

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты  
«Тау-кен ісі» кафедрасы

Сатанов Мамыр Муканулы

Васильковский карьеріндегі жұмыс аймағының параметрлерін модельдеу

**МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ**

7М07203 – «Тау-кен инженериясы»

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

О. А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

ӘОЖ 622.012 (043)

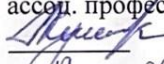
Қолжазба құқығында

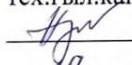
Сатанов Мамыр Муканулы


Магистр академиялық дәрежесін алу үшін  
**МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ (ЖОБА)**

Диссертацияның атауы      Васильковский карьеріндегі жұмыс аймағының  
параметрлерін модельдеу

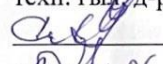
Дайындау бағыты            7М07203 – Тау-кен инженериясы

Ғылыми жетекші  
техн. ғыл. канд,  
ассоц. профессор  
 Куттыбаев А.Е.  
«19» 06, 2024ж.

Рецензент  
тех. ғыл. канд., қауым. проф.  
 Заурбекова Н.Д.  
«19» 06, 2024ж.

Норма бақылаушы  
жетекші инженер  
 Мендекинова Д.С.  
«19» 06, 2024ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНТУ им. К.И. Сәтбаева»  
Горно-металлургический институт  
им. О.А. Байқоңырова

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
Кафедра меңгерушісі  
техн. ғыл. д-ры., профессор  
 Молдабаев С.К.  
«20» 11, 06, 2024ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

О. А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Тау-кен кафедрасы

7М07203 – «Тау-кен инженериясы»



**БЕКІТЕМІН**

Тау-кен кафедрасының  
менгерушісі

техн. ғыл. д-ры, профессор

Молдабаев С.К.

2024 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға  
арналған**

**ТАПСЫРМА**

Магистрант Сатанов Мамыр Муканулы

Тақырыбы «Васильковский» карьеріндегі жұмыс аймағының параметрлерін модельдеу  
Университет ректорының №409 бұйрығымен бекітілген, «23» 11 2022ж.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі "19" 06 2024 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы деректері: «Васильковский» карьеріндегі  
аймағының параметрлерін модельдеу және оғтайландыру.

Магистрлік диссертацияда әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Модельдеу нәтижелерін талдау және олардың негізінде жұмыс аймағының параметрлерін оғтайландыру.
- б) Жұмыс аймағының параметрлерін модельдеу арқылы «Васильковский» карьеріндегі тау-кен жұмыстарының тиімділігін арттыру.
- в) Кемер биіктігі мен жұмыс алаңының ені үшін ашылған қорларды анықтау мысалдарын келтіру.
- з) Жұмыс аймағының биіктігі, ені, кемерлер саны және еңіс бұрышы сияқты негізгі оптималды параметрлерді анықтау.
- д) Жұмыс аймағының биіктігі, ені, кемерлер саны және еңіс бұрышы сияқты негізгі оптималды параметрлерді анықтау.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Systierov, O., Kuttybayev, A., Kuttybayeva, A. Implementation of sustainable development approaches by creating the mining cluster: The case of MPP "inguletskiy" (2023) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science

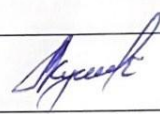
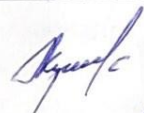
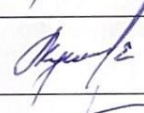
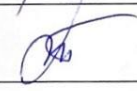
Rakishev, B.R., Auezova, A.M., Kuttybayev, A.Ye., Kozhantov, A.U. Specifications of the rock massifs by the block sizes. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.



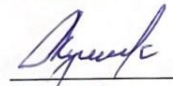
Магистрлік диссертацияны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Модельдеу нәтижелерін талдау және олардың негізінде жұмыс аймағының параметрлерін оңтайландыру	10.03.2022	
Жұмыс аймағының параметрлерін модельдеу арқылы «Васильковский» карьеріндегі тау-кен жұмыстарының тиімділігін арттыру	17.03.2023	
Ашылған және қазуға дайын қорларды есептеу және басқару әдістерінің тиімділігін дәлелдеу.	3.04.2023	
Жұмыс аймағының биіктігі, ені, кемерлер саны және еңіс бұрышы сияқты негізгі оптималды параметрлерді анықтау	14.04.2024	
Кемер биіктігі мен жұмыс алаңының ені үшін ашылған қорларды анықтау мысалдарын келтіру	22.04.2024	

Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қатысты бөлімдердегі диссертациялар кеңесшілері мен норма бақылаушысының қойған қолдары

Бөлімдердің атаулары	Консультанттар, аты-жөні ғылыми дәрежесі, атағы	Қол қойылған күні	Қолы
Васильковский кен орны	Куттыбаев А.Е. ассоц. профессор	16.02.2024	
Карьердің геологиялық моделі және геомеханикалық талдау	Куттыбаев А.Е. ассоц. профессор	20.04.2024	
Арнайы бөлім	Куттыбаев А.Е. ассоц. профессор	3.05.2024	
Норма бақылаушы	Мендекинова Д.С.	19.06.24	

Ғылыми жетекші



Куттыбаев А.Е

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Сатанов М.М

Күні

«11» 17 2024 ж

## АНДАТПА

Диссертация Солтүстік Қазақстандағы "Васильковский" мансабындағы жұмыс аймағының параметрлерін модельдеуге арналған. Зерттеуге кен орнының геологиялық, гидрогеологиялық сипаттамалары мен пайдалы қазбалар қорларын талдау кіреді. Негізгі мақсат-беткейлердің тұрақтылығын бағалау және жұмыс аймағының параметрлерін оңтайландыру үшін геотехникалық модельдерді әзірлеу арқылы мансаптық жұмыстардың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыру.

Зерттеу шеңберінде карьердің геологиялық құрылымына, минералдар мен тау жыныстарының таралуына, сондай-ақ массивтердің геомеханикалық қасиеттеріне талдау жүргізілді. Беткейлердің тұрақтылығы бағаланады, оңтайлы көлбеу бұрышесептеледі және бұзылу қаупін азайту әдістері ұсынылады. Диссертация сонымен қатар өндіріс әдістерін, өндірістік операцияларды жоспарлау мен оңтайландыруды қоса алғанда, мансапта қолданылатын технологиялық процестерді қарастырады.

## АННОТАЦИЯ

Диссертация посвящена моделированию параметров рабочей зоны на карьере «Васильковский» в Северном Казахстане. Исследование включает анализ геологических, гидрогеологических характеристик и запасов полезных ископаемых месторождения. Основной целью является повышение безопасности и эффективности карьерных работ через разработку геотехнических моделей для оценки устойчивости склонов и оптимизации параметров рабочей зоны.

В рамках исследования проведен анализ геологического строения карьера, распределения минералов и горных пород, а также геомеханических свойств массивов. Оценена устойчивость откосов, рассчитаны оптимальные углы наклона и предложены методы снижения рисков разрушения. Диссертация также рассматривает технологические процессы, применяемые на карьере, включая методы добычи, планирование и оптимизацию производственных операций.

## ANNOTATION

The dissertation is devoted to modeling the parameters of the working area at the Vasilkovsky quarry in Northern Kazakhstan. The study includes an analysis of the geological, hydrogeological characteristics and mineral reserves of the deposit. The main goal is to increase the safety and efficiency of quarry operations through the development of geotechnical models to assess the stability of slopes and optimize the parameters of the working area.

The study analyzed the geological structure of the quarry, the distribution of minerals and rocks, as well as the geomechanical properties of the massifs. The

stability of the slopes is estimated, the optimal angles of inclination are calculated and methods for reducing the risks of destruction are proposed. The dissertation also examines the technological processes used in the quarry, including mining methods, planning and optimization of production.

## МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	8
1 Васильковский кен орны	10
1.1 Кенорын жайлы жалпы мағлұмат	10
1.2 Кенорынның геологиялық сипаты	11
1.3 Кенорынның гидрогеологиялық сипаты	13
1.4 Пайдалы жыныстардың қорлары	14
1.5 Карьер параметрлері	16
1.6 Тау-кен жұмыстарын кешенді механикаландыру	16
1.7 Кенішті ашу	17
2 Карьердің геологиялық моделі және геомеханикалық талдау	18
2.1 Карьердің геологиялық моделі	18
2.2 Карьердің геологиялық құрылымын сипаттау, оның ішінде қабаттардың құрамы мен тау жыныстарының түрлерін қоса	19
2.3 Карьер шегіндегі минералдар мен тау жыныстарының таралуы	21
2.4 Тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттерін талдау және олардың жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігіне әсері	23
2.5 Карьердегі беткейлердің тұрақтылығын бағалау	25
2.6 Кемер бұрыштарының оптималды бұрыштарын және қауіпсіздік параметрлерін есептеу	27
2.7 Кемер тұрақтылығына әсер ететін факторларды талқылау және кемер бұзылуларымен байланысты қауіптерді азайту әдістері	30
2.8 Карьердегі технологиялық процестер	31
3 Арнайы бөлім	33
3.1 Карьердің жұмыс аймағы мен оның параметрлерін модельдеу және есептеу	33
3.2 Карьердің жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу арқылы ашылған тау жыныстарының қорларын анықтау	45
3.3 Карьердің жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу арқылы қазуға дайын тау жыныстарының қорларын анықтау	50
3.4 Экономикалық бөлім	53
3.4.1 Васильковский карьерінің өндірістік қызметті және қаржылық нәтижелерді талдау	53
ҚОРЫТЫНДЫ	
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	
А ҚОСЫМШАСЫ	
Б ҚОСЫМШАСЫ	

## КІРІСПЕ

Карьердегі жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу пайдалы қазбаларды қауіпсіз және тиімді өндіруді қамтамасыз етудің маңызды аспектісі болып табылады. Солтүстік Қазақстанда орналасқан «Васильковский» карьері әлемдегі ең ірі алтын кен орындарының бірі болып табылады және оның алтын қоры 380 тоннадан асады. Өндірістің көлемін үздіксіз арттыру және экологиялық талаптарды күшейту жағдайында жұмыс аймағының параметрлерін модельдеу өндірістік процестерді оптимизациялау үшін қажеттілікке айналады.

Осы зерттеудің негізгі мақсаты геотехникалық және геологиялық модельдерді әзірлеу және енгізу болып табылады, бұл жұмыс аймағы параметрлерін оптимизациялауға, карьерлік жұмыстардың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында кен орнының геологиялық және гидрогеологиялық сипаттамалары қаралады, пайдалы қазбалардың қорлары талданады, сондай-ақ тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттері зерттеледі.

Үлкен назар кемер қатпарларының тұрақтылығын бағалауға, оптималды кемер бұрыштарын есептеуге және кемер бұзылуларымен байланысты қауіптерді азайту әдістерін әзірлеуге аударылады. Геотехникалық модельдерді енгізу тек қауіпсіздік параметрлерін жақсартуға ғана емес, сонымен бірге карьердегі өндірістік процестердің жалпы тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Диссертация «Васильковский» карьерінде қолданылатын технологиялық процестерді, оның ішінде өндіру әдістерін, өндірістік операцияларды жоспарлау мен оптимизациялауды қарастырады. Суды басқару, жұмыс аймағы параметрлерін бақылау және мониторингіне ерекше назар аударылады, бұл ұзақ мерзімді перспективада карьерді сәтті пайдаланудың маңызды факторы болып табылады.

«Васильковский» жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу» диссертациялық зерттеуінің өзектілігі жұмыс аймағындағы процестерді есептеу және оптимизациялау арқылы өндіру тиімділігін арттыру.

*Диссертациялық зерттеудің мақсаты* – «Васильковский» карьеріндегі жұмыс аймағын зерттеу және оптимизациялау.

*Зерттеудің негізгі міндеттері қамтиды:*

- 1) Кен орнының геологиясын, гидрогеологиясын және қорларын қарастыру.
- 2) Карьердің жұмыс аймағы мен оның параметрлерін модельдеу және есептеу
- 3) Карьердегі беткейлердің тұрақтылығын бағалау
- 4) Жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу арқылы ашылған тау жыныстарының қорларын анықтау
- 5) Карьердің жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу арқылы қазуға



дайын тау жыныстарының қорларын анықтау.

*Зерттеу бағыты* – «Васильковский» карьеріндегі жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу.

*Зерттеу объектісі* – «Васильковский» карьері.

*Зерттеудің ғылыми жаңалығы* – жұмыс аймағының ең қолайлы параметрлерін талдау және процестерді модельдеу болып табылады.

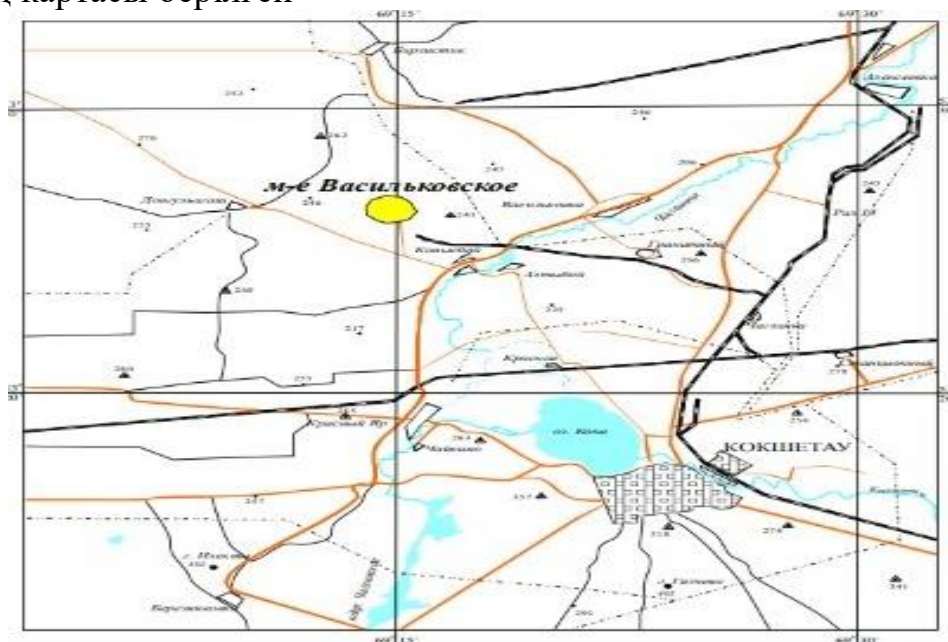
*Зерттеудің практикалық маңызы* «Васильковский» карьеріндегі жұмыс аймағының параметрлерін модельдеу арқылы қауіпсіздік пен тиімділікті арттыру, өндірістік процестерді оңтайландыру.

*Зерттеудің тәжірибелік қолданымдылығы* оның жұмыс аймағындағы ашық және өндіруге дайын тау жыныстарының қорларын жақсарту қабілетінде жатыр.

# 1 Васильковский кен орны

## 1.1 Кенорын жайлы жалпы мағлұмат

Алтынтау-Көкшетау кәсіпорны Ақмола облысының орталығы Көкшетау қаласынан солтүстікке қарай 17 км. қашықтықта орналасқан атауы бірдей кенорнын құру үшін салынды. 1.1 суретте Көкшетау қаласының картасы берілген



1.1 сурет - Көкшетау қаласының шолу картасы

Кенорнын ауданы экономикалық тұрғыдан игерілген деп есептеледі. Ауданда жақсы дамыған темір жол бар, темір жол станциясының қабылдау қабілеті жақсы, республикалық және облыстық маңыздағы қатты асфальтті қабығы бар автомобиль жолы бар. Кен орынынан 14 км қашықтықта оңтүстік-батысқа қарай Шағалалы темір жол станциясы орналасқан, оңтүстіктен 30 км қашықтықта, кез келген типтегі ұшақтарды қабылдай алатын, Көкшетау қаласының аэропорты орналасқан. Сонымен қатар ауданда электр энергиясынмен қамтамасыз ету жүйесі де жақсы дамыған.

Кенорнын алыс емес жерде 1150 кВ «Екібастұз-Көкшетау-Қостанай» электроалмасым торабы өтеді. Алтынтау-Көкшетау КБК электрмен қамтамасыз ету жұмысы солтүстік-шығысқа қарай 9 км жерде орналасқан Көкшетау каолинді КБК подстанциясы арқылы жүргізіледі.

Кенорнын ауданы Орталық Қазақстан қатпарлы аумақтың солтүстік шетіне қарай орналасқан. Рельеф осал шоқылы ұсақ шоқылы жазық ретінде ұсынылған. Ауданның оңтүстік жағы – денудациялық, аласа таулар түбекті учаскілері бар су бөлгіш шоқылы, 240 метрге дейін қатысты жоғарлайтын қыратты формалы болып келген. Жазық сәл бөлшектенген, қиын

конфигурациялы. Кеңдік бағытта созылмалы орталықты су бөлінісінің оңтүстігіне Есіл өзеніне ағатын өзендер ағысы қиылысады, ал солтүстігіне қарай ағынсыз көлге құятын сулар ағады.

Жазықтың жоғарғы белгілерінің абсолютті бөлігі 400-653 метрде орналасқан, ойпат жерлері -300-400 метрде орналасқан. Кен орынның шегінде абсолюттік белгілер 224,5-23,0 метр.

Ауданның солтүстік-шығыс жағын 420-220 метрлі абсолютті белгідегі көлбеу жазықтар болып ұсынылған Шағалалы өзенінің жіңішке ылдиы қиып өтеді.

Шағалалы ауданның негізгі су артериясы болып табылады, жащда тартылып кетеді, сонымен қатар шаруашылық қажеттер үшін реттелген сток болып табылады. Көкшетау қаласы маңында орналасқан су қоймасының сыйымдылығы 25 млн.м<sup>3</sup> жуық. Ағынсыз төмендеулердің көптігі және ауданның жазықтығы сток бетінің аккумуляциясына және басып кеткен зоналардың және ұсақ көлдердің, соның ішінде 5,5 млн.м<sup>3</sup> (2001 жылғы 1 қаңтардағы мәлімет) көлеміндегі, карьер алқабынан сақтандырушы дамбамен Шұңқыркөл көлінің пайда болуына негіз болды.

Ауданның климаты шұғыл континентальді. Жауын-шашынның аздығымен, әр түрлі бағыттағы әрдайымғы желдермен, ылғалдық тапшылығымен және салыстырмалы түрде интенсивті буланумен сипатталады. Жазы ыстық, қысы суық, қар аз.

Ауаның орташа жылдық температурасы +1,80С, ең ыстық айы – шілдеде орта тәулікті ауа температурасы +19,60С, ең суық айы – қаңтарда температура -16,20С. Ауаның абсолютті минималды температурасы -510С, максималды - +420С.

Топырақтың кату тереңдігі жылдың әр мезгілінде 67 ден 260 см. дейін, орташа 1,84 см құра ауытқиды.

## **1.2 Кенорынның геологиялық сипаты**

Геологты-құрылымдық жоспар бойынша Алтынтау-Көкшетау кенорнының рудалық алқабы Көкшетау орталау массивінің антиклинарлы құрылымының Алтыбай шекарасында, Дөңгілағаш жарылғыш зоналары әсер ететін салада орналасқан. Ол қиын поликомпонентті құрылыммен ерекшеленетін Алтыбай интрузияның оңтүстік-батыс бөлігімен байланыстырылған. Интрузивті массивтің солтүстік-батыс және орталық бөлігінде габбро-диориттер, қырыққұдық диориттері дамыған; оңтүстік бөлігінде зеренді комплексінің гранитоидтері дамыған. Ордовиксалар мен төменгі дивонтты түрлер дамыған алқаптарда аплиталармен, пегматиттермен, лейковатты гранитті, диоритті порфириттермен және тағы басқаларымен көрінген тарамыс пайда бола бастады. Интрузив рамасын рифей мен протероз комплекстерінің қиын дислоциялық метаморфиялық түрлері шоғырландырады [2].

Ауданның негізгі құрылымдық-тектоникалық бірлігі болып солтүстік-батыс опырылғыштарымен сүйенген солтүстік-батыс жазықтығы тереңдік жарықтарының дөңгілағаш жүйесі болып табылады.

Осындай бір сүйенушілік бұзушылыққа, атап айтқанда оның негізгі жарыққа түйіскен бұрышына Алтынтау-Көкшетау кенорнының рудалық алқабы да жатады, онда негізгі объекіден басқа да ұқсас алтынның рудалық құрылымдары да байқалады (Аралық, Алысты, Шнековты және басқалары). Оның геологиялық құрылымына рифей терең метаморфизді түрлер (хлорлы, серицит-кремді, көмірлі, филитті сланцылар, кварциттер), ефим және шарық свиттерінің қиылыстары қатысады. Шөгінділер габбро-диориттермен, кварцті диориттермен, зеренді кешенінің гранодиориттермен үзілген.

Рудалық алқаптың негізгі бөлігі төменгі девонтты гранитоидттерден құрылған, олардың ішінде порфирлі облысты гранодиорлар жие кездеседі. Рудалық алқап құрылысының негізгі ерекшелігі интрузивті түрлердің ерекше алалығы, олардың мүлт фашиалды өзгергіштігі және интенсивті метасоматикалық өңделуі болып табылады. Кенорны негізінен рифей түрі бар Алтыбай интрузивті массивіне қарай тартылады. Филитті сланцалар мен интрузивті құрылғылар арасында мүлт өзгермелі түрлермен ұсынылған өтпелі зоналар байқалады.

Кенорнында порфироблысты гранодиориттер, тығыз орналасқан ұсақ дәнді граниттер мен аплиттер дайқалар кеңінен таралған. Интрузивті түрлердің ішінен, әсіресе эндоконтакт арасында, өнеркәсіпті алтын рудалы шөгінділер үшін жағымды орта болып табылатын полешпатты метасоматитті кварцтар кеңінен дамыған.

Алтын-сульфитті-кварцті оруденениялар енгізудің ерте фазасысының габброидтерімен байланыс облысына жақындатылған. Мұнда 1,2% бастап 8,5% дейін мышьягы бар мышьяқты рудалы алтындар басым болады. Тектурлы-құрылымды ерекшеліктер бойынша олар вкрапленді, прожилді-вкрапленді және прожилкалы табиғи типті болып бөлінеді.

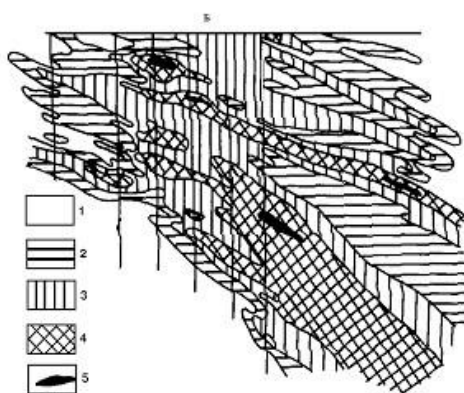
Вкрапленді әр түрліктер прожилкалы-вкрапленді және прожилкалы рудаларға қатысты сыртқы ореол жасай отырып, рудалы алқаптың шет жақтарында доминерленеді, вкрапленген рудалардағы алтынның болуы ізден бастап бір тоннада бірнеше граммға дейін ауытқып отырады.

Прожилкалы-вкрапленген рудалар прожилкалы вкрапленді рудаларда өтпелі болып табылады. Олар кенорнының оңтүстік-батысында және орталық бөлігінде кездеседі, әсіресе оның үстінгі шындарында орналасады. Бұл типті минерализациялау үшін ұялы біріктірілген орта –іріденді арсенопириттермен жіңішке проскалармен қоса алынуы сипатты болады.

Кенорнында төрт рудалық дене анықталған Негізгі, Орталық, Болашақты, Параллельді, Жаңа. Олардың геологиялық құрылысы ұқсас. Негізгі зона. Мұнда карьерлік қордың 99% пайызына дейін сақталған. Ол солтүстік-шығысқа бағытталған жолақты созылған штокверк түрінде болады. Ұзындығы бойынша зона 700,0 метрге дейін созылады, кеңдігі бойынша 120,0 ден 550,0 метрге дейін созылады. Карьердің тереңдігі 360 метрді құрайды.

Оның құлауы тігіненге жақын, оңтүстік-батысты, оруденияның даму тереңдігі 1000,0 метрден және одан да жоғары терндікте орналасқан. Параллельді, Болашақты және Жаңа рудалы зоналар соқыр жатыста жатыр және жер бетінен 250-380 метрге дейін тереңдікте разведкалы скважиналармен жасырынған. Олар 150,0 бастап 250,0 метрге дейін күштілікте бірнеше жүз метр жазықтықта анықталады. Зоналардың шекараларында сынап көру мәліметтері бойынша ұзындығы 400-900 метр болатын орталанған параметрлі және кендігі бойынша 50-700 метр болатын штокверткалы рудалы бағандар мен оруденияның жолақты зоналары белгіленеді.

Рудалы денелерде алтынның орналасуы тегіс емес. Алтынның 10,0 бастап 100,0 г/т концентрациясындағы локальді бай оқшауланулары кедей (3,0-7,0 г/т) және нашар (1,0-2,0 г/т) учаскілерге ауысады. Бұл 1.2-суретте толықтай берілген.



1.2 сурет - Кенорынның геологиялық картасы

Рудалардағы белгілі құндылық болып есептелетін бір ғана компонент алтын болып табылады. Оның кен орындағы орналасуының орташа болуы 2,81 г/т құрайды. Алтынның көп емес концентрацияларында алтынмен бірге молибден (73,0 г/т), мыс (79,0 г/т), күміс (0,04 г/т), висмут (81,0 г/т), никель (4,0 г/т), марганец (58,2 г/т), ванадий (62,0 г/т) болады. Олардың орташа мөлшері 1,5-3,0% дейін барады, рудаларда мышьяк та болады.

Балансты рудалар (1,5 г/т және одан да көп борты бар алтын) штокверканың орталық бөлігінде орналасқан, кедей рудалар оның шеткі жақтарында орналасқан.

Кенорны қиындығы бойынша үшінші топқа жатқызылған және тау өңдеу және буралы скважиналармен сыналған. Таулы өңдеулер бетінде және 175 метр, 115 метр және 55 метрлі горизонттарында өңдеулер өткізілген.

### 1.3 Кенорнының гидрогеологиялық сипаты

Кенорнының сулануына гранодиоритті, диоритті, габба-диоритті және тағы да басқа интрузивті түрлерге қатысатын су насосты кешен және тағы да басқалары жатады. Алтынтау-Көкшетау кенорнының ерекшелігі болып оның



тым қиын тектоникалық блоктарға байланыстығы болып табылады. Жортуыл шахтасына келіп ағатын судың максималды ағыны 66,4 л/с дейін жетеді.

Дренажды сулардың максимализациясы 0,9 бастап 2,0 г/дм<sup>3</sup> дейін өзгеріп тұрады. Химиялық құрылысы бойынша гидрокарбонатты-хлоритті кальцилі-магнитнатрий басым болады. Кенорныны өндеу сонында миниррализация 3г/дм<sup>3</sup> дейін өзгереді, сулар хлоритті-натрийлі болып қалады. Дренажды сулар мышьяқты болады. Судағы мышьяқтың болуы 0,2 бастап 3,5 мг/дм<sup>3</sup> ауытқып отырады, жер астындағы оның болжамды саны - 0,5 мг/дм<sup>3</sup> дейін жетеді.

Кенорны үшін гидрогеологиялық параметрлер жалпы мәні бойынша келесідей қабылданған фильтрация коэффициенті – 0,13м/тәу., деңгейліжүргізулер -2700 м<sup>2</sup>/сек, су өткізгіштік – 16 м<sup>2</sup>/тәу., су ауысымдылық – 0,006.

Жобаланушы 360 метр тереңдіктегі карьерге келіп түсетін су ағыны жер асты суларының арқасында 289 м<sup>3</sup>/сағ, жер асты сулары мен жауын-шашын есебінен – 397 м<sup>3</sup>/сағ. Судың табиғи ресурстары мен қоймалары 6960 м<sup>3</sup>/тәулігіне бағаланды. Пайдаланушылық қоймалар – 4920 м<sup>3</sup>/тәулік деп, МКҚ бекітілгендер -3700 м<sup>3</sup>/тәулік деп бағаланды. Көкшетау СЭС қорытындысы бойынша рудник суы лас және шаруашылық ауызсу мақсатында жарамайды да техникалық су қамтамасыз етуге пайдаланылады, бетон мен темірге агрессивті емес.

Толығымен кенорнының сумен қамтамасыз етілуі Раздольное (6,3 мың м<sup>3</sup>/тәулік), Алтынтау-Көкшетау (3,7 мың м<sup>3</sup>/тәулік) кенорны қорларымен және Сергеев су қоймасының (6,14 мың м<sup>3</sup>/тәулік) бетіндегі суларымен қамтамасыз етіледі. Аталған кенорнындағы ауыз суы МЕМСТАНД-тың 2874-82 «Ауыз суы» талаптарына сәйкес келеді.

#### **1.4 Пайдалы жыныстардың қорлары**

Орудениялар кварцті-сульфидті желіге және гидротермалды-өзгермелі түрлердегі сульфидтердің бірігуіне және прожилкаларына байланыстырылған.

Кеңінен кездесетін сульфидті минерал болып сульфидтер саны бойынша 62-80% құрайтын арсенопирит болып есептеледі. Онша көп емес мөлшерде пирит, марказит, халькопирит, сфалерит, пирротин, висмутин, тетрадимит бар. Рудадағы сульфидтің сомалық саны 5% дейін жетеді. Сульфидтен басқа рудалық минералдар гематит, күлгін рудада, таза алтында және висмут формаларында болады. Кен орында гранодиритпен және габбродиоритпен байланыстырылған руданың екі типі орналастырылған. Екі тип үшін де қышқылданған рудалар тән, олардан қазіргі уақытта қолда бар құрылымдармен түйдекті тазарту әдісімен алтын жақсы шығарылып алынады. Алғашқы рудаларда алтынның болуы онша мәнді шектерде ауытқып отырады – борттыдан 0,4г/т бастап 300-400г/т дейін жеке сынамаларда. Алтын ұсақ 0,001-0,063 мм. шектерінде, сонымен қатар алтынның орташа розмірі габбароидтерде 0,0025, ал гранитоидтарда – 0,004 мм құрайды. Бөлшектердің

беті таза, бұның өзі флотация мен цианирлеуге жағымды әсер етеді. Фазалық сараптаманың бойынша анықталғандай алғашқы рудаларды 90%-0.074 мм ірілікте дейін ұсақтаған кезде алтынның негізгі массасы жойылып және цианирлеу арқылы алынады.

Рудалы емес бөлігі – 27 ден 63 пайызға дейін кварцпен, дала шпатымен (16-66%), карботнатпен (0,4-5%), серицитпен (1,6-20%), мүйіздімен (4% дейін) және апаритпен (2,2% дейін) ұсынылған. Флюорит, пренит, турмалин кездеседі.

Және 1 қаңтарда бекітілген қорлардың көлемі кесте 1.1 берілген.

Кесте 1.1– ҚР МҚҚ 1997 жылғы 1 қаңтарда бекітілген қорлар (ҚР МҚҚ 1997 жылғы 24 наурыздағы №54 хаттамасы)

Түрі	Өлшем бірлігі	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> +C <sub>3</sub>
Барлығы кенорны бойынша				
Руда	Мың	57664,7	73597,9	11262,6
Алтын	Тонна	221829,0	14181,0	369010,0
Саны	г/т	3,85	2,00	2,81
С.і. ашық әд. табыл. рудалар	г/т мың	42144,0	61497,0	103623,0
Руда	Тонна	150716,0	81525,0	232241,0
Алтын	Кг	3,58	1,33	2,24
С.і. фабрикалық өңдеуде	Мың	41195,0	-	41195
Руда	Тонна	149385,0	-	149385
Алтын	Кг	3,63	-	3,63
Саны	г/т			
Түйдекті тазарту үшін	Мың	949,0	61479,0	62428,0
Руда	Тонна	1331,0	81525,0	82856,0
Алтын	Кг	1,4	1,33	1,33
Жер асты шығару үшін Руда	мың.тн	15520,0	12118,9	27639,6
Алтын	Тонна	71113,0	65656,0	136769,0
Саны	Кг	4,58	5,42	4,95

Гранодиориттермен, габбродиориттермен ұсынылған жасырынған және аралас түрлер құрылыс қиыршықтасын өндіру үшін қажетті. В+С<sub>1</sub> сатсындағы тасты құру үшін қорлар 92млн.м<sup>3</sup> құрайды.

Кен орынның ашық өндіру үшін 360 метрлі тереңдіктегі қорлары КСРО-ның МҚҚ екі рет бекітілді. Қорлардың соңғы есеп жүргізілуі, сонымен қатар кенорнының жер асты бөлігін алғанда 1997 жылғы 1 қаңтар жағдайы бойынша жүргізілген болатын (ҚР МҚҚ 1997 жылғы 24 наурыздағы №53 хаттамасы) және де ашық жұмыстар үшін балансты фабрикалық рудалардың қорлары өзгеріссіз қалдырылды. ҚР МҚҚ 2000 жылғы 23 мамырдағы №48-00-СВ хаттамасына сәйкес бекітілген қорлардың классификациясы олардың табиғи типизациясын ескере отырып өзгертілді және кесте 1.2 берілген.

Кесте 1.2– 2005 жылғы 1 қаңтар жағдайына қорлар саны

Шығару тәсілі	Көрсеткіштер	өлшем бірліктер	Қорлар санаты		
			C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> +C <sub>3</sub>
Барлығы кен орын бойынша	Руда	мың.тң	52870	70792	123662
	Алтын	кг	209780	143844	353624
	Саны	кг/тң	3,96	2,03	2,86

### 1.5 Карьер параметрлері

Кен өндірудің жылдық өнімділігі жылына 8 млн. т-ға дейін, алтынның орташа құрамы 2 г/тн-ге жуық

Васильков карьерінің жобалық параметрлері:

- 1) Тереңдігі-380 метр;
- 2) Кемердің биіктігі-15 м;
- 3) Сақтандырғыш бермалардың ені-10м;
- 4) Автокөлік бермінің ені-25м;
- 5) Карьер ернеулері еңістерінің бұрыштары: 42-45 градусты құрайды;
- 6) Карьер ені (батыстан шығысқа қарай)- 1 210 м;
- 7) Карьердің ұзындығы (солтүстіктен оңтүстікке қарай)-1 290 м;
- 8) Карьердің түбінің ұзындығы- 110м;
- 9) Карьердің түбінің ені- 86м;

Сонымен қатар карьер көлбеу траншеялар арқылы ашылған, траншеяның ұзындығы 200 м және тілме оржол ұзындығы 1900 м.

### 1.6 Тау-кен жұмыстарын кешенді механикаландыру

Жұмыс көлемі өндірістік процестерде қабылданған технология мен құралдарға байланысты анықталады.

Карьердің жұмыс сипатын анықтайтын негізгі өндірістік процестер:

- тау жанысын қазуға дайындау;
- қазу-тиеу жұмыстары;
- тау жынысын тасымалдау;
- аршу жыныстарын үйінділеу;

Негізгі жұмыстардың дұрыс және қауіпсіз орындау үшін келесідей көмекші жұмыстар жүргізіледі:

- электрмен жабдықтау желілерін жылжыту,
- сақтандыру бермаларын тазалау,
- техникаларды жөндеу.

Тау жыныстарын қазуға дайындау, бұрғылап аттыру жұмыстары арқылы жүзеге асырылады. Бұрғылау жұмыстарына DM 45 станогы қабылданған. Ұңғымаларды квадрат пішінді орналастырады. Тау-кен массасын аттыру үшін Reoflex 80/20 типті гелий-Сулы ЖЗ қолданады. Аттыру жұмыстары аптасына

бір рет және бір уақытта барлық деңгейжиектерде жүргізіледі.

Аттыру жұмыстарын механикаландыру, ұнғыманы оқтау үшін МЗ-4А, тығындау үшін және оттыру құралдарын тасымалдау үшін ЗС-1М типті машиналар қабылдау арқылы жүзеге асырылады.

Қопсытылған жыныстарды қазып-тиеу үшін қуатты экскаваторлар қарастырылған, кенге KOMATSU PC-1800 ал бос жынысқа HITACHI EX 1200 қабылдадым. Кемер биіктігі – 15 м.

Аршыма жыныстарды үйіндіге, пайдалы қазындыны қайта тиеу алаңына тасымалдау үшін CAT777D автоөзітүсіргін қабылдаймын.

Аршыма жыныстарды сыртқы үйіндіге үйінділеу қарастырылған. Үйінділеу жұмыстарын CAT D10T бульдозерлері жүргізеді.

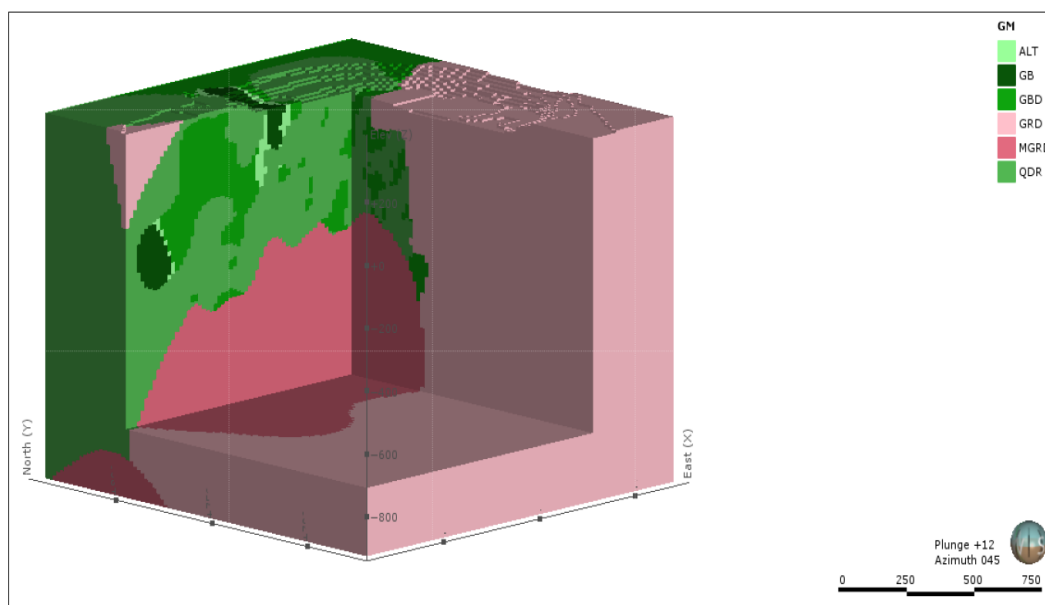
### **1.7 Кенішті ашу**

Жұмыс деңгейжиектерін ашу арнайы қазбалармен жүргізіледі. Тау – кен қазындысын тасымалдау үшін әрбір деңгейжиек көлбеу күрделі оржолмен ашылуы керек, ол ашылатын деңгейжиектің биіктік белгісін жұмыс жүргізіліп жатқан деңгейжиек пен жер бетінің биіктік белгілерімен қосады. Оржол жер бетінен қазылған ор тәрізді қазба оның түбі топырақ қабатымен бүйірлері көлбеу жазықтықтарымен ені бойынша – оның бүйірімен шектеледі. Оржол жағдауының жазықтыққа көлбеу бұрышы оржол жағдауының қиябет бұрышы деп аталады. Ол бұрыштың мәні кемердің қиябет бұрышы сияқты оржол жүргізілетін жыныстардың не пайдалы қазбаның беріктігіне байланысты болады. Оржолдар көлбеу және жазық оржолдар болып бөлінеді Қазіргі уақытта кен орны көлбеу оржолдармен ашылған. Ашудың осы тәсілі кезінде, жоғарыда жатқан горизонттан, төменгі жатқан кемер белгісіне дейін тілме оржолы жүргізіліп, деңгейжиекті тазалап қазып алуға дайындайтын горизонтальды тілме оржолы жүргізіледі. Тау-кен жұмыстарының дамуына қарай, жоғарыда жатқан горизонттардан төменгі горизонттарға тілме оржолы жүргізіледі, бұл ретте өтетін ор көлденең алаңның оржол бөліктерінің арасында болған кезде, жатқан ордың жоғары жалғасуы болып табылады.

## 2 Карьердің геологиялық моделі және геомеханикалық талдау

### 2.1 Карьердің геологиялық моделі

«Васильковский» карьерінің геологиялық моделін құру пайдалы қазбаларды тиімді жоспарлау және басқару үшін маңызды қадам болып табылады. Геологиялық модель карьердің геологиялық құрылымын, минералдар мен тау жыныстарының таралуын толық сипаттайды, сондай-ақ тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттерін талдайды. Бұл ақпарат пайдалы қазбалардың қорын бағалау, жарылыс-бұрғылау жұмыстарын жоспарлау және карьердің откос қатпарларының тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қажет [1]. Және 2.1 суретте Васильковский Кен орнының литологиялық 3-D моделі көрсетілген.



2.1 сурет – Кен орнының литологиялық 3-D моделі

"Васильковский" карьерінің геологиялық құрылымы әртүрлі тау жыныстарының, негізінен қарқынды метаморфтық өзгерістерге ұшыраған порфиробластикалық гранодиориттер мен диориттердің болуымен сипатталады. Кен орнын құрайтын негізгі жыныстарға гранодиориттер, кварц диориттері және габбро диориттері жатады. Бұл жыныстардың жарылуы жоғары және құрамында кварц-сульфидті тамырлар мен тамырларға салынған алтынның едәуір қоры бар.

Гранодиориттер мен диориттер порфирлі құрылымдармен және магмалық минералдардың жоғары құрамымен сипатталатын негізгі кенді жыныстарды құрайды. Бұл процестерге гидротермиялық белсенділік пен метасоматоз жатады, нәтижесінде кварц-сульфидті тамырлар мен алтынның жоғары тамырлар пайда болды.

"Васильковский" карьері шегінде минералдар мен тау жыныстарының



таралуы біркелкі емес, бұл кен орнының күрделі геологиялық құрылымына байланысты. Негізгі кен денелері карьердің орталық бөлігінде шоғырланған, онда алтынның ең көп мөлшері бар. Перифериялық аймақтарда пайдалы қазбалардың мөлшері едәуір төмен, бұл өндірісті оңтайлы жоспарлау үшін тауарлы-материалдық құндылықтарды егжей-тегжейлі картаға түсіруді және бағалауды қажет етеді.

Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері карьердің қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Тау жыныстарының жоғары жарылуы беткейлерді нығайтудың және олардың бұзылуын болдырмаудың арнайы әдістерін қажет етеді. Кен орнында жүргізілген геотехникалық зерттеулер тау жыныстарының механикалық қасиеттерін анықтауға мүмкіндік береді, мысалы, қысу беріктігі, серпімділік модулі және үйкеліс коэффициенті. Бұл деректер беткейлерді нығайту және құлаудың алдын алу шараларын әзірлеу үшін пайдаланылады[2].

Тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттерін бағалау бұрғылау-жару жұмыстарын оңтайлы жоспарлау үшін де қажет. Тау жыныстарының механикалық қасиеттерін білу Жарылғыш заттардың көлемін дәл есептеуге, бұрғылаудың оңтайлы параметрлерін анықтауға және беткейлердің бұзылу қаупін азайтуға мүмкіндік береді. Бұл жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға және қоршаған ортаға әсерді азайтуға көмектеседі.

"Васильковский" карьерінің геологиялық моделі пайдалы қазбалар қорларын кешенді бағалауға, өндірістік операцияларды жоспарлауға және беткейлердің тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Геостатистика мен компьютерлік модельдеудің заманауи әдістерін қолдану кен денелерінің таралуының нақты модельдерін құруға және кен орнын игеру кезінде олардың өзгеруін болжауға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе ұзақ мерзімді жоспарлау және өндірістің тұрақты деңгейін қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Осылайша, "Васильковский" карьерінің геологиялық моделі тау-кен өндірісін тиімді басқарудың маңызды құралы болып табылады. Геологиялық құрылымның егжей-тегжейлі сипаттамасы, минералдар мен тау жыныстарының таралуы, сондай-ақ тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттерін талдау жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етуге, тәуекелдерді азайтуға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. кен өндіру саласын дамыту.

## **2.2 Карьердің геологиялық құрылымын сипаттау, оның ішінде қабаттардың құрамы мен тау жыныстарының түрлерін қоса**

Васильковский карьерінің геологиялық құрылымы ғасырлар бойы жүргізілген геологиялық процестердің нәтижесінде пайда болған тау жыныстарының алуан түрлерінің күрделі қосындысы болып табылады. Кен

орны Солтүстік Көкшетау күмбезді сақина құрылымының ішінде орналасқан, бұл оның бірегей геологиялық құрылымын анықтайды. Кен орнын құрайтын негізгі тау жыныстары порфиробластты гранодиориттер, диориттер, кварцты диориттер және габбродиориттер.

Порфиробласттикалық гранодиориттер Васильковский карьеріндегі негізгі кенді орналастыратын жыныстар болып табылады. Бұл жыныстар порфириттік текстурамен сипатталады және ұсақ түйіршікті матрицамен қоршалған ірі дала шпаты кристалдарынан тұрады. Гранодиориттердің сынуы жоғары, бұл құрамында алтыны бар сұйықтықтардың жиналуына және кен денелерінің пайда болуына ықпал етеді. Гранодиориттерді құрайтын негізгі минералдар: кварц, дала шпаты және биотит. Бұл тау жыныстары қарқынды метаморфтық өзгерістерге ұшырап, кварц-сульфидті тамырлар мен веналардың пайда болуына әкелді.

Диориттер де кен орнының геологиялық құрылымының маңызды бөлігі болып табылады. Бұл тау жыныстары орташа түйіршікті құрылыммен және плагиоклаз бен амфиболдың көп мөлшерімен сипатталады. Диориттердің гранодиориттермен салыстырғанда жарылуы азырақ болады, бірақ сонымен бірге рудалы жыныстар ретінде қызмет етеді. Гидротермиялық өзгеріс процесі кезінде диориттерде сульфидті минералдар мен алтынға бай метасоматикалық аймақтар түзіледі. Бұл аймақтар жоғары концентрлі рудалық денелердің қалыптасуының кілті болып табылады[4].

Кварц диориттері – негізінен кварц пен плагиоклаздан тұратын, аз мөлшерде амфибол мен биотиттен тұратын тау жыныстары. Бұл тау жыныстары ашық сұр түсті және ұсақ түйіршікті құрылымға ие. Кварц диориттері атмосфералық әсерге өте төзімді және геологиялық карта жасау үшін маркер бола алатын массивті денелерді құрайды. Олардың концентрациясы әдетте гранодиориттерге және диориттерге қарағанда төмен болса да, олардың құрамында алтыны бар тамырлар да бар.

Габбро-диориттер кен орнының ең терең жыныстары болып табылады. Бұл тау жыныстары пироксен және амфибол сияқты қара түсті минералдардың жоғары пайызын қамтиды және ірі түйіршікті құрылыммен сипатталады. Габбро-диориттердің сынуы төмен, бұл олардың гидротермиялық өзгерістерге бейімділігін азайтады. Бірақ гранодиориттермен және диориттермен жанасу аймақтарында алтынға және басқа минералдарға бай метасоматикалық аймақтар түзілуі мүмкін.

Васильковский кен орнында кен денелерінің пайда болуында метаморфтық процестер басты рөл атқарды. Қарқынды гидротермиялық өзгеріс алтынның негізгі тасымалдаушылары болып табылатын кварц-сульфидті тамырлар мен веналардың пайда болуына әкелді. Бұл процестер металға бай сұйықтықтарды енгізуді және олардың негізгі тау жыныстарымен әрекеттесуін қамтыды. Нәтижесінде алтын және күміс, мыс және қорғасын сияқты ілеспе металдар шоғырланған метасоматизм аймақтары пайда болды.

Васильковский карьерінің геологиялық құрылымы шөгінділер мен тектоникалық оқиғалардың реттілігін көрсететін бірнеше стратиграфиялық

бірліктерді қамтиды. Секцияның жоғарғы бөлігінде құмдармен, саздармен және құмды саздармен ұсынылған төрттік шөгінділері бар. Бұл шөгінділер жұқа және ескі жыныстарды жауып жатыр. Төменде палеозой жыныстары, оның ішінде гранодиориттер, диориттер және габбро-диориттер бар. Бұл жыныстар негізгі кенді горизонттарды құрайды және негізгі алтын қорларын қамтиды.

Васильковский карьеріндегі кен денелерінің пайда болуы мен пайдалы қазбалардың таралуында геологиялық бұзылулар маңызды рөл атқарады. Васильковско-Березовский және Донгулягашский сияқты ірі бұзылулар сұйықтықтың өту жолы ретінде қызмет ететін өткізгіштігінің жоғарылау аймақтарын жасайды. Осы жарықтар бойында алтынға және ілеспе металдарға бай метасоматикалық аймақтар түзіледі. Ақаулар тау-кен жұмыстарын жоспарлау кезінде ескерілуі тиіс тау жыныстарының жарылуы мен олардың тұрақтылығына да әсер етеді.

Осылайша, Васильковский карьерінің геологиялық құрылымы әртүрлі типтегі тау жыныстарының, соның ішінде порфиробластты гранодиориттердің, диориттердің, кварц диориттерінің және габбро-диориттердің күрделі комбинациясы болып табылады. Метаморфтық процестер мен гидротермиялық өзгерістер кен денелерінің қалыптасуында басты рөл атқарып, кен орнын тау-кен өнеркәсібінің бірегей және маңызды нысанына айналдырды. Карьердің геологиялық үлгісін жасау тау-кен жұмыстарын тиімді жоспарлауға, қауіпсіздікті қамтамасыз етуге және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

### **2.3 Карьер шегіндегі минералдар мен тау жыныстарының таралуы**

"Васильковский" карьері шегінде минералдар мен тау жыныстарының таралуы күрделі және біркелкі емес, бұл миллиондаған жылдар бойы болған геологиялық процестермен байланысты. Бұл процестерге магматизм, метаморфизм және гидротермиялық белсенділік жатады, олар әртүрлі тау жыныстары мен минералды ассоциациялардың пайда болуына ықпал етті. Минералдар мен тау жыныстарының таралуын түсіну тау-кен жұмыстарын тиімді жоспарлау мен карьер ресурстарын басқарудың кілті болып табылады.

Ішінде Карьер" Васильковский " тау жыныстарының бірнеше негізгі түрлері, соның ішінде порфиробласт гранодиориттері, диориттер, кварц диориттері және габбро диориттері ерекшеленеді. Бұл жыныстар кенді горизонттардың негізгі бөлігін құрайды және пайдалы қазбалардың тасымалдаушысы болып табылады.

Порфиробласт гранодиориттері: бұл жыныстар ұсақ түйіршікті матрицамен қоршалған үлкен фельдшпат кристалдарының болуымен сипатталады. Олар негізгі кен жыныстары болып табылады және құрамында алтынның айтарлықтай концентрациясы бар. Гранодиориттердің жарылуы жоғары, бұл гидротермиялық сұйықтықтардың көші-қонына және кен денелерінің пайда болуына ықпал етеді.

Диориттер: бұл жыныстар орташа түйіршікті құрылымға ие және плагиоклаз бен амфиболдың жоғары құрамына ие. Диориттер гранодиориттермен салыстырғанда аз жарылған, бірақ сонымен бірге кенді жыныстар ретінде қызмет етеді. Оларда сульфидті минералдар мен алтынға бай метасоматоз аймақтары қалыптасады.

Кварц диориттері: бұл жыныстар негізінен кварц пен плагиоклаздан тұрады, құрамында амфибол мен биотит аз. Кварц диориттері ашық сұр түсті және ұсақ түйіршікті құрылымға ие. Оларда алтын тамырлар да кездеседі, дегенмен олардың концентрациясы гранодиориттер мен диориттерге карағанда төмен.

Габбро диориттері: бұл жыныстарда пироксен және амфибол сияқты кара минералдардың жоғары пайызы бар және ірі түйіршікті құрылымымен сипатталады. Габбро-диориттердің жарылуы төмен, бірақ гранодиориттермен және диориттермен байланысқан жерлерде алтынға бай метасоматикалық аймақтар пайда болуы мүмкін.

Минералды ассоциациялар және пайдалы қазбалардың таралуы.

"Васильковский" карьері шегінде пайдалы қазбалардың таралуы да айтарлықтай біркелкіуестігімен сипатталады. Негізгі кен денелері карьердің орталық бөлігінде шоғырланған, онда алтынның ең көп концентрациясы байқалады. Перифериялық аймақтарда пайдалы қазбалардың мөлшері едәуір төмен, бұл өндірісті оңтайлы жоспарлау үшін тауарлы-материалдық құндылықтарды егжей-тегжейлі картаға түсіруді және бағалауды қажет етеді[2].

Карьер шегінде кездесетін негізгі минералды бірлестіктер-кварц-сульфидті тамырлар мен тамырлар, арсенопирит кендері және метасоматикалық аймақтар. Бұл ассоциациялар гидротермиялық белсенділік пен метасоматоз нәтижесінде пайда болды, бұл алтын мен ілеспе металдардың жиналуына ықпал етті.

Кварц-сульфидті тамырлар мен тамырлар: бұл минералды түзілімдер Васильковский карьеріндегі алтынның негізгі тасымалдаушылары болып табылады. Олар жарылған жыныстарда пайда болады және кварц пен пирит, халькопирит және арсенопирит сияқты сульфидтерден тұратын тамырлар мен тамырлар болып табылады. Бұл тамырлар айтарлықтай тереңдікке және көлденең қашықтыққа созылады, бұл оларды өндіру үшін маңызды нысандарға айналдырады.

Арсенопирит кендері: бұл кендерде арсенопирит пен алтынның жоғары концентрациясы, сондай-ақ күміс пен мыс сияқты ілеспе металдар бар. Арсенопирит кендері метасоматоз аймақтарында түзіледі және жоғары тығыздық пен беріктікпен сипатталады. Олар алтын мен басқа да пайдалы қазбалардың маңызды көзі болып табылады.

Метасоматикалық аймақтар: бұл аймақтар бастапқы минералдарды жаңадан пайда болған минералдармен алмастыру орын алатын қарқынды гидротермиялық өңдеу аймақтары болып табылады. Метасоматикалық аймақтар алтынға және басқа металдарға бай және әртүрлі тау жыныстары

арасындағы байланыстарда жиі кездеседі. Бұл аймақтар жоғары концентрацияланған кен денелерін қалыптастыруда шешуші рөл атқарады.

"Васильковский" карьері шегінде минералдар мен тау жыныстарының таралуы күрделі және біркелкі емес, бұл миллиондаған жылдар бойы болған геологиялық процестермен байланысты. Тау жыныстарының негізгі түрлеріне порфиробласт гранодиориттері, диориттер, кварц диориттері және габбро диориттері жатады. Кварц-сульфидті тамырлар, арсенопирит кендері және метасоматикалық аймақтар сияқты минералды бірлестіктер алтын мен онымен байланысты металдардың негізгі тасымалдаушылары болып табылады. Геологиялық ақаулар кен денелерінің қалыптасуында және пайдалы қазбалардың таралуында маңызды рөл атқарады. Минералдар мен тау жыныстарының таралуын түсіну тау-кен жұмыстарын тиімді жоспарлау мен карьер ресурстарын басқарудың кілті болып табылады.

#### **2.4 Тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттерін талдау және олардың жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігіне әсері**

Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері Васильковский карьеріндегі жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл қасиеттерді түсіну және бағалау бұрғылау жұмыстарын оңтайлы жоспарлауға, беткейлерді нығайтуға және құлаудың алдын алуға мүмкіндік береді, бұл сайып келгенде өнімділікті арттыруға және тәуекелдерді азайтуға көмектеседі.

Тау жыныстарының негізгі геомеханикалық қасиеттеріне қысу беріктігі, серпімділік модулі, ішкі үйкеліс коэффициенті және когезия жатады. Бұл параметрлер жүктемелердің әсерінен тау жыныстарының мінез-құлқын және олардың бұзылуға төзімділігін анықтайды.

Сығымдау күші: бұл параметр тау жыныстарының сыртқы жүктемелерге бұзылмай қарсы тұру қабілетін сипаттайды. Жоғары қысу беріктігі тау жыныстарының бұрғылау және құлаған жыныстардың салмағы сияқты механикалық әсерлерге төзімділігін көрсетеді.

Серпімділік модулі: бұл параметр жыныстың жүктеме кезінде деформациялану және жүктемені алып тастағаннан кейін бастапқы пішініне оралу қабілетін сипаттайды. Жоғары серпімділік модулі жыныстың қаттылығын және оның деформацияға қарсы тұру қабілетін көрсетеді.

Ішкі үйкеліс коэффициенті және когезия: бұл параметрлер тау жыныстарының бөлшектері арасындағы ішкі байланыс күштерін сипаттайды. Ішкі үйкеліс пен когезияның жоғары коэффициенті беткейлердің тұрақтылығын қамтамасыз етеді және құлау қаупін азайтады.

Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері карьердегі жұмыс қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Тау жыныстарының жоғары жарылуы мен төмен беріктігі беткейлердің құлауына және апаттарға әкелуі мүмкін, бұл жұмысшылардың өмірі мен денсаулығына қауіп төндіреді. Мұндай оқиғалардың алдын алу үшін тұрақты геотехникалық зерттеулер жүргізу және



беткейлерді нығайту бойынша тиісті шараларды қолдану қажет. Сынуды бағалау: тау жыныстарының сынуы олардың тұрақтылығына әсер ететін маңызды фактор болып табылады. Жоғары жарықтар массивтердің беріктігін төмендетеді және құлау ықтималдығын арттырады. Жарықтарды бағалау үшін геофизикалық зерттеу және визуалды тексеру әдістері қолданылады, бұл жарықтардың тығыздығы мен бағытын анықтауға мүмкіндік береді.

Беткейлерді нығайту: беткейлердің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін анкерлік жүйелерді, торларды және геотекстильді материалдарды пайдалануды қоса алғанда, әртүрлі нығайту әдістері қолданылады. Бұл шаралар құлау қаупін азайтуға және қауіпсіз жұмыс жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері тау-кен жұмыстарының тиімділігіне де әсер етеді. Жүктеме кезіндегі тау жыныстарының беріктік сипаттамалары мен мінез-құлқын білу бұрғылау-жару жұмыстарын оңтайландыруға, беткейлерді нығайту шығындарын азайтуға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Бұрғылау-жару жұмыстарын оңтайландыру: геомеханикалық деректер бұрғылау-жару жұмыстарын жоспарлау үшін қолданылады, оның ішінде бұрғылау ұңғымаларының тереңдігі мен орналасуын анықтау, жарылғыш заттардың түрлерін таңдау және қажетті көлемдерді есептеу. Бұл параметрлерді оңтайландыру бұрғылау және жару шығындарын азайтуға және қоршаған жыныстардың бұзылуын азайтуға мүмкіндік береді.

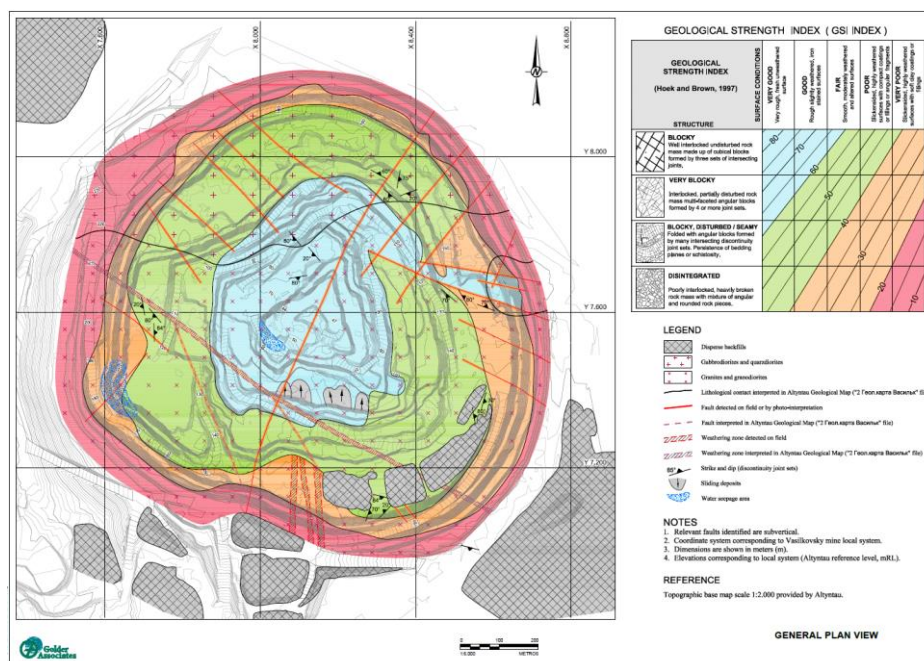
Кенді қазуды жоспарлау: тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттерін білу кен өндіруді тиімді жоспарлауға, ең қауіпсіз және үнемді өндіру әдістерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл ең аз шығындар мен максималды өнімділікті қамтамасыз ететін дұрыс жабдық пен технологияны таңдауды қамтиды.

"Васильковский" карьерінде тау жыныстарының беріктік сипаттамаларын бағалауға және беткейлерді нығайту шараларын әзірлеуге бағытталған геомеханикалық зерттеулер үнемі жүргізіледі. Бұл зерттеулер үлгілерді зертханалық сынау, далалық бақылау және геофизикалық зерттеу әдістерін қолданады. Нәтижелер жүктеме кезінде тұқымдардың мінез-құлқын үлгілерін жасауға және олардың тұрақтылығын болжауға мүмкіндік береді.

Тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттерін талдау "Васильковский" карьеріндегі жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етудің маңызды аспектісі болып табылады. Беріктік сипаттамаларын, жарықшақтарды және басқа геомеханикалық параметрлерді түсіну бұрғылау-жару жұмыстарын оңтайлы жоспарлауға, беткейлерді нығайтуға және құлаудың алдын алуға мүмкіндік береді. Бұл шаралар тәуекелдерді азайтуға, өнімділікті арттыруға және тау-кен өнеркәсібінің тұрақты дамуына ықпал етеді. Геотехникалық зерттеулердің заманауи әдістерін және беткейлерді нығайту технологияларын қолдану теріс әсерді азайта отырып, мансапта қауіпсіз және тиімді жұмыс жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [5].

## 2.5 Карьердегі беткейлердің тұрақтылығын бағалау

Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері Васильковский карьеріндегі жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл қасиеттерді түсіну және бағалау бұрғылау жұмыстарын оңтайлы жоспарлауға, беткейлерді нығайтуға және құлаудың алдын алуға мүмкіндік береді, бұл сайып келгенде өнімділікті арттыруға және тәуекелдерді азайтуға көмектеседі. 2.2-суретте Тау жыныстарының беріктігінің геотехникалық жоспары көрсетілген.



2.2-сурет-Тау жыныстарының беріктігінің геотехникалық жоспары

Тау жыныстарының негізгі геомеханикалық қасиеттеріне қысу беріктігі, серпімділік модулі, ішкі үйкеліс коэффициенті және когезия жатады. Бұл параметрлер жүктемелердің әсерінен тау жыныстарының мінез-құлқын және олардың бұзылуға төзімділігін анықтайды.

Сығымдау күші: бұл параметр тау жыныстарының сыртқы жүктемелерге бұзылмай қарсы тұру қабілетін сипаттайды. Жоғары қысу беріктігі тау жыныстарының бұрғылау және құлаған жыныстардың салмағы сияқты механикалық әсерлерге төзімділігін көрсетеді.

Серпімділік модулі: бұл параметр жыныстың жүктеме кезінде деформациялану және жүктемені алып тастағаннан кейін бастапқы пішініне оралу қабілетін сипаттайды. Жоғары серпімділік модулі жыныстың қаттылығын және оның деформацияға қарсы тұру қабілетін көрсетеді.

Ішкі үйкеліс коэффициенті және когезия: бұл параметрлер тау жыныстарының бөлшектері арасындағы ішкі байланыс күштерін сипаттайды. Ішкі үйкеліс пен когезияның жоғары коэффициенті беткейлердің

тұрақтылығын қамтамасыз етеді және құлау қаупін азайтады.

Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері карьердегі жұмыс қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Тау жыныстарының жоғары жарылуы мен төмен беріктігі беткейлердің құлауына және апаттарға әкелуі мүмкін, бұл жұмысшылардың өмірі мен денсаулығына қауіп төндіреді. Мұндай оқиғалардың алдын алу үшін тұрақты геотехникалық зерттеулер жүргізу және беткейлерді нығайту бойынша тиісті шараларды қолдану қажет.

Сынуды бағалау: тау жыныстарының сынуы олардың тұрақтылығына әсер ететін маңызды фактор болып табылады. Жоғары жарықтар массивтердің беріктігін төмендетеді және құлау ықтималдығын арттырады. Жарықтарды бағалау үшін геофизикалық зерттеу және визуалды тексеру әдістері қолданылады, бұл жарықтардың тығыздығы мен бағытын анықтауға мүмкіндік береді.

Беткейлерді нығайту: беткейлердің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін анкерлік жүйелерді, торларды және геотекстильді материалдарды пайдалануды қоса алғанда, әртүрлі нығайту әдістері қолданылады. Бұл шаралар құлау қаупін азайтуға және қауіпсіз жұмыс жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері тау-кен жұмыстарының тиімділігіне де әсер етеді. Жүктеме кезіндегі тау жыныстарының беріктік сипаттамалары мен мінез-құлқын білу бұрғылау-жару жұмыстарын оңтайландыруға, беткейлерді нығайту шығындарын азайтуға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Бұрғылау-жару жұмыстарын оңтайландыру: геомеханикалық деректер бұрғылау-жару жұмыстарын жоспарлау үшін қолданылады, оның ішінде бұрғылау ұңғымаларының тереңдігі мен орналасуын анықтау, жарылғыш заттардың түрлерін таңдау және қажетті көлемдерді есептеу. Бұл параметрлерді оңтайландыру бұрғылау және жару шығындарын азайтуға және қоршаған жыныстардың бұзылуын азайтуға мүмкіндік береді.

Кенді қазуды жоспарлау: тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттерін білу кен өндіруді тиімді жоспарлауға, ең қауіпсіз және үнемді өндіру әдістерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл ең аз шығындар мен максималды өнімділікті қамтамасыз ететін дұрыс жабдық пен технологияны таңдауды қамтиды. "Васильковский" карьерінде тау жыныстарының беріктік сипаттамаларын бағалауға және беткейлерді нығайту шараларын әзірлеуге бағытталған геомеханикалық зерттеулер үнемі жүргізіледі. Бұл зерттеулер үлгілерді зертханалық сынау, далалық бақылау және геофизикалық зерттеу әдістерін қолданады. Нәтижелер жүктеме кезінде тұқымдардың мінез-құлық үлгілерін жасауға және олардың тұрақтылығын болжауға мүмкіндік береді.

Тау жыныстары массивтерінің геомеханикалық қасиеттерін талдау "Васильковский" карьеріндегі жұмыстың қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етудің маңызды аспектісі болып табылады. Беріктік сипаттамаларын, жарықшақтарды және басқа геомеханикалық параметрлерді түсіну бұрғылау-жару жұмыстарын оңтайлы жоспарлауға, беткейлерді

нығайтуға және құлаудың алдын алуға мүмкіндік береді. Бұл шаралар тәуекелдерді азайтуға, өнімділікті арттыруға және тау-кен өнеркәсібінің тұрақты дамуына ықпал етеді. Геотехникалық зерттеулердің заманауи әдістерін және беткейлерді нығайту технологияларын қолдану теріс әсерді азайта отырып, мансапта қауіпсіз және тиімді жұмыс жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

"Васильковский" карьерінің беткейлерінің тұрақтылығын бағалау тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етудің маңызды элементі болып табылады. Күрделі геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларды ескере отырып, құлаудың алдын алу және жұмысшылар мен жабдықтар үшін тәуекелдерді азайту үшін беткейлердің жай-күйін үнемі зерттеу және бақылау қажет. Беткейлердің тұрақтылығына әсер ететін негізгі факторларға геологиялық құрылымдар, тау жыныстарының беріктігі, жарықтар, жер асты суларының деңгейі және бұрғылау жұмыстарының әсері жатады. "Васильковский" карьерінің беткейлерін нығайту якорь жүйелері, геожетектер және геотекстильді материалдарды қоса алғанда, әртүрлі әдістер арқылы жүзеге асырылады. Анкерлік жүйелер тау жыныстарының бөлшектері арасында қосымша байланыс күштерін тудырады, бұл беткейлердің тұрақтылығын арттырады. Гео торлар мен геотекстильді материалдар тау жыныстарының эрозиясы мен шайылуын болдырмайды, бұл сонымен қатар беткейлердің тұрақтылығын сақтауға көмектеседі. Бұл әдістерді қолдану құлау қаупін едәуір азайтады және қауіпсіз жұмыс жағдайларын қамтамасыз етеді.

Құжатталған зерттеулер көрсеткендей, Карьер беткейлерін бақылау ықтимал құлау аймақтарын табу және анықтау үшін маңызды құрал болып табылады. "Васильковский" мансабында призмалардың жылжуын бақылау, лазерлік сканерлеу, экстензометрлер және фотоқұжаттау сияқты әртүрлі бақылау әдістері қолданылады. Ibis arcsar IDS радиолокациялық мониторингін енгізу жоспарлануда, бұл тұрақсыз аймақтарды анықтаудың дәлдігі мен жеделдігін арттыруға мүмкіндік береді. Осылайша, "Васильковский" карьеріндегі беткейлердің тұрақтылығын бағалау геотехникалық зерттеулерді, жер асты суларының деңгейін бақылауды, сандық модельдеуді және беткейлерді нығайту әдістерін қолдануды қамтитын кешенді процесс табылады.

## **2.6 Кемер бұрыштарының оптималды бұрыштарын және қауіпсіздік параметрлерін есептеу**

Көлбеу көлбеудің оңтайлы бұрыштары мен қауіпсіздік параметрлерін есептеу "Васильковский" карьерінің тұрақтылығы мен тиімділігін қамтамасыз етудің негізгі аспектісі болып табылады. Бұл есептеулер егжей-тегжейлі геотехникалық зерттеулерге және әртүрлі жүктемелердің әсерінен тау жыныстарының мінез-құлқын модельдеуге негізделген. Бұл бөлімде көлбеу бұрыштарды есептеу үшін қолданылатын негізгі параметрлерді

қарастырамыз.

Беткейлердің көлбеу бұрыштарын есептеу кезінде ескерілетін негізгі параметрлерге тау жыныстарының беріктік сипаттамалары, жер асты суларының деңгейі, жарықтардың болуы мен бағыты, сондай-ақ бұрғылау-жару жұмыстарының әсері жатады. Васильковский карьерінде беткейлердің көлбеу бұрыштары тереңдігі мен геологиялық жағдайларына байланысты өзгереді.

Карьер параметрлері әртүрлі Карьер көкжиектері үшін көлбеу көлбеу бұрыштарды көрсетеді:

Бетінен 220 м — 40° белгісіне дейін;

220 м — ден 205 м-ге дейін-50°;

205 м — ден 175 м-ге дейін-55°;

175 м — ден 115 м-ге дейін-60°;

115 м белгісінен -5 м — 65° дейін;

5 м — ден -215 м-ге дейін-70° .

Бұл көлбеу бұрыштар әртүрлі жүктеме сценарийлерін және жер асты суларының беткейлердің тұрақтылығына әсерін ескеретін тау жыныстарының беріктігі мен сандық модельдеу нәтижелері туралы мәліметтер негізінде таңдалады.

Қауіпсіздік параметрлері

Мансап жұмысының қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесі параметрлер қарастырылған:

Қауіпсіздік бермаларының ені - 10 м;

Автокөлік бермаларының ені-25 м;

Конвейерлік бермалардың ені-25 м;

Автокөлік бермаларының бойлық еңісі — 10%;

Конвейерлік бермалардың бойлық көлбеуі-13,2.

Қауіпсіздік бермалары тау жыныстарының жоғарғы жиектерден төменгі жиектерге құлауын болдырмауға және жұмыс орындарына қауіпсіз кіруге мүмкіндік береді. Бермалардың ені мен көлбеуі максималды қауіпсіздік пен жұмыс ыңғайлылығын қамтамасыз ету үшін таңдалады.

Сандық модельдеу

Көлбеу көлбеудің оңтайлы бұрыштары мен қауіпсіздік параметрлерін анықтау үшін сандық модельдеу әдістері қолданылады. Модельдеу күрделі геологиялық жағдайларды және жер асты суларының деңгейі мен бұрғылау жұмыстары сияқты әртүрлі факторлардың әсерін ескеруге мүмкіндік береді. Геологиялық құрылымдар, тау жыныстарының механикалық қасиеттері және жер асты суларының деңгейі туралы мәліметтер негізінде әр түрлі жұмыс жағдайында беткейлердің әрекетін болжауға мүмкіндік беретін үш өлшемді модельдер жасалады. Бұл модельдер беткейлердің оңтайлы бұрыштарын анықтауға және оларды нығайту шараларын жасауға көмектеседі.

Беткейлерді нығайту. "Васильковский" карьерінің беткейлерінің тұрақтылығын арттыру үшін якорь жүйелерін, геосет және геотекстильді материалдарды пайдалануды қоса алғанда, нығайтудың әртүрлі әдістері



қолданылады. Анкерлік жүйелер тау жыныстарының бөлшектері арасында қосымша байланыс күштерін жасайды, бұл олардың тұрақтылығын арттырады. Гео торлар мен геотекстильді материалдар тау жыныстарының эрозиясы мен шайылуын болдырмайды, бұл сонымен қатар беткейлердің тұрақтылығын сақтауға көмектеседі. Бұл әдістерді қолдану құлау қаупін едәуір азайтады және қауіпсіз жұмыс жағдайларын қамтамасыз етеді.

"Васильковский" карьеріндегі көлбеудің оңтайлы бұрыштары мен қауіпсіздік параметрлерін есептеу геотехникалық зерттеулерді, сандық модельдеуді және беткейлерді нығайту әдістерін қолдануды қамтитын кешенді процесс болып табылады. Бұл шаралар тәуекелдерді тиімді басқаруға, жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және тау-кен жұмыстарының өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Тау жыныстарының беріктік сипаттамалары мен модельдеу деректері негізінде анықталған көлбеу бұрыштар тау-кен жұмыстарының тұрақтылығы мен тиімділігінің оңтайлы үйлесімін қамтамасыз етеді.

Көлбеу көлбеудің оңтайлы бұрыштарын есептеу формулалары

Бастапқы параметрлер

Тау жыныстарының беріктік сипаттамалары:

Сығымдау күші ( $\sigma$ ): 100-250 МПа

Серпімділік модулі (E): 25-75 ГПа

Ішкі үйкеліс бұрышы ( $\phi$ ): 30°-40°

Когезия (c): 0.5-1.5 МПа

Гидрогеологиялық жағдайлар:

Көлбеу бұрыштары:

Бетінен 220 м — 40° белгісіне дейін

220 м — ден 205 м-ге дейін-50°

205 м — ден 175 м-ге дейін-55°

175 м — ден 115 м-ге дейін-60°

115 м белгісінен -5 м — 65° дейін

-5 м — ден -215 м-ге дейін-70°

Көлбеу тұрақтылық коэффициентін келесі формула арқылы есептеуге болады:

$$K_{уст} = \frac{c + \sigma \cdot \tan(\phi)}{\sigma \tan \alpha} \quad (2.1)$$

мұндағы c-когезия, МПа

$\sigma$  - қалыпты кернеу, МПа

$\phi$  - ішкі үйкеліс бұрышы, градус

$\sigma \tan \alpha$ -сырғанау бетіндегі тангенциалды кернеу, МПа

$$K_{уст} = \frac{1 + 150 \cdot 1,7}{150}$$

$$\text{Куст} = 1,7$$

Куст көлбеудің құлауға қаншалықты төзімді екенін көрсетеді. Мәні  $\text{Куст} \approx 1,7$  көлбеу тұрақты екенін білдіреді, өйткені қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін тұрақтылық коэффициенті 1-ден жоғары болуы керек.

## **2.7 Кемер тұрақтылығына әсер ететін факторларды талқылау және кемер бұзылуларымен байланысты қауіптерді азайту әдістері**

"Васильковский" карьерінің беткейлерінің тұрақтылығы қауіпсіз және тиімді жұмысты қамтамасыз ету үшін ескеру қажет көптеген факторлармен анықталады. Беткейлердің тұрақтылығына әсер ететін негізгі факторлар геологиялық, гидрогеологиялық және техногендік жағдайлар болып табылады. Бұл бөлімде біз беткейлердің бұзылуымен байланысты тәуекелдерді азайтудың осы факторлары мен әдістерін қарастырамыз.

Беткейлердің тұрақтылығына әсер ететін факторлар

Геологиялық факторлар:

Тау жыныстарының түрлері: "Васильковский" карьерінде гранодиориттер, диориттер, кварц диориттері және габбро диориттері сияқты әртүрлі тау жыныстары кездеседі. Бұл жыныстар беткейлердің тұрақтылығына әсер ететін әртүрлі беріктік сипаттамаларына ие. Мысалы, гранодиориттер мен габбро-диориттер жоғары қысу беріктігіне ие, бұл оларды сынуға төзімді етеді.

Жарықшақтық: тау жыныстарында жарықтардың болуы олардың беріктігі мен тұрақтылығын айтарлықтай төмендетеді. Жарықтар беткейлердің құлауына әкелуі мүмкін ықтимал сырғанау беттерін жасайды.

Қабаттардың стратификациясы және көлбеуі: тау жыныстары қабаттарының бағыты мен бұрышы беткейлердің тұрақтылығына да әсер етеді. Көлденең қабаттар беткейлері бойымен сырғып кететін көлбеу қабаттармен салыстырғанда үлкен тұрақтылыққа ие.

Гидрогеологиялық факторлар:

Жер асты суларының деңгейі: жер асты суларының жоғарылауы беткейлерге қосымша гидростатикалық қысым жасайды, бұл олардың тұрақтылығын төмендетеді. Тау жыныстарының сулануы олардың беріктік сипаттамаларын төмендетеді және құлау қаупін арттырады.

Дренаж жағдайлары: дренаждың жеткіліксіздігі тау жыныстарында судың жиналуына әкеледі, бұл олардың салмағын арттырады және тұрақтылықты төмендетеді. Тиімді дренаж жүйесі жер асты суларының деңгейін төмендетуге және гидростатикалық қысымды төмендетуге көмектеседі.

Техногендік факторлар:

Бұрғылау жұмыстары: Бұрғылау жұмыстары Тау жыныстарының бұзылуына және беткейлердің тұрақтылығының төмендеуіне әкелуі мүмкін

динамикалық жүктемелерді тудырады. Соққы толқындары мен тербелістерді барынша азайтуды ескере отырып, жұмыстар жүргізу қажет.

Көлік және өндірістік жүктемелер: көлік құралдары мен жабдықтар беткейлерге қосымша жүктемелер жасайды, бұл олардың деформациясы мен құлауына әкелуі мүмкін. Қозғалыс маршруттары мен жүктемелерді бөлуді оңтайландыру бұл тәуекелді азайтуға көмектеседі .

Беткейлердің бұзылуымен байланысты тәуекелдерді азайту әдістері  
Беткейлерді нығайту:

Анкерлік жүйелер: анкерлік жүйелерді орнату тау жыныстарының бөлшектері арасында қосымша байланыс Күштерін құруға көмектеседі, бұл олардың тұрақтылығын арттырады. Якорь жыныстарды бекітеді, олардың жылжуына және құлауына жол бермейді.

Геотекстильдер мен геотекстильдер: геотекстильдер мен геотекстильдік материалдарды қолдану тау жыныстарының эрозиясы мен шайылуын болдырмайды, беткейлердің тұрақтылығын сақтауға көмектеседі. Бұл материалдар беткейлердің бетін нығайтады, құлау қаупін азайтады .

Мониторинг және бақылау жүйелері:

Деформацияны бақылау: деформация датчиктері мен инклинометрлерді орнату беткейлердің күйіндегі өзгерістерді нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді. Бұл ықтимал тәуекелдерді уақтылы анықтауға және олардың алдын алу шараларын қабылдауға көмектеседі.

Гидрогеологиялық мониторинг: пьезометрлер мен басқа да аспаптардың көмегімен жер асты суларының деңгейін бақылау гидрогеологиялық жағдайдағы өзгерістерді уақтылы анықтауға және су ағындары мен дренажды басқару бойынша шаралар қабылдауға мүмкіндік береді .

Жұмысты жоспарлау және оңтайландыру:

Көлбеу бұрыштарын оңтайландыру: көлбеу көлбеудің оңтайлы бұрыштарын анықтау үшін есептеулер мен модельдеу жүргізу құлау қаупін азайтуға көмектеседі. Көлбеу бұрыштарын азайту беткейлердің тұрақтылығын арттыруға көмектеседі.

Бұрғылау жұмыстарын реттеу: жарылыс күші мен бұрғылау тереңдігі сияқты бұрғылау жұмыстарының параметрлерін оңтайландыру беткейлерге динамикалық әсерді азайтуға және олардың бұзылу қаупін азайтуға мүмкіндік береді .

Аталған әдістерді енгізу және беткейлердің жай-күйіне тұрақты мониторинг жүргізу олардың бұзылуына байланысты тәуекелдерді едәуір азайтуға және мансапта қауіпсіз жұмыс жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

## **2.8 Карьердегі технологиялық процестер**

"Васильковский" карьеріндегі технологиялық процестер бірнеше негізгі кезеңдерді қамтиды, олардың әрқайсысы пайдалы қазбаларды тиімді және

қауіпсіз алуға бағытталған. Бірінші кезең-бұрғылау, бұл тау жыныстарының массивін кейінгі жарылыс жұмыстарына дайындаудың негізгі әдісі. Карьерде бұрғылаудың жоғары дәлдігі мен тиімділігін қамтамасыз ететін заманауи бұрғылау қондырғылары қолданылады. Аталған әдістерді енгізу және беткейлердің жай-күйіне тұрақты мониторинг жүргізу олардың бұзылуына байланысты тәуекелдерді едәуір азайтуға және мансапта қауіпсіз жұмыс жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Ұңғымалар алдын-ала жасалған схемалар бойынша бұрғыланады, бұл жарылғыш заттарды орналастыруды оңтайландыруға және қоршаған жыныстардың жойылуын азайтуға мүмкіндік береді.

Екінші кезең-тау жыныстарын жою және оларды қазуға дайындау үшін жүргізілетін жарылғыш жұмыстар. "Васильковский" карьерінде тау жыныстарының түріне және қажетті жұмыс көлеміне байланысты жарылғыш заттардың әртүрлі түрлері қолданылады. Жарылыстар қызметкерлерді жарылыс аймағынан шығару және қорғаныс тосқауылдарын орнату сияқты қатаң қауіпсіздік шараларын ескере отырып жасалады. Жарылыстардан кейін тау жыныстары қазуға дайын ұсақ фрагменттерге ыдырайды.

Үшінші кезең-экскаваторлар мен басқа да ауыр машиналардың көмегімен жойылған жыныстарды қазу. Экскаваторлар әртүрлі сыйымдылықтағы шелектермен жабдықталған, бұл материалдың үлкен көлемін тиімді өңдеуге мүмкіндік береді. Қазу кен орнының геологиялық ерекшеліктерін ескеретін және барынша өнімділікті қамтамасыз ететін алдын ала әзірленген жоспар бойынша жүргізіледі.

Төртінші кезең – материалдарды тасымалдау. Бұзылған жыныстар карьердің бетіне немесе қайта өңдеу орындарына тасымалданады. Тасымалдау үшін самосвалдар, конвейерлер және теміржол композициялары қолданылады. "Васильковский" карьерінде шығындарды азайтуға және материалдарды жылжыту процесін жеделдетуге мүмкіндік беретін заманауи тасымалдау жүйелері қолданылады.

Өндірістік операцияларды тиімді жоспарлау және оңтайландыру табысты мансаптық жұмыстың негізгі элементтері болып табылады. Жоспарлаудың маңызды аспектілері өндіріс көлемін анықтау, тасымалдау маршруттарын оңтайландыру және заманауи технологияларды қолдану болып табылады. Геологиялық деректер мен пайдалы қазбалар қорларын талдау негізінде әр кезеңдегі жұмыс көлемін қамтитын өндіру жоспары жасалады. Көлік құралдары үшін оңтайлы маршруттар жоспарлануда, бұл материалдарды тасымалдау уақыты мен шығындарын қысқартуға мүмкіндік береді. Автоматтандырылған басқару және бақылау жүйелерін енгізу өндірістік процестердің дәлдігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

"Васильковский" мансабындағы заманауи технологиялардың интеграциясы өнімділікті арттыруда және экологиялық әсерді төмендетуде маңызды рөл атқарады.

### 3 Арнайы бөлім

#### 3.1 Карьердің жұмыс аймағы мен оның параметрлерін модельдеу және есептеу

Қазақстандағы Васильковский карьеріндегі тау-кен жұмыстарының жай-күйін талдау барлық кәсіпорындарда өндіру және аршу жұмыстары шектеулі жағдайда жүргізіліп жатқанын көрсетеді. 10, 15 және 20 метрлік аршудың жұмыс алаңдарының ені 30-50 м шегінде. Көп жағдайда аршу жұмыстары нормативтік талаптарға сәйкес жүргізілмейді. Осындай тау-кен техникалық жағдайда тау-кен жұмыстары технологиясын бұзу мүмкіндігіне қарамастан, жұмыс аймағының талап етілетін параметрлерін сенімді орындауға жол берілмейді.

Жұмыс аймағы деп кеніштің белгілі бір уақыт аралығында тау-кен жұмыстарын орындауға байланысты технологиялық процестер жүргізіліп жатқан бетін айтады. Ол әртүрлі геометриялық фигуралар жиынтығын білдіреді, өйткені тау-кен жұмыстары нақты параметрлермен ғана жүргізілмейді. Осыған байланысты жұмыс аймағының параметрлерін анықтау үшін тау-кен жұмыстарын зерттеудің аналитикалық әдісі қажет деп айтуға болады.

Тау-кен жұмыстарының кеңістікте және уақыт өткен сайын дамуы барысында кеніштің бір бөлігі жұмыс алаңдарының орналасуына қарағанда үнемі қозғалыста болады (идеал орындау кезінде). Жұмыс аймағы жазықтықта параллель қозғалыс жасайды, ал тереңдік жүйесінде (кеніштің орталық бөлігі – тік төртбұрышты параллелепипед) - ұқсас қозғалыс, бірақ келесі аршу горизонтының биіктігіне қарай секірмелі түрде төмендейді.

Жалпы жағдайда жұмыс аймағы уақыт өткен сайын көлемі мен пішіні өзгертін және қозғалатын кеніш алаңын білдіреді. Ол жұмыс алаңының бетінен және бірінші жұмыс алаңының жоғарғы алаңшасынан, карьер бортынан кен жұмыстарын жүргізу бағыты бойынша ағымдағы контурмен, аршылған немесе жұмыс істемейтін төменгі тау-кен жұмыстарының ағымдағы контурымен, флангтар бойынша - төменгі жұмыс алаңының бүйірлік негіздерімен және бүйір жақтарымен шектеледі[5].

Жұмыс беткейі - бұл кемерлер көлбеу беткейлері мен жұмыс алаңдарының көлденең жоғарғы беткейлерінің жиынтығы. Ол бірінші кемермен бірге жұмыс аймағының ашық бетін құрайды. Жұмыс аймағының ағымдағы контуры - бұл бірінші жұмыс кемердің жоғарғы алаңының артқы жағы арқылы өткізілген, карьердің шекті жағдайындағы беткейге параллель жазықтық. Жұмыс аймағының бүйірлік қырлары - бұл әр кемердің жұмыс фронтының ұштарына өткізілген нормаль жазықтықтар жиынтығы.

Жұмыс аймағының негізгі параметрлері мыналар болып табылады: карьердің жұмыс беткейінің биіктігі, ені, көлбеу бұрышы, әр кемердің жұмыс фронтының ұзындығы, жұмыс алаңының ауданы, жұмыс беткейінің көлденең жазықтыққа проекциясы және онда осы уақыттағы тау жыныстарының көлемі.

Соңғысы жұмыс аймағындағы ашылған тау жыныстарының қорларын көрсетеді. Компьютерлік техниканы қазіргі деңгейде пайдалану кезінде жұмыс аймағындағы аудандар мен көлемдерді есептеу қиындық туғызбайды. Алайда, карьердегі тау-кен жұмыстарының ағымдағы және болашақтағы жағдайын толық талдау үшін жұмыс аймағының математикалық моделіне ие болу қажет. Осы мақсатта оны ұзындығы бойынша (көлденең кесінділермен) бірнеше ( $m$ ) сипаттамалы қарапайым учаскелерге бөліп, әр бөлінген  $g$ -учаскесінің көлденең қимасында қызығушылық тудыратын мөлшерлерді есептеу керек. Содан кейін, тапсырманың сипатына байланысты, оларды орташа немесе қосу арқылы жұмыс аймағының жалпы ізделінген параметрлерін табуға болады[6].

Осылайша, төменде келтірілген есептеу формулалары жұмыс аймағының  $g$  учаскесіне қатысты. Жазуды жеңілдету үшін оларға « $g$ » индексі енгізілмеген. Жұмыс аймағының биіктігі ( $H$ ) осы аймақты құрайтын әрекеттегі ( $n$ ) кемерлердің биіктіктерінің ( $h$ ) қосындысына тең екені белгілі, яғни:

$$H_{pz} = \sum_{\mu=1}^n h_{\mu} \quad (3.1)$$

Барлық қалған жұмыс аймағының ізделінетін параметрлері белгілі болған жағдайда карьердің жұмыс беткейінің бұрышының функциялары болып табылады. Соңғы көрсеткіш әдетте төменгі жұмыс кемердің төменгі ернеуі мен жоғарғы жұмыс кемердегі жоғарғы ернеуін қосатын сызықтың горизонтқа қатысты еңіс бұрышымен анықталады. Бұл бұрыш жұмыс аймағының  $i$ -ші бетінің жағдайы үшін келесі тәуелділік бойынша есептеледі:

$$\tan \varphi_i = \sum_{\mu=1}^n h_{\mu} / \left( \sum_{\mu=0}^{n-1} B_{\mu} + \sum_{\mu=1}^{n-1} h_{\mu} \operatorname{ctg} \alpha_{\mu} \right) \quad (3.2)$$

мұндағы  $B_{\mu}$  жұмыс алаңының ені;

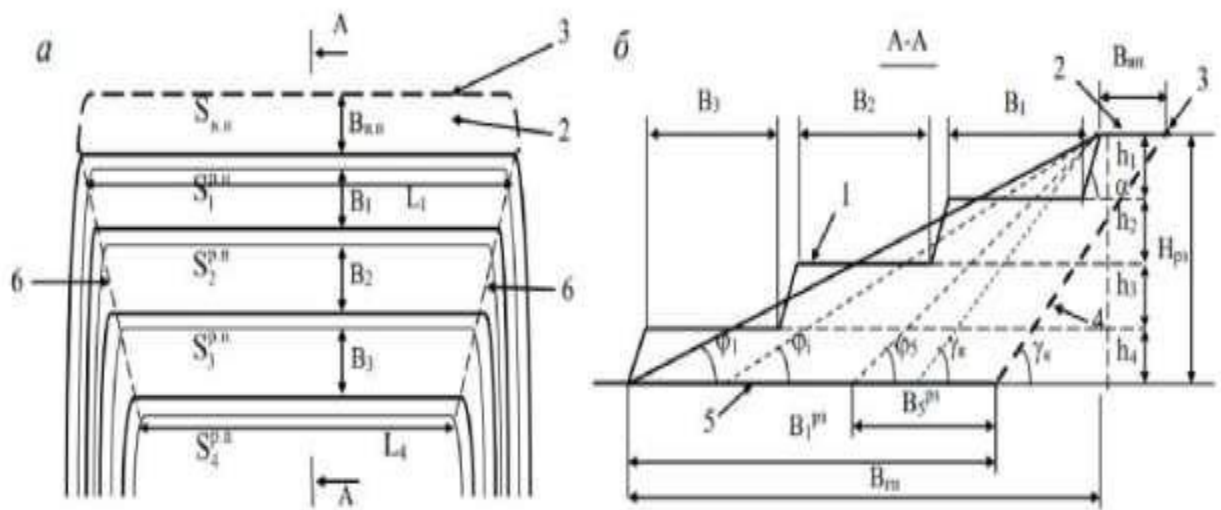
$\alpha_{\mu}$  еңіс бұрышы.

Бөлшектің бөлімшесі жұмыс беткейінің көлденең жазықтыққа проекциясын көрсетеді, яғни:

$$B_{\Gamma\Pi} = \left( \sum_{\mu=0}^{n-1} B_{\mu} + \sum_{\mu=1}^{n-1} h_{\mu} \operatorname{ctg} \alpha_{\mu} \right) \quad (3.3)$$

Жұмыс аймағының ені -  $g$ -учаскедегі төменгі кемердің негізінің жазықтығымен жұмыс беткейінің еңіс сызықтары мен жұмыс аймағының ағымдағы контурының қиылысу нүктелері арасындағы қашықтық келесі формула бойынша анықталады:

$$B_i^{pz} = H_{pz} (\operatorname{ctg} \varphi_i + \operatorname{ctg} \gamma_k) + B_{\Gamma\Pi} \quad (3.4)$$



1 - жұмыс беткейі, 2 - бірінші жұмыс кемердің жоғарғы алаңы, 3 - бірінші жұмыс кемердің жоғарғы алаңының артқы жағы, 4 - ағымдағы контур, 5 - негіз және 6 - жұмыс аймағының бүйірлік қырлары

3.1 сурет - Карьердегі тау-кен жұмыстарының схемалық жоспары (а) және жұмыс аймағының А-А бойынша ұлғайтылған қимасы (б)

Жұмыс аймағының көлденең қимасының ауданы, жұмыс аймағының і-ші бетінің жағдайы үшін  $g$  элементарлық учаскесіндегі тау жынысының көлемін көрсететін, жеткілікті дәлдікпен келесі өрнектен табылуы мүмкін :

$$S_i = \frac{1}{2} H_{pz}^i (ctg \varphi_i + ctg \gamma_k) + H_{pz} \times B_{вп} \quad (3.5)$$

немесе

$$S_i = \frac{1}{2} H_{pz}^i (B_{pz}^i + B_{вп})$$

Еш қиындықсыз сенімді болуға болады, сурет 3.1-де көрсетілген жұмыс аймағының жағдайында, жұмыс аймағының контурынан тыс шығып жатқан төменгі үш кемердің үшбұрыштарының аудандары жоғарғы үш кемердің жетіспейтін аудандарын өтейді, олар жұмыс аймағының көлемін (3.5) формуласы бойынша есептегенде ескерілген. Аталған үшбұрыштардың жалпы аудандары іс жүзінде бірдей. Мұндай заңдылық жұмыс кемерлердің кез келген саны үшін әділ, бұл тәуелділігінің негізділігін растайды. Көрсетілген қатынастың заңдылығы тікелей өлшемдер арқылы да дәлелденуі мүмкін. Бұл ретте  $g$  жұмыс аймағының көлденең қимасының ауданы  $S_i$  жұмыс аймағына

кіретін кемердің қималарының аудандарын қосу арқылы есептеледі. Карьердегі жұмыс аймағындағы тау жынысының көлемі оның әртүрлі учаскелерінің көлемдерінің қосындысы ретінде анықталады, яғни:

$$V_{pz} = \sum_{g=1}^m S_{gi} \times l_g \quad (3.6)$$

мұндағы  $S_{gi}$  ол  $S_i$ ;

$l_g$  - жұмыс аймағының  $g$ -учаскесінің ұзындығы.

Карьердің қызметі барысында жұмыс алаңдарының ені, кейде кемерлердің биіктігі де белгілі бір өзгерістерге ұшырайды. Бұл қабылданған қазып-жүктеу жабдықтарының жұмыс параметрлерімен және онымен байланысты ашық жұмыстар технологиясымен анықталады, бұл жұмыс беткейінің еңіс бұрышының сәйкес тербелістерін тудырады. Технологиялық кешендердің тау-кен жұмыстарының жағдайына әсерін қарастырайық. Әртүрлі қазып-жүктеу және тасымалдау жабдықтары кешенін (жұмыс алаңдарының енінің өзгеруі) қолданудың нәтижесінде карьердің жұмыс беткейінің бұрышы  $\varphi_i$  -дан  $\varphi_n$  -ға дейін өзгереді. Сурет 3.1-де  $\varphi_1$  осы бұрыштың минималды мәнін, ал  $\varphi_5$  максималды мәнін белгілейді.  $g$  м<sup>2</sup> элементар учаскесіндегі жұмыс аймағындағы тау жыныстарының көлемі  $\varphi_i$  бұрышына байланысты (3.5) формула бойынша есептеледі.

Көрсетілген тау жыныстары көлемінің жұмыс аймағының бетінің тұрақты жағдайлары арасындағы өзгеруі карьердің жұмыс беткейінің еңіс бұрыштарының сәйкес мәндерімен анықталады және олардың аудандарының айырмашылығымен көрсетіледі. Екі кез келген тұрақты жағдай арасындағы ізделінетін көлемнің өзгеруі  $i$ -ші және  $j$ -ші ( $j=i+1, \dots, n$ ) жұмыс аймағының беткейінің жағдайлары арасындағы өзгеруі келесі формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$\Delta S_{i,j} = \frac{1}{2} H_{pz}^2 (ctg\varphi_i + ctg\varphi_j) \quad (3.7)$$

Аналогия бойынша өрнек (3.6) арқылы бүкіл жұмыс аймағының көлемін есептеуге болады. Тәуелділіктер жиынтығы (3.2) - (3.7) ағымдағы жұмыс аймағының параметрлерін есептеуге және тау-кен жұмыстарының жағдайын кез келген уақытта бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай мүмкіндікті көрсету мақсатында (3.3) - (3.7) өрнектеріне сәйкес жұмыс аймағы үшін тиісті есептеулер орындалды, ол төрт 15 метрлік кемерден тұрады. Олардың нәтижелері 3.1-кестеде келтірілген. Есептеулерде өту ені 25 м, кемердің еңіс бұрышы 65°, карьердің еңіс бұрышының шекті жағдайдағы бұрышы 40°, жұмыс беткейінің еңіс бұрышы 12°-тан 24°-қа дейін өзгерген деп қабылданды. Сонымен қатар, мұнда  $ctg\varphi$  мәндері ( $\varphi_i=12^\circ, 15^\circ, 18^\circ, 21^\circ, 24^\circ$ ) және әр кемердегі жұмыс алаңының ені келтірілген.

Кесте 3.1-ден көрініп тұрғандай, жұмыс беткейінің еңіс бұрышын 30



градусқа кезең-кезеңімен арттырғанда, бастапқы  $\varphi_1=12^\circ$  жағдайына қатысты тау жыныстарының көлемінің азаюы сәйкесінше 1776.7; 2945.1; 3809.9; 4398.9м<sup>3</sup> құрайды. Егер бастапқы жағдайдағы тау жыныстарының көлемі 7790.2м<sup>3</sup> болса, жұмыс аймағының бетінің соңғы жағдайында ( $\varphi_1 = 24^\circ$ ) ол 3386.9м<sup>2</sup>-ға дейін азаяды, яғни 2,3 есеге қысқарады. Сонымен қатар, жұмыс аймағының беткейінің әрбір келесі жағдайындағы көлемнің қысқару қарқыны төмендейді және біраз уақыттан кейін бұл өзгеріс маңызды болмай қалады. Барлық нәтиже 3.1-кестеде берілген.

Кесте-3.1 Тау жыныстарының көлемін G жұмыс орнының элементар учаскесіне өзгерту аймақтар (м<sup>2</sup>)  $\varphi_i$ -ға байланысты

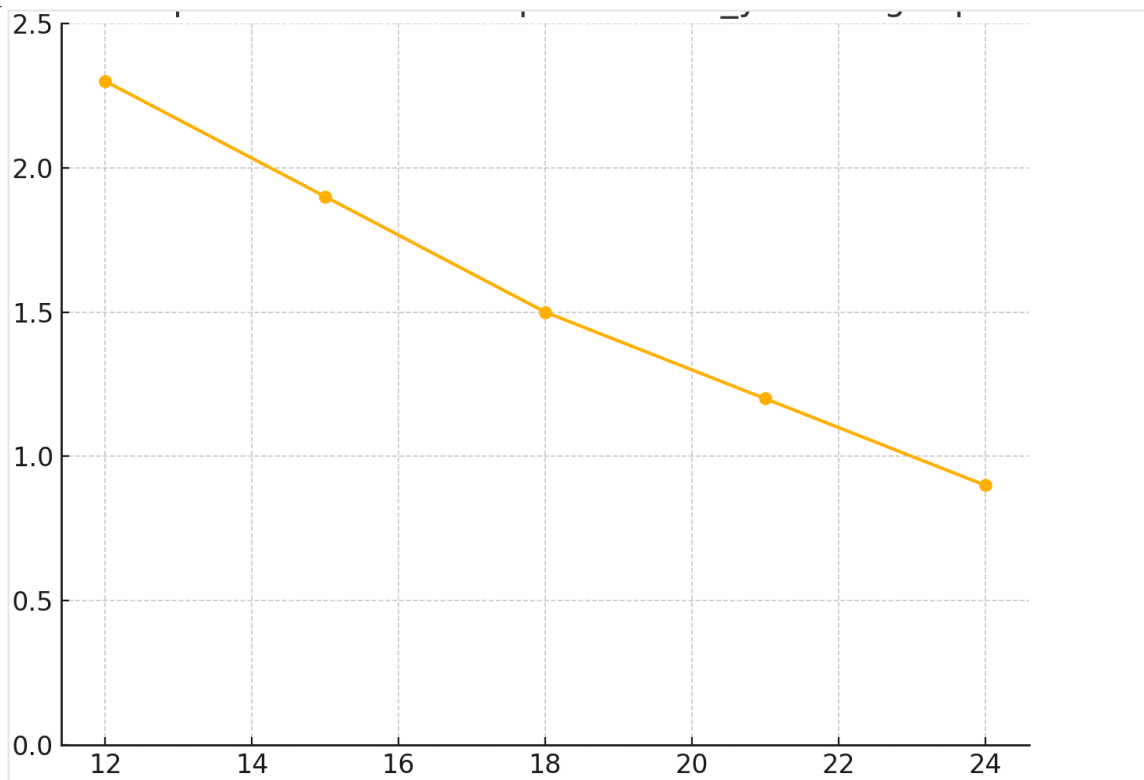
$ctg\varphi_i$	$B_i^{pp}$	$B_\mu$	$S_i$	$\Delta S_{1,2}$	$\Delta S_{1,3}$	$\Delta S_{1,4}$	$\Delta S_{1,5}$
4.7	236.1	86.3	7790.2	1776.7	2945.1	3809.9	4398.9
3.7	176.31	66.1	6032	$\Delta S_{2,3}$	$\Delta S_{2,4}$	$\Delta S_{2,5}$	
3	137.45	54.7	4980.4	1203.2	2031.4	2679.8	
2.6	110.88	45.6	4047	$\Delta S_{3,4}$	$\Delta S_{3,5}$	$\Delta S_{4,5}$	
2.2	90.1	35.58	3386.9	876.6	1489.7	650.1	

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, карьерлердегі ашық тау-кен жұмыстарының ағымдағы жағдайын талдауға болады. Бұл үшін жұмыс аймағының барлық кемердің ашық тау жыныстарынан тұратын деп қарастырайық. Жұмыс аймағының әрбір  $i$ -ші бетінің жағдайы үшін төменгі өндіру кемердегі пайдалы қазбалардың ашылған қорларының көлемі тұрақты деп есептейік. Бұл көлем жұмыс аймағының  $g$  элементарлық учаскесіндегі (м<sup>2</sup>) ашық тау жыныстарының көлемі  $S_{\text{пи}}$  тең болады. Онда шартты ағымдағы ашу коэффициенті (ашылған қорлардың арақатынасын сипаттайтындықтан, осылай аталады) келесідей анықталады:

$$k_{\text{ут}} = S_i/S_{\text{пи}} \quad (3.8)$$

Тау-кен жұмыстарының жағдайын талдау барысында ашу коэффициентінің салыстырмалы шартты ағымдағы мәндерін қарастырумен шектелуге болады. Осы мақсатта  $S_{\text{пи}}$  мәнін, мысалы, 3386.9 м<sup>2</sup>-ға тең деп алып, яғни  $S_i$  ауданының ең кіші мәнін қабылдап, жұмыс аймағының беткейінің әртүрлі жағдайлары үшін ізделінетін коэффициент  $k_{\text{ут}}$ -ны 2.1-кестенің деректерін пайдалана отырып есептейміз. Мұндай коэффициенттің  $\phi$  мәндеріне тәуелділік графигі 3.2-суретте көрсетілген.

Графиктен көрініп тұрғандай,  $k_{ут}=f(\varphi_i)$  графигі бойынша жұмыс беткейінің еңіс бұрышы  $12^\circ$ -тан  $24^\circ$ -қа өзгергенде, зерттелетін шаманың мәні 2,3-тен 1-ге дейін төмендейді, яғни 2,3 есеге азаяды. Жұмыс беткейінің еңіс бұрышы  $21^\circ$  болатын ашық жұмыс аймағын қалыптастыру кезінде шартты ағымдағы ашу коэффициенті тәжірибеде кең тараған ( $\varphi_i = 12^\circ$ ) жағдаймен салыстырғанда 1,93 есеге төмендейді. Және зерттеу нәтижесі 3.2 суретте берілген.



3.2 сурет - График коэффициенті  $k_{ут}$ -тің  $\varphi_i$  мәніне тәуелділігі

$k_{ут}=f(\varphi_i)$  тәуелділік графигі жұмыс беткейінің еңіс бұрышы  $24^\circ$ -қа дейін ұлғайған сайын ағымдағы ашу көлемінің қарқынды түрде азаятындығын айқын түрде көрсетеді. Алайда, одан әрі азаюы маңызды емес. Айта кету керек, анықталған  $k$  өзгерісінің сипаты жұмыста анықталған салыстырмалы орташа ағымдағы ашу коэффициентінің өзгерісімен тығыз сәйкес келеді. Осылайша, (3.8) заңдылығы  $21-24^\circ$  шегінде жұмыс беткейінің еңіс бұрышын қамтамасыз ететін технологиялар мен техникалық құралдарды іздеудің аса өзектілігін көрсетеді, бұл жағдай әдетте кең таралған тәжірибеде кең таралған  $12$  градус жағдайымен салыстырғанда. Бұл пайдалану кезеңінде  $15$  және  $20$  метрлік кемердегі ашу жұмыстарының көлемін  $2,0-2,3$  есеге азайтуға әкеледі.

Әрине, нақты карьердегі тау-кен жұмыстарының жағдайын зерттеу кезінде жұмыс аймағының параметрлерінің, оның ішінде оның нақты көлемінің іс жүзінде өлшенген немесе есептелген мәндерін пайдалану қажет. Жоғарыда айтылғандай, кесінділердің аудандарынан кез келген конфигурациядағы денелердің көлеміне көшу математика, физика және механиканың жалпы қабылданған әдістері арқылы оңай жүзеге асырылады.

Нақты карьерлердің деректері болған кезде жұмыс аймағындағы кесінді аудандары мен тау жыныстарының көлемдерін пайдалана отырып есептелген  $K_{\text{ут}}$  мәндерінің толық сәйкестігіне оңай көз жеткізуге болады. Сонымен қатар, баяндалған тәсіл теориялық талдауды айтарлықтай жеңілдетеді және нәтижелердің сапасына нұқсан келтірмейді. Сондықтан ол өте пайдалы және ашық тау-кен жұмыстарының теориялық және практикалық мәселелерін шешуде тиімді болады.

Жүргізілген талдау жұмыс алаңдарының енін және кейде кемердің биіктігін арттыру немесе азайту арқылы карьердің жұмыс беткейінің еңіс бұрыштарын әзірлеудің әртүрлі кезеңдерінде өзгертуге болатынын және бұл арқылы ашу жұмыстарының көлемдерін және ағымдағы ашу коэффициенттерін орташа мәнге келтіруге болатынын кеңестік жетекші ғалымдардың идеялары мен ұсыныстарын көрнекі түрде көрсетіп, растайды. Мәселен, карьерді пайдалану кезеңінің басында, пайдалы қазбалардың қажетті ашылған қорларын жасау үшін ашу жұмыстарын жеделдету қажет болған кезде, жоғарғы горизонттарда тиісті технологиялық жағдайлар жасау қажет. Бұл жағдайда ашу жұмыстарының өтпелі көлемдеріндегі қол жеткізілген резерв келесі жылдары олардың қарқынын баяулатуға және жұмыс аймағындағы жұмыс беткейінің еңіс бұрыштарын ұлғайту арқылы қорларды алуға мүмкіндік береді.

Стационарлық пайдалану кезеңінде, карьердің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін, қол жеткізілген жұмыс беткейінің тік бұрыштарын сақтау орынды. Мұндай шешім нарықтық жағдайларда карьерлердің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттырудың үлкен резерві болып табылады. Жаңа технологиялардың ғылыми-техникалық негіздері, ашу жұмыстарын тік бұрыштармен ( $21-24^\circ$ ) жүргізуге мүмкіндік беретін технологиялар шынайы көрінеді. Мысалы, 20-22 м биіктіктегі кемерде үлкен бірлік қуатты күшті экскаваторларды қолданғанда, жұмыс беткейінің еңіс бұрышы  $19-22^\circ$  деңгейінде ұстап тұруға болады.

Тау-кен жұмыстарының арнайы технологиялары, тау жыныстарын экскаватордың қазу жағына бағытталған жарылыс арқылы жою, және т.б. ізделінетін параметрді  $24^\circ$ -қа дейін жеткізуге жағдай жасайды. Жұмыс аймағының параметрлерін және шартты ағымдағы ашу коэффициентін анықтауға арналған ұсынылған аналитикалық тәуелділіктер карьерлердегі тау-кен жұмыстарының ағымдағы және болашақтағы жағдайын объективті бағалаудың және оларды мақсатты басқарудың негізі болып табылады.

Осылайша, ашу жұмыстарының бастапқы кезеңінде жоғарғы кемердегі жұмыс беткейінің еңіс бұрыштарын кішірейту арқылы үлкен көлемде ашу жұмыстары жүргізіледі, бұл пайдалы қазбалардың қомақты ашылған қорларын жасауға мүмкіндік береді. Бұл резерв карьердің кейінгі кезеңдерінде ашу жұмыстарының қарқынын төмендету арқылы өндірістік шығындарды оңтайландыруға және пайдалы қазбаларды тиімдірек игеруге ықпал етеді.

Карьерді ұзақ мерзімді пайдалану барысында жұмыс алаңдарының енін және кемер биіктігін өзгерту арқылы еңіс бұрыштарын реттеу маңызды.

Мұндай икемділік тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде әртүрлі кезеңдердегі нақты жағдайларға бейімделуге мүмкіндік береді. Мысалы, карьердің орта және кейінгі кезеңдерінде пайдалы қазбаларды өндіру көлемін арттыру қажеттілігі туындағанда, ашу жұмыстарын азайтып, жұмыс беткейінің еңіс бұрыштарын ұлғайту арқылы өнімділікті арттыруға болады. Бұл әдіс тау-кен жұмыстарының тиімділігін арттырып қана қоймай, қоршаған ортаға әсерді азайтуға да мүмкіндік береді.

Карьерді жоспарлау және пайдалану кезеңінде ашу коэффициентін тұрақты бақылау және реттеу маңызды рөл атқарады. Ашылған қорлардың көлемін үнемі қадағалап, жұмыс беткейінің еңіс бұрыштарын икемді өзгерту арқылы карьердің жалпы өнімділігін арттыруға және ұзақ мерзімді перспективада экономикалық тиімділікті қамтамасыз етуге болады. Бұл үшін заманауи ақпараттық технологиялар мен модельдеу әдістерін қолдану қажет. Геоинформациялық жүйелер (ГИС) және үшөлшемді модельдеу құралдары карьердің ағымдағы жағдайын нақты уақыт режимінде қадағалауға және болашақтағы тау-кен жұмыстарын дәл жоспарлауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, карьердің жұмыс беткейлерінің еңіс бұрыштарын ұлғайту арқылы ашу жұмыстарын азайту әдісі тау-кен қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін де маңызды. Еңіс бұрыштарының өзгеруі тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін жақсартуға және өндірістік апаттардың алдын алуға ықпал етеді. Бұл әсіресе ірі карьерлерде және қауіпті геологиялық жағдайларда өзекті болып табылады.

Қорыта айтқанда, жұмыс беткейлерінің еңіс бұрыштарын өзгерту арқылы ашу коэффициентін реттеу және тау-кен жұмыстарының тиімділігін арттыру маңызды стратегия болып табылады. Бұл тәсіл экономикалық тиімділікті арттырып қана қоймай, өндірістік процестердің қауіпсіздігін де қамтамасыз етеді. Заманауи технологиялар мен ақпараттық жүйелерді қолдану арқылы карьерлердің ұзақ мерзімді өнімділігін қамтамасыз етуге және табиғи ресурстарды тиімді пайдалануға мүмкіндік бар. Сондықтан, тау-кен саласындағы ғылыми зерттеулер мен инновациялар осы бағытта дамытылып, өндірісте кеңінен қолданылуы қажет.

Аналитикалық тәуелділіктер, жұмыс аймағының параметрлерін өзара байланыстыра отырып, жұмыс аймағындағы кемерлер санының жұмыс беткейінің көлденең проекциясына, оның еңіс бұрышына, жұмыс аймағының еніне және жұмыс аймағындағы тау жыныстарының көлеміне әсерін анықтауға мүмкіндік береді. Осы мақсаттар үшін жұмыс істеп тұрған және жобаланатын карьерлерде кездесетін әртүрлі жағдайларды модельдеуге болады. Жұмыс аймақтарын әртүрлі биіктіктегі кемерден, жұмыс алаңдарының әртүрлі енімен және т.б. қарастыруға болады.

Өзірленген тәсілдің қолдану мүмкіндігін көрсету үшін нақты мысалды қарастырайық. Айталық, кемер биіктігі 10, 15 және 20 м мәндерін, ал жұмыс аймағының биіктігі 30, 40, 60, 80, 90, 100 және 120 м мәндерін қабылдайды. Жұмыс аймағының биіктігінің жоғарғы шегі ірі кәсіпорындардың ашық тәсілмен жұмыс істеу тәжірибесіне негізделген. Бұл тіпті тау-кен массасы

бойынша жылына 70-110 млн м<sup>2</sup> максималды өнімділікке қол жеткізген жағдайларда да, жұмыс аймағының биіктігі 120 м-ден аспайтынын көрсетеді. Кемердің жұмыс алаңының ені 75 м-ден 30 м-ге дейін өзгереді. Төменгі шегі Қазақстанның түсті металлургия карьерлерінде ең көп таралған.

Ізделінетін параметрлердің сандық мәндері жұмыс аймағының биіктігі, кемердің биіктігі және жұмыс алаңының ені қабылданған мәндер бойынша (3.1-3.5) формулаларға сәйкес есептеліп, 3.1-кестеде келтірілген. Есептеулер кезінде бірінші жұмыс кемерінің жоғарғы алаңының ені 10 метрлік кемерлерде 20 м, 15 метрлік кемерлерде 25 м және 20 метрлік кемерлерде 30 м деп қабылданды, кемердің еніс бұрышы барлық жағдайларда 65°, ал карьердің еніс бұрышы шекті жағдайда 40° деп қабылданды.

3.2-кестенің деректері көрсетіп отырғандай, 10 метрлік кемерлерде жұмыс алаңының ені әртүрлі болған жағдайлардың бәрінде де кемерлер санының көбеюімен жұмыс аймағының ені артады. Бұл өсімнің қарқыны  $V_{pp}=75$  м болғанда,  $V_{pp}=30$  м болғанға қарағанда анағұрлым қарқынды. Мысалы, бірінші жағдайда жұмыс аймағының ені  $\mu=3$  ( $H_{pz}=30$  м) болғанда 149,1 м құрайды, ал  $\mu=12$  ( $H_{pz}=120$  м) болғанда 761 м-ге жетеді (5 есе өсу), ал екінші жағдайда қарастырылған параметр тиісінше 57,1 м және 265,9 м-ге жетеді (4,6 есе өсу). Сонымен қатар, басқа шарттар бірдей болғанда жұмыс алаңының енінің азаюымен жұмыс аймағының енінің едәуір қысқаруы байқалады. Мысалы,  $\mu=3$  болғанда жұмыс аймағының ені 149,1 м-ден 57,1 м-ге дейін, ал  $\mu=12$  болғанда 761,6 м-ден 265,9 м-ге дейін азаяды.

Аналогиялық сипат кемерлер санының жұмыс аймағының еніне әсерін 15 м және 20 м биіктіктегі кемерлерде де сақтайды. Бұл кемерлерде олардың санының артуымен жұмыс аймағының енінің өсу қарқыны бұрынғы деңгейде қалады. Атап айтқанда, 15 метрлік кемерде жұмыс алаңының ені 75 м болғанда,  $\mu=2$ ,  $H_{pz}=30$  м жағдайында жұмыс аймағының ені 77,2 м құрайды, ал  $\mu=8$ ,  $H_{pz}=120$  м жағдайында – 466,4 м болады.  $V_{pp}=30$  м болғанда кемер саны 2 және 8 болған жағдайларда жұмыс аймағының ені сәйкесінше 33,4 м және 151,2 м құрайды. 20 метрлік кемерде көрсетілген  $V_{pp}$  мәндерінде жұмыс аймағының ені  $\mu=2$ ,  $H_{pz}=40$  м кезінде 78 м-ден 311 м-ге дейін, ал  $\mu=6$ ,  $H_{pz}=120$  м кезінде 32 м-ден 95 м-ге дейін өзгереді.

Жұмыс аймағының биіктігі тұрақты болған жағдайда, кемер биіктігінің артуымен барлық жағдайларда жұмыс аймағының ені азаяды. Жұмыс алаңының ені 75 м-ден 30 м-ге дейін азайғанда, барлық жұмыс аймақтарында оның ені де қысқарады. Бұл қысқару кемердің биіктігі аз болған сайын қарқындырақ байқалады.

Сипатталған заңдылықтар графикалық түрде көрсетілген. Осы және келесі суреттерде кемер биіктігінің төменгі индексі жұмыс алаңының енін білдіреді. Қызықтысы, жұмыс аймағының ені 300 м, мысалы, жұмыс алаңының ені 75 м болғанда, кемердің биіктігі әртүрлі болғанымен, кемер саны бірдей болғанда жетеді. Осындай көрініс жұмыс алаңының ені 30 м болған кемерлерде де байқалады. Бұл заңдылықтар тәжірибеде белгілі

фактілерді растайды.

Тау жыныстарының жұмыс аймағындағы көлемінің кемер санына (жұмыс аймағының биіктігіне) байланысты өзгерістері 3.2-кестеде берілген деректермен сипатталады. Кестеден көріп отырғанымыздай, 10 метрлік кемерлерде  $V_{pp} = 75$  м,  $\mu = 3$  ( $H_{pz} = 30$  м) кезінде жұмыс аймағының көлденең ауданы  $2527 \text{ м}^2$ , ал  $\mu = 12$  ( $H_{pz} = 120$  м) кезінде  $46710 \text{ м}^2$  құрайды. Жұмыс алаңының ені 30 м болғанда, бұл көрсеткіштер сәйкесінше  $1183,1 \text{ м}^2$  және  $16986 \text{ м}^2$  тең. 15 метрлік кемерлерде сол деректер бойынша жұмыс аймағының көлденең қималарының аудандары  $1590 \text{ м}^2$ ,  $29341 \text{ м}^2$  және  $877 \text{ м}^2$ ,  $10401,5 \text{ м}^2$  құрайды, ал 20 метрлік кемерлерде сәйкесінше  $2113 \text{ м}^2$ ,  $20876 \text{ м}^2$  және  $1231 \text{ м}^2$ ,  $7375,5 \text{ м}^2$ . Бұл тәуелділіктер 3.3-суретте графикалық түрде көрсетілген. Олар кемер биіктігі ұлғайған сайын басқа деректер тұрақты болған кезде жұмыс аймақтарының аудандарының азаятынын анық көрсетеді. Мұндай өзгеріс жұмыс алаңының ені үлкен болғанда және кемер саны көп болғанда қарқындырақ болады.

Сурет 3.3-тен көріп отырғанымыздай, жұмыс аймағындағы тау жыныстарының көлемі, мысалы,  $17500 \text{ м}^2$ ,  $V_{pp} = 75$  м болғанда 10 метрлік кемерде 8 кемер болғанда, 15 метрлік кемерде  $\mu = 6$  болғанда және 20 метрлік кемерде  $\mu = 5-6$  болғанда қол жеткізуге болады.

Кемерлер санының жұмыс аймағындағы жұмыс беткейінің еңіс бұрышына әсері туралы айтатын болсақ, жұмыс алаңының ені тұрақты болған кезде, жұмыс аймағының биіктігінің (сәйкесінше кемерлер санының) ұлғаюымен барлық кемер биіктіктерінде жұмыс беткейінің еңіс бұрышының азаюы байқалады. Мысалы, 10 метрлік кемерде  $V_{pp} = 75$  м болғанда,  $\mu = 3$  болғанда еңіс бұрышы  $10^\circ 23'$ , ал  $\mu = 12$  болғанда  $7^\circ 45'$  құрайды. 15 метрлік кемерде бұл бұрыштар  $\mu = 2$  болғанда  $18^\circ 37'$ , ал  $\mu = 8$  болғанда  $11^\circ 40'$  құрайды. 20 метрлік кемерде сәйкесінше  $23^\circ 08'$  және  $15^\circ 33'$  болады.

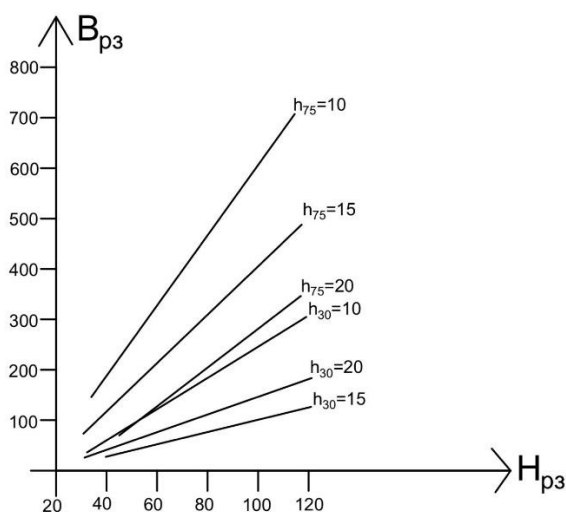
Басқа жағдайлар бірдей болғанда, жұмыс алаңының ені аз болған сайын карьердің жұмыс беткейінің еңіс бұрышы тік болады. Кемер биіктігінің артуымен бірге еңіс бұрышының сандық мәні де артады ( $\varphi_i$ ). Бұл заңдылықтар 3.3-суретте графикалық түрде көрсетілген. Суреттің мазмұны бұл заңдылықтардың тәжірибеде нақты жағдайды айқын көрсетеді.

Жүргізілген зерттеулер негізінде ғылыми-техникалық әдебиетте жұмыс аймағының ауданы ретінде қабылданған, жұмыс аймағының көлденең проекциясының жұмыс фронтының ұзындығына көбейтіндісі түрінде анықталатын аудан, жұмыс аймағындағы тау жыныстарының нақты көлемін дәл сипаттамайтынын атап өткен жөн.

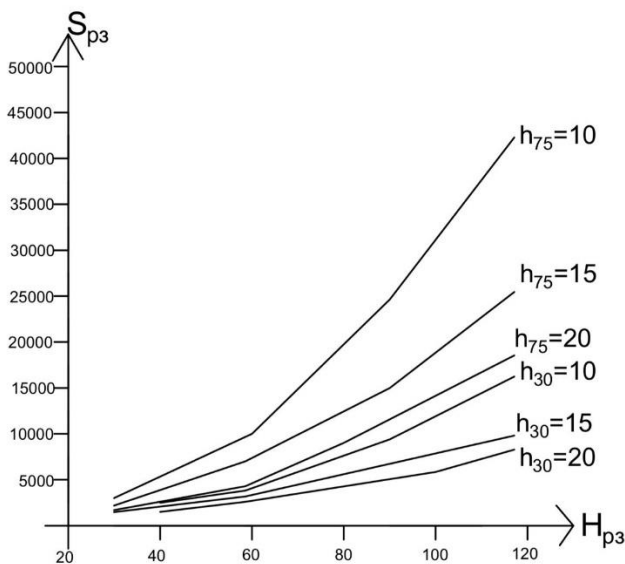
Жүргізілген зерттеулер негізінде ғылыми-техникалық әдебиетте жұмыс аймағының ауданы ретінде қабылданған, жұмыс аймағының көлденең проекциясының жұмыс фронтының ұзындығына көбейтіндісі түрінде анықталатын аудан, жұмыс аймағындағы тау жыныстарының нақты көлемін дәл сипаттамайтынын атап өткен жөн. Тіпті кемерлердің биіктігі аз және олардың саны аз болған жағдайда көрсетілген айырмашылық шамамен 20%

кұрайды. Бұл көрсетілген айырмашылық жұмыс аймағының негізгі параметрлерін анықтаудың аналитикалық тәсіліне ғылыми-техникалық негіздеме ретінде жүгінуге болатындығына күмән келтірмейді.

Кемер биіктігін және олардың жұмыс аймағындағы санын жұмыс фронтының ұзындығы және басқа әсер етуші факторларды ескере отырып, анықтау үшін бұл тәсіл қолданылуы мүмкін. Бұл ретте түпкілікті шешім тау-кен-геологиялық, техникалық-технологиялық және экологиялық-экономикалық құрамдастардың өзара әсерін технико-экономикалық талдау негізінде қабылдануы тиіс. Және жұмыс аймағының мен көлемдері өзгеруінің тәуелділігі 3.3-3.4 суретте.



3.3 сурет - Жұмыс аймағының ені  $H_{pz}$  мәніне байланысты өзгеруінің тәуелділігі

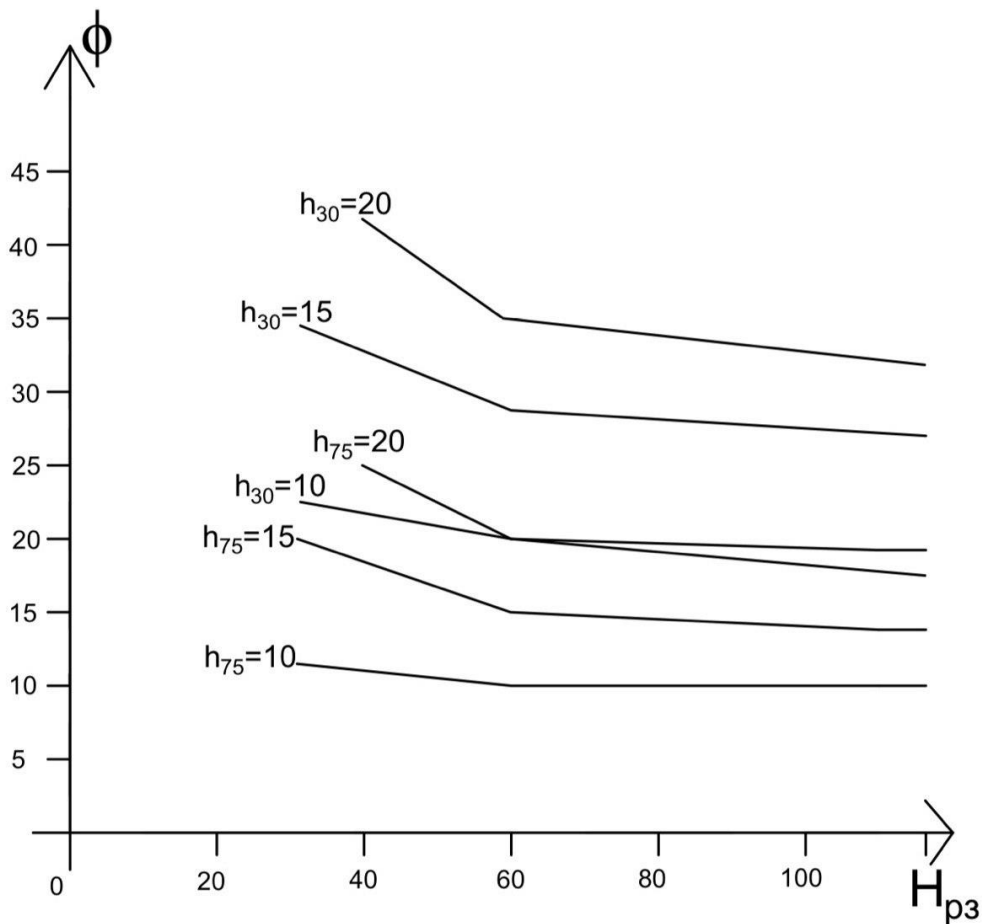


3.4 сурет - Жұмыс аймағындағы көлемдердің  $H_{pz}$  мәніне байланысты өзгеруінің тәуелділігі

Кесте 3.2 - Жұмыс аймағының негізгі параметрлері әртүрлі  $H_{pз}$  және  $B_i$  мәндері үшін

$B_i$		75				60				45				30			
<b>h</b>	$H_{pз}^i$	$B_{ГП}^i$	$B_{pз}^i$	$S_{ГЗ}^i$	$\varphi_i$	$B_{ГП}^i$	$B_{pз}^i$	$S_{ГЗ}^i$	$\varphi_i$	$B_{ГП}^i$	$B_{pз}^i$	$S_{ГЗ}^i$	$\varphi_i$	$B_{ГП}^i$	$B_{pз}^i$	$S_{ГЗ}^i$	$\varphi_i$
<b>10</b>	30	162	149,1	2527	10°37'	132	119,5	2078,4	12°36'	103	86	1627	16°09'	76	57,1	1187,1	22°02'
	60	401	353,2	11129	9°10'	332	273,3	8899	10°34'	254	208	6641	13°24'	181	125,2	4398,5	18°38'
	90	640	553,5	25867	8°54'	529	437,7	20466	9°49'	409	317	15167	12°54'	284	196,4	9663,6	17°32'
	120	883	761,6	46701	7°32'	721	590	36786	9°34'	554	431	26900	12°13'	390	265,9	16986	18°01'
<b>15</b>	30	91	77,2	1590	19°43'	76	64,1	1323	22°09'	61	52	1109	26°52'	45	33,4	877	36°19'
	60	256	204,2	7011	13°24'	209	162,7	5597	16°09'	167	112	4289	20°11'	114	73,5	2897	27°09'
	90	419	331,5	16108	12°32'	341	260,2	12817	14°43'	270	187	9442	18°43'	193	110,7	6069	26°06'
	120	583	466,4	29341	11°41'	478	359,9	22982	14°08'	380	251	16690	17°53'	265	151,2	10401	24°43'
<b>20</b>	40	94,6	78	2113	22°59'	79,2	63	1823,1	26°54'	66	43	1513	32°12'	49	32	1231	40°23'
	60	180	133	5002	19°43'	147	109	4093,6	22°11'	123	76	3209	26°43'	86	45,6	2289	34°19'
	80	264,2	191,2	9076	16°56'	219	151,3	7275,3	20°14'	177	109	5489	24°51'	124	66	3599	33°01'
	100	343,1	261	14369	16°09'	285	195	11377	19°07'	234	134	8410	23°34'	171	75	5370	30°42'
	120	432,5	311	20876	15°29'	354,4	244,2	16377	18°36'	280	172	11902	23°09'	208	95	7375	30°04'





3.5 сурет - Жұмыс беткейінің еңіс бұрышының  $H_{p3}$ -дан өзгеруінің Тәуелділігі

### 3.2 Карьердің жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу арқылы ашылған тау жыныстарының қорларын анықтау

Әдеби деректер мен қолданыстағы карьерлерді талдау көрсеткендей, карьердің жұмыс аймағында шын мәнінде ашылған, қазуға дайын және ұзақ мерзімді тау жыныстарының қорлары бар. Қатты тау жыныстарын өндіру кезінде ашылған қорлардың құрамында дайындалған, яғни бұрғыланған және жарылған тау жыныстарының көлемдері бар. Мұндай дайындалған қорлар түсінігі бойынша орын алмайды.

Бұл қолданыстағы карьерлердің жұмыс тәжірибесімен де расталады. Ашық әдіспен жұмыс істейтін кәсіпорындардың жедел және директивті құжаттарында дайындалған қорлардың көлемі туралы мәліметтер тіркелмейді. Жұмыстарында берілген анықтамалар мен Қазақстан және әлемнің басқа елдеріндегі карьерлердегі тау-кен жұмыстарының жағдайын талдау негізінде ашылған қорлар деп карьердің ең жоғарғы кемеріндегі тау жыныстарының қорларын түсіну керек - табиғи және жасанды кедергілерден тазартылған, ал келесі кемерлерде - жоғарғы кемерлердегі тау жыныстарынан босатылған, әрі

осы кемерлерді өндіру үшін техникалық жобаға сәйкес дайындық жұмыстары орындалған болуы тиіс. Жұмыс аймағындағы ашылған қорларды кемерлердің қорларының қосындысы ретінде анықтау орынды.

Кемердің ашылған қорлары шектеледі: өңделген кеңістіктен кемердің еңісі және жоғарғы алаңы, төменнен - осы кемердің негізінің жазықтығы, бүйірлерден - оның ұзындығының ұштарындағы жұмыс фронтының сызығына перпендикуляр жүргізілген жазықтықтармен, ал массив жағынан - жоғарғы кемердің жоғарғы алаңының шекарасынан транспорттық (немесе сақтандыру) берма ені шегеріліп, еңіс бұрышы бойынша жүргізілген жазықтықпен (3.6-сурет). Бірінші кемердің жоғарғы алаңының ені  $B_0$  және оның транспорттық (немесе сақтандыру) бермасының ені  $B_{T0}$  тау-кен және көлік жабдықтарының қалыпты жұмыс жағдайларында төменгі кемердің алаңымен бірдей қабылданады. Сонда жұмыс аймағының  $g$  элементарлық учаскесіндегі тау жыныстарының ашылған қорлары ( $m^2$ ) келесі формула бойынша анықталады:

$$S_{B3} = \sum_{\mu=1}^n (\beta_{\mu-1} - B_{T(\mu-1)}) h_{\mu} = \sum_{\mu=1}^n \beta_{B3\mu} h_{\mu} \quad (3.9)$$

мұндағы  $\beta_{\mu}$  -  $\mu$  -1-ші кемердегі жұмыс алаңының ені;

$B_{T0}$  -  $\mu$  -1-ші кемердегі транспорттық (сақтандыру) берма ені;

$h_{\mu}$  -  $\mu$  -ші кемердің биіктігі,  $n$  - жұмыс аймағындағы кемерлер саны.

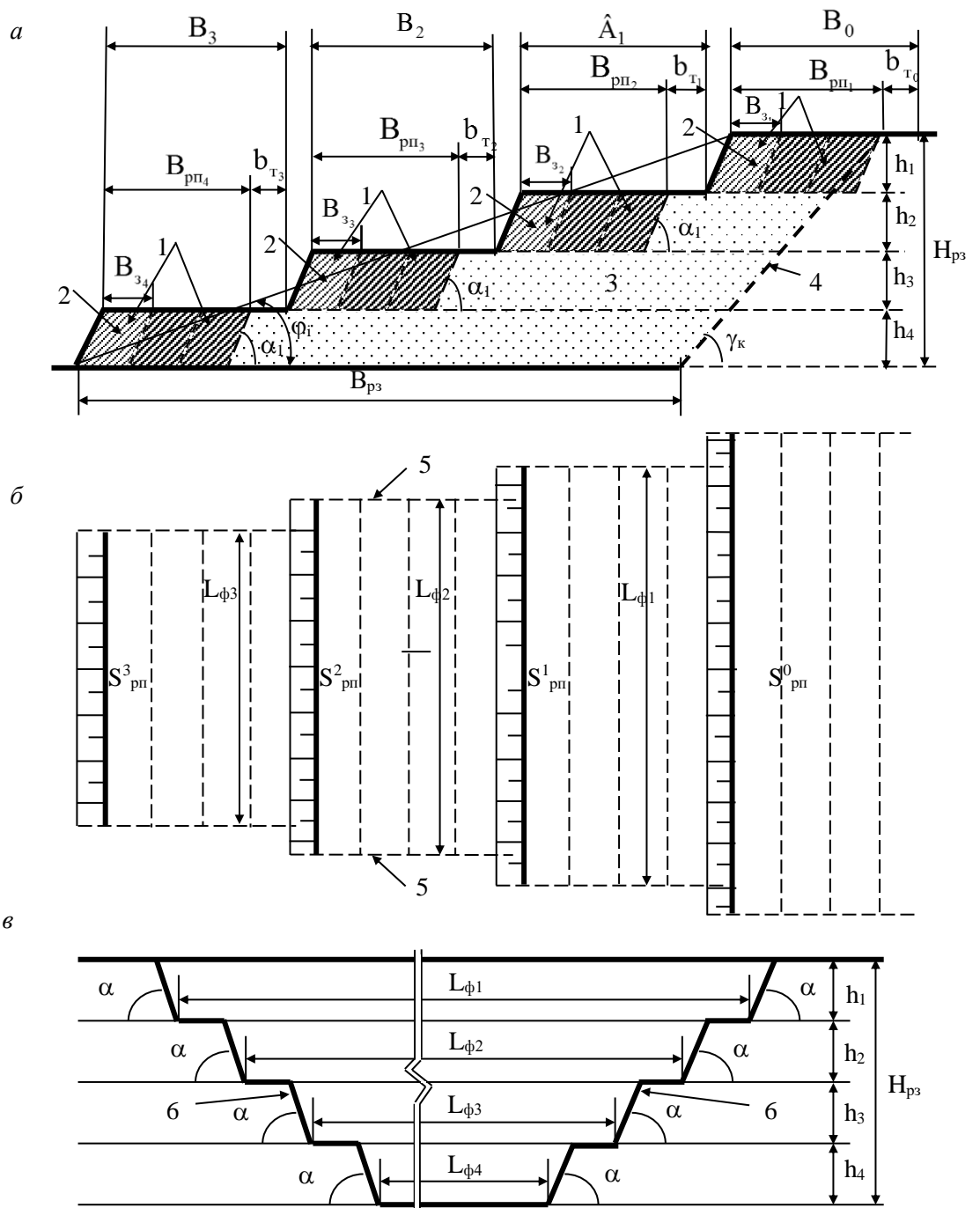
Бұл қорларды тау-кен жұмыстарының жоспарлары бойынша анықтау жағдайында:

$$S_{B3} = \sum_{\mu=1}^n (\beta_{\mu-1} - B_{T(\mu-1)}) h_{\mu} L_{\mu} = \sum_{\mu=1}^n \beta_{B3\mu} h_{\mu} L_{\mu} \quad (3.10)$$

мұндағы  $L_{\mu}$  -  $\mu$  -ші кемердегі жұмыс фронтының ұзындығы.

Қиын құрылымды кен орындарын әзірлеу кезінде нақты ақпарат алу үшін жекелеген кемерлер де, жалпы жұмыс аймағы да  $m$  элементарлық учаскелерге « $g$ » ұзындығы  $L$  тең бөлінеді. Әдетте,  $L$  кемердегі бұрғылау ұңғымаларының арасындағы қашықтыққа немесе детальді барлау кезінде барлау ұңғымаларының арасындағы қашықтыққа тең. Мұндай қималарға рудалы денелердің (қосымшалардың) контурлары салынып, олар тау жыныстарының қажетті көлемдерін анықтау үшін толыққанды ақпарат көзіне айналады.

Мұны тау жыныстары мен руданың ашылған қорларын екі жағдайда анықтау мысалында көрсетейік. Бірінші жағдайда жұмыс аймағы екі тау жынысты және екі рудалы кемерлерден тұрады, олардың биіктігі 15 м .



1 - ашылған кемерлердің қорлары, 2 - ашылған қорлар құрамындағы қазуға дайын кемер қоры, 3 - ұзақ мерзімді қорлар, 4 - ұзақ мерзімді қорлардың шекарасы, 5 - жұмыс фронтының қапталдары бойынша жазықтықтардың іздері, 6 - жұмыс аймағының бүйірлік қырлары

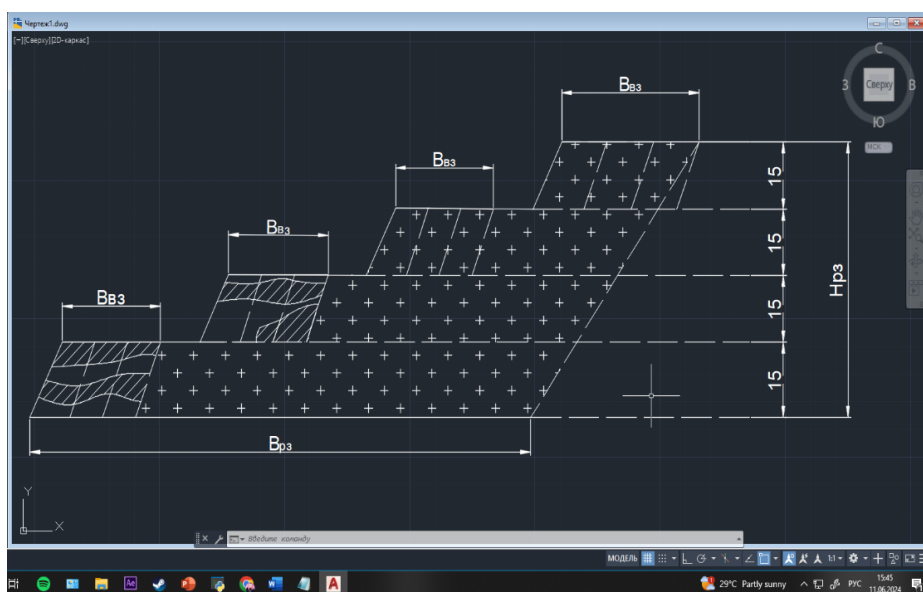
3.6 сурет Жұмыс аймағының көлденең (а), бойлық (в) кималары және горизонталь проекциясы (б)

Екінші жағдайда жұмыс аймағы биіктігі 15 м екі тау жынысты кемерлерден және биіктігі 10 м екі рудалы кемерлерден тұрады (3.7б-сурет).

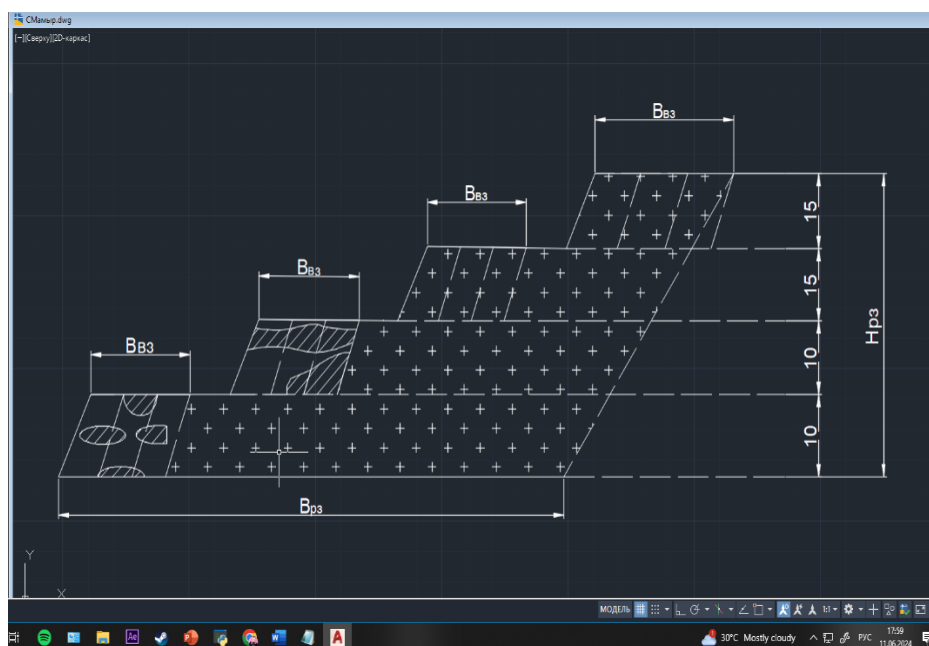
Есептеулер тау жыныстары мен руданың ашылған қорларын анықтау

үшін (3.9) формуласы бойынша орындалды, ашылған қорлардың ені бірінші жағдайда 41 м және екінші жағдайда 42 және 36 м. Олардың нәтижелері 3.3-кестеде көрсетілген. 3.3-кестеден көріп отырғанымыздай, бірінші жағдайда бірінші рудалы кемердегі күрделі құрылымды рудалы блок «б» типіне жатады және рудонасыщенности коэффициенті  $K_{рн} = 0,64$ -ке тең. Екінші рудалы кемердегі күрделі құрылымды блок «а» типіне жатады және рудонасыщенности коэффициенті  $K_{рн} = 0,68$ -ға тең. Осыған сәйкес, ашылған қорлардағы нақты рудалық массаның көлемі тиісінше 388 және 409 м<sup>2</sup> құрайды. Және сызбалар 3.7 суретте берілген.

а)



б)



3.7 сурет Ашылған қорларды анықтауға арналған схемалар

Ашылған тау жыныстарының қоры екі тау жынысты кемерлерде 615 м<sup>2</sup> құрайды.

Кесте 3.3 - Бірінші жағдай үшін ашылған тау жыныстары мен руданың көлемдері (м<sup>2</sup>)

$B_{вз}$	$h$	$S_{вз}$	$S_{руда}$
41	15	615	-
	15	615	-
	15	615	388
	15	615	409

Екінші жағдайда (3.7б-сурет) бірінші рудалы кемердегі рудалық блок бірінші жағдайдағыдай, яғни «а» типіне жатады және рудонасыщенности коэффициенті  $K_{рн} = 0,67$ -ға тең. Екінші рудалы кемердегі күрделі құрылымды блок «г» типіне жатады және рудонасыщенности коэффициенті  $K_{рн} = 0,53$ -ге тең. Осыған сәйкес, ашылған қорлардағы рудалық массаның көлемі тиісінше 223 м<sup>2</sup> және 178 м<sup>2</sup>-ге дейін азаяды. Екі тау жынысты кемердегі ашылған тау жыныстарының қоры сол деңгейде қалады, яғни 615 м<sup>2</sup>.

Кесте 3.4 - Екінші жағдай үшін ашылған тау жыныстары мен руданың көлемдері (м<sup>2</sup>)

$B_{вз}$	$h$	$S_{вз}$	$S_{руда}$
41	15	615	-
	15	615	-
35	10	255	223
	10	255	178

Әрбір нақты жағдайда анықталған ашылған қорлардағы рудалық массаның көлемі жұмыс аймағындағы ашылған қорлардағы рудалық қорларды есептеу үшін негіз болып табылады және өндірістік жоспарды құрастыруда қолданылады.

### 3.3 Карьердің жұмыс аймағы параметрлерін модельдеу арқылы қазуға дайын тау жыныстарының қорларын анықтау

Қазуға дайын деп ашылған қорлардың арасынан қазуға, тиеуге және тікелей массивтен немесе жарудан, механикалық қопсытудан және т.б. кейін орын ауыстыруға дайын қорлар саналады. Бұл ретте осы көлемнен бөлек қазылған және жарылған тау жыныстарының көлемін бөлудің қажеті жоқ, себебі сөз тау жыныстарының массивтегі (целиктегі) қорлары туралы болып отыр.

Қазуға дайын кемер қоры өңделген кеңістіктен еңіс және кемердің жоғарғы алаңы, төменнен – осы кемердің негізінің жазықтығы, қапталдардан – оның ұзындығының ұштарындағы жұмыс фронтының сызығына перпендикуляр жүргізілген жазықтықтармен, ал массив жағынан – целик бойынша шекарадан еңіс бұрышы бойынша жүргізілген жазықтықпен шектеледі. Бұл көрсетілгендер 3.6-суретте көрсетілген.

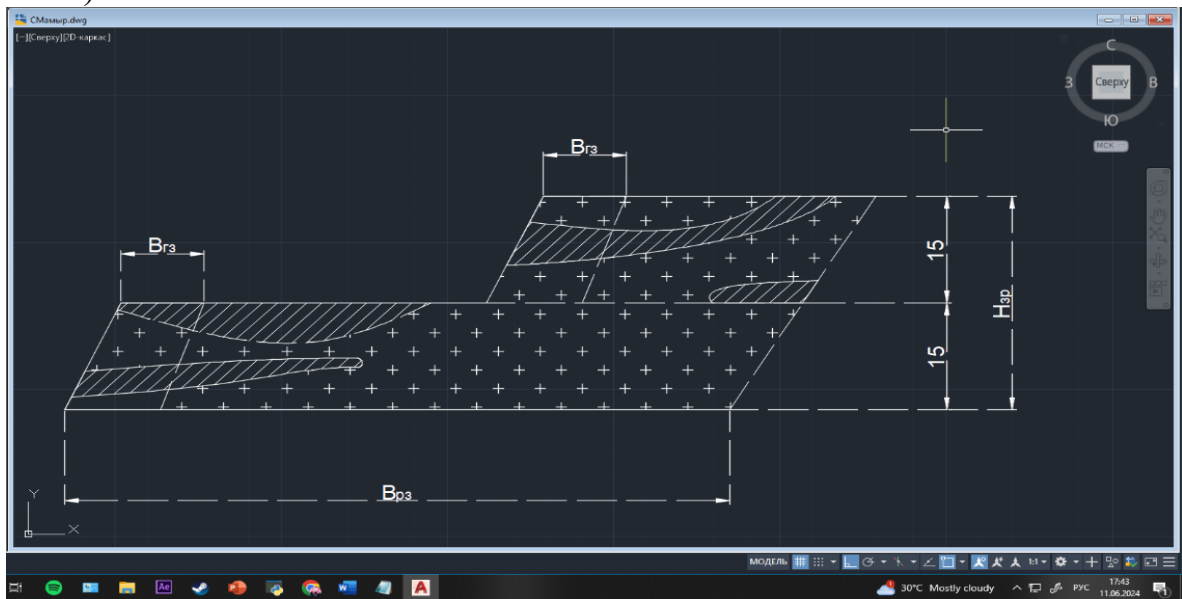
Қазуға дайын тау жыныстарының элементарлық учаскесіндегі  $g$  жұмыс аймағының ( $m^2$ ) қорлары келесі формула бойынша анықталады:

$$S_{гз} = \sum_{\mu=1}^n B_{з\mu} h_{\mu} \quad (3.11)$$

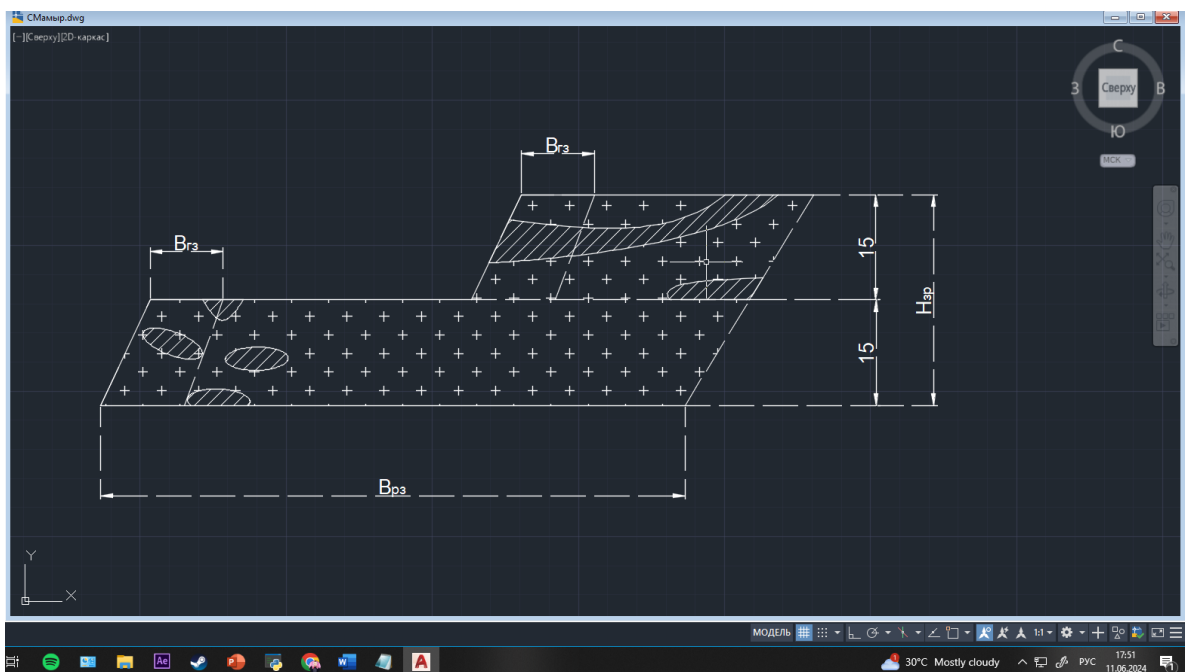
Әрбір жұмыс аймағындағы қорларды анықтағаннан кейін, қосындылау арқылы карьердің жалпы ашылған және қазуға дайын тау жыныстарының қорларын анықтайды. Анықталған ашылған және қазуға дайын қорларды тау жыныстарының түрлері мен пайдалы қазбаның сорттары бойынша дифференциациялау мақсатында бөледі. Олар әрбір қарастырылған элементарлық кемер учаскесі үшін (биіктігі мен жоспары бойынша) жоғарыда келтірілген әдістемелер бойынша компьютерде Автокад бағдарламасын пайдалана отырып оңай есептеледі. Сондай-ақ, сол категориялар бойынша кондициясыз және баланстан тыс рудалардың қорларын бөлек ескеруге болады. Карьердің жалпы қорлары тау жыныстарының категориялары бойынша жеке жұмыс аймақтарының көлемдерінен құралады [7].

Қазуға дайын рудалық қорларды анықтау мысалын жоғарыда келтірілген жағдайлар бойынша қарастырайық. Қазуға дайын рудалық қорларды анықтауға арналған схемалар 3.8-суретте көрсетілген. Қазуға дайын қорлардың көлемінің ені 15 метрлік кемерлерде 13 м, ал 10 метрлік кемерлерде 11 м тең деп қабылданды. Есептеулер (3.11) формуласы бойынша орындалды. Нәтижелері 3.4-кестеде келтірілген.

a)



б)



3.8 сурет - Жұмыс аймағындағы қазуға дайын рудалық қорларды анықтауға арналған схемалар

Ашылған кемерлердегі қазуға дайын қорлардың көлемі  $200 \text{ м}^2$  құрайды. Бірінші жағдайда 15 метрлік кемерлердегі қазуға дайын қорлардың жалпы көлемі  $200 \text{ м}^2$ , ал рудалық масса, рудонасыщенности коэффициенттеріне сәйкес, бірінші рудалы кемерде  $K_{рн}=0,56$  және екінші рудалы кемерде  $K_{рн}=0,5$  болған кезде, сәйкесінше  $113 \text{ м}^2$  және  $102 \text{ м}^2$  құрайды. Екінші жағдайда, бірінші 10 метрлік рудалы кемерде  $K_{рн}=0,52$  ал екінші рудалы

кемерде  $K_{рн}=0,39$ . Осы коэффициенттерге сәйкес, рудалық масса бірінші кемерде  $57 \text{ м}^2$ , ал екінші кемерде  $45 \text{ м}^2$  құрайды, бастапқы қазуға дайын қорлардың көлемі  $110 \text{ м}^2$  болғанда.

Кесте 3.4 - Қазуға дайын рудалық қорлар көлемдері

$B_{вз}$	h	$S_{вз}$	$S_{руда}$
13	15	200	113
13	15	200	102
11	10	110	57
11	10	110	45

Тау-кен жұмыстары барысында қорларды өндіреді, бір категориядан екіншісіне аударады және өңдеуге дайындайды. Олар үнемі өзгеріп (қозғалыста) тұрады. Қарастырылған тау жыныстарының қорлары ағымдағы деп аталатын қорларға жатады. Олардың барлығы дайындық, ашу және өндіру жұмыстарын үздіксіз орындау үшін жеткілікті болуы керек. Осы негізде сәйкес жұмыс блоктарының көлемдерін анықтау қажет: бұрғылауға дайындалған, бұрғыланған, жарылысқа дайындалған және т.б. Қазуға дайын қорлар қазып-жүктеу жабдықтарының тұрақты жұмысын қамтамасыз етуі тиіс, ал өндіру аймағында барлық өндіруге арналған пайдалы қазбалардың түрлері мен категорияларының сапасы бойынша болуы қажет. Қазіргі заманғы карьерлерде бір экскаваторға арналған қазуға дайын қорлар әдетте оның айлық өнімділігінен кем емес, ал ерекше жағдайларда осы көлемнің жартысын құрайды. Ашылған қорлар кез келген уақытта қазуға дайын қорларды қамтамасыз етуі тиіс.

Бұл қорлар тау-кен жұмыстарының жоспары бойынша анықталған жағдайда:

$$V_{гз} = \sum_{\mu=1}^n B_{з\mu} h_{\mu} L_{\mu} \quad (3.12)$$

Ашылған және қазуға дайын қорлардың көлемдерінің ауытқулары қатаң анықталған шектерде болуы керек, олардың ең төменгі мәндеріне жетпеуі тиіс. Осы шарттан ауытқу жұмыстың ырғақтылығының бұзылуына және күнтізбелік жоспардың орындалу сенімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін, яғни келісілген көлемде пайдалы қазбаларды өндіру және тұтынушыларға жеткізу бұзылады. Тау жыныстарының ағымдағы қорларын, соның ішінде пайдалы қазбаларды басқару, қарастырылған тәсілдер негізінде жүзеге асырылады



### 3.4 Экономикалық бөлім

#### 3.4.1 Васильковский карьерінің өндірістік қызметті және қаржылық нәтижелерді талдау

Өндірістік қызмет. Қазақстандағы ең ірі алтын өндіруші компания "Altyntau Kokshetau" АҚ 2024 жылы өзінің өндірістік қуатын кеңейтуді және жетілдіруді жалғастырды. Операциялық қызметтің негізгі аспектілері:

Өндіріс көлемін ұлғайту: Компания енгізілген технологиялардың тиімділігі мен өндірістік процестерді оңтайландыру арқылы өнім шығаруды арттыра алды. Стратегиялық бағыт өндіріс шығындарын азайту және алтын алу деңгейін арттыру болды.

Технологиялық жетілдірулер: кенді байыту мен өңдеуде жаңа технологияларды қолдану, бұл алтын алу көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік берді. Қаржылық нәтижелер: 2024 жыл компанияның қаржылық құрылымына айтарлықтай өзгерістер әкелді, олар келесі көрсеткіштерде көрсетілген:

Кіріс: компанияның кірісі айтарлықтай өсті, 2023 жылы 6 608,297 мыңмен салыстырғанда 8 806,094 мыңға жетті, бұл 33% өсуді білдіреді. Бұл өсім тазартылған алтын сатылымының ұлғаюына да, алтынның әлемдік бағасының өсуіне де байланысты болды.

Өзіндік құны: кірістің ұлғаюына қарамастан, өнімнің өзіндік құны да өсті, 2024 жылы предыдущ 234,532 мың құрады, өткен жылы предыдущ 220,143 мың, Бұл 7% өсуді көрсетеді. Бұл кен өндіру мен өңдеу көлемінің ұлғаюына байланысты операциялық шығындардың өсуін көрсетеді.

Кесте 3.5 - Шығындар құрылымы (2023-2024)

Шығын түрлері	мың, долл. АҚШ	мың, долл. АҚШ	Өзгеріс	%, өзгеріс
Тозу және амортизация	62,120	67,733	(5,736)	(8%)
Материалдар	70,888	56,352	14,536	26%
Салықтар, табыс салығынан басқа	56,187	47,205	8,982	19%
Еңбекақы шығындары	14,518	14,496	22	0%
Жанармай	12,589	14,966	(2,377)	(16%)
Таулы және геологиялық жұмыстар	5,573	5,506	67	1%
Жөндеу және техникалық қызмет көрсету	5,344	14,961	(9,617)	(64%)
Электр энергиясы	5,262	5,222	(40)	(1%)
Өртүрлі	(4,379)	3,387	1,722	47%
Дайын өнім қорларының өзгерісі	(3,370)	(615)	(2,755)	448%
Аяқталмаған өндіріс қорларының өзгерісі	435	(9,070)	9,505	(105%)
Барлығы	<b>234,532</b>	<b>220,143</b>	<b>14,389</b>	<b>7%</b>

Жалпы пайда: жоғарыда аталған факторлардың нәтижесінде жалпы пайда 47% - ға өсіп, 2020 жылы 571,562 мың долларға жетті.

Таза пайда: таза пайда 433,028 мың долларды құрады, бұл 2023 жылмен салыстырғанда 42% - ға жоғары. Бұл өсіп келе жатқан кіріс аясында қаржылық тиімділіктің және шығындарды басқарудың айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді.

Талдау көрсеткендей, "Altyntau Kokshetau" АҚ өндірістік қуаттылықты ұлғайтуға және шығындарды оңтайландыруға байланысты сын-қатерлермен табысты күресуде. Кенді байыту технологиялары мен процестеріне стратегиялық инвестициялар өндіріс тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік берді, бұл өз кезегінде компанияның қаржылық нәтижелеріне оң әсер етті. Компания өзгермелі нарықтық жағдайларға бейімделу және нарықты нығайту қабілетін көрсетті.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген зерттеу карьердің жұмыс аймағының параметрлері тау-кен жұмыстарын тиімділігі мен қауіпсіздігіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Қия беткейдің бұрышы, жұмыс алаңының ені және үстіңгі биіктігі арасындағы аналитикалық тәуелділіктер карьерлерді жобалауды оңтайландыруға мүмкіндік береді. Үстіңгі биіктігінің ұлғаюымен жұмыс аймағының ені азаю үрдісі байқалады, бұл қазба және өндіру жұмыстарын жоспарлауда ескерілуі қажет. Қазба және дайын өндіруге арналған қорларды, сондай-ақ өндіріс процесінің үздіксіздігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ұсынылған әдістемелер мен есептеу модельдерін қолдану карьерлердің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға және олардың пайдалану тиімділігін арттыруға ықпал етеді.

Зерттеу сондай-ақ жұмыс бортының қия беткейінің бұрышының өзгерісін және оның қазба жұмыстар көлеміне әсерін ескерудің маңыздылығын атап өтті. Қия беткейінің бұрышын  $24^{\circ}$ -тан  $12^{\circ}$ -қа дейін төмендету қазба жұмыстарда бос жыныс көлемін айтарлықтай азайтады, бұл шығындардың төмендеуіне және карьердің экономикалық тиімділігінің артуына тікелей әсер етеді. Жұмыста ұсынылған графикалық тәуелділіктер осы қорытындыларды растайды және жұмыс аймағының параметрлерін басқаруда икемді тәсілдің қажеттілігін көрсетеді.

Ұсынылған аналитикалық тәуелділіктер мен есептеу әдістерін практикалық іске асыру қазба және өндіру жұмыстардың қажетті көлемін дәлірек болжауға, тәуекелдер мен шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Бұл, өз кезегінде, тау-кен кәсіпорындарының тұрақты дамуына және олардың нарықтағы бәсекеге қабілеттілігінің артуына ықпал етеді. Жұмыста қарастырылған жаңа технологиялар мен әдістерді енгізу өндірістік көрсеткіштерге оң әсерін тигізеді және табиғи ресурстарды тиімдірек пайдалануға мүмкіндік береді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ржевский В.В. Открытые горные работы. - М.: Недра, 1985. Ч.2. – 550с.
- 2 Ракишев Б.Р., Саменов Г.К., Хамметова Ж.Н., Куттыбаев А.Е. Влияние высоты и числа уступов на параметры рабочей зоны. Горный информационно-аналитический бюллетень. М., МГГУ, №2, 2007г., С.259-265.
- 3 Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Kutybayev, A., Ermekkali, A., Shamrai, V. Study of the impact of the open pit productivity on the economic indicators of mining development (2023) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254 (1)
- 4 Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Systierov, O., Kutybayev, A., Kutybayeva, A. Implementation of sustainable development approaches by creating the mining cluster: The case of MPP "inguletskiy" (2023) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254 (1)
- 5 Kopesbayeva, A., Auezova, A., Adambaev, M., Kutybayev, A. Research and development of software and hardware modules for testing technologies of rock mass blasting preparation. New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. CRC Press.- 2015, Pages 185-192.
- 6 Ракишев Б.Р., Кожантов А.У., Куттыбаев А.Е. Взаимосвязь между важнейшими параметрами и показателями системы открытой разработки полезных ископаемых. «Горный информационно-аналитический бюллетень». - М., МГГУ, 2005, №10, С.220-227.
- 7 Rakishev, B.R., Auezova, A.M., Kutybayev, A.Ye., Kozhantov, A.U. Specifications of the rock massifs by the block sizes. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. Issue 6, 2014, Pages 22-27
- 8 Ракишев Б.Р., Кожантов А.У., Куттыбаев А.Е. Взаимосвязь между важнейшими параметрами и показателями системы открытой разработки полезных ископаемых. «Горный информационно-аналитический бюллетень». - М., МГГУ, 2005, №10, С.220-227.
- 9 Adamaev, M., Kutybayev, A., Auezova, A. Dynamics of dry grinding in two-compartment separator mills (2015) New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral. Resources Mining, pp. 435-439.
- 10 Ә. Бегалинов, Н.А. Жайсаңбаев, Е.С. Зұлқарнаев, Т. Қалыбеков, М.Н. Сәндібеков. Ашық тау-кен жұмыстарының технологиясы. ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы, 2012., 287 бет.
- 11 Ракишев Б.Р. Рабочая зона карьера и ее параметры. Горный журнал №3. М., 2003. С. 17-21.

А – қосымшасы.

II INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
CONFERENCES ON THE TOPIC

2024

# MATERIALS

INNOVATIVE SOLUTIONS TO CURRENT  
PROBLEMS OF THE CHEMICAL AND  
MINING INDUSTRY

[www.bestjournalup.com](http://www.bestjournalup.com)

17  
MAY



Nukus, Republic Of Karakalpakstan

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ НА КАРЬЕРЕ

Сатанов М.М.

магистрант 7M07203 Горная инженерия, Satbayev University, Казахстан, город Алматы

[Satanov.mamyrb01@gmail.com](mailto:Satanov.mamyrb01@gmail.com)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.11241742>

**Аннотация:** Научная статья посвящена моделированию параметров рабочей зоны на карьере. Рабочая зона на карьере играет важную роль в оценке безопасности и эффективности добычных процессов.

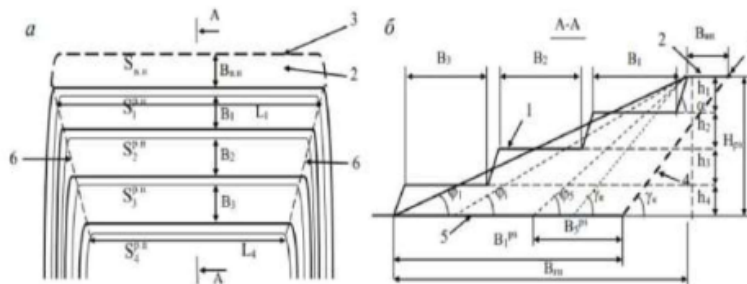
Методология исследования включала анализ данных и построение математических моделей для описания параметров рабочей зоны на карьере. Полученные результаты демонстрируют научную новизну подхода и позволяют выявить плюсы различных моделей и программных инструментов. В заключении делаются выводы о важности выбора правильных моделей и программных средств для эффективного моделирования рабочей зоны на карьере и предлагаются направления для дальнейших исследований в данной области.

**Ключевые слова:** Моделирование, рабочая зона, карьер, безопасность, эффективность.

В современном мире горнодобывающая промышленность является одной из ключевых отраслей, обеспечивающих потребности человечества в энергии, строительных материалах, металлах и других ресурсах. Технологический прогресс и рост потребления приводят к постоянному увеличению спроса на ресурсы, что требует поиска новых месторождений и оптимизации производственных процессов.

Моделирование параметров рабочей зоны в карьере играет ключевую роль в управлении рисками, оптимизации производственных процессов и обеспечении безопасности (рис. 1) [1, 2].

Основные характеристики рабочей зоны включают в себя высоту, ширину и угол откоса рабочего борта карьера, а также длину фронта каждого уступа. Также важными параметрами являются площадь рабочей площадки, проекция рабочего борта на горизонтальную плоскость и объем породы в ней на текущий момент времени [2-4].



1 - граница рабочего борта, 2 - верхняя поверхность первого рабочего уступа, 3 - задняя сторона верхней поверхности первого рабочего уступа, 4 - текущий контур (контур текущего выема), 5 - основание рабочей зоны, 6 - боковые границы рабочей зоны

Рис. 1 План рабочей зоны карьера (а) и увеличенный разрез рабочей зоны вдоль линии А-А.

Геологическая модель в контексте карьерного производства представляет собой комплексное описание геологической структуры месторождения, включая распределение полезных ископаемых, горных пород. Это важный инструмент для планирования и оптимизации горнодобывающих работ, а также для обеспечения безопасности и эффективности производства [5-7].

Основные компоненты геологической модели включают в себя описание геологического строения карьера, определение распределения полезных ископаемых и горных пород, анализ геомеханических свойств горных массивов. Эти данные необходимы для понимания структуры залежей, их характеристик и условий добычи [8, 9].

Оценка стабильности откосов является критическим аспектом при проектировании и эксплуатации карьеров. Формула для расчета угла наклона откосов, обеспечивающего их стабильность, играет ключевую роль в определении безопасных параметров работы карьера [1, 6]. Угол наклона откоса, обычно обозначаемый как  $\alpha$ , определяется с использованием следующей формулы:

$$\tan(\alpha) = H / L$$

$\alpha$  - угол наклона откоса,  $H$  - высота откоса,  $L$  - длина откоса.

Эта формула позволяет определить оптимальный угол наклона откоса, который обеспечивает его стабильность и предотвращает обрушения и аварии на карьере.

Однако, наряду с оценкой стабильности откосов, необходимо также учитывать параметры безопасности. Формула для определения необходимых параметров безопасности, таких как запас прочности, является важным инструментом для обеспечения надежности и безопасности производственных операций. Формула для расчета запаса прочности приведена ниже:

$$F_{зап} = F_n - F_{расч}$$

$F_{зап}$  - запас прочности,  $F_n$  - нормативное значение прочности,  $F_{расч}$  - расчетное значение прочности.

Расчет запаса прочности позволяет инженерам учитывать возможные изменения условий эксплуатации и обеспечивать необходимый уровень безопасности в производственных процессах.

Геотехническая модель карьера представляет собой комплексный аналитический подход, направленный на обеспечение безопасности и эффективности горных работ. Важными аспектами этой модели являются оценка геомеханических свойств горных массивов, анализ стабильности откосов, определение параметров безопасности и разработка технологических процессов.

С помощью геотехнической модели производится расчет оптимальных углов наклона откосов и других параметров, обеспечивающих безопасность работ. Также проводится анализ запасов прочности и других параметров безопасности, необходимых для предотвращения аварийных ситуаций [1, 3, 5].

Оценка стабильности откосов играет важную роль в обеспечении безопасности горных работ на карьере. Для расчета угла наклона откосов, который обеспечивает их стабильность, используется следующая формула:

$$\tan(\alpha) = L / H$$

$\alpha$  - угол наклона откоса,  $H$  - высота откоса,  $L$  - длина откоса.

Эта формула позволяет определить оптимальный угол наклона откосов, который обеспечивает их стабильность и предотвращает возможные обрушения.

В рамках технологических процессов на карьере осуществляются различные операции по добыче и обработке полезных ископаемых. Эти процессы включают в себя методы добычи, такие как бурение, взрывные работы, экскавация и другие. Планирование и оптимизация этих производственных операций играют ключевую роль в обеспечении эффективности и безопасности работ на карьере. Важно также учитывать аспекты безопасности при проведении этих процессов, чтобы предотвратить возможные аварии и несчастные случаи. Мониторинг и контроль за выполнением технологических процессов позволяют своевременно выявлять и устранять возможные проблемы, обеспечивая стабильность и безопасность работы на карьере.

Внедрение результатов данной статьи позволит повысить эффективность деятельности предприятий за счет оптимизации производственных операций, снижения рисков аварийных ситуаций, а также повышения безопасности труда персонала.

Одним из ключевых выводов является необходимость дальнейших исследований и разработок в области моделирования параметров рабочей зоны на карьере, включая улучшение точности моделей, адаптацию под конкретные условия и внедрение новых технологий мониторинга и контроля [2, 5, 8].



Внедрение новых технологий, разработанных в результате этого исследования, потенциально может привести к повышению производительности и безопасности работы на карьере, что будет способствовать улучшению рабочих условий и снижению рисков для персонала.

В целом, данная научная статья открывает новые горизонты в понимании и управлении процессами на карьере и представляет собой важный вклад в развитие научной и инженерной областей, связанных с горным делом и добычей полезных ископаемых.

#### Список использованной литературы

1. Ржевский В.В. Открытые горные работы. - М: Недра, 1985. Ч.2 - 550с.
2. Ракишев Б.Р., Салманов Г.К., Хамметова Ж.Н., Куттыбаев А.Е. Влияние высоты и числа уступов на параметры рабочей зоны. Горный информационно-аналитический бюллетень. М., МПГУ, №2, 2007г., С.259-265.
3. Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Kuttybayev, A., Ermeekali, A., Shamrai, V. Study of the impact of the open pit productivity on the economic indicators of mining development (2023) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254 (1)
4. Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Systierov, O., Kuttybayev, A., Kuttybayeva, A. Implementation of sustainable development approaches by creating the mining cluster. The case of MPP "inguletskiy" (2023) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254 (1)
5. Kopesbayeva, A., Auezova, A., Adambayev, M., Kuttybayev, A. Research and development of software and hardware modules for testing technologies of rock mass blasting preparation. New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. CRC Press. - 2015, Pages 185-192.
6. Ракишев Б.Р., Кожантов А.У., Куттыбаев А.Е. Взаимосвязь между важнейшими параметрами и показателями системы открытой разработки полезных ископаемых. «Горный информационно-аналитический бюллетень». - М., МПГУ, 2005, №10, С.220-227.
7. Rakishov, B.R., Auezova, A.M., Kuttybayev, A.Ye., Kozhantov, A.U. Specifications of the rock massifs by the block sizes. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. Issue 6, 2014, Pages 22-27
8. А.Е. Казыгалов, А.Е. Куттыбаев, Г.К. Салманов, А.Н. Петрушко. Зависимость производительности экскаватора от кусковатости взорванной породы на Житинаринском карьере. Вестник Казахского национального технического университета. №2 (52), 2006 г., С.153-156.
9. Adambayev, M., Kuttybayev, A., Auezova, A. Dynamics of dry grinding in two-compartment separator mills (2015) New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining, pp. 435-439.
10. Jumamuratov R. E. Kaipbergenov. AT «The methodology of teaching chemistry based on the use of computer programs. //Science and Education in Karakalpakstan. – 2019. – Т. 4. – С. 64-70.

УДК 330.341.1:669:662

### МИНЕРАЛЬНО-ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ МЕГАКОМПЛЕКС КАЗАХСТАНА

д.т.н., профессор Ракишев Баян Ракишевич,

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, 050013, Казахстан  
[b.rakishov@satbayev.university](mailto:b.rakishov@satbayev.university)

д.т.н., профессор Джансығұратов Караматдин Мұстапаевич

Дукусский горный институт при Новоискском государственном горно-технологическом университете  
[karamatdin@aktimuratov642@gmail.com](mailto:karamatdin@aktimuratov642@gmail.com)

В индустриально развитых горнодобывающих странах по ведомственной принадлежности различают минерально-сырьевой, нефтегазовый, горно-металлургический, горно-химический, топливно-энергетический, горно-нерудный, горно-строительный комплексы. Они занимаются геологической разведкой, добычей и переработкой минерального сырья для производства первичного материала (технологического сырья) для обрабатывающих отраслей промышленности.





$$V_i = \sum_{j=1}^n B_{ij} h_j L_{ij} \quad (2)$$

Объемы готовых и выемки запасов горных пород в пределах каждой рабочей зоны определяются путем суммирования объемов готовых и выемки запасов горных пород по всем участкам. Для обеспечения информативности эти объемы разбиваются на виды горных пород и сорта полезного ископаемого. Расчеты проводятся с использованием вычислительных методов для каждого технологического участка участка как в разрезе, так и в плане, с применением программы Аппакс на компьютере. Также может быть проведен отдельный учет запасов окисляющихся и забаласованных руд по тем же категориям. Общие запасы карьера по различным категориям горных пород формируются путем суммирования объемов по отдельным рабочим зонам.

По мере ведения горных работ запасы горных пород антропогенно, перемещая из одной категории в другую и подготавливают к разрабoтке. Они находятся в состоянии запасов (запасов). В любой заданной полосе горных выработок эти объемы имеют величину [4-6].

Расчетные запасы горных пород относятся к тем полезным породам. Их должно быть достаточно для бесперебойного выполнения всех производственных, вспомогательных и обводных работ. На основании этого необходимо следить за объемами соответствующих работ, балансом извлечения и бурения, обрушения, отработки и др. Готовыми к выемке запасами должны быть обеспечены следующие работы: механизированной оборудованной, а в добычей зоне должны быть обеспечены наличие всех добавочных видов и категорий полезных ископаемых по качеству [7,8]. На определенных этапах готовых и выемки запасы на этом этапе не окисляются, как правило, все своего местной производительности, а окисляющиеся служат по своему назначению. Выходные запасы на любой момент времени должны обеспечить готовку к выемке запасы [9, 10].

Систематическое, регулярное исследование результатов, можно определить объемы готовых и выемки запасов горных пород, доступных для добычи в рабочей зоне карьера. Эти данные могут быть применены для повышения эффективности и безопасности горнодобывающих операций.

**Список использованной литературы:**

1. Ризаев Б.Р., Саитов Г.Х., Каштанов Ж.И., Кутубаев А.Б. Взаимосвязь между условиями на территории рабочей зоны. Горный информационно-аналитический бюллетень, М., МГУ, №2, 2007, с.259-265.
2. Ризаев Б.Р., Каштанов А.З., Кутубаев А.Б. Взаимосвязь между максимизацией параметров и оптимизацией системы открытой разработки полезных ископаемых. Горный информационно-аналитический бюллетень - М., МГУ, 2005, №10, с.220-227.
3. Kopylovskiy, A., Auzova, A., Adamov, M., Kamybayev, A. Research and development of software and hardware models for testing technologies of rock mass blasting preparation. New Developments in Mining Engineering 2015. Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. CRC Press, 2015. Pages 185-192. DOI: 10.1201/b19166-04.
4. A. Isakovic, A. Stambijevica, G.Zhanabekova, Sh. Zaitimova, A. Kamybayev, A. Massin. Research into stress-strain state of the mass under open pit with a change in the open-pit bottom width. Mining of Mineral Deposits. Volume 16 (2022), Issue 3, 61-66. <https://doi.org/10.33271/mining/16.03.061>
5. Adamov, M., Kamybayev, A., Auzova, A. Dynamics of dry grinding in two-compartment separator mills. 2015 New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. pp. 435-439.
6. Rakhimov, B.R., Auzova, A.M., Kamybayev, A.Ye., Kuchatov, A.U. Specifications of the rock masses by the block sizes. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, Issue 6, 2014, Page 22-27.
7. Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Kamybayev, A., Eremekhal, A., Shannir, V. Study of the impact of the open pit productivity on the economy indicators of mining development. (2022) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254 (1), статья № 012059. DOI: 10.1088/1755-1315/1254/1/012059.
8. Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Sytychov, O., Kamybayev, A., Kamybayev, A. Implementation of sustainable development approaches by creating the mining cluster: The case of MPF

Nalox, Republic of Karakalpakstan

Активация Windows  
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".