{\sum b_{\Pi} + \sum b_T + h_y \operatorname{ctg} \alpha}, \text{ град.} \quad (1.30)$$

де b_{Π} – ширина берм безпеки, м; b_T – ширина транспортних майданчиків, м; h_y – висота уступу, м; α – кут укосу уступу, град.

За аналогічним виразом визначається кут укосу робочого борту кар'єру:

$$\beta_p = \operatorname{arctg} \frac{\sum h_y}{\sum Ш_{\Pi} + h_y \operatorname{ctg} \alpha}, \text{ град.} \quad (1.31)$$

де $Ш_{\Pi}$ – ширина робочого майданчика уступу, м.

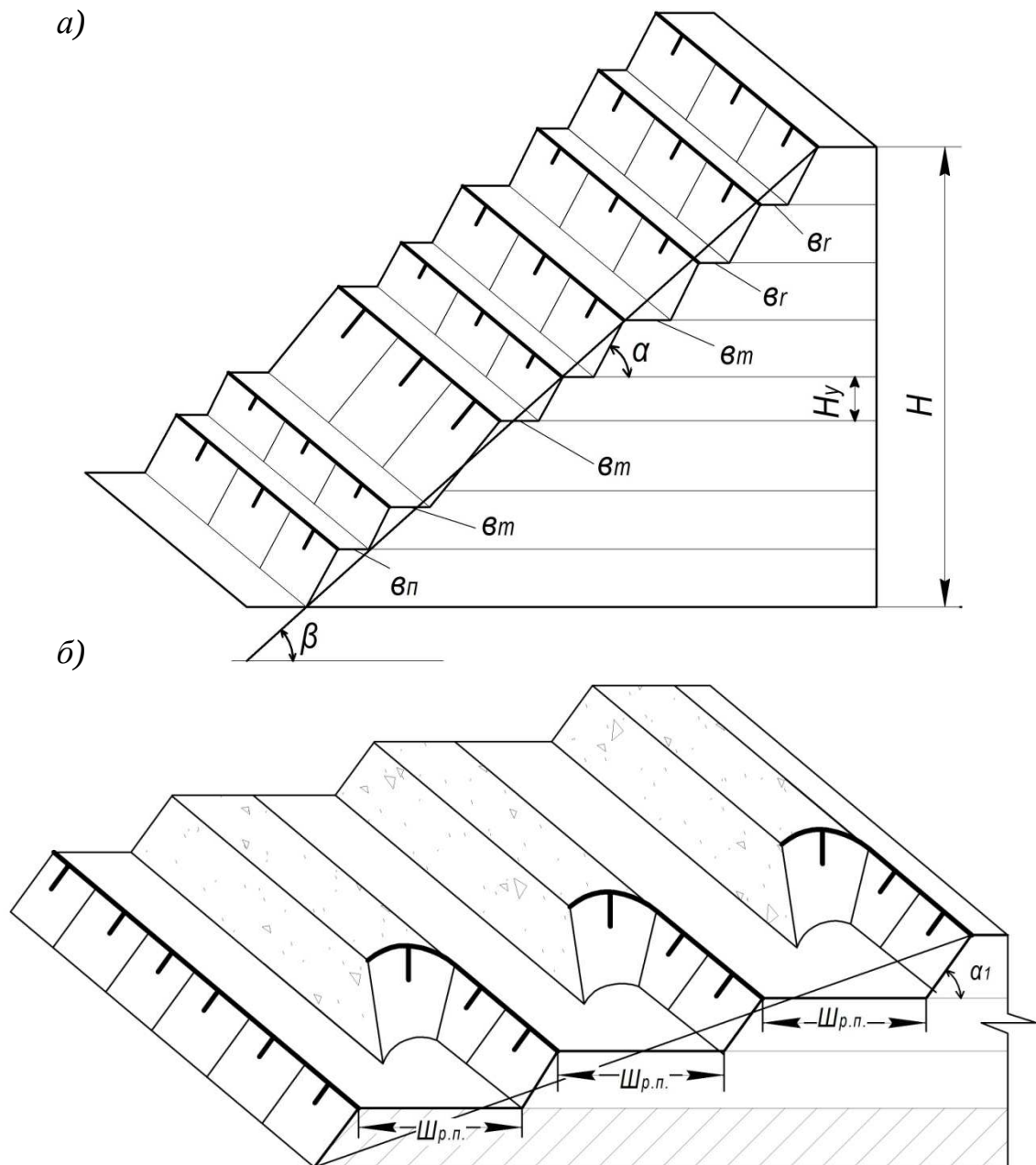


Рис. 1.9. Конструкції а) неробочого та б) робочого бортів кар'єру

Величина похилу робочого борту кар'єру β_p знаходиться в межах $10 - 30^\circ$.

Формула (1.30) дозволяє врахувати фізико-механічні властивості гірських порід через висоту уступу і кількість берм безпеки, вид транспорту та інтенсивність цього руху (ширини з'їзду і ширини транспортних майданчиків).

Для орієнтувальних розрахунків значення кутів укосів уступів можна використовувати дані з табл. 1.3, а величини стійкого кута борту кар'єру – з табл. 1.4. Більш коректні результати одержують шляхом детального дослідження і вивчення гірських порід і бортів кар'єрів у конкретних умовах розробки родовища.

Таблиця 1.3

Значення кутів укосів уступів (ВНДМІ) *

Група порід	Характеристика породного масиву	Висота одиначного уступу, м	Кут укосу, уступу, град		
			Робочого	Неробочого	
				Одиначного	Подвійного, потрійного
Скельні породи $C = 8 \cdot 10^7$ Па	Дуже міцні осадові, метаморфічні і вивержені породи	15 – 20	До 90	70 – 75	65 – 70
	Міцні малотріщинуваті і слабовивітрілі осадові, метаморфічні і вивержені породи.	15 – 20	До 80	60 – 75	55 – 60
	Міцні тріщинуваті і слабовивітрілі осадові, метаморфічні і вивержені породи	15 – 20	До 75	55 – 60	50 – 55
Маломіцні скельні, полускельні породи $C = 8 \cdot (10^6 \dots 10^7)$ Па	Осадові, метаморфічні і вивержені породи зони вивітрювання, відносно стійкі в укосах вапняки, піщаники, алевроліти та ін. Осадові породи з кременистим цементом, конгломерати, гнейси, порфірити, граніти, туфи.	10 – 15	70 – 75	50 – 55	45 – 50
	Значно вивітрілі осадові, метаморфічні і вивержені породи, які інтенсивно вивітрюються в укосах (аргіліти, алевроліти, сланці та ін.)	10 – 15	60 – 70	35 – 45	35 – 40
М'які і слабкі породи $C = 8 \cdot 10^6$ Па	Глинисті породи, а також повністю дезінтегровані різниці усіх порід	10 – 15	50 – 60	40 – 45	35 – 40
	Піщано-глинисті породи	10 – 15	40 – 50	35 – 45	30 – 40
	Піщано-гравійні породи	10 – 15	До 40	30 – 40	25 – 35

* При падінні шарів, розсланцьованих товщ, тектонічних тріщин та інших поверхонь ослаблення в бік кар'єру під кутом 30 – 65° (якщо тріщини заповнені глиною, то під кутами більш ніж 25°), кут укосу уступу повинен відповідати куту падіння цих поверхонь ослаблення, але бути не більше наведених в таблиці.

Таблиця 1.4

Значення стійкого кута борту кар'єру

Група порід	Характеристика породного масиву	Кут укосу неробочого борту, град.
Скельні породи, $C = 8 \cdot 10^7$ Па	Міцні малотріщинуваті породи при відсутності несприятливо-орієнтованих поверхонь ослаблення.	55
	Міцні малотріщинуваті породи при наявності крутоспадних (більше ніж 60°) або пологоспадних (менше 15°) поверхонь ослаблення.	40 – 45
	Міцні мало- і середньотріщинуваті породи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом $35 - 55^\circ$.	30 – 45*
	Міцні мало- і середньотріщинуваті породи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутами $20 - 30^\circ$.	20 – 30*
Маломіцні скельні, напівскельні і щільні породи $C = 8 \cdot (10^6 - 10^7)$ Па	Відносно стійкі в укосах породи при відсутності несприятливо орієнтованих поверхонь ослаблення.	55
	Відносно стійкі в укосах породи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом $35 - 55^\circ$.	30 – 45*
	Породи, що інтенсивно вивітрюються в укосах.	
	Усі породи даної групи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом $20 - 30^\circ$.	30 – 35 20 – 30
М'які і сипучі породи, $C = 8 \cdot 10^6$ Па	Пластичні глини при відсутності поверхонь ковзання, слабких контактів між шарами та інших поверхонь ослаблення.	20-30
	Пластичні глини та інші глинисті породи при наявності площин ослаблення в середній або нижній частині борту	15-20

* Більш крутий кут укосу борту відповідає більшому значенню кута падіння поверхонь ослаблення.

Елементи уступів – висота і ширина майданчиків – суттєво впливають на величину кута укосу борту кар'єру. При збільшенні висоти уступів кут борту кар'єру також збільшується, а при зменшенні висоти зменшується. При збільшенні ширини майданчика цей кут, навпаки, зменшується, при зменшенні збільшується. Указаний конструктивний взаємозв'язок елементів уступу з величиною кута борту кар'єру має велике значення при проектуванні кар'єрів і в практиці проведення відкритих гірничих робіт.

Уступи неробочого борту кар'єру розділяються по вертикалі транспортними і запобіжними майданчиками – бермами (рис. 1.9, а).

Транспортні горизонтальні майданчики з'єднують капітальні розкривні траншеї з робочими горизонтами (уступами).

Ширина одноколійного транспортного майданчика, що служить для транспортування гірничої маси у великовантажних вагонах і думпкарах широкої колії, повинна бути не меншою ніж 6,5 м. Якщо він двоколійний, то 10,6 м. На практиці ширина є не меншою за 8 (12) та 14 м відповідно. При використанні автосамоскидів вантажопідйомністю до 40 т ширина транспортних майданчиків дорівнює 18 м, а для більш потужних 180 – 220 т – до 30 м.

Запобіжні майданчики необхідні для регулювання кута закладення борту кар'єру і підвищення його стійкості. Такі майданчики шириною 6 – 8 м влаштовують на кожному уступі або через 2 – 3 уступи в залежності від стійкості гірських порід, прийнятих кутів укосів неробочих бортів і уступів. Також слід враховувати, що при масових вибухах скельних порід в приконтурній зоні вертикальними свердловинними зарядами відбувається руйнування гірського масиву за межами контуру кар'єру. Видимі тріщини і заколи поширюються вглиб породного масиву до 10 – 15 м, зона помітної тріщинуватості – до 30 м і зона деформації масиву – до 50 – 60 м від підричних свердловин. Зважаючи на можливе обрушення цих ослаблених вибухами приконтурних породних масивів, ширину запобіжних майданчиків приймають в межах 10 – 12 м і більше.

Під час проведення підричних робіт в приконтурній зоні неробочих бортів необхідно застосовувати спеціальні методи, що дозволяють уникнути порушення приконтурного масиву скельних гірських порід.

Одним із способів збільшення кута погашення борту кар'єру і підвищення його стійкості є застосування конструкції бортів з похилими запобіжними бермами, з укосами, що дорівнюють нахилу основного транспортного з'їзду. Берми улаштовують по вертикалі на однаковій відстані між собою, при цьому вона не повинна перевищувати висоту неробочого уступу (одиначного, подвійного чи потрійного) (рис. 1.10).

Формування похилих берм проводиться за умови змінної висоти робочого уступу і наявності нахилу робочого майданчика. Ділянка робочого уступу при зменшенні ширини робочого майданчику до 15 – 20 м розсікається похилим майданчиком на два підуступи зі змінною висотою (рис. 1.10, а). Верхній підуступ відпрацьовується “по довжині” (рис. 1.10, б), а нижній – до граничного контуру кар'єру, в результаті чого площа, що розсікає, стає похилою запобіжною бермою (рис. 1.10, в). При формуванні похилих берм зі змінною висотою робочого уступу і похилим робочим майданчиком відбувається здороження гірничих робіт в зоні граничного контуру кар'єру на 20 – 25 % у порівнянні з відбудовою борту кар'єру при горизонтальних запобіжних майданчиках.

Похилі запобіжні майданчики можна використовувати для транспортуван-

ня гірничого обладнання і матеріалів між уступами і в окремих випадках для транспортування гірничої маси.

Їх застосування є доцільним при розробці глибоких кар'єрів округлої форми, що розкриваються спіральними траншеями.

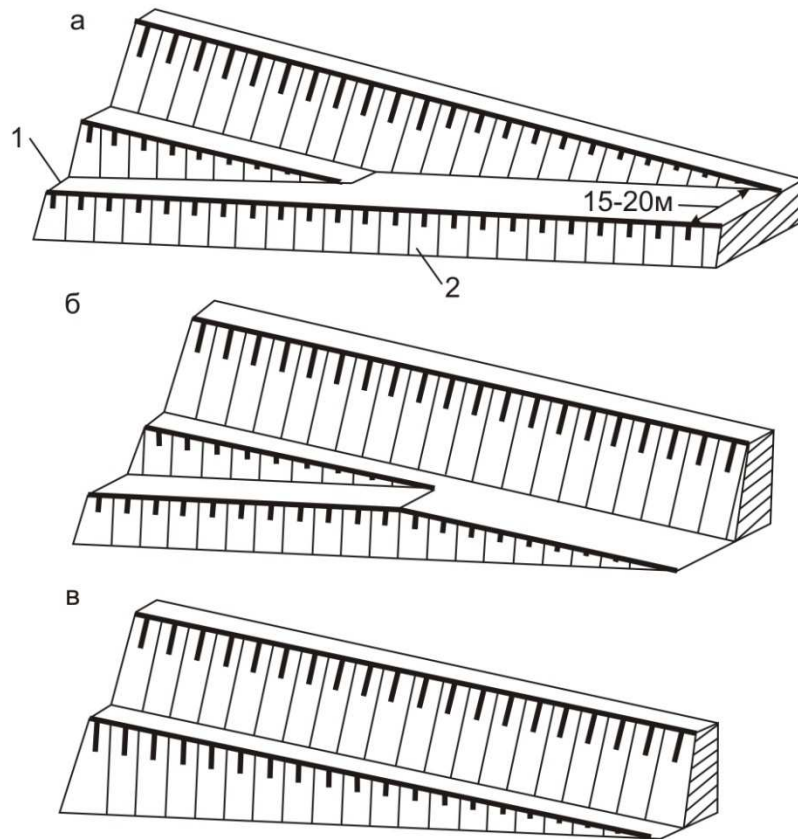


Рис. 1.10. Формування похилих запобіжних берм: 1 – робочий майданчик; 2 – робочий уступ.

Величина кута погашення неробочого борту має велике економічне значення, оскільки суттєво впливає на об'єм розкривних порід, що виймаються із кар'єру. Зменшення кута укосу борту лише на 5° призводить до збільшення об'ємів розкривних порід на десятки мільйонів кубічних метрів. Наприклад, при глибині кар'єру 500 м і зменшенні кута укосу борту з 45° до 40° об'єм породи в кар'єрі збільшується на 24 млн м^3 на кожен кілометр довжини його периметра.

Кути укосів неробочих бортів кар'єрів змінюються в широких межах і залежать від фізико-механічних властивостей порід, що складають борт, структури породного масиву, глибини кар'єру і форми борту в плані. Велике значення при цьому має обводнення і фільтраційна здатність порід, що складають борт. Важливий фактор – кліматичні умови і тривалість стояння борту. Усі ці факто-

ри ретельно вивчаються і враховуються при конструюванні бортів кар'єрів.

Особливого значення набуває проблема стійкості бортів глибоких кар'єрів, оскільки величина кута похилу бортів є одним з головних технологічних і економічних факторів, що визначає кількість і вартість розробки гірських порід і впливає на безпечні умови роботи людей і гірничотранспортного обладнання.

Досвід експлуатації глибоких кар'єрів показує, що при правильній організації гірничих робіт у приконтурній зоні можливе утворення стійких бортів кар'єрів при мінімальних додаткових витратах коштів.

В конкретних умовах глибоких кар'єрів розробляються комплексні методи керування станом порід в приконтурних зонах кар'єрів, при цьому особлива увага питанню приділяється під час підходу до граничного контуру кар'єру. Усі заходи з реалізації комплексу інженерних робіт із забезпечення стійкості бортів кар'єрів здійснюються спеціалізованою службою.

В умовах глибоких кар'єрів знайшли застосування штучне укріплення нестійких ділянок бортів і укріплення гірських масивів в зонах граничних контурів кар'єрів.

Для штучного укріплення скельних та напівскельних тріщинуватих порід застосовують механічні засоби, що включають залізобетонні палі, анкери, шпони і гнучкі тросові тяжі; підпірні і захисні стінки, залізобетонні підпірні стінки та ін.

Для укріплення тріщинуватих скельних порід, вільних від глинистих матеріалів, застосовують цементацію, нагнітання укріплювальних розчинів із полімерних матеріалів, смоління.

Як ізолюючі захисні покриття для дуже тріщинуватих порід, схильних до інтенсивного вивітрювання або вилуговування, застосовуються набризкування бетону по металевій сітці, смоління, бітумізація.

1.5. Класифікація способів і систем розкриття родовищ при відкритій розробці

Найбільш науково обґрунтованою є класифікація способів розкриття родовищ проф. Є.Ф. Шешка, яка опублікована у 1947 р. За основні класифікаційні ознаки прийняті: наявність, положення, кількість і призначення певного виду розкривних гірничих виробок. Вони правильно відображають суть питання, є об'єктивними та вдалими. Однак класифікація в силу поступального розвитку науково-технічного прогресу зараз втратила свою значущість, оскільки вона не враховує нові способи розкриття родовищ, які широко застосовуються в сучасній практиці відкритих розробок. Особливо перспективними і актуальними для гірничої науки і практики є питання розкриття глибинних горизонтів в умовах глибоких кар'єрів, а також способи розкриття високогірних родовищ, що відрі-

зняються складними топографічними, кліматичними і метеорологічними умовами розробки.

Практика проектування і виробництва відкритої розробки родовищ на великих глибинах, або високогір'ї показує, що все більшу значущість набувають підземні способи розкриття, які в класифікації Є.Ф. Шешка не відображено. Тому сьогодні визріла необхідність об'єктивного переосмислення цього питання. Нижче наведено класифікацію, що враховує специфіку розкриття родовищ корисних копалин в умовах глибоких і високогірних кар'єрів. Вона складена, з урахуванням класифікаційних ознак, запропонованих проф. Є.Ф. Шешком.

У новій класифікації (табл. 1.5) виділяються окремі класи способів і систем розкриття родовищ за наявністю капітальних розкривних гірничих виробок та їх виду (відкриті, підземні). Розділення на групи здійснено за положенням розкривних виробок у просторі (горизонтальні, похилі, круті, вертикальні). Враховуючи, що розкриття крутими траншеями принципово відрізняється від розкриття похилими траншеями, вони виокремлюються в самостійні групи. Розділення способів і систем розкриття на окремі підгрупи виконано з урахуванням положення виробок відносно контурів кар'єру: зовнішні та внутрішні, стаціонарні та нестаціонарні. Особливу увагу приділено питанням розкриття глибинних горизонтів глибоких кар'єрів підземними виробками, вертикальними і похилими шахтними стовбурами.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні види траншей і їх призначення.
2. Як визначаються об'єми капітальної та розрізної траншей?
3. Що таке коефіцієнт подовження траси? Наведіть формули.
4. Назвіть форми траси траншей.
5. Наведіть класифікацію способів і систем розкриття родовищ.
6. За якими виразами встановлюють параметри траншей?
7. Наведіть схему конструкції робочого та неробочого бортів кар'єру.
8. Наведіть схеми примикання траншей до робочих горизонтів.
9. Назвіть умови використання ковзних з'їздів.

Таблиця 1.5

Класифікація способів розкриття родовищ при відкритій розробці

Клас	Група	Підгрупа	Спосіб
За видом виробок	За положенням виробок у просторі	За положенням виробок відносно контурів кар'єру	За кількістю виробок
І. Відкритими гірничими виробками	1. Похилими траншеями	Зовнішніми траншеями	Окремими Груповими Загальними Парними
		Зовнішніми напівтраншеями	Окремими Загальними
		Внутрішніми стаціонарними траншеями	Окремими Груповими Загальними (тупиковими, петльовими, спіральними) Парними
		Внутрішніми нестационарними (ковзними) траншеями	Окремими Груповими Загальними
		Комбінованими траншеями	Сполучення зовнішніх і внутрішніх траншей
	2. Крутими траншеями	Внутрішніми траншеями	Окремими Груповими Загальними
ІІ. Підземними гірничими виробками	3. Горизонтальними	Штольнями Тунелями	Загальними Загальними
	4. Похилими	Шахтними стовбурами Рудоспусками	Груповими Загальними
	5. Вертикальними		Окремими Груповими Загальними
	6. Комбінованими	Горизонтальних з похилими Горизонтальних з крутими Похилих з горизонтальними Похилих з крутими Похилих з вертикальними Вертикальних з горизонтальними Вертикальних з похилими Вертикальних з крутими	Різні сполучення підземних гірничих виробок між собою
	ІІІ. Комбіноване розкриття		
	Різноманітні (різні) сполучення способів розкриття І і ІІ класів		

2. РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ ПОХИЛИМИ ТРАНШЕЯМИ

Розглянуті питання пов'язані з розкриттям родовищ корисних копалин зовнішніми і внутрішніми похилими траншеями.

Подано схеми розкриття родовищ корисних копалин окремими, груповими, загальними, парними зовнішніми та внутрішніми траншеями. Наведено схеми групових залізничних трас, тупикових трас з потоковим рухом поїздів і т.д.

Студент, опираючись на матеріал, повинен вміти: розрізняти основні способи розкриття родовищ, траншеї за формою поділу транспортних вантажопотоків, визначати переваги кожного зі способів розкриття для конкретного родовища, розраховувати необхідні розміри кар'єрних полів для закладення капітальних зовнішніх або внутрішніх траншей.

2.1. Загальні відомості

Залежно від геологічних умов утворення родовищ корисних копалин по відношенню до земної поверхні можуть залягати у пологій (від 0° до 15°), похилій (від 15° до 30°) і крутій (від 30° до 90°).

Пологі родовища розташовані на відносно невеликій глибині від пануючого рівня земної поверхні. В цьому випадку його розкриття виконується зовнішніми похилими капітальними траншеями і в подальшому розрізними траншеями для створення початкового фронту гірничих робіт. Пологі родовища не розкривають внутрішніми траншеями, оскільки розкривні породи в цьому випадку розміщуються всередині кар'єру і засипають неробочий борт (внутрішні відвали).

Похилі і крутоспадні родовища розташовані на відносно великій глибині від пануючого рівня земної поверхні і розкриваються внутрішніми похилими і крутими траншеями (верхні горизонти кар'єру можна розкривати зовнішніми траншеями).

Капітальні похилі траншеї призначені для розкриття родовищ корисних копалин, а також забезпечення транспортного зв'язку з поверхні землі до розкривних і видобувних горизонтів кар'єру. Вони використовуються упродовж розробки пологого родовища для транспортування на поверхню землі корисних копалин і розкривних порід.

Розрізні траншеї призначені для розкриття родовища корисних копалин і створення початкового фронту розкривних і видобувних робіт, а також транспортного забезпечення на усіх горизонтах кар'єру. Також у розрізній траншеї розміщуються розкривні породи першої розкривної заходки. Розрізна траншея, як правило, споруджується тільки після проведення капітальної траншеї.

Як приклад, на рис. 2.1 показано розміщення капітальної і розрізної траншей при розкритті пологого родовища.

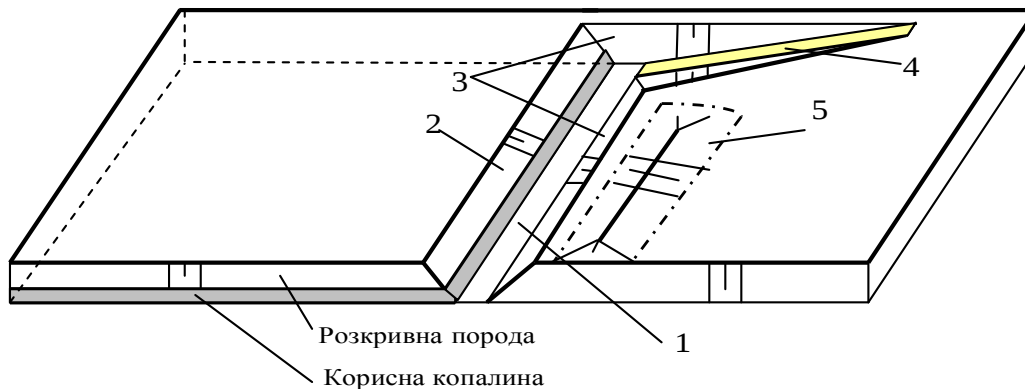


Рис. 2.1. Капітальна і розрізна траншеї у масиві гірських порід при розкритті одного горизонту кар'єру: 1 – дно розрізної траншеї; 2 – робочий борт розрізної траншеї; 3 – неробочий борт розрізної траншеї; 4 – похила капітальна траншея; 5 – зовнішній відвал після проведення траншей.

У залежності від геологічних умов залягання корисної копалини, структури і кількості капітальних траншей, їх розміщення по відношенню до кар'єрного поля відомі такі схеми розкриття:

- пологих родовищ корисних копалин: парними, окремими, груповими і загальними зовнішніми капітальними траншеями;
- похилих або крутоспадних родовищ корисних копалин: парними, окремими, груповими, загальними (тупикова, петльова та спіральна форма траси) і крутими внутрішніми капітальними траншеями.

2.2. Розкриття родовищ зовнішніми похилими траншеями

Розкриття родовищ зовнішніми похилими траншеями застосовують при горизонтальному або пологому заляганні пластів, розташованих на відносно невеликій глибині від рівня земної поверхні. Траншеї закладають за межами контурів кар'єрного поля у вигляді прямолінійної або криволінійної (в залежності від рельєфу місцевості) виробки.

У практиці відкритих гірничих робіт зовнішні траншеї застосовують також для розкриття верхніх горизонтів похилих та крутоспадних родовищ, глибокі горизонти яких розкривають іншими способами – внутрішніми траншеями або підземними гірничими виробками.

Похил траншей залежить від типу кар'єрного транспорту.

Спосіб розкриття зовнішніми траншеями завдяки своїй простоті та високій надійності має широке застосування у практиці відкритих гірничих робіт. При

розробці горизонтальних родовищ є можливість улаштування внутрішніх відвалів, а при розкритті нагірних родовищ – зовнішніх відвалів на косогорах в безпосередній близькості від робочої зони кар'єру.

За формою поділу транспортних вантажопотоків розрізняють розкриття зовнішніми окремими, груповими, загальними та парними траншеями.

Розкриття окремими зовнішніми траншеями (рис. 2.2) сприяє доступу до кожного горизонту за допомогою окремої незалежної траншеї, в тому числі й транспорту. Вантажопотоки гірничої маси є розосередженими і мають незалежний вихід від одного вихід на поверхню, що створює сприятливі умови для організації гірничих та транспортних робіт на кар'єрі.

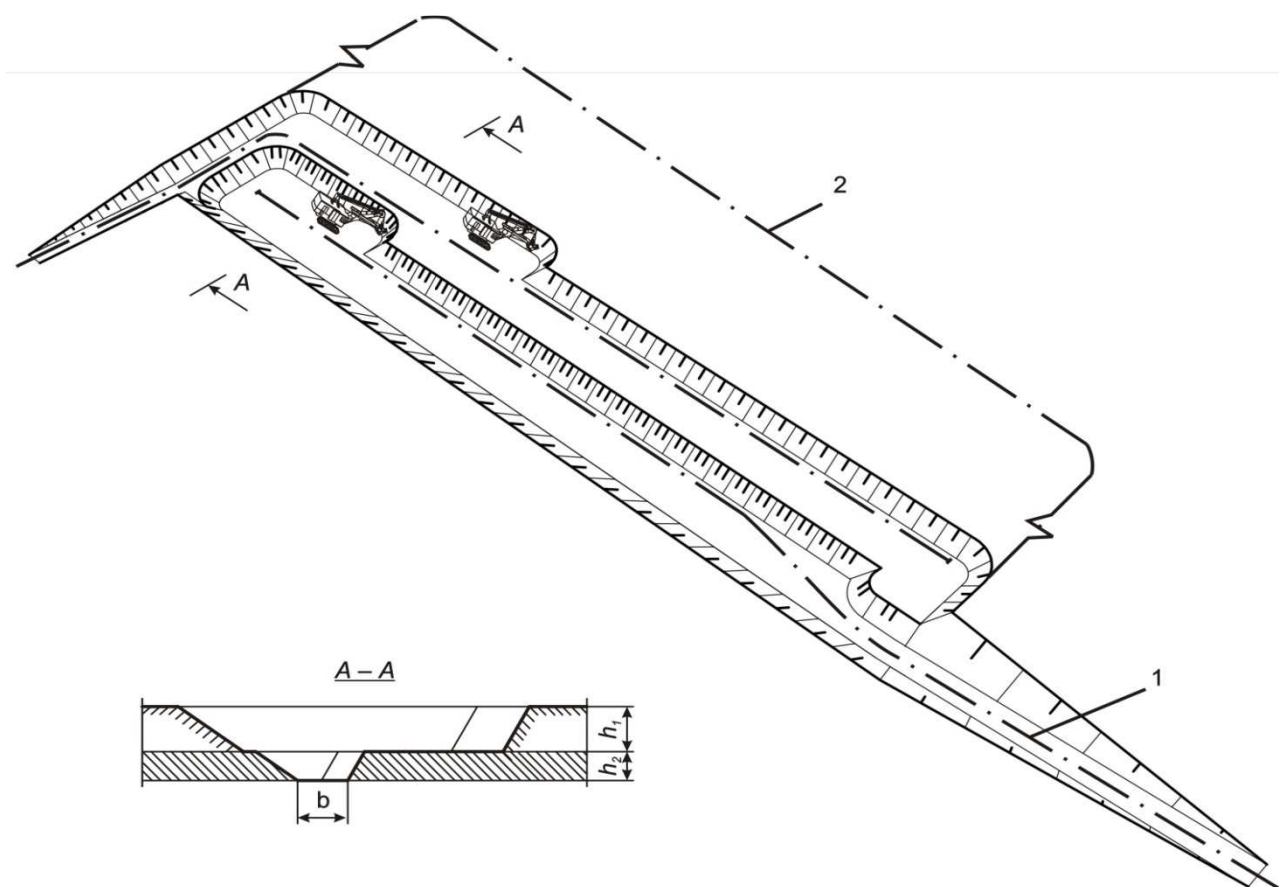


Рис. 2.2. Схема розкриття окремими зовнішніми траншеями: 1 – залізничний транспорт; 2 – контур кар'єрного поля

Розкриття окремими траншеями застосовують для неглибоких родовищ з горизонтальним або пологим заляганням пластів малої та середньої потужності. Цей спосіб розкриття застосовується також при розробці нагірних родовищ.

При цьому погоризонтні траншеї споруджують у вигляді напівтраншей (рис. 2.3) за межами родовища на схилах гори, на висотних відмітках горизонтів, що розкриваються.

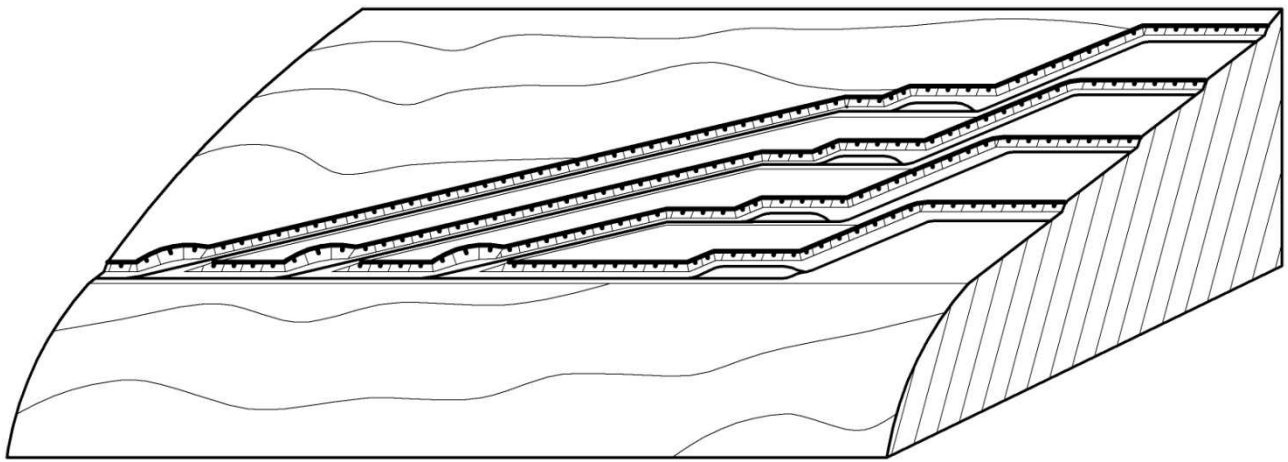


Рис. 2.3. Схема розкриття окремими зовнішніми траншеями (напівтраншеями) нагірної частини родовища

Зазвичай напівтраншеї складаються з двох частин: зовнішньої, що зберігається протягом всього періоду розробки горизонту, та внутрішньої, що виконує функції розрізної траншеї.

Розробку нагірного родовища починають з верхніх уступів, поступово залучаючи в експлуатацію горизонти, які розташовані нижче. На сучасному етапі розвитку відкритих гірничих робіт одночасно в розробці може знаходитись значна кількість уступів. Шляхи в траншеях бажано закладати з похилом в сторону відвалів, а відстань до відвалів вибирати найменшою, що сприятиме зниженню вартості транспортних перевезень.

Основні переваги способу розкриття зовнішніми траншеями – простота і надійність в експлуатації. Однак при значній кількості уступів він відрізняється великим об'ємом гірничобудівельних робіт, зв'язаних з проведенням капітальних траншей або напівтраншей.

Окремими зовнішніми траншеями розкривають вугільні, рудні, фосфоритові, вапнякові та інші родовища корисних копалин, які мають відповідні гірничо-геологічні умови залягання.

Розкриття груповими зовнішніми траншеями (рис. 2.4) передбачає улаштування незалежних траншей до групи розкривних і окремо до групи видобувних уступів.

При цьому розділення вантажопотоків за комунікаціями дозволяє застосовувати різні види транспорту для розкривних порід, розташованих на верхніх горизонтах, і корисних копалин, які знаходяться на нижніх горизонтах кар'єру. Розкриття груповими траншеями у порівнянні з розкриттям окремими траншеями відрізняється меншим обсягом гірничокапітальних робіт.

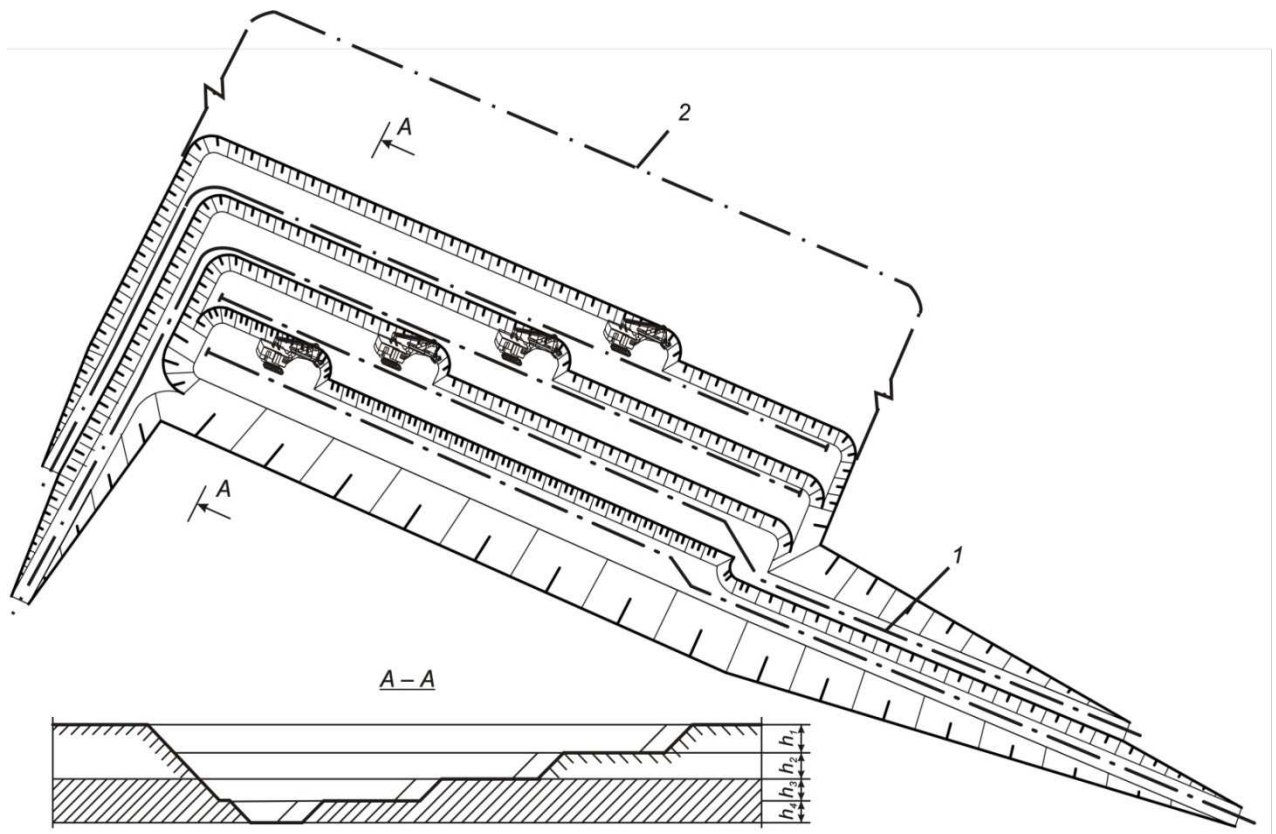


Рис. 2.4. Схема розкриття груповими зовнішніми траншеями

Розглянутий спосіб застосовується для родовищ з горизонтальним та пологим заляганням пластів значної потужності, а також для розкриття декількох верхніх уступів при розробці похилих та крутоспадних покладів.

Розкриття загальними зовнішніми траншеями використовують при розробці горизонтальних та пологих пластів значної потужності, а також верхніх горизонтів крутоспадних пластів і масивних покладів будь-якої форми та розмірів. При цьому одночасно розкривають однією траншеєю від 3 до 5 уступів (рис. 2.5) на глибину до 50 – 60 м.

Траншеї можуть мати центральне або флангове розташування. Цей спосіб у порівнянні з розглянутими вище відрізняється меншими обсягами гірничо-капітальних робіт, але при цьому ускладнюється організація роботи кар'єрного транспорту, особливо залізничного.

Розкриття парними зовнішніми траншеями (рис. 2.6) застосовують з метою створення кільцевої схеми руху транспорту в умовах окремих, групових та загальних зовнішніх траншей при великому вантажообігу. Порожні поїзди проходять в кар'єр траншеями з похилом, що є більшим за керівний, а завантажені – виходять з кар'єру траншеями, в яких підйом дорівнює керівному.

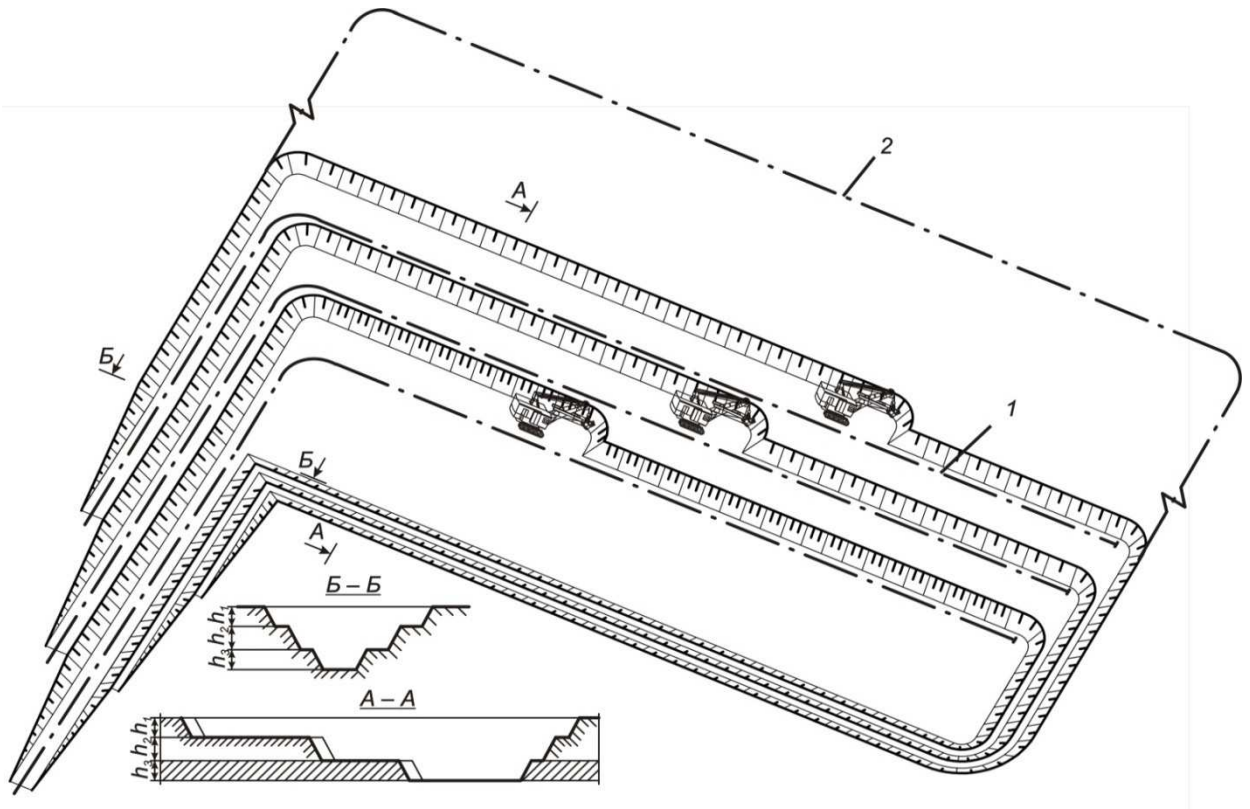


Рис. 2.5. Схема розкриття загальними зовнішньою траншеєю

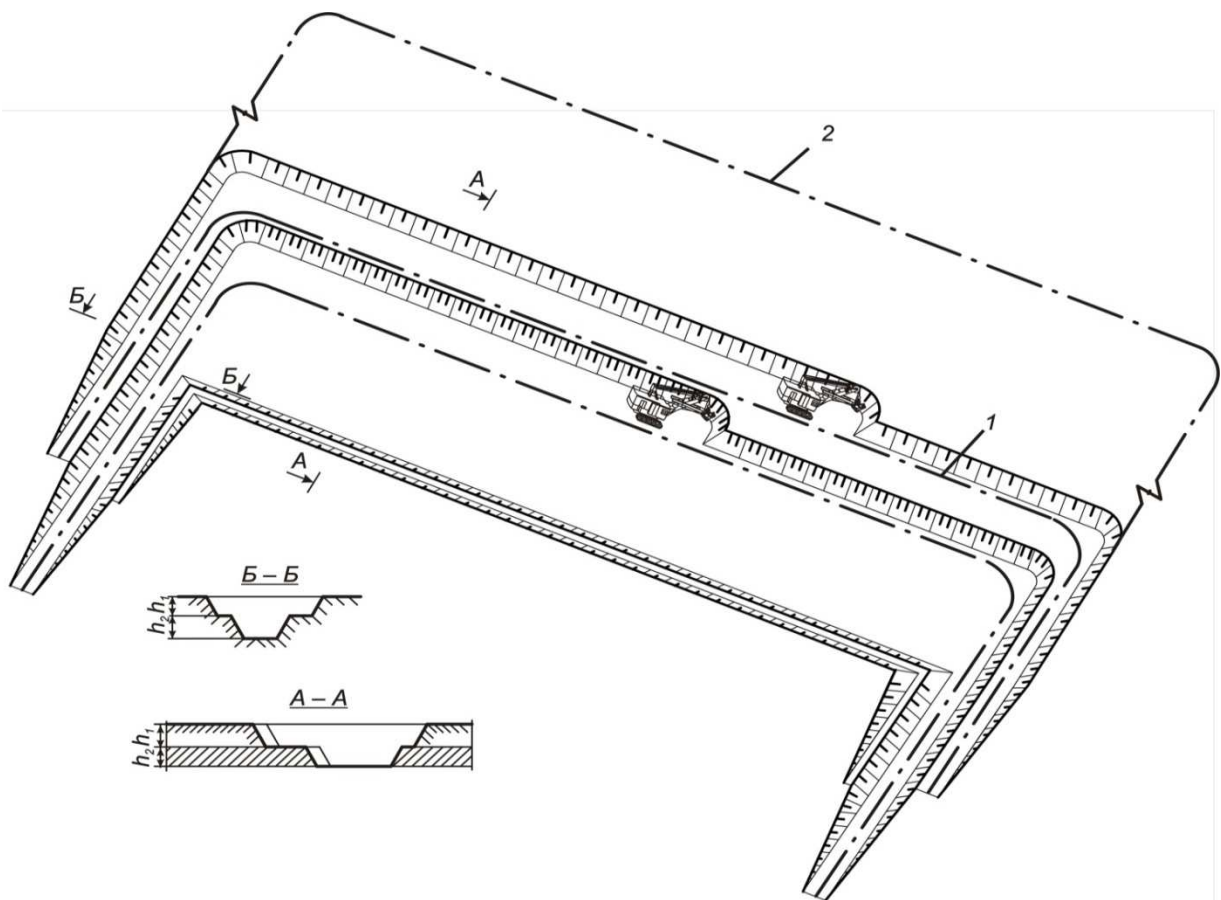


Рис. 2.6. Схема розкриття парними зовнішніми траншеями

Парні одноколіїні траншеї замінюють одну окрему двоколіїну, при цьому будівельний об'єм парних траншей є не набагато більшим ніж такий самий показник окремих траншей.

Обсяг робіт при будівництві зовнішніх траншей зростає зі збільшенням глибини горизонтів, що розкриваються, тому способи розкриття зовнішніми траншеями виправдовують себе при глибинах до 60 – 80 м, однак ця величина встановлюється на основі техніко-економічних розрахунків. На більш глибоких кар'єрах застосовують розкриття внутрішніми траншеями.

Зовнішні траншеї можуть мати центральне або флангове розташування. Вибір місця закладення зовнішніх траншей визначається шляхом техніко-економічного аналізу конкуруючих варіантів.

Усі способи розкриття родовищ зовнішніми траншеями характеризуються високою надійністю під час експлуатації.

2.2. Розкриття родовищ внутрішніми траншеями

Внутрішні траншеї закладають в контурах кар'єру на його бортах. Вони вигідно відрізняються від траншей зовнішнього закладення, оскільки будівельний об'єм породи входить в загальний аналогічний показник розкривних робіт на кар'єрі.

Внутрішні похилі траншеї є можливість застосовувати в кар'єрах з глибиною розробки до 300 – 450 м. Доцільність глибини закладення внутрішніх похилих траншей в кожному окремому випадку встановлюється економічними розрахунками.

Якщо довжина борту кар'єру є недостатньою для розташування траншеї з допустимим похилом, то внутрішні траншеї можуть бути розміщені по всьому периметру кар'єру (при достатній стійкості порід).

Відомі два основних варіанти розміщення внутрішніх траншей:

- стаціонарне – в межах контуру кар'єру на неробочому борті;
- нестаціонарне – на робочому борті кар'єру (ковзні з'їзди).

У першому випадку (рис. 2.7) обсяги гірничопідготовчих робіт досягають найбільших розмірів, що призводить до подовження строку будівництва кар'єру і викликає збільшення капітальних витрат на придбання гірничотранспортного обладнання для розробки верхньої зони родовища. Позитивною якістю цього варіанта є постійне положення з'їздів протягом усього періоду існування кар'єру, висока надійність роботи транспортних комунікацій, що спрощує організацію роботи в кар'єрі та дає істотне зниження експлуатаційних витрат.

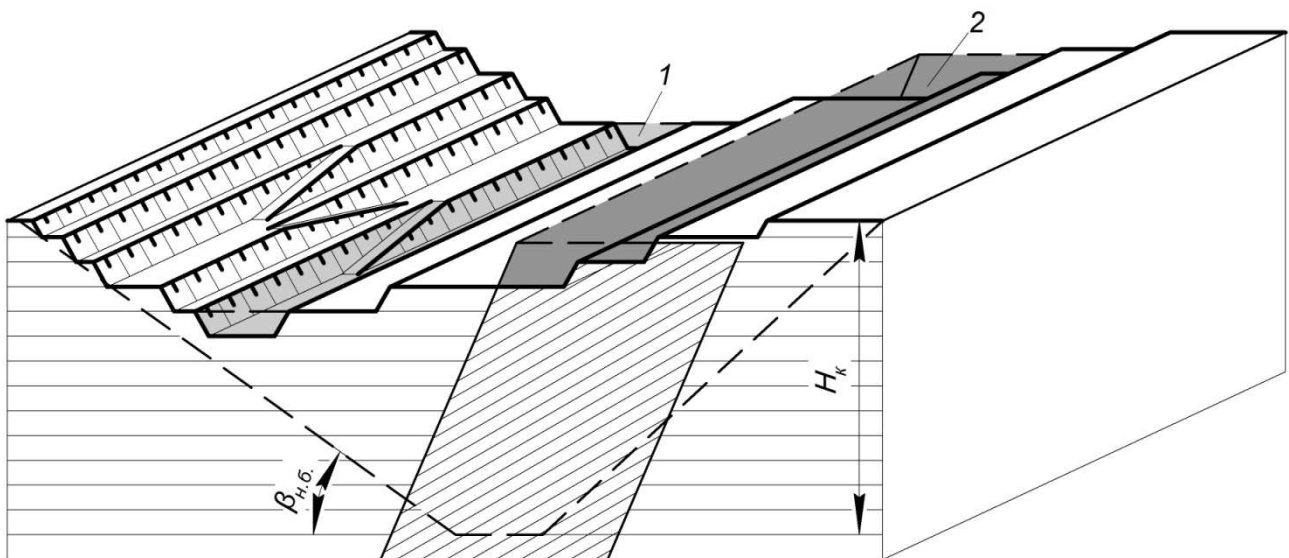


Рис. 2.7. Основні схеми стаціонарного розміщення внутрішніх траншей і формування робочої зони кар'єру: 1 – об'єм розрізної траншей, 2 – об'єм корисної копалини, що виймається

При розкритті нестаціонарними траншеями (рис. 2. 8) останні розташовують якомога ближче до виходу покладів на земну поверхню з урахуванням виконання мінімальних обсягів гірничокапітальних робіт, скорочення термінів будівництва та освоєння проектної потужності кар'єру. При цьому траншеї розміщують на робочих бортах і в процесі розробки переміщують разом з ними до граничних контурів кар'єру, що в деяких випадках ускладнює організацію гірничих робіт.

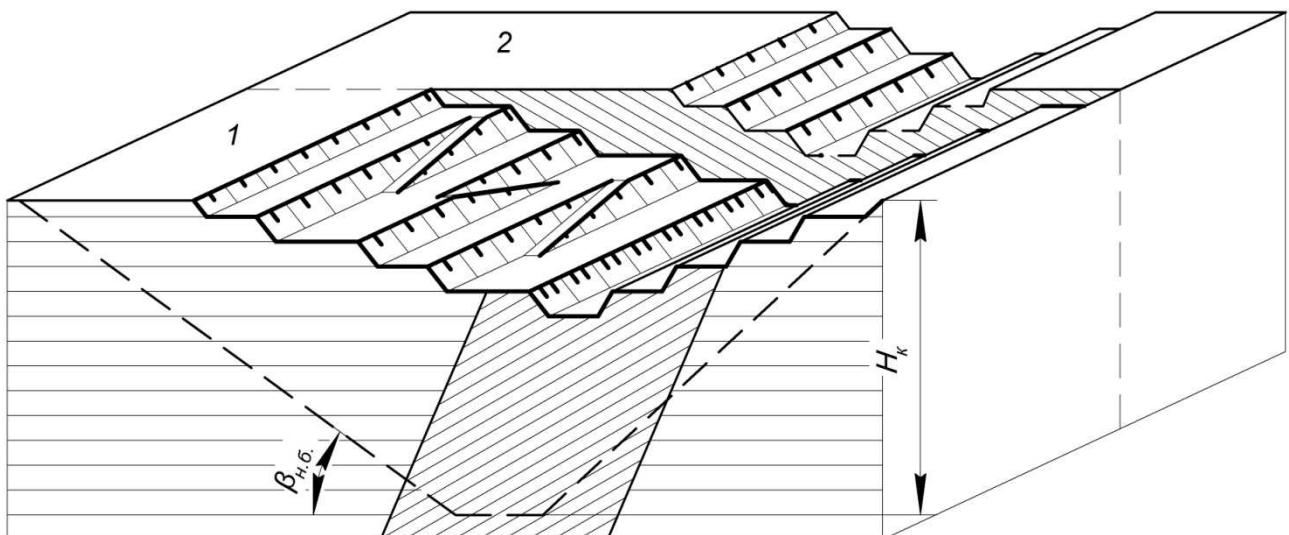


Рис. 2.8. Основні схеми нестаціонарного розміщення внутрішніх траншей і формування робочої зони кар'єру: 1, 2 – розкрито 5 і 3 уступи, відповідно

У загальному випадку вибір місця розташування розкривних виробок здійснюється на основі техніко-економічного аналізу і порівняння конкуруючих варіантів.

Розкриття окремими внутрішніми траншеями, розташування яких на неробочому борті кар'єру є стаціонарним, характеризується наявністю окремої траншеї для кожного горизонту (рис. 2.9). Всі розкривні уступи мають при цьому незалежні транспортні комунікації, в деяких випадках – місцеві відвали. Вантажопотоки гірничої маси з кожного горизонту є розосередженими, з власним виходом на земну поверхню. Взаємна незалежність траншей створює значні вигоди в організації кар'єрного транспортування і гірничоексплуатаційних робіт. За наявності великої кількості уступів цей спосіб розкриття ускладнюється, оскільки збільшується обсяг робіт з будівництва та обладнання капітальних траншей.

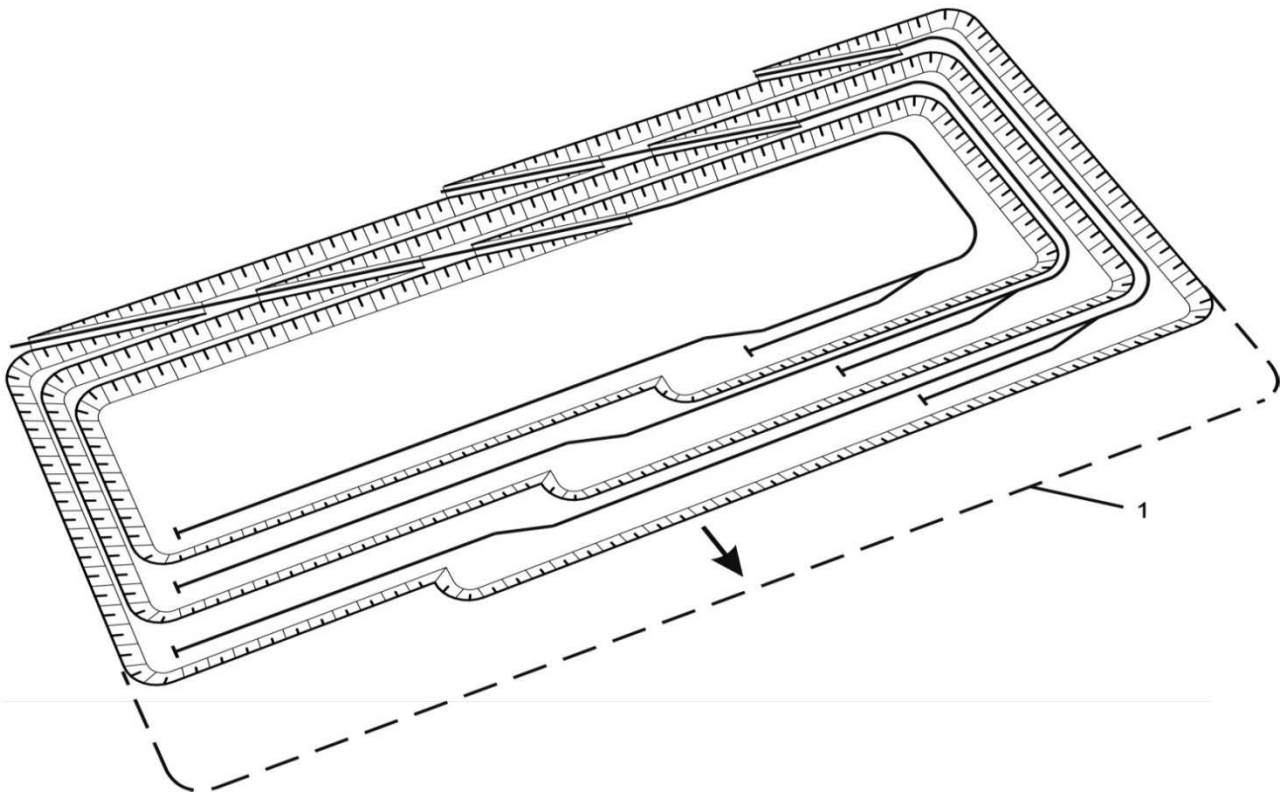


Рис. 2.9. Схема розкриття родовища окремими траншеями: 1 – контур кар'єрного поля

Розкриття груповими внутрішніми траншеями застосовують під час розробки родовищ з горизонтальним та пологим заляганням пластів великої потужності (рис. 2.10) або розкриття верхніх горизонтів глибоких кар'єрів при похилому і крутому заляганні пластів. При цьому окремі групи уступів кар'єру (розкривних і видобувних) розкривають незалежними одна від одної траншеями, розташованими в різних частинах кар'єрного поля.

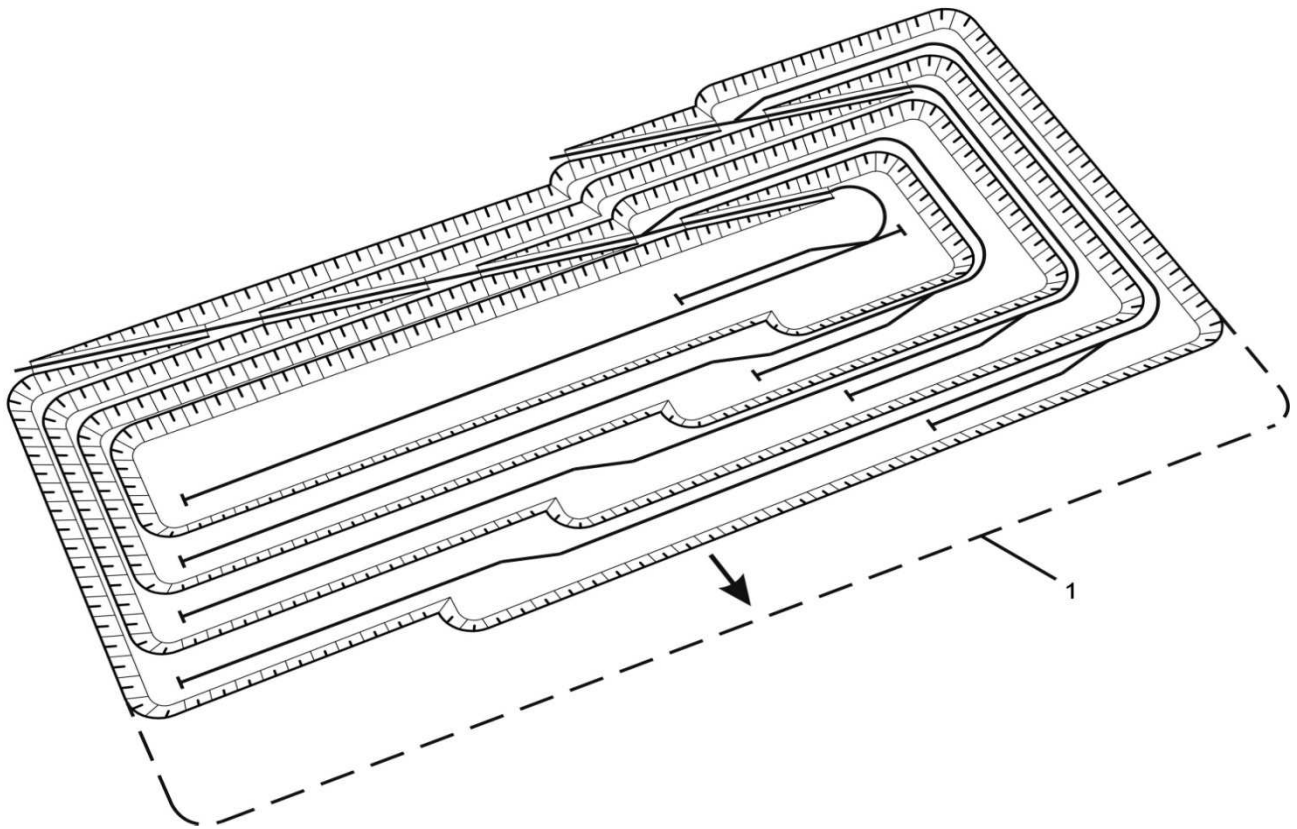


Рис. 2.10. Схема розкриття родовища груповими внутрішніми траншеями:
1 – контур кар'єрного поля

Транспортування порід і корисних копалин поділено на два самостійних вантажопотоки, які мають незалежні виходи на поверхню. При цьому в окремих випадках застосовують різні види транспортних засобів для переміщення розкривних порід та корисних копалин (наприклад, залізничний для породи і автомобільний для корисної копалини).

Розкриття груповими траншеями у порівнянні з розкриттям окремими траншеями відрізняється значно меншим обсягом гірничо-будівельних робіт.

Загальні внутрішні траншеї мають складну форму. Вони застосовуються для розкриття глибинних родовищ з будь-якими умовами залягання. Загальні внутрішні траншеї можуть мати тупикову, петльову та спіральну форми траси.

Розкриття загальними внутрішніми траншеями з тупиковою формою траси застосовують при використанні залізничного транспорту і різних умов залягання корисних копалин. Спосіб широко застосовують на глибоких кар'єрах. Його сутність полягає у послідовному розкритті окремих горизонтів родовищ похилими траншеями (рис. 2.11), які проходять на одному з бортів кар'єру у протилежних взаємообернених напрямках, що закінчуються горизонтальними тупиковими майданчиками, котрі улаштовують на кожному робочому горизонті або в кар'єрах великої протяжності через 3 – 4 робочих горизонти.

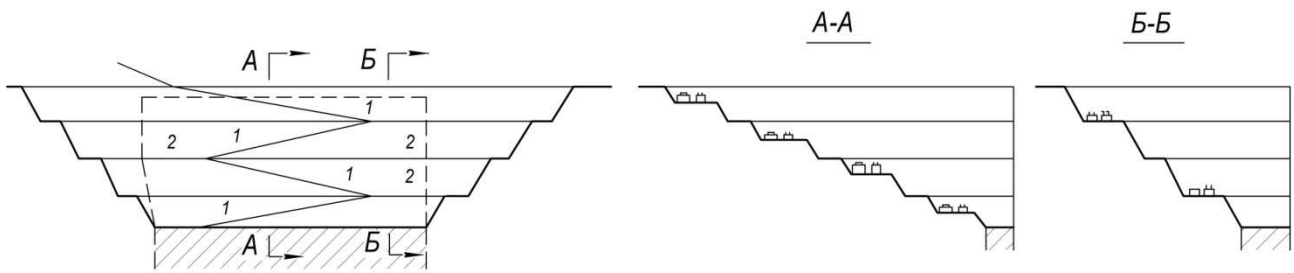


Рис. 2.11. Схема розкриття загальними внутрішніми траншеями тупикової форми: 1 – похилі траншеї; 2 – тупикові майданчики

Горизонтальні тупикові майданчики обладнують маневровими коліями для обміну вантажених і порожніх поїздів та для зміни напрямку їх руху (рис. 2.12).

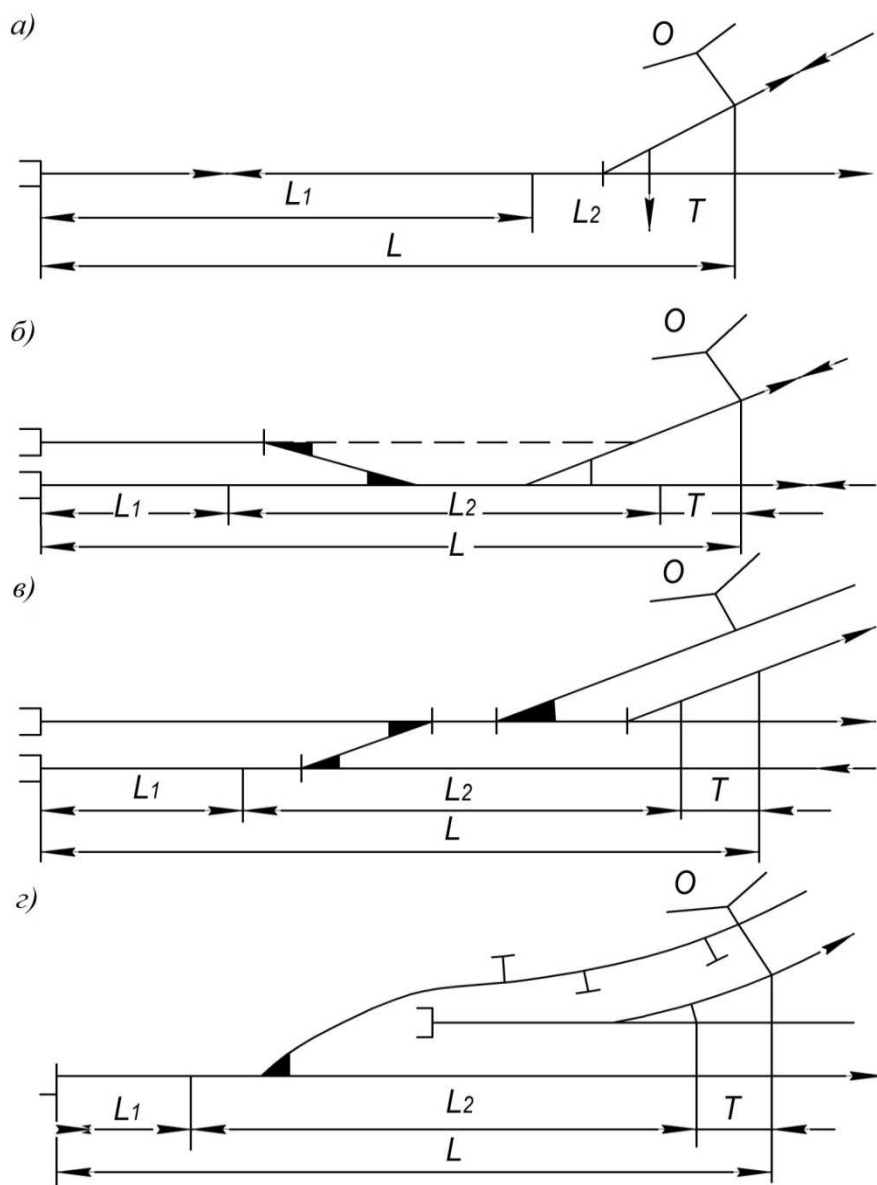


Рис. 2.12. Схеми залізничних колій на тупикових майданчиках: а) при однокільній трасі з одним тупиком; б) те саме з двома тупиками; в) при двохколіній трасі з двома тупиками; г) те саме з телескопічним тупиком

Довжина маневрового майданчика L в місцях його примикання до похилої траншеї на кар'єрах складає 250 – 600 м. При розрахунках вона визначається за формулою:

$$L = (L_1 + 15) + L_2 + T,$$

де $L_1 + 15$ – довжина поїзда з урахуванням відстані гальмування, м; h – довжина стрілкової зони, м; $T = R_B \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ – проекція вертикального сполучення кривої, м; R_B – радіус вертикального сполучення кривої, $R_B = 2000 - 3000$ м; α – кут повороту вертикальної кривої, що дорівнює алгебричній сумі сполучених похилів, $\alpha \approx i_1 + i_2$.

Ширина маневрового тупикового майданчика визначається кількістю укладених колій, габаритами рухомого складу і стійкістю укосів уступів.

Схема розкриття тупиковими траншеями і порядок розвитку робіт в кар'єрі при крутому падінні родовища показані на рис. 2.13.

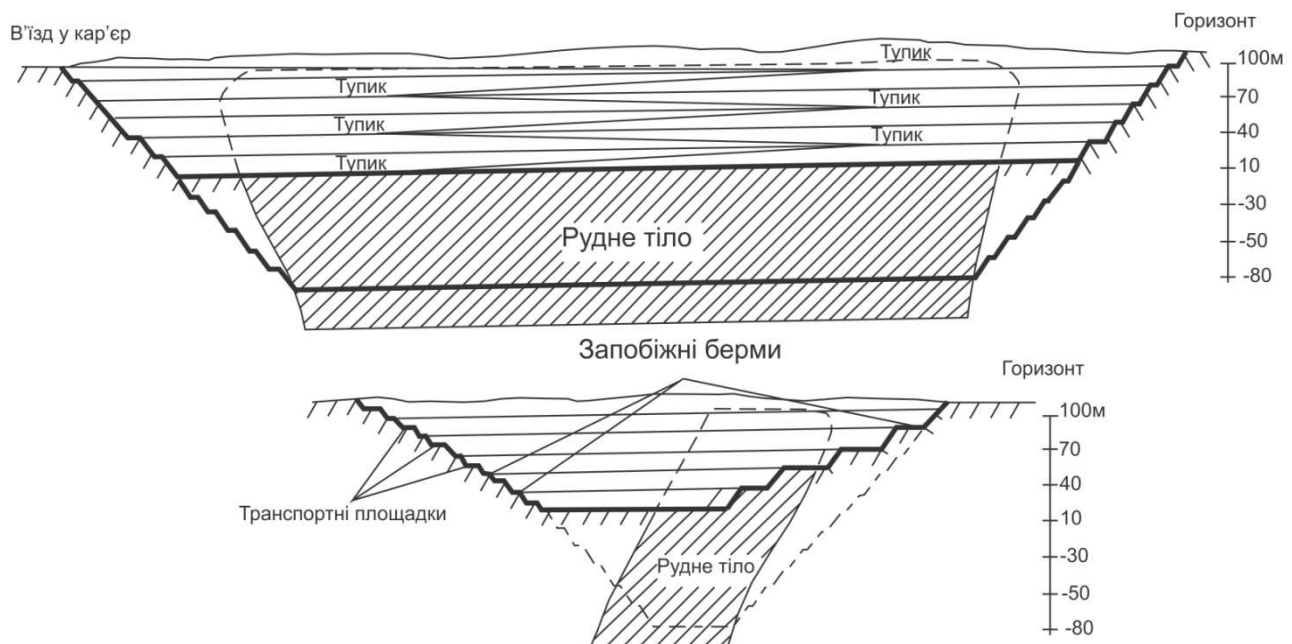


Рис. 2.13. Схема розкриття глибокого кар'єру тупиковими траншеями

Із земної поверхні або з будь-якого робочого горизонту кар'єру, розкритого раніше іншим способом, проводять похилу траншею до робочого горизонту, що розкривається. В міру достатнього розвитку гірничих робіт на даному горизонті з тупикового майданчика першої траншеї споруджують (у зворотному напрямку) нову траншею, розкриваючи новий горизонт кар'єру, де знов улаштовують тупиковий майданчик тощо. При розкритті тупиковими траншеями похилого шару значної довжини тупикові майданчики обладнують не на кож-

ному робочому горизонті, а через декілька (3 – 4), з огляду на довжину кар'єру. В цьому випадку зменшується кількість горизонтальних тупикових майданчиків і об'єм маневрових робіт при русі поїздів, завдяки чому збільшується пропускна здатність траншей.

Вантажонапруженість на різних ділянках системи похилих з'їздів є неоднаковою, вона систематично збільшується у міру наближення до поверхні.

Технічна оснащеність окремих ділянок з'їзду і схеми колійного розвитку повинні відповідати вантажопотокам, що проходять крізь них. Збільшення пропускної здатності похилого з'їзду в різних глибинних зонах кар'єру можна досягти застосуванням відповідних схем в пунктах примикання, що дозволяють досягти паралельності операції з приймання та відправлення поїздів (наприклад, телескопічні схеми); використанням поточно-кільцевої схеми руху поїздів; розділенням похилої частини з'їздів верхніх горизонтів на дві блок-ділянки, завдяки чому два поїзди одночасно в змозі їхати однією похилою траншеєю.

Для зростання провозоздатності можна застосовувати потужніші типи локомотивів, які збільшуватимуть вантажопідйомність состава; інколи використовують подвійну тягу, для чого необхідно мати відповідний розвиток залізничних колій на тупикових майданчиках.

Схеми колійного розвитку тупикових станцій і основної залізничної траси на робочих уступах і нижчележачих горизонтах є взаємозалежними, що є визначним фактором під час конструювання транспортних систем в конкретних умовах глибоких кар'єрів.

На рис. 2.14 показані деякі види тупикових трас: а, б – відповідно з одностороннім і двостороннім примиканням; в, г – двоколійні з одно- і двостороннім примиканням.

При поточному русі поїздів, який забезпечує високу пропускну здатність і безпеку завдяки відсутності зустрічних вантажопотоків, найбільше застосування мають три схеми: з телескопічним колійним розвитком, з двома з'їздами на борті кар'єру і зі східчастими з'їздами (рис. 2.15).

Телескопічна схема потребує широкого майданчика великої довжини для улаштування постів примикання, що зумовлює перепробіг поїздів. Цілком слушно після відробки декількох уступів замінити верхні з'їзди одним більшої протяжності.

Схема з двома з'їздами на борті дозволяє здійснювати рух вантажених і порожніх поїздів незалежними коліями. Підготовку нових горизонтів при цьому можна проводити у двох напрямках, що має істотне значення в умовах великих обсягів робіт або вимушеної зупинки на одному із з'їздів.

Схема східчастого з'їзду має найбільш простий колійний розвиток, тому з трьох схем, що розглядаються, при кільцевому русі поїздів перевагу має остан-

ня. Наведені схеми з'їздів для глибоких кар'єрів можуть застосовуватись самостійно або в комбінації з іншими способами розкриття, що в практиці відкритих розробок зустрічається досить часто. Схеми виконання потокового руху поїздів потребують більшої протяжності кар'єрного поля.

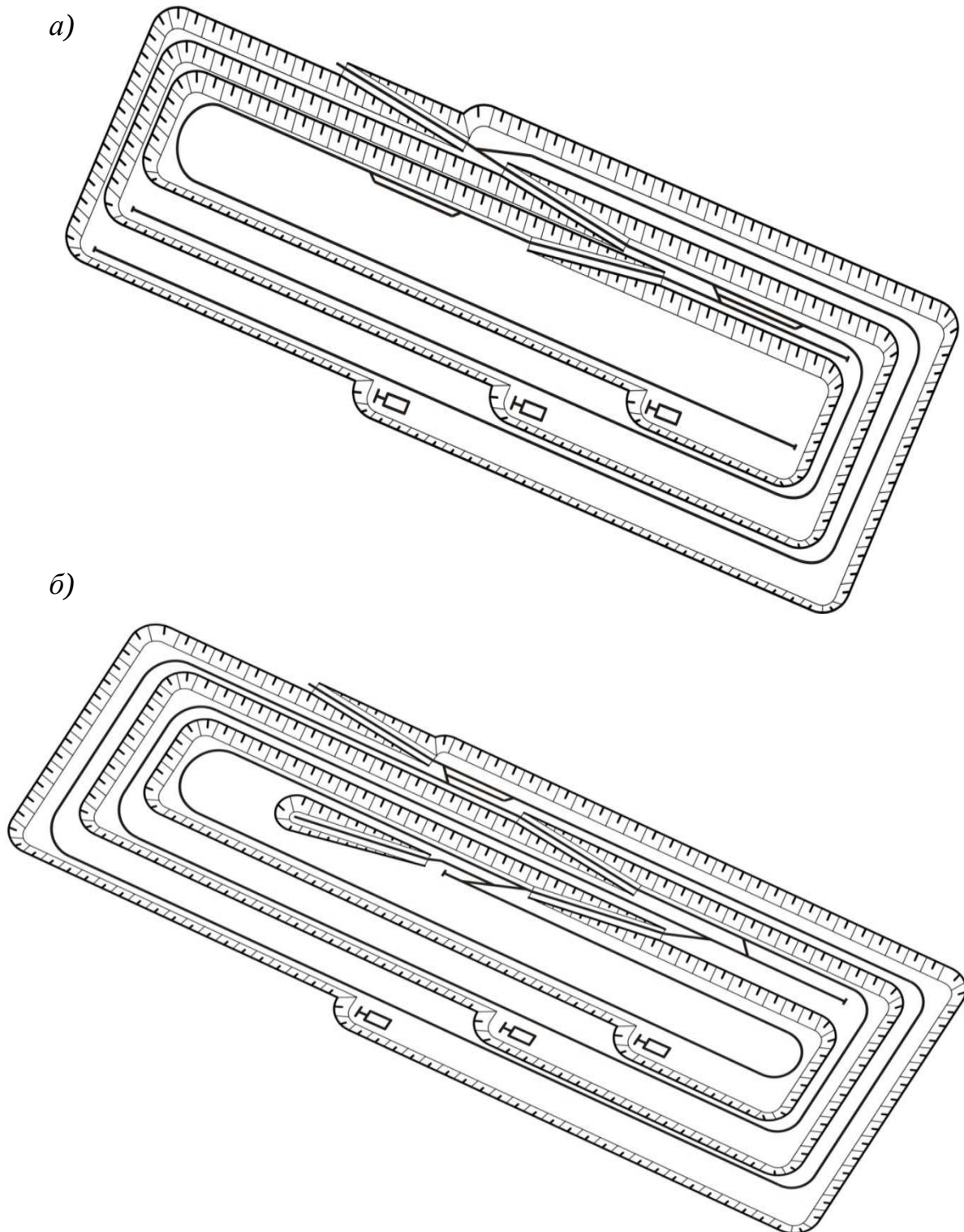


Рис. 2.14. Схеми тупикових залізничних трас: а, б – відповідно з одностороннім і двостороннім примиканням

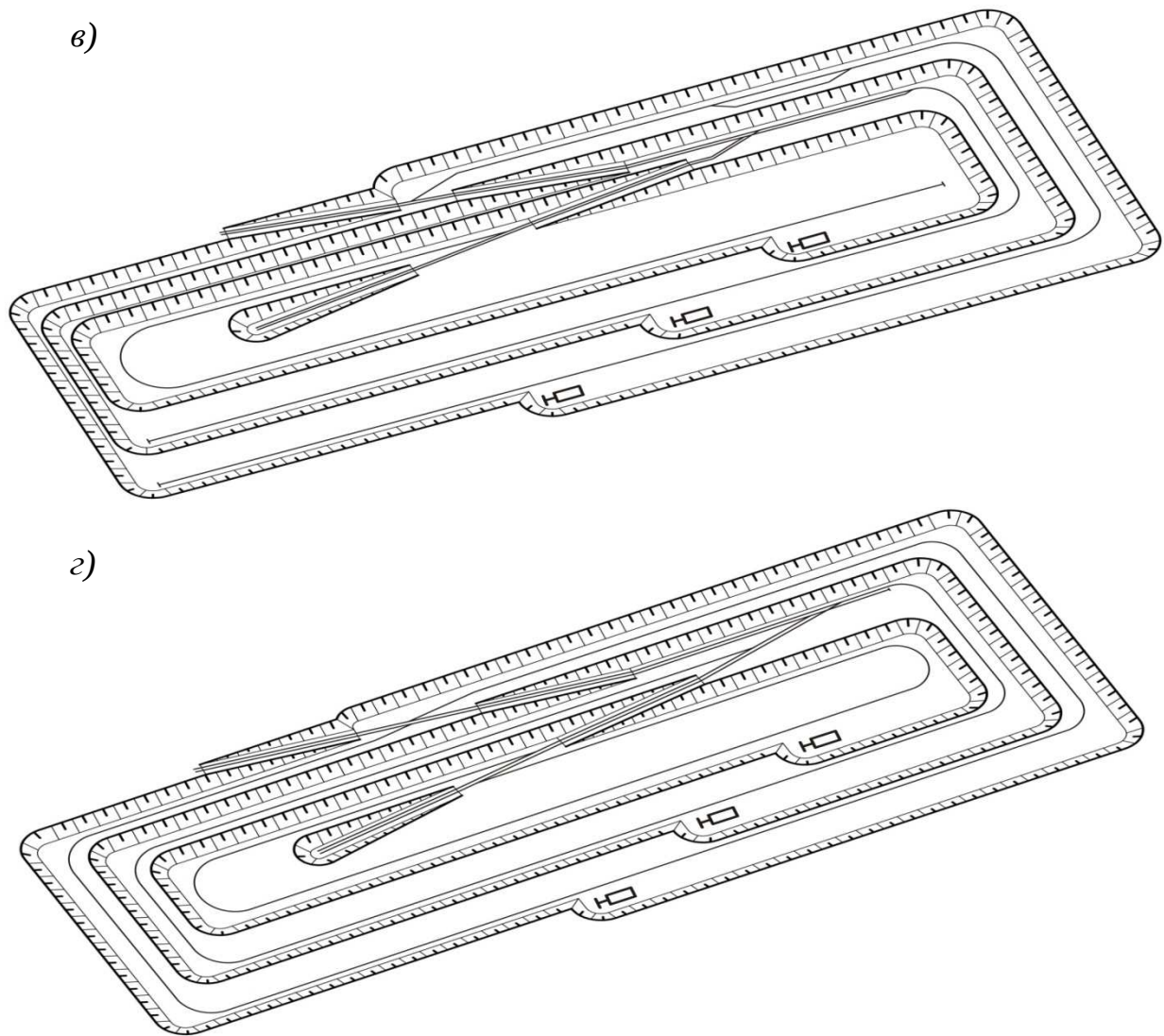


Рис. 2.14. Схеми тупикових залізничних трас: в, г – двоколіїні з одно- і двостороннім примиканням

Мінімальні розміри кар'єрного поля, які допускають застосування кожної з розглянутих схем колійного розвитку, визначаються за методикою проф. Л.Г. Тимовського.

1. Для телескопічної схеми (рис. 2.15, а) довжина поля за простяганням

$$L_{\text{д}} = 2(H - 1,5h) \operatorname{ctg} \beta + \frac{h}{i} + 2R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + L_n + 4L_n + 3L_c + 2T_e + v + 120, \text{ м};$$

ширина поля вхрест простягання

$$L_{\text{ш}} = H(\operatorname{ctg} \gamma_1 + \operatorname{ctg} \gamma_2) + 2R + v, \text{ м}.$$

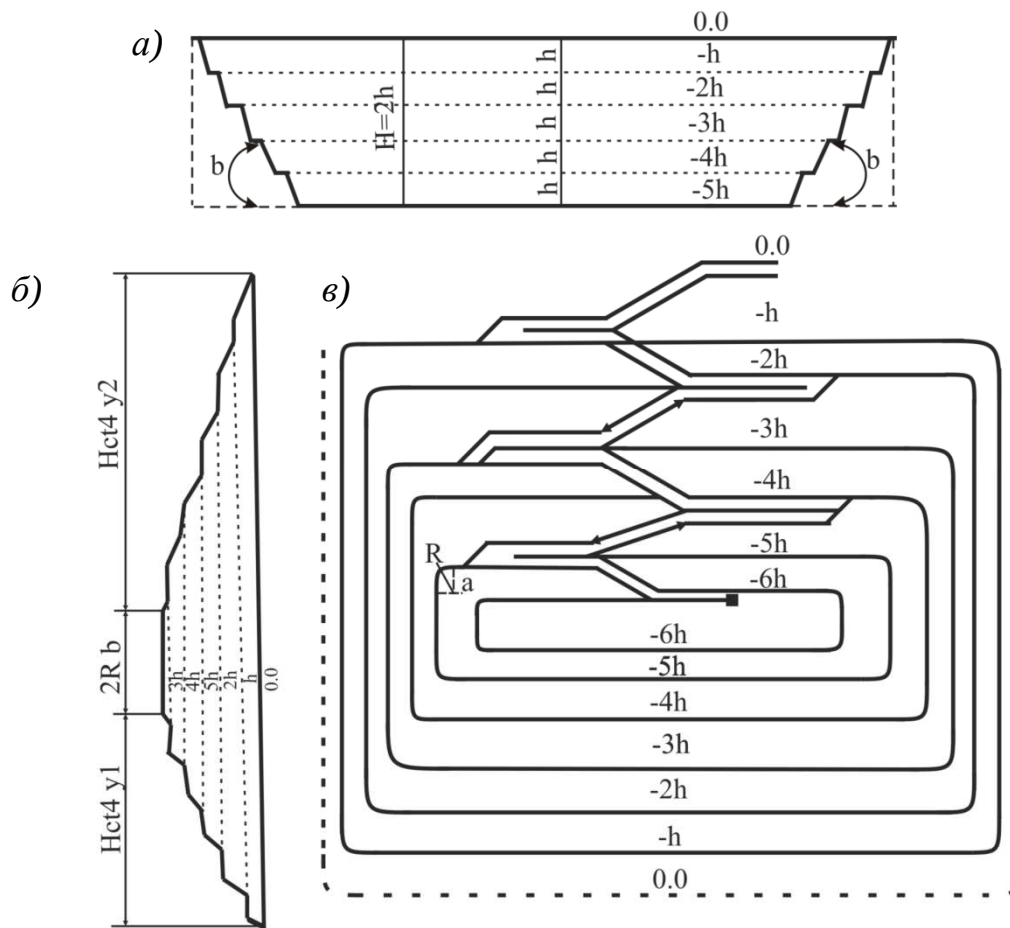


Рис. 2.15. Схеми тупикових трас з поточним рухом поїздів: а) з телескопічним розвитком колій; б) з двома з'їздами на борті; в) зі східчастими з'їздами; h – висота уступу; H – глибина кар'єру; i – похил залізничних колій; $\gamma_1, \gamma_2, \beta$ – кути погашення борту кар'єру (відповідно з боку лежачого і висячого боків і з торців кар'єру); R – радіус кривої залізничної колії; $h/2$ – відстань від осі залізничної колії до нижньої брівки уступу; L_H – довжина поїзда з розрахунком шляху гальмування (15 м); L_C – довжина стрілочної зони; T_B – величина тангенса вертикальної сполученої кривої; α – кут обертання кривої.

2. Для схеми з двома з'їздами (рис. 2.13, б) довжина поля за простяганням

$$L_d = 2(H - h) \operatorname{ctg} \beta + h \left(\frac{1}{i_1} + \frac{1}{i_2} \right) + 2R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 5L_c + 4T_B + 3L_{II} + v, \text{ м},$$

а ширина поля вхрест простягання така сама, що і при виконанні телескопічної схеми.

Підставив у наведені формули середнє значення величин:

$R = 120$ м; $\alpha = 90^\circ$; $L_c = 31$ м (при М1/9 і Р-43);

$T_B = 30$ м (при $i_2 = 30\%$ і $R_B = 2000$ м); $R_B = 100$ м,

одержимо простіші залежності.

1. Для телескопічної схеми:

$$L_{\text{д}} = 2(H - 1,5h) \operatorname{ctg} \beta + \frac{h}{i} + 920, \text{ м};$$

$$L_{\text{ш}} = H(\operatorname{ctg} \gamma_1 + \operatorname{ctg} \gamma_2) + 250, \text{ м};$$

2. Для схеми з двома з'їздами:

$$L_{\text{д}} = 2(H - h) \operatorname{ctg} \beta + h \left(\frac{1}{i_1} + \frac{1}{i_2} \right) + 825, \text{ м}.$$

Наведені рівняння можна розв'язати відносно величини H і таким чином встановити, до якої глибини може бути розкрито родовище з огляду на цю схему з'їзду і прийнятих його розмірах.

Для схеми зі східчастим з'їздом з урахуванням п'яти транспортних горизонтів (рис. 2.14, в):

$$L_{\text{д}} = 8h \operatorname{ctg} \beta + \frac{2h}{i} + 920, \text{ м};$$

$$L_{\text{ш}} = 5h(\operatorname{ctg} \gamma_1 + \operatorname{ctg} \gamma_2) + 250, \text{ м};$$

При виконанні потокових схем пропускна здатність двоколійних з'їздів може досягати 240 – 280 пар поїздів за добу; провозоздатність при похилах до 40 ‰ досягає при одноколійних з'їздах 16 – 32, при двоколійних – 35 – 70 млн т за рік. Застосування три- і чотириколійних з'їздів унаслідок складності колійного розвитку і організації руху по них поїздів стає неефективним.

Тупикові траншеї (напівтраншеї) можуть бути застосовані для розкриття родовищ нагірного типу (рис. 2.16).

При такому розкритті кожний породний уступ може мати незалежні зовнішні відвали, які розташовують на косогорі в безпосередній близькості від породних уступів. Одночасно влаштовують похил колій в бік відвалів, що забезпечує економію енергії при роботі навантажених поїздів.

Переваги розкриття тупиковими з'їздами:

- можливість розкриття родовищ з різними умовами залягання;
- висока надійність в експлуатації;
- за умови достатньої ширини кар'єрного поля організація одночасної роботи на декількох уступах і досягнення високої продуктивності кар'єру;
- можливість розміщення капітальних траншей на борті кар'єру з найбільш стійкими породами.

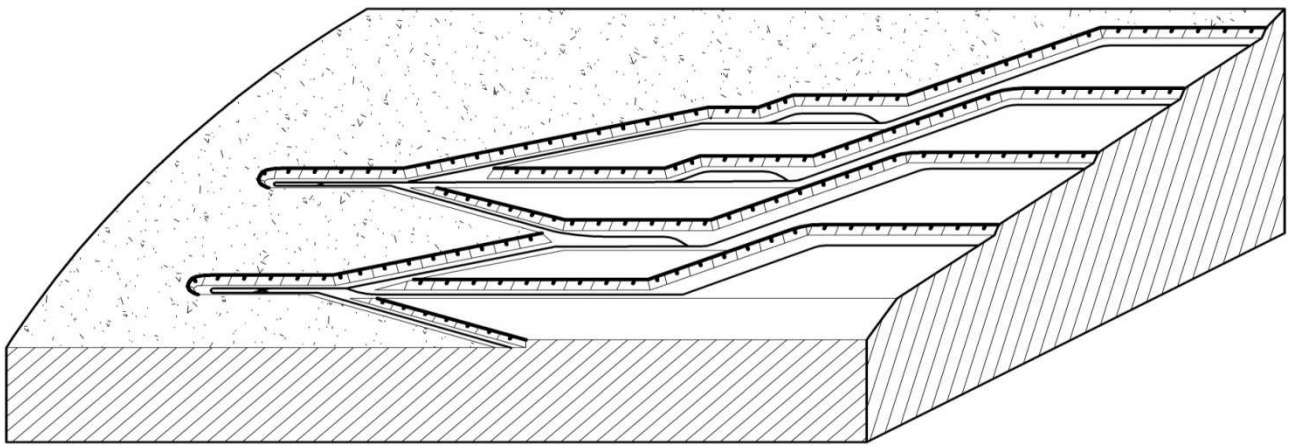


Рис. 2.16. Розкриття нагірного родовища тупиковими напівтрапшеями

Недоліки:

- наявність великої кількості похилих траншей, проведення, обладнання та підтримка яких потребує значних коштів;
- великі затрати часу на маневри рухомого складу на тупикових майданчиках і, як наслідок, зменшення пропускної і провізної здатності траншей.

Розкриття родовищ тупиковими траншеями має достатньо широке застосування на рудних і вугільних кар'єрах.

Під час розкриття ковзними з'їздами внутрішні траншеї розміщують на робочому борті кар'єру. В процесі розробки з'їзди час від часу переміщують разом з робочим бортом до граничного контуру кар'єру. Уступ, який відпрацьовується, при цьому розсікається діагональним з'їздом (рис. 2.17).

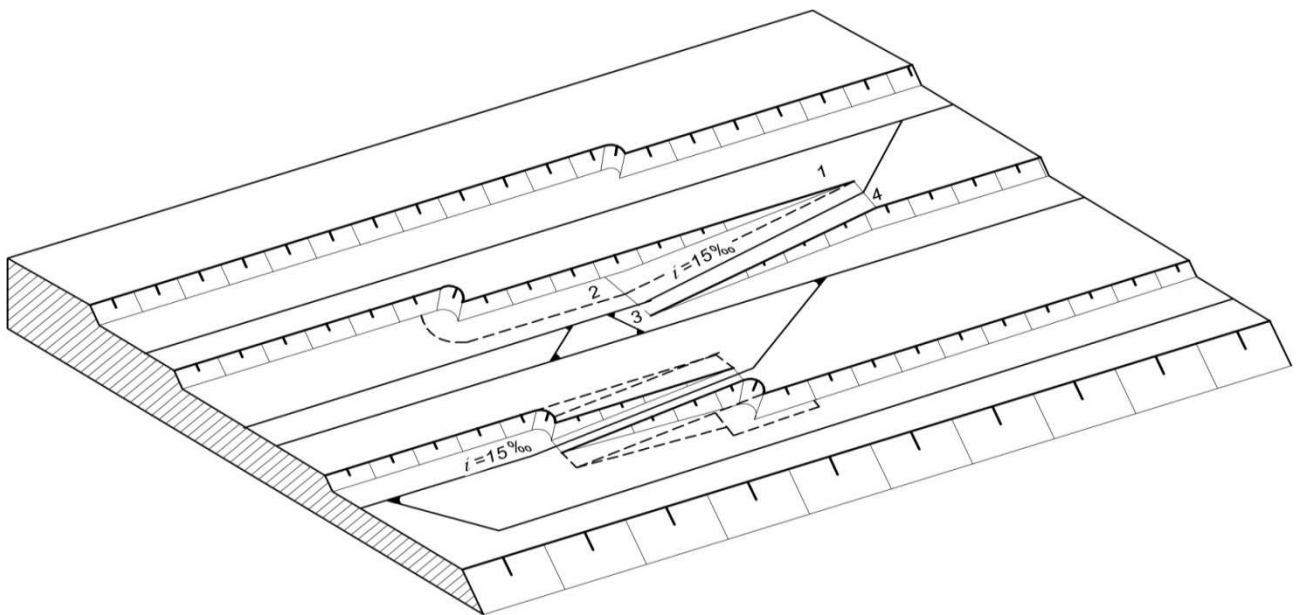


Рис. 2.17. Схеми розкриття ковзними з'їздами: 1 – 2 і 3 – 4 уступи зі змінною висотою

Ширину похилого з'їзду визначають як мінімальну на робочому майданчику з урахуванням умов розміщення екскаваторів, порід після вибуху та однієї або двох рейкових колій. При виробі верхньої частини уступу з нижнім навантаженням укладається додаткова рейкова колія. Підйом ковзного з'їзду встановлюється, як правило, на 30 % меншим за керівний.

Розкриття ковзними з'їздами дозволяє зменшити обсяг гірничокапітальних робіт, скоротити строки будівництва кар'єру, оскільки ковзні з'їзди закладаються поблизу покладу або безпосередньо над ним. Відробку уступу при наявності ковзних з'їздів можна здійснювати одним екскаватором з подальшим переходом його з похилої ділянки до горизонтальної або двома екскаваторами, що одночасно працюють на похилій і горизонтальній ділянках уступу.

Ковзні з'їзди, які призначені для залізничного транспорту, під час експлуатації ускладнюють роботу екскаваторів і виконання буропідливних робіт на ділянках уступу зі змінною висотою. При цьому обсяги бурових і колієукладальних робіт збільшуються, а робота транспорту погіршується. Тому собівартість виконання робіт в межах ковзного з'їзду збільшується на 25 – 35 %. Незважаючи на відзначені недоліки, розкриття ковзними з'їздами застосовують на вугільних і рудних кар'єрах, якщо необхідне швидке введення в експлуатацію нових горизонтів кар'єрів.

Експлуатація ковзних з'їздів з використанням автомобільного транспорту не викликає особливих труднощів. Істотними його перевагами є:

- відсутність потреби в пересуванні залізничних колій та стрілкових переводів;
- зменшення обсягів гірничокапітальних робіт;
- можливість швидкого введення в експлуатацію окремих горизонтів кар'єру;
- можливість надійної розробки родовищ з недостатньо стійкими породами в бортах кар'єру;
- істотне підвищення інтенсивності гірничих робіт.

Розкриття ковзними з'їздами доцільно застосовувати під час розвитку гірничих робіт в кар'єрі від середини родовища до його бортів. В більшості випадків їх застосування обумовлено розробкою недостатньо розвіданих родовищ, для яких неможливо встановити на початку розробки граничні контури кар'єру.

Ковзні з'їзди можуть використовуватися для розкриття пологих, похилих, крутих родовищ різної потужності, а також під час розробки нагірних родовищ.

Під час розкриття родовищ загальними внутрішніми траншеями з петльовою формою траси (петльовими з'їздами) замість тупикових майданчиків улаштовують закруглення у вигляді петлі, яка дозволяє повертати з'їзд на 180° і служить для зміни напрямку руху поїздів при крізному безупинному прохо-

дженні останніх в двох напрямках – в кар'єр та з кар'єру на поверхню (рис. 2.18).

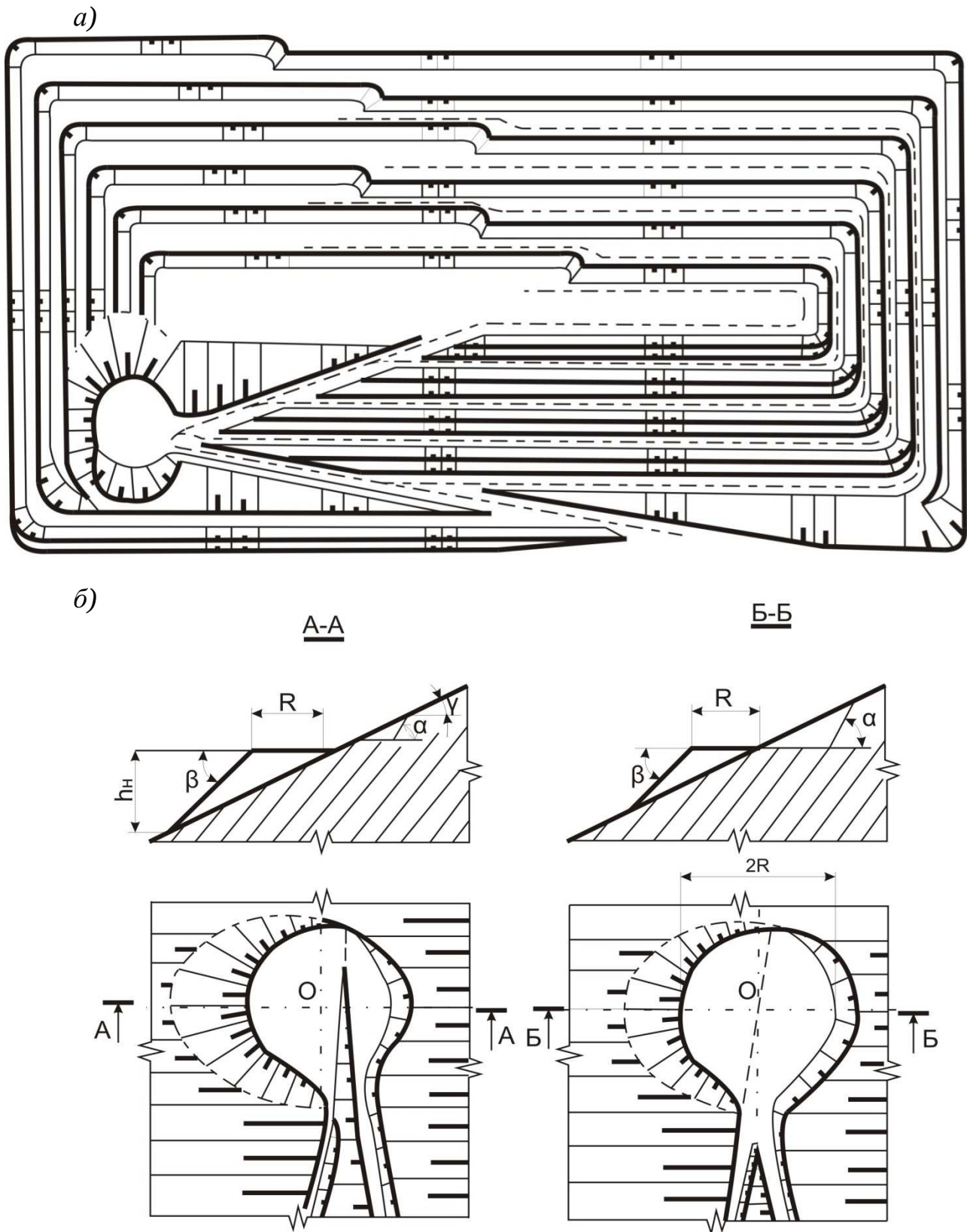


Рис. 2.18. Розкриття внутрішніми траншеями з петльовою формою траси: а) загальна схема розкриття; б) схема петльових майданчиків; 1 – межа кар'єрного поля; 2 – транспортні майданчики; 3 – насип

Петльові з'їзди розташовують на лежачому боці родовища стаціонарно, з попереднім влаштуванням на місці петлі штучного горизонтального майданчика відповідних розмірів. Його ширина повинна бути не меншою від двох радіусів кривих, величина яких залежить від ширини колії і типу поїздів. За умови застосування залізничного транспорту (нормальна колія) ширина майданчика складає 200 – 400 м, автомобільного – 40 – 60 м. Штучний горизонтальний майданчик може бути створений відсипкою порід розкриву, привезених з породних вибоїв кар'єру. За наявності пологих бортів петльове закруглення улаштовують у напіввиїмці-напівнасипу (рис. 2.18).

Обсяги гірничокапітальних робіт зі спорудження насипу для улаштування транспортної петлі є пропорційними її радіусу в третій степені і можуть досягати під час використання залізничного транспорту декількох мільйонів кубічних метрів. При застосуванні автомобільного транспорту цей обсяг відносно малий.

Розкриття траншеями з петльовими з'їздами за умови використання залізничного транспорту застосовують в глибоких кар'єрах з кутом падіння пласта або похилом борту кар'єру до 30°.

Розкриття загальними напівтраншеями петльової форми широко практикується також при розробці нагірних родовищ із застосуванням автомобільного транспорту; з'їзди улаштовують на схилі гори, за контурами кар'єру (рис. 2.19).

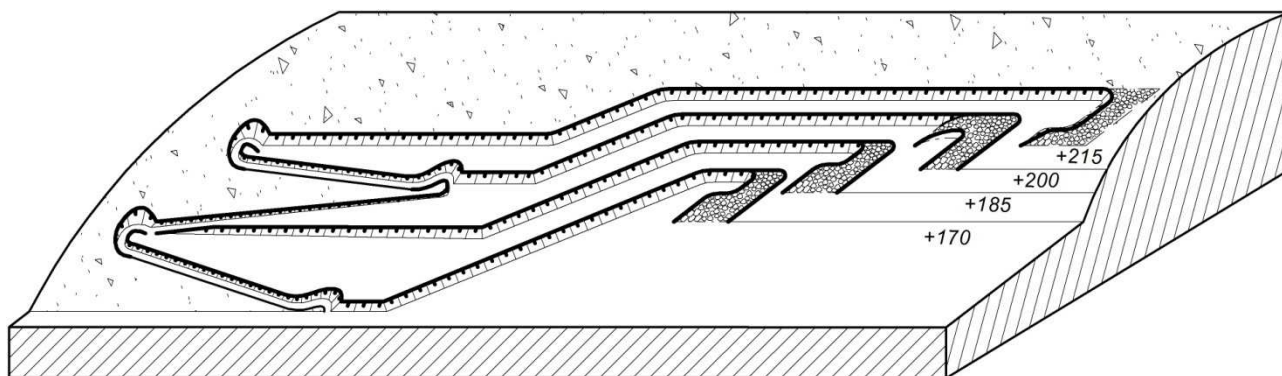


Рис. 2.19. Схема розкриття нагірного родовища зовнішніми напівтраншеями з петльовою формою траси

Переваги способу:

- висока пропускна здатність траншеї, обумовлена потоковістю руху;
- розкриття глибоких горизонтів родовища при порівняно невеликих обсягах гірничих робіт;
- можливість збільшення глибини кар'єру без його реконструкції і порушення нормального режиму експлуатаційних робіт.

Недоліком петльових з'їздів є потреба в створенні штучного горизонтального майданчика для розміщення залізничної або автомобільної петлі, обсяги робіт і вартість спорудження якої досягають значної величини.

Під час розкриття родовищ загальними внутрішніми траншеями зі спіральною формою траси капітальні траншеї споруджують на бортах кар'єру, які знаходяться в граничному положенні (рис 2.20).



Рис. 2.20. Фото кар'єра, розкритого спіральними траншеями

З поверхні або з будь-якого робочого горизонту по граничному положенню контуру кар'єру проводять першу траншею з керівним похилом, відповідним застосованому виду транспорту. При досягненні траншеєю позначки першого уступу (залізничний транспорт) її проводять на відстані 200 – 300 м у вигляді горизонтальної траншеї, яка утворює горизонтальний майданчик, від якої починається розвиток гірничих робіт на знов розкритому горизонті. Для розкриття нового горизонту проводять наступну похилу траншею до позначки нового уступу. Далі розкриття триває аналогічно.

Гірничі роботи на кожному новому горизонті починають від горизонтальної розрізної траншеї, яка пройдена по граничному контуру кар'єру на даному горизонті. Отже, роботи починаються на різних ділянках периметра кар'єру. Через це не можна одночасно вести розробку великої кількості уступів. Посування фронту гірничих робіт розвивається за віяловою схемою з поворотним пунктом у точці примикання горизонтальних колій до похилих колій спіральної траншеї.

На рис. 2.21 показана послідовність формування спірального з'їзду в глибокому кар'єрі.

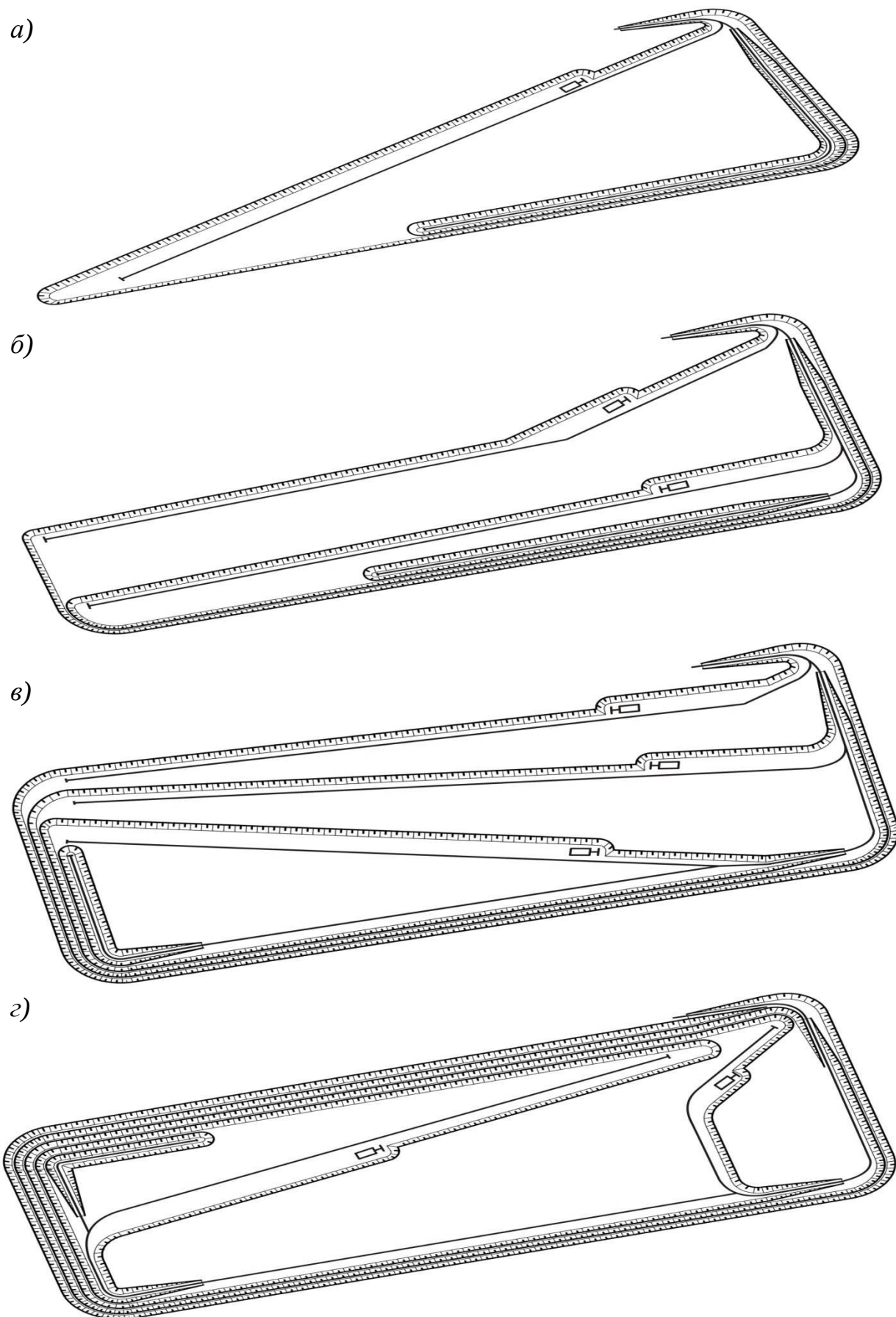


Рис. 2.21. Послідовність формування спірального з'їзду в кар'єрі: а, б, в, г – етапи проходки

За умови використання залізничного транспорту спіральні траншеї можуть бути одноколійними і двоколійними, залежно від виробничої потужності кар'єру “по гірничій масі”, інтенсивності руху поїздів і кількості уступів, які одночасно знаходяться в роботі. Для збільшення провозоздатності з'їзду можна застосувати потужніші типи локомотивів, які дозволяють підвищувати вантажопідйомність поїздів, а також застосовувати подвійну тягу. Однак остання потребує відповідного розвитку колій в пунктах примикання і викликає збільшення довжини майданчика для їх розміщення.

Загальна довжина спірального з'їзду за умови глибини кар'єру

$$L_{СПР} = \frac{H_1}{i_P} + \frac{H_2}{i_P - w_\Gamma} + \frac{H_3}{i_{СТ}}, \text{ м,}$$

де H_1, H_2 – сумарні висоти, які долаються, відповідно на прямолінійних та криволінійних ділянках з'їзду, що мають керівний підйом; $i_{СТ}$ – похил на стаціонарній ділянці, ‰; w_Γ – еквівалентний опір від кривої прийнятого радіуса; H_3 – сумарна висота, яка долається на місцях примикання на підйом.

$$H_3 = (L_{СТ} - i_{СТ}) \left(\frac{H}{h} - 1 \right), \text{ м,}$$

де $L_{СТ}$ – довжина стаціонарного майданчика поста примикання між переломами профілю, м; h – висота уступу, м.

Кількість уступів, які знаходяться одночасно в розробці при розкритті спіральними траншеями, обмежується висотою робочої зони кар'єру, розміщеної в межах нижнього ряду спіралі. В практичному сенсі розкриття спіральними траншеями з використанням залізничного транспорту забезпечує одночасну роботу трьом-чотирьом робочим уступам, що для кар'єру з великою продуктивністю не завжди достатньо. При збільшенні глибини кар'єру і зменшенні його розміру в плані знижується і кількість уступів в зоні одного ряду спіралі. Під час застосування автомобільного і тролейвозного транспорту долаються більш круті підйоми, завдяки чому одночасно в роботі використовується більша кількість уступів, ніж за умови локомотивної тяги.

Автомобільний (тролейвозний) транспорт дозволяє проводити розкриття спіральними траншеями родовищ з обмеженими розмірами в плані при відносно великій глибині кар'єрів, що не має можливості забезпечити залізничний транспорт. Його застосовують тільки при розкритті родовищ з великими розмірами в плані, за формою схожими на коло. Проведення спіральних траншей обмежується можливістю укладання залізничних колій з необхідними радіуса-

ми закруглення, які складають при нормальній колії 150 – 200 м. Таким чином, горизонтальна потужність покладу на граничній глибині кар'єра повинна бути не меншою за 200 – 250 м.

При розкритті родовищ спіральними траншеями необхідно мати вичерпні дані про розміри і конфігурацію родовища та умови його залягання. Якщо на одному з бортів або ділянці по периметру кар'єру трапляються нестійкі або сильно обводнені породи, схильні до утворення зсувів і обвалювання, розкриття спіральними траншеями не можливе.

Однією з умов розкриття родовищ траншеями зі спіральною формою траси є вимоги щодо значно більшої (ніж при інших засобах розкриття) забезпеченості кар'єру обладнанням і робочою силою, оскільки в початковий період розробки виймається найбільший об'єм розкривних порід, пов'язаних з відробкою до граничного контуру кар'єру.

Переваги розкриття родовищ траншеями зі спіральною формою траси:

- неперервність руху поїздів, що дозволяють збільшити пропускну здатність кар'єрних шляхів;
- можливість застосування великовантажних вагонів і потужних локомотивів з високою продуктивністю і провозоздатністю.

Недоліки:

- жорсткість умов застосування;
- неможливість одночасної роботи на великій кількості уступів, що обмежує виробничу потужність кар'єру;
- необхідність здійснювати основні обсяги розкривних робіт в початковий період експлуатації кар'єру, для чого потрібна збільшена кількість обладнання і робочої сили;
- збільшення об'єму розкриву внаслідок наявності широких транспортних берм, які оперізують інколи всі борти кар'єру, що призводить до зменшення глибини відкритих робіт, особливо при обмежених розмірах родовища;
- необхідність закладення спіральної траншеї по граничному контуру кар'єру, що не можливе при недостатній розвідці родовища, а також за наявності порід, схильних до обвалювання.

У світовій практиці спіральними траншеями з локомотивною тягою розкривають декілька робочих горизонтів Коунрадського родовища мідних руд (Казахстан). Цей спосіб розкриття набуває все більшого значення у зв'язку з широким застосуванням на відкритих роботах автомобільного транспорту, яке допускає більш круті похили і менші радіуси закруглення шляхів. При розробці глибоких горизонтів автомобільний транспорт використовують в комбінації із залізничним, при цьому на одному з горизонтів здійснюють перевантаження гірничої маси, що транспортується з автомобілів в залізничні вагони.

Розкриття здвоєними (парними) внутрішніми траншеями різної форми забезпечує кожний розкритий горизонт кар'єру двома транспортними шляхами, які з'єднують його з поверхнею: першим – для транспортування вантажу з кар'єру на поверхню та другим – для слідування порожняка в кар'єр. В цьому випадку досягається потоковість руху транспортних засобів, завдяки чому збільшується пропускна здатність капітальних траншей, а вибої забезпечуються порожняком значно краще. Здвоєні траншеї з внутрішнім закладенням можуть мати тупикову, петльову або спіральну форми.

На рис. 2.22 показані схеми розкриття родовища здвоєними траншеями спіральної форми із застосуванням автомобільного транспорту. Перший шлях служить для навантажених машин, другий – для порожняка. Вантажний шлях має підйом до 80 ‰, порожняковий може мати похил до 100 – 150 ‰ в залежності від типу рухомого складу автотранспорту.

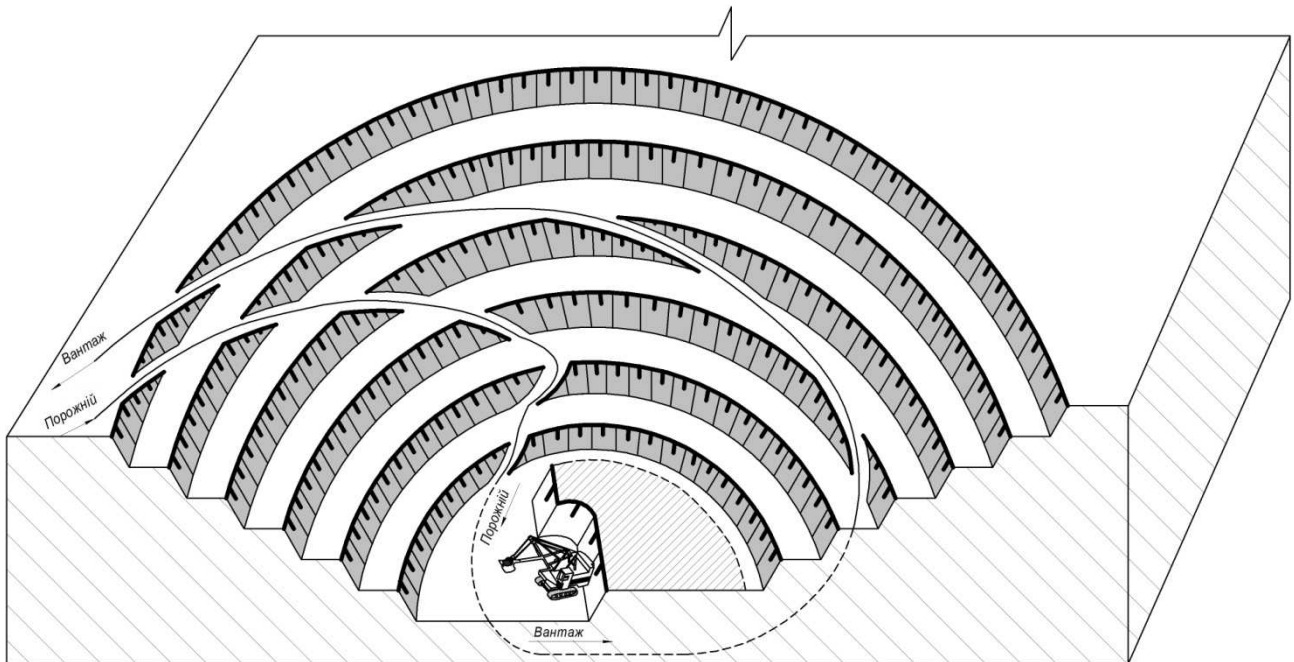


Рис. 2.22. Схема розкриття здвоєними спіральними з'їздами із застосуванням автотранспорту

За наявності двох траншей створюється потоковий рух автотранспорту, виключається можливість зіткнення зустрічних машин, скорочуються витрати пального на зворотний пробіг, збільшується продуктивність екскаваторів. За певних умов одержана при цьому економія може компенсувати додаткові витрати, пов'язані з улаштуванням кільця.

Розкриття комбінованими траншеями отримало широке застосування на відкритих розробках, оскільки воно більше відповідає вимогам до розкриття родовищ складної і неправильної форми.

В практиці трапляються різноманітні варіанти розкриття комбінованими траншеями: комбінація спіральних і тупикових траншей (рис. 2.23) часто застосовується при розкритті глибоких горизонтів кар'єрів. Наприклад, на Ново-Сергіївському кар'єрі Кузбасу верхні горизонти розкриті спіральними траншеями, а нижні – тупиковими.

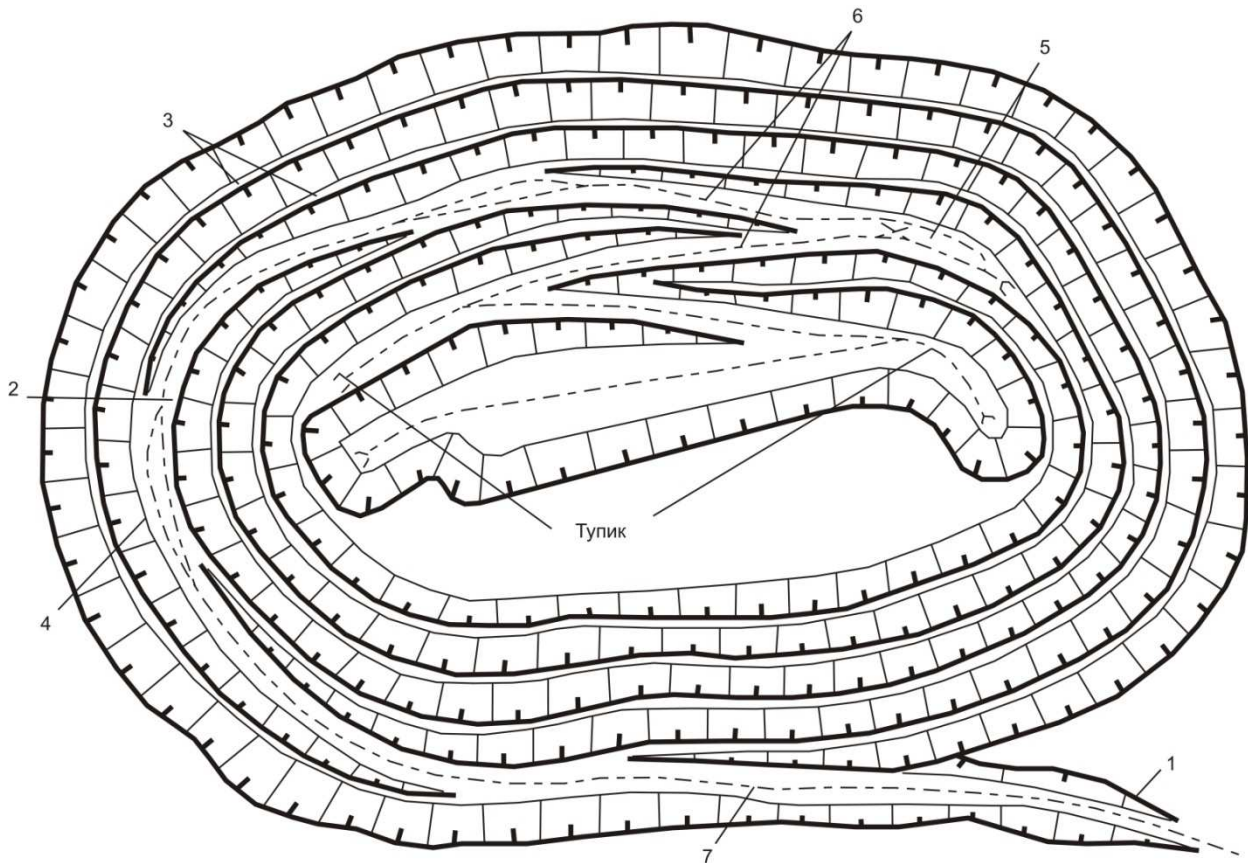


Рис. 2.23. Комбінація спіральних і тупикових траншей при розкритті похилого або крутоспадного родовища: 1 – в'їзд у кар'єр; 2 – транспортна берма; 3 – запобіжні берми; 4 і 5 – горизонтальні майданчики; 6 – похила траншея; 7 – залізнична колія.

На вугільних кар'єрах з горизонтальним заляганням пластів застосовують розкриття породних уступів зовнішніми траншеями, а видобувних – ковзними з'їздами.

Можливі також і багато інших варіантів розкриття різноманітних родовищ комбінованими траншеями.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення терміна “похила траншея”.
2. Від чого залежить похил траншеї?
3. Які бувають зовнішні траншеї?
4. Умови застосування розкриття зовнішніми окремими траншеями.
5. Назвіть переваги і недоліки розкриття зовнішніми траншеями.
6. В чому перевага розкриття зовнішніми груповими траншеями?
7. З якою метою застосовують розкриття зовнішніми парними траншеями?
8. В якому випадку застосовуються для розкриття родовищ загальні зовнішні траншеї?
9. Переваги розкриття внутрішніми траншеями.
10. Коли використовується нестационарна форма траси траншей?
11. В чому особливість розкриття внутрішніми траншеями з тупиковою формою траси?
12. Які фактори впливають на довжину тупикового майданчика?
13. Як збільшити провозоздатність траншеї?
14. В яких умовах використовуються ковзні з’їзди?
15. В чому особливість розкриття родовищ загальними внутрішніми траншеями з петльовою формою траси?
16. Назвіть переваги і недоліки способу розкриття спіральними траншеями.
17. Які існують варіанти комбінованих траншей?

3. РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ КРУТИМИ ТРАНШЕЯМИ

Розглянуті питання пов'язані з розкриттям родовищ корисних копалин внутрішніми крутими траншеями.

Подано схеми розкриття родовищ внутрішніми крутими траншеями, обладнаними залізничними та скіповими підйомниками; розкриття концентраційних горизонтів глибоких кар'єрів; розкриття крутою траншеєю з конвеєрним підйомником; розкриття родовища із застосуванням рудоската і т.д.

Студент, опираючись на матеріал, повинен вміти: розрізняти основні схеми розкриття родовища крутими траншеями, розділяти глибокий кар'єр на черги відпрацювання, визначати переваги кожного зі способів розкриття родовищ крутими траншеями з різними видами підйомників і рудоскатами.

3.1. Загальні відомості

Розкриття внутрішніми крутими траншеями полягає в установці вантажотранспортного зв'язку між робочими горизонтами з поверхнею на крутих траншеях, в яких розміщуються похилі підйомники – канатні (скіпові і клітьові) або конвеєрні. Будівельний об'єм крутих траншей відносно невеликий, оскільки кут їх похилу значний (рис. 3.1).

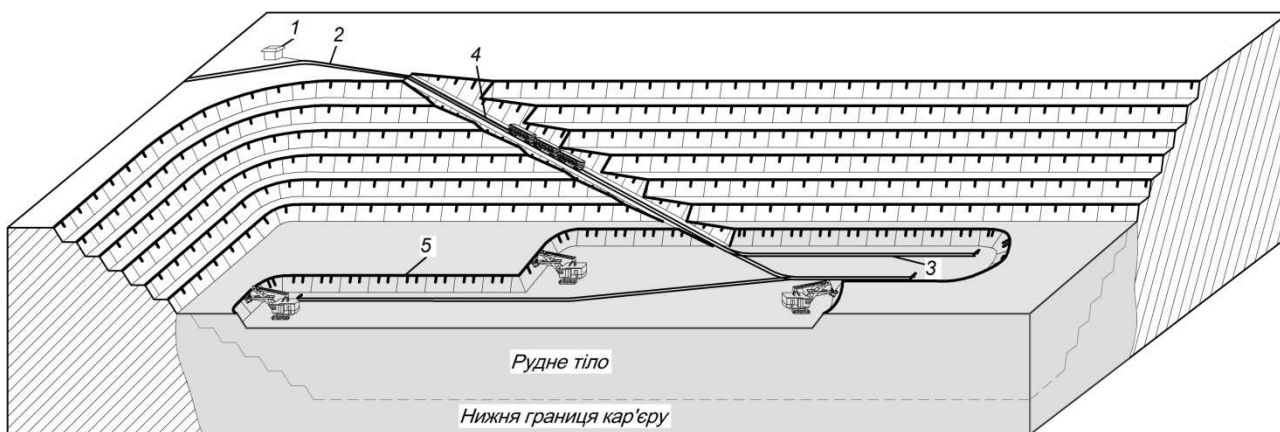


Рис. 3.1. Схема розкриття кар'єру внутрішньою крутою траншеєю, обладнаною залізничним підйомником для вагонів: 1 – підйомна установка; 2 – верхній приймальний майданчик; 3 – нижній приймальний майданчик; 4 – залізнична колія; 5 – розрізна траншея.

В залежності від типу підйомника можуть використовуватись різні кути підйому траси крутих траншей: скіповий – до 45 – 60°, клітьовий – до 30 – 45°, конвеєрний – до 17°.

Траншеї споруджують на неробочому борті, частіше – на лежачому боці покладу чи торцях кар'єру в межах граничного контуру. Рідше обладнують тимчасові підйомники, які розміщують на робочому борті кар'єру. Для закладки крутих траншей вибирають ділянки з найбільш стійкими породами.

Переваги розкриття крутими траншеями: можливість підйому гірничої маси зі значної глибини найкоротшим транспортним шляхом з кар'єру на поверхню; мінімальний обсяг породних робіт при проходці капітальних траншей; порівняно невеликий період підготовки кар'єру до експлуатації; мінімальна вартість транспортування гірничої маси по борту кар'єру; можливість розташування крутих капітальних траншей в найбільш стійких породах.

Продуктивність потужного конвеєрного, як і великовантажного скіпового підйомника, досягає більше 20 млн т гірничої маси на рік, яка зі збільшенням глибини не змінюється у конвеєрних підйомників і незначно зменшується у потужних скіпових підйомних установок. Тому розкриття крутими траншеями, обладнаними потужними конвеєрними чи скіповими підйомниками, раціонально застосовувати в глибоких кар'єрах, починаючи з глибини 120 – 150 м.

3.2. Розкриття родовищ крутими траншеями, обладнаними скіповими і клітьовими підйомниками

Розкриття крутими траншеями, обладнаними великовантажними канатно-скіповими підйомниками, застосовується при розробці пластів і покладів, кут падіння яких дорівнює куту погашення борту кар'єру зі сторони лежачого боку родовища чи є меншим за нього. Інколи круті підйомники закладають в породах лежачого боку родовища, якщо кути падіння пласта дещо перевищують кут погашення борту кар'єру, йдучи на деяке збільшення обсягів породних робіт при утворенні крутої траншеї для скіпового підйомника.

Пласти корисної копалини з кутами падіння більше 60° рекомендується розкривати крутими траншеями, які закладають на торцях кар'єру в їх граничному положенні, отримуючи при цьому мінімальний обсяг гірничопідготовчих робіт, оскільки в цьому випадку необхідно розносити верхні горизонти до граничного контуру тільки на флангах кар'єру.

Продуктивність скіпових підйомників залежить від їх місткості та глибини підйому. На практиці застосовуються наступні типорозміри скіпів: 5, 7, 10, 18, 27, 35, 40, 45, 54, 80, 110, 130 і 200 т.

В невеликих кар'єрах зазвичай працює один, рідше два-три підйомники, які також можуть використовуватись для підйому руди і породи. При цьому полегшується процес підготовки нових горизонтів. У випадку зупинки одного із підйомників, в зв'язку з поглибленням його траншеї на новий горизонт, він

замінюється іншим. На високопродуктивних кар'єрах можливе застосування декількох похилих канатно-скіпових підйомників відповідної продуктивності. Крок переносу нижньої завантажувальної станції приймається в межах 60 – 90 м. Швидкість руху скіпів доходить до 7 – 11 м/с й більше, однак вона регламентується “Правилами безпеки”.

При кутах падіння родовищ, що дорівнюють кутам погашення бортів кар'єру (чи є меншим за них), круті траншеї закладають безпосередньо в породах лежачого боку родовища. На рис. 3.2 показано розкриття великого родовища з високою продуктивністю кар'єру шістьма траншеями, обладнаними великовантажними скіповими підйомниками, розташованими на поздовжньому борті кар'єру.

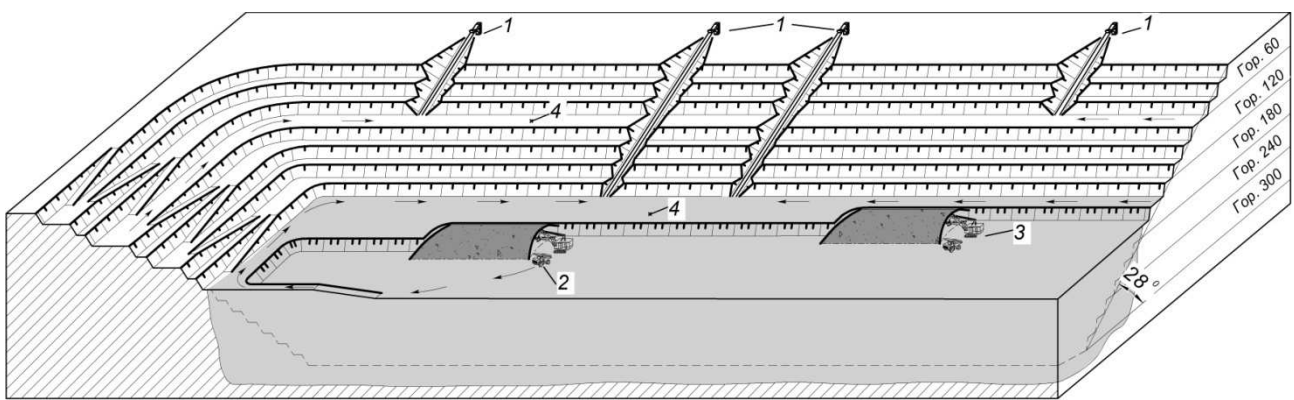


Рис. 3.2. Варіант розкриття глибоких кар'єрів крутими траншеями, обладнаними великовантажними скіповими підйомниками з розміщенням похилих підйомників в породах лежачого боку родовища: 1 – скіповий підйомник; 2 – автосамоскид; 3 – екскаватор; 4 – концентраційні горизонти

Кожна крута траншея зв'язана з визначеним концентраційним горизонтом, що обслуговує 4 – 5 уступів.

Мінімальна відстань між підйомниками встановлюється за умови забезпечення незалежності доступу транспортних засобів до перевантажувальних пунктів на поверхні: не менше 250 – 350 м при використанні залізничного і 120 – 150 м автомобільного транспорту.

Родовища з крутими кутами залягання ($60 - 65^\circ$) доцільно розкривати крутими траншеями, закладеними в торцях кар'єру в їх граничному положенні (рис. 3.3). При цьому на кожному фланзі кар'єру можна розмістити по 1 – 2 траншеї з великовантажними скіповими підйомниками, які забезпечать велику продуктивність глибокого кар'єру.

Розміщення крутих траншей на флангах витягнутого за довжиною кар'єру має досить великі переваги. Це забезпечує можливість підготовки нових робо-

чих горизонтів з розвитком гірничих робіт від центру кар'єру до його бортів; дозволяє скоротити обсяги і вартість транспортних робіт в кар'єрах в два рази, у порівнянні з розміщенням підйомників на породах лежачого боку; суттєво скорочує обсяги розкривних робіт, не залишаючи на поздовжніх бортах кар'єру досить широкі транспортні майданчики, замінюючи їх більш вузькими майданчиками безпеки.

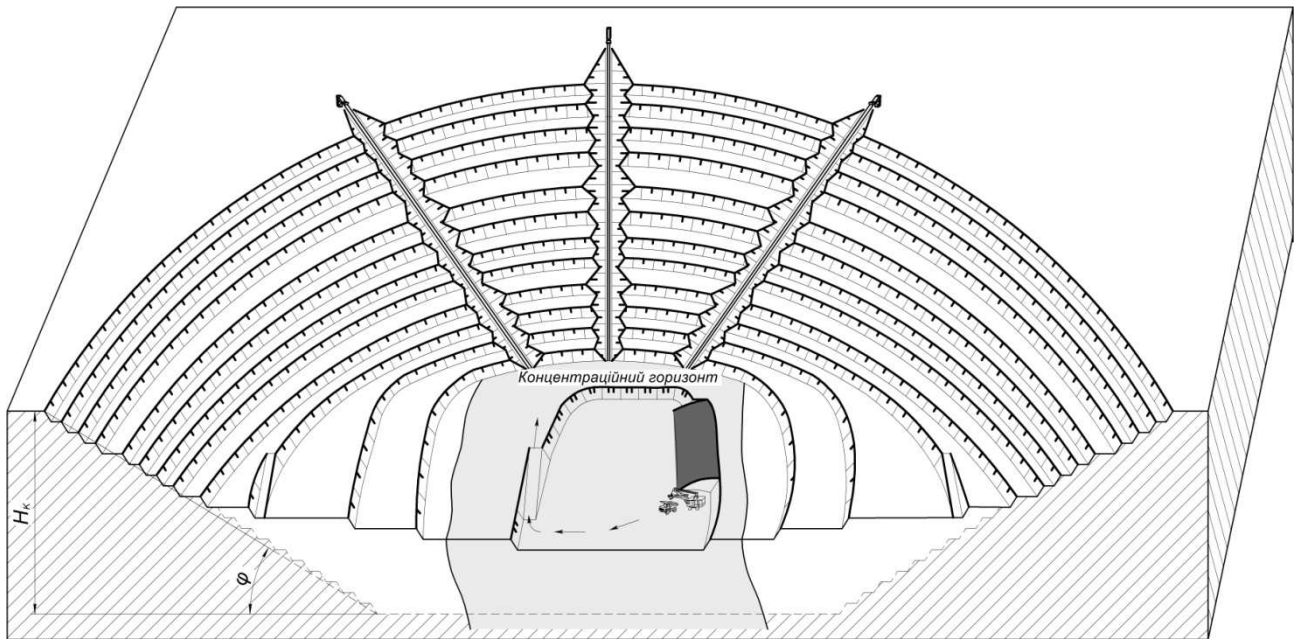


Рис. 3.3. Варіант розкриття глибоких кар'єрів крутими траншеями, обладнаними великовантажними скіповими підйомниками, на флангах (торцях) кар'єру

Скіпові підйомники за своїми конструктивними особливостями можуть обслуговувати тільки один горизонт. Це довгий час обмежувало можливість їх застосування для підйому гірничої маси в глибоких кар'єрах з декількох горизонтів. Проблему було вирішено в 1955 р. проф. М.Г. Новожиловим, який запропонував створювати в глибоких кар'єрах концентраційні горизонти для спорудження перевантажувальних пунктів. При цьому приймально-навантажувальні майданчики підйомника обладнують на концентраційному горизонті (рис. 3.4), що об'єднує групу робочих уступів, на яких проводяться гірничі роботи (в кожній 4 – 5 уступів). Концентраційний горизонт з перевантажувальним пунктом знаходиться в центрі (по висоті) ваги перевозів однієї групи уступів. Наприклад, при обслуговуванні підйомником п'яти уступів концентраційний горизонт споруджують на середньому уступі. З верхніх двох уступів гірничу масу автосамоскидами опускають до перевантажувального пункту, а з двох нижніх піднімають до нього.

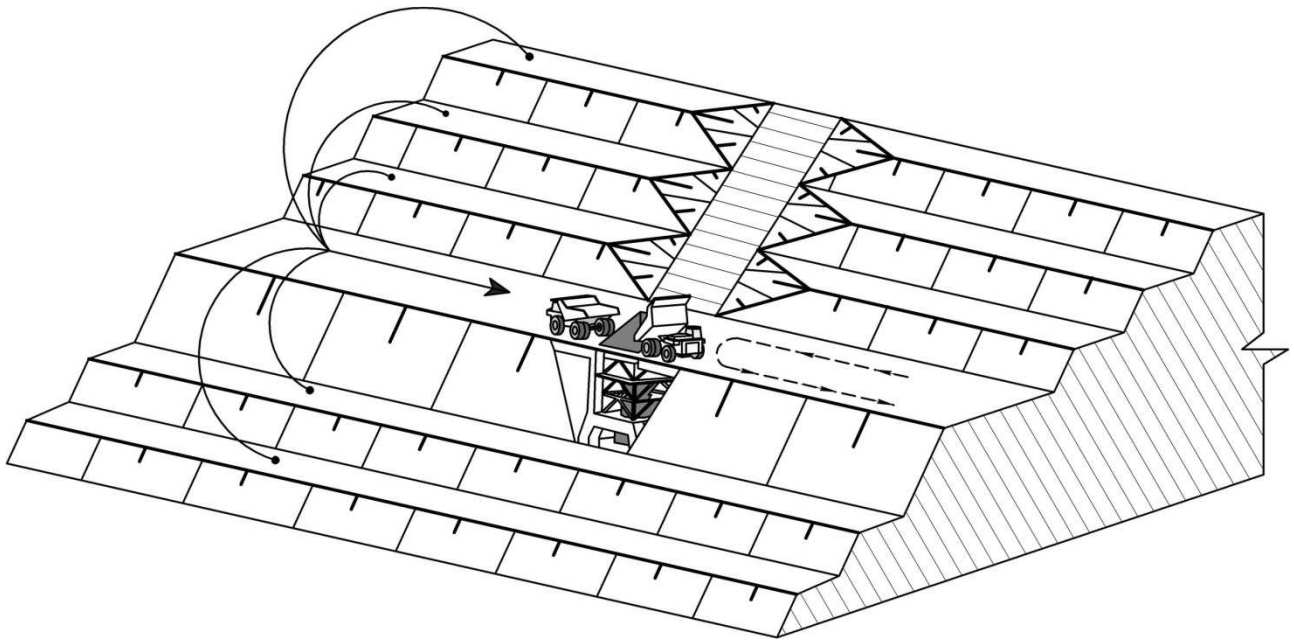


Рис. 3.4. Схема розташування концентраційних горизонтів в глибоких кар'єрах

Якщо на великому кар'єрі декілька скіпових підйомників, то кожен з них обслуговує визначену групу уступів: один або два – групу найнижчих уступів, стільки ж – групу уступів, розташованих вище.

Групування уступів дозволяє розосереджувати в кар'єрі вантажопотоки на окремі, більш дрібні за вантажонапруженістю гілки, кожна з яких прямує до визначеного похилого підйомника. При цьому суттєво спрощуються організація роботи і підготовка нових горизонтів в кар'єрах.

Перевантажувальні пункти в міру зниження гірничих робіт періодично повинні переноситись, оскільки зростає відстань і вартість транспортування гірничої маси в середині кар'єру. Крок і періодичність перенесення встановлюються за допомогою техніко-економічних розрахунків (наприклад, крок складає 4 – 5 уступи через 4 – 5 років, залежно від інтенсивності розробки родовища).

Скіпові підйомники можуть продуктивно працювати з різними видами кар'єрного транспорту: з автомобільним, залізничним або конвеєрним. При застосуванні автомобільного транспорту місткість скіпа повинна відповідати аналогічному показнику автосамоскида, оскільки робота перевантажувального пункту максимально спрощується. Під час використання в кар'єрі залізничного чи конвеєрного видів транспорту суттєво ускладнюється перевантажувальний пункт на концентраційному горизонті за рахунок обладнання бункерів і дозувальних механізмів.

Похилі скіпові підйомники в комбінації з потужними кар'єрними видами

транспорту – один з ефективних і перспективних способів транспортування для глибоких кар'єрів. Економічність підйомників зростає із збільшенням місткості скіпів. При цьому знижуються питомі капітальні витрати (затрати) на спорудження скіпового підйомника.

Із збільшенням глибини кар'єру собівартість комбінованого транспортування практично не зростає. Інколи навіть зменшується, оскільки збільшення вартості скіпового підйому з глибиною компенсується зниженням витрат на внутрішньокар'єрний транспорт у зв'язку зі зменшенням кар'єру в плані на глибоких горизонтах й скороченням відстані транспортування.

Продуктивність одноканатного похилого підйомника з місткістю скіпів 40 т при висоті підйому 250 – 300 м досягає 8 – 10 млн т на рік; багатоканатного з місткістю скіпів 75 – 120 т – до 20 – 30 млн т на рік.

Основні переваги скіпового підйому: найкоротша відстань транспортування вантажу із кар'єру внаслідок подолання підйомниками великих кутів похилу (до 45 – 55°); зменшений об'єм розкривних порід в кар'єрі у зв'язку з відсутністю широких транспортних берм; мінімальний обсяг гірничокапітальних робіт при проведенні крутих траншей; можливість транспортування великих кусків гірської маси, без попереднього механічного дроблення в кар'єрі; мінімальна вартість транспортування гірничої маси по борту кар'єру; можливість розміщення капітальних траншей у найбільш стійких породах; простота конструкції та обслуговування; висока надійність роботи в будь-яких кліматичних умовах; можливість повної автоматизації підйому за допомогою порівняно простих технічних засобів; можливість підйому декількох сортів корисної копалини одним підйомником з використанням бункерів відповідної конструкції (якщо в кар'єрі декілька підйомників, вони можуть спеціалізуватися на підйомі різних видів корисних копалин при комплексній розробці родовища).

Незважаючи на суттєві переваги, скіпові підйомники мають деякі вади: наявність трьох видів транспорту (всередині кар'єру, по борту його та на поверхні) і проведення подвійного перевантаження гірничої маси, що ускладнює загальну організацію транспортного процесу.

Наприклад, скіповий підйомник, що працює на Полтавському гірничозбагачувальному комбінаті (м. Горишні Плавні) (рис. 3.5) має наступні технічні характеристики: місткість скіпу до 23 м³/40 т, початкова глибина підйому по вертикалі від 150 м, максимальна висота підйому – 350 м, кут нахилу колії до 39°, швидкість руху скіпу – 7,2 м/с, термін одного циклу – 90 с, продуктивність установки до 1430 т/годину (7,2 млн т/рік), потужність двигуна підйомної машини до 2400 кВт.

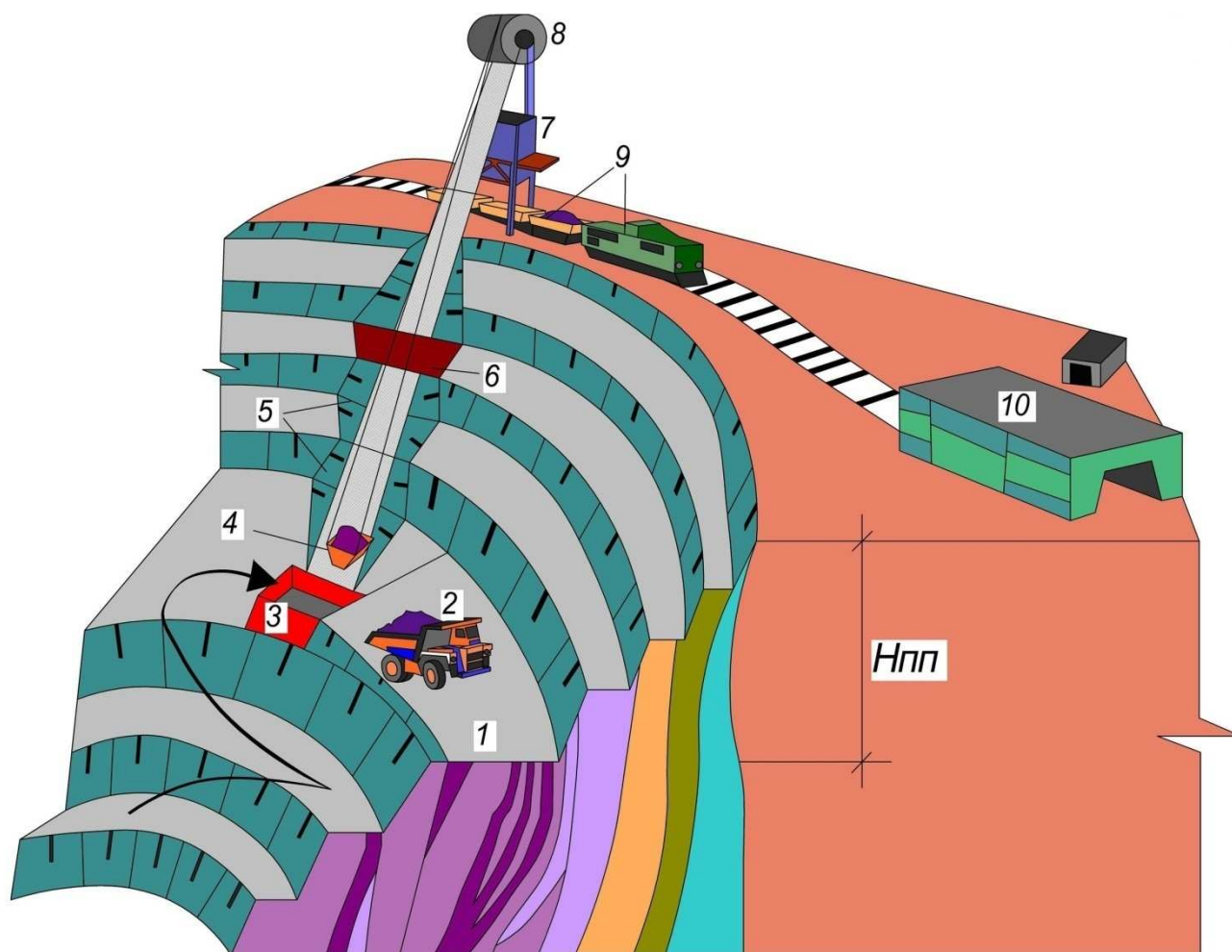


Рис. 3.5. Скіповий підйомник на кар'єрі Полтавського ГЗК: 1 – концентраційний горизонт; 2 – кар'єрний автосамоскид; 3 – обладнання концентраційного горизонту; 4 – перекидальний скіп; 5 – крута траншея по борту кар'єра; 6 – транспортний міст; 7 – приймальний бункер гірничої маси на поверхні; 8 – шків підйомної машини; 9 – тяговий агрегат; 10 – дробарна фабрика; $H_{пп}$ – висота підйому гірської маси

Перспективними для застосування в умовах глибоких кар'єрів і шахт є високоміцні гумотросові канати (ГТК) для підйомних установок з місткістю скіпів до 120 – 200 т при висоті підйому вантажу у вертикальних шахтах до 2000 м, похилих підйомників в глибоких кар'єрах – до 600 м, розроблені в Національному гірничому університеті (м. Дніпро).

Гумотросові канати (ГТК) являють собою систему паралельних високоміцних тросів, укладених в гумову оболонку для запобігання корозії. Підйомні установки із застосуванням ГТК характеризуються високою надійністю в роботі та економічністю, зменшенням металомісткості підйомальних машин в 3 – 4 рази, зниженням маси і вартості підйомних двигунів у два рази, значним стро-

ком служби канатів.

Названі скіпові підйомники можуть бути використані для вертикального підйому в шахтних стовбурах, для обладнання крутопохилих підйомників, розташованих на постійних бортах глибоких кар'єрів. Вони можуть працювати в комбінації з автомобільним, залізничним чи конвеєрним видами транспорту.

Клітьові підйомники, що вже впливає із назви, обладнані кліттю, в якій розміщується думпкар вантажопідйомністю до 100 – 180 т або 1 – 2 автосамоскиди. Перевага клітьового підйому – відсутність перевантажень гірничої маси. До вад цього способу треба віднести громіздкість похилих підйомних установок, необхідність розформування поїздів (у випадку застосування залізничного транспорту), відносно незначна їх продуктивність. На великих кар'єрах клітьові підйомники застосування не знайшли.

3.3. Розкриття родовищ крутими траншеями з конвеєрними підйомниками

Розкриття родовищ крутими траншеями, обладнаними конвеєрними підйомниками, застосовується під час розробки похилих родовищ з кутом падіння до 30 – 35°. При розкритті родовищ з кутом падіння до 18° конвеєрні підйомники встановлюють безпосередньо на породах лежачого боку пласта, з вийманням мінімального об'єму порідних робіт. Якщо кут падіння становить від 18 до 30 – 35°, конвеєрні траншеї (напівтраншеї) розміщують діагонально відносно до площини борту кар'єру під кутом нахилу, що є не більшим за 17 – 18° (рис. 3.6). При цьому транспортування гірничої маси всередині кар'єру проводиться автомобільним, конвеєрним або залізничним видами транспорту. Найбільше застосування мають потужні автосамоскиди, що дають можливість отримати при роботі на коротких відстанях перевезення високу продуктивність.

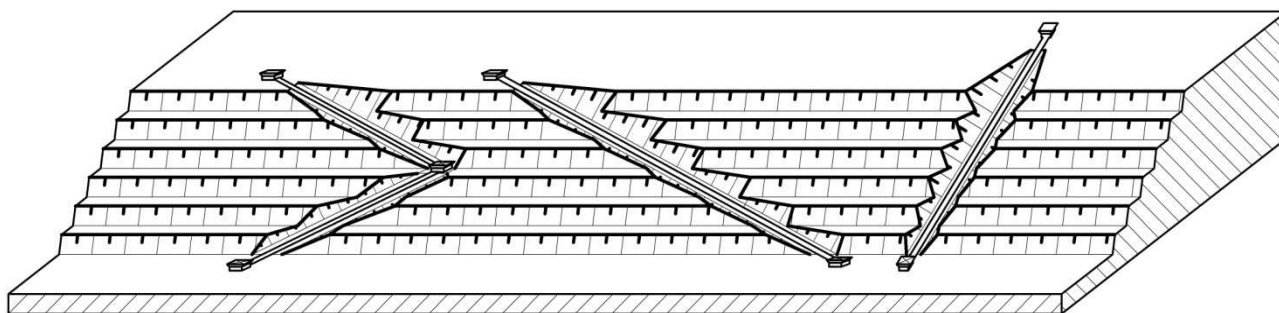


Рис. 3.6. Схема розкриття родовища крутою траншеєю з конвеєрним підйомником

Перед завантаженням конвеєрних підйомників великокускові скельні породи і руди необхідно дробити. Для цього на концентраційному горизонті спо-

руджується дробарка. Далі стрічкові конвеєри по борту кар'єра піднімають подрібнену гірничу масу. На поверхні подальша доставка корисних копалин до збагачувальної фабрики, а пустих порід на відвали може здійснюватись конвеєрами або залізничним транспортом.

Велике значення має правильний вибір місця закладення крутих траншей в кар'єрах для конвеєрних підйомників. Від їх раціонального розміщення залежить напрямок розвитку робіт в кар'єрі, послідовність відпрацювання окремих горизонтів, строки роботи конвеєра на одному місці (без перенесення в нове положення на борту кар'єру), а також економічність гірничих робіт в цілому на кар'єрі.

Можливе застосування конвеєрних і скіпових похилих підйомників в одному кар'єрі (рис. 3.7). Перші доцільно використовувати для підйому подрібненої руди, а другі – для видачі на поверхню пустих порід, що дозволяє не виконувати їх подрібнення в кар'єрі.

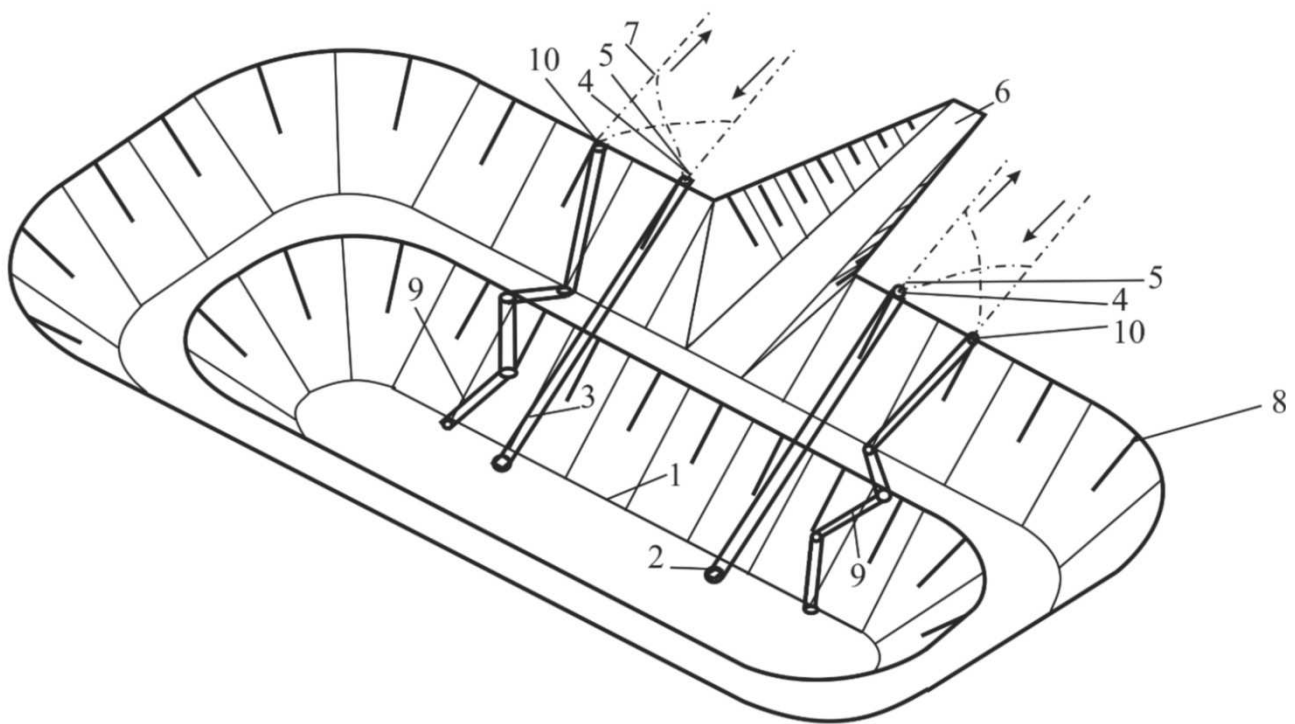


Рис. 3.7. Комбінація скіпових і конвеєрних підйомників при розкритті глибоких кар'єрів: 1 – дно глибокого кар'єру; 2 – нижні приймальні майданчики скіпових похилих підйомників; 3 – похилі скіпові підйомники; 4 – верхні приймальні майданчики скіпових похилих підйомників; 5 – будівля підйомних машин для скіпових похилих підйомників; 6 – зовнішня похила траншея для розкриття верхніх горизонтів кар'єру; 7 – поверхневі шляхи; 8 – контур кар'єру на поверхні; 9 – конвеєрні похилі підйомники; 10 – приймальний майданчик конвеєрних підйомників на поверхні

Переваги конвеєрних підйомників: поточність транспортування гірничої маси по борту кар'єру і поверхні (в умовах глибоких кар'єрів це найбільша частина довжини транспортування) можливість забезпечення якої завгодно продуктивності кар'єру внаслідок безперервності транспортного потоку; невеликі і рівномірні витрати електроенергії; невеликі трудомісткість і вартість підйому; можливість повної автоматизації підйому; високий коефіцієнт використання конвеєрної установки; надійність в експлуатації; забезпечення ритмічної роботи дробарок і збагачувальних фабрик.

Недоліки: необхідність попереднього подрібнення напівскельних і скельних руд і порід в кар'єрі; складність підготовки нових горизонтів і переміщення туди дробарно-грохотного обладнання; великі капітальні витрати на спорудження конвеєрного підйомника.

Конвеєризація транспортування під час розробки родовищ з м'якими породами і рудами, а також скельного типу з міцними рудами і породами – головний напрямок подальшого розвитку науково-технічного прогресу в галузі відкритої розробки родовищ корисних копалин.

3.4. Розкриття нагірних родовищ рудоскатами

При відкритій розробці нагірних родовищ з обмеженою виробничою потужністю (до 5 – 7 млн т і більше) для розкриття робочих горизонтів кар'єрів є ефективним застосування породо- і рудоскатів в комбінації з гравітаційним транспортом (рис. 3.8).

Під час спорудження рудоскатів з метою здешевлення робіт використовуються рельєфні особливості схилу гори, а якщо треба вибухи на викид.

Використовують, як правило рудоскати двох типів: без перевантажувальних пристроїв і оснащені бункерами з навантажувальними пристроями (найчастіше перші).

Основні конструктивні елементи застосування рудоскатів: верхній розвантажувальний майданчик для автосамоскидів, що доставляють гірничу масу із нагірного кар'єру, нижній приймальний (накопичувальний) майданчик і два паралельно розташовані рудоскати, які працюють змінно (коли перший транспортує гірничу масу, другий знаходиться в стані розвантаження накопиченої на нижньому майданчику породи екскаваторами в транспортні засоби).

В поперечному перерізі рудоскати являють собою траншеї з крутими кутами нахилу бортів. На ділянках бортів з менш міцними, схильними до обрушення породами застосовується футерівка у вигляді металевих листів товщиною до 40 мм: чавунні плити чи сталеві профільні балки чи рейки.

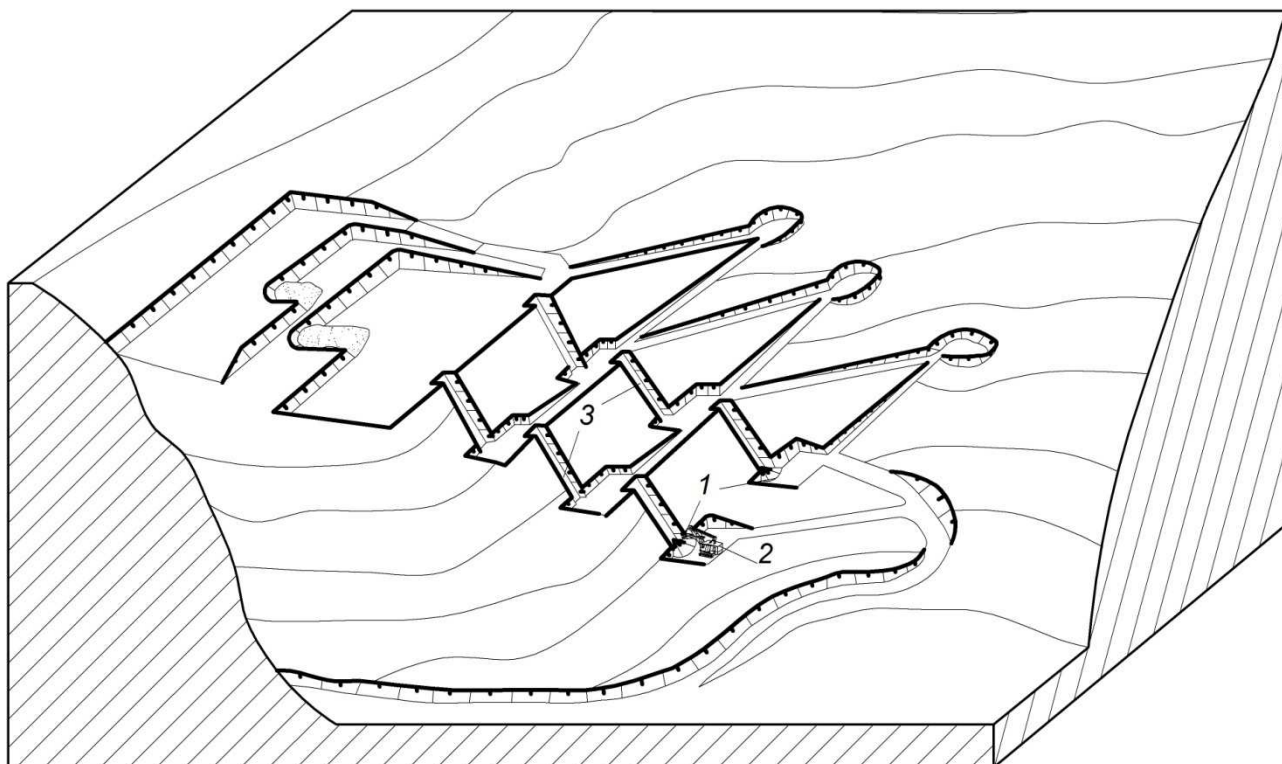


Рис. 3.8. Схема розкриття родовища із застосуванням рудоската: 1 – перевантажувальний пункт; 2 – рудоскат; 3 – екскаватор

В умовах сезонного режиму проведення відкритих гірничих робіт за наявності бункерів і навантажувальних пристроїв достатньо мати один рудоскат. Бункерне устаткування забезпечує продуктивність рудоскатів тільки в теплу пору року; взимку гірнична маса змерзається, що призводить до зупинки роботи кар'єру.

Найбільш важливим елементом рудоскату є кут його нахилу β , залежний від коефіцієнта тертя руху f , між матеріалом, що транспортується, і поверхнею скату. При розрахунках приймають, що $\beta = \arctg f + (2...3^\circ)$. Величина f залежить від розмірів, форми і міцності кусків, що транспортуються, а також від характеру поверхні скату. В таких реаліях для руди $f = 1,3 - 1,7$, для вугілля $f = 0,7 - 0,8$. На практиці кут нахилу рудоскату визначають в межах $40 - 45^\circ$.

Для того щоб досягти зниження кінцевої швидкості та кінетичної енергії великих кусків, треба зменшити кут нахилу в нижніх ділянках рудоскату за такою схемою: у верхній частині на 40° , середній – 35° , нижній – 30° . Для зниження швидкості руху гірської маси рудоскатом можна змінити його трасу в плані на $30 - 40^\circ$. Розширення нижньої частини рудоскату також сприяє зниженню кінцевої швидкості руху гірської маси і збільшенню його продуктивності.

Рудоскати без бункерів є простими за конструкцією і працюють надійно в будь-яких кліматичних умовах. Їх висота на практиці складає $80 - 100$ м і більше. Висота таких самих споруджень з бункерними пристроями не перевищує

60 – 80 м.

Також рудоскати ефективно використовуються для гравітаційного транспортування руди на концентраційні горизонти з декількох уступів в межах робочої зони кар'єрів. Ця операція суттєво скорочує відстань пересування гірничої маси в кар'єрі (рис. 3.9).

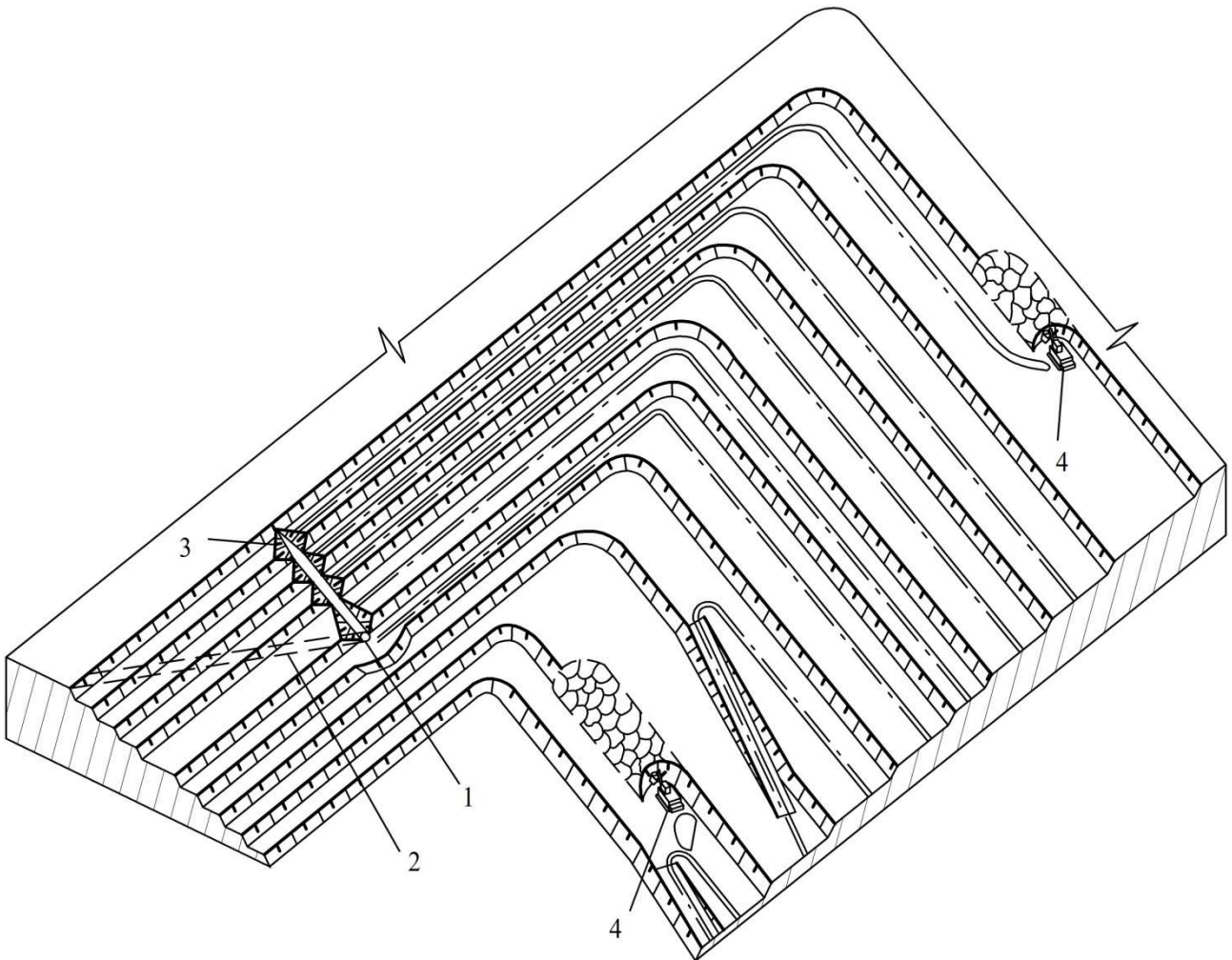


Рис. 3.9. Схема відробки групи уступів із застосуванням рудоската: 1 – перевантажувальний пункт; 2 – похилий конвеєрний стовбур; 3 – рудоскат; 4 – екскаватор

Контрольні запитання

1. Розкриття крутими траншеями: умови застосування, основні схеми розкриття, переваги і недоліки.
2. Основні варіанти розміщення внутрішніх траншей, обладнаних скіповими підйомниками.
3. Розділення глибокого кар'єру на черги: умови застосування, переваги і недоліки.
4. Спосіб розкриття родовищ крутими траншеями з конвеєрними підйомниками, умови застосування, переваги і недоліки.
5. Спосіб розкриття родовищ рудоскатами, умови застосування, переваги і недоліки.
6. Призначення концентраційного горизонту, умови розміщення.
7. Перспективи застосування розкриття родовищ крутими траншеями.

4. РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ ПІДЗЕМНИМИ ВИРОБКАМИ

Розглянуті питання пов'язані з розкриттям родовищ корисних копалин підземними гірничими виробками.

Подано схеми розкриття родовищ похилими або вертикальними шахтними стовбурами зі стаціонарними концентраційними горизонтами, штольнею з рудоспусками, похилими залізничними тунелями, а також схеми розташування кар'єрних рудоспусків тощо.

Студент, опираючись на матеріал, повинен вміти: розрізняти основні способи розкриття родовищ шахтними стовбурами, штольнями і рудоспусками, складати схеми розкриття родовищ підземними гірничими виробками, визначати переваги кожного зі способів розкриття родовищ підземними гірничими виробками.

4.1. Загальні відомості

Для розкриття родовищ під час відкритої розробки широке застосування знаходять підземні виробки: вертикальні та похилі шахтні стовбури, тунелі в комбінації з перепускними рудоспусками та ін.

Оскільки розкриття підземним способом поширюється в умовах розробки глибоких кар'єрів, слід докладніше ознайомитись з основними їх особливостями.

Передусім це глибина, що перевищує 120 – 150 м, оскільки за таких показників виникає потреба в реконструкції кар'єрів у зв'язку зі зростаючими труднощами використання колісного транспорту (залізничного, автомобільного) і виникненням потреби переходу на більш ефективні види транспортування.

Проектна глибина більш як 50-ти рудних і вугільних кар'єрів колишнього СРСР складає понад 500 – 700 м, а їх річна продуктивність за гірничою масою знаходиться в межах 50 – 150 млн т.

Характерними параметрами глибоких кар'єрів є розміри в плані “по поверхні” та “по дну”, а також кути погашення бортів. Кар'єри округлої форми (Інгuleцький, Первомайський, Сарбайський) мають розміри уперек на рівні поверхні землі 3 км і більше, кар'єри, витягнуті в одному напрямку (Аннівський, Полтавський) – довжину “по поверхні” 6,5 – 7,5 км. Величина кутів погашення бортів кар'єрів коливається в широких межах – від 20 до 45 – 50° залежно від характеру гірських порід і глибини кар'єрів.

Систематичне збільшення глибини кар'єрів негативно впливає на проведення гірничих робіт. На глибинах більш ніж 150 м зростає питома вага скельних порід, змінюються фізико-механічні властивості руд і вміщуючих порід, їх обводнення, якісний склад руд, зменшуються параметри робочої зони кар'єру

і довжина фронту робіт, суттєво зростає відстань транспортування гірничої маси, ускладнюється розкриття глибоких горизонтів, погіршуються умови стійкості бортів глибоких кар'єрів і санітарно-гігієнічних умов праці. В результаті собівартість корисних копалин зі збільшенням глибини кар'єрів має тенденцію до зростання. На кар'єрах глибиною 200 – 250 м витрати на транспортування гірничої маси з робочих горизонтів на поверхню складають 45 – 50 % від загальних витрат на видобуток корисної копалини, а на кар'єрах глибиною більш 400 м вони збільшуються до 60 – 70 %. Отже, при відкритій розробці родовищ на великих глибинах з'являється необхідність суттєвого зниження витрат на транспортування гірничої маси. Успішне вирішення цієї проблеми – надійна основа для встановлення ефективних способів розкриття і параметрів системи розробки родовищ на великих глибинах.

Поряд з негативними проявленнями, що систематично збільшуються залежно від глибини кар'єру, об'єктивно є і позитивні тенденції – неперервний розвиток науково-технічного прогресу, який постійно сприяє зменшенню негативних впливів глибини кар'єрів на техніко-економічні показники відкритої розробки: знижується собівартість розробки 1 м³ гірничої маси, зростає продуктивність праці і гірничотранспортного обладнання в кар'єрах.

Вітчизняна і зарубіжна практика роботи глибоких кар'єрів показує, що при правильному проведенні відкритих робіт і своєчасному впровадженні у виробництво нових досягнень гірничої науки і техніки можна майже повністю локалізувати негативний вплив збільшення глибини кар'єрів на кінцеві техніко-економічні показники їх роботи. Прикладом може бути досвід відкритої розробки Коркинського буровугільного родовища глибиною більше 475 м. За 50-річний період роботи підприємства чотири рази переглядалась проектна глибина. Кар'єр планомірно реконструювався, застаріле гірничотранспортне устаткування змінювалось новим високопродуктивним, систематично удосконалювались технологія і організація робіт, що забезпечило досягнення високих техніко-економічних показників, які через збільшення глибини кар'єру не зменшувались.

Суттєва особливість глибоких кар'єрів полягає ще і в тому, що зі збільшенням глибини значно зменшується об'єм розкривних порід, які розробляються (рис. 4.1.). На схемі рис. 4.1 показано, що у верхній зоні I, глибиною 250 м зосереджено близько 60 % загального об'єму розкривних порід, в II зоні глибиною 250 – 400 м знаходиться десь близько 20 % породи і в III зоні глибиною 400 – 700 м – до 20 %. Зазначена особливість підкреслює можливість і перспективність ефективного розвитку глибоких кар'єрів до відмітки 700 – 800 м, що підтверджено розрахунками, проведеними для створення кар'єру “СуперГЗК” в Північному районі Кривбасу: економічно допустима глибина

дорівнює 1000 м; інститутом “Укргіпроруда” ця величина визначена такою, що дорівнює 850 м, оскільки при більшій глибині контури кар’єру поширюються на площу металургійного заводу-гіганта.

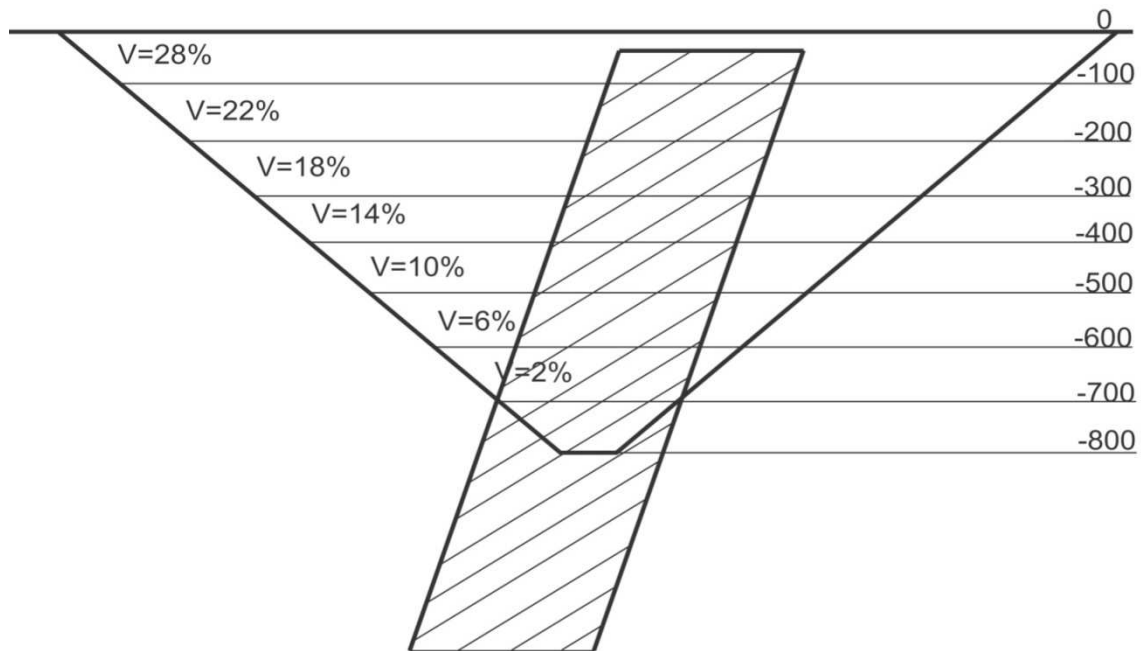


Рис. 4.1. Розташування розкривних порід в контурах кар’єру

При проектуванні та будівництві глибоких кар’єрів можливі два варіанти: перший – коли все родовище і є глибоким кар’єром й повністю відробляється відкритим способом; другий, якщо похиле або крутоспадне родовище має велику глибину залягання і розробляється відкрито-підземним способом. При цьому воно розбивається по вертикалі на три зони, кожна з яких розробляється з використанням технології, відповідної до гірничотехнічних умов кожної зони: перша, верхня – відкритим способом (глибоким кар’єром), друга – відкрито-підземним і третя – підземним способом.

При глибокому заляганні розкриття родовищ похилими і вертикальними шахтними стовбурами застосовується після досягнення кар’єром глибини 300 – 400 м. В такому випадку більш ефективним є використання потужного залізничного транспорту, оснащеного тяговими агрегатами з великовантажними думп-карами. З подальшим поглибленням кар’єрів він стає неефективним і виникає необхідність переходу на комбіновані види транспорту. При цьому досить перспективними є підйом гірничої маси з глибоких горизонтів кар’єрів на поверхню найкоротшим шляхом за допомогою конвеєрних або потужних скіпових підйомників і застосування для розкриття глибоких горизонтів кар’єрів похилих або вертикальних шахтних стовбурів.

Підйом гірської маси з кар'єрів похилими стовбурами здійснюється, здебільшого, конвеєрними підйомниками під кутом нахилу до $17 - 18^\circ$. При більш крутих підйомах можна використати скіпові підйомники під кутом нахилу до $50 - 55^\circ$. Однак частіше застосовуються конвеєрні підйомники, що мають суттєві переваги перед громіздкими і коштовними скіповими підйомними установками, які показують задовільні результати до глибини 400 – 450 м. На більших глибинах їх продуктивність суттєво зменшується у зв'язку зі збільшенням часу циклів підйому, тоді як у конвеєрних підйомників продуктивність залишається постійною незалежно від глибини.

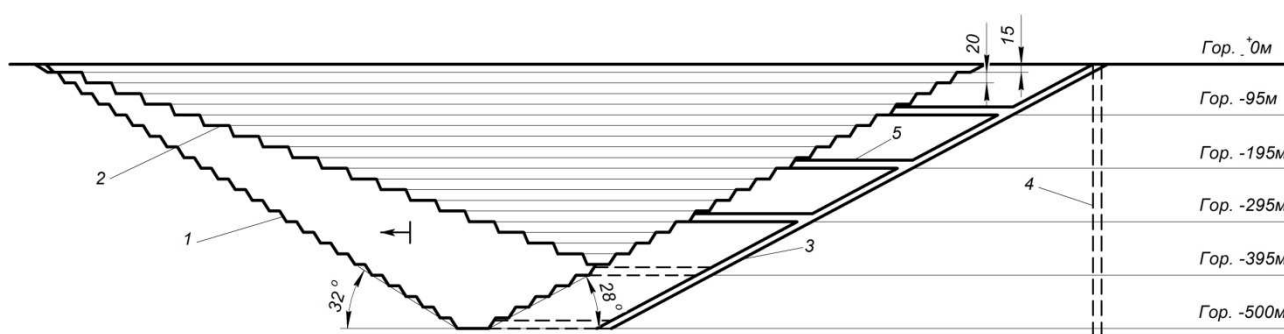


Рис. 4.2. Схема розкриття родовищ похилими або вертикальними шахтними стовбурами зі стаціонарними концентраційними горизонтами, обладнаними скіповим підйомниками: 1 – граничний контур борту; 2 – робочий борт кар'єру; 3 – похилий стовбур; 4 – вертикальний шахтний стовбур; 5 – горизонтальна транспортна виробка

При розкритті глибоких горизонтів кар'єрів можливе застосування вертикальних шахтних стовбурів, обладнаних великовантажними і високопродуктивними одно- і багатоканатними скіповими підйомними установками (рис. 4.2). Переваги багатоканатних, у порівнянні з одноканатними досить суттєві: можливість застосування канатів і канатоведучих шківів, встановлених на копрах меншого діаметра, і суттєве збільшення маси вантажу, що підіймається. Одноканатні шахтні підйомники здатні піднімати скіпи вантажопідйомністю до 40 т, тоді як у багатоканатних вантажопідйомність скіпів досягає 100 – 200 т і більше.

Багатоканатні підйомні машини зі шківми тертя встановлюються на баштовому копрі, розташованому безпосередньо над стовбуром. Він являє собою залізобетонну споруду висотою 60 – 100 м. Має декілька поверхів: на верхніх встановлюється підйомна машина зі шківми тертя, електродвигунами і електричним обладнанням; на нижніх розташовуються приймальний бункер і обладнання розвантажувальної станції. Скіпи підвішені на канатах за допомогою пристроїв, що служать для вирівнювання натягів між канатами.

При розкритті глибоких горизонтів вертикальними стовбурами є можливість виключити вплив на них зсувних явищ, які становлять небезпеку для похилих капітальних траншей, споруджених безпосередньо на бортах кар'єру. Для запобігання зсуву і обрушення бортів кар'єрів шахтні стовбури закладають на безпечній відстані від них.

Під час розкриття глибоких горизонтів кар'єрних полів стовбурами одночасно вирішується проблема дренажування і осушення гірського масиву. На багатьох глибоких кар'єрах застосовують підземний спосіб дренажування гірських порід, коли дренажні виробки одночасно є розвідувальними, що дозволяє уточнювати контури покладу, якості і сортності корисної копалини. При розкритті глибинної зони кар'єрів шахтними стовбурами і підземними горизонтальними виробками водночас вирішуються важливі питання підземного дренажу, осушення родовищ і геологічної розвідки. Розкриття шахтними стовбурами також дозволяє: збільшити глибину кар'єру без змінення основної схеми розкриття; розширити, якщо є необхідність, розміри кар'єру в плані, передбачивши під час закладки шахтних стовбурів достатні відстані від проектного контуру кар'єру; розкривати горизонти кар'єру практично на будь-якій глибині; суттєво знизити затрати на транспортування гірничої маси з глибоких горизонтів кар'єру, а також енергоємність і трудомісткість видобувних робіт; мати мінімальні капітальні витрати.

Розкриття глибоких горизонтів кар'єрів вертикальними шахтними стовбурами, місце їх розташування, потужність й продуктивність підйомних установок ув'язуються з можливістю раціональної та ефективної їх експлуатації при переході з відкритих робіт на відкрито-підземні, під час підземної розробки глибинної зони родовища (до відмітки 1500 м), якщо це дозволяють умови залягання.

Підготовка до переходу з відкритих робіт на підземні пов'язана із значними організаційними зусиллями інженерно-технічного персоналу. Слід враховувати, що цей процес потребує тривалого періоду для створення проекту переводу, проектування будівництва шахтних стовбурів і підземної технології подальшої розробки родовища, придбання коштовного гірничотранспортного обладнання для підземної розробки родовища, перепідготовки інженерних кадрів, здатних кваліфіковано керувати підземними гірничими роботами, а також перепідготовки і навчання робітників. Перехідний період з відкритих робіт на підземні може продовжуватись до 10 – 12 і більше років.

У світовій практиці розкриття похилими шахтними стовбурами, обладнаними конвеєрними підйомниками, широко застосовується під час розробки глибоких горизонтів на рудних і вугільних кар'єрах. В Україні такий спосіб розкриття зустрічається на кар'єрах Кривбасу. На рис. 4.3, а і 14.3, б відповідно

показано схему розкриття кар'єрів Інгулецького ГЗК та Південного ГЗК (в Кривбасі) похилими стовбурами, обладнаними конвеєрними підйомниками з шириною стрічки 2000 мм, які розраховані на річну продуктивність 20 млн т сирової руди.

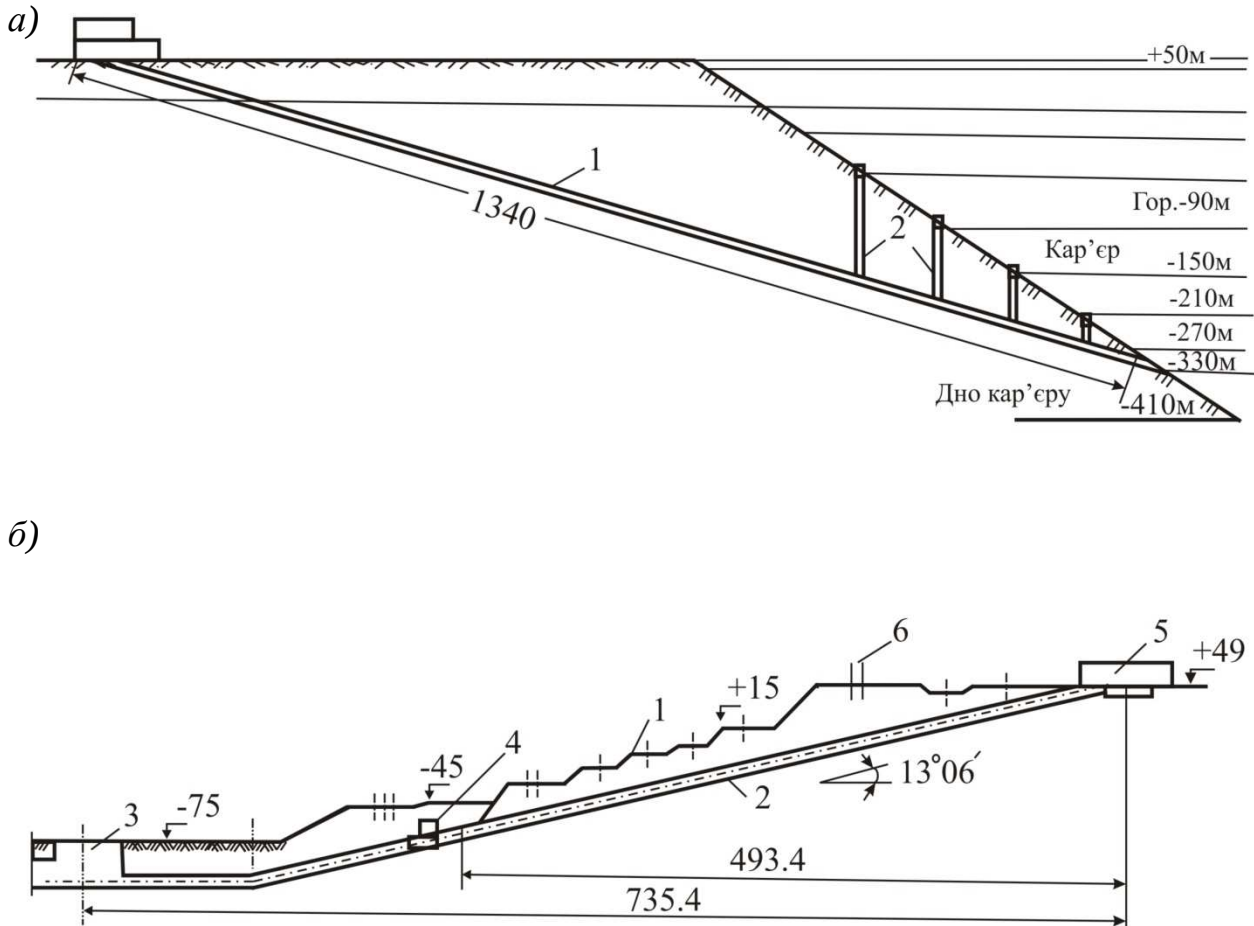


Рис. 4.3. Розкриття похилими стовбурами Кривдоржських залізрудних кар'єрів: а) кар'єр Інгулецького ГЗК: 1 – похилий стовбур, обладнаний конвеєрним підйомником; 2 – рудоспуски; б) кар'єр ГЗК: 1 – борт кар'єру в граничному положенні; 2 – похилий стовбур; 3 і 4 – дробарні вузли з трьома дробарками 1500·2000; 5 – перевантажувальний вузол на земній поверхні; 6 – осі залізничних колій

Розкриття вугільних горизонтів глибокого Коркинського родовища на Південному Уралі проведено за допомогою чотирьох похилих стовбурів, розташованих в породах лежачого боку родовища (рис. 4.4). Два з них пройдені в східній частині кар'єру, два – в західній. Один з кожної пари похилих стовбурів обладнаний потужним стрічковим конвеєром КРУ-900 для підйому вугілля, а другий – вантажолюдським підйомником для доставки людей, матеріалів і запасних частин. На рис. 4.5 показано форми і розміри похилих шахтних стовбурів.

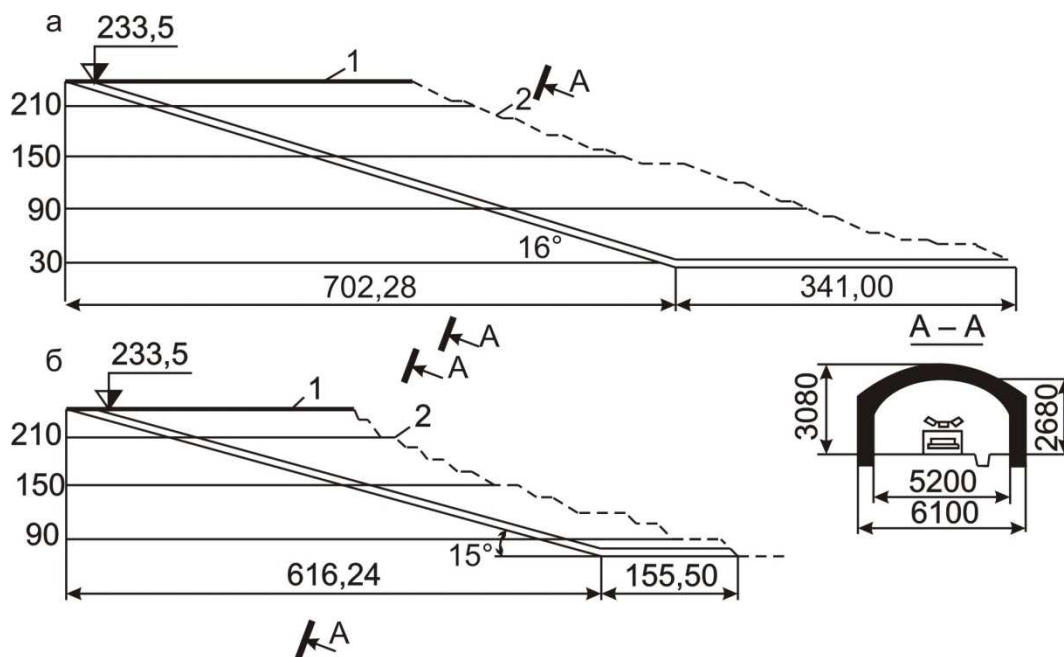


Рис. 4.4. Похилі шахтні стовбури Коркинського буровугільного кар'єру, обладнані конвеєрними підйомниками: а – Західний; б – Східний

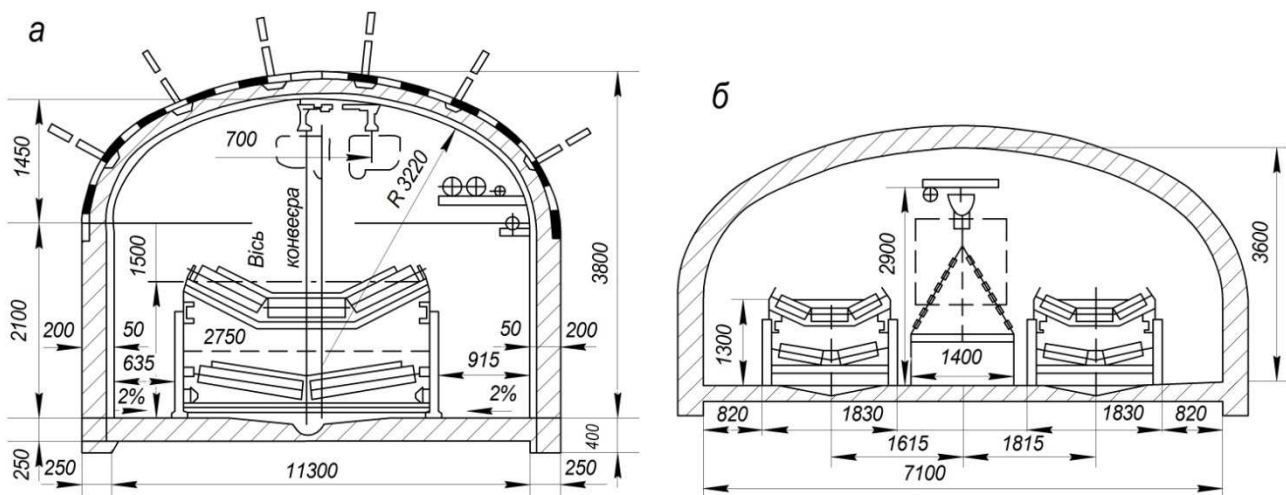


Рис. 4.5. Поперечний переріз похилих шахтних стовбурів, обладнаних конвеєрними підйомниками: а) і б) з однією або двома конвеєрними лініями відповідно

Розкриття родовищ похилими стовбурами з конвеєрними підйомниками внаслідок значних технічних і економічних переваг отримало широке застосування при використанні на глибоких кар'єрах циклічно-потокової технології розробки (ЦПТ). За цих умов розкриття похилими стовбурами з конвеєрним підйомом гірничої маси є ефективним на глибоких кар'єрах, починаючи з глибини 150 – 200 м. Однак ці принципіальні питання вирішуються тільки на базі техніко-економічних розрахунків з використанням обчислювальної техніки (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Характеристика похилих шахтних стовбурів з конвеєрним підйомом
в колишньому СРСР

Кар'єр	Максимальна висота підйому, м	Річна пропускна здатність стовбура, млн т	Ширина конвеєрної стрічки, мм	Параметри стовбура в проходці, м		Кут нахилу стовбура, град.
				Ширина	Висота	
Інгулецький	300	20	2000	6	4,1	16
Первомайський	500	30	2000	6,3	4,1	15
Кар'єр ПГЗК	125	20	2000	6,3	4,1	13
Оленегірський	143	14	1600	5	4,1	13
Ковдорський	161	16	1600	5	3,5	16
Сарбайський (в стадії ТЕО)	600	20	2000	6,1	4,1	16
Качканарський (в стадії ТЕО)	612	25	2000	-	-	16
№ 2 НКГЗК	201	12	1600	6	3,8	12
№ 3 НКГЗК	425	20	2000	6,3	4,1	15
Коркинський	204	3-4	1200	6,1	3,8	16
№ 1 ЦГЗК	350	20	2000	6,3	4,1	15
Ім. 50-річчя Жовтня (породний конв.)	280	40	2000	6,6	4,4	16
Те саме (вугільний конв.)	290	18	1200	7,1	4,6	10

4.2. Розкриття нагірних родовищ штольнями в комбінації з рудоспусками

Рудоспуски являють собою вертикальні або похилі підземні гірничі виробки, призначені для перепуску руди або пустих порід з нагірного кар'єру на горизонт транспортної штольні самостійно під дією гравітаційних сил.

За місцем закладки відносно контурів кар'єрного поля на поверхні їх поділяють на внутрішні та зовнішні. Конструктивно рудоспуски складаються з таких елементів: гирла, стовбура, нижньої акумулюючої частини (бункера) і випускного пристрою (рис. 4.6).

Вертикальні рудоспуски (рідше похилі) мають кут нахилу 55 – 90°, круглу (рідше квадратну) форму у поперечному перерізі діаметром до 5 м. Їх продуктивність складає 3000 т/год. і більше, вертикальна глибина – 30 – 700 м (частіше за все глибина складає 120 – 200 м). Термін амортизації рудоспусків досягає 15 років.

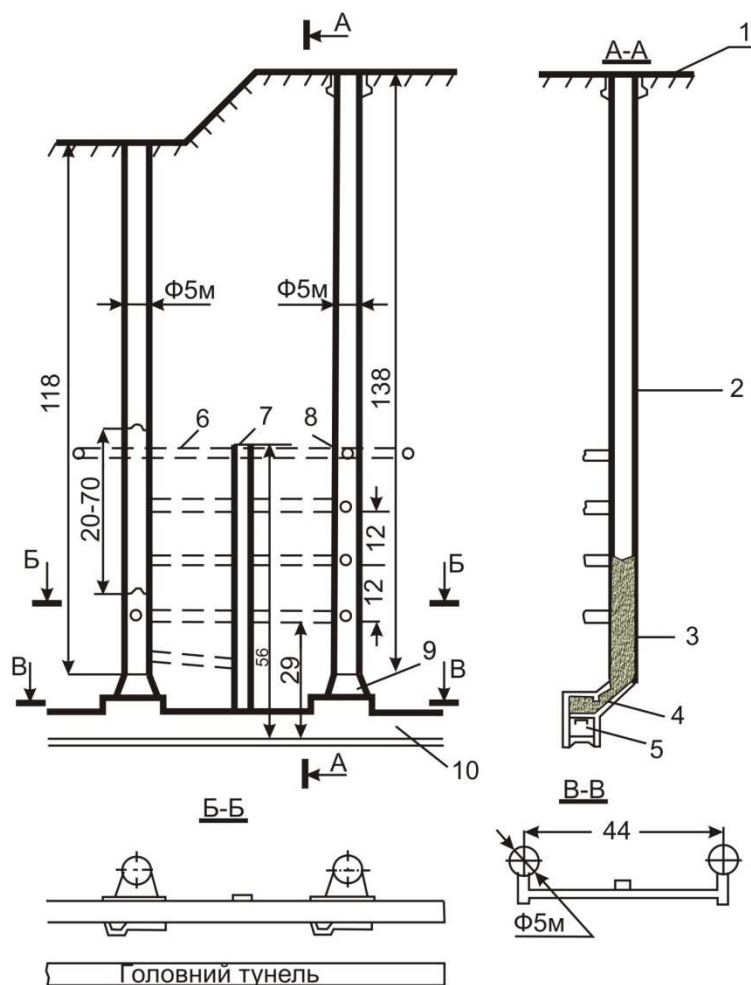


Рис. 4.6. Схеми кар'єрних рудоспусків: 1 – гирло; 2 – стовбур; 3 – буфер з гірничою масою; 4 – випускні пристрої; 5 – думпкар; 6 – штольня; 7 – контрольний підняттевий стовбур; 8 – оглядові ходки; 9 – акумулююча камера (бункер); 10 – навантажувальні камери

У нижній частині стовбура рудоспуску утворюється акумулююча ємність для зменшення динамічної дії падаючих кусків і створення запасів руди. Її висота приймається в 6 – 8 разів, а ширина в 2 – 3 рази більше діаметра рудоспуску. Він повинен в 4 – 6 разів перевищувати максимальний розмір кусків перепускної гірничої маси. Зависання руди у рудоспуску утворюється внаслідок її змерзання, динамічного переущільнення, заклинювання великих кусків, неритмічності завантаження і випуску гірничої маси та інших причин. Для ліквідації зависань найчастіше застосовують підрип фугасних зарядів ВР масою 2 – 4 кг, реактивні снаряди, гранатомети з кумулятивними снарядами, діють стиснутим повітрям.

Нормальна робота рудоспуску залежить від конструкції випускного пристрою, на вибір якої впливає гранулометричний склад, вологість, схильність до злежування та інші фізичні показники перепускного матеріалу. Найбільше за-

стосовуються схеми гравітаційного випуску з використанням різного типу механічних затворів, що відсікають потік гірської маси, яка надходить у думпкари (рис. 4.7). Рудоспуски, як правило, не закріплюють, кріплення застосовують тільки при невеликій висоті перепуску.

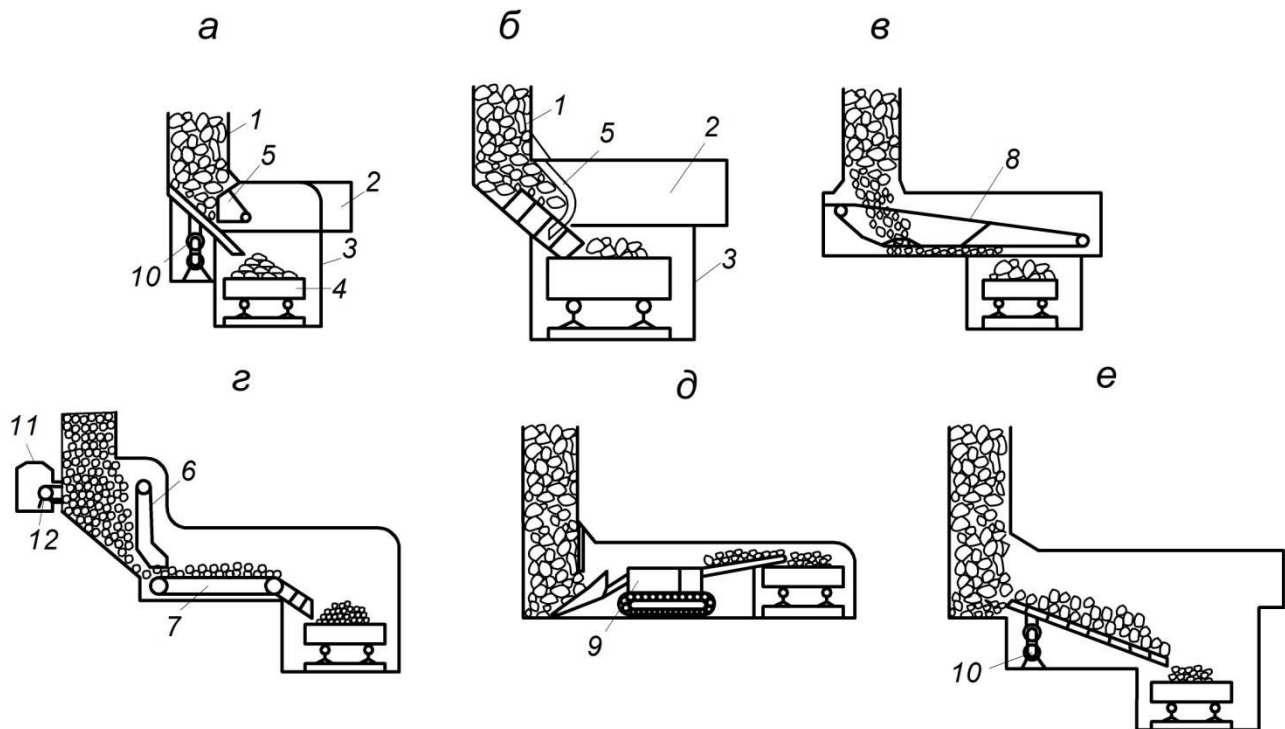


Рис. 4.7. Схеми випуску і навантаження руди з рудоспуску: а – гравітаційне навантаження з секторним затвором; б – те саме з петльовим затвором; в – скреперне навантаження; г – з ланцюговим затвором і пластинчастим живильником; д – навантажувачем (екскаватор, навантажувальна машина); е – віброживильником: 1 – рудоспуск; 2 – навантажувальна камера; 3 – відкатна виробка; 4 – транспортна посудина; 5 – механічний переривник потоку; 6 – ланцюговий затвор; 7 – пластинчастий живильник; 8 – скреперна установка; 9 – навантажувальна машина; 10 – 11 – ходка; 12 – пневмоімпульсний пристрій

Для спостереження за рухом руди або для ліквідації рудних заторів паралельно рудоспуску проводять контрольні підняттяві виробки, які через 10 – 12 м з'єднують з рудоспуском оглядовими ходками. Якщо рудоспуски розташовані на невеликій відстані один від одного, то проходять тільки один контрольний підйом. Конструктивно вони бувають; східчасті, зигзагоподібні і комбіновані. Для гасіння кінетичної енергії перепускної руди найчастіше застосовують комбіновані рудоспуски. Конструкцію випускних люків рудоспусків зображено на рис. 4.8.

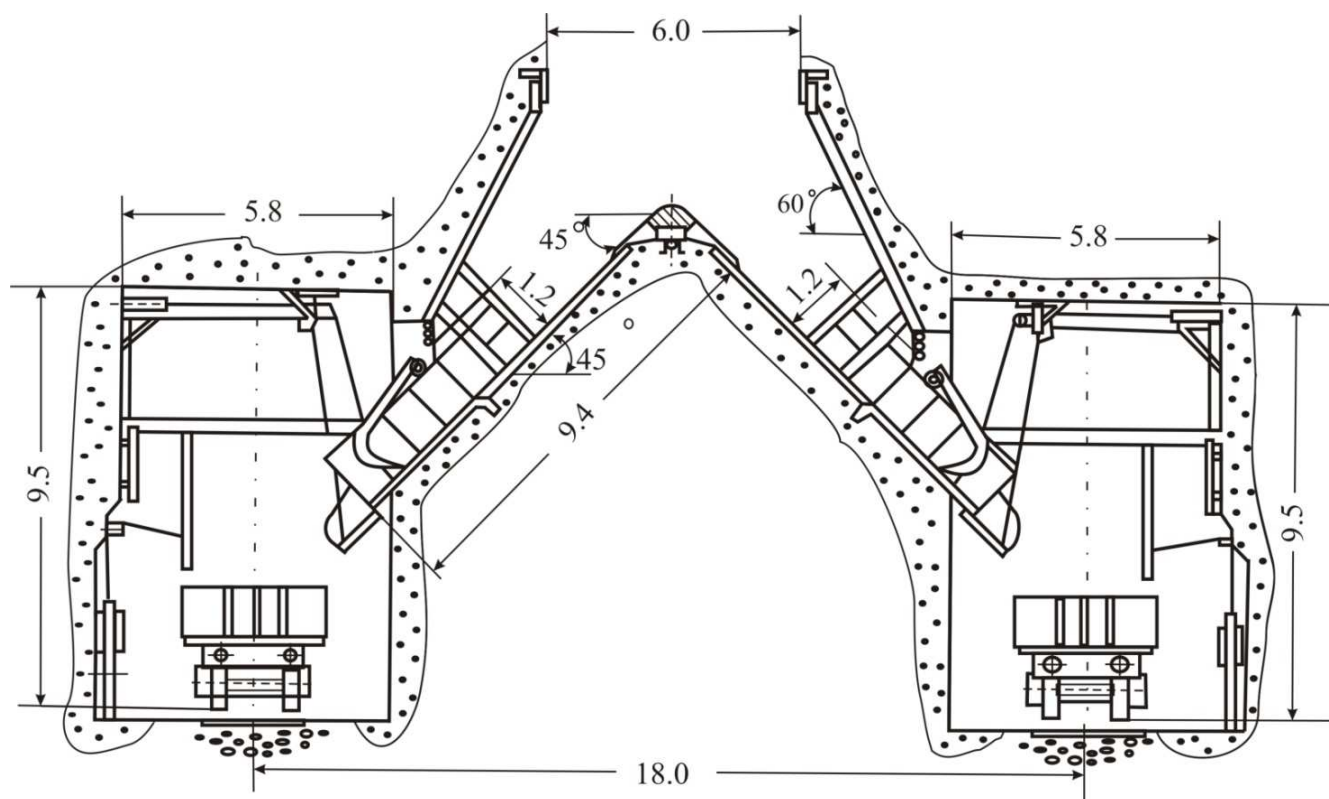


Рис. 4.8. Конструкція випускних люків рудоспусків

Рудоспуски, як правило, розташовують таким чином, щоб верхня їх частина проходила в найбільш міцних породах. В похилих, розміщених в слабких, нестійких породах, підвалини футеруються броньовими плитами товщиною 15 – 20 мм, а стінки кріпляться бетоном.

Кількість рудоспусків залежить від виробничої потужності кар'єру “по руді”, їх площ перерізу і пропускної здатності перевантажувальних пунктів біля гирла, а також і люків у штольні. Надійність роботи рудоспусків різко змінюється зі зміною вологості, змерзання та інших властивостей гірничої маси, що транспортується.

У міру пониження рівня видобувних робіт гирло рудоспуску шляхом погашення його верхньої частини переноситься на горизонти, що розташовані нижче. Висота погашуваної частини залежить від швидкості зниження видобувних робіт, способів гасіння і їх кількості. Найбільш часто при гасінні рудоспуски заповнюють рудою до відмітки підосви відроблюваного шару, після чого погашувану частину забурюють, підривають і навантажують екскаваторами в транспортні засоби. Цей спосіб дуже простий і безпечний.

Проходка капітальних рудоспусків проводиться знизу вверх і зверху вниз. При великих розмірах поперечного перерізу рудоспуск проходять зверху вниз повним перерізом за аналогією з проходкою шахтних стовбурів. Для проведення рудоспусків діаметром до 2,5 м зверху вниз застосовують спеціальні бурові

машини, що випускають за кордоном.

Як приклад варто розглянути розкриття нагірного родовища апатитових руд на Кольському півострові. Кар'єр розкривається капітальною штольною в комбінації з п'ятьма рудоспусками. Початкова глибина рудоспусків досягала 500 м, діаметр – 6 м, довжина капітальної штольні – 4650 м, площа поперечного перерізу – 37 м². В початковий період експлуатації гирло рудоспусків знаходились на відмітці +1050 м, пізніше – на рівні +780 м. Подібна система розкриття нагірного родовища в суворих кліматичних умовах за своїми параметрами є унікальною у світовій практиці відкритих розробок. В кар'єрі до рудоспусків руду доставляють автосамоскидами, в штольні, на поверхню і до збагачувальної фабрики – думпкарами 2ВС-105 загальною вантажопідйомністю до 2500 т, що забезпечує добову продуктивність транспорту більш як 80 тис. т.

На рис. 4.9 показана унікальна схема розкриття і транспортних комунікацій Алтин-Топканського рудника (Узбекистан), де розробляється родовище поліметалічних руд в гористій місцевості.

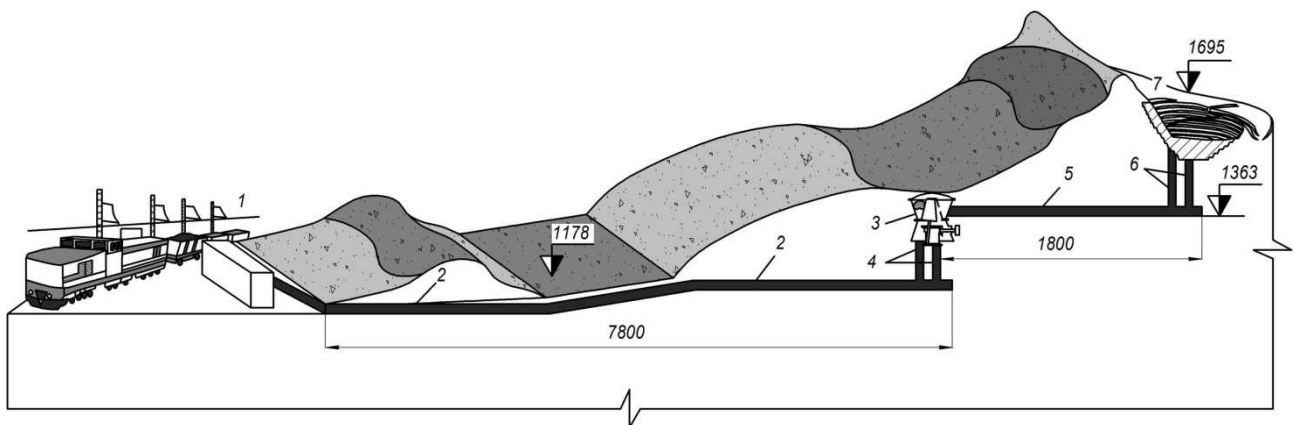


Рис. 4.9. Схема розкриття Алтин-Топканського родовища штольними з рудоспусками: 1 – перевантажувальні бункери; 2 – конвеєр в штольні; 3 – дробарний вузол; 4 – рудоспуск; 5 – штольня для залізничного транспорту; 6 – рудоспуск; 7 – кар'єр

Схеми комбінованого транспорту з рудоспусками мають наступні переваги: скорочуються відстані транспортування; підвищується ступінь використання вантажотransпортного обладнання; капітальні і експлуатаційні витрати відносно невеликі. Недоліки: підвищене зношення транспортуючих пристроїв; подрібнення корисних копалин в процесі транспортування; залежність ступеня використання кар'єрного обладнання від кліматичних умов і фізико-механічних властивостей транспортованого матеріалу.

4.3. Розкриття похилими залізничними тунелями

Цей спосіб розкриття в комбінації з перепускними рудоспусками полягає в тому, що під днище діючого кар'єру з поверхні землі або із середини будь-якого робочого горизонту проводять похилі залізничні тунелі з уклоном до 60 – 80 ‰, які на проектній глибині переходять в горизонтальні виробки транспортного горизонту (рис. 4.10). Зв'язок транспортного горизонту з робочою зоною кар'єру здійснюється за допомогою вертикальних або крутопохилих перепускних рудоспусків.

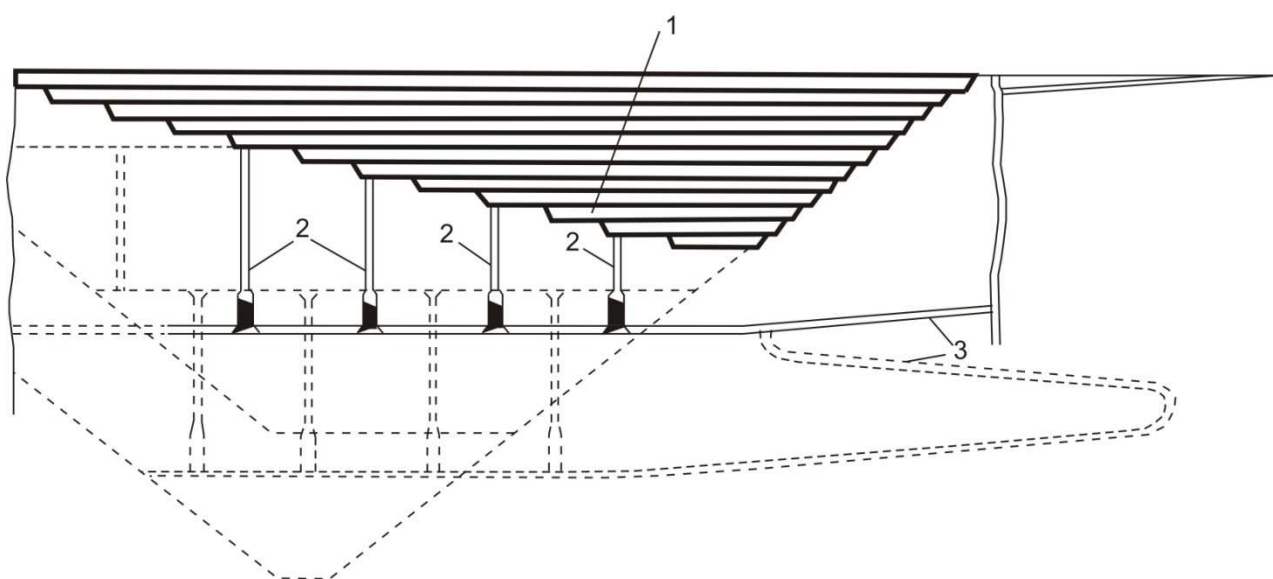


Рис. 4.10. Принципова схема розкриття глибоких горизонтів кар'єру похилими залізничними тунелями, проведеними із земної поверхні: 1 – робоча зона кар'єру; 2 – вертикальні рудоспуски; 3 – горизонтальні виробки транспортного горизонту

З екскаваторних забоїв підірвана гірнича маса транспортується великовантажними автосамоскидами, які розвантажуються в перепускні рудоспуски, обладнані у нижній частині випускними пристроями. Залізничні потяги нормальної колії завантажуються рудою або породою і тунелем транспортуються на поверхню землі за допомогою електротягових агрегатів. У такий спосіб можна розкривати декілька уступів, що знаходяться в глибинній зоні кар'єру, безпосередньо з робочого горизонту (рис. 4.11).

Розкриття родовищ залізничними тунелями дозволяє забезпечити високу пропускну здатність транспортних комунікацій при будь-якій глибині кар'єру. Розрахунками підтверджено, що вона досягає для одного двокільйного тунелю 100 млн т на рік. Існують великі резерви, що дозволяють збільшити пропускну

здатність тунелів до 150 млн т на рік (рис. 4.11).

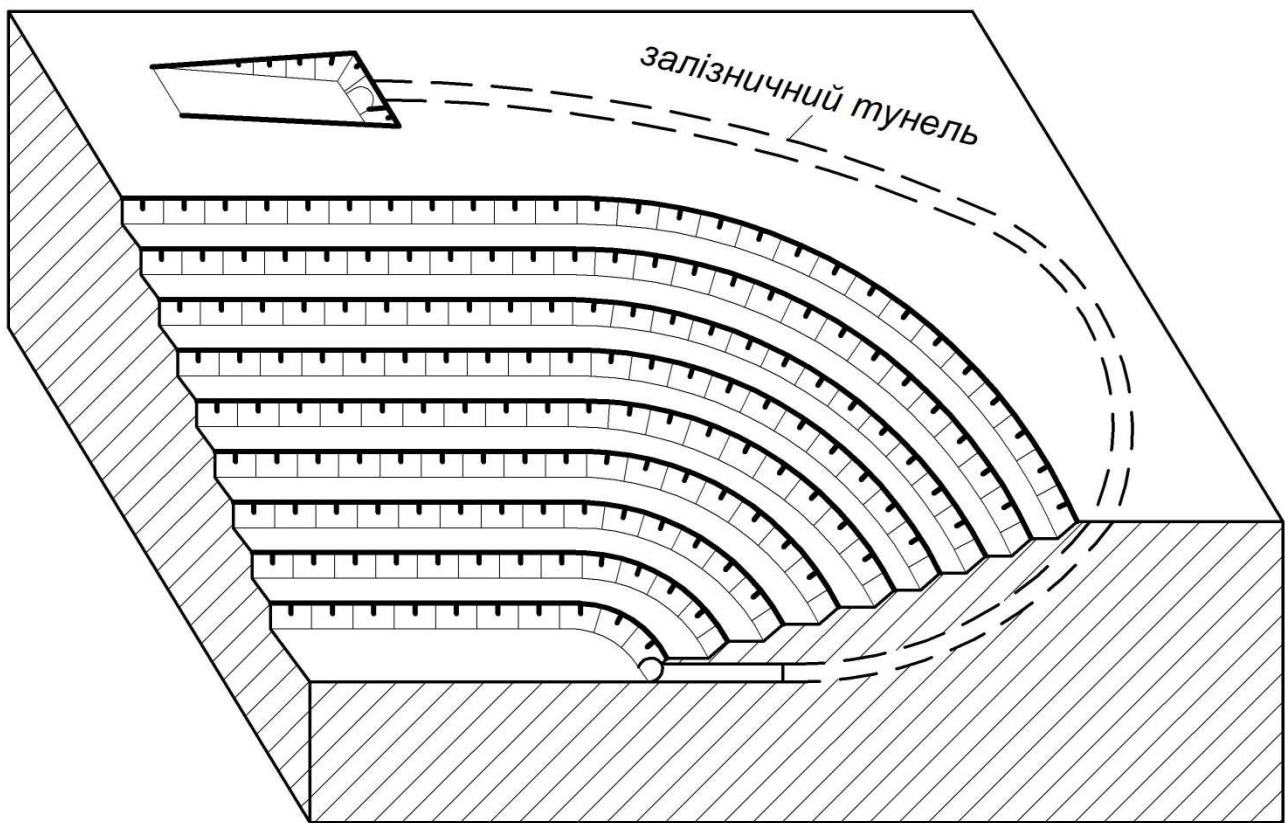


Рис. 4.11. Принципова схема розкриття залізничними тунелями декількох уступів з робочого горизонту, який знаходиться в глибинній зоні кар'єру

Розкриття похилими залізничними тунелями в комбінації з перепускними підняттявими виробками дає можливість:

- значно скоротити загальну відстань транспортування гірничої маси в порівнянні із системою розкриття похилими траншеями;
- уникнути від створення в кар'єрі вибійних залізничних колій, що потребують систематичного пересування;
- суттєво зменшити обсяг розкривних робіт шляхом збільшення кутів погашення бортів кар'єрів до значень меж, які забезпечать стійкість гірських порід, що складають борт кар'єру;
- не реконструювати транспортні комунікації при збільшенні глибини кар'єру;
- максимально спростити роботи з переходу від відкритої на підземну розробку глибинної зони родовища при досягненні кар'єром своєї граничної глибини.

Суттєві недоліки способу:

- великий обсяг гірничокапітальних робіт зі спорудження підземних виро-

бок, пов'язаних зі збільшенням площі поперечного перерізу (тунелі до 70 м²);

- тривалий строк спорудження підземних виробок;
- висока вартість підземних виробок.

Негативні властивості способів розкриття похилими тунелями з потужним залізничним транспортом в значній мірі компенсуються високими перевагами.

Таке розкриття в комбінації з перепускними рудоспусками може застосовуватися при розробці потужних родовищ з високою продуктивністю кар'єрів при помірній їх глибині.

Залізничні тунелі також використовують для розкриття декількох уступів з робочого горизонту, що знаходиться в глибинній зоні кар'єру (рис. 4.11).

Контрольні запитання

1. Навести способи розкриття родовищ шахтними стовбурами: основні схеми, умови застосування, переваги і недоліки, приклади з практики.
2. Описати способи розкриття нагірних родовищ штольними і рудоспусками: основні варіанти розкриття, детальна характеристика і конструкція рудоспусків, умови застосування способу, переваги і недоліки, приклади з практики.
3. За яких умов приймаються способи розкриття родовищ похилими залізничними траншеями? Навести основні схеми, умови застосування, переваги і недоліки.
4. Дати пояснення терміну “Глибокий кар'єр”. Які особливості розробки глибоких кар'єрів ви знаєте?

5. КОМБІНОВАНІ СПОСОБИ РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ

Розглянуті питання пов'язані з комбінованими способами розкриття родовищ корисних копалин.

Подано схеми комбінації траншейного способу розкриття з безтраншейним, розкриття родовища змішаного типу комбінацією з чотирьох різних способів. Наведено приклади організації транспортування людей в глибоких кар'єрах при використанні різних видів кар'єрного транспорту.

Студент, опираючись на матеріал, повинен вміти: розрізняти комбінації траншейного й безтраншейного способів, траншейного розкриття з підземними виробками, декількох способів розкриття; знати необхідні умови для транспортування людей в глибоких кар'єрах.

5.1. Загальні відомості

У попередніх розділах були розглянуті способи розкриття родовищ похилими, крутими, комбінованими траншеями і підземними гірничими виробками. Однак при розкритті глибоких горизонтів кар'єрних полів, як правило, виникає необхідність застосування в окремих глибинних зонах різних способів розкриття, що найбільше відповідають гірничо-геологічним умовам відкритої розробки. Системи, що складаються з декількох окремих способів розкриття, називаються комбінованими.

З огляду на різноманітність умов залягання родовищ під час розкриття глибоких горизонтів кар'єрів об'єднують розкривні виробки траншейного типу з підземними в різних комбінаціях, досягаючи найбільш доцільного і ефективного їх використання.

В глибоких кар'єрах, як правило, декілька верхніх уступів з глибиною розробки до 100 – 120 м розкриваються зовнішніми або внутрішніми траншеями; уступи в межах глибини від 100 – 120 м до 250 – 400 м – похилими або крутими траншеями в комплексі з потужним залізничним транспортом; більш глибокі горизонти доцільно розкривати похилими чи вертикальними шахтними стовбурами, обладнаними відповідно потужними конвеєрними установками, або потужними скіповими підйомниками.

При розробці родовищ, що глибоко залягають, шахтні стовбури, які застосовують для розкриття глибоких кар'єрів, необхідно закладати з урахуванням використання їх в зоні переходу з відкритих робіт на підземні, а також під час розробки глибинної зони родовища підземним способом.

Комбіновані способи розкриття родовищ можна об'єднати в чотири групи:

- траншейні з безтраншейними;
- траншейні з підземними;

- підземні з підземними;
- комбінація з декількох способів розкриття.

5.2. Комбінація траншейного способу з безтраншейним

В цьому випадку можливі поєднання безтраншейного розкриття породних з траншейним розкриттям видобувних уступів, а також траншейного розкриття породних уступів і безтраншейного розкриття видобувних. Перша комбінація характерна для родовищ, що залягають у вигляді горизонтальних і пологоспадних пластів (буре вугілля, фосфорити та ін.), коли розкривні породи переміщуються у вироблений простір на внутрішні відвали потужними розкривними мехлопатами, драглайнами, консольними відвалоутворювачами або транспортно-відвальними мостами.

При розробці подібних родовищ з розміщенням порід розкриття у виробленому просторі за допомогою потужної розкривної техніки відпадає потреба в траншеях, що зв'язують розкривні уступи із землею поверхнею; до того ж капітальними траншеями розкривають безпосередньо видобувні уступи для транспортування корисної копалини. Розкривні уступи для господарських цілей з'єднуються з поверхнею землі допоміжними траншеями (рис. 5.1).

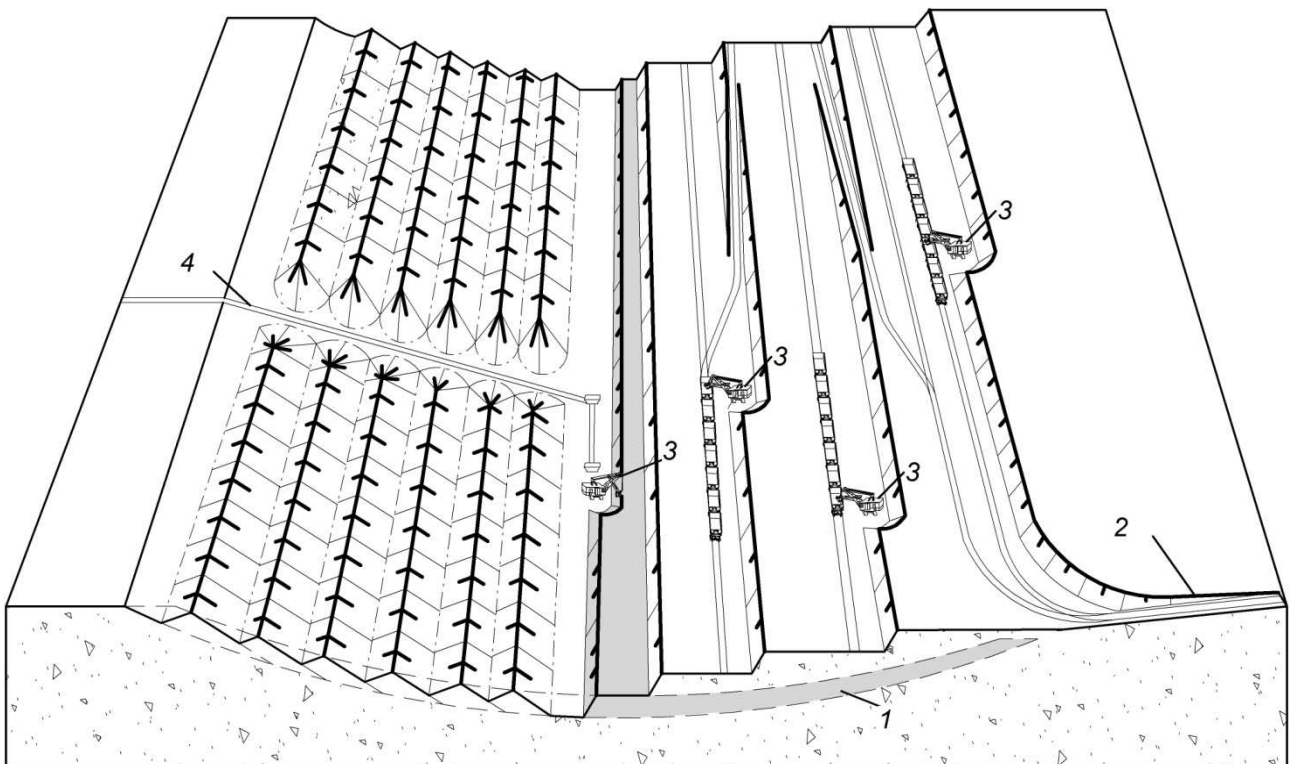


Рис. 5.1. Комбінація траншейного способу розкриття з безтраншейним: 1 – корисна копалина; 2 – капітальна траншея; 3 – екскаватор; 4 – похилий конвеєр

Типовими прикладами цього способу є буровугільні кар'єри, які експлуатувалися на Дніпровському буровугільному басейні.

Друга комбінація застосовується при розробці потужних буровугільних пластів з кутом падіння до 18° , коли породні уступи розкривають траншеями, а вугільні з'єднують з поверхнею стрічковими конвеєрами, встановленими безпосередньо на породах лежачого боку пласта під кутом нахилу до 18° (рис. 5.1). Цей спосіб часто використовується для розробки потужних вугільних пластів, що забезпечує високу інтенсивність відробки робочих горизонтів кар'єру.

5.3. Комбінація траншейного розкриття з підземними виробками

Система розкриття породних уступів похилими траншеями, а корисної копалини шахтними стовбурами може використовуватись для глибоких горизонтів кар'єрів з похилим і крутим падінням потужних рудних родовищ чи вугільних пластів.

Причиною переводу глибоких кар'єрів на застосування похилих шахтних стовбурів, обладнаних потужними конвеєрними підйомниками, є впровадження ефективної циклічно-поточної технології на глибоких залізрудних кар'єрах Кривбасу в Україні (рис. 4.3), а також рудних і вугільних кар'єрах колишнього СРСР (рис. 4.4).

На рис. 5.2 показано схему розкриття глибоких горизонтів Коркинського буровугільного родовища.

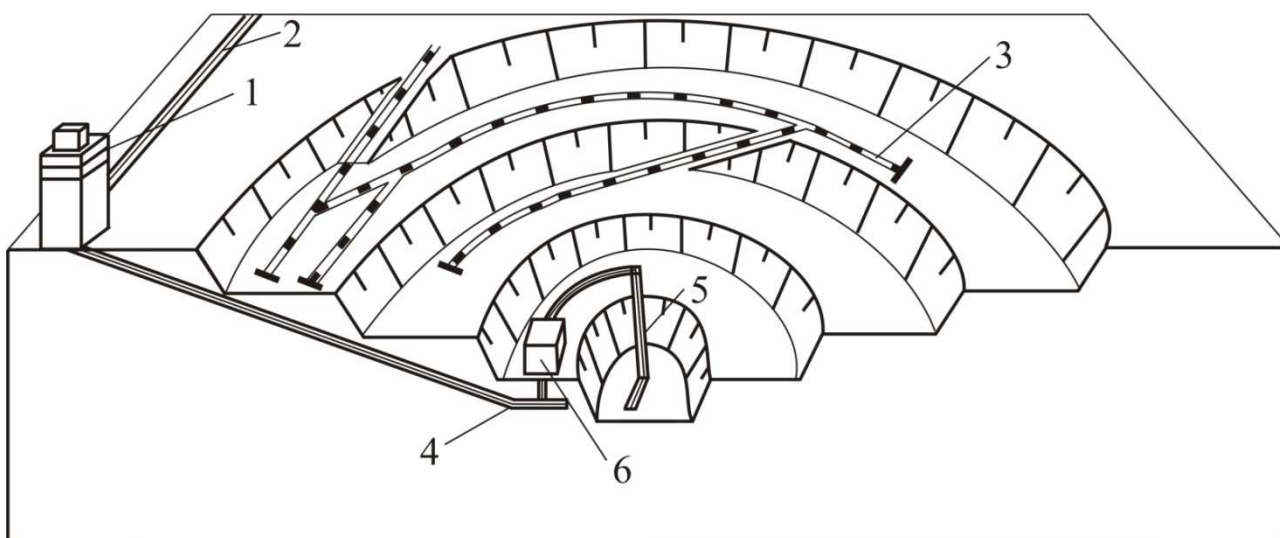


Рис. 5.2. Схеми комбінованого розкриття глибоких горизонтів Коркинського буровугільного родовища: 1 – сортувальний комплекс; 2, 5 – конвеєри; 3 – залізнична колія; 4 – похилі конвеєрні шахтні стовбури; 6 – дробарка

На схемі (рис. 5.2) подано розкриття породних уступів кар'єру залізничними тупиковими з'їздами, розміщеними на породах лежачого боку покладу, а вугільних горизонтів двома парами шахтних стовбурів, обладнаних конвеєрними (стрічковими) підйомниками.

Необхідно підкреслити, що більшість глибоких кар'єрів у верхній зоні, як завжди, розкривається внутрішніми похилими траншеями. Цим способом розкривають родовища до глибини 350 – 400 м, а більш глибокі горизонти – підземними гірничими виробками.

Зазначена глибина розкриття похилими траншеями є приблизною, оскільки залежить від багатьох факторів, котрі для кожного кар'єру і родовища враховуються конкретно шляхом техніко-економічного аналізу і оцінки декількох конкуруючих варіантів розкриття.

5.4. Комбінація декількох способів розкриття

При розкритті родовищ змішаного типу, які залягають в гористій місцевості, а також похилих і крутоспадних родовищ з великою глибиною залягання, котрі відпрацьовуються глибокими кар'єрами, виникає необхідність застосування трьох-чотирьох різних способи залежно від конкретних умов залягання родовища, що утворюють в результаті систему розкриття родовища.

На рис. 5.3 показано схему розкриття родовища змішаного типу зі складним рельєфом місцевості. У верхній частині покладу 1-а зона розкрита як нагірне родовище зовнішніми напівтраншеями; 2-а як глибинне родовище внутрішніми траншеями; 3-я – перехідна з відкритих робіт на підземні – підземними гірничими виробками. Глибинна зона цього родовища підлягає розробці підземним способом. На вибір способу впливають такі фактори: рельєф місцевості, ступінь розвідки і умови залягання родовища, гірничотехнічні умови розробки родовища та ін.

Рельєф місцевості впливає на розміщення інженерних споруд і зовнішніх відвалів, а також на розташування розкривних виробок і на напрямок поверхневих транспортних комунікацій. Капітальні траншеї необхідно проводити на понижених ділянках поверхні, що дозволить зменшити обсяг гірничих робіт під час будівництва.

Елементи залягання родовища впливають на вибір способу розкриття. Горизонтальні і пологі пласти звичайно розкривають зовнішніми траншеями, які розміщують за межами контуру кар'єру, похилі та круті – внутрішніми траншеями, що розміщують на бортах кар'єру.

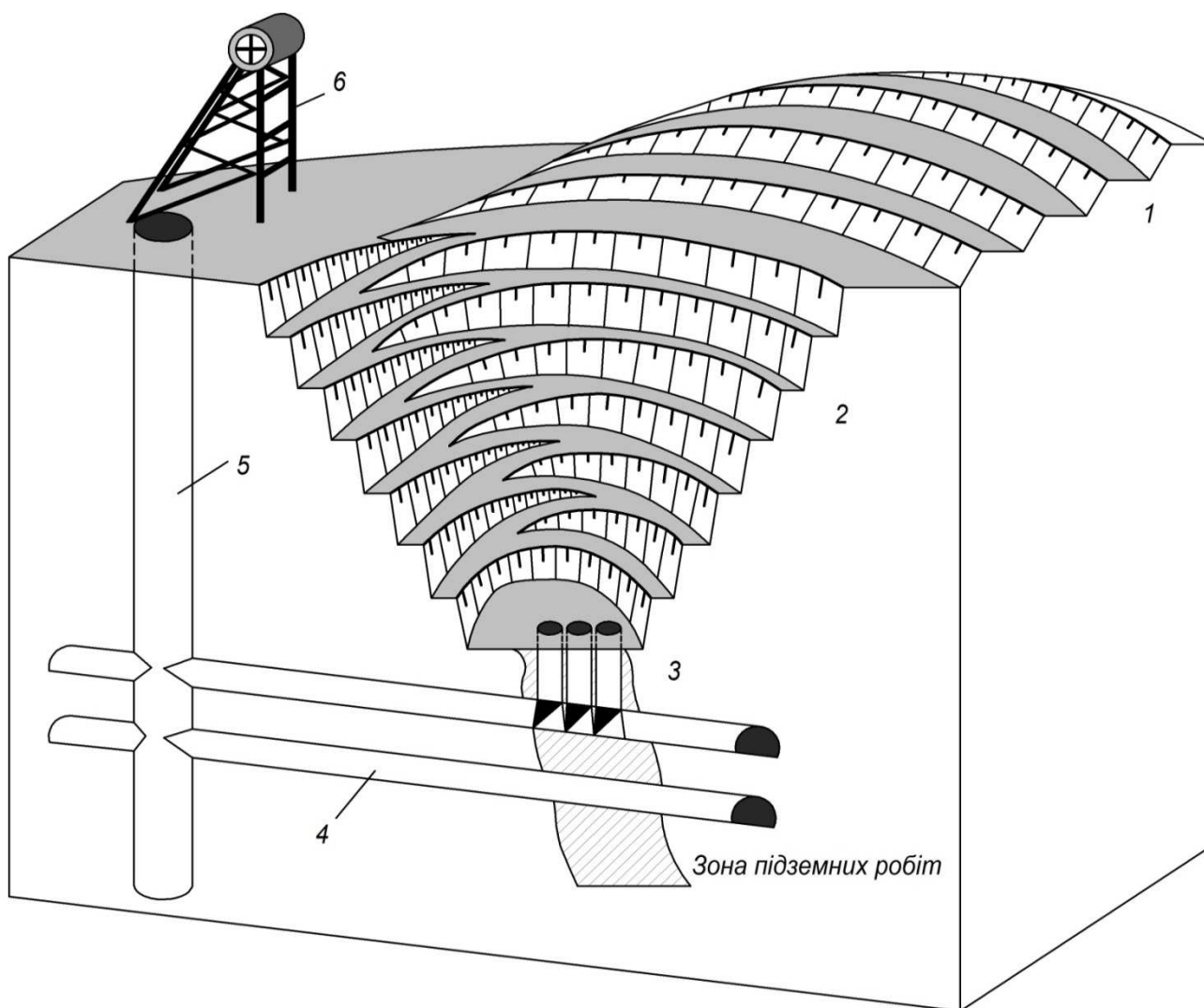


Рис. 5.3. Схема розкриття родовища змішаного типу комбінацією чотирьох різних способів розкриття: 1 – нагірне родовище; 2 – глибинне родовище; 3 – зона переходу з відкритих на підземні гірничі роботи; 4 – горизонтальна транспортна виробка; 5 – стовбур; 6 – підйомна установка

За умови достатньої розвідки родовища і встановлення граничних контурів кар'єру траншеї розташовують в стаціонарному положенні на весь термін його існування. Прийнятий спосіб розкриття повинен забезпечити найкращі умови робіт, задану пропускну й провізну здатність розкривних виробок, мінімальні строки підготовки нових горизонтів кар'єру до експлуатації і найменші капітальні витрати.

Спосіб і система розкриття родовища при відкритій розробці знаходяться в тісному взаємозв'язку із системою розробки. При цьому кожній системі розробки відповідають визначені способи, кількість яких, як правило, обмежена декількома, а іноді лише одним. Суттєвий вплив на вибір способу чи системи розкриття чинять основні параметри системи розробки:

- висота уступу,
- довжина фронту робіт уступів,
- інтенсивність відкритих гірничих робіт та ін.

Однак, під час вибору способу і системи розкриття кар'єрного поля можливе застосування тільки визначених систем розробки, часто в обмеженому діапазоні.

5.5. Транспортування людей в глибоких кар'єрах

Доставка людей в кар'єри невеликої глибини не викликає особливих труднощів, а транспортні засоби, що використовуються, дозволяють досить задовільно вирішувати це завдання. Однак, коли глибина кар'єрів досягає 250 – 300 м, вибір і застосування раціональних засобів доставки людей стає проблематичним, а тому актуальним.

В умовах глибоких кар'єрів необхідно враховувати тривалість операцій спуску і підйому людей, намагаючись досягти максимального скорочення цього періоду. Наприклад, на Коркинському вугільному кар'єрі (РФ) спуск на глибину 365 м займає від 50 до 54 хвилин, що дуже довго і нераціонально.

Тому основними вимогами до транспортних засобів для людей в глибоких кар'єрах є достатня одночасна місткість і вантажопідйомність, максимально допустима швидкість руху, безпека, зручність і комфортність.

Для доставки людей на глибокі кар'єри застосовуються залізничний і автомобільний транспорт. Перший виконує перевезення людей з житлових районів до кар'єрів. На деяких кар'єрах, де залізничним транспортом перевозять гірничу масу, вони транспортуються безпосередньо до робочих горизонтів. Також на кар'єрах, де працює технологічний автотранспорт, для перевезення людей на робочі горизонти застосовують різні за місткістю автобуси.

На глибоких кар'єрах також використовують похилі канатні підйомники в спеціальних вагонах. Їх обладнують на борті кар'єру чи в спеціально споруджених шахтних стовбурах. При розробці нагірних родовищ працюють фунікулери, трасу для яких прокладають на схилі гори.

Найбільше застосування отримали підйомники, збудовані в похилих шахтних людських чи вантажолюдських стовбурах. Наприклад на Коркинському вугільному кар'єрі працюють два таких довжиною 600 і 900 м з кутом нахилу 16,5°. У нижній частині стовбурів для сполучення з кар'єром прокладені горизонтальні штольні довжиною 300 м. Підйом і спуск людей здійснюється в двох вагонетках – головній і причіпній – із залізничною колією шириною 900 мм. Вагони, розраховані на 15 чоловік, рухаються зі швидкістю 2,5 м/с. Підйом проходить за допомогою однобарабанної машини з електродвигуном потужніс-

тю 200 кВт.

Аналогічні підйомники можуть бути рекомендовані також для багатьох глибоких кар'єрів. Найбільш доцільним є використання похилого підйому на кар'єрах, де для транспортування гірничої маси на поверхню застосовуються конвеєрні підйомники. В таких випадках необхідно упорядковувати стовбури, розділені перегородкою для паралельного транспортування людей і вантажів.

На кар'єрі Інгулецького ГЗК спуск і підйом людей здійснюється вертикальним шахтним стовбуром у клітках. Крім того, в похилому конвеєрному стовбурі знаходиться підйомник для спуску-підйому у вантажних вагонах великогабаритних вантажів, рулонів конвеєрних стрічок, різного ремонтного обладнання, матеріалів та ін. По тому ж шляху здійснюється транспортування ремонтних бригад в спеціальних вагонах. Обладнання для цього випускають машинобудівні заводи.

На кар'єрах глибиною більше 150 – 180 м доцільно застосовувати високопродуктивний шахтний клітьовий підйом. Місткість клітей дорівнює масі 50 – 60 осіб, швидкість підйому з урахуванням глибини до 200 м складає 10 м/с, при більшій глибині – 12 м/с. Кліті для підйому людей виготовляються одноповерховими і двоповерховими.

На багатьох великих кар'єрах як глибинного, так і нагірного типу для транспортування людей досить успішно застосовується повітряно-канатний транспорт. Канатно-підвісні дороги обладнуються підвісними кабінами на 15 – 40 осіб, швидкість їх руху складає 10 – 12 м/с, продуктивність – від 300 до 600 ос./год.

У гірничорудній промисловості найбільш поширеними є двоканатні дороги з одним чи двома вагонами. Кут підйому доріг звичайно не перевищує 30 – 35°, висота опор коливається від 10 – 15 до 60 – 80 м. Прогін між опорами складає від декількох сотень метрів до 2,5 – 3,0 км, що робить такий транспорт особливо ефективним для доставки людей до бортів нагірних кар'єрів.

Канатні дороги отримали застосування на Чиатурських марганцевих рудниках (Грузія), де працюють 13 пасажирських доріг, по яких щодобово перевозиться 12 – 17 тис. чоловік. Їх довжина складає від 160 до 1650 м, підйом – до 53°, швидкість руху вагонів – 2 – 6 м/с, пропускна здатність дороги – від 50 до 350 ос./год. Витрати на будівництво таких доріг окупаються за 3 – 4 роки.

В табл. 5.1 наводяться основні параметри транспортних засобів для спуску-підйому людей в глибоких кар'єрах.

Канатні дороги неперервної дії застосовуються як в нагірних, так і на глибоких кар'єрах.

Повітряно-канатна дорога з неперервним кільцевим рухом каната успішно працює на глибокому Коркинському вугільному кар'єрі. Вона обладнана одно-

крісельними сидіннями. Має довжину 250 м, відстань між сидіннями складає 12 – 15 м, швидкість руху канату – 1,5 м/с, діаметр канату – 18,5 мм, потужність привідного електродвигуна – 13 кВт, продуктивність дороги – 350 ос./год.

Таблиця 5.1

Технічні засоби транспортування людей в глибоких кар'єрах
(за М.В. Васильєвим)

Тип транспорту	Умови застосування	Глибина кар'єру, м	Технічні засоби	Транспортні комунікації	Швидкість руху, м/с	Продуктивність, ос./год
Спуск і підйом і кар'єрі						
Автомобільний	Наявність автодорог, відстань до 3 км	200 – 250	Автобуси, спеціальні автомобілі	Автомобільні дороги	12 – 15	300 – 500
Залізничний	Відстань до 5 км	100 – 150	Пасажирські поїзди, автодрезини	Рейкові колії	12 – 15	500 і більше
Канатні похилі підйомники	Невелика кількість горизонтів, що обслуговуються	300 – 350	Вагонетки	Те саме	2,5 – 3	150 – 200
Канатні вертикальні підйомники	Те саме	150 – 300	Ліфтові кабінки	Напрямні	2,0 – 4	100 – 150
Канатні вертикальні підйомники	Те саме. Наявність горизонтального транспорту в штольнях	300 – 500 і більше	Пасажирські кліти	Рейкова напрямна	10 – 12	300 – 400
Повітряно-канатні маятникові дороги	Доставка на один нижній горизонт	250 – 300	Пасажирські кабінки	Два канати	10 – 12	300 – 350
Повітряно-канатні кільцеві дороги	Доставка на будь-який проміжний горизонт	До 400 – 500	Крісельні сидіння	Один канат	1,5 – 2	300 – 400
Похилі конвеєри для доставки людей	Доставка на всі горизонти кар'єру	До 800 – 900	Ескалатор	Транспортне полотно	1,5 – 2	1000 – 3000
Транспорт по уступах і горизонтах						
Сходові конвеєри	Подолання висоти уступу	15 – 30	Пересувний ескалатор	Транспортне полотно	0,35 – 0,5	До 1000
Горизонтальні конвеєри для доставки людей	Транспортування в штольнях і на робочих майданчиках	–	Тротуар, що рухається	Те саме	1,0 – 1,5	1000 – 2000

Контрольні запитання

1. Назвіть комбіновані способи розкриття родовищ.
2. В яких умовах використовують траншейний і безтраншейний спосіб розкриття родовищ?
3. За яких технологічних схем розробки кар'єрів доцільно використовувати розкриття родовища із застосуванням траншеї і підземних виробок?
4. В яких умовах є доцільним використання декількох способів розкриття родовищ?
5. Назвіть основні засоби транспортування людей на кар'єрах.

6. ПРОВЕДЕННЯ ТРАНШЕЙ

Розглянуті питання пов'язані з безтранспортними, транспортними, спеціальними та комбінованими способами проведення траншей.

Подано схеми безтранспортної проходки траншей драглайном і механічною лопатою, транспортних способів проходки траншей з використанням механічних лопат та автомобільного і залізничного транспорту, драглайнів із застосуванням різних видів транспорту, роторних екскаваторів з використанням конвеєрного транспорту і відвалоутворювачів.

Студент, опираючись на матеріал, повинен вміти: розрізняти способи проведення траншей; обирати обладнання для проведення траншей; визначати необхідні умови для обрання конкретного способу проведення траншей в залежності від гірничо-геологічних умов розробки родовища.

6.1. Безтранспортні способи проведення траншей

Безтранспортний спосіб проведення траншей застосовують, якщо є можливість розмістити породи, котрі виймаються в процесі проходки, на бортах траншеї. Існує велика кількість варіантів, які відрізняються устаткуванням, що застосовується. Найбільш поширені – із застосуванням екскаваторів-драглайнів. Значно менше використовуються механічні лопати із збільшеними робочими параметрами.

Екскаватори-драглайни застосовують при проведенні траншей в м'яких породах. Однак їх можна використовувати і під час роботи з щільними глинистими і напівскельними породами, які розробляються за допомогою буропідричних робіт.

Механічні лопати працюють при безтранспортному проведенні траншей у напівскельних і скельних породах, попередньо подрібнених вибухом. В залежності від розміщення осі руху екскаватора відносно осі траншеї можливі наступні безтранспортні схеми проведення траншей:

1. Драглайном з розміщенням породи на обох бортах траншеї (рис. 6.1).

Основні розміри траншеї визначають за такої умови:

$$V_T k_P \leq 2 V_O,$$

де V_T – об'єм траншеї, м^3 ; k_P – коефіцієнт розпушення породи; V_O – об'єм породи, яку можна розмістити на одному борті траншеї, м^3 .

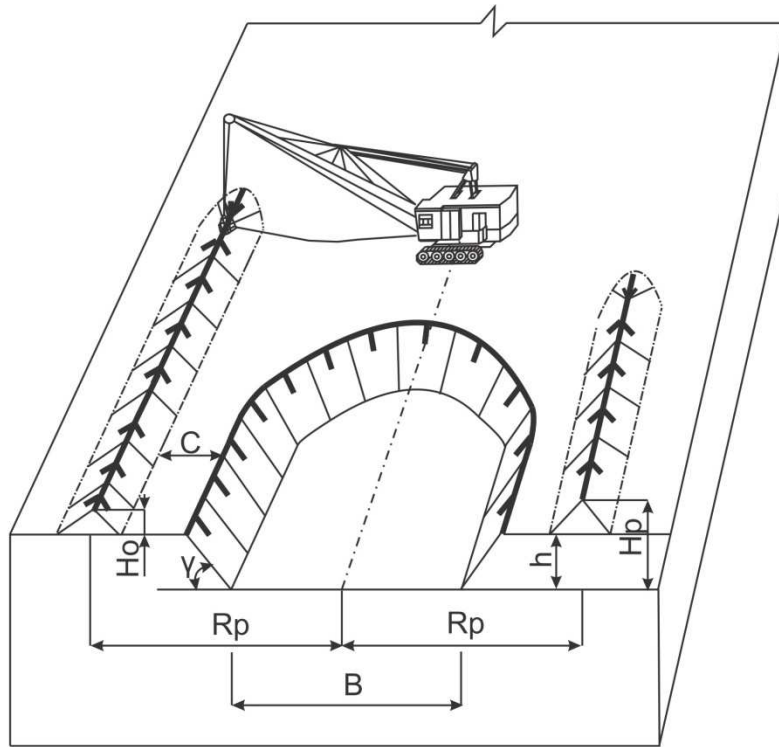


Рис. 6.1. Схема безтранспортного проведення траншеї драглайном при розміщенні породи на обох бортах

Тоді ширина траншеї “по низу”

$$b \leq \frac{2V_o - h^2 \operatorname{ctg} \gamma \cdot k_p}{h \cdot k_p}, \text{ м}, \quad (6.1)$$

де V_o – об’єм лінійного метру відвалу, $\text{м}^3/\text{м}$; h – глибина траншеї, м; γ – стійкий кут укосу траншеї, град.

Об’єм відвалу на борті траншеї V_o визначається лінійними параметрами драглайну, тобто

$$V_B = (R_p - c - h \operatorname{ctg} \gamma - \frac{B}{2})^2 \operatorname{tg} \beta, \text{ м}^3 / \text{м}, \quad (6.2)$$

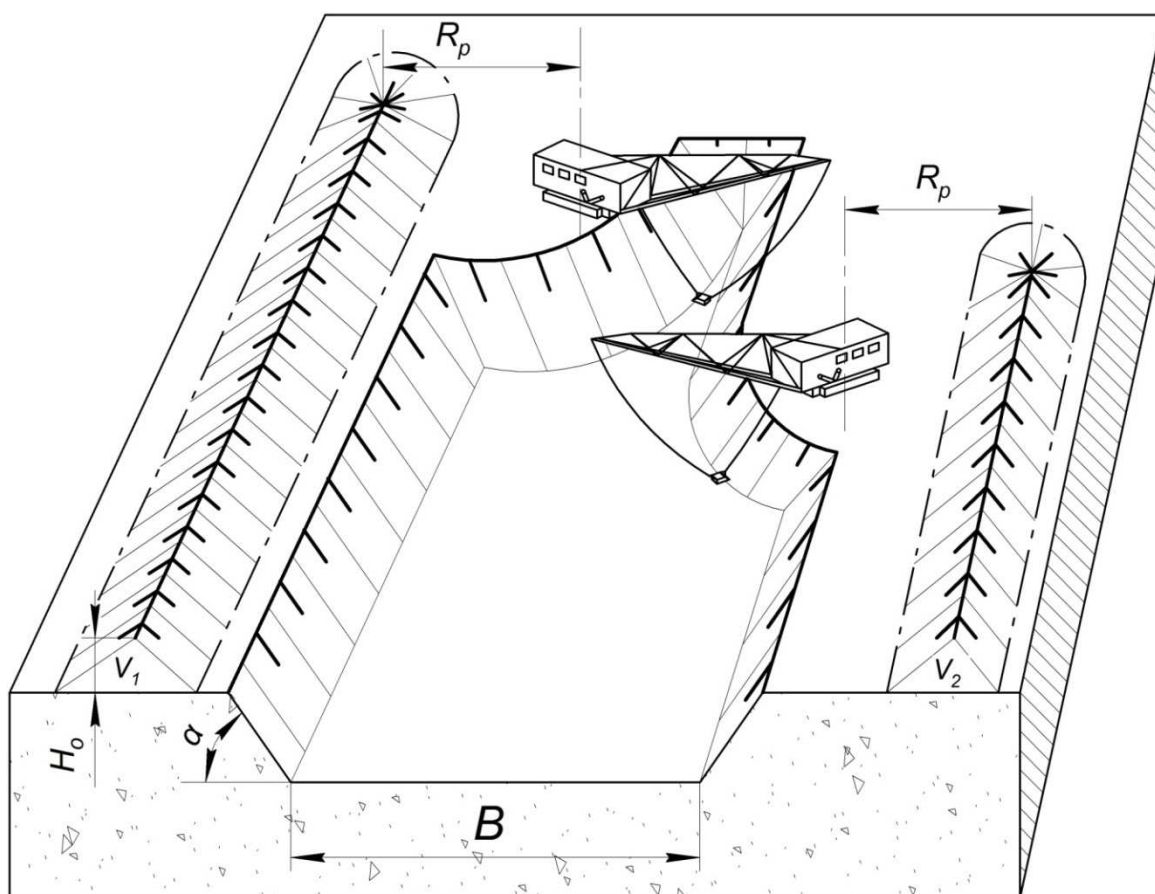
де R_p – радіус розвантаження драглайна, м; c – відстань між нижньою брівкою відвалу і верхньою брівкою траншеї, м; β – стійкий кут укосу відвалу, град.

Робота драглайна за цією схемою є можливою при додержанні наступних умов: глибина траншеї h не повинна перевищувати глибину черпання екскаватора h_q ; висота відвалу H_o не може перевищувати висоту розвантаження екскаватора H_p ; відстань від осі траншеї до центра відвалу не повинна перевищувати радіуса розвантаження екскаватора, тобто

$$R_p \geq \frac{B}{2} + h \operatorname{ctg} \gamma + c + H_o \operatorname{ctg} \beta, \text{ м.} \quad (6.3)$$

Таким чином, ширина траншеї “по верху” обмежується лінійними параметрами драглайна.

За необхідності проведення більш широких траншей з розміщенням породи на обох бортах вісь крокування драглайна зміщується від осі траншеї спочатку до одного борту, потім до другого (рис. 6.2), траншею проводять за два кроки. До того ж лінійні параметри екскаватора штучно збільшуються на величину зміщення осі руху екскаватора відносно осі траншеї. В цьому випадку можуть одночасно працювати два екскаватори.



6.2. Схема проведення траншеї при зміщенні осі ходу екскаватора відносно осі траншеї

Крім того, для збільшення ширини траншеї застосовують спосіб проведення із зигзагоподібним пересуванням екскаватора-драглайна відносно поздовжньої осі (рис. 6.3).

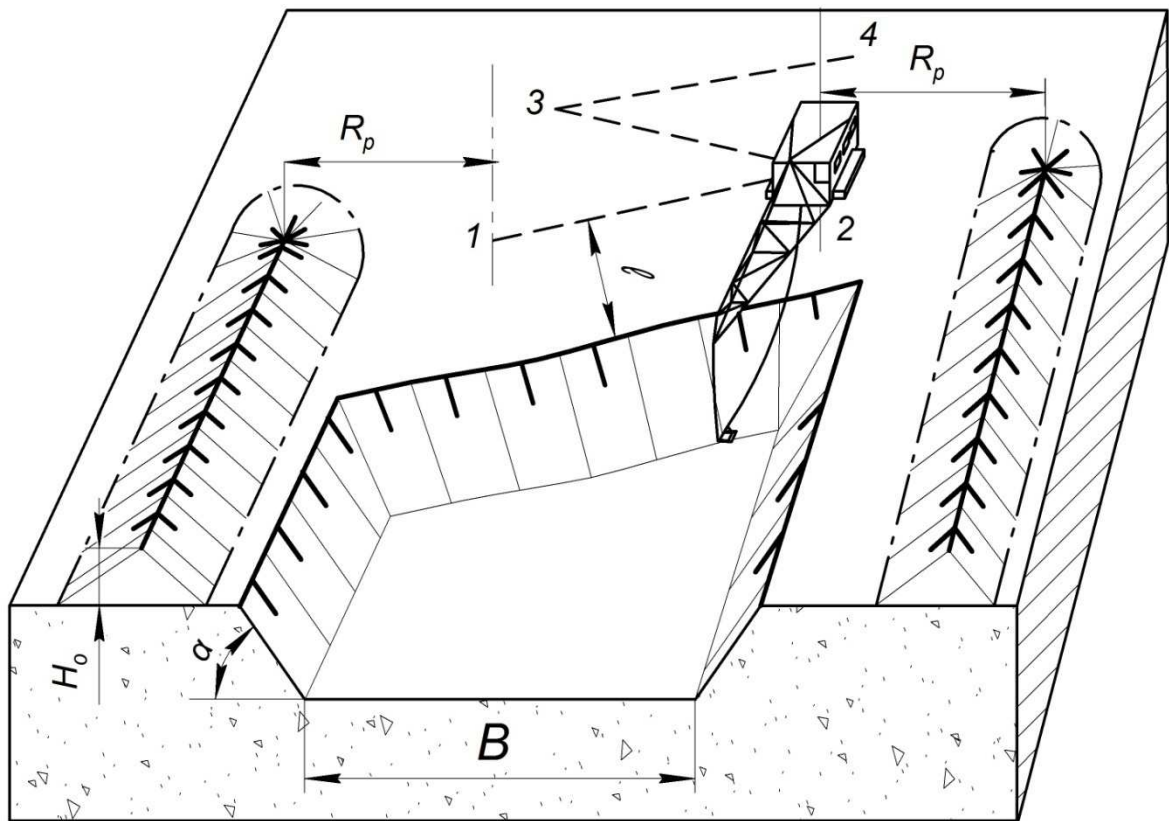


Рис. 6.3. Схема проведення траншеї при зигзагоподібному переміщенні драглайна: 1, 2, 3 – послідовність розташування драглайна

2. Драглайном з розміщенням породи на одному борті.

Для збільшення ширини траншеї вісь крокування драглайна зміщається до неробочого борту траншеї, тобто до борту, на який складається порода від проходки траншеї. Вісь драглайна при цьому розташовується на деякій відстані від брівки неробочого борту траншеї l :

$$l = B + 2h \operatorname{ctg} \gamma - R_q, \text{ м}^3, \quad (6.4)$$

де R_q – радіус черпання екскаватора, м.

Робота за такою схемою можлива при додержанні умови, що

$$R_p \geq l + c + h \cdot \operatorname{ctg} \beta.$$

Ефективною в цьому випадку є також схема, коли драглайн переміщується в поперечному напрямку послідовно через положення I, II і т.д. (рис. 6.4). Положення I драглайна визначається так само, як і у вищенаведеній схемі, відстанню l за формулою (6.4).

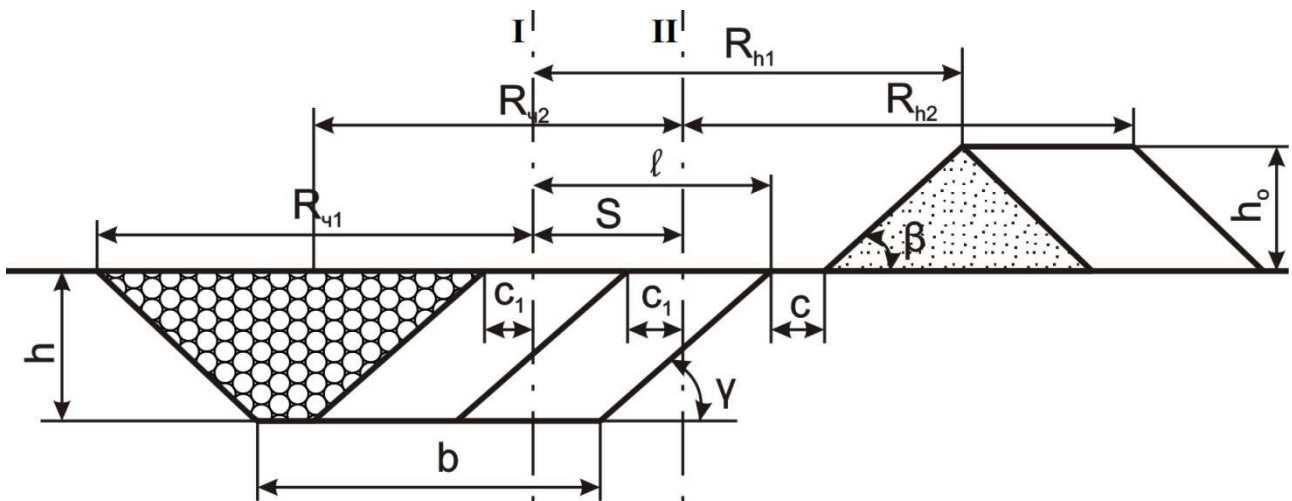


Рис. 6.4. Схема проведення траншеї з поперечним переміщенням драглайна

В цьому положенні драглайн здійснює виїмку з траншеї (на рис. 6.4 заштрихована її частина) і розвантажує породу на неробочий борт, утворюючи початковий відвал. Далі екскаватор переміщується в положення II, враховуючи те, щоб із нового положення можна було закинути ківш в нижню крайню точку траншеї, тобто шаг переходу

$$S \leq R_q - c_1 - h \cdot \operatorname{ctg} \gamma, \text{ м}, \quad (6.5)$$

де c_1 – безпечна відстань осі екскаватора від верхньої брівки уступу.

Із положення II проходять наступну частину траншеї, породи з якої складають на неробочий борт з утворенням відвалу у формі трапеції. Робота драглайна за такою схемою є можливою при додержанні умови, що

$$R_{q1} + R_{q2} \geq B + 2h \operatorname{ctg} \gamma + c + H_o \operatorname{ctg} \beta, \text{ м}.$$

При проведенні широких траншей застосовувались ускладнені безтранспортні схеми з переекскавацією породи (рис. 6.5). При цьому екскаватор-драглайн в положенні 1 розробляє початкову траншею перерізом I з вивантаженням породи на один із бортів траншеї. Потім він переходить в положення 2, перееккавовує породи початкового відвалу, звільняючи місце для укладання породи після наступної виїмки траншеї перерізу II. Виїмку додаткового перерізу траншеї проводять екскаватором із положення 3 з укладанням породи від проходки у відвал.

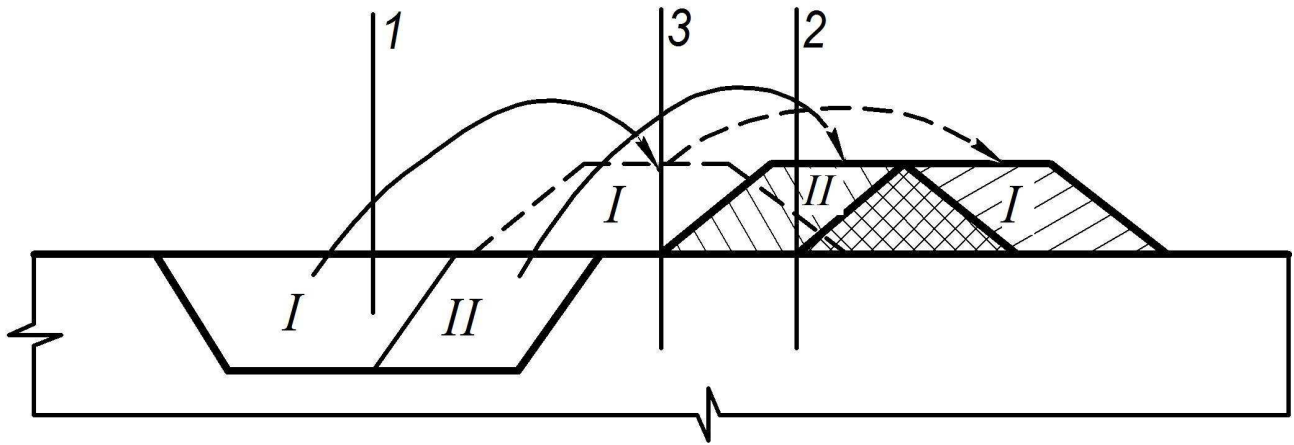


Рис. 6.5. Проходка траншеї драглайном з переекскавацією породи

Кратність переекскавації визначається у кожному окремому випадку техніко-економічним розрахунком вартості розробки 1 м^3 породи, гранична величина якої не повинна перевищувати вартості виїмки при транспортному способі проходки траншеї, тобто

$$VK_{\delta} < V_{CT},$$

звідки

$$K \leq \frac{c_T}{c_{\delta}},$$

де V – об’єм траншеї, м^3 ; c_{δ} , c_T – вартість розробки 1 м^3 породи відповідно при безтранспортному і транспортному способах проведення траншеї, грн/м^3 ; K – кратність переекскавації.

Як правило під час проведення траншей за допомогою ускладненої безтранспортної схеми застосовують спарену роботу двох драглайнів, один з яких проводить траншею, а другий переекскавує породи у відвалі.

Механічні лопати відносно рідко використовують для проведення траншей за безтранспортними схемами, здебільшого, в міцних породах, коли застосування драглайнів не можливе. Лінійні параметри механічних лопат обмежуються розмірами перерізу траншеї, тому за їх допомогою можна споруджувати траншеї невеликих розмірів (рис. 6.6). При цьому повинна бути додержана така умова:

$$H_p \geq h + H_O, \text{ м},$$

$$R_p \geq \frac{B}{2} + h \operatorname{ctg} \gamma + c + H_o \operatorname{ctg} \beta, \text{ м},$$

де H_p – висота розвантаження екскаватора.

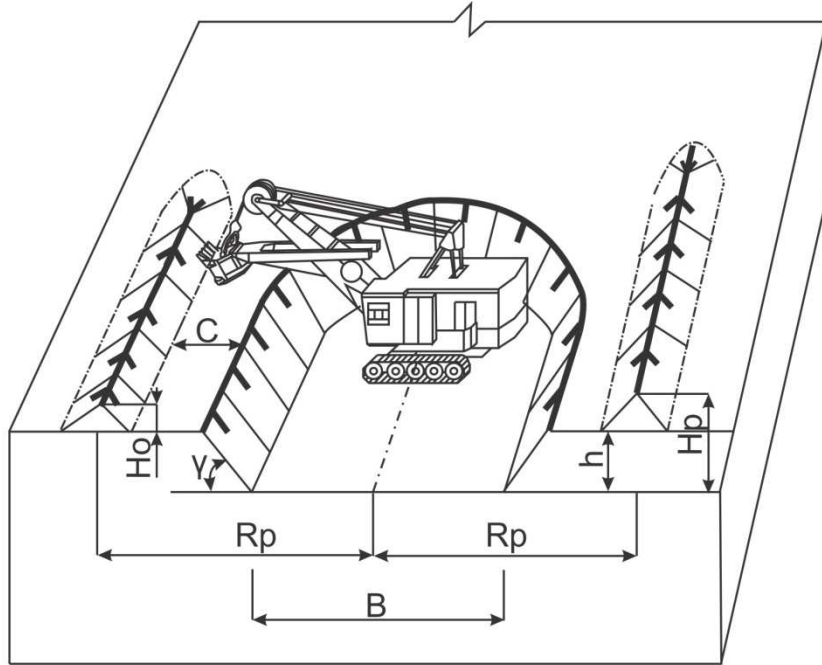


Рис. 6.6. Безтранспортна схема проведення траншеї механічною лопатою

Якщо необхідність проведення траншеї з більшими розмірами, ніж дозволяють лінійні робочі параметри механічної лопати, застосовують перееккавацію або проводять траншею в декілька шарів. За таких умов породу, що виймають із нижньої частини траншеї, механічна лопата перевантажує на допоміжний майданчик, а потім вона перееккавовується, як правило, драглайном.

Крім того, за безтранспортними схемами механічними лопатами здійснюється проведення напівтраншей на косогорах (рис. 6.7). При цьому порода розвантажується екскаватором безпосередньо на укіс косогору. Даному випадку проведення траншеї на косогорах є більш зручнішим, ніж в звичайних умовах при рівнинному характері місцевості, і може робитись екскаваторами з нормальними робочими параметрами.

При цьому повинна виконуватись умова:

$$R_p \geq B - R_q + H_1 \operatorname{ctg} \beta, \text{ м},$$

де H_1 – перевищення відвалу над горизонтом установки екскаватора, м.

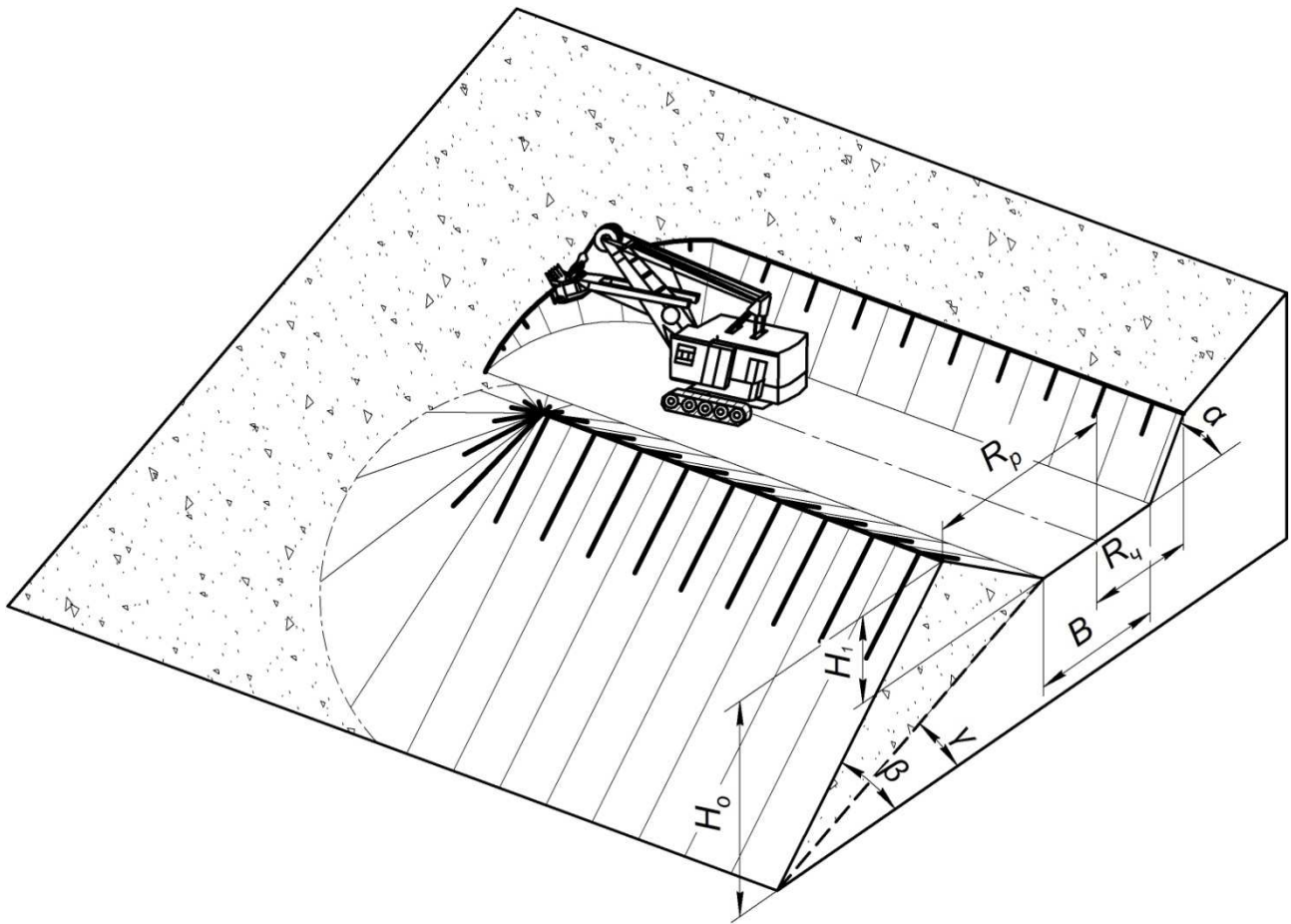


Рис. 6.7. Безтранспортна схема проведення траншеї на косогорі

Величину H_1 можна знайти, прирівнявши площину перерізу відвалу до площини напівтраншеї з урахуванням коефіцієнту розпушення. Тоді одержимо:

$$H_1 = B \sqrt{\frac{c_1 K_p}{2 \operatorname{ctg} \beta}}, \text{ м,}$$

$$c_1 = \frac{\sin \alpha \sin \gamma \sin(\beta - \gamma)}{\sin(\alpha - \gamma) \sin(\beta + \gamma)},$$

де α – кут укосу борту траншеї, град; β – кут укосу відвалу, град; γ – кут нахилу укосу косогору, град.

Безтранспортні способи забезпечують високу швидкість проведення траншей завдяки тому, що коефіцієнт використання екскаватора при цьому досягає 0,9 – 0,95, в той час, як при транспортних – 0,35 – 0,4.

До переваг способу, що розглядається, відносять: простоту організації прохідницьких робіт; можливість проведення траншей в обводнених породах; можливість одночасної роботи декількома забоями, що дозволяє форсувати, у випадку потреби, спорудження траншей.

6.2. Транспортні способи проведення траншей

Для проведення траншей з використанням засобів транспорту застосовують механічні лопати, драглайни, а також багаточерпакові ланцюгові і роторні екскаватори. А транспорт за таких реалій працює той самий, що і під час експлуатації кар'єру. Для інтенсифікації будівництва кар'єрів з великим обсягом гірничобудівних робіт застосовують транспортні засоби, які можуть відрізнятися від основних. Якщо залізничний кар'єрний транспорт зайнятий в період експлуатації, то на гірничобудівних роботах можна використовувати автомобілі або конвеєри.

Транспортні способи проведення траншей передбачують роботу механічних лопат за такими схемами розробки: суцільним забоєм з нижнім навантаженням; суцільним забоєм з верхнім навантаженням і шарами.

Проведення траншей на повний переріз механічною лопатою з нижнім навантаженням в засоби залізничного транспорту застосовується як в скельних, так і в м'яких породах. Оскільки робочі параметри механічних лопат не дозволяють ставити в тупик під навантаження більше одного думпкару, залізничні потяги, що надходять, розформовують і до екскаватора подають по одному думпкару. Для проведення маневрових операцій з думпкарми споруджують виставочний тупик (рис. 6.8, а) або будують маневровий пункт, який має більш складну конструкцію (рис. 6.8, б).

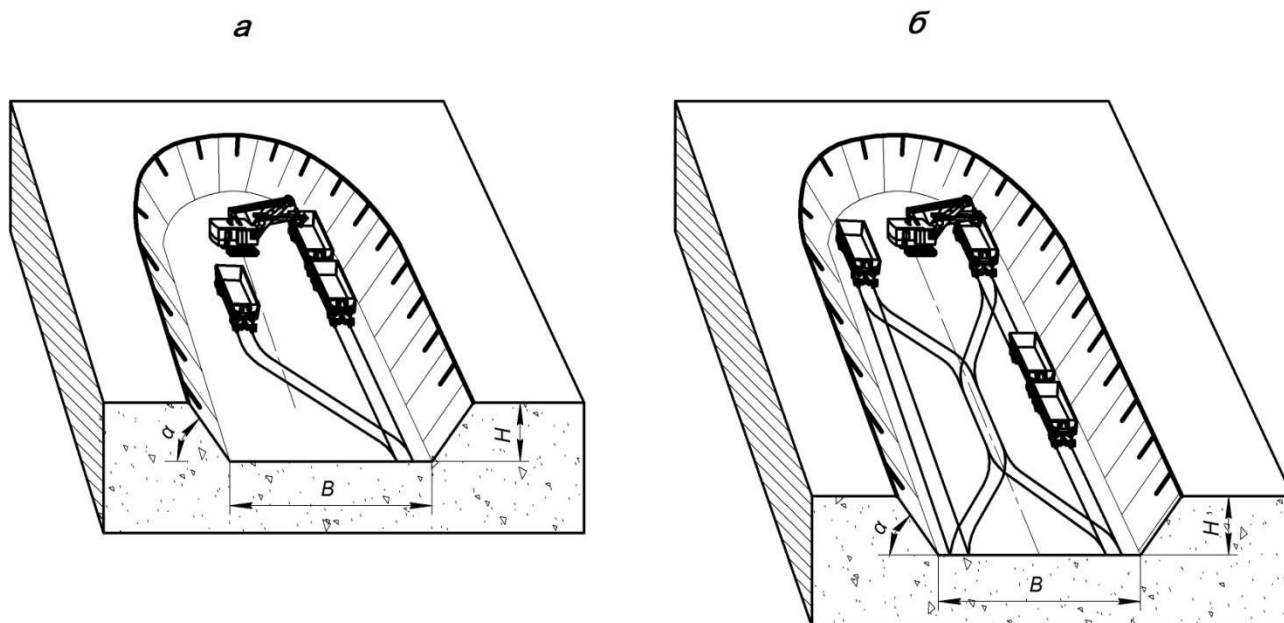


Рис. 6.8. Схема проведення траншеї на повний переріз механічною лопатою з використанням залізничного транспорту

Такі тупики знижують простої потягів й дозволяють оптимізувати використання екскаватора. Незважаючи на це, його простої через обмін думпкарів забирають багато часу, продуктивність в порівнянні з роботою в боковому забої знижується: при проведенні одноколійних траншей в м'яких породах – на 50 %, в скельних – на 60 %; двоколійних траншей в м'яких породах – на 30 %, в скельних – на 40 %.

Мінімальна ширина дна траншеї за умови її проведення повним перерізом із застосуванням залізничного транспорту визначається відповідно до схем, наведених на рис. 6.9.

При завантаженні в думпкاري, що розташовані з одного боку екскаватора (рис. 6.9, а):

$$B_1 = 2R_k + e + 2e_1 + g + v - hctg\alpha, \text{ м}, \quad (6.11)$$

де R_k – радіус обертання кузова екскаватора, м; e – зазор, залишений між екскаватором і бортом траншеї з метою безпеки; $hctg\alpha$ – просвіт між кузовом екскаватора і підшоєю траншеї, м; e_1 – зазори між вагоном і екскаватором з одного боку і між вагоном і бортом водозливної канавки з другого, м; g – габарит колії, м; v – ширина водозливної канавки, м.

При двобічному навантаженні в думпкари (рис. 6.9, б):

$$B_2 = 2R_k + e + 3e_1 + 2g + v, \text{ м}. \quad (6.12)$$

При тупиковому навантаженні в думпкари (рис. 6.9, в):

$$B_3 = 2R_k + e - hctg\alpha + e_1 + v. \quad (6.13)$$

Але така схема навантаження нерациональна, оскільки робочі розміри екскаватора не дозволяють повністю завантажити думпкар. Мінімальна ширина дна траншеї відповідно до перерахованих схем складає:

– при використанні екскаваторів ЕКГ–5 з думпкарами ВС–80 – 14 – 15 м; 18 – 22 м; 24 – 26 м;

– при використанні екскаваторів ЕКГ–10 з думпкарами ВС–100 – 19 м, 26 м, 30 м.

На Баженовських азбестових кар'єрах уперше було використано проведення траншеї суцільним забоєм двома спареними екскаваторами. Забойний екскаватор № 1 (рис. 6.10) утворював навал породи позаду себе у вигляді конуса, а вантажний екскаватор № 2 черпав її з навалу і навантажував у состав із трьох-чотирьох вагонів без розформування.

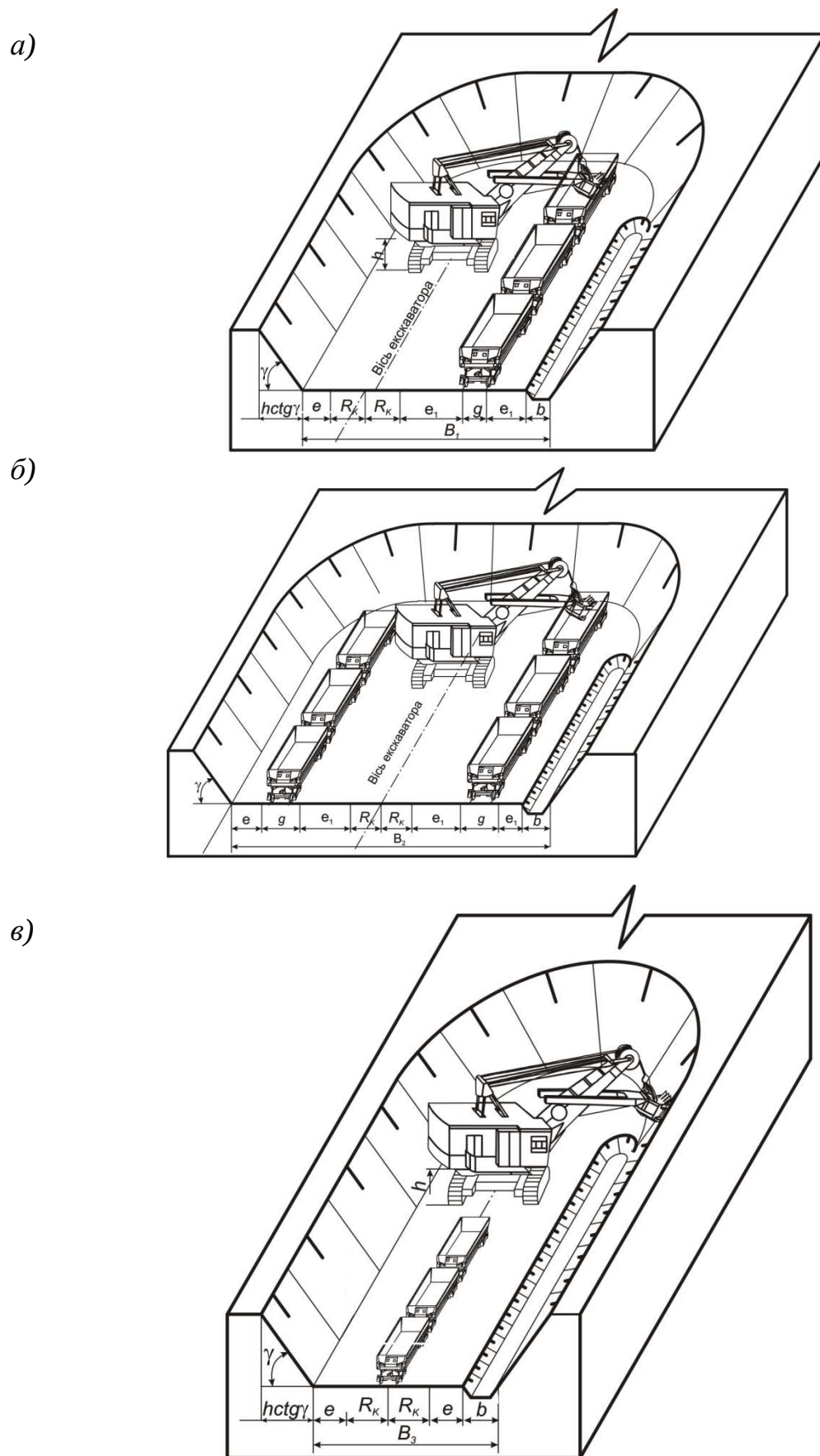
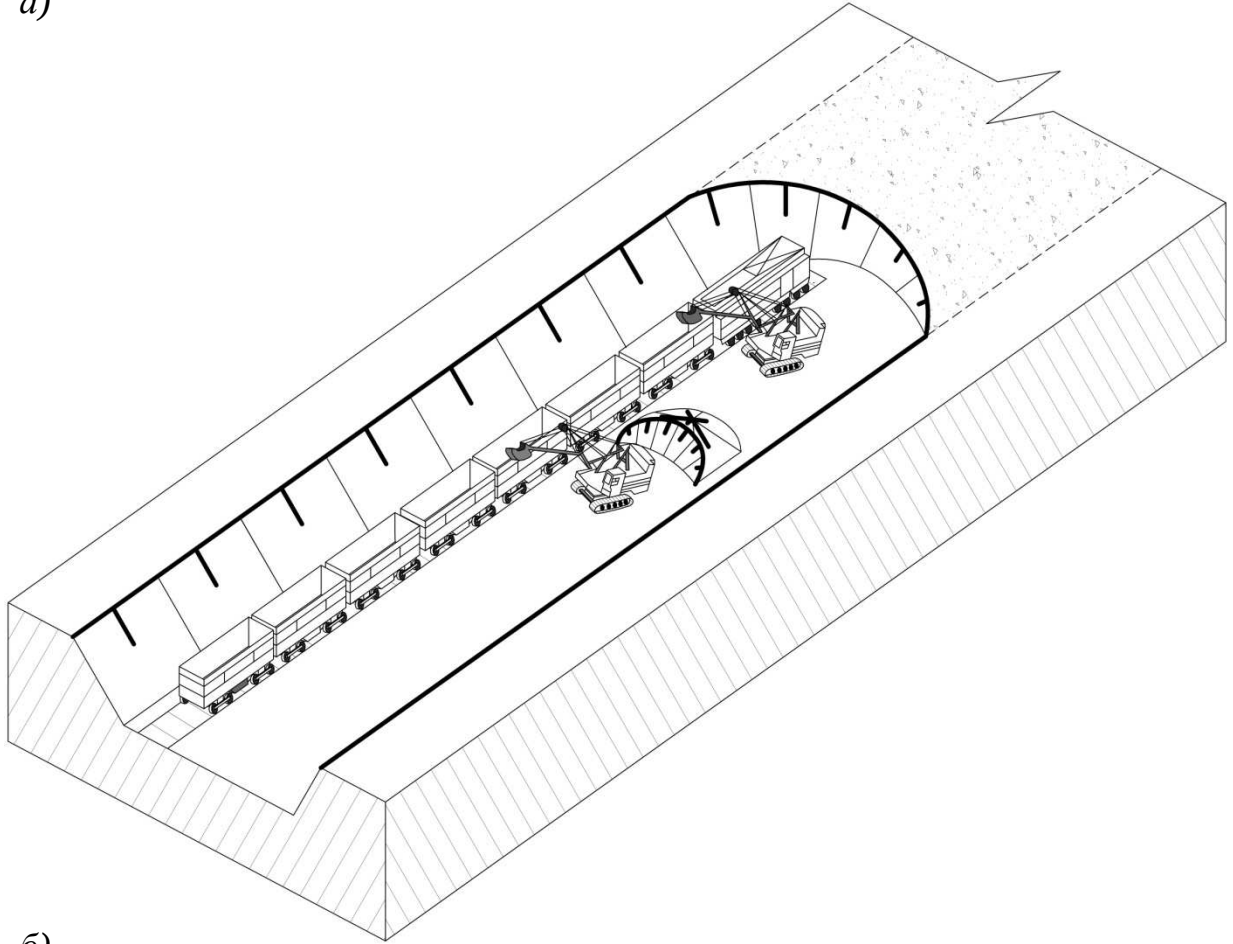


Рис. 6.9. Схеми до визначення ширини траншеї при проведенні її на повний переріз: за умови а) однобічного, б) двобічного, в) тупикового навантаження

Потім одночасно екскаватор № 1 завантажувал останній вагон, а екскаватор № 2 – перший. Після цього поїзд розташовували таким чином, щоб екскаватор № 2 послідовно завантажувал решту вагонів, а екскаватор № 1 перевантажував породу із забою в навал.

а)



б)

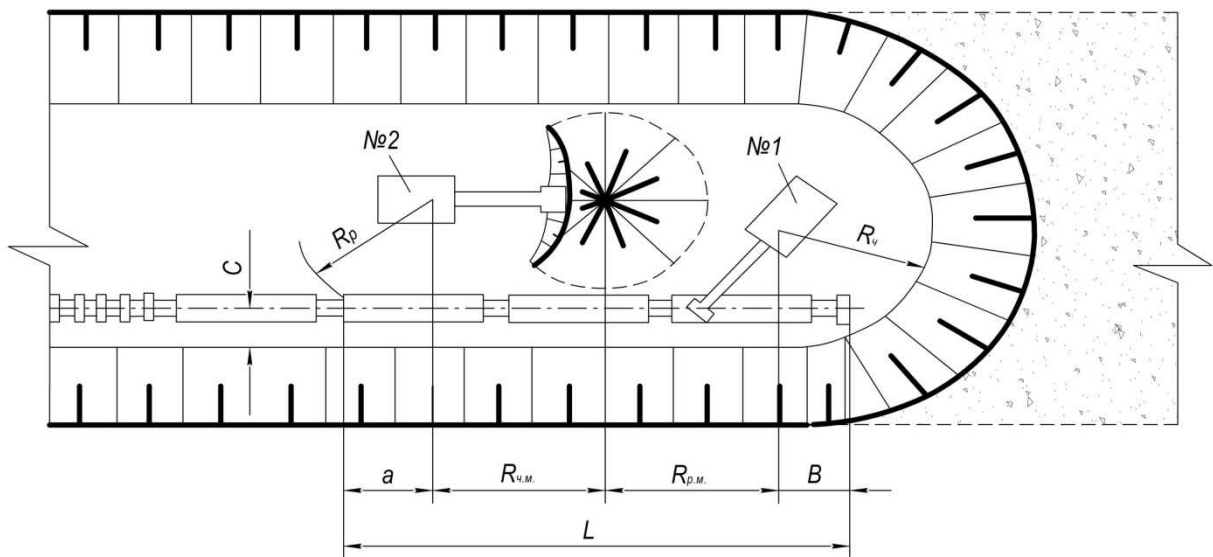


Рис. 6.10. Схема проведення траншеї двома механічними лопатами: а) вид з боку; б) план

При спареній роботі двох екскаваторів корисна довжина навантажувального тупика складає

$$L = \alpha + R_{ч.мах} + R_{р.мах} + B, \text{ м},$$

$$\alpha = \sqrt{R_{р.мах}^2 - (R_{ч} - c)^2}, \text{ м},$$

$$B = \sqrt{R_{ч}^2 - (R_{ч} - c)^2}, \text{ м},$$

де $R_{ч.мах}$, $R_{р.мах}$ – відповідно максимальний радіус черпання і розвантаження, м; $R_{ч}$ – радіус черпання екскаватора, $(0,7 - 0,8) R_{ч.мах}$; c – відстань від осі залізничної колії до нижньої брівки траншеї, м.

Спарена робота екскаваторів може виявитись доцільною під час проведення широких розрізних траншей, коли необхідна форсована робота.

Переваги проведення траншеї суцільним забоем з нижнім навантаженням в засоби залізничного транспорту:

- можливість спорудження траншей відразу на повний переріз, що дозволяє в деяких випадках починати розкривні або видобувні роботи до закінчення прохідницьких;
- можливість використання екскаваторів з нормальними робочими параметрами;
- взаємозамінюваність прохідницького і експлуатаційного устаткування; можливість досягнення швидкості проведення 100 – 120 м в місяць.

Недоліки: низький коефіцієнт використання екскаваторів і засобів транспорту; складна схема організації транспорту під час проведення, що призводить до необхідності розчеплення вагонів в забої; великий обсяг колійних робіт;

– складність буропідричних робіт, пов'язана з потребою вторинного підриву негабаритів; висока вартість прохідницьких робіт.

Незважаючи на ці недоліки, спосіб, що розглядається, є основним під час спорудження траншей в міцних породах.

Проведення траншей на повний переріз механічною лопатою з нижнім навантаженням в автосамоскиди. В цьому випадку значно покращуються показники прохідницьких робіт. Так, продуктивність екскаватора в забої траншеї при проведенні її суцільним забоем з нижнім навантаженням в залізничний транспорт складає 40 – 60 % від таких самих параметрів за умови роботи на уступі, а при навантаженні в автомобільний транспорт – 80 – 90 %. Під час використання автомобільного транспорту на проведенні траншей застосовують такі схеми заїзду автосамоскидів у забій: кільцеву, тупикову, двотупикову і з нішами (рис. 6.11).

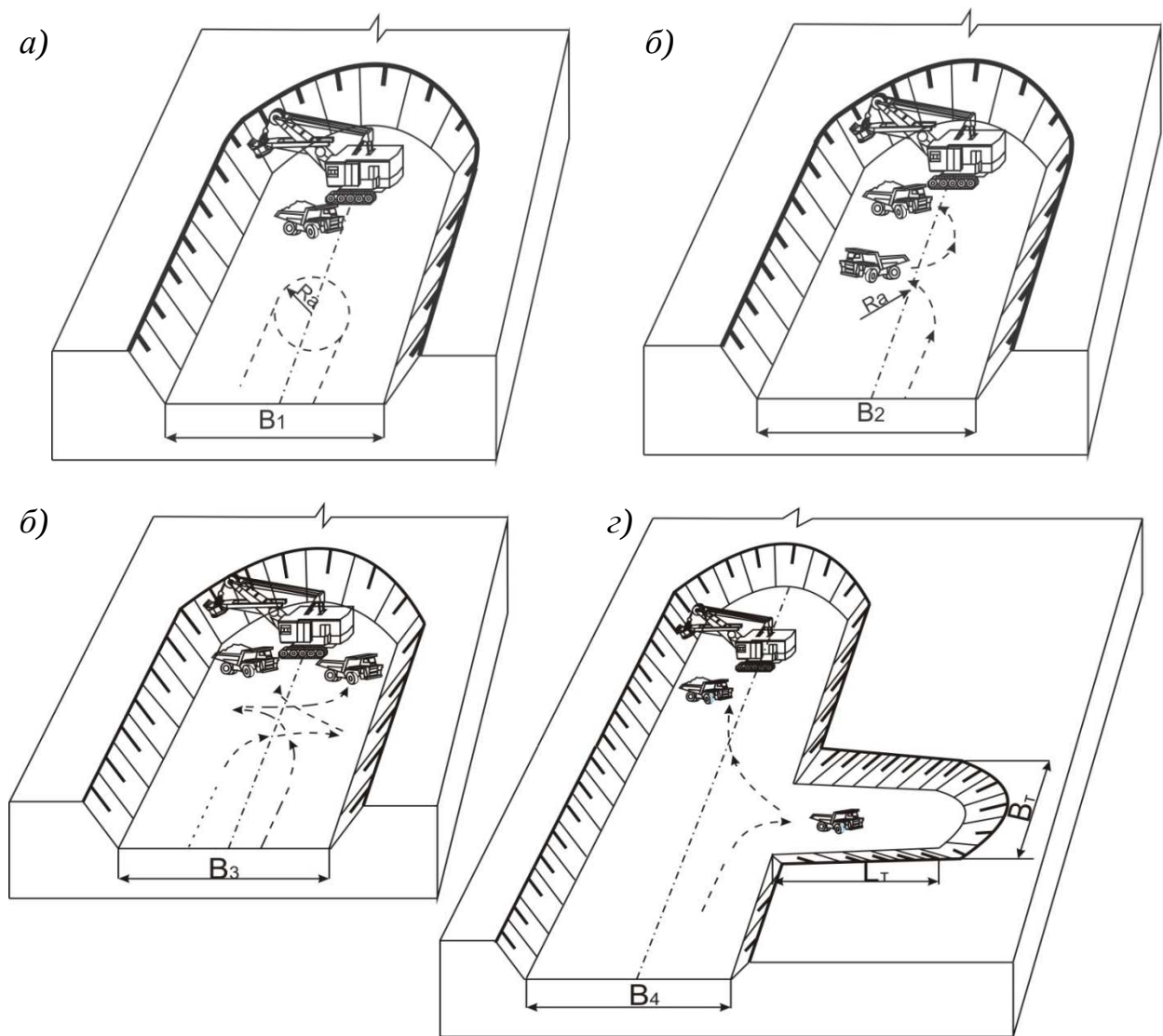


Рис. 6.11. Схеми заїздів автомобілів у вибій траншеї: а) кільцева, б) тупикова, в) двотупикова, г) нішева

У випадку використання кільцевого заїзду автосамоскидів для навантаження (рис. 6.11,а) ширина дна траншеї визначається за формулою:

$$B_1 = 2(R_\alpha + 0,5\alpha + c), \text{ м}, \quad (6.14)$$

де R_α – мінімальний радіус повороту автосамоскида; c – безпечний проміжок між автосамоскидом й бортом траншеї ($c = 1 - 3$ м); α – ширина автосамоскида.

При тупиковому заїзді автосамоскидів для навантаження (рис. 6.11, б) ширина дна траншеї повинна бути меншою, ніж за умови кільцевого і визначається за формулою:

$$B_2 = R_\alpha + 0,5\alpha + 0,5l + c, \text{ м}, \quad (6.15)$$

де l – довжина автосамоскида.

При застосуванні двотупикового заїзду автосамоскидів для навантаження (рис. 6.11, в) ширина дна траншеї

$$B_3 = R_\alpha + 0,5\alpha + 0,5l + 2c, \text{ м.} \quad (6.16)$$

Для проведення вузьких траншей використовують подачу автосамоскидів для навантаження з розворотом в нішах (рис. 6.11, г). Відстань між нішами встановлюють з урахуванням забезпечення потрібної пропускної здатності траншеї складає 50 – 60 м.

Ширина траншеї в цьому випадку визначається за формулою:

$$B_4 = R_\alpha + 0,5\alpha + 0,5l + 2c - m, \text{ м,} \quad (6.16)$$

де m – глибина ніші.

Найбільша швидкість проведення траншей досягається за умови подачі автосамоскидів до екскаватора за схемою з двома тупиками. Це пояснюється можливістю майже неперервного навантаження (завдяки подачі з двох боків). При схемі з тупиковою подачею автосамоскидів до екскаваторів швидкість зменшується. А найменшою вона буде під час подачі автосамоскидів для завантаження з розворотом в нішах, однак при цьому значно зменшується і обсяг прохідницьких робіт.

Оптимальні розміри траншеї “по низу” B при різних схемах заїзду автосамоскидів у вибій наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Ширина траншеї “по низу” при різних схемах
заїзду автосамоскидів у вибій, м

Тип автосамоскиду	Схема заїзду автосамоскидів у вибій			
	Кільцева	Тупикова	Двотупикова	Тупикова з нішами
БелАЗ-7540	23 – 25	15 – 16	16 – 18	11 – 12
БелАЗ-7548	25 – 27	17 – 18	18 – 20	12 – 13
БелАЗ-7549	27 – 28	20 – 21	21 – 23	14 – 16
БелАЗ-7519	31 – 33	22 – 24	23 – 27	16 – 18
БелАЗ-Є7521	38 – 40	23 – 29	28 – 32	19 – 22

Недоліками розглянутих схем є те, що вони не забезпечують потоковості екскаваторного навантаження. Щоб виправити цей недолік, використовують дві

схеми двосторонньої установки автосамоскидів (рис. 6.12) із зовнішніми і внутрішніми маневровими тупиками.

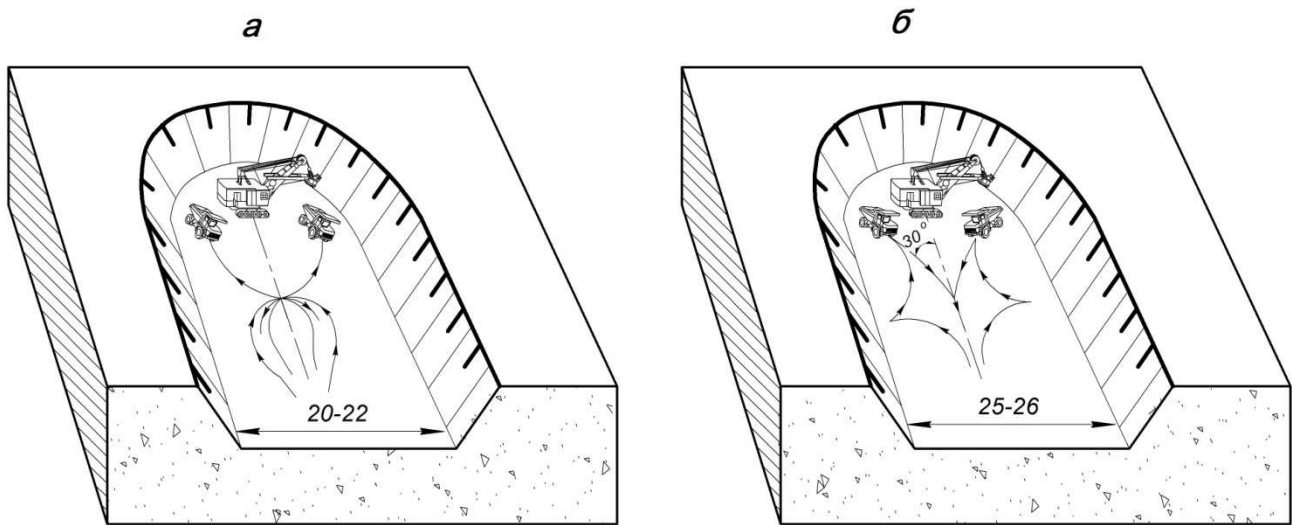


Рис. 6.12. Схема проведення траншеї із зовнішніми (а) і внутрішніми (б) маневровими тупиками

На першій схемі (рис. 6.12, а) ширина проведення траншеї є меншою, ніж на другій (б). Вона обчислюється за формулами:

$$B \geq 2R\alpha + l + 2c, \text{ м}; \quad (6.18)$$

$$B \geq 2R\alpha + a + 2c, \text{ м}. \quad (6.19)$$

При цьому кут повороту екскаватора при навантаженні за обома схемами може не перевищувати 90°.

Перевага схем з двосторонньою установкою автосамоскидів – можливість забезпечення їх неперервного навантаження.

Необхідними умовами при цьому є: за час навантаження одного самоскида другий повинен бути установлений з іншого боку екскаватора; в роботі слід мати деяку резервну кількість автосамоскидів. Середня швидкість проведення траншеї із застосуванням автомобільного транспорту складає 50 – 180 м/міс, що в 1,5 рази більше, ніж коли працюють залізничні засоби. Показовою є схема проведення похилої траншеї в міцних породах на уральських міднорудних кар'єрах (рис. 6.13). Використання автомобільного транспорту на кар'єрах Криворізького залізничного басейну забезпечує збільшення швидкості проведення траншей на 40 – 50 %.

Розміри траншей, що проводяться суцільним вибоєм з нижнім навантаженням, складають: ширина – 20 – 40 м, кути укосів бортів – 40 – 60°, поздовжні похили – 70 – 80 %.

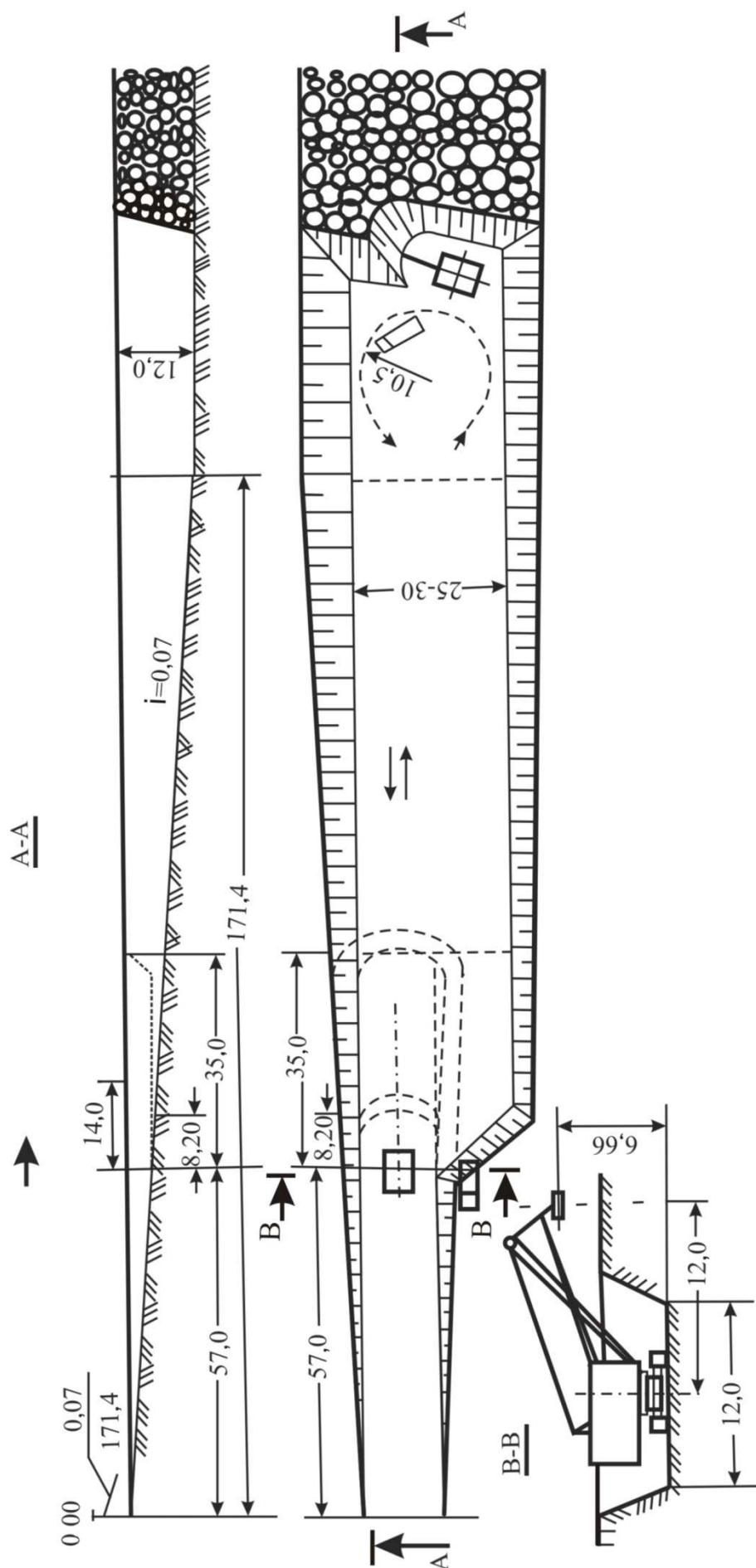


Рис. 6.13. Схема проведення похилої траншеї на уральських міднорудних кар'єрах

Таким чином, проведення траншей на повний переріз механічною лопатою з нижнім навантаженням в автотранспорт має наступні позитивні якості: відсутність робіт, зв'язаних з укладанням залізничних колій; скорочення простоїв екскаватора під час обмінних операцій рухомого складу; можливість скорочення часу робочого циклу екскаватора через зменшення кута повороту на завантаження.

За умови великих відстаней транспортування порід із траншей на відвали найбільш економічним є проведення траншей з використанням комбінованого транспорту. В цьому випадку в траншеях застосовують автосамоскиди, які на спеціальному перевантажувальному пункті перевантажують породи на конвеєрний чи залізничний транспорт.

Проведення траншей на повний переріз механічною лопатою з верхнім навантаженням в засоби транспорту найбільш ефективно в м'яких і міцних породах, попередньо розпушених буропідривними роботами із застосуванням екскаваторів з подовженим робочим обладнанням, що дозволяє здійснювати навантаження в транспортні засоби, розміщені на верхньому майданчику (рис. 6.14). Одночасно, крім залізничного, можливо використання автомобільного транспорту, а при розробці м'яких порід – також і конвеєрного.

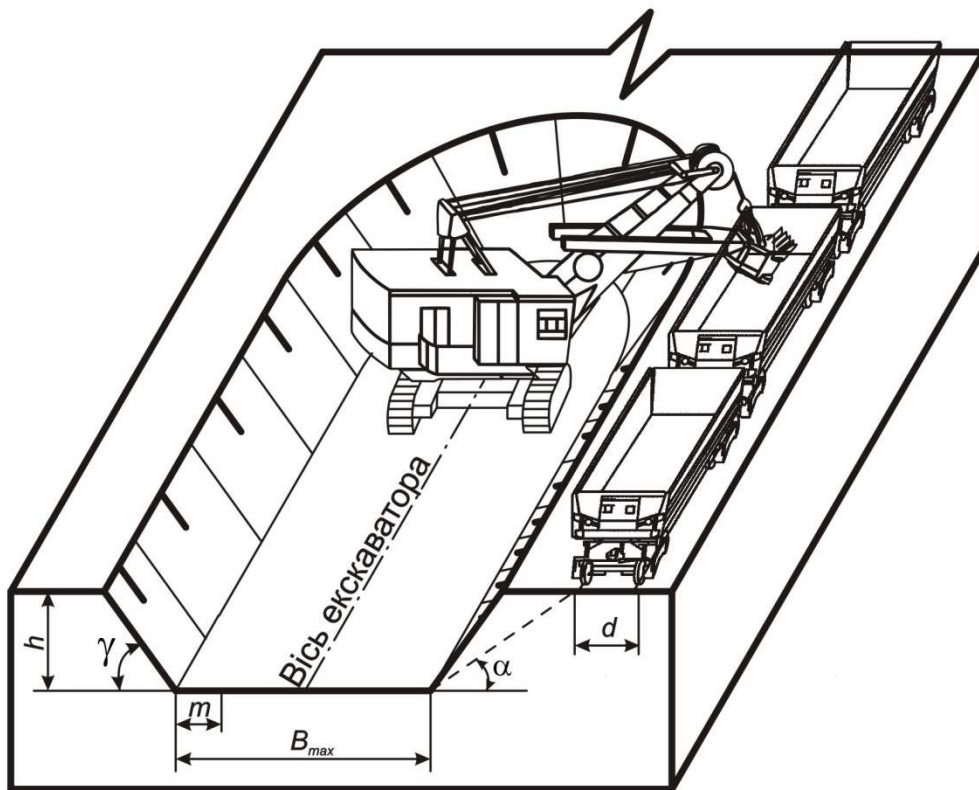


Рис. 6.14. Схема проведення траншей механічною лопатою з верхнім навантаженням

Найменший розмір ширини траншеї “по низу” в цьому випадку залежить від розмірів екскаваторів й складає 15 – 16 м для екскаваторів ЕВГ-4 та 20 – 22 м – для ЕВГ-6.

Найбільша ширина траншеї “по низу”

$$B_{max} = 2R_{\text{ч}}, \text{ м}, \quad (6.20)$$

для екскаваторів ЕВГ-4 і ЕВГ-6 відповідно 22 і 27,2 м. Вона повинна бути обмежена такою умовою:

$$B_{max} \leq 2(R_P - h \text{ctg} \gamma) - d, \text{ м}, \quad (6.21)$$

де R_P – радіус розвантаження екскаватора при максимальній висоті розвантаження, м; h – глибина траншеї, м; γ – кут укосу борту траншеї, град; d – ширина транспортної полоси, м.

Обмежуючим розміром під час верхнього завантаження в залізничний транспорт є радіус розвантаження екскаватора. При максимальній висоті розвантаження його радіус визначається із умови, що

$$R_P = R_k + m + h \text{ctg} \gamma + 0,5 d, \text{ м}, \quad (6.22)$$

де R_k – радіус обертання кузова екскаватора, м; m – мінімальний проміжок між нижньою брівкою борту траншеї та екскаватором, м.

За умови верхнього навантаження найефективніше розташування автосамоскида на борті траншеї визначається із умови (рис. 6.15):

- він має знаходитись за межею призми обрушення укосу уступу;
- відстань від осі екскаватора до осі руху автосамоскида не має перевищувати (0,7 – 0,8) максимальних радіусів черпання екскаватора $R_{\text{ч},max}$, м.

Виходячи з цих умов, найефективніше розташування автомобіля визначається відстанню

$$x = 0,7 R_P \sin \beta, \text{ м} \quad (6.23)$$

або

$$x = \frac{B}{2} + d + g, \text{ м}, \quad (6.24)$$

$$R_{ч. \min} = \frac{B}{2}; \quad c = \frac{a}{2}; \quad d = h,$$

де: R – радіус розвантаження ковша, м; β – кут розвантаження при найвигіднішому положенні автосамоскида, град; $R_{ч. \min}$ – мінімальний радіус черпання на рівні підосви траншеї, м; γ_y – кут стійкого укосу борту траншеї, град; B – ширина траншеї “по низу”, м; a – ширина автосамоскида, м.

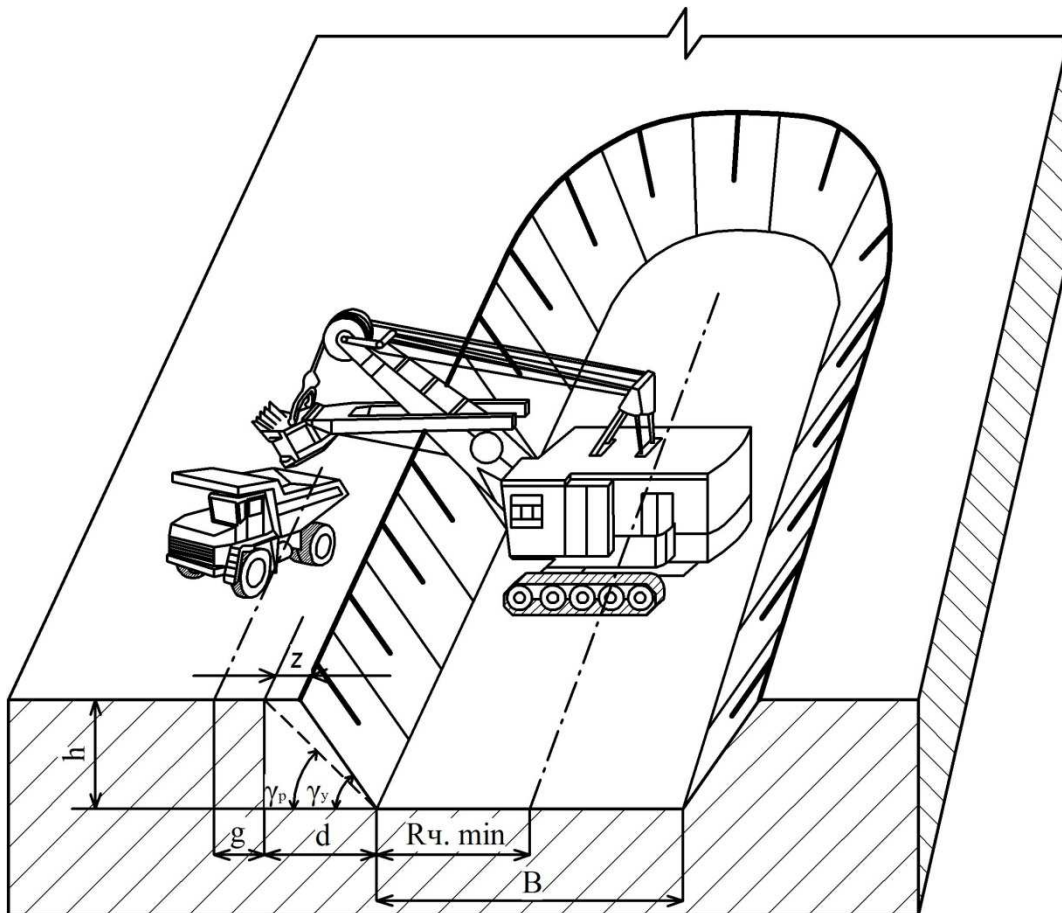


Рис. 6.15. Розташування автосамоскидів при проходці траншей з верхнім навантаженням

Тоді

$$\sin \beta = \frac{R_{ч. \min} + h \operatorname{ctg} \gamma + 0,5a}{0,7R}.$$

Максимальна висота розвантаження екскаватора

$$H_p \geq h + h_{\theta} + c_1, \text{ м,}$$

де h_6 – висота думпкара (автосамоскида, конвеєра) разом з висотою верхньої споруди колії, що дорівнює 0,3 – 0,4 м; c_1 – проміжок між днищем ковша при навантаженні та верхньою кромкою борту думпкара (автосамоскида), м.

Для збільшення висоти розвантаження кут нахилу стріли екскаватора доводять до 55 – 60°. Під час проведення траншей суцільним вибоєм з верхнім навантаженням за умови застосування залізничного транспорту потяги для завантаження можуть подаватися без розформування. Маневрові операції при цьому зводяться до мінімуму. Різко збільшується коефіцієнт використання в часі екскаваторів і рухомого складу, внаслідок чого досягається висока економічність, а швидкість проведення траншей зростає на 40 – 50 %.

При застосуванні автомобільного транспорту автосамоскиди рухаються по верхньому, практично, сухому майданчику уступу, подача для екскаваторного навантаження може здійснюватись по кільцевому заїзду, що дозволить забезпечити його потоковість. Середній кут обертання екскаватора до автосамоскидів, що стоять на верхньому майданчику, складає 60° при односторонньому й 40° при двосторонньому навантаженні, завдяки чому збільшується продуктивність екскаватора. Недоліки верхнього завантаження:

- обмежена глибина траншеї, яка для екскаваторів ЕВГ-4 та ЕВГ-6 складає відповідно 12 і 18 м;
- складність навантаження в засоби транспорту через погану видимість рухомого складу;
- необхідність спеціального подовженого обладнання для екскаватора (стріли і рукояті).

Проведення траншей на повний переріз драглайном з навантаженням в засоби транспорту. На кар'єрах для цього застосовують драглайни з ковшем місткістю 4 – 6 м³. Порода завантажується в залізничні вагони, автосамоскиди або на конвеєр. Більші, ніж у механічних лопат, робочі параметри драглайнів дозволяють проводити суцільним вибоєм траншеї значної глибини в сухих й в обводнених породах без попереднього їх осушення. Схеми проведення траншей драглайном наведені на рис. 6.16.

При навантаженні породи драглайном на стрічкові конвеєри застосовують навантажувальні пересувні бункери на рейках або гусеничному візку; їх місткість в 3 – 5 раз перевищує об'єм ковша драглайна.

Тривалість циклу екскавації драглайна з навантаженням в транспортні засоби збільшується через необхідність наведення ковша.

Якщо розмірах перерізу траншеї є великими і, провести її одним вибоєм нема можливості, застосовують пошарове проведення (рис. 6.17). При цьому переріз траншеї за висотою й шириною поділяють на декілька окремих заходок, які послідовно відробляють екскаватором.

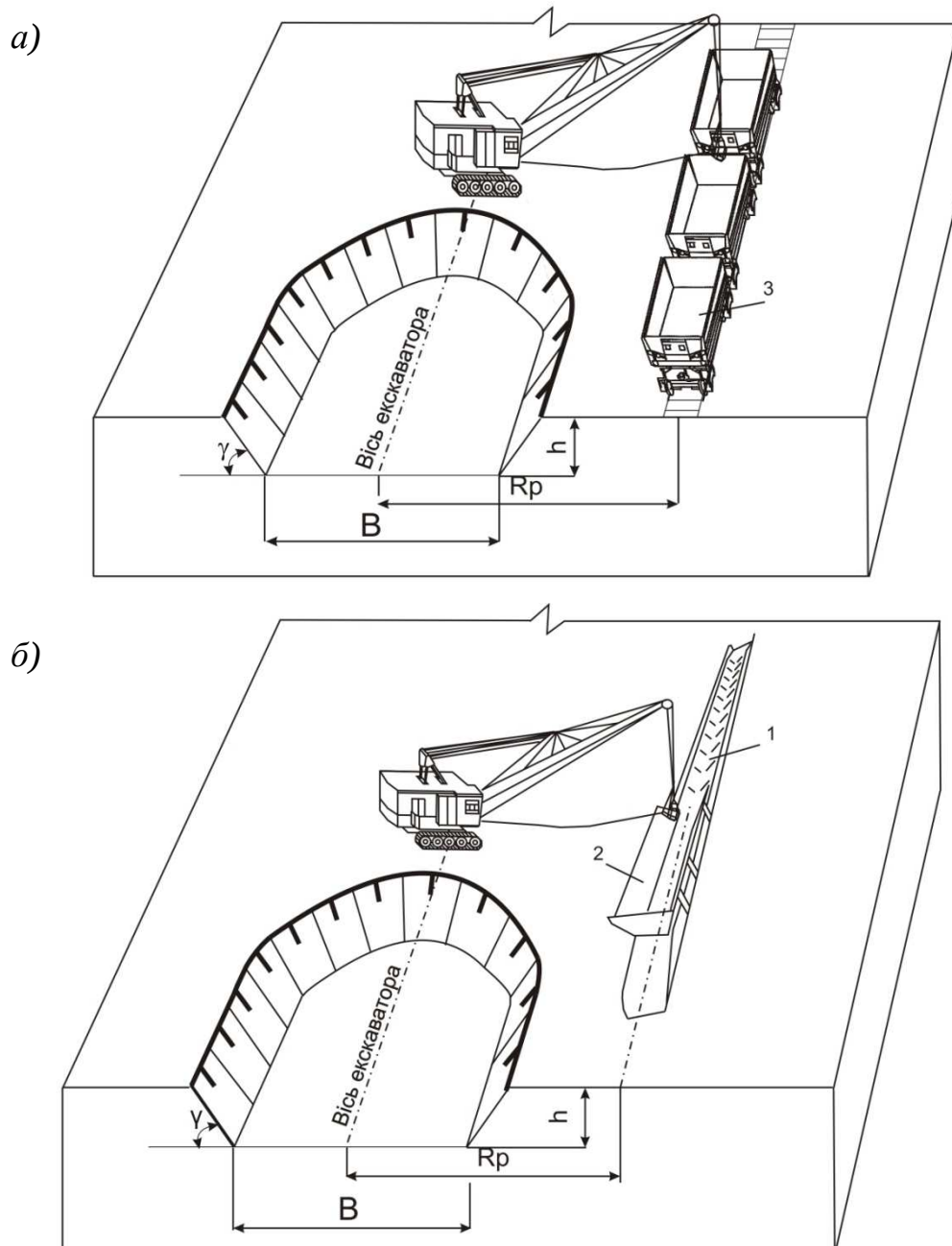


Рис. 6.16. Схеми проведення траншеї драглайном з навантаженням в засоби транспорту а) залізничний і б) конвеєрний: 1 – конвеєр; 2 – бункер; 3 – думпкар

Для пошарового проведення траншей застосовують звичайні кар’єрні екскаватори. Кількість шарів установлюють відповідно до робочих параметрів екскаваторів.

Кількість шарів, на яку можна розділити переріз траншеї, визначається із виразу:

$$n \geq \frac{h}{H_{p.\max} - h_o - g}. \quad (6.27)$$

В тому випадку, коли проводять похилу траншею в скельних породах, можлива кількість шарів визначається так:

$$n \geq \frac{L_n i}{H_{p.\max} - h_o - g}, \quad (6.28)$$

де $H_{p.\max}$ – максимальна висота розвантаження екскаватора, м; h – глибина траншеї (висота уступу), м; L_n – довжина підірваної ділянки траншеї, м; i – нахил траншеї; h_o – висота транспортного засобу від верхнього майданчику уступу, м; g – проміжок між ковшем і транспортним засобом (0,3 – 0,5 м).

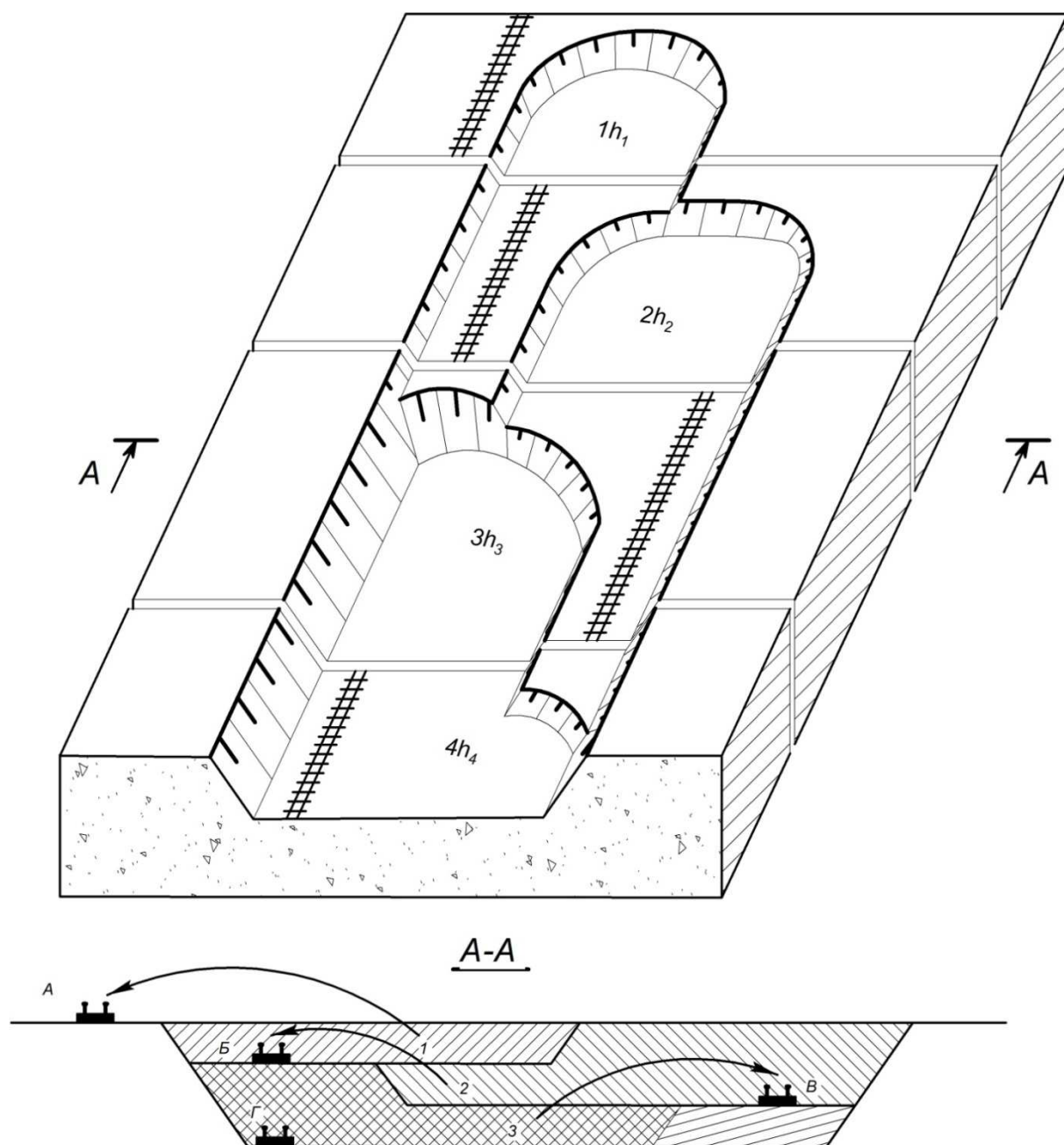


Рис. 6.17. Схема пошарового проведення траншеї: 1 – 3 – верхній, середній і нижній шар відповідно

Можливі схеми пошарового проведення траншей зі змінною укладкою колій на обидва борти траншеї (рис. 6.17, а) і укладкою колії на один борт (рис. 6.17, б). Спочатку проводиться заходка І, потім триває завантаження потягів, розміщених на верхніх коліях (положення А). Коли перша заходка проведена на всю довжину траншеї, рейкову колію переносять на її підшву (положення Б). Екскаватор відробляє заходку 2, проводячи верхнє завантаження потягів на коліях в положенні Б і т.д.

За необхідності інтенсифікації проведення траншей навантаження можна здійснювати в декількох заходках одночасно. При цьому кожна повинна обслуговуватись самостійним екскаватором і залізничними рейковими коліями, автомобільним заїздом або конвеєрною лінією. Як що працює залізничний транспорт, випередження робіт в суміжних заходках повинно бути достатнім для розміщення потягу.

Якщо під час проведення траншей породу попередньо розпушують вибухом, то величина випередження повинна бути більше радіуса розлітання кусків породи.

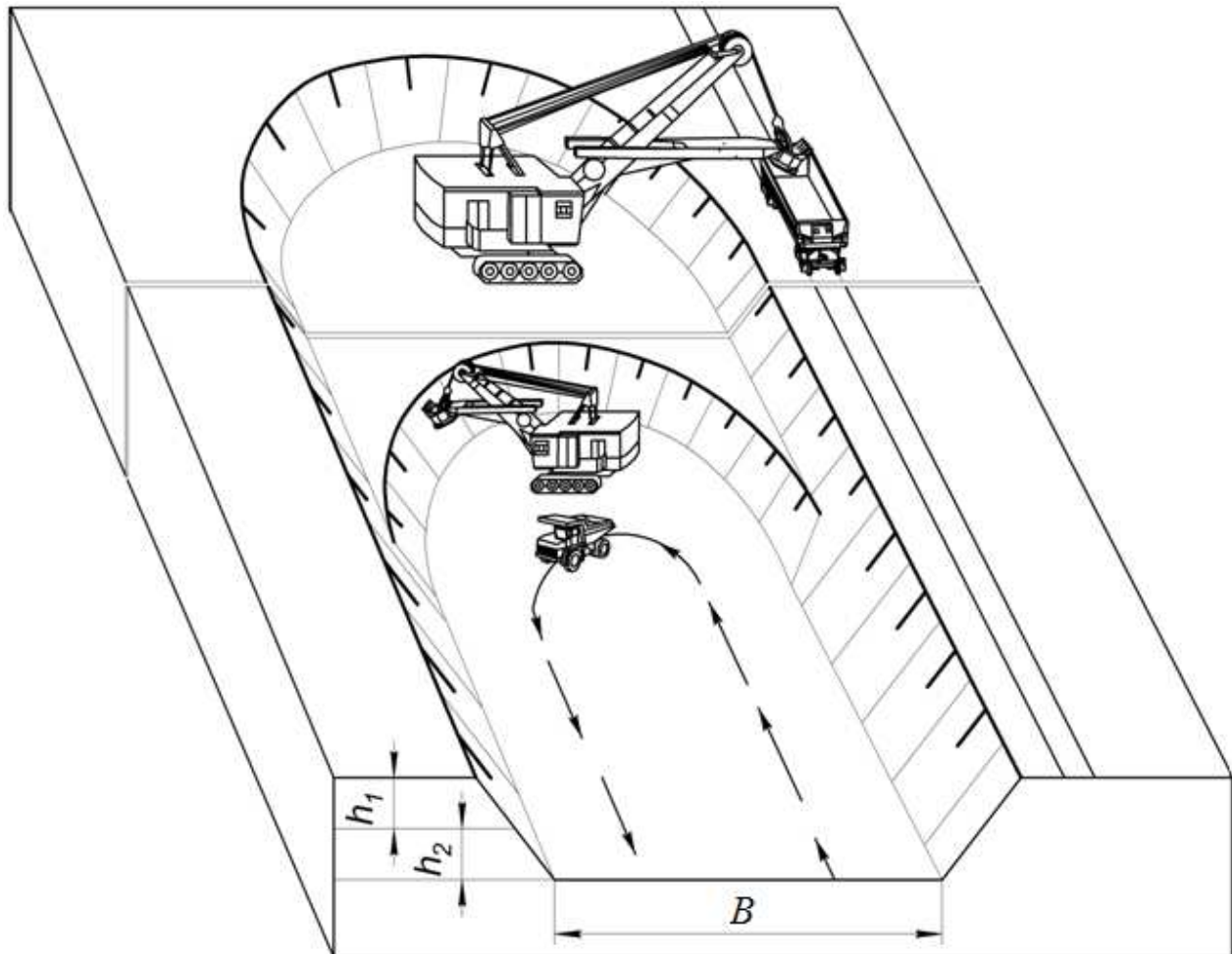
Хороші результати одержані при пошаровому проведенні траншей на кар'єрі НКГЗК. Підривання породи здійснюється на ділянках довжиною 100 – 150 м. При цьому виявлено, що зі збільшенням довжини блоку, на якому підготовка відбувається буропідривним способом, до 200 м продуктивність екскаватора під час проведення траншеї практично наближалась до його результатів у фронтальній заходці. Кількість екскаваторів для інтенсифікації проведення налічує стільки ж скільки є шарів траншеї, які розробляються одночасно. Швидкість проведення траншей при пошаровому способі визначається такою залежністю:

$$V = \frac{\Delta N L_B}{2 S_T} Q, \text{ м/міс.}, \quad (6.29)$$

де N – кількість екскаваторів, зайнятих на проведенні траншей; Δ – коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності екскаваторів в залежності від їх кількості, $(0,8 - 0,4) \cdot N$; L_B – довжина блоку, м; Q – середньомісячна продуктивність екскаватора, тис.м³; S_T – переріз траншеї, м².

Швидкість проведення траншеї пошаровим способом на кар'єрі НКГЗК (при глибині 15 м) з двома екскаваторами досягла 100 – 120 м/міс. і 130 – 150 м/міс. з трьома. Місячна продуктивність екскаватора при цьому складала 25 – 29 тис. м³. На Баженовських азбестових кар'єрах було застосовано спосіб двошарового проведення траншеї двома екскаваторами. При цьому швидкість збільшилась в 2 рази, оскільки продуктивність кожного екскаватора залишилась такою самою, що і під час проведення траншеї одним екскаватором.

За умови форсованої проведення глибоких траншей в стійких породах також застосовують пошаровий спосіб. В цьому випадку верхній шар породи (рис. 6.18) завантажують екскаватором з подовженим обладнанням у залізничний транспорт, нижній – екскаватором з нормальним обладнанням в автотранспорт.



6.18. Схема двошарового проведення розрізної траншеї двома екскаваторами

При пошаровій схемі роботи продуктивність екскаватора наближається до показника роботи у фронтальному забої, але при цьому в декілька разів збільшується обсяг колійних робіт через багаторазові (пропорційно кількості шарів) переукладення рейкових колій. Кількість шарів визначається в залежності від розмірів траншеї і висоти шару, котра залежить від робочих параметрів застосованих екскаваторів.

У схемах проведення з використанням залізничних думпкарів висота шару складає: для екскаваторів ЕКГ-5 – від 3 до 3,2 м; для екскаваторів ЕКГ-8 – 4,5 – 4,7 м.

Їх недоліком є те, що вартість прохідницьких робіт при пошаровому проведенні траншей вища, ніж повним перерізом з верхнім навантаженням.

6.3. Проведення траншей із застосуванням розкривних комплексів неперервної дії

Будівництво кар'єрів, на яких при їх експлуатації запроектовано застосування техніки неперервної дії, пов'язано з виконанням значних обсягів (до 20 – 70 млн. м³ та більше) гірничокапітальних робіт з проведення капітальних та розрізних траншей. Вони можуть виконуватись машинами циклічної або неперервної дії. Але використання такого обладнання має недоліки:

- воно працює тільки під час будівництва, у подальшому демонтується та перевозиться на інші кар'єри;
- будівництво кар'єру та освоєння його проектної потужності потребує тривалого часу (до 3 – 6 років та більше);
- витрачаються додаткові кошти на будівництво допоміжних цехів та служб;
- висока собівартість розробки 1 м³ порід технікою циклічної дії обумовлює великі витрати коштів на гірничокапітальні роботи;
- порівняно низька продуктивність праці робітників.

Можливими є технологічні схеми проведення траншей багатоковшевыми екскаваторами з транспортуванням порід у відвали відвалоутворювачем, транспортно-відвальним мостом, стрічковими конвеєрами або засобами залізничного транспорту.

На рис. 6.19 показано технологічну схему роботи роторного екскаватора у вибої при транспортуванні порід у відвал стрічковими конвеєрами. Також ця схема використовується із застосуванням залізничного транспорту. Для поліпшення роботи екскаватора застосовують прохідницький конвеєр на рейковому ході, який установлюють паралельно вибійному конвеєру та переміщують услід за просуванням вибою по рейковій колії. Породу з прохідницького конвеєра передають на вибійний по похилому жолобу. Рейкова колія у міру просування вибою нарощується з боку вибою.

Параметри капітальних траншей. Основний параметр капітальної траншеї, B – ширина “по низу”, залежить від виду застосованого навантажувального та транспортного обладнання. Наприклад, при проведенні траншеї роторним екскаватором ЕРШР-1600 з навантаженням розкриву на стрічкові конвеєри цей мінімальний показник дорівнює 51 м. Ширина траншеї, необхідна тільки для введення у кар'єр роторного екскаватора, складає 30 м.

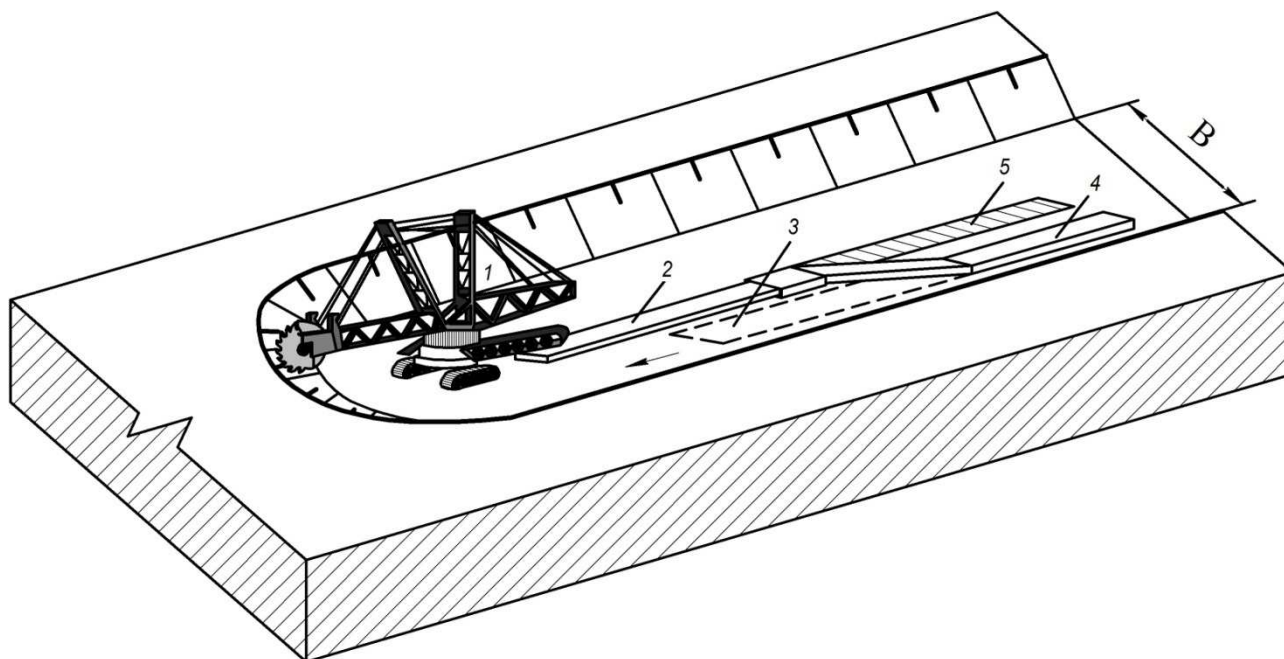


Рис. 6.19. Схема проведення капітальної траншеї роторним екскаватором з навантаженням на стрічковий конвеєр: 1 – роторний екскаватор; 2 – прохідницький конвеєр; 3 – вибійний конвеєр, що монтується; 4 – змонтований вибійний конвеєр; 5 – рейкова колія

За умови проведення траншеї комплексом машин у складі роторного екскаватора та відвалоутворювача ширина дна капітальної траншеї (рис. 6.20)

$$B = \Delta + D + P', \text{ м}, \quad (6.31)$$

де Δ – відстань між нижньою бровкою борту траншеї та зовнішнім боком ходового пристрою зі сторони його приймальної консолі, м; P' – те саме з боку відвальної консолі, м; D – ширина ходу відвалоутворювача, м.

Відстань Δ визначається за формулою:

$$\Delta = \delta' + G \cos \gamma' + \varepsilon' + h' \operatorname{ctg} \alpha - 0,5 D, \text{ м}, \quad (6.32)$$

$$P = d + r - 0,5 D - H \operatorname{ctg} \alpha, \text{ м}, \quad (6.33)$$

де δ' – відстань між віссю обертання відвалоутворювача та віссю обертання п'яти приймальної консолі, м; G – довжина приймальної консолі, м; γ' – кут повороту приймальної консолі у горизонтальній площині, град; ε' – безпечна відстань між кінцем приймальної консолі відвалоутворювача і бортом траншеї, м; h' – максимальна відстань від приймальної консолі відвалоутворювача до рівня його встановлення, м; α – кут укосу борту траншеї, град; r – відстань між віссю обертання відвалоутворювача та віссю п'яти відвальної консолі, м; d

жування відвалоутворювача, м; H_g – висота відвалу за гребенем, м; β – кут укосу відвалу, град; A – ширина заходки, м; E – відстань від нижньої брівки першої відвальної заходки до нижньої брівки неробочого борту траншеї, м.

Висота відвалу за гребенем визначається із співвідношення:

$$АНK_pC = АН_0 - 0,25A^2 \operatorname{tg}\beta, \quad (6.36)$$

звідки

$$H_0 = HK_pC + 0,25A \operatorname{tg}\beta, \quad (6.37)$$

де H – глибина траншеї, м; C – коефіцієнт подовження фронту розкривних робіт відносно фронту відвальних робіт; K_p – коефіцієнт розпушення.

При великій потужності розкриття та наявності декількох уступів параметри розрізної траншеї (рис. 6.22) визначаються за виразом:

$$Ш_{\text{м}}^n = Ш + H (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \omega) + \Delta_1 + П', \quad \text{м},$$

де Δ_1 – ширина берми безпеки з боку неробочого борту траншеї, м; $П'$ – ширина робочого майданчика передового уступу, м; ω – кут укосу робочого уступу, град.

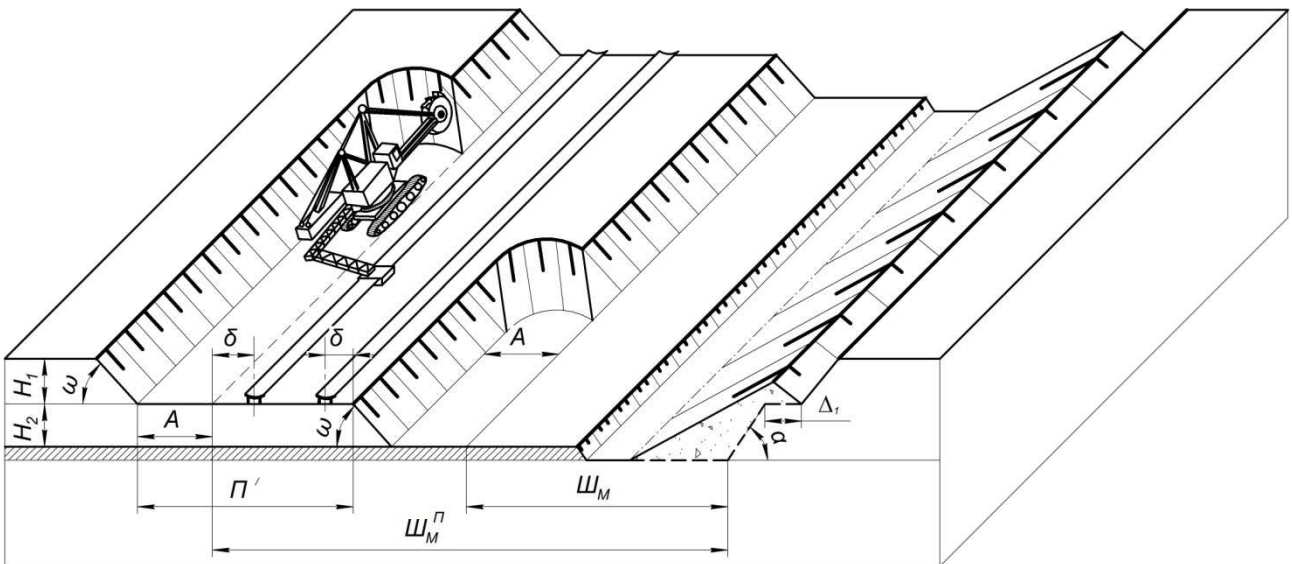


Рис. 6.22. Схема до встановлення параметрів розрізної траншеї при наявності декількох уступів

Об'єми розрізної траншеї визначаються:

1) на основному уступі:

$$V = (Ш_H + 0,5 H (ctg \alpha + ctg \omega'))(Lg + H ctg \alpha) \cdot H, \text{ м}^3, \quad (6.39)$$

де ω' – кут укосу робочого борту траншеї, град.; α – кут укосу розкривного уступу на торці кар'єру, град.; Lg – довжина видобувного фронту робіт, м;

2) на передовому уступі:

$$V^I = (Ш_H^I + 0,5H_1 (ctg\alpha + ctg\omega))(Lg + 2Hctg\alpha + \Delta_1 + t + H_1ctg\alpha) \cdot H_1, \text{ м}^3, \quad (6.40)$$

де t – ширина транспортної берми на торці кар'єру, м.

Існують такі технологічні способи проведення траншей за допомогою обладнання неперервної дії:

- транспортно-відвальний;
- ускладнений транспортно-відвальний;
- транспортний;
- комбінований.

В кожному способі є можливість виділити декілька технологічних схем проведення траншеї, що відрізняються одна від одної взаємним розміщенням гірничотранспортного обладнання, способом роботи (поперечними або поздовжніми заходками) і т.д. Розглянемо особливості кожного.

Суть транспортно-відвального способу полягає в розміщенні гірських порід на борті (або бортах) траншеї безпосередньо відвалоутворювачем. Основна умова використання – можливість розміщення порід на борті траншеї. В процесі роботи відвальна консоль відвалоутворювача може розташовуватись як по нормалі, так і під деяким кутом до осі траншеї. Особливістю роботи є необхідність пересування відвалоутворювача слідом за екскаватором, причому відстань між осями їх обертання (рис. 6.23) обмежується розмірами противаги та безпечним проміжком між ними:

$$O_{II} = \gamma_0 + \Delta + \gamma_e, \text{ м}, \quad (6.41)$$

де γ_0 – радіус обертання противаги відвалоутворювача, м; γ_e – те ж саме для екскаватора, м; Δ – безпечна відстань між противагами, 3 – 10 м, оскільки

$$O_{II} > \Gamma + B + \gamma, \text{ м}, \quad (6.42)$$

де γ – радіус між віссю обертання відвалоутворювача та віссю п'яти його приймальної консолі.

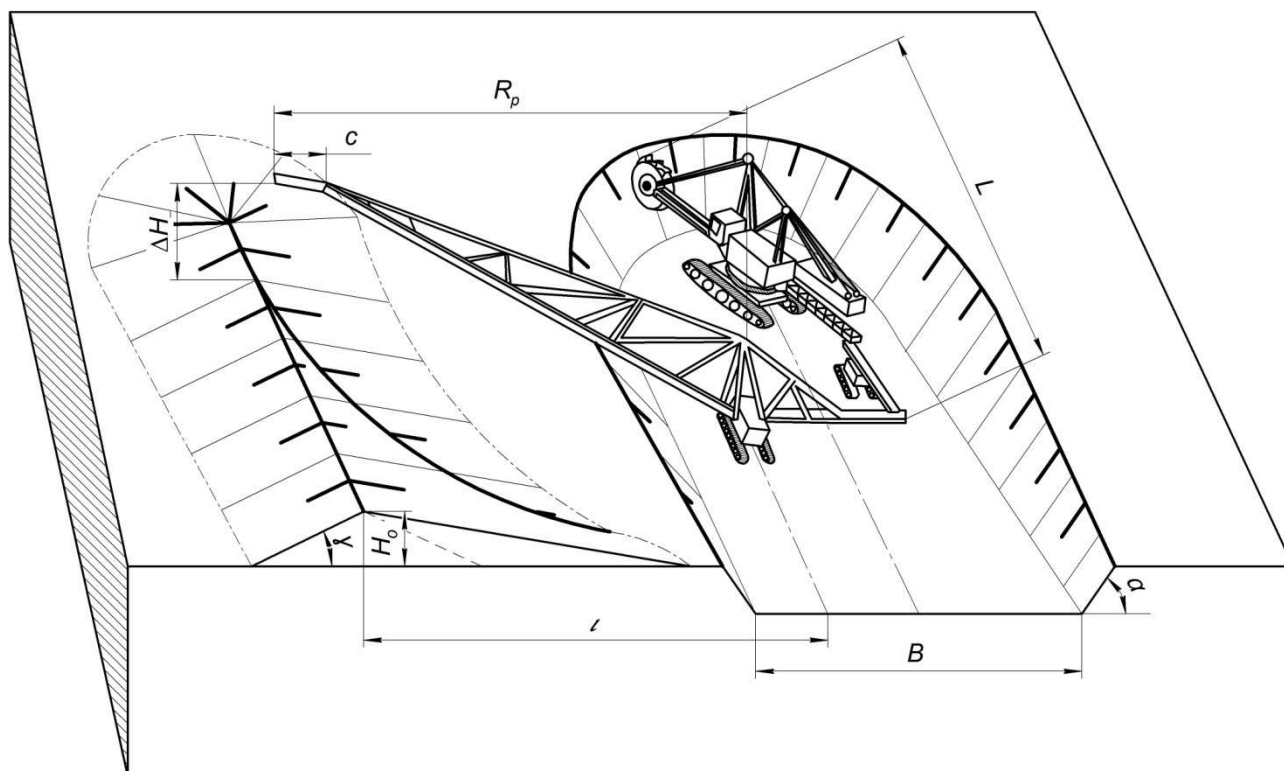


Рис.6.23. Проведення капітальної траншеї транспортно-відвальним способом з використанням роторного екскаватора і відвалоутворювача.

Для забезпечення нормальної роботи ЕРШР-5000 та ОШР-5000/180 потрібен перевантажувач довжиною 60 м.

Транспортно-відвальний спосіб (рис. 6.24) зазвичай використовують при розкритті кар'єрного поля по контуру корисних копалин; при цьому породи будівельного розкриву розташовуються безпосередньо на неробочому борті кар'єру.

Будівництво кар'єру починається з проведення транспортно-відвальним способом тимчасової похилої траншеї, розташованої в контурах розрізної з боку неробочого борту. Потім споруджують піонерну розрізну траншею, в подальшому її розширюють до проектних контурів.

Вантажотransпортний зв'язок горизонту гірничих робіт із земною поверхнею в період проведення розрізної траншеї здійснюється похилою. Її використовують і для введення експлуатаційного обладнання в кар'єр. До переваг транспортно-відвального способу відносять низьку собівартість 1 м^3 будівельного розкриву, до недоліків – обмеженість застосування.

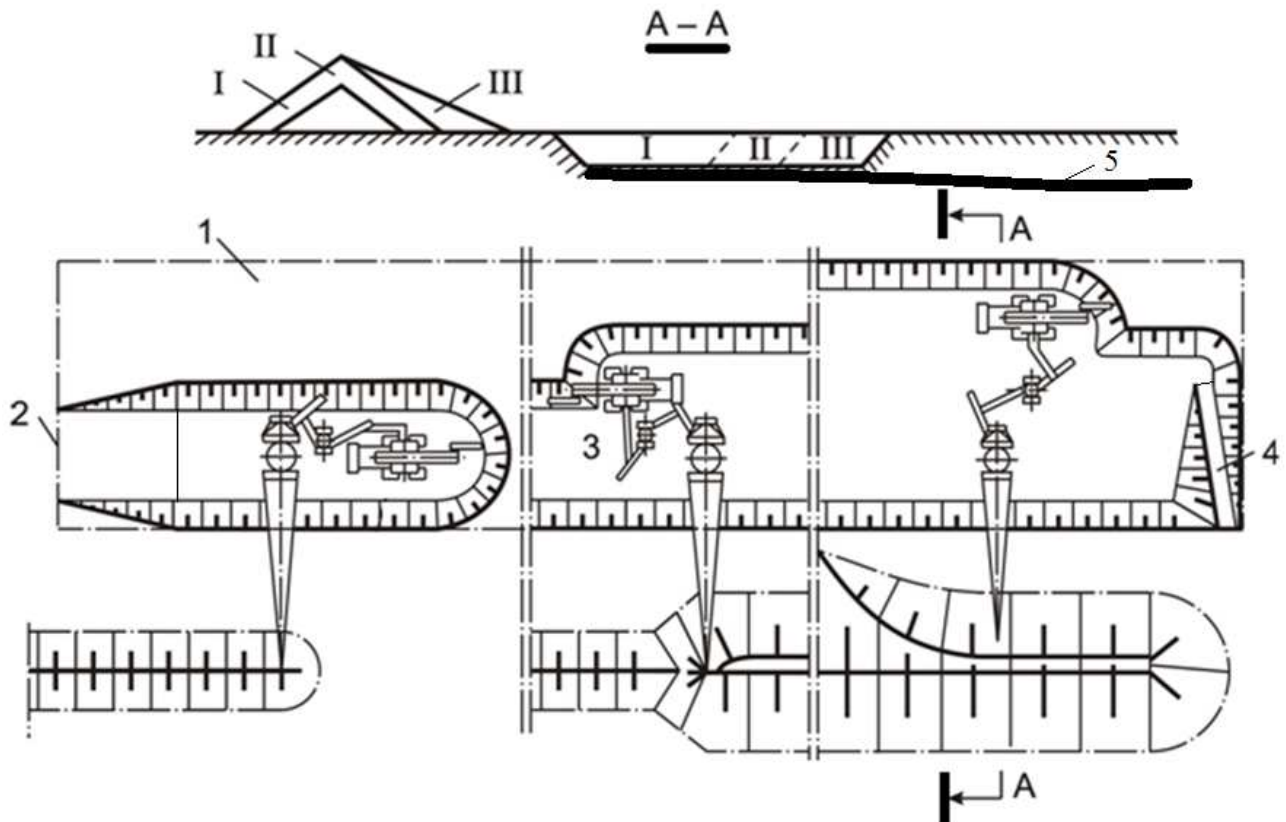


Рис. 6.24. Схема транспортно-відвального способу проведення розрізної траншеї: 1 – контур розрізної траншеї; 2 – тимчасова похила траншея; 3 – піонерна траншея; 4 – з'їзд; 5 – корисна копалина

Схема ускладненого транспортно-відвального способу передбачає використання додаткового, порівняно з простою транспортно-відвальною схемою, обладнання (відвалоутворювачів, перевантажувачів), що дозволяє значно зменшити термін будівництва траншеї (рис. 6.25). Граничну глибину розрізної траншеї визначають за формулою:

$$H_p = \frac{\sqrt{Ш_H^2 + \frac{4H_o}{K_p} \operatorname{ctg} \alpha \left(l - \frac{H_B}{2} (\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \gamma) \right)} - Ш_H}{2 \operatorname{ctg} \alpha}, \text{ м}, \quad (6.43)$$

де $Ш_H$ – ширина низу траншеї, м; H_B – висота відвалу, м; α – кут укісу неробочого борту траншеї, град; K_p – коефіцієнт розпушення порід у відвалі; l – закладення укісу відвалу, м; γ – кут природного укісу відвалу, град; β – стійкий кут укісу відвалу, град.

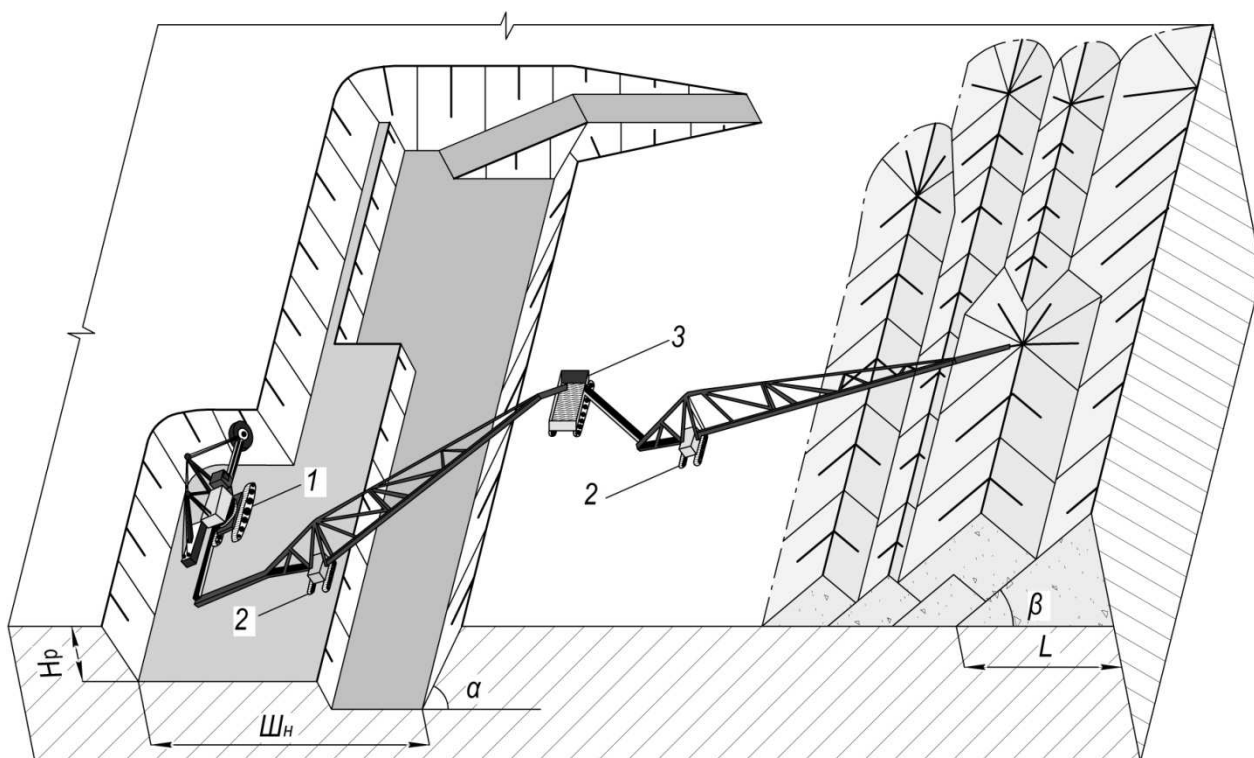


Рис. 6.25. Технологічна схема ускладненого транспортно-відвального способу проведення розрізної траншеї: 1 – роторний екскаватор; 2 – відвалоутворювач; 3 – бункер-перевантажувач

Комбінований спосіб включає сполучення найбільш ефективних транспортно-відвальних та транспортних схем. На рис. 6.26 показано пошарове проведення розрізної траншеї комбінованим способом. Верхній шар траншеї розробляють транспортно-відвальним способом з розміщенням порід на борті траншеї. Будівельний розкрив транспортують конвеєрами, укладають відвалоутворювачем ОШР-6500/190. Максимальна глибина траншеї, яку проводять цим способом, складає 40 м.

Схема проведення розрізної траншеї з транспортуванням порід конвеєрами здійснюється двома уступами. На верхньому використовують роторний екскаватор ЕРШР-5000 та відвалоутворювач ОШР-5000/190, за допомогою якого будівельний розкрив перевантажується на магістральний конвеєр, розміщений на борті траншеї. На другому уступі застосовуються роторний екскаватор ЕРШР-5000 та система стрічкових конвеєрів.

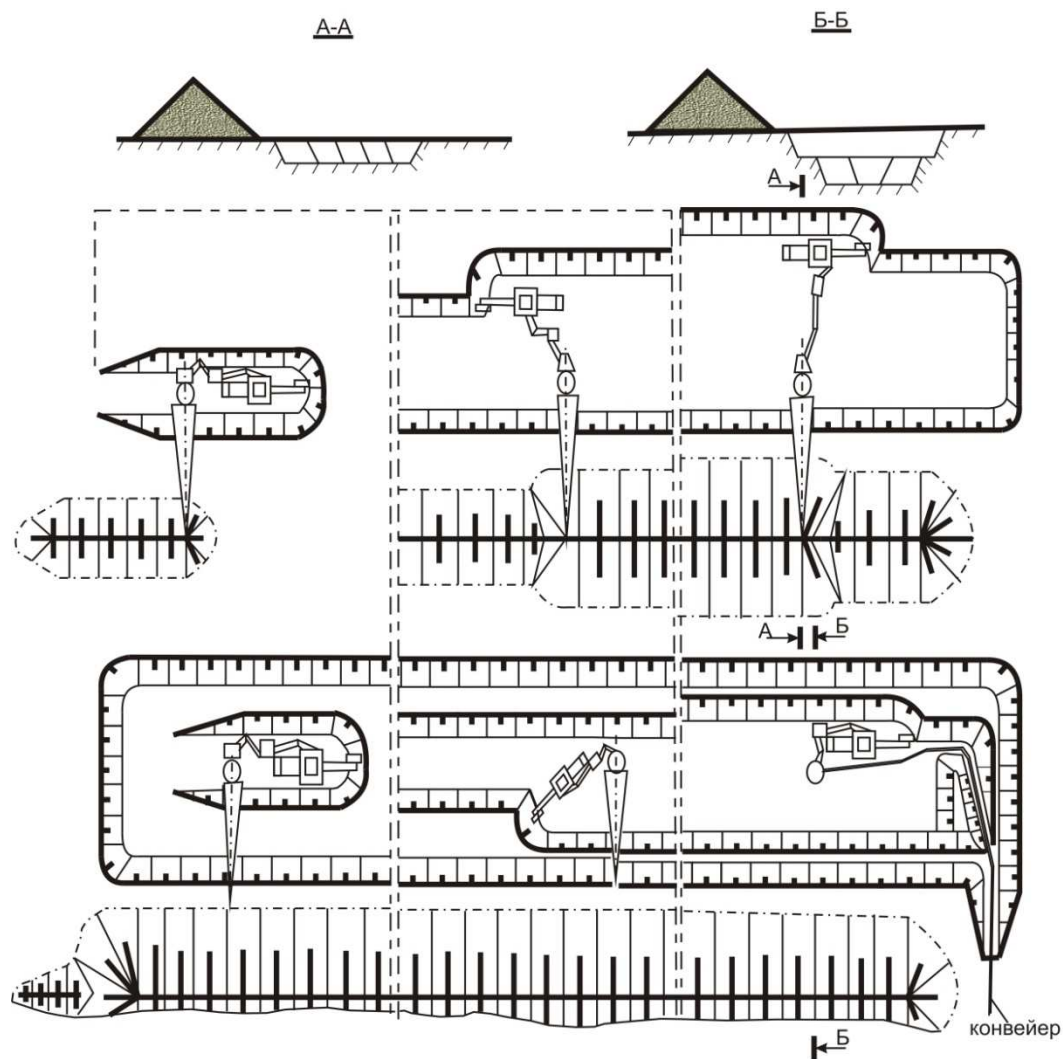


Рис. 6.26. Комбінований спосіб проведення розрізної траншеї

У процесі проведення розрізної траншеї можна здійснювати супутній видобуток корисних копалин. При цьому можливі два випадки: супутній видобуток здійснюється слідом за проведенням розрізної траншеї після утворення необхідного випередження розкривних робіт; він починається з моменту, коли розрізна траншея буде пройдена за показниками перерізу та довжини, які забезпечують виробничу потужність кар'єру з урахуванням одночасності закінчення робіт з проведення траншеї та виїмки смуги корисних копалин.

Також можливі технологічні схеми проходки розрізних траншей із застосуванням транспортно-відвальних мостів.

За даними досліджень Національного гірничого університету використання техніки неперервної дії під час проведення траншей дозволяє підвищити продуктивність праці гірників в 2 – 3 рази, знизити собівартість розробки 1 м³ будівельного розкриву в 2 – 4 рази та скоротити строк будівництва в 2 – 3 рази порівняно з обладнанням циклічної дії.

6.4. Спеціальні способи проведення траншей

До спеціальних способів відносять проведення траншей за допомогою колісних скреперів, буровибухових робіт (вибух на викид або скид при спорудженні траншеї на косогорі) та гідромеханізації.

Проведення траншей колісними скреперами може здійснюватись в м'яких осушених породах за умови глибини траншеї до 10 – 15 м та відстані транспортування до 300 – 500 м, якщо у ролі тягачів застосовуються трактори, та до 1000 – 1500 м, коли швидкісні пневмоколісні тягачі.

Схеми проведення горизонтальної та похилої траншей колісними скреперами подано на рис. 6.27 і 6.28 відповідно.

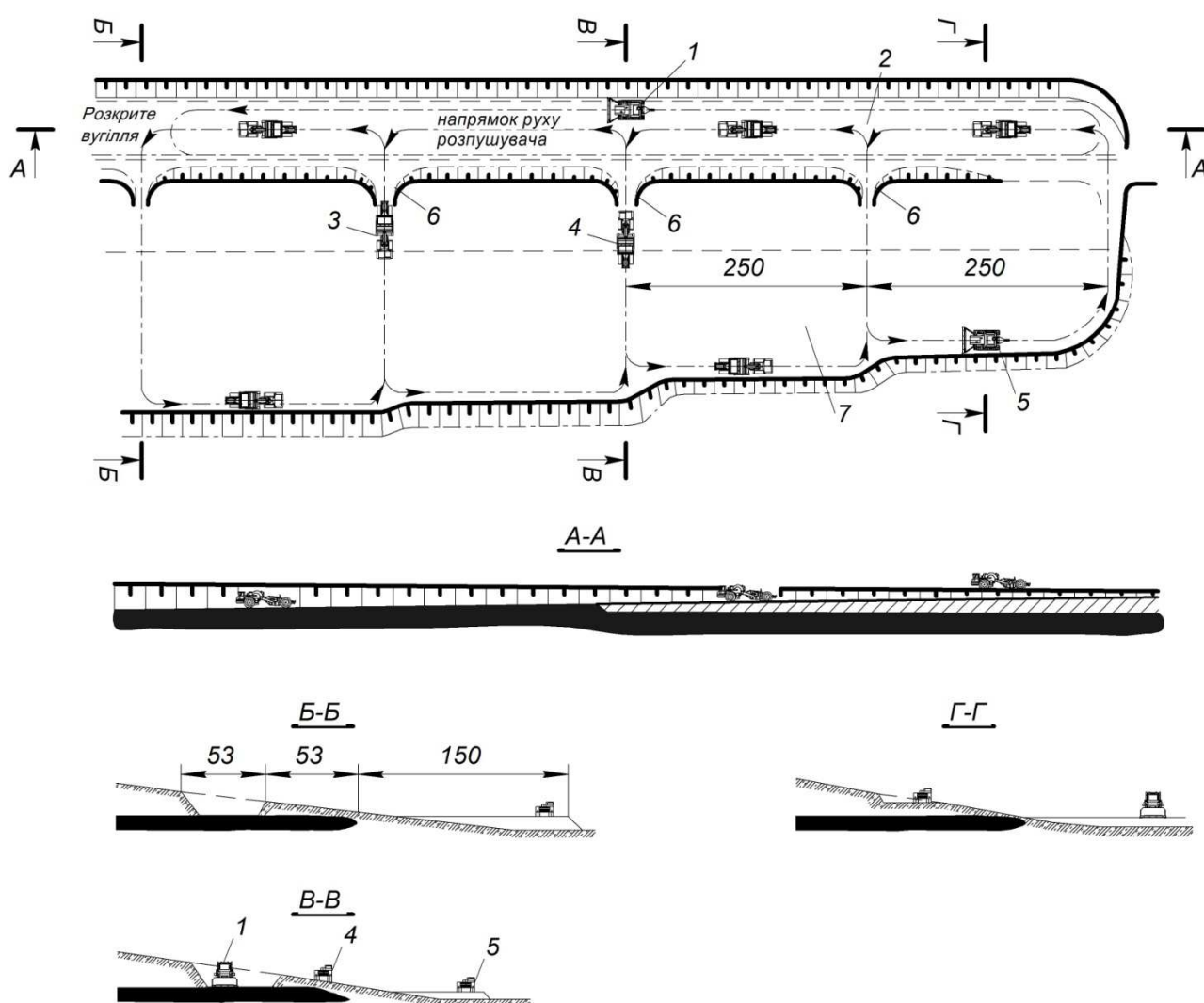


Рис. 6.27. Схема проведення горизонтальної траншеї колісними скреперами: 1 — бульдозер з розпушувачем; 2 — розрізна траншея; 3 — скрепер з вантажем; 4 — скрепер порожній; 5 — бульдозер з грейдером; 6 — тимчасові виїзди; 7 — відвали

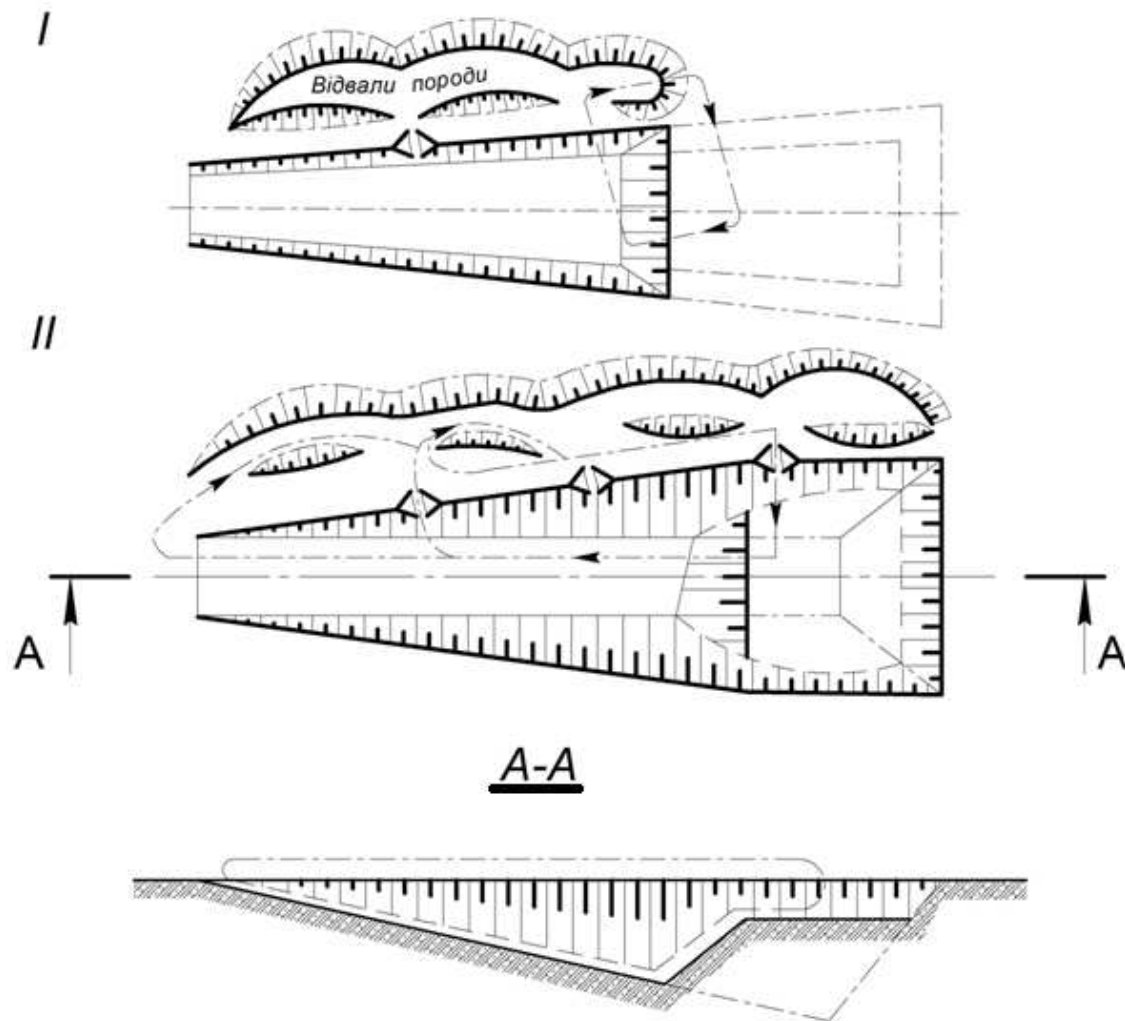


Рис. 6.28. Схема проведення похилої траншеї колісними скреперами: I – виїмка верхнього шару; II – виїмка другого шару

Проведення траншеї за допомогою буровибухових робіт може застосовуватись для прискорення будівництва кар'єру. Переваги цього способу: значне скорочення часу виконання гірничокапітальних робіт (у порівнянні з екскаваторними роботами термін проведення траншей знижується в 3 – 4 рази); висока продуктивність праці робітників; можливість здійснення підготовки вибуху (проведення шурфів та камер) в будь-яких кліматичних умовах протягом цілого року. Недоліки спорудження траншей вибухом на викид: порівняно висока вартість 1 м³ підірваної гірничої маси (в 2 рази вище, ніж при екскаваторних роботах, що пов'язано з великими витратами на ВР, які складають до 65 – 75 % від всієї вартості робіт); важність одержання виїмки необхідного профілю; неможливість розташування всієї підірваної породи на неробочому борті траншеї; неможливість проведення вибухів при наявності в небезпечній зоні (зоні розльоту шматків породи) житлових будинків та споруд.

Проведення траншей із використанням гідромеханізації є ефективним за наявності порід, які добре піддаються розмиву, достатньої кількості води та електроенергії. Цей спосіб з успіхом застосовувався під час будівництва деяких вугільних розрізів. У ряді випадків проведення траншей за допомогою гідромеханізації є більш ефективним, ніж інші способи. Так, на Красносільському вугільному розрізі вартість таких робіт приблизно на 25 % нижче, ніж при екскаваторному способі.

6.5. Комбінований спосіб проведення траншей

Цей спосіб зазвичай застосовують, коли робочі параметри драглайна або механічної лопати є недостатніми для проведення траншей повним перерізом за найбільш ефективною безтранспортною схемою. При комбінованому способі одну частину об'єму породи розробляють за безтранспортною схемою з розміщенням її безпосередньо на борті траншеї, другу розробляють та вивозять, використовуючи залізничний, автомобільний або конвеєрний транспорт, залежно від гірничотехнічних умов та наявності необхідного обладнання.

Проведення капітальної траншеї комбінованим способом здійснюється двома вибоями. В передовому установлюють драглайн, який приблизно половину об'єму породи розміщує на борті траншеї. В другому працює механічна лопата в сполученні з залізничними або автомобільними засобами, а транспортування породи здійснюється на зовнішні відвали.

Капітальні траншеї можна проводити і одним екскаватором, змінюючи за необхідності його робоче обладнання. Можливі також й інші комбіновані технологічні схеми проведення траншей, які можуть бути створені спеціалістами.

6.6. Проведення крутих траншей для скіпових та конвеєрних підйомників

Будівництво траншеї для встановлення потужних підйомників є складним інженерним завданням, що підтверджено досвідом ряду підприємств.

Під час проведення траншей в м'яких породах використовуються безтранспортний спосіб або транспортний з доставкою породи у відвал. При внутрішньому закладенні підйомника застосовують бульдозери, один з яких працює на похилих майданчиках дна траншеї, а інший, що знаходиться на вищележачому горизонті, страхує перший, зв'язаний з ним канатом. Синхронність робіт забезпечується регулювальником.

Значно складніше проводити траншеї в скельних породах і особливо на ділянках погашеного борту кар'єру, коли уступи здвоєні, ширина майданчиків є незначною (в межах 5 м), укуси уступів та приконтурна зона порушені, на май-

данчиках утворились осипи.

В цьому випадку по контуру траншеї оконтурювальним вибухом утворюють щілину попереднього укосу (рис. 6.29). Після цього проводиться масовий вибух.

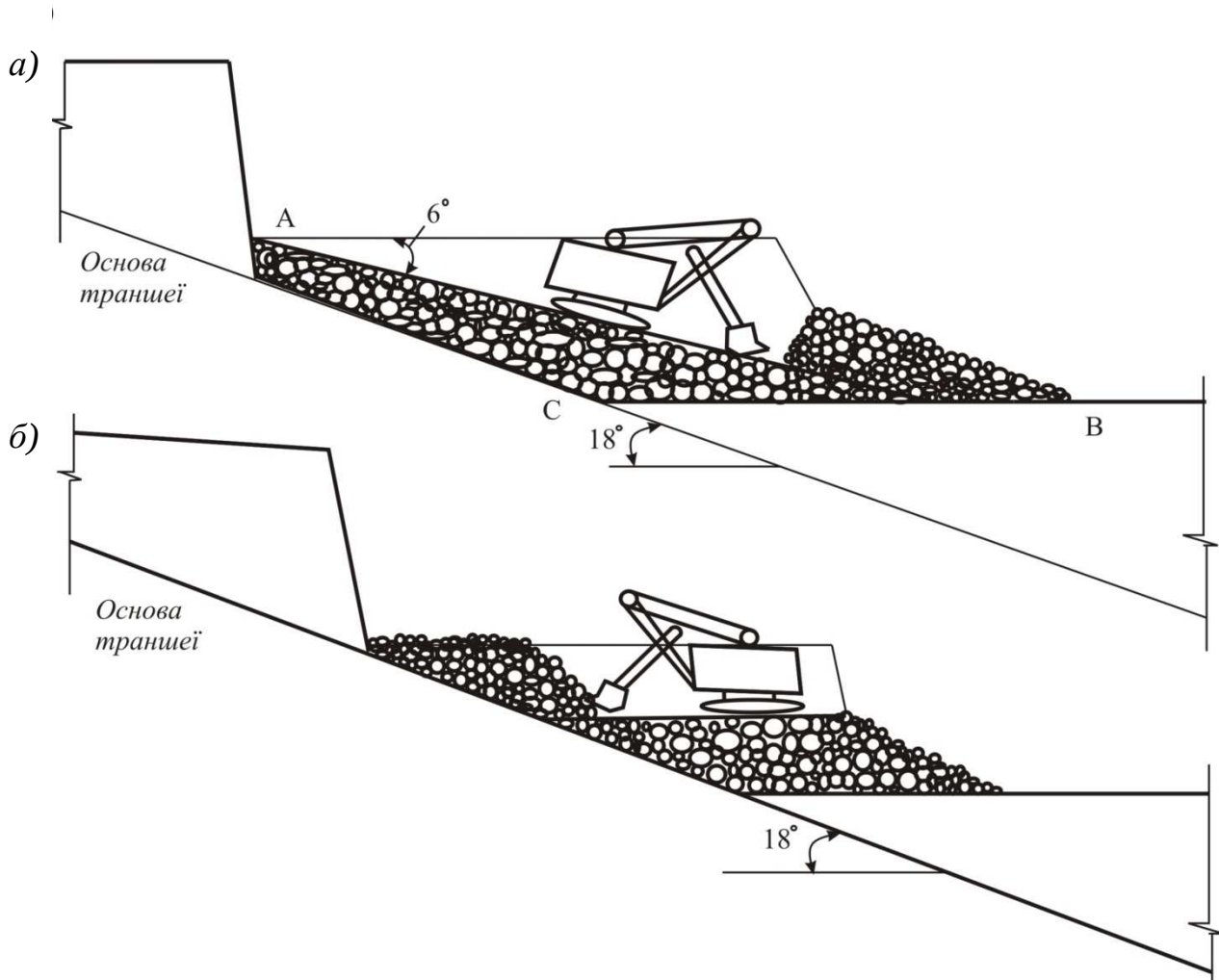


Рис. 6.29. Схема проведення крутих траншей для скіпових і конвеєрних підйомників: а) при переміщенні гірничої маси на нижчележачі горизонти за безтранспортною схемою; б) при переміщенні гірничої маси засобами транспорту

Підірвану гірничу масу з верхніх горизонтів з урахуванням безпечних умов можна перемістити на нижчележачі за безтранспортною схемою, звідки вона вивозиться автосамоскидами (рис. 6.29, а). В інших випадках уся порода відвантажується екскаваторами в автотранспорт (рис. 6.29, б).

Планування траси може здійснюватись спареними бульдозерами. Досвід проведення крутих траншей на кар'єрах показав, що в скельних породах доцільно це робити із застосуванням свердловин малого діаметру, додержуючись параметрам проектного напрямку свердловин, оскільки найменші відхилення призводять до недостатньої відробки дна траншеї.

Нерівності дна траншеї усуваються шляхом створення бетонної подушки, яка служить основою для укладання рейкової колії при скіповому підйомі або рам конвеєрного підйомника.

Досвід будівництва крупних кар'єрів в складних умовах показує, що найбільш ефективними заходами з механізації є застосування:

- крокуючих драглайнів з розвантаженням у відвал або в засоби транспорту за допомогою бункерів-перевантажувачів;
- механічних лопат з вивозом породи засобами автомобільного або залізничного транспорту (при цьому слід вживати відповідні заходи зі збільшення несучої здатності розкривних порід або зниженню питомого тиску ходових частин гірничотранспортних машин);
- засобів гідромеханізації (гідромоніторно-землесосних установок, плаваючих земснарядів та гідротранспорту);
- декількох видів транспорту (автомобільно-залізничного, конвеєрно-гідравлічного та ін.) одночасно при відпрацюванні обводнених горизонтів.

Питомий тиск екскаваторів на ґрунт може бути знижено за допомогою настилу з металевих щитів, шпал, колод тощо або передачі динамічних навантажень усією опорною площею гусениць, для чого черпання, підйом та розвантажування ковша здійснюється з урахуванням положення осі стріли перпендикулярно гусеницям.

Будівництво великого кар'єру характеризується значними обсягами виконання робіт, динамікою технологічних процесів, вагомим впливом природних факторів на обладнання. В цих умовах "традиційні" методи планування та керування, ґрунтовані на застосуванні сіткових графіків, не забезпечують відображення та врахування процесів необхідного ступеня координації між виконавцями різних робіт, розробки та здійснення оптимальних планів. Успішне вирішення перерахованих завдань може бути виконано завдяки сітковому плануванню та управлінню (СПУ), що дозволяє отримати оптимальні результати під час організації будівництва складних об'єктів. Зображувальним засобом методу СПУ є сітковий графік, який показує динамічну модель процесу будівництва гірничого підприємства.

Контрольні запитання

1. Наведіть класифікацію способів проведення траншей.
2. Які принципи вибору обладнання при проведенні траншей ви знаєте?
3. Опишіть безтранспортні способи проведення траншей.
4. Як пов'язати параметри траншей і екскаваторів-драглайнів?
5. Назвіть умову застосування механічних лопат при безтранспортному проведенні траншей.
6. Які основні схеми проведення траншей з використанням залізничного та автомобільного транспорту ви знаєте?
7. Коли застосовують пошарове проведення траншей?
8. Основні схеми проведення траншей при використанні техніки неперервної дії.
9. Які спеціальні способи проведення траншей ви знаєте?
10. Назвіть способи проведення крутих траншей для розміщення підйомників.

ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ

Тести до першого розділу

Тест 1.1

Яких траншей відповідно до призначення не існує?

- а) капітальних;
- б) розрізних;
- в) підземних;
- г) спеціальних.

Тест 1.2

З якою метою будують капітальні траншеї?

- а) для створення початкового фронту гірничих робіт на робочому горизонті;
- б) для створення транспортного зв'язку робочих горизонтів з поверхнею;
- в) для захисної загороди кар'єру від атмосферних вод; дренажу родовища; водовідливу;
- г) всі варіанти є правильними.

Тест 1.3

З якою метою будують розрізні траншеї?

- а) для створення транспортного зв'язку робочих горизонтів з поверхнею;
- б) для захисної загороди кар'єру від атмосферних вод, дренажу родовища, водовідливу;
- в) для створення початкового фронту гірничих робіт на робочому горизонті;
- г) жоден варіант не підходить.

Тест 1.4

З якою метою будують спеціальні траншеї?

- а) для захисної загороди кар'єру від атмосферних вод, дренажу родовища, водовідливу;
- б) для створення транспортного зв'язку робочих горизонтів з поверхнею;
- в) для створення початкового фронту гірничих робіт на робочому горизонті;
- г) всі варіанти є правильними.

Тест 1.5

Що таке трасування капітальної траншеї?

- а) використання автотранспорту при будівництві кар'єру;
- б) встановлення дорожніх знаків в кар'єрі;
- в) створення початкового фронту гірничих робіт;
- г) встановлення напрямку поздовжньої осі траншеї.

Тест 1.6

Якими бувають капітальні траншеї за формою в плані?

- а) дворівневі та багаторівневі;
- б) наскрізні та тупикові;
- в) прості та складні;
- г) відповіді а) і в).

Тест 1.7

Найдіть зайвий клас (за видом виробок) у класифікації способів розкриття родовищ при відкритій розробці.

- а) пошарове розкриття;
- б) відкритими гірничими виробками;
- в) підземними гірничими виробками;
- г) комбіноване розкриття.

Тест 1.8

Найдіть зайву групу (за положенням виробок у просторі) у класифікації способів розкриття родовищ при відкритій розробці.

- а) похилими траншеями;
- б) крутими траншеями;
- в) похилими підземними виробками;
- г) рудоспусками.

Тест 1.9

Найдіть зайву підгрупу (за положенням виробок відносно контурів кар'єру) у класифікації способів розкриття родовищ при відкритій розробці.

- а) зовнішніми траншеями;
- б) підземними траншеями;
- в) комбінованими траншеями;
- г) штольнями.

Тест 1.10

Найдіть зайвий спосіб (за кількістю виробок) у класифікації способів розкриття родовищ при відкритій розробці.

- а) суміжними траншеями;
- б) окремими траншеями;
- в) груповими траншеями;
- г) парними траншеями.

Тести до другого розділу

Тест 2.1

В якому випадку застосовують зовнішні похилі траншеї при розкритті родовищ, розташованих на відносно невеликій глибині від поверхні?

- а) при похилому або крутоспадному заляганні пластів;
- б) при горизонтальному або пологому заляганні пластів;
- в) при горизонтальному або крутоспадному заляганні пластів;
- г) у будь-яких випадках.

Тест 2.2

Від чого залежить похил траншеї?

- а) від кута укосу борту кар'єру;
- б) від міцності розкривних порід;
- в) від типу корисної копалини;
- г) від виду транспорту, що застосовується.

Тест 2.3

Яка форма поділу за транспортними вантажопотоками при розкритті зовнішніми траншеями зайва?

- а) непарні траншеї;
- б) окремі траншеї;
- в) групові траншеї;
- г) парні траншеї.

Тест 2.4

Яка риса розкриття окремими зовнішніми траншеями є особливою?

- а) забезпечення доступу з поверхні до кожного уступу незалежною траншеєю;
- б) кожний розкривний уступ має окрему траншею;
- в) забезпечення доступу окремою траншеєю до корисної копалини;
- г) кар'єр розкривається однією незалежною траншеєю.

Тест 2.5

Яка риса розкриття груповими зовнішніми траншеями є особливою?

- а) один уступ розкривається групою траншей;
- б) група уступів розкривається групою траншей;
- в) в кар'єрі розробляється лише група уступів;
- г) наявність незалежної траншеї для кожної групи уступів.

Тест 2.6

Яка риса розкриття загальними зовнішніми траншеями є особливою?

- а) забезпечення доступу окремою траншеєю до корисної копалини;
- б) всі уступи кар'єру розкривається однією загальною траншеєю;
- в) кожний розкривний уступ має окрему траншею;
- г) усі відповіді вірні.

Тест 2.7

З якою метою використовують парні зовнішні траншеї?

- а) для використання парної кількості одиниць транспорту;
- б) для зменшення обсягів гірничопідготовчих робіт;
- в) для забезпечення кільцевої схеми руху транспорту;
- г) для обслуговування парної кількості виймально-навантажувального обладнання.

Тест 2.8

Яка особлива перевага внутрішніх траншей перед зовнішніми?

- а) будівельний об'єм породи траншеї входить в загальний обсяг розкривних робіт по кар'єру;
- б) будівельний об'єм породи розкриття зменшується при збільшенні глибини кар'єру;
- в) забезпечують доступ до корисної копалини;
- г) не має переваг.

Тест 2.9

Оберіть основні варіанти розміщення внутрішніх траншей.

- а) похиле і горизонтальне;
- б) стаціонарне і нестаціонарне;
- в) підземне і відкрите;
- г) у кар'єрі та на відвалі.

Тест 2.10

Знайдіть зайвий пункт серед переваг розкриття ковзними з'їздами з автомобільним транспортом.

- а) зменшення обсягів гірничокапітальних робіт;
- б) за потреби швидке введення в експлуатацію окремих горизонтів кар'єру;
- в) надійне застосування при недостатньо стійких породах;
- г) зниження собівартості виконання робіт в межах ковзного з'їзду.

Тести до третього розділу

Тест 3.1

У чому полягає особливість розкриття внутрішніми крутими капітальними траншеями?

- а) траншеї використовуються лише для спуску матеріалів;
- б) безпечне використання автомобільного транспорту;
- в) в траншеї розташовуються канатні або конвеєрні підйомники;
- г) великий обсяг будівельних робіт.

Тест 3.2

Вкажіть які типи підйомників використовуються у крутих капітальних траншеях при різних уклонах?

- а) скіповий – 45 – 60°, клітьовий – 30 – 45°, конвеєрний – до 17°;
- б) скіповий – 30 – 40°, клітьовий – 50 – 70°, конвеєрний – до 17°;
- в) скіповий – до 70°, клітьовий – 50 – 70°, конвеєрний – до 30°;
- г) скіповий – до 80°, клітьовий – до 90°, конвеєрний – до 17°.

Тест 3.3

Знайдіть зайвий пункт серед переваг розкриття крутими траншеями.

- а) найкоротший шлях підйому гірничої маси з кар'єру;
- б) мінімальний обсяг породних робіт при спорудженні;
- в) мінімальна вартість транспортування гірничої маси;
- г) легкість монтажу та перенесення устаткування на інше місце.

Тест 3.4

Оберіть місце закладення крутої траншеї при кутах падіння покладу, які дорівнюють кутам погашення бортів кар'єру або є меншими за них?

- а) у породах висячого боку родовища;
- б) у корисній копалині;
- в) у породах лежачого боку родовища;
- г) на робочому борті кар'єру.

Тест 3.5

Яку функцію виконують концентраційні горизонти з перевантажувальними пунктами при використанні крутих траншей?

- а) концентрація транспортних засобів у кар'єрі;
- б) концентрація гірничої маси з декількох горизонтів кар'єру;
- в) попереднє сортування корисної копалини;
- г) зменшення обсягів розкриття у кар'єрі.

Тест 3.6

За рахунок чого у деяких випадках використання скіпових підйомників собівартість комбінованого транспорту зменшується зі збільшенням глибини кар'єру?

- а) за рахунок зниження витрат на внутрішньокар'єрний транспорт;
- б) за рахунок збільшення довжини транспортування;
- в) за рахунок підвищення продуктивності кар'єру;
- г) зменшення собівартості є неможливим.

Тест 3.7

У яких умовах доцільно використовувати конвеєрні та скіпові підйомники?

- а) перші – підйом розкривних порід, другі – підйом корисної копалини;
- б) перші – підйом розкривних порід і корисної копалини, другі – підйом людей і обладнання;
- в) місце застосування не має різниці;
- г) перші – підйом подрібненої руди, другі – підйом порід розкриву.

Тест 3.8

Знайдіть зайвий пункт серед переваг використання конвеєрних підйомників.

- а) забезпечення максимальної продуктивності транспорту;
- б) транспортування гірничої маси будь яких розмірів;
- в) невеликі експлуатаційні витрати;
- г) можливість повної автоматизації.

Тест 3.9

Які основні типи рудоскатів застосовуються при розкритті робочих горизонтів нагірних кар'єрів?

- а) відкритого і підземного типів;
- б) для розкривних порід і корисної копалини;
- в) з перевантажувальними і без перевантажувальних пристроїв;
- г) на робочому і неробочому борті кар'єру.

Тест 3.10

Яким чином знижується швидкість падіння породи при спуску її рудоскатом на нагірному кар'єрі?

- а) механічними засобами;
- б) екскаваторним обладнанням;
- в) швидкість не знижується;
- г) зменшенням кута нахилу нижньої частини рудоскату.

Тести до четвертого розділу

Тест 4.1

Найдіть зайву підземну виробку, яка не застосовується при розкритті кар'єрів.

- а) вертикальні шахтні стовбури;
- б) тунелі з перепускними рудоскатами;
- в) квершлаг;
- г) похилі шахтні стовбури.

Тест 4.2

При великій глибині залягання родовища, на які зони воно поділяється для ефективної розробки?

- а) перша – кар'єр, друга – шахта;
- б) перша – шахта, друга – кар'єр;
- в) перша – шахта, друга – відкрито-підземна розробка, третя – кар'єр;
- г) перша – кар'єр, друга – відкрито-підземна розробка, третя – шахта.

Тест 4.3

При досягненні якої глибини кар'єру може застосовуватися розкриття шахтними стовбурами?

- а) 120 – 130 м;
- б) 300 – 400 м;
- в) 500 – 700 м;
- г) за будь-якої глибини.

Тест 4.4

Який основний транспорт застосовується у похилих стовбурах при розкритті кар'єрів?

- а) кар'єрний і скіповий;
- б) автомобільний та залізничний;
- в) безтранспортні технології;
- г) всі відповіді правильні.

Тест 4.5

Яка перевага у застосуванні вертикальних стовбурів при розкритті кар'єру?

- а) зменшення обсягу гірничопрохідницьких робіт;
- б) збільшення обсягів транспортування;
- в) укріплення бортів кар'єру;
- г) захист від зсувних явищ.

Тест 4.6

При розкритті кар'єрів шахтними стовбурами є неможливим:

- а) використання автомобільного транспорту;
- б) збільшення глибини кар'єру без зміни схеми розкриття;
- в) розкриття горизонтів кар'єру на будь-якій глибині;
- г) отримання мінімальних капітальних витрат.

Тест 4.7

До якої глибини є теоретична можливість розробки горизонтів кар'єру вертикальними шахтними стовбурами?

- а) до 600 м;
- б) до 1500 м;
- в) до 320 м;
- г) до 195 м.

Тест 4.8

Починаючи з якої глибини можливе застосування похилих стовбурів з конвеєрними підйомниками на кар'єрах?

- а) з 300 м;
- б) з 450 – 620 м;
- в) зі 150 – 200 м;
- г) конвеєри не застосовуються у похилих стовбурах.

Тест 4.9

Знайдіть перевагу у розкритті нагірних родовищ штольнями в комбінації з рудоспусками.

- а) подрібнення корисних копалин в процесі транспортування;
- б) скорочення відстані транспортування;
- в) залежність від кліматичних умов;
- г) збільшення продуктивності видобувного обладнання.

Тест 4.10

Знайдіть зайвий пункт серед недоліків розкриття глибоких горизонтів кар'єрів похилими залізничними тунелями в комбінації з рудоспусками.

- а) значні витрати на електроенергію;
- б) великий обсяг гірничокапітальних робіт зі спорудження виробок;
- в) тривалий строк спорудження підземних виробок;
- г) висока вартість підземних робіт.

Тести до п'ятого розділу

Тест 5.1

Що означає комбінований спосіб розкриття родовища?

- а) застосування одночасно всіх способів розкриття для всіх уступів;
- б) розкриття декількох кар'єрів спільними розкривними виробками;
- в) видобуток декількох видів корисних копалин на одному кар'єрі;
- г) застосування на різних глибинах кар'єру різних способів розкриття.

Тест 5.2

При комбінованому способі розкриття родовища, яке твердження невірне?

- а) верхню частину кар'єру розкривають зовнішніми траншеями;
- б) декілька верхніх уступів розкриваються внутрішніми траншеями;
- в) уступи в межах 100 – 400 м розкриваються похилими або крутими траншеями;
- г) горизонти, що розташовані нижче 400 м, доцільно розкривати похилими або крутими траншеями.

Тест 5.3

Знайдіть зайву групу комбінованих способів розкриття родовищ.

- а) траншейний з безтраншейним;
- б) траншейні з підземними;
- в) безтраншейні з підземними;
- г) комбінація з деяких способів розкриття.

Тест 5.4

Що дозволяє комбінація траншейного способу розкриття з безтраншейним?

- а) переміщення корисної копалини у тимчасові склади;
- б) видобуток корисної копалини підземним способом;
- в) переміщення розкривних порід у вироблений простір кар'єру;
- г) усі відповіді правильні.

Тест 5.5

Що дозволяє розкриття видобувних уступів безтраншейним способом?

- а) транспортувати корисну копалину конвеєром з кар'єру на поверхню найкоротшим шляхом;
- б) відмовитися від транспортування корисної копалини;
- в) поєднати транспортування корисної копалини і порід розкриву;
- г) відмовитися від розкривних робіт.

Тест 5.6

У чому переваги комбінації траншейного розкриття кар'єрів з підземними виробками?

- а) подрібнення корисних копалин в процесі транспортування;
- б) розкриття корисної копалини на глибоких горизонтах з використанням циклічно-потокової технології;
- в) можливість застосовувати залізничний транспорт;
- г) усі відповіді правильні.

Тест 5.7

У яких випадках використовують комбінацію декількох способів розкриття родовища?

- а) завжди;
- б) поєднання більше трьох способів розкриття є неможливим;
- в) при видобутку декількох видів корисних копалин на одному кар'єрі;
- г) при розробці нагірних або дуже глибоких кар'єрів.

Тест 5.8

Який параметр системи розробки не впливає на вибір способу розкриття родовища?

- а) кут укосу уступу;
- б) висота уступу;
- в) довжина фронту робіт;
- г) інтенсивність виробництва відкритих гірничих робіт.

Тест 5.9

Яким способом не можна доставити людей на роботу у глибокий кар'єр?

- а) залізничним і автомобільним транспортом;
- б) підйомниками зі спеціальними вагонами;
- в) спеціальними конвеєрами;
- г) шахтним стовбурам у клітках.

Тест 5.10

Вкажіть продуктивність канатно-підвісних доріг при доставці людей на роботу у глибокий кар'єр?

- а) до 50 – 80 ос./год.;
- б) до 300 – 600 ос./год.;
- в) до 80 – 120 ос./год.;
- г) до 130 – 180 ос./год.

Тести до шостого розділу

Тест 6.1

За яких умов є можливим застосування безтранспортного способу проведення траншей?

- а) коли можна розмістити породи розкриву на бортах траншеї;
- б) коли висота уступу перевищує висоту копання екскаватора;
- в) при великій довжині фронту робіт;
- г) у будь якому випадку.

Тест 6.2

Безтранспортне проведення траншей драглайном є можливим за умови:

- а) породи скельні;
- б) тільки м'які породи;
- в) породи розкриву м'які або попередньо розпушені;
- г) проведення є неможливим.

Тест 6.3

При безтранспортному проведенні траншей драглайн розташовується?

- а) на укосі траншеї;
- б) на поверхні траншеї;
- в) на дні траншеї;
- г) на відвалі.

Тест 6.4

Чи можливе застосування механічної лопати при безтранспортній проходці траншеї?

- а) ні;
- б) лише у м'яких породах;
- в) так;
- г) лише у парі з драглайном.

Тест 6.5

У яких випадках застосовують зигзагоподібне пересування драглайна при проведенні траншей?

- а) завжди;
- б) дане пересування неможливе для драглайна;
- в) при встановленні драглайна на дні траншеї;
- г) при необхідності збільшення ширини траншеї.

Тест 6.6

Чи можливе використання мехлопат при ускладненому безтранспортному проведенні траншей?

- а) неможливе;
- б) так, у парі з драглайном;
- в) так, у парі з мехлопатою;
- г) так, при розташуванні на поверхні траншеї.

Тест 6.7

Знайдіть зайвий пункт у перевагах застосування безтранспортних способів проведення траншей.

- а) висока швидкість проведення траншей;
- б) високий коефіцієнт використання екскаватора;
- в) можливість проведення траншей у обводнених породах;
- г) проведення траншеї будь-якої глибини.

Тест 6.8

Яка схема до визначення ширини траншеї при її проходці транспортним способом на повний переріз зайва?

- а) одnobічна;
- б) двобічна;
- в) безекскаваторна;
- г) тупикового навантаження.

Тест 6.9

Який з технологічних способів проведення траншей технікою неперервної дії зайвий?

- а) безтранспортний;
- б) транспортно-відвальний;
- в) транспортний;
- г) комбінований.

Тест 6.10

Який із зазначених способів не належить до спеціальних при проведенні траншей?

- а) колісними скреперами;
- б) буровибуховий;
- в) гідромеханізаційний;
- г) баштовими кранами.

Еталонні відповіді до тестів

Ключі до тестів 1 розділу

Тест №1.1 – в)	Тест №1.2 – б)
Тест №1.3 – в)	Тест №1.4 – а)
Тест №1.5 – г)	Тест №1.6 – в)
Тест №1.7 – а)	Тест №1.8 – г)
Тест №1.9 – б)	Тест №1.10 – а)

Ключі до тестів 2 розділу

Тест №2.1 – б)	Тест №2.2 – г)
Тест №2.3 – а)	Тест №2.4 – а)
Тест №2.5 – г)	Тест №2.6 – б)
Тест №2.7 – в)	Тест №2.8 – а)
Тест №2.9 – б)	Тест №2.10 – г)

Ключі до тестів 3 розділу

Тест №3.1 – в)	Тест №3.2 – а)
Тест №3.3 – г)	Тест №3.4 – в)
Тест №3.5 – б)	Тест №3.6 – а)
Тест №3.7 – г)	Тест №3.8 – б)
Тест №3.9 – в)	Тест №3.10 – г)

Ключі до тестів 4 розділу

Тест №4.1 – в)	Тест №4.2 – г)
Тест №4.3 – б)	Тест №4.4 – а)
Тест №4.5 – г)	Тест №4.6 – а)
Тест №4.7 – б)	Тест №4.8 – в)
Тест №4.9 – б)	Тест №4.10 – а)

Ключі до тестів 5 розділу

Тест №5.1 – г)

Тест №5.3 – в)

Тест №5.5 – а)

Тест №5.7 – г)

Тест №5.9 – в)

Тест №5.2 – а)

Тест №5.4 – в)

Тест №5.6 – б)

Тест №5.8 – а)

Тест №5.10 – б)

Ключі до тестів 6 розділу

Тест №6.1 – а)

Тест №6.3 – б)

Тест №6.5 – г)

Тест №6.7 – г)

Тест №6.9 – а)

Тест №6.2 – в)

Тест №6.4 – в)

Тест №6.6 – б)

Тест №6.8 – в)

Тест №6.10 – г)

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Завдання основного рівня складності

1.1. Кількість ділянок примикання капітальної траншеї складає 4, а їх довжина – 160 м. Встановити загальний приріст довжини траси капітальної траншеї за рахунок пом'якшення підйому, якщо нахил керівного підйому становить 80 ‰, пом'якшеного – 0,55 від керівного.

1.2. Встановити теоретичну довжину траси системи капітальних траншей, якщо глибина закладання капітальної траншеї становить 80 м, а величина підйому – 85 ‰.

1.3. Керівний похил криволінійної ділянки капітальної траншеї складає 35 ‰. Встановити величину похилу на криволінійних ділянках траси, якщо радіус закруглення для залізничного транспорту становить 140 м.

1.4. Довжина кар'єру складає 1 400 м, керівний похил криволінійної ділянки капітальної траншеї – 80 ‰. Розрахувати довжину продовження траси внаслідок зменшення похилу її в кривій, якщо похил на криволінійних ділянках траси становить 70 ‰.

1.5. Довжина автомобільної траси капітальної траншеї становить 2 300 м. Розрахувати її довжину з урахуванням подовження, якщо коефіцієнт подовження траси, котра має петльовий з'їзд нахилом 80 ‰ з внутрішньої кругової кривої, складає 1,25.

1.6. Глибина похилої капітальної траншеї складає 45 м, ширина – 20 м. Встановити об'єм похилої капітальної траншеї, якщо її похил становить 80‰, а кут укосів її бортів – 40°.

1.7. При розкритті двох горизонтів капітальною траншеєю відомо, що глибина її закладення складає 60 м. Ширина капітальної траншеї “по низу” становить 25 м. Чому дорівнює її об'єм, якщо кути укосів її бортів складають 45°, а похил – 80 ‰.

1.8. Кут похилу траси крутої траншеї складає 17°. Генеральний кут погашення борту кар'єру дорівнює 40°. Глибина кар'єру становить 170 м, а кут укосів бортів траншеї – 45°. Встановити об'єм крутої траншеї, якщо її ширина дорівнює 20 м.

1.9. Ширина напівтраншеї, проведеної на косогорі пологоспадного родовища, дорівнює 20 м, кут укосу борту траншеї – 80° . При цьому висота уступу, на якому розташована напівтраншея, складає 15 м. Встановити об'єм похилої напівтраншеї, проведеної на косогорі пологоспадного родовища, якщо кут укосу борту уступу, на якому споруджено напівтраншею, становить 40° .

1.10. При проведенні розрізної траншеї довжиною 720 м на пологому лежачому боці глибинного родовища кут укосу борту траншеї дорівнює 80° , кут укосу борту уступу – 75° . Встановити об'єм розрізної траншеї, якщо її ширина становить 20 м.

1.11. Кількість уступів неробочого борту дорівнює 8, кути нахилу укосів уступів складають 75° . Висота кожного з уступів кар'єру неробочого борту дорівнює 10 м. Неробочий борт включає 3 берми безпеки шириною по 3 м, а також 4 транспортні берми шириною по 10 м. Встановити величину кута укосу неробочого борту кар'єру.

1.12. Робочий борт кар'єру розробляється 6-ма уступами висотою по 15 м. Кути укосів уступів кар'єрів складають 80° . Чому дорівнює кут укосу робочого борту кар'єру, якщо ширина робочого майданчику становить 44 м.

1.13. Глибина кар'єру дорівнює 165 м, висота уступів – 15 м, кут нахилу залізничної колії 40 ‰, радіус її кривої – 130 м, кут обертання кривої – 90° , довжина потягу з урахуванням гальмівного шляху – 85 м, довжина стрілочної зони – 31 м, величина тангенса вертикальної сполученої кривої – 30 м. Ширина залізничної колії складає 20 м. Встановити мінімальну довжину кар'єру за простяганням при телескопічній схемі колійного розвитку для залізничного транспорту, якщо кут погашення борту кар'єра з торця становить 55° .

1.14. Глибина кар'єру складає 220 м, радіус кривої залізничної колії дорівнює 125 м, її ширина – 15 м. Кут погашення борту кар'єру зі сторони лежачого боку становить 32° , а кут погашення зі сторони висячого боку – 45° . Встановити мінімальну ширину кар'єрного поля вхрест простягання.

1.15. При глибині кар'єру 264 м сумарна висота, яку долає потяг на прямолінійних ділянках, становить 180 м, на криволінійних – 54 м. Керівний кут підйому дороги на прямолінійних ділянках складає 40 ‰. Довжина стаціонарного майданчика поста примикання між переломами профілю становить 80 м, нахил ділянки посту – 31 ‰, висота уступу – 15 м. Розрахувати довжину спірального

з'їзду в кар'єр і сумарну висоту, яку долає потяг на постах примикання, розташованих на підйомі. Опір від кривої не враховувати.

1.16. Об'єм погонного метру відвалу при безтранспортному проведенні складає $500 \text{ м}^3/\text{м}$ за глибини траншеї 15 м. Коефіцієнт розпушення гірничої маси дорівнює 1,2. Встановити максимально допустиму ширину траншеї “по низу”, якщо стійкий кут укосу траншеї складає 45° .

1.17. При безтранспортному проведенні траншеї глибиною 15 м використовувався драглайном з радіусом розвантаження 60 м, породи розкриву розміщувалися на борту траншеї. Відстань між нижньою брівкою відвалу і верхньою брівкою траншеї складає 5 м, стійкий кут укосу траншеї – 45° , відвалу – 35° . Встановити об'єм погонного метру відвалу, розташованого на борту траншеї, якщо її ширина “по низу” становить 30 м.

1.18. При безтранспортному проведенні траншеї на косогорі шириною 20 м коефіцієнт розпушення породи склав 1,2. Кут укосу борту траншеї дорівнює 45° , а кут укосу відвалу – 35° . Встановити висоту відвалу відносно горизонту установки екскаватора, якщо кут нахилу укосу косогору складає 15° .

1.19. Під час проведення траншеї драглайном на глибину 15 м навантаження породи здійснювалося в автотранспорт висотою 7 м. Висота максимального розвантаження екскаватора складає 25 м, проміжок між ковшем екскаватора і транспортним засобом – 0,3 м. Розрахувати мінімальну кількість шарів, на які поділяється переріз траншеї.

Завдання підвищеного рівня складності

2.1. Загальний приріст довжини траси капітальної траншеї за рахунок пом'якшення підйому складає 180 м, при цьому кількість ділянок примикання становить 3, а керівний підйом – 80 %. Встановити довжину ділянок примикання, якщо пом'якшений підйом складає 0,6 від керівного.

2.2. Встановити глибину закладання капітальної траншеї, якщо теоретична довжина траси системи капітальних траншей складає 811 м, а величина підйому – 90 %.

2.3. Величина похилу на криволінійних ділянках траси складає 35,3%, при цьому керівний похил криволінійної ділянки – 40 %. Встановити радіус закруглення для залізничного транспорту.

2.4. Продовження траси внаслідок зменшення похилу її в кривій складає 70,5 м. Розрахувати довжину кар'єру, за наступної умови: похил на криволінійних ділянках траси і керівний похил такими самими, як у попередній задачі.

2.5. Коефіцієнт подовження автомобільної траси, що має петльовий з'їзд нахилом 80 % з внутрішньої кругової кривої, складає 1,25. Розрахувати подовження траси за її довжини 2 500 м.

2.6. Об'єм похилої капітальної траншеї становить $21\,917\text{ м}^3$, при цьому глибина траншеї складає 30 м, а ширина – 20 м. Встановити похил траншеї, якщо кут укосів її бортів дорівнює 40° .

2.7. Глибина капітальної траншеї становить 50 м, об'єм – $71\,078\text{ м}^3$, а її похил – 85 %. При цьому кути укосів бортів траншеї складають 45° . Встановити ширину капітальної траншеї.

2.8. Похил капітальної траншеї становить 40 %. Глибина капітальної траншеї дорівнює 40 м. Об'єм траншеї складає $64\,795\text{ м}^3$. При цьому ширина капітальної траншеї дорівнює 20 м. Встановити кути укосів бортів капітальної траншеї.

2.9. При розкритті двох горизонтів капітальною траншеєю її об'єм склав $49\,777\text{ м}^3$. Відомо, що глибина закладення траншеї складає 40 м. Ширина капітальної траншеї становить 20 м. Чому дорівнює кут похилу капітальної траншеї, якщо кути укосів її бортів становлять 45° .

2.10. Об'єм капітальної траншеї, яка розкриває два горизонти, складає $16\,496\text{ м}^3$. Кут похилу капітальної траншеї дорівнює 80 %. Кути укосів бортів траншеї становлять 45° . Розрахувати ширину капітальної траншеї “по дну”.

2.11. Кут похилу траси крутої траншеї складає 18° . Генеральний кут погашення борту кар'єру дорівнює 40° . Глибина кар'єру становить 150 м, а кут укосів бортів траншеї – 45° . Встановити ширину крутої траншеї, якщо її об'єм досягає 1,72 млн м^3 .

2.12. Об'єм похилої напівтраншеї, проведеної на косогорі пологоспадного родовища складає 2113 м. Ширина напівтраншеї дорівнює 15 м, кут укосу борту – 80° . Кут укосу борту уступу, на якому споруджено напівтраншею, складає 40° . Встановити висоту уступу, на якому розташована напівтраншея.

2.13. При проведенні розрізної траншеї довжиною 670 м на пологому лежачому боці глибинного родовища її об'єм склав 1,18 млн м³. Встановити ширину розрізної траншеї, якщо кут укосу борту траншеї дорівнює 80° , а кут укосу борта уступу – 75° .

2.14. Величина кута укосу неробочого борту кар'єру складає 62° . Кількість уступів неробочого борту становить 8, а кути нахилу укосів уступів складають 80° . Розрахувати висоту уступів кар'єру, які дорівнюють один одному і складають неробочий борт при умові, що в нього входять 3 берми безпеки шириною по 3 м, а також 4 транспортні берми шириною по 10 м.

2.15. Робочий борт кар'єру розробляється 5-ма уступами висотою по 15 м. Кути укосів уступів кар'єрів складають 80° . Чому дорівнює ширина робочого майданчика, якщо відомо, що кут укосу робочого борту кар'єру складає 22° .

2.16. Мінімальна довжина кар'єру за простяганням при телескопічній схемі колійного розвитку для залізничного транспорту складає 1 511 м. При цьому глибина кар'єра становить 150 м, висота уступів – 15 м, кут нахилу залізничної колії 40 ‰, радіус її кривої – 120 м, кут обертання кривої – 90° , довжина потягу з урахуванням гальмівного шляху – 85 м, довжина стрілочної зони – 31 м, величина тангенса вертикальної сполученої кривої – 30 м. Встановити кут погашення борту кар'єру з торця, якщо ширина залізничної колії складає 20 м.

2.17. При глибині кар'єру 240 м мінімальна ширина кар'єрного поля вхрест простягання склала 915 м. При цьому радіус кривої залізничної колії дорівнює 120 м, її ширина складає 20 м. Встановити кут погашення борту кар'єру зі сторони лежачого боку, якщо кут погашення зі сторони висячого боку становить 45° .

2.18. Довжина спірального з'їзду в кар'єр глибиною 220 м складає 2 468 м. Сумарна висота, яку долає потяг на прямолінійних ділянках, становить 150 м, на криволінійних – 40 м. Розрахувати сумарну висоту, яку долає потяг на постах примикання, розташованих на підйомі, якщо довжина стаціонарного майданчика поста примикання між переломами профілю складає 80 м, нахил ділянки

посту – 28 %, висота уступу – 15 м. Встановити керівний кут підйому дороги на прямолінійних ділянках. Опір від кривої не враховувати.

2.19. Глибина траншеї при безтранспортному проведенні складає 20 м, а об'єм погонного метру відвалу – $640 \text{ м}^3/\text{м}$. Коефіцієнт розпушення гірничої маси становив 1,2. Встановити стійкий кут укосу траншеї, якщо максимально допустима ширина траншеї “по низу” – 26,7 м.

2.20. Траншею глибиною 20 м і шириною “по низу” 30 м проводять за безтранспортною схемою за допомогою драглайна з радіусом розвантаження 70 м, а породи розкриву розміщуються на її борті. Відстань між нижньою брівкою відвалу і верхньою брівкою траншеї складає 5 м, стійкий кут укосу траншеї – 45° . Встановити стійкий кут укосу відвалу, якщо об'єм його погонного метру складає $630 \text{ м}^3/\text{м}$.

2.21. Під час проведення траншеї на косогорі за безтранспортною схемою висота відвалу відносно горизонту установки екскаватора склала 6,9 м при коефіцієнті розпушення породи 1,2. Кут укосу борту траншеї дорівнює 45° , кут укосу відвалу – 35° . Встановити ширину траншеї на косогорі, якщо кут нахилу укосу косогору складає 20° .

2.22. Під час пошарового проведення траншеї драглайном кількість шарів, на які поділяється переріз траншеї, дорівнювало двом. При цьому висота максимального розвантаження екскаватора складає 17 м, висота автотранспорту – 6 м, проміжок між ковшем екскаватора і транспортним засобом – 0,3 м. Розрахувати глибину траншеї, що розробляється пошарово.

2.23. Проведення розрізної траншеї виконується з використанням транспортно-відвального способу. Ширина траншеї “по низу” складає 110 м, висота відвалу, що формується на борті траншеї, дорівнює 40 м при коефіцієнті розпушення 1,2. Кут природного укосу відвалу становить 35° , укосу неробочого борту траншеї – 50° , стійкий кут укосу відвалу – 32° . Встановити граничну глибину розрізної траншеї, якщо закладення укосу відвалу – 75 м.

Відповіді на завдання основного рівня складності

- 1.1. Загальний приріст довжини траси капітальної траншеї за рахунок пом'якшення підйому – 288 м.
- 1.2. Теоретична довжина траси системи капітальних траншей складає 941 м.
- 1.3. Величина похилу на криволінійних ділянках траси складає 30 %.
- 1.4. Довжина продовження траси внаслідок зменшення похилу її в кривій складає 175 м.
- 1.5. Довжина подовженої траси складає 2 875 м.
- 1.6. Об'єм похилої капітальної траншеї дорівнює 70 561 м³.
- 1.7. Об'єм капітальної траншеї дорівнює 146 250 м³.
- 1.8. Об'єм крутої траншеї дорівнює 2,76 млн м³.
- 1.9. Об'єм похилої траншеї складає 1 661,3 м³.
- 1.10. Об'єм розрізної траншеї складає 1,57 млн м³.
- 1.11. Кут укосу неробочого борту кар'єру складає 57,14°.
- 1.12. Кут укосу робочого борту кар'єру складає 26,74°.
- 1.13. Мінімальна довжина кар'єра за простяганням при телескопічній схемі колійного розвитку із застосуванням залізничного транспорту складає 1 547 м.
- 1.14. Мінімальна ширина кар'єрного поля складає 837 м.
- 1.15. Довжина спірального з'їзду в кар'єр становить 2893 м, сумарна висота, яку долає потяг на постах примикання, розташованих на підйомі – 33,9 м.
- 1.16. Максимально допустима ширина траншеї “по низу” складає 40,5 м.
- 1.17. Об'єм погонного метру відвалу на борті траншеї складає 437,6 м³/м.
- 1.18. Висота відвалу відносно горизонту установки екскаватора складає 5,24 м.
- 1.19. Мінімальна кількість шарів, на які поділяється переріз траншеї, становить 1.

Відповіді на завдання підвищеного рівня складності

- 2.1. Довжина ділянок примикання складає 150 м.
- 2.2. Глибина закладення траншеї становить 73 м.
- 2.3. Радіус закруглення залізничного транспорту становить 150 м.
- 2.4. Довжина кар'єру складає 1200 м.
- 2.5. Подовження траси складає 3125 м.
- 2.6. Похил капітальної траншеї складає 90 %.
- 2.7. Ширина капітальної траншеї складає 15 м.
- 2.8. Кути укосів бортів капітальної траншеї складають 43°.

- 2.9. Похил капітальної траншеї складає 75 ‰.
- 2.10. Ширина капітальної траншеї складає 15 м.
- 2.11. Ширина крутої траншеї дорівнює 20 м.
- 2.12. Висота уступу складає 24 м.
- 2.13. Ширина розрізної траншеї складає 18 м.
- 2.14. Висота уступу складає 12 м.
- 2.15. Ширина робочого майданчика становить 45,75 м.
- 2.16. Кут погашення борту кар'єра з торця – 55°.
- 2.17. Кут погашення борту кар'єра зі сторони лежачого боку – 30°.
- 2.18. Сумарна висота, яку долає потяг на постах примикання, становить 30,6 м, керівний кут підйому дороги – 40 ‰.
- 1.19. Стійкий кут укосу траншеї при безтранспортній проходці – 37°.
- 1.20. Стійкий кут укосу відвалу складає 30°.
- 1.21. Ширина траншеї на косогорі складає 25 м.
- 1.22. Глибина траншеї, що розробляється пошарово, становить 21,5 м.
- 2.23. Гранична глибина розрізної траншеї – 18,9 м.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Частина 1. Гірничі роботи. Ліквідація гірничодобувних підприємств. Техніко-економічна оцінка та показники. СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007.
2. Анистратов Ю.И. Технология открытой добычи руд редких и радиоактивных металлов / Ю.И. Анистратов. – М: Недра, 1988.
3. Горная энциклопедия в 5-ти томах. – М.: Советская энциклопедия, 1986.-с.141
4. Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Ч 2. – М: НИИтруда 1989.
5. Научные основы рационального прородопользования при открытой разработке месторождений. / Г.Г. Пивняк, И.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.И. Панасенко. –Д.: НГУ. - 2011.- 568 с.
6. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Ч. 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.-512с.
7. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам / Н.В. Мельников. – М.: Недра. 1982.-414с.
8. М.Г. Новожилов, В.С. Хохряков, Г.Д. Пчелкин, В.С. Эскин. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Ч.2. Технология и комплексная механизация открытых разработок. - М.: Недра. 1971.-552с.
9. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч. 2. Технология и комплексная механизация / В.В. Ржевский. – М.: Недра. 1985.-549с.
10. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч. 1. Производственные процессы / В.В. Ржевский.. - М.: Недра. 1985.-509с.
11. Потапов М.Г. Карьерный транспорт / М.Г. Потапов. – М.: Недра, 1985
12. Справочник открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Инницкий и др. – М.: Горное бюро, 1994. 590с.
13. Справочник механика открытых горных работ. Экскавационно-транспортные машины цикличного и непрерывного действия. Под редакц. М.И. Щадова, В.М. Владимирова – М.: Недра, 1989.
14. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых / В.С. Хохряков.- М.: Недра. 1982. – 387с.
15. Гуменик, І.Л. Технологія відкритої розробки пологих родовищ корисних копалин : навч. посіб. / І.Л. Гуменик, Г.Я. Корсунський, О.В. Ложніков ; М-

во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2014. – 310 с.

16. Собко Б.Ю. Удосконалення технології відкритої розробки розсипних титано-цирконієвих руд [Текст]: Монографія / Б.Ю. Собко / Д.: НГУ, 2008. – 167 с.

17. Собко Б.Ю. Наукові основи валоризації процесів діяльності та розвитку гірничих підприємств / А.М. Мельников, Н.Б. Собко // Д.: НГУ. - 2011.

18. Гайдін А.М. Розробка обводнених родовищ титанових руд: Монографія / А.М. Гайдін, Б.Ю. Собко, О.М. Лазніков // Літограф. – Д.: Літограф, 2016. – 216 с.

19. Новожилов М.Г. Проектирование технологии строительства карьеров при применении техники непрерывного действия / М.Г. Новожилов, М.И. Барсуков, Б.И. Тартаковский. – М.: Наука, 1965. – 110 с.

20. Мала гірнича енциклопедія / За ред. В.С. Білецького. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. – Т. 3. – 644 с.

21. Дриженко А.Ю. Відкриті гірничі роботи: терміни та їх визначення: навч. пос. / А.Ю. Дриженко, О.О. Шустов. – Д.: НГУ, 2010. – 167 с.

22. Дриженко А.Ю. Відкриті гірничі роботи: підручник / А.Ю. Дриженко. М-во освіти і науки України, Д: НГУ, 2014. – 590 с.

23. Анисимов О.А. Технология строительства и разработки глубоких карьеров: моногр. / О.А. Анисимов – Д.: НГУ, 2015. – 272 с.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б

безтранспортна проходка
траншеї, 100
безтраншейний спосіб розкриття, 90
буровибухові роботи, 134

В

вантажотransпортний зв'язок, 129
вертикальні шахтні стовбури, 73
верхнє навантаження, 116
види примикання траншей, 12
види тупикових трас, 43
висота майданчика уступу, 25
внутрішні круті траншеї, 59
внутрішні похилі траншеї, 36
внутрішні траншеї, 37
внутрішня траса, 10

Г

гідромеханізація, 135
глибокі кар'єри, 73
горизонтальні ділянки траси, 11
горизонтальні тупикові
майданчики, 41
групові внутрішні траншеї, 39
групові зовнішні траншеї, 34
групування уступів, 63

Д

двоканатні дороги, 95
двотупиковий заїзд, 112
двошарове проведення траншеї, 123
ділянка примикання, 12
довжина маневрового
майданчика, 42
довжина спірального з'їзду, 54
довжина траси, 13
драглайн, 99

Е

елементи рудоскату, 69
елементи уступів, 25

З

загальні внутрішні траншеї, 40
загальні зовнішні траншеї, 35
загальні напівтраншеї, 51
запобіжні майданчики, 26
здвоєні внутрішні траншеї, 56
зовнішня похила траншея, 31
зовнішня траса, 10

К

канатні дороги, 97
канатно-скіповий підйомник, 60
капітальна траншея, 9
керівний підйом, 12, 17
класифікація розкриття родовищ, 29
клітьові підйомники, 66
ковзні з'їзди, 48
коефіцієнт подовження траси, 14
комбінована траса, 10
комбінований спосіб проведення
траншей, 131, 135
комбінований транспорт, 64
комбіновані способи розкриття, 89
комбіновані траншеї, 56
конвеєрні підйомники, 66
контури кар'єрного поля, 12
концентраційний горизонт, 63
криволінійна ділянка, 13
круті траншеї, 30, 60, 135
кут закладення з'їзду, 21
кут погашення борту кар'єра, 26
кут укусу борту траншеї, 10
кут укусу неробочого борту кар'єра,
22, 27
кут укусу робочого борту, 22

М

маневрові тупики, 114
масовий вибух, 136
машини неперервної дії, 124
механічна лопата, 107
мінімальна ширина траншеї, 108
місце розташування розкривних виробок, 39

Н

нагірні родовища, 68
напівтраншея, 9, 33
нестационарне розміщення траншеї, 37
нижнє навантаження, 116
нішевий заїзд, 112

О

об'єм внутрішньої капітальної траншеї, 20
об'єм групової траншеї, 16
об'єм з'їзду, 21
об'єм капітальної траншеї, 19
об'єм напівтраншеї, 20
об'єм похилої траншеї, 15
об'єм прямолінійної ділянки траншеї, 18
об'єм траншеї, 15
окремі внутрішні траншеї, 39
окремі зовнішні траншеї, 33

П

параметри глибоких кар'єрів, 73
парні внутрішні траншеї, 56
парні зовнішні траншеї, 37
перевантажувальні пункти, 63
переекскавація, 103
пересувні бункери, 119
петльові з'їзди, 51
петльова форма траси, 50
підземні виробки, 29

підйом капітальної траншеї, 13
підступ, 26
план траси траншеї, 10
планування траси, 136
пом'якшений похил, 12
похил траншей, 31
похила берма, 26
похилі ділянки траси, 11
похилі залізничні тунелі, 85
похилі підйомники, 59
похилі траншеї, 30
похилі шахтні стовбури, 73
пошарове проведення траншей, 120
примикання капітальних траншей, 11
приріст довжини траси, 12
провозоздатність, 43

Р

радіус закруглення, 13
розкривні гірничі виробки, 29
розміри траншеї, 99
розрізна траншея, 9
роторийний екскаватор, 124
рудоскати, 68
рудоспуски, 73, 80

С

системи розкриття родовищ, 28
скіповий підйомник, 62
скрепер, 134
спарена робота екскаваторів, 111
спеціальна траншея, 9
спеціальні способи проведення траншей, 133
спіральна форма траси, 52
спіральні траншеї, 52
способи розкриття родовищ, 28, 32
стационарне розміщення траншеї, 37
стійкий кут борту кар'єра, 23
стійкість бортів кар'єрів, 28
суцільний забій, 111, 119
схеми тупикових трас, 43

Т	форсоване проведення траншеї, 123
траси капітальних траншеї, 10	Ц
транспортування людей, 94	центральне розташування
траншея, 9	траншеї, 35
трасування траншеї, 10	Ш
тунелі, 73	швидкість проведення траншеї, 122
тупикові з'їзди, 47	ширина майданчика уступу, 25
тупикові траншеї, 42	ширина робочого майданчика, 23
У	ширина розрізної траншеї, 10, 126
уступи неробочого борту	ширина транспортного майданчика, 26
кар'єру, 25	ширина траншеї "по низу", 9
Ф	штольня, 80
флангове розташування траншеї, 37	штучне укріплення ділянок
форма траси траншеї, 11	бортів, 28

Навчальне видання

Собко Б.Ю.
Пчолкін Г.Д.
Корсунський Г.Я.
Ложніков О.В.

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Частина 1 РОЗКРИТТЯ РОДОВИЩ

Навчальний посібник

Видано в авторській редакції.

Підписано до друку 27.04.2017. Формат 30×42/2.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 17,2.
Обл.-вид. арк. 17,2. Тираж 100 пр. Зам. № .

Підготовлено до друку
у Державному ВНЗ «Національний гірничий університет».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004 р.
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.
та видруковано ...**xxxxxxxxxxxx**