

Коммерциялық Емес Акционерлік Қоғам
Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті

ӨОЖ 622.28 (574) = 512.122

Қолжазба құқығында

МАТАЕВ АЗАМАТ ҚАЛИЖАНҰЛЫ

**Хромтау кенорнының тұрақты емес массиві жағдайында дайындық
қазбаларын бекіту технологиясын таңдау және негіздеу**

6D070700 – Тау-кен ісі

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер
техника ғылымдарының кандидаты,
профессоры
Арыстан И.Д.

техника ғылымдарының кандидаты,
аға ғылыми қызметкер
Немова Н.А.
(РФ, Кемеров қ-сы)

Қазақстан Республикасы
Қарағанда, 2022

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ.....	4
1	«ХРОМТАУ» КЕН ОРНЫ, «ТӘУЕЛСІЗДІКТІҢ 10-ЖЫЛДЫҒЫ» АТЫНДАҒЫ ШАХТАСЫ АЙМАҒЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ, ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ, ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТАУ-КЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ШАРТТАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	8
1.1	Кен орнының орналасқан ауданы туралы жалпы мәліметтер.....	8
1.2	«Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасының тау-кен қазбалары салынатын сілемдерінің физико-механикалық қасиеттерін зерттеу.....	8
1.3	Қазіргі кездегі тәжірибелерде қолданылып жүрген бекітпелерді талдау және зерттеу.....	10
	Бірінші бөлім бойынша қорытынды.....	20
2	ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ БОЛЫП ТАБЫЛАТЫН ҚАЗБАҒА БЕКІТПЕ ТҮРІН ТАҢДАУ ЖӘНЕ БЕКІТПЕЛЕУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	22
2.1	Нақтылы шарттарға қарай бекітпе түрлерін таңдау әдістемелерін зерттеу.....	22
2.2	Қазба салынатын таужыныстары сілемінің орнықтылығын бағалау, қазбаға түсетін жүктемелерді есептеу және қазбаға бекітпе түрін таңдау.....	24
2.3	«Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасының жоғарғы горизонттарын жобалауда қолданылған металл бекітпелерін зерттеу	27
2.4	Комбинациялық бекітпелерді қолданудың тиімділігін зерттеу.....	33
2.4.1	Анкер бекітпесінің құрылымдарын есептеу және бекітпені қолдану шарттарын зерттеу.....	34
2.4.2	Бүрікпобетон бекітпесін қолдануды зерттеу және бүрікпобетон бекітпесінің параметрлерін есептеу.....	39
2.5	Қазбаны өтудегі бекітпелеу паспорты.....	43
	Екінші бөлім бойынша қорытынды.....	44
3	ТАУ-КЕН ЖЫНЫСТАРЫ МАССИВІНІҢ КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН БОЛЖАУ.....	46
3.1	Кернеулі-деформацияланған күйді анықтау әдістерін талдау.....	46
3.2	«Тәуелсіздіктің 10 жылдығы» шахтасының - 480 м горизонттың тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйін сандық талдау.....	47
3.3	20-28 осьтерде серпімді емес деформациялар аймақтарын және 480 м горизонттағы қазбалардың орнықтылық қорының коэффициентін анықтау.....	62
3.4	Тазарту жұмыстарының әсер ету шекарасындағы тау жыныстары массивіндегі геомеханикалық жағдайдың дамуын болжау.....	66
	Үшінші бөлім бойынша қорытынды.....	69

4	20–28 ОСТЕРІНДЕ - 480 М ГОРИЗОНТТАҒЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫН ЖӘНЕ ҚАЗБАЛАР БЕКІТПЕЛЕРІНЕ ТҮСЕТІН ЖҮКТЕМЕЛЕРДІ ЕСЕПТЕУ.....	71
4.1	Сандық талдау негізінде «Тәуелсіздіктің 10 жылдығы» шахтасында қолданылатын бекітпе түрлерінің көтергіш қабілетін есептеу.....	71
4.2	20-28 осьтерде - 480 метр горизонттың әсер ету аймағынан тыс орналасқан тау-кен қазбаларының бекітпесіне түсетін жүктемені есептеу және бекітпе түрін таңдау.....	79
4.3	20-28 осьтерінде -480 горизонт қазбаларының әсер ету аймағында орналасқан тау-кен қазбаларының бекітпесіне түсетін жүктемелерді есептеу және бекітпе түрін таңдау.....	87
	ҚОРЫТЫНДЫ.....	91
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	94
	ҚОСЫМША А – Диссертациялық жұмыс нәтижесін оқу үдерісіне енгізу туралы акт.....	97
	ҚОСЫМША Ә – Ғылыми зерттеулердің нәтижелерін өндірістік қызметіне енгізу актісі.....	98
	ҚОСЫМША Б – Авторлық құқығымен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерге енгізу туралы куәлік.....	99
	ҚОСЫМША В – Ресей Федерациясы, Кемеров қаласында ғылыми тағылымдамадан өткені туралы сертификат.....	100
	ҚОСЫМША Г – Расчет величин нагрузок на крепь выработку во вмещающих породах и в рудном массиве горизонта -480 м.....	101

КІРІСПЕ

Зерттеу өзектілігі. Диссертациялық жұмыс комбинациялық бекітпе технологиясын қолдана отырып, дайындық кен қазбаларын бекітуді қамтамасыз ету мәселесіне арналады.

Хромтау кен орындарында пайдалы қазбаларды жерасты тәсілімен қазып-өндіру еңбек ресурстары мен капиталдық шығындардың басым мөлшерін қажет ететін процестердің қатарына жатады. Шахта және жерасты ғимараттары құрылысы мен көлемінің өсуі, оларды жүзеге асырудың техникалық деңгейін, жұмыс сапасын, еңбек өнімділігін арттыруды, сайып келгенде қаржы мөлшерін үнемдеп, құрылыс салу мерзімін қысқартуды қажет етеді. Қарастырылып отырған кенорындарының басты ерекшелігіне қазымның терең қабаттарға ауысқан сайын күрделі тұрақсыз массив жағдайына ұшырауы. Бұл жағдайда кен қазбаларын өтуге сабақтаса жүргізілетін бекіту жұмыстары қоршаған орта өзгерістеріне сәйкестендіріле атқарылуға тиісті. Осы тұрғыдан қарағанда, қойылатын мақсаттардың оңтайлы шешімін табу - қазбалар тұрақтылығын бекітпелер түрі мен параметрлерін геомеханикалық тұрғыдан терең зерттеулер арқылы негіздеуге байланысты қажет етеді.

Диссертациялық жұмыста қарастырылған мәселелер Хромтау шахталарының терең қабаттарында кен алу кезінде қазбалар тұрақтылығына байланысты туындайтын іс-шаралардың тиімділігін арттыруға бағытталған.

Дайындық қазбаларының бекіту технологиясы бүкіл әлемде кеңінен қолданыла бастады. Хромтау кенорындарында пайдалану тәжірибесінде дайындық қазбаларының деформациясына әкелетін жыныс контурының жылжуы, қазба төбесі мен бүйірінің опырылысы секілді бірқатар елеулі кемшіліктер анықталды.

Кен қазбаларына бекітпе таңдауда кен-геологиялық және кен техникалық факторлары ерекше. Осыған сәйкес әртүрлі технологиялық тұрғыда кен қазбалары тұрақтылығына әсер етуші факторларды ескеріп, нақты кен алу жағдайларына сәйкестендіре бекітпе параметрін есептеу өзекті болып табылды.

Дөң КБК шахталарындағы массив құрылысының күрделілігі сондай ақ, кейде кен алу барысында механика заңдылықтарына қабыспайтын опырылыстарды (әсіресе терең қабаттарда) байқауға болады. Осындай жағдайда қазбалар тұрақтылығын қамтамасыз етіп, бекітпелердің оңтайлы да тиімді түрлерін таңдап, параметрлерін геомеханикалық тұрғыда негіздеу тау кен өндірісінің өзекті проблемасы болып табылады.

Жұмыстың мақсаты тазарту кенжарларына әсер ету аймағындағы тұрақсыз массивтер жағдайында дайындық қазбаларының бекітпе схемаларын технологиясын негіздеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

1. Тау-кен қазбаларын үңгілеу барысында тазартпа жұмыстарының әсер ету аймағына сәйкес бекітпенің оңтайлы параметрлерін таңдаудағы отандық және шетелдік тәжірибелерді талдау.

2. Тазартпа жұмыстары аймағындағы массивтің ҚДК-ын зерттеу және кернеу көрсеткіштерінің өзгеру заңдылықтарын анықтау.

3. "Қазақстан Тәуелсіздігіне 10 жыл" кеніші жағдайындағы жыныстардың орнықтылық санаттарын ескере отырып, тазартпа әсері аймағында тау-кен қазбалары бекітпесінің оңтайлы параметрлерін негіздеп ұсыныстар әзірлеу.

Жұмыстың идеясы тазарту жұмыстарының әсер ету аймағында қазбаларды өту кезіндегі тау жыныстарының тұрақтылығын ескере отырып, комбинациялық бекітпенің оңтайлы параметрлерін негіздеу.

Зерттеу нысаны: АҚ "Қазхром "ТҰК" филиалы – Дон КБК жерасты кенішінің тау жыныстары массиві, «Қазақстан Тәуелсіздігіне 10 жыл атты кеніші».

Ғылыми-зерттеу және ғылыми-техникалық жұмыстарды орындау кезінде келесі әдістер қолданылды:

- диссертациялық зерттеулер тақырыбы бойынша әдеби қор, патенттік материалдар мен техникалық әзірлемелерді талдау және қорыту;

- ғылыми зерттеулердің заманауи әдістерін қолдана отырып, тау-кен қысымының, тау жыныстарының деформациясы мен бұзылуының көріністерін зерттеуге арналған шахталық эксперименттер қою;

- массивтің кернеулі деформациялық күйі бойынша тау жыныстарының құрылымдық және беріктік сипаттамаларын ескеретін жоғары дәлдікті бағдарлама қамтамасыз етуді қолданып, шеткі элементтерді сандық модельдеу әдістерімен серпімді емес деформациялар аймақтарын анықтау.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар:

- үлкен тереңдіктегі қазбалар бекітпесінің бұзылысы оның көлденең қимасын тік бағытта ең жоғары мөлшерде әсер ететін кернеулердің асимметриялық шамасымен анықталды;

- тау жыныстары массивін сандық модельдеу негізінде тазартпа кеңістігі әсеріне байланысты массивте туындайтын жүктеме шамасының айтарлықтай өзгеретіні анықталды;

- шеткі элементтер әдісімен компьютерлік модельдеу негізінде пластикалық деформация аймағында тұрақтылық коэффициенті бекітпенің көтеру қабілетіне байланыстылығы екендігі анықталды

Ғылыми жаңалық:

- тазалау кеңістігіне перпендикуляр бағытта орналасқан қазбалар тұрақтылығын кеңістігін әсерін сәйкестендіре зерттеп, олардың оңтайлы параметрлерін қалыптастыру;

- бүйір жыныстарының күрделі опырылыстарына байланысты туындайтын деформация параметрлерін анықтап, қажетті бекітпе түрлері мен параметрлерін геомеханикалық тұрғыда негіздеу.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы:

Тазарту жұмыстарының әсер ету аймағына салынған тау-кен қазбаларының тұрақтылығын сақтауда массивтің кернеулі деформацияланған күйін және тау жыныстарының құрылымдық және беріктік қасиеттерін ескере

отырып, бекітпенің оңтайлы түрлерін таңдау негізі жұмыстың практикалық маңыздылығы болып саналды.

Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен ұсыныстардың негізділігі мен сенімділігі тау жыныстары массивін компьютерлік модельдеу, салыстырмалы, статистикалық және талдамалық талдаулардың нәтижелерімен расталады.

Өнеркәсіпте жұмыс нәтижелерін іске асыру. Дайындық қазбаларын қолдау кезінде қазбаларды бекіту технологиясын қолдану бойынша ұсыныстар жасалды.

Диссертациялық жұмыс бойынша "Тау-кен ісі" мамандығының бакалавриат және магистратура пәндері бойынша "Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті" КеАҚ оқу процесіне актілері алынды.

Автордың жеке үлесі: тау-кен қазу жұмыстары кезінде тұрақсыз тау жыныстары бар аймақтарда бекіту үшін қоршау жүйелері конструкциясының тиімділігін құрудың ғылыми негіздемесінде.

Жұмыстың апробациясы. Диссертацияда алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері 6В07202 бакалавриат және 7М07203 магистратура "Тау-кен ісі" мамандықтарының пәндері бойынша оқу процесіне (Қосымша А) және ғылыми зерттеулердің нәтижелерін өндірістік қызметіне енгізу актісі ТОО «Восход Ориел» компаниясына енгізілді (Қосымша Г). Автор авторлық құқығымен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерге енгізу туралы куәлік №3716 30 мамыр 2019 жыл. (Қосымша Ә). Сонымен қатар автордың Ресей Федерациясы, Кемерово қаласында ғылыми тағылымдамадан өткені туралы сертификаты (Қосымша В) ұсынылды. Жұмыстың нәтижелері RS2 және Excell жоғары біліктілікті бағдарламалары көмегімен (Қосымша Г) ұсынылды.

Жұмыстың негізгі ережелері «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті», «Пайдалы қазбалар кенорындарын өндіру кафедрасы» ғылыми-техникалық кеңесінде баяндалды және мақұлданды.

Жарияланымдар. Жұмыстың негізгі қағидалары 11 баспа жұмысында көрсетілген, оның ішінде Scopus базасына кіретін журналда жарияланған 6 мақала, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитетінде ұсынған басылымдар тізбесіне кіретін журналдарда жарияланған 3 мақала, халықаралық конференцияда 2 тезисі және авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы 1 куәлік.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен және қорытындыдан, баспа мәтінінің 96 парағынан және 44 атаудан пайдаланылған дереккөздердің тізімінен тұрады.

Докторант эксперименттер жүргізуге және диссертациялық жұмыстың жұмыстың бөлімдерін орындауға берген ұсынымдары мен көмегі үшін: ғылыми кеңесшілерге; Хромтау кенорнының инженерлік-техникалық қызметкерлеріне,

«РАНК2» ғылыми зерттеу орталығы ресейлік компаниясының зертхана қызметкерлеріне алғыс білдіреді.

1 «ХРОМТАУ» КЕН ОРНЫ, «ТӘУЕЛСІЗДІКТІҢ 10-ЖЫЛДЫҒЫ» АТЫНДАҒЫ ШАХТАСЫ АЙМАҒЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ, ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ, ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТАУ-КЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ШАРТТАРЫН ЗЕРТТЕУ

1.1 Кен орнының орналасқан ауданы туралы жалпы мәліметтер

Дөң тау-кен байыту комбинаты Қазақстан Республикасы, Ақтөбе облысы, Хромтау ауданы, Хромтау қаласында орналасқан. Дөң тау-кен байыту комбинатының құрамында қызметкерлермен жұмысшылар саны 7700 адамнан асады. Дөң тау-кен байыту комбинатының 25 құрылымдық бөлімшелері жұмыс жасайды. Оның ішінде бес негізгі тауар өндіретін өндірістер: «Молодежная» шахтасы, «Қазақстан тәуелсіздігінің 10 жылдығы (Тәуелсіздіктің 10 жылдығы)» шахтасы, «Дөң» кеніші (екі кенішімен), 1-ші және 2-ші ұсақтау байыту фабрикалары бар.

«Қазақстан тәуелсіздігінің 10 жылдығы (Тәуелсіздіктің 10 жылдығы)» шахтасы – Мұғалжардың солтүстігінде, шығыс Кемпірсай кенді ауданының шығыс беткейінде, Ақтөбе облысы, Хромтау қаласының оңтүстік шығыс жақ аймағында орналасқан. Кенорны аймағының инфрақұрылымы едәуір дамыған. «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» шахтасына жақын жерде «Дөң КБК (ГОК)» ААҚ, «Восход», «КазССР XX жыл» және «Поисковое» кеніштері мен шахталары хромит кенорындары игеруде. Осы кенорындарынан шығатын хромды кендерді өңдейтін байыту фабрикасы «Молодежная» шахтасынан солтүстікке қарай үш шақырым арақашықтықта орналасқан [1-4].

1.2 «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасының тау-кен қазбалары салынатын сілемдерінің физико-механикалық қасиеттерін зерттеу

«Қазақстан тәуелсіздігіне 10-жыл» атындағы (Тәуелсіздіктің 10 жылдығы) шахтасы аймағының кенорнында дуниттер бойынша серпентиниттер кеңінен дамыған. Пироксенді дунит бойынша серпентинит азырақтау тараған. Осы аталған таужынысының түрлері жер бетінен 35÷110 м тереңдікке дейін үгітілген. Үгілу дәрежесінің ең жоғарғы мәні 10-20 м тереңдікте байқалады. Бұл жерде таужыныстары ұсақтастармен қалыптасып сазбалшықты массаға айналған.

Жүргізілген зертханалық ізденістер бойынша таужынысының төрт негізгі инженерлік – геологиялық кешендері анықталған:

– үгітілген карбонатталған, ұсақблоқты серпентиниттер кешені, таужынысының бекемдігі төмен ($R_{сж}=15,2$ МПа, $R_p=1,3$ МПа, Протодьяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті $f=2÷3$, бұрғылау категориясы III), бұл үгілу қабаты кенорынның жоғарғы бөлігінде тараған;

– серпентинделген дуниттер кешені: аз жарықшақты дунит берік болып келеді ($R_{сж}=55,3$ МПа, $R_p=4,3$ МПа, Протодьяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті $f=9$, бұрғылау категориясы VII); ортажарықшақты дунит орташа берік таужыныстарымен көрсетілген ($R_{сж}=27,1$ МПа,

$R_p=3,1$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті $f=8$, бұрғылау категориясы VII); өте жарықшақты дунит беріктігі төмен таужыныстары ($R_{сж}=14,3$ МПа, $R_p=1,5$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті $f=6$, бұрғылау категориясы VI);

– аз жарықшақты серпентинделген дунит кешені берік таужынысына жатады ($R_{сж}=64,5$ МПа, $R_p=4,5$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті $f=9$, бұрғылау категориясы VII); ортажарықшақты дунит – орта берік таужыныстары ($R_{сж}=35,1$ МПа, $R_p=2,7$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті $f=8$, бұрғылау категориясы VII); өте жарықшақты – беріктігі төмен таужыныстары ($R_{сж}=17,1$ МПа, $R_p=1,6$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша $f=6$, бұрғылау категориясы VI);

– серпентинделген перидотиттер кешені: аз жарықшақты берік таужыныстары ($R_{сж}=58,1$ МПа, $R_p=4,7$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша $f=8$, бұрғылау категориясы VII); ортажарықшақты орта берік таужыныстары ($R_{сж}=29,1$ МПа, $R_p=2,7$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша $f=8$, бұрғылау категориясы VII); өте жарықшақты беріктігі төмен таужыныстары ($R_{сж}=8,0$ МПа, $R_p=0,8$ МПа, Протодяконов шкаласы бойынша $f=2$, бұрғылау категориясы III) [5].

Тереңдігі көбейген сайын таужынысының беріктігі жоғарылайды. Азжарықшақты таужыныстары мен кендер үлкен тереңдікте сығылуға кедергісі $60\div 120$ МПа шамасына аралығына дейін өзгереді [6].

«Хромтау» кенорнының ішінде бір сулы кешен-төменгі ордовик ультраанегізді таужыныстарының ашық жарықшақты белдемінің жерасты суы болып есептеледі. Су кіріктіруші таужыныстары серпентиниттер, дуниттер және перидотиттер. Таужыныстарының сулануы олардың жарықшақтылық дәрежесіне байланысты. Жарықшақты таужыныстарының ең суы көп белдемі негізінен 110 м тереңдікке дейін орналасқан, жарықшақтық белдемі 300 м-ден аспайды, төменіректегі таужыныстары сулы емес. Сонымен бірге жарықшақтылықтың активті белдемі 500 м және одан әрі тереңдікте тектоникалық бұзылыстар бар жерде байқалады.

Жерасты суыларын қысым кернеусіз деуге болады. Олардың астасу тереңдігі 1 м-ден 13 м-ге дейін. Атмосфералық жауын-шашын жерасты суының қорек көзі болып табылады.

Жерасты суының режимі климаттық шарттарға тәуелді. Олардың қарқынды қоректену мерзімі көктем уақытына келеді. Көктемде жерасты суының минералдануы күрт төмендейді. Минералдану дәрежесі өзгергеннен кейін жерасты суының химиялық құрамы да өзгереді. Барлық скважиналар бойынша судың химиялық құрамы хлоридті судан хлоридті-сульфаттыға дейін, натрий-магнийліден магний-натрийліге дейін өзгереді. Одан да күрт өзгерістерге темір иондары, кремнеқышқылдар және CO_2 ұшырайды. Бұл компоненттер бірде көп мөлшерде пайда болса, бірде мүлдем жоғалып кетеді. Жерасты суының минералдылығы негізінен 1 г/дм^3 -тан аспайды, кейде $1,3\text{--}1,4\text{ г/дм}^3$ дейін көтеріледі. Судың минералдану түрі бойынша, негізінен

кальций-магнийлі және натрийлі. Аналогиялық және аналитикалық әдістер бойынша есептелген сукелімі – 19,86-21,8 м³/сағатына болып келеді [7].

1.3 Қазіргі кездегі тәжірибелерде қолданылып жүрген бекітпелерді талдау және зерттеу

Жерасты қазбаларының бекітпелері қазбаны қоршаған жыныстардың қазбаға опырылып құлап түспеуінен қорғайды және осы қазбаның өлшемдерінің бүкіл пайдалану мерзімінде өзгермеуін қамтамасыз етуге тиісті.

Қазбаларды бекітпелеу технологиясы дегеніміз – жерасты қазбаларының бүкіл пайдалану мерзімінде тұрақты тұруын қамтамасыз етуге арналған инженерлік құрылымды жасаудың әдістері мен операцияларының жиынтығы [8-10].

Қазба бекітпелерінің осы қазба жүргізілген жыныстар сілімінде жүріп жатқан геомеханикалық үрдістерге әсер әтетінін ескере отырып, осы геомеханикалық үрдістерге белгілі бір мақсатты көздей отырып, бекітпелердің құрылымдарын қазба жүргізу кезінде ашылған қазба забойының кеңістігінен әр түрлі қашықтықтарда әр мезгілде орната отырып әсер етуге болады. Сондықтанда бекітпелерді орнатудың уақыты мен қазбадағы оларды орнату орындары қазба бекіту технологиясының маңызды көрсеткіштері болып табылады [11].

Қазбаларды бекітудің қарапайым технологиясы осы қазбаны жүргізу циклінің тұрақты бекітпе орнатуға арналған бір операциясы болып табылады.

Қопарылған жыныстар алынып болған соң қазба кеңістігі бекітіледі. Қауіпсіздік ережелері бойынша бекітпе қазба забойынан 3 метрден артық қалыс қалмауға тиісті. Орнатылған бекітпе бірден толық жүктеледі.

Тау-кен қазбасының бекітпесі тек қана қазбаның өлшемдерін сақтау және адамдар мен жабдықтарды қорғаумен қатар қазбаға түсетін тау қысымын қабылдап алу және оны басқару үшін керек. Сондықтанда 11-94-80 ҚНЖЕ талаптары бойынша, шахта құрылысы мен қазбаларды пайдалану кездерінде болатын жайсыз жүктемелердің жиынтығын ескере отырып, қазба бекітпелерін есептеу керек. Қазба бекітпе құрылымдарын есептеу жолдары мен әдістері арнайы әдебиеттерде көрсетілген [12-14].

Қазба бекітпелеріне қойылатын талаптар: адамдардың қазбада қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету; қазбаға түсетін қысымдарды көтеру; қазбаның көлденең қимасының мүмкіндігінше жобаға сәйкес аз орын алуы; ауа жүрісіне мейлінше аз аэродинамикалық кедергі жасау; оларды орнату және пайдалану экономикалық тиімді және қазбаларды пайдаланудың толық мерзімі бойынша қызмет ету. Сонымен қатар, бекітпе әрқашанда тау-кен қазбаларының тұрақты және қауіпсіз қызмет етуіне жағдай туғызуы керек. Яғни, өндірістік үрдістердің қазбаның құрылысы және пайдалану кезеңдерінде дағдарыссыз жүргізілуін қамтамасыз етуі керек. Сондықтанда олардың материалдары мен құрылымдарына қойылатын талаптарда жоғары: бекітпелердің құрылымдары жасауға қарапайым, тасуға ыңғайлы, қайта қолдануға болатындай және көлемі мейлінше аз болуға тиісті; бекітпелерді механикаландырылған әдіспен, еңбекті

және уақытты мейлінше аз жұмсап, орнатуға мүмкіндік тудыруы керек; оларды орнатуға және пайдалануға (жөндеуге) мейлінше аз қаржы жұмсалуды керек; бекітпелердің аэродинамикалық кедергісі мейлінше аз болуы керек; бекітпе материалдары коррозиядан қорғалуы керек; бекітпе құрылымы мен материалдары қазбаны бүкіл пайдалану кезеңінде жұмыс тұрақты қалпына ұстап тұруы керек; бекітпе құрылымына жасауға материал мейлінше аз жұмсалуды керек.

Бекітпенің түрі мен құрылымы сілімдегі жыныстардың физика-механикалық қасиеттеріне байланысты қазбаға түсетін тау қысымының мөлшеріне және бағытына, қазбаның көлденең қимасының пішіні мен аудандарына, қазба жүргізудің технологиялық әдістеріне, кен алу жұмыстарының қазбаға тигізетін әсеріне және т.с.с. факторларға байланысты болады. Қазбаларды бекіту көп еңбек шығыны жұмсалатын қымбат үрдіс. Қазбаны бекітуге бүкіл қазба өтуге жұмсалатын қаржының 30% дейінгі бөлігі жұмсалады және басқа технологиялық үрдістерге қарағанда қолмен атқаратын еңбек мөлшері өте үлкен. Бірақта бекітпелердің қазіргі құрылымдарының түрлеріне байланысты оларды орнатуды механикаландыру деңгейі: металдан – 50%, ағаштан – 59%, тұтас бетоннан – 71%, анкерлі – 80% және бүрікпебетоннан – 95%. [15-18].

Қазбалардың көлденең қимасының аудандарының өзгеруі және қазба жүргізудің технологиялық үйлесімділігінің әрқилылығы бекітпе орнату жұмыстарын механикаландыруға үлкен тежеу болып отыр. Осы уақытқа дейін шахта құрысында дүние жүзі бойынша бекітпе құрылымдарының индустрияландырылған түрлері мен оларды орнатудың механикаландырылған жоғары дәрежедегі техника-экономикалық көрсеткіштері бар кешендер жоқ. Бекітпелерді орнату технологиясы, оларды құрылымдары мен пайдалану шарттары арнайы нұсқаулармен шектеледі. Қазбаларды тұрақты бекітпелермен бекіту әрбір қазбаға лайықтап арнайы дайындалған қазбаны жүргізудің және оны бекітудің құжатына сәйкес жүргізіледі [19].

Жазық және көлбеу қазбалардың бекітпелері жүйеленеді: материалдары бойынша – ағаш, металл, бетон, тас және т.с.с.; құрылымы бойынша – тұтас және жақтаулы (рамалы); қазбаның көлденең қимасының пішіні бойынша – трапеция тәрізді, тікбұрышты аркалы, дөңгелек, эллипс тәрізді; қызмет істеу сипаттамасы бойынша – қатаң, отырмалы және топсалы; атқаратын міндеті бойынша – уақытша және тұрақты.

Монолитті тұтасбетон бекітпелерінің құрылымдары және олардың параметрлерін есептеу жолдары. Хромтау кенорны «Тәуелсіздіктің 10 жылдығы (ДНК)» атындағы шахтаның 1-ші құрылыс кезегінде 40%-дан астам тау-кен қазбалары тұтас бетон бекітпесімен бекітілгенін ескере отырып, осы монолитті тұтас бетон бекітпесінің қолданылу шарттарына, оның құрылымдарына, бекітпе материалдарына талдаулар жасауды қарастырамыз.

Монолитті тұтасбетон бекітпесі қызмет мерзімі үлкен капиталды тік оқпандарды және жазық қазбаларды бекітуге тұтас бетон бекітпесі кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, беріктігі $f=1/9$ дейінгі таужыныстарында

салынатын оқпан албарындағы камераларды, квершлагтар мен штректерді де тұтас бетонмен бекітуге болады.

Беріктігі $f=3\div 9$ аралығындағы таужыныстарында салынатын қазбаларда тік қабырғалы-күмбезді (кері күмбезсіз) тұтас бетон бекітпелерін қолдануға болады, ал беріктігі $f=1\div 3$ аралығындағы таужыныстарында салынатын қазбаларды да осындай бекітпенің кері күмбезді түрімен бекітуге болады. Бекітпенің маркасы М 150÷250 бетоннан тұрғызады [20].

Тау-кен-геологиялық шарттары күрделі, қарқындылығы $(35\div 40)\cdot 10^4$ Па болатын қысымдар барлық жақтан түсетін қазбаларды бекіту үшін цилиндрлік немесе кері күмбезді аркалы бетон бекітпелерді қолданады.

Қазба контурындағы жыныстардың жылжу мөлшері өте үлкен болуын болжаған кезде тұтасбетон бекітпесін қолдануға болмайды, себебі өте қатты бетон бекітпесі жыныс контурындағы жылжуларды қабылдай алмай деформацияланады. «Түсті металлургия кеніштеріндегі қазбаларға арналған бекітпелеудің типтік паспорттары» бойынша тұтасбетон бекітпесінің қалыңдығы жыныстардың бекемдік коэффициенттері мен қазбалардың ендері ескеріле отырып қабылданады [21].

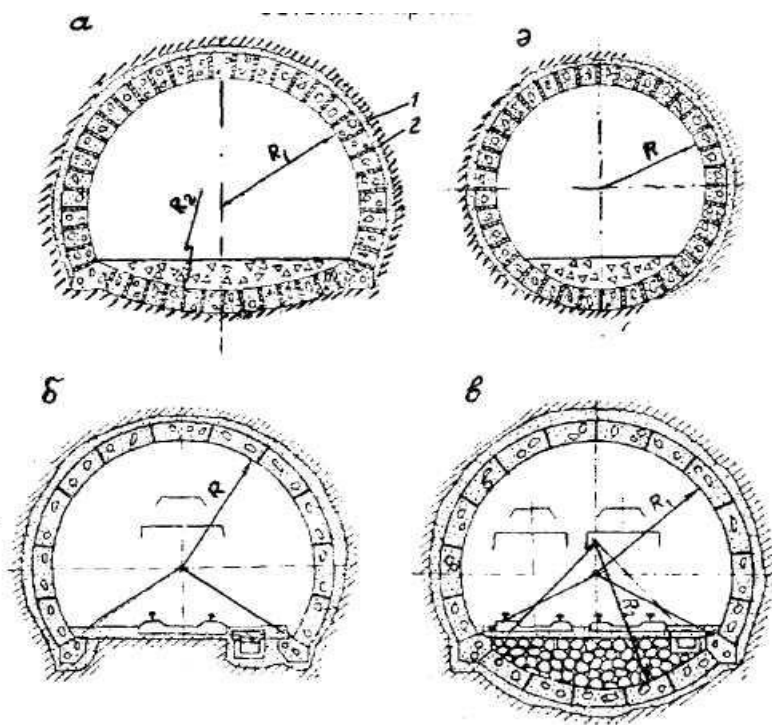
Бекемдігі орташа және жұмсақ әрі ұзақ уақыт қызмет ететін қазбалар кей жағдайларда кірпіштен, бетоннан немесе құмды-цемент қоспаларынан (К:Ц=3:1) жасалған жасанды тастардан қаланған бекітпелермен бекітіледі. Бекітпе мен жыныс сілімінің аралықтарын бос жыныстармен толтырылады және құмды-цемент ерітіндісі құйылады [22].

Құрылымы басқа бекітпелер қазбаға түсетін тау қысымына төтеп бере алмайтын жағдайда осы бекітпені қолданады. Қазбаға түсетін тау қысымының мөлшері үлкен болатын болса, онда оларға мүмкіндігінше отырмашылық қасиет береді. Ол үшін бекітпелердің қабырғасын 1 қалағанда әр жерден қатар аралығына тақтайлар салынады және бітемеге цемент-құмды ерітінді құйылмайды (1.1-сурет).

Бекітпенің күмбезіне керекті пішін беру және өлшемдерін дәл шығару үшін, алдымен уақытша темір белдемелер орнатады. Күмбезді қалап болғаннан кейін, (5-7 күннен кейін) қалама бекітпелер қатайғаннан кейін, белдемелерді алып тастайды.

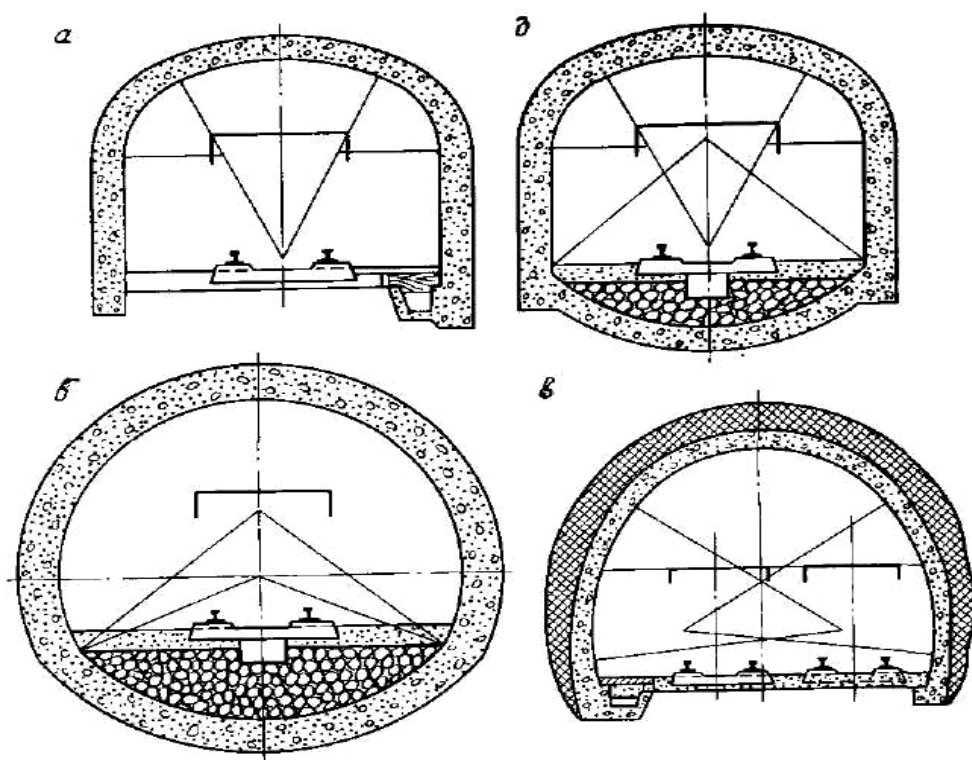
Тас және бетон бекітпелер көбінесе тұтас, әрі қатаң болады.

Тау-кен өндірісінде тұру мерзімі ұзақ күрделі қазбаларды бекемдігі ($f=1\div 9$) орташа жыныстарда жүргізгенде тұтас бетон (темірбетон) бекітпелермен бекітеді. Көбіне олармен оқпан албарындағы қазбаларды (камералар, түйіспелер), квершлагтар мен штректерді онша бекем емес жыныстарда салғанда қолданады. Егер қазбаларға түсетін тау қысымы бірқалыпты түспесе және ені 6 м-ден артық болса, онда ол қазбаларды темірбетон бекітпелермен бекітеді. Бетон бекітпелері (1.2-сурет) тас бекітпелерге қарағанда біртұтас (монолитный) болады, қазба бүйіріндегі жыныстармен тығыз байланысады және оларды салу жұмыстарын механикаландыруға болады [23-25].



а, б – жасанды тастардан қаланған; в, г – көлемі үлкен бетон кесектерінен қаланған; 1 – тас (бетон); 2 – тақтай

Сурет 1.1 – Отырмалы тас бекітпелер



а - қабырғалары тік табанының кері күмбезі жоқ бекітпе; б - қабырғалары тік табаны кері күмбезді бекітпе; в - негізгі пішіні дөңгелек табаны кері күмбезді бекітпе; г - екі қабатты отырмалы бетон бекітпе

Сурет 1.2 – Тұтас бетон бекітпелердің құрылымдары

Бетон бекітпелерді орнатудың тізбектелген, параллельді және біріктірілген технологиялық үлгілері бар.

Бетон бекітпелерін тізбектелген технологиялық үлгімен жүргізудің екі түрі бар. Оның бірі қазбаны барлық ұзындығына өтеді де содан кейін тұрақты бетон бекітпелермен бекітеді. Бұл әдіс камераларды және созылым ұзындығы қысқа қазбаларды жүргізгенде қолданылады. Екінші әдіс – қазбаның 15-20 метрін өтеді де, қазба жүргізу жұмыстарын тоқтатып, оны бекіту жұмыстарына кіріседі. Бұл әдісті қазбаны жұмсақ жыныстардың сілімінде жүргізгенде уақытша бекітпелер қазбаны ұстап тұра алмайтын жағдайда қолданады. Негізгі бекітудің тізбектелген технологиялық үлгілерін қолданғанда қазба жүргізудің жылдамдығы аз болады. Сондықтанда, бұл әдістерді қолдану қазба сілімінің геологиялық жағдайына және қазбаның өлшемдеріне байланысты [26].

Тұрақты бетон бекітпелерді параллельді технологиялық үлгімен орнатқанда қазбада жүргізіліп жатқан шпурларды бұрғылау және жыныстарды тиеу жұмыстары тоқтаусыз жүргізіліп жатады. Себебі, тұрақты бетонмен бекіту жұмыстары қазба забойынан 30-50 м жерде жүргізіліп жатады [27].

Қазбаның забойымен бетон бекітпелерінің арасындағы кеністігі уақытша бекітпелермен бекітілуге болады. Уақытша бекітпелер ретінде жақтаулы металл бекітпелер қолданылады. Қазба тұрақты бетон бекітпелермен бекітілген кезде уақытша бекітпелер алынады. Егер уақытша бекітпелерді алғанда қазбаның құлау қауіпі болса, онда уақытша бекітпелерді алмайды. Оларды орнында қалдырып, сыртынан бетонмен құйып тастайды. Параллельді технологиялық үлгімен бекітпелерді орнатқанда қазбаны жүргізу жылдамдығы жоғары болады, бірақта қазба жүргізу жұмыстарын ұйымдастыру күрделі болады.

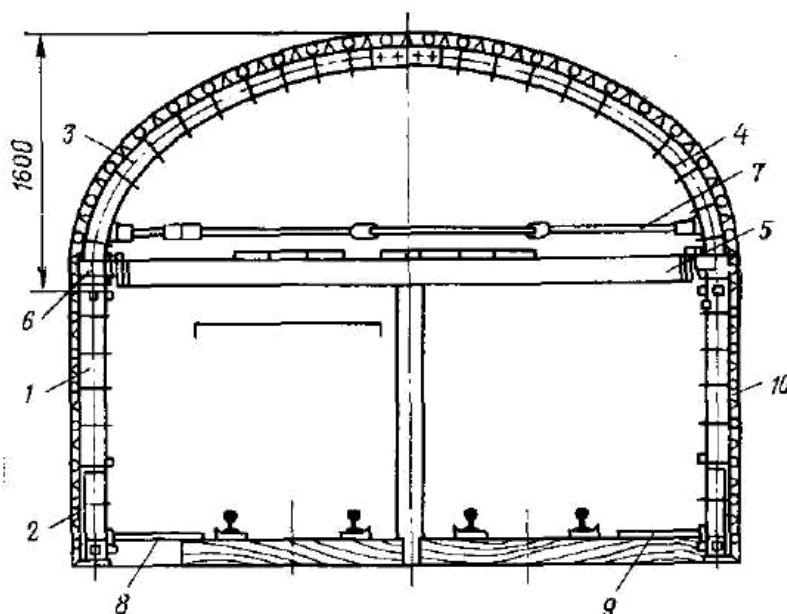
Тұрақты бетон бекітпелерді біріктірілген технологиялық үлгімен орнатқанда олардың забойдан қалыс қалуы 5-7 м болады. Бекітпелеу жұмыстарын шпурларды бұрғылау және жыныстарды тиеумен аз мөлшерде ғана қатар жүргізіледі. Бұл үлгіні қазбаны жұмсақ жыныстарда жүргізгенде қолданады. Тұрақты тұтас бетон немесе темірбетон бекітпелерді қазбаның көлденең қимасының ауданы кішкентай немесе жұмыс көлемі аз болғанда немесе механикаландыруға мүмкіндік болмағанда қолмен салады.

Бетон (темірбетон) бекітпелерді орнату технологиясына мынадай жұмыстардың жиынтығы кіреді: қазбада қалыптарды орнату, сөрелі қою, бетонды әкелу немесе бетон жасаланынатын қоспаларды жұмыс орнына әкеліп жасау, бетонды қалыптың сыртына қалыңдығы 10-15 см сайын тығыздай отырып құю, бетон кепкеннен кейін қалыптар мен сөрелерді жинап алу [28-30].

Бетон (темірбетон) бекітпелерін салу үшін металдан немесе ағаштан жасалған қалыптар қолданылады. Металдан жасалған қалыптар оларды пайдалану кезінде түсетін күштерге төтеп бере алатындай берік болуға тиісті, олардың пішіндері мен өлшемдері салынатын бекітпенің пішіндері мен өлшемдеріне сәйкес болуға тиісті, олар тез құруға және бетон қабырғадан тез, әрі зақымдамай алуға мүмкіндік тудыруға тиісті, қазбадағы тасымал құрылымдарының жүріп-тұруына бөгет келтірмеуге тиісті, олар қайта-қайта қолданылуға жарауы керек. Металдан жасалынғын қалыптардың алмалы-

салмалы және жылжымалы түрлері болады. Егер қазбаның ұзындығы қысқа және көлденең қимасының ауданы айнымалы болса, онда алмалы-салмалы металл қалыптар қолданылады. Бұл қалыптар белдемеден (кружало) және қалыптардың біріктірілген қалқандарынан тұрады.

Мысалы ретінде ЦНИИподземмаш ұжымы жасап шығарған ОГУ типті алмалы-салмалы қалыпын келтіруге болады (1.3-сурет).



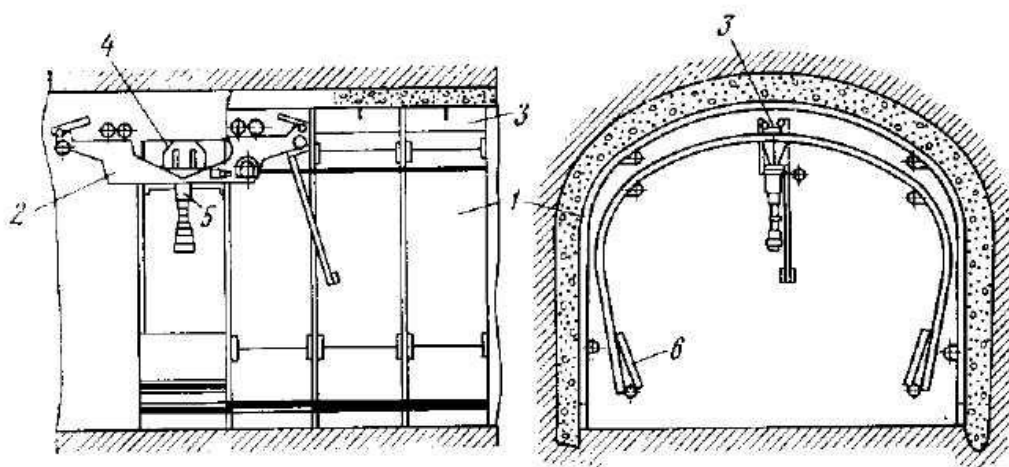
1 - сыртқы тіреуіш; 2 - ішкі тіреуіш; 3 және 4 - оң және сол жақ жартылай белдіктер; 5 - керме; 6 - кронштейн; 7 - кергі; 8, 9 - табан тіректер; 10 – тартпалар

Сурет 1.3 – ОГУ типті алмалы-салмалы қалып

ОГУ типті бір қалыптың құрамына 11 құрама белдіктер және 240 металдан жасалған, өлшемдері 25x200 см, тартпалар кіреді. ОГУ типті қалыпты қолдана отырып көлденең қимасының таза ауданы $4,9 \div 16,6 \text{ м}^2$ қазбаларда бетон (темірбетон) бекітпелерді орнатуға болады. Алмалы-салмалы қалыптар қайта-қайта (100 ретке дейін) қолдануға жарайды, бірақта оларды құру және қайта алу жұмыстарына көп еңбек жұмсалады және оларды қолдану қазбаның қимасының таза ауданына байланысты шектеледі [31-33].

Жылжымалы қалыптарды созылымы ұзын қазбаларды бетон бекітпелермен бекіткенде қолданады. Жылжымалы қалыптардың құрылымдарының негізгі өзгешелігі: оларды бетоны қатқан бекітпелерден ажыратып алғаннан кейін олардың сыртқы өлшемдерін кішірейтуге мүмкіндік туады. Осы қасиетінің арқасында оларды қазба бойымен жылжытуға болады. Оларды жылжытып басқа орынға апарған соң олардың сыртқы өлшемдерін бекітілетін қазбаның таза ауданының өлшемдеріне және пішініне сай керекті шамада ұлғайтуға болады. Олардың әртүрлі құрылымдарының айырмашылықтары: пішіндері мен өлшемдерінің шамаларында және оларды бетон бетінен ажыратып алу және қазба бойымен жылжу әдістерінде сонымен қатар оларды жинау және орнату тәсілдерінде де өзгешеліктер бар [34].

Мысал ретінде ОМП-1 типті КузНИИшахтострой ұжымы жасаған жылжымалы қалыптың құрылымын келтіруге болады (1.4-сурет).



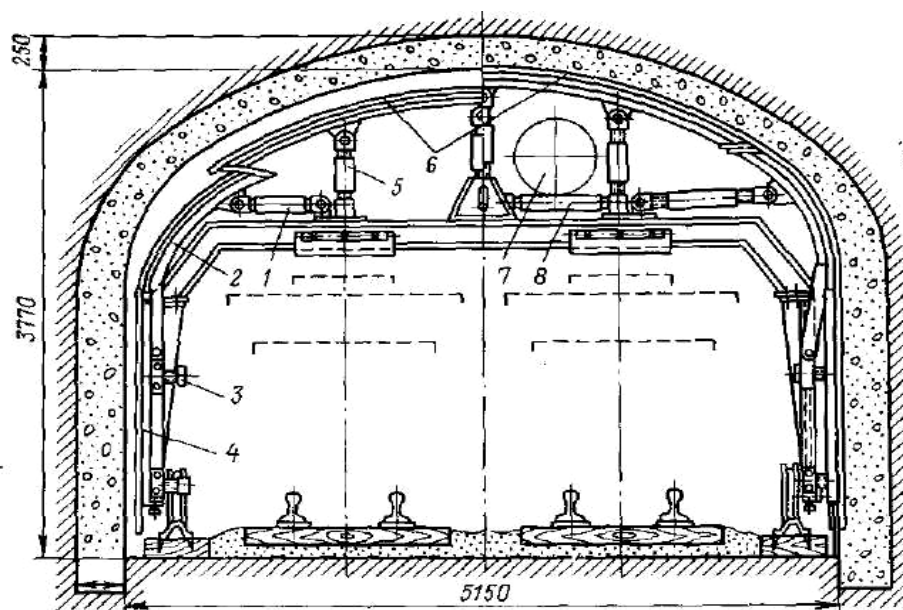
Сурет 1.4 – ОМП-1 типті жылжымалы металл қалып

Бұл құрылым (1.4-сурет) 15 секциядан (1) және өздігінен жүретін консольға орнатылған арбадан (2) тұрады. Ені 4450 мм, биіктігі 3600 мм және ұзындығы 1000 мм секция, беріктік арқалықтар салынып пісіріліп жайма металдан төрт топсалы арқа пішінді қылып жасалған. Секцияның массасы 1000 кг. Секцияның жоғарғы бөлігіне пісіріліп бекітілген қоставрлы балкамен (3) консольді арба 4 м/мин жылдамдықпен жылжиды. Арбаның массасы 600 кг, ені 400 мм, биіктігі 1560 мм және ұзындығы 3290 мм.

Секцияны басқа жерге орнатарда, оның астына консольді арбаны қоставрға тірелгенше итереді, содан кейін домкрат (5) алаңшасымен (4) бірге шығады, қалыпты бекітетін бөлшектер алынады, секцияның төменгі бөлігі (6) тасымалдық жағдайға иіп икемделінеді, секция арбаға түсіріледі де жаңа орынға жылжытылады. Жылжытылғаннан соң бекітпенің іргетасына (фундамент) орнатады, секцияны жобаға сәйкес орнатады және оны бұрын орнатылған секциялармен болттар арқылы бекітеді.

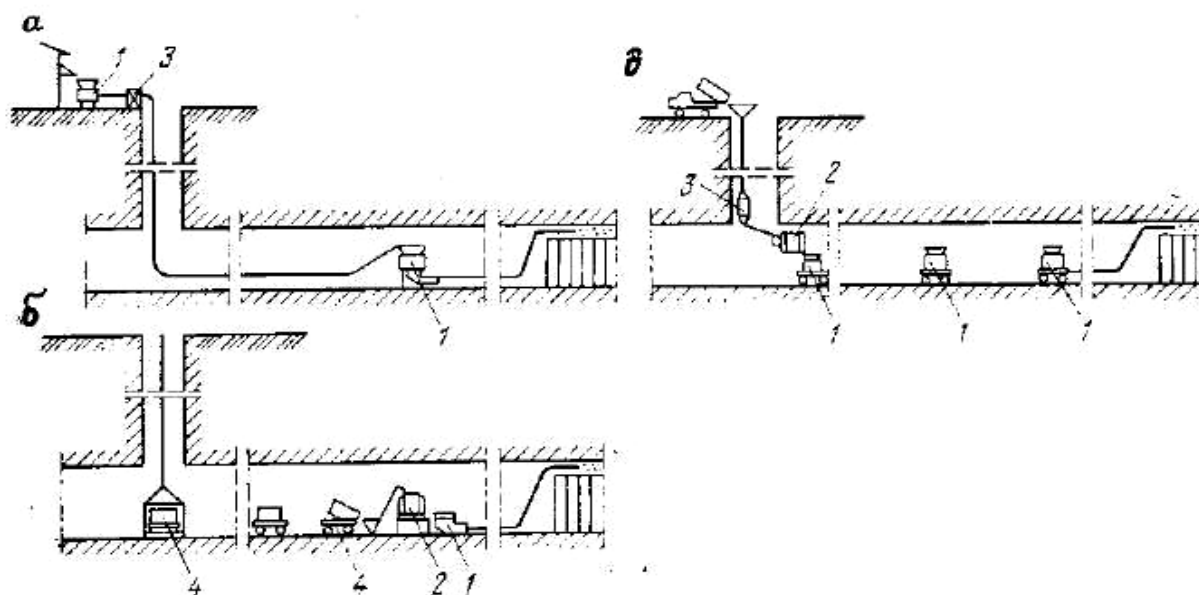
ТМД елдерінде шығарылатын жылжымалы қалыптардың енді бір түрі ОБЗ типті жылжымалы қалып (1.5-сурет).

ОБЗ типті қалыпты көлденең қимасы 5150x3770 мм қазбаларды бекіту үшін қолданады 1.5-суреттің оң жақ жартысында қалыпты қолдану арқылы бетондау жұмыстары көрсетілген, ол сол жақ жартысында оның жылжуға дайын кезі көрсетілген. Басқа жерге көшіру үшін ең бірінші қалыптың иілген бөліктерін (2) тіркеме (форкопф) (1) арқылы қабырғадан ажыратып алады, екінші кезекте винттардың (3) көмегімен қалыптың тік орналасқан бөлігін (4) ажыратады, содан кейін тіркемелердің (5) көмегімен жоғарғы түсірме бөліктерін (6) ажыратып алады. Желдетпе құбырлары (7) арнайы роликтер (8) арқылы қозғалады. Қалыптың ішкі жағына троллей сымы мен кабель ілінеді және су мен ауа құбырлары орнатылады [35, 36].



Сурет 1.5 – ОБЗ типті қалып

Қалыптар орнатылып болғансоң бекітпені бетондау жұмыстары жүргізіледі. Қазбаларды бекітуге тұтас бетон немесе темірбетон қолданғанда бетон қоспасын дайындаудың және оны жұмыс орнына жеткізудің негізгі үш түрі бар (1.6-сурет).



а - тұрақты жабдықтарды қолдану арқылы; ә, б - жылжымалы жабдықтарды қолдану арқылы; 1 - бетонқұйғыш; 2 - бетон дайындаушы жабдық (бетонараластырғыш); 3 - шанақ (бункер); 4 – вагонетка

Сурет 1.6 – Қазбаны тұтас бетонмен (темірбетонмен) бекітудің сұлбалары

Қазбаны бекіткен кезде бетонды құю және оны тығыздау жұмыстары қолмен істеуге өте ауыр және көп еңбек шығыны шығады. Сонымен қатар,

оларды қолмен құю үшін қолданылатын қосымша сөрелер мен саймандар қазба ішін тарылтып жұмыс істеуге кедергі туғызады және қолмен құйылған бекітпелдердің сапасы төмен болады. Сондықтанда бетон қоспаларын жасау және оларды құю жұмыстарын мүмкіндігінше механикаландыру керек.

Бетон бекітпелерді салу үрдісін механикаландыру еңбек өнімділігін жоғарылатады және уақыт үнемдейді. Бетон қоспаларын қазба мен қалыптың аралығына құю үшін құрылымы әртүрлі пневматикалық (қысымды) бетонқұйғыштар мен бетоннасосстары қолданылады.

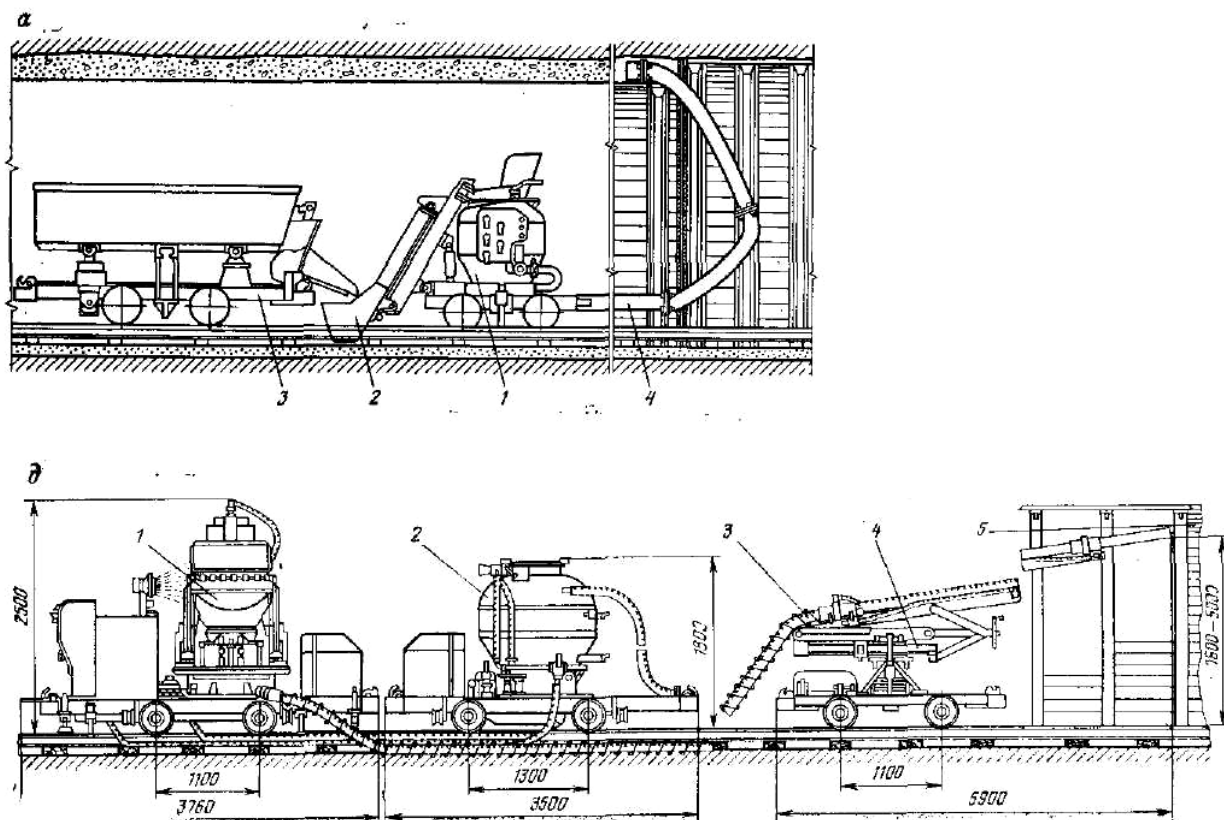
Қазбаларды тұтас бетон (темірбетон) бекітпелермен бекіту жұмыстарын кешенді механикаландыру жұмыстарының бірі ол бетон қоспаларын қазба бойымен құйылатын жерлерге жеткізу. Бетон қоспаларын жеткізудің әдістері 1.6-суретте көрсетілген. Бетон қоспаларын жер бетінен құйылатын жерлерге дейін құбырлармен, шахталық вагонеткалармен және арнайы бетон тасушы құрылымдармен тасиды. Бетон қоспаларын жер бетінен құбырлармен пневматикалық бетон құйғышқа әкелініп одан әрі бірден қалыптың сыртына құю. Егер бетонтасушы ұңғы бетон құятын жерден 300 м-ден қашық орналасса, онда бетон қоспасын құрамында 6-8 бетонқұйғыш қондырғылар жалғанған құрамамен электровоздың көмегімен тасыған ыңғайлы әрі тиімді. Бұл жағдайда бетонқұйғыш қондырғылар екі бірдей іс атқарады, бетонды тасиды және құяды.

ТМД елдерінде бұл мәселелерді шешу үшін әртүрлі механикаландырылған ВНИИОМШСа жасап шығарған БУК типті және ЦНИИподземмаш ұжымының «Монолит-2», УБМЗ-5 типті бетон қоспасын жасау, тасу және құю жұмыстарын толық механикаландыратын кешендер бар. Олардың техникалық сипатамалары 1.1-кестеде келтірілген.

Кесте 1.1 – Бетон бекітпелерді орнату жұмыстарында қолданылатын механикаландырылған кешендер

Көрсеткіштері	БУК-1М	БУК-2М	БУК-3	Монолит-2	УБМЗ-5
Бетон қоспаларын тасу қашықтығы, м:					
Жазықтық бойымен	300	300	300	300	100
Тік жазықтықта (биіктікке)	30	30	30	300	10
Бетон құюдағы өнімділігі, м ³ /сағ	5-10	5	5	7	5
Қоспалардағы толықтырғыш заттардың үлкендігі, мм	50	50	50	40	40
Сығылған ауаның шығыны, м ³ /мин	18-20	18	18-19	18	-
Қуаты, кВт	15	-	-	12	11
Негізгі өлшемдері, мм					
Ұзындығы	2850	2440	2440-2150	7260	2650
Ені	1240	1250	1250-1045	1325	2100
биіктігі	2250	2320	2320-1175	1650	2500
биіктігі	2250	2320	2320-1175	1650	2500
Рельстің ені (колеясы), мм	600; 750; 900	900	900	900	-
Массасы, т	4,7	2,18	2,07-1,05	7,20	2,6

БУК-1 м бетон құюшы кешен (1.7а-сурет) пневматикалық бетон құйғыштан (1), шөмішті тиегіш тетіктен (2) және бетонтасушы құрылымнан тұрады. Бетон қоспасы құйылатын жерге дөңгелекті–рельсті арбадан, шанақтан және пневматикалық домкраттардан тұратын арнайы жасалған бетонтасушы құрылыммен жеткізіледі. Бетон қоспаларын түсіру үшін шанақты домкраттармен көтергенде шанақтың түбіне орнатылған дірілдеткіштердің (вибраторлар) жұмыс әрекетінің әсерінен бетон қоспалар шанақтың жүк түсіру тесіктерінен шөмішке түседі.



а – БУК-1М; б – «Монолит-2»

Сурет 1.7 – Бетонқұйғыш кешендер

Бетон қоспасын бетонтасушы құрылымның шанағынан тиегіш тетіктің шөмішіне төгеді, содан кейін шөміш бетон қоспасын көтеріп бетонқұйғыш қондырғыға құяды. Бетонқұйғыштың ыдысы толғаннан кейін, оның қақпағын жақсылап жабады да, сығылған ауа келетін құбырды қосады. Бетон қоспа сығылған ауаның әсерімен бетонқұбырының (4) бойымен жүріп қалыптың сыртына құйылады.

БУК-1 м кешенін қолданғанда еңбек өнімділігі қолмен бетондау жұмыстарын қолмен жасағанға қарағанда 2 есе артық. Бірақ жұмыс уақытының 20-25% кешеннің бөлшектерін құруға, жууға, қайта бұзуға және басқа да дайындық жұмыстарына жұмсалады.

Бетон (темірбетон) бекітпелерді «Монолит-2» кешенін (1.7б-сурет) қолдану арқылы жүргізгенде цемент пен толықтырмалар бетонқосындасына

жеке-жеке қосылады. Ондай бетонның сапасы жоғары болады, себебі цемент сумен және толықтырма қосындылармен ұзақ уақыт бірге болмағандықтан біріктіргіштік қасиетін жоғалтпайды. Бұл кешендерді қолданудың және бір ерекшелігі бетон жасауға қолданылатын материалдарды забойға алдын ала әкеліп қоймалап қоюға болады және вагонеткалар мен құбырларды тазалау керек емес, сонымен қатар салмақтары жеңіл қалыптарды қолдануға болады. Бұл кешеннің құрамына тиегіш-дозатор (1), цементтасушы (2), құрғақ қоспалар жылжитын иілмелі құбыр (3), қалыптың сыртына (5) бетон қоспасын құятын бетон салғыш-манипулятор (4) кіреді. Қазбаның бекітілетін жеріне құмды-тасты қоспа және цемент жеке алынып келеді. Құмды-тасты толықтырғыш қоспалар цементпен оларды сығылған ауаның күшімен құбырларда айдалғанда өзара араласады.

Содан кейін манипулятордың камерасында олар сумен араластырылады. Дайын болған бетон қоспасы қалыптың сыртындағы бекітілетін жерге жылдамдығы баяулап барып құйылады. Бұл кешенде үш жұмыскер жұмыс істейді. Олардың еңбек өнімділігі қоспаны қолмен жасап құйғанға қарағанда 3-4 есе жоғары.

Бекітпені осы кешенді қолдану арқылы орнатқанда бетон қоспаларын қалыптың сыртына қалыңдығын 20-30 см қылып құйған соң бетонды тығыздау керек. Тығыздап болған соң құю жұмыстарын әрі қарай жалғастыруға болады. Осындай әдіспен құйылған бекітпе өте сапалы болады.

Қазбаларды темірбетон бекітпелермен бекіту жұмыстарының тұтас бетон бекітпелерді орнату жұмыстарынан айырмашылығы бетон құйардың алдында, белгіленген жобаға сәйкес, қалыптың сырт жағынан темір арматуралар орнатылады [35, с. 10-14].

Бірінші бөлім қорытынды

1. Еліміздің ірі кенорныларының біріне жататын Хромтау кенорны, «Қазақстанның тәуелсіздігінің 10 жылдығы» атындағы шахтасының 2-ші құрылыс кезеңіне (-480 м горизонтында) жоспарланған жазық жерасты тау-кен қазбасы салынатын таужыныстары массивінің қасиеттері келіседей: карбонатталған, ұсақблоқты серпентиниттерден, оливиндерден, орташа жарықшақты дуниттер тұрады. Протодеяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті $f=6\div 9$, бұрғылау категориясы VI-VII аралығында өзгереді. Геологиялық ұңғымалардан (керндерден) алынған зерттеу нәтижелерін талдай келе, қазбасы негізгі үш бөлімді таужыныстарынан өтеді:

– *бірінші бөлімше*: дунитті таужынысы қабатымен байланысқан серпентинделген перидотиттер таужыныстары, ол созылым бағыты бойынша 290 м дейін жетеді, беріктік коэффициенті $f=6-7$ аралығында, тығыздығы $\gamma=2,45$ г/см³, құрылымдық әлсіреу коэффициенті $K_c=0,52$; кеуектілігі $\Pi=2,3\%$, ылғалдығы $W=0,4\%$, ішкі уйкеліс бұрышы $\beta=42^\circ$; қопсу коэффициенті $K_p=1,7$; су келімі 2 м³/сғ;

– *екінші бөлімше*: орташа жарықшақты серпентинделген дуниттер таужыныстары, ол созылым бағыты бойынша 410 м дейін өзгермейді,

профессор М.М. Протодьяконовтың беріктік шкаласы бойынша беріктік коэффициенті $f=8-9$ аралығында, тығыздығы $\gamma=2,71$ г/см³, құрылымдық әлсіреу коэффициенті $K_c=0,6$; кеуектілік $P=1,4\%$, ылғалдығы $W=0,3\%$, ішкі уйкеліс бұрышы $\beta=35^\circ$; қопсу коэффициенті $K_p=1,6$; су келімі 2 м³/сағ;

– үшінші бөлімше: Порфиритті, Габбо-амфиболитті таужыныстары беріктік коэффициенті $f=9-10$ аралығында, орташа тығыздығы $\gamma=2,85$ г/см³, құрылымдық әлсіреу коэффициенті $K_c=0,78$; кеуектілігі $P=0,8\%$, ылғалдығы $W=0,2\%$, ішкі уйкеліс бұрышы $\beta=30^\circ$; қопсу коэффициенті $K_p=1,5$; су келімі $1,5$ м³/сағ;

«Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасы аймағының геологиялық, гидрогеологиялық, геомеханикалық және тау-кен техникалық шарттарын зерттей келе және қазбаның қызмет ету мерзімі де жоғары (40 жылдан артық) екендігін, сонымен қатар, ҚНЖЕ (СНиП) нормативтік әдістемелік ұсыныстарын ескере отырып, зерттеу нысаны болып табылатын қазбасы міндетті түрде бекіту керек екендігі анықталды.

2 ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ БОЛЫП ТАБЫЛАТЫН ҚАЗБАҒА БЕКІТПЕ ТҮРІН ТАҢДАУ ЖӘНЕ БЕКІТПЕЛЕУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

2.1 Нақтылы шарттарға қарай бекітпе түрлерін таңдау әдістемелерін зерттеу

Таужыныстарының орнықтылығына қарай бекітпенің түрін таңдау жолдары. Жерасты қазбалары орналасатын таужыныстарының орнықтылығын бағалау және бекітпелердің түрін таңдауды ҚНЖЕ (СНиП) II-94-80 ұсыныстары бойынша және тазалау жұмыстары мен басқа да қазбалардың әсер ету дәрежесін ескере отырып, таужыныстарының орнықтылық категорияларына байланысты жүргізіуге болады. Таужыныстарының орнықтылық категориясын анықтаудың критериясы ретінде қазбаның көлденең қимасы контурының бекітпесіз бүкіл қызмет мезгілінде ығысу (U) мөлшерін қабылдау ұсынылады. 2.1-кестеде келтірілген таужыныстарының орнықтылық категориялары.

Кесте 2.1 – Таужыныстарының орнықтылық категориялары

Категориялары	Таужыныстарының орнықтылық жағдайын бағалау	Ығысулар, U, мм		
		Шөгінді жыныстар	Атқылама жыныстар	Тұзды жыныстар
I	Орнықты	50-дейін	20-дейін	200-дейін
II	Орташа орнықты	50-200	20-100	200-300
III	Орнықсыз	200-500	100-200	300-500
IV	Өте орнықсыз	500 артық	200 артық	500 артық

Тазалау жұмыстары және басқа да қазбалар әсер етпеген кезде шөгінді және атқылама таужыныстарында салынатын қазбаларда мына бекітпелерді қолдану ұсынылады:

– орнықтылығы (тұрақтылығы) I категориялы таужыныстарында – анкерлі немесе қалыңдығы 30-50 мм бүрікпебетон бекітпелері. Тұтас, жарықшақтары аз жыныстардағы қазбаларды бекітпесіз қалдыруға болады;

– орнықтылығы II категориялы жыныстарда – тұтасбетон бекітпесі немесе құранды бекітпе, яғни, анкерлермен, металл тормен біріктірілген қалыңдығы 50 мм-ден кем емес бүрікпебетон бекітпесі, жақтаулы бекітпені, яғни темірбетон тіреуіштері және металл маңдайшаларымен, құрастырмалы тюбингтерді, кері күмбезсіз металл отырмалы бекітпені, металл аркалы бекітпені бүрікпебетон жабындысымен бірге және бекітпе сыртын тығындау арқылы;

– орнықтылығы III және IV категориялы жыныстарда – құрастырылмалы тюбингті және жақтаулы, ал тиісті негіздеген кездерде металлбетон, металл отырмалы және анкер-металл бекітпелері. Тұрақтылығы III және IV категориялы шөгінді жыныстарда және IV категориялы атқылама жыныстарда – бекітпелер әдетте кері күмбезді болуы тиіс.

Орнықтылығы IV категориялы жыныстарда салынатын жазық және көлбеу қазбаларда, сонымен бірге тазалау жұмыстары мен басқа да

қазбалардың әсері болса, конструктивтік отырмалылығы бар бекітпелерді қолданған жөн.

Жақтаулы бекітпелерде қатты құрастырылмалы темірбетон және иілімелі (металл тордан, металдан) жақтауаралық тартпа қоршаулар қолданылуы тиіс.

Жазық және көлбеу қазбалардың орнықтылығы I категориялы таужыныстары үшін бекітпелерді жобалаған кезде, олардың параметрлерін есептеусіз қабылдауға рұқсат етіледі.

Орнықтылығы I, III және IV категориялы жыныстар үшін қазбалардың бекітпелерін таңдау, конструктивтік параметрлерін және жыныстардың мүмкін болатын ығысуларын есептеу арқылы, сонымен қатар, бекітпелерге түсетін жүктемелерді есептеу негізінде, бекітпелерді тұрғызу және қазбаларды жүргізу технологиясын ескере отырып, жасалуы тиіс.

Бекітпелер конструкцияларының материалдарының есептік және нормативтік қасиеттері ҚНЖЕ II-94-80, ҚНЖЕ II-21-75, ҚНЖЕ II-B.4-71 талаптарын және олардың жерасты жағдайларында қызмет істейтіндіктерін ескере отырып қабылданады.

Қатты, түсті металдарды өндіру кеніштерінің жағдайында (Қазақстан кеніштері және т.б.) бүрікпебетонды және комбинациялық бекітпелерді қолдану таужыныстарының топтамасына және олардың орнықтылық дәрежесіне байланысты анықталады:

- бірінші топ (орнықты) – сұр кенсіз ірі және орта түйіршікті жарықшақсыз құмтастар, қалыңдығы 2,5 м және одан жоғары;

- екінші топ (орташа орнықты) – 1,5 м – 2,5 м-ге дейінгі сұр аз жарықшақты құмтастар және қызыл түсті негізінен конгломераттар, жұқа қабаттар араласқан сұр құмтастар;

- үшінші топ (орнықсыз) – қызыл түсті жарықшақты және күшті жарықшақты жыныстар (қызыл құмтастар, алевролиттер, аргилиттер, конгломераттар).

Қазба екінші топқа жататын орташа орнықты аз жарықшақты таужыныстары сілемінде жүргізілсе қалыңдығы 2-5 см бүрікпебетонмен бекітуге болады. Ал, осы топқа жататын бірақ жарықшақты таужыныстарында құранды (темірбетон анкері және бүрікпебетон) бекітпенің қолданылғаны дұрыс болады.

Орнықсыз, үшінші топқа жататын жерасты атмосферасының әсерінен жекеленген таужыныстарының құлау ықтималдығы бар сілемдерде қазба жүргізілсе құранды бекітпе қолданылуы тиіс.

Орнықсыз, өте жарықшақты, ұстамсыз, құлау қарқыны өте жоғары үшінші топты таужыныстары сілемінде қазба жүргізілсе, құранды бекітпе (анкер металл торлармен және бүрікпебетон) немесе басқа да, жүк көтеруге қабілетті (аркалы металл бекітпелері, тұтасбетон) бекітпелерді қолданған дұрыс болады (Заславский Ю.З., Дружко Е.Б.).

2.2 Қазба салынатын таужыныстары сілемінің орнықтылығын бағалау, қазбаға түсетін жүктемелерді есептеу және қазбаға бекітпе түрін таңдау

Бастапқы негізгі мәліметтер: қазба салынатын тереңдік- $H=900\text{m}$ қазбаның салынатын жалпы ұзындығы $L=720\text{ м}$.

Таужыныстарының қасиеттері: Порфиритті таужыныстарының бекемдік коэффициенті $f=6-10$ таужыныстары орташа-жарықшақты, құрылымдық әлсіреу коэффициенті $K_c=0,7-0,8$, көлемдік тығыздығы $\gamma=200\text{ кг/м}^3$, қопсу коэффициенті $K_p=1,8$, пуассон коэффициенті $\mu=0,25$. Су келімі – $2-3\text{ м}^3/\text{сағ}$.

Тау-кен қазбасы салынатын таужыныстары сілемнің физика-механикалық қасиеттерін есептейміз:

Таужыныстары үлгілерінің сығылуға және созылуға беріктік шектерін анықтаймыз:

$$\sigma_{сж} = 10^7 \cdot f = 12 \cdot 10^7 \text{ Па} = 120 \text{ МПа}; \quad (2.1)$$

$$\sigma_p = 0,1 \cdot \sigma_{сж} = 0,1 \cdot 120 = 12 \text{ МПа} \quad (2.2)$$

Сілемдегі таужыныстарының сығылуға және созылуға беріктік шектерін анықтаймыз:

$$R_{сж} = \sigma_{сж} \cdot K_c \cdot \xi = 120 \cdot 0,25 \cdot 0,8 = 24 \text{ МПа} \quad (2.3)$$

$$R_p = \sigma_p \cdot K_c \cdot \xi = 12 \cdot 0,25 \cdot 0,8 = 2,4 \text{ МПа} \quad (2.4)$$

Таужыныстарының ішкі үйкеліс бұрышын және коэффициентін есептейміз:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sigma_{сж} - \sigma_p}{\sigma_{сж} + \sigma_p} = \frac{120 - 12}{120 + 12} = 0,82; \quad \varphi = 39,3^\circ. \quad (2.5)$$

Қазба жиегіндегі таужыныстарының кернеулі жағдайын бағалаймыз: қазба пішіні тік бұрышты күмбезді болғанда мықтылық еселеуіштері $K_1=2$; $K_2=0,4$:

$$\lambda_1 = \frac{\mu}{(1 - \mu)} = \frac{0,25}{(1 - 0,25)} = 0,33; \quad (2.6)$$

Осыдан

$$\sigma_{\max} = K_1 \cdot \gamma \cdot H \cdot g = 2 \cdot 2600 \cdot 800 \cdot 10 = 2,69 \cdot 10^7 \text{ Па} = 26,9 \text{ МПа}, \quad (2.21)$$

$$\sigma_{\min} = K_2 \cdot \lambda_1 \cdot \gamma \cdot H \cdot g = 0,4 \cdot 0,33 \cdot 2600 \cdot 800 \cdot 10 = 1,77 \cdot 10^6 \text{ Па} = 1,77 \text{ МПа}.$$

Таужынысы сілемінің қазба төбесіндегі және бүйіріндегі мықтылық еселеуіштерін (қорларын) есептейміз:

$$n_o = \frac{R_{сж}}{\sigma_{\max}} = \frac{24}{26,9} = 0,89 < 4, \quad n_k = \frac{R_p}{\sigma_{\min}} = \frac{2,4}{1,77} = 1,35 < 4, \quad (2.7)$$

Қазбаның бүйірлері орнықсыз, төбесі бір қалыпты орнықты, әйтседе бекітпе керек болады.

Таужыныстарының орнықтылық параметрлерін (СНиП-II-94-80 әдістемелері бойынша) есептейміз:

$$P_y = 10 \cdot \gamma \cdot H / \sigma_{сж} = 10 \cdot 2800 \cdot 480 / 12 \cdot 10^7 = 0,112. \quad (2.8)$$

$$P = 10 \cdot \gamma \cdot H / \sigma_{сж} \cdot \xi = 10 \cdot 2800 \cdot 480 / 12 \cdot 10^7 \cdot 0,8 = 0,14.$$

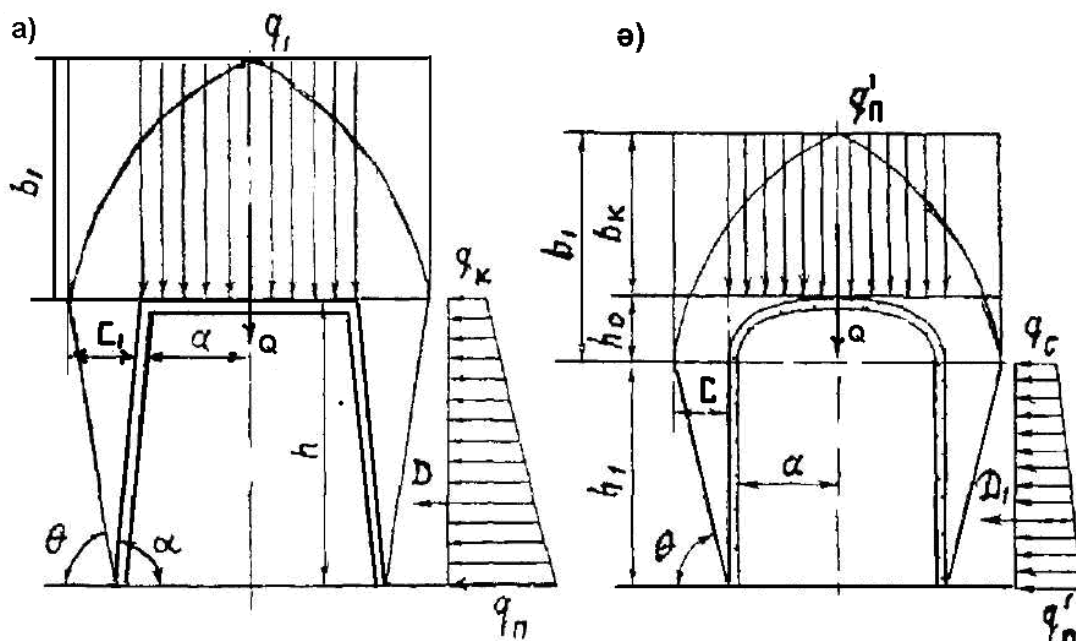
Есептеліп анықталған орнықтылық параметрлері бойынша қазбаның төбесі және бүйірлері бірқалыпты орнықты, дегенменде сілемнің орташа жарықшақты екендігін ескерсек, бүрікпебетон бекітпесі қажет болады (2.2-кесте).

Кесте 2.2 – Терең шахталардың тау-кен қазбалары үшін (СНиП-II-94-80) бекітпені таңдау ұсыныстары

Пу мағынасы	Таужыныстарының тақталануына қарасты қазбалардың орналасуы	Ұсынылатын бекітпелер
0,1 артық емес	Созылымына қарама-қарсы (және біркелкі тақталанбаған кезде)	Бекітпесіз немесе қалыңдығы 3 см бүрікпебетон
0,10-0,24	Сондай	Қалыңдығы 3–5 см бүрікпебетон
0,24 артық	Сондай	Анкерлер және бүрікпебетон комбинациясы
0,1 артық емес	Тақталанудың созылымымен	Бекітпесіз немесе қалыңдығы 3 см дейін бүрікпебетон
0,10- 0,24	Сондай	Комбинациялық, анкерлердің арақашықтығы 0,7-1,1 м, бүрікпебетон жабынының қалыңдығы 3–5 см
0,24 артық	Сондай	Арқалы отырма металдан. Парамлері есеппен табылады

Қазбаға бекітпенің түрін таңдауды қазбаға түсетін тау қысымдарының мөшерін анықтағаннан кейін біржолата қабылдаймыз. Яғни, қазба төбесіндегі және бүйіріндегі мықтылық еселеуіштері (қорлары) $n_k \leq 1$ және $n_a \leq 1$

болғанын ескере отырып, тау қысымдарының өлшемдерін профессор П.М. Цимбаревичтің (2.1-сурет) есептеу әдістемесі бойынша жүргіземіз.



а - трапеция пішінді қазба түрі; ә - тік бұрышты-күмбез пішінді қазба түрі.

Сурет 2.1 – Бекітпеге түсетін тау қысымын есептеу сұлбасы

Тау қысымдарының өлшемдерін тікбұрышты күмбез пішінді сұлба бойынша есептейміз, яғни опырылым күмбезінің биіктігі:

$$e_k = \frac{a + h_1 \cdot \operatorname{ctg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)}{\operatorname{tg} \varphi} - h_0 = \frac{1,32 + 2 \cdot \operatorname{ctg}\left(45^\circ + \frac{39,3^\circ}{2}\right)}{0,82} - 0,635 = 2,1 \text{ м.} \quad (2.9)$$

Төбеден түсетін қысымның қарқындылығы:

$$q_k = e_k \cdot \gamma = 2,1 \cdot 2800 \cdot 10 = 58,8 \text{ кПа} \quad (2.10)$$

Қазбаның табанынан түсетін қысымның қарқындылығы:

$$q_0 = (e_1 + h_1) \cdot \gamma \cdot \lambda_2 = (2,735 + 2) \cdot 2800 \cdot 0,225 \cdot 10 = 39,8 \text{ кПа} \quad (2.11)$$

мұнда $b_1 = b_k + h_0 = 2,1 + 0,635 = 2,735 \text{ м}$; $h_1 = h_3 = 2 \text{ м}$;

$$\lambda_2 = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{39,2^\circ}{2}\right) = 0,225. \quad (2.12)$$

Тау қысымдарының мөлшерлері анықталғаннан кейін, ұсынылған бүрікпебетонды қолданудың мүмкіндіктерін тексереміз. Ол үшін бүрікпебетон қалыңдығын (СН-238-73 Гидротехникалық тоннелдерді жобалау әдістемесі бойынша) есептейміз:

$$\delta_k = 0,35 \sqrt{\frac{q_n \cdot n_n}{m_y \cdot [\sigma_p]}} = 0,35 \sqrt{\frac{58,8 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{0,85 \cdot 1,35 \cdot 10^6}} = 0,086 \text{ м}, \quad (2.13)$$

мұнда $q_k = 58,8 \text{ кПа}$, қазбаның табанынан түсетін қысымның қарқындылығы төмен болғандықтан М500 бетонды қабылдаймыз, оның беріктік шегі $[\sigma_p] = 1,35 \text{ МПа}$, артық жүктелу коэффициенті - $n_n = 1,2$; жұмыс шарттары коэффициенті - $m_y = 0,85$.

Яғни, біз болжаған (СНиП II-94-80 ұсыныстары бойынша қабылданған) бекітпе қалыңдығынан, есептелген бекітпе қалыңдығы жоғары болғаннан соң және таужыныстарының араларында жарықшақтардың орташа болуын ескере отырып, қазбаны бекітуге біржолата комбинациялық (қажетті аймақтарда метал торлармен бірге кешенді түрдегі анкерлер және бүрікпебетон,) бекітпе түрін қабылдаймыз.

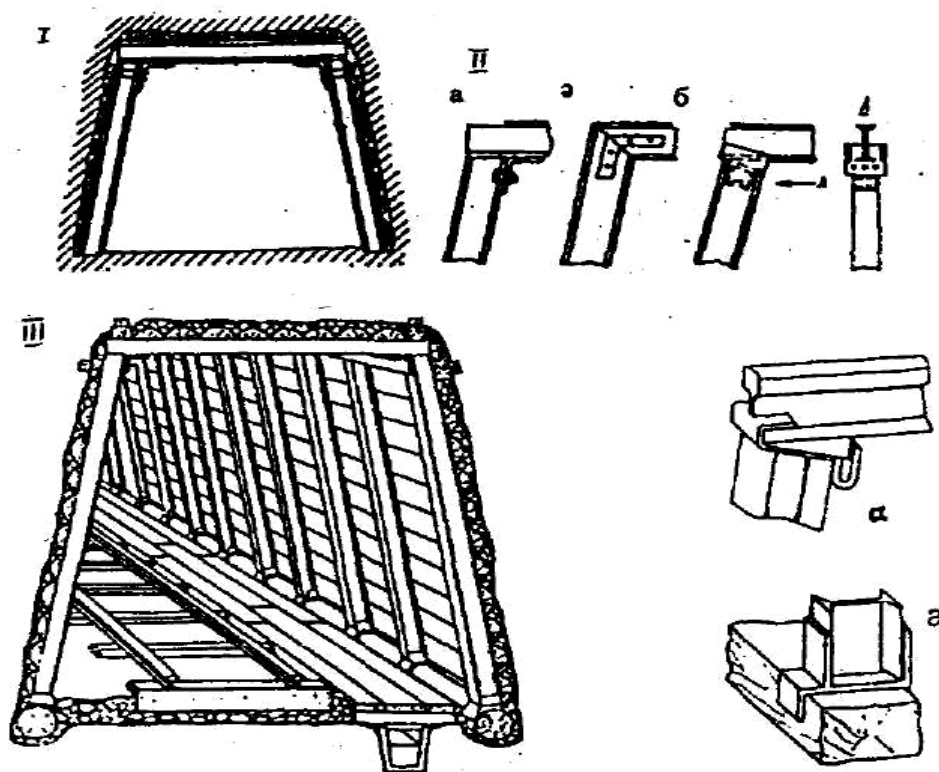
2.3 «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасының жоғарғы горизонттарын жобалауда қолданылған металл бекітпелерін зерттеу

«Хромтау» кен орны, «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасының жоғарғы горизонттарындағы көліктік жазық қазбалардың 60 пайыздан астамын металл бекітпелерімен бекіткен.

Таужыныстары сілемінде салынатын қазбалардың қызмет ету мерзімі ұзақ және оларға түсетін тау қысымдарының мөлшері үлкен болса, онда ол қазбаларды көбіне металдан жасалған тұрақты бекітпелермен бекітеді. Металдан жасалған бекітпелер ағаш бекітпеге қарағанда қысымға және өртке төзімді, әрі оларды алып қайтадан пайдалануға болады. Метал бекітпелер отырмалы үшбуынды, бесбуынды немесе дөңгелек сақина тәрізді қылып құруға болатын бөлшектерден тұрады. Металл бекітпелерді қоставр, швеллер пішінді металдан және СВП-ден аталатын жүк көтеру қасиеті жоғары арнайы жасалған болат профильдерден жасалады. Кей жағдайларда бекітпе материалы ретінде ескі теміржол рельстеріде қолданылады. Бекітпе жақтаулары тікбұрышты, көбіне трапеция тәрізді болады. метал бекітпелердің қазбадағы тау қысымына мөлшеріне байланысты қатаң және отырмалы құрылымдары болады. Қазбаны тұрақты жыныстарда және оған түсетін тау қысымының мөлшері онша көп болмаса қатаң тұрақты метал бекітпемен бекітеді. Пішіні трапеция тәрізді қатаң метал бекітпелермен қазба толық немесе жартылай жақтаулы болып бекітіледі [18, с. 3-35].

Құрылымы жартылай рама бекітпе екі тіреуден, маңдайшадан және төсемеден (прокладка) тұрады. Маңдайша тіреулермен бұрыштамаларды,

жапсырмаларды және арнайы құйылған табандарды (литые башмаки) қолдану арқылы болттармен біріктіріледі (2.2-сурет).



I - бекітпенің көлденең қимасының түрі; II - бекітпенің маңдайшасы мен тіреулерінің қосылу түрлері; а - бұрыштама арқылы; э - жапсырма арқылы; б - құйылған табан арқылы; III - жақтаулы жартылай жақтаулы қатаң бекітпемен бекітілген қазбаның көрінісі; а - маңдайша мен тіреудің қысылысуы; б - тіреудің төменгі жағы

Сурет 2.2 – Пішіні трапеция тәрізді қатаң жақтаулы метал бекітпе

Метал бекітпелерді қазба бойына арасын 0,5-1,5 м қылып орнатылады. Орнату әдістері ағаш бекітпелерді орнатқандай. Орнатылып болған соң олар бір-біріне қарама қарсы қағылатын сыналармен сыналанады. Араларынан жыныстар опырылып құламас үшін төбесі мен қабырғалары бекітпенің сырт жағынан ағаш, металл немесе темірбетон тартпаалармен жабылады. Тартпалармен қазбаның төбесі және қабырғаларының арасындағы бос қуыстарды жыныстармен толтырады.

Жақтаулы тұрақты бекітпелер қазба забойы алға жылжыған сайын ұзартылып отырады. Олардың забойдан қалыс қалу қашықтығы осы қазбаны бекіту құжатына сәйкес болуға тиісті. Метал бекітпелерді орнату жұмысының механикаландыру деңгейі өте төмен. Көп жұмыстар қолмен атқарылады. Қазіргі кездегі қолда бар жабдықтар мен саймандар тек қана ағаш не метал бекітпенің маңдайшасын және болттарды бұрауды механикаландыруға мүмкіндік береді. Трапеция тәрізді жақтаулы метал бекітпелердің артықшылығы: оларды дайындау және орнату жұмыстарының қарапайымдылығы, ал кемшілігі-бекітпенің қатаңдығы, оны орнатудағы қол

күші еңбектерінің көптігі және орнату жұмыстарын механикаландыру дәрежесінің аздығы.

Металдан жасалған пішіні трапеция тәрізді жақтаулы бекітпені есептеу үшін, оның маңдайшасының қарсылық моментін анықтау керек:

$$W = \frac{M_{\text{л}}}{m \sigma_n}, \text{ м}^3, \quad (2.14)$$

мұнда $M_{\text{л}}$ – маңдайшаның ортасына түсетін иілу моменті, кН м;

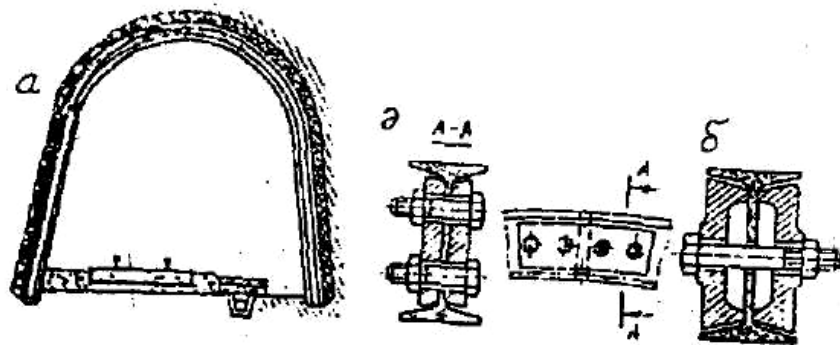
m – бекітпенің жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент ($m=0,85$);

σ_n – темірдің иілуге көрсетін қарсылығы $(210 \div 230) \cdot 10^6$, Па.

Содан кейін, анықтамалықтан (справочниктен) қимасының қарсылық моментінің шамасы жақын келетін металл прокатының (қоставрдің, швеллердің) мөлшерін таңдап алады. Жақтаудың тіреулеріде осы пішінді металл прокатынан жасалады.

Көлденең қимасының пішіні арка тәрізді метал бекітпелер өте жиі қолданылады. Олардың қатаң және отырмалы құрылымдары болады.

Металдан жасалған қатаң арка тәрізді бекітпе (2.3-сурет) жартылай арка тәрізді иілген өзара жапсырма салынып болттармен тартылып бекітілген екі бөліктен тұрады.

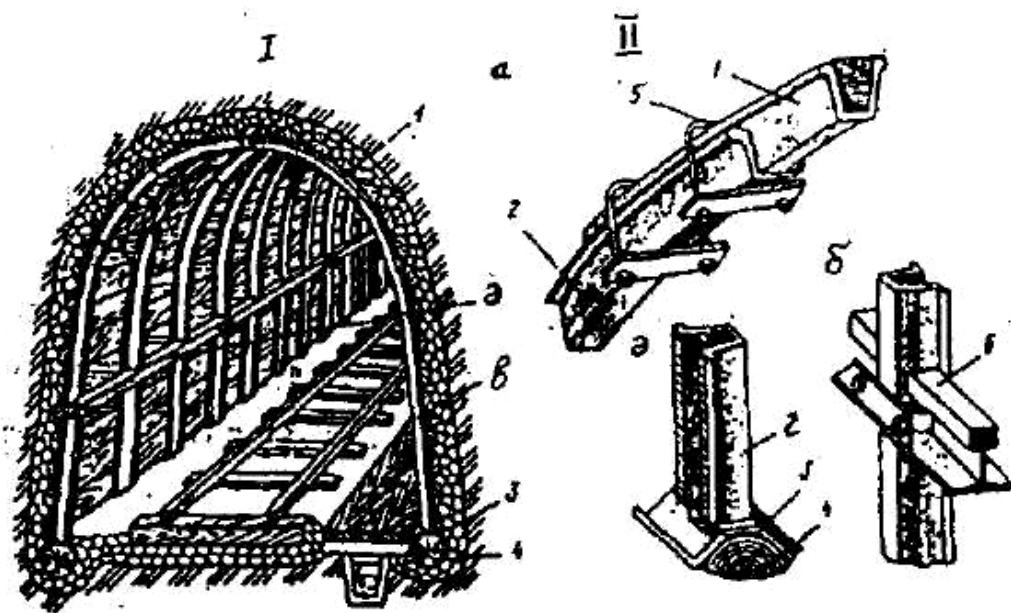


а - жалпы көрінісі; б - жайпақ жапсырма арқылы бекіту; в - мәнерлі жапсырма арқылы бекіту

Сурет – Аркалы қатаң метал бекітпе

Арқа тәрізді қатаң метал бекітпелер көбіне қазбаларды тұрақты, бекем жыныстар сілімінде өткенде қолданылады.

Қазба тұрақсыз таужыныстары сілімінде жүргізілгенде немесе қазбаға түсетін тау қысымының мөлшері үлкен болса, онда отырмалы аркалы метал бекітпелер қолданылады. Олар үшбуынды немесе бес буынды арнайы болат профилдерден жасалады. Үшбуынды отырмалы арка тәрізді метал бекітпе екі тіреуден, арқа тәрізді маңдайшадан және оларды байланыстырып бекітетін қамыттан тұрады (2.4-сурет). Егер қазба табанындағы жыныстар жұмсақ болса, онда тіреулерді арнайы табандық (2.4б-сурет, 3) арқылы ағаштан жасалған төсеніштің үстіне (2.4в-сурет, 6) орнатады.

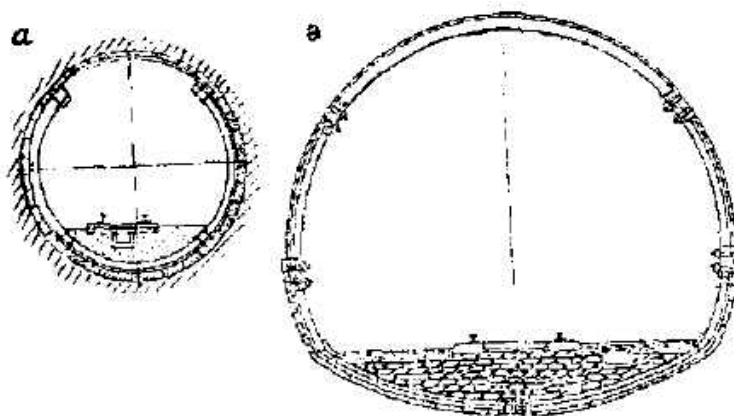


I - жалпы көрінісі; II - бекіту бөлшектерінің қосылу түрлері; а - арка маңдайшасының (1) тіреуге (2) қамытпен (5) қосылған түрі; ә - тіреудің (2) қазбаның табанындағы табандық (3) арқылы төсемге (4) орнатылуы; б - аркалы жақтауларды өзара белдік (6) арқылы байланыстыру

Сурет 2.4 – Үшбуынды аркалы отырмалы метал бекітпе

Аркалы метал бекітпелер үстіне түскен тау қысымының әсерінен жоғарғы арканың тіреуішінің бойымен төмен сырғып жылжиды. Бекітпе дұрыс жұмыс істегенде арка 300-350 мм-ге дейін отырады. Сондықтанда осы бекітпені отырмалы деп атайды. Оның төмен қарай отыру мөлшері біріктіруші қамыттардың қандай шамада қатты тартылғандығына байланысты. Егер қамыттар өте қатты бекілген болса, онда аркалы темір отырмалы бекітпе қатаң бекітпе ретінде жұмыс істейді. Қазбада бекітпелердің арасын 0,5 ÷ 1,2 м қылып орнатады және олар жан-жаққа ауытқып кетпес үшін оларды өзара жалғап қояды (2.6б-сурет, б).

Бесбуынды аркалы темірден жасалған отырмалы бекітпенің құрылымы негізгі үшбуынды бекітпеге ұқсас, бірақ олардың тіректері арнайы жасалған екі бөліктен тұрады – оларды бір-біріне жапсарлас қылып қамытпен тартып бекітеді. Осылай жасалған бекітпе құрылымы қосымша жалғаныс бөлімінің арқасында 300-700 мм-ге дейін төмен қарай отыра алады. Егер қазбаға қысым барлық жағынан түсетін болса, онда металдан жасалған дөңгелек сақина тәрізді бекітпелерді қолданады (2.5а-сурет).



а – Металдан жасалған отырмалы дөңгелек сақина тәрізді ; ә – аркалы кері күмбезді

Сурет 2.5 – Металл аркалы бекітпе түрлері

Кейде отырмалы металдан жасалған аркалы кері күмбезді бекітпелерде қолданады. Олардың буындарының жалғасу әдісі кәдімгі аркалы металдан жасалған отырмалы бекітпелердікі сияқты [31, р. 577; 33, р. 19].

Аркалы отырмалы метал бекітпелерді орнату технологиясы ағаш бекітпелерді орнату әдістеріне сәйкес. Оларды орнатқаннан кейін қазба мен екі ортаға тартпалар салынады және тартпамен қазба қабырғаларының арасын жыныспен толтырады.

Аркалы бекітпелердің бөлшектері (аркалы маңдайша және тіреулері) арнайы пішінді, стандартты арнайы болат прокаттарынан (СВП) жасалады және олардың типтік құрылымы болады. Типтік аркалы бекітпелердің жүк көтеру қабілеттігі болат прокаттарының нөміріне (түріне) және аркалы бекітпенің қазба табанындағы еніне байланысты анықтама кестесінен (2.3-кесте) табылады.

Кесте 2.3 – Арнайы пішінді СВП-дан жасалған аркалы үшбуынды бекітпе

СВП-нің пішінің нөмірі	Аркалы бекітпенің табанының ені, м	Жүк көтеру қабілеттігі, кН	Қазба қимасының таза ауданы, м ²
14	2,5	100	5,5
17	3,2	140	6,5
19	3,2	160	7,5
22	3,5	180	8,5
27	3,8	200	10,5
33	4,2	210	11,5-13,5

Аркалы жақтаулы бекітпелер түскен тау қысымының сығылысына ғана қарсылық көрсетеді, ал трапеция пішінді бекітпелер иілуге қарсы тұрады. Сондықтанда қазбаны бекітуге қажетті аркалы жақтаулы бекітпелердің санын мына қарапайым қатынастан анықтауға болады:

$$N = \frac{Q}{q}. \quad (2.15)$$

Ал жақтаулы бекітпелердің өзара қашықтығын мына формула бойынша анықтауға болады:

$$\ell = \frac{L}{N}, \text{ м} \quad (2.16)$$

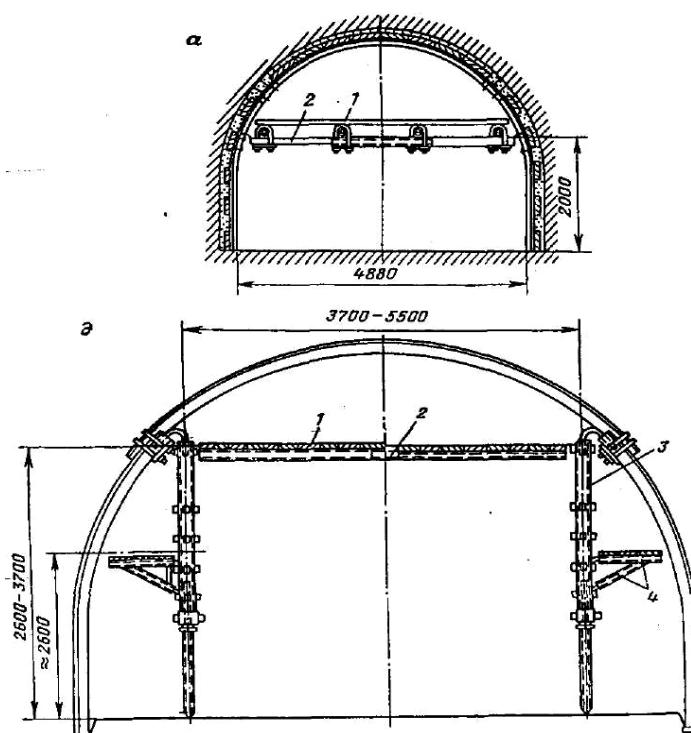
мұнда L – бекітелетін қазбаның ұзындығы, м;

N – орнатылатын бекітпелердің саны;

q – арқалы жақтаулы бір бекітпенің жүк көтеру қабілеттігі, м;

Q – тепе-тең күмбездің аумағындағы жыныстың салмағы, Н.

Арқалы метал бекітпелер көптеген бөлшектерден тұратындықтан оларды орнату жұмыстарын механикаладырудың деңгейі төмен. Іс жүзінде арқалы бекітпелерді орнату жұмыстарын жүргізу үшін әртүрлі жұмыс сөрелерін қолданады. Жұмыс сөрелерінің аспалы (2.6а-сурет) және тіреуіштерге орнатылған (2.6ә-сурет) түрлері болады.



а - аспалы сөрелер; ә - телескопты тіреулері бар сөре; 1- тақтай төсеніш; 2 - көлденең салынған балкалар; 3 - телескопты тіреуіш; 4 - кронштейн

Сурет 2.6 – Арқалы бекітпелерді орнатуға арналған жұмыс сөрелері

Жұмыс сөресін құрғаннан кейін, оның үстіне шығып, қазбадағы қозғалмалы, ілікпе жыныстарды түсіріп, қазбаны қауіпсіз жағдайға келтіреді.

Содан кейін, бекітпенің тіреуіші орнатылатын жерде, жыныс уататын

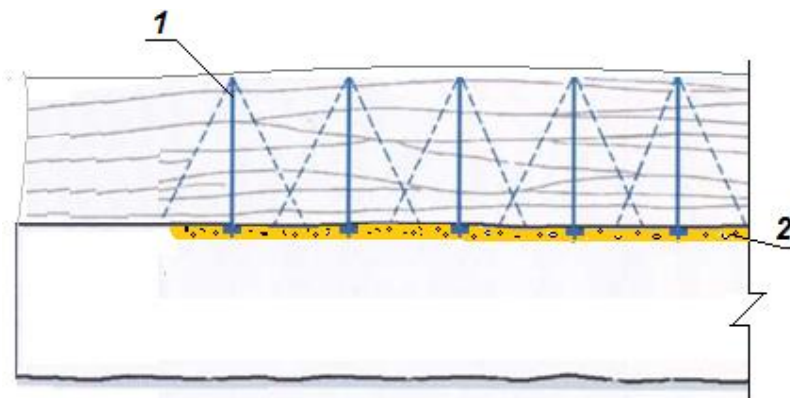
балғаны қолданып, шұңқұрлар қазылады. Бұл шұңқұрларға тіреуіштер қойылады және олар бұрын нық орнатылған тіреуіштермен құлап кетпес үшін тұрақты немесе уақытша белдіктермен байланыстырылады. Байланыс белдіктері бекітпенің бөлшектері жалғасатын биіктіктен 0,8 м төмен қойылады. Тіреуіштер орнатылып болған соң, маңдайша жұмыс сөресінен тіреулердің басына көтеріліп қойылып қамыттармен бекітіледі. Олардың қиылысқан жерлерінің өлшемдері жобаға сәйкес болуға тиісті. Біріктіруші қамыттың гайкалары сабының ұзындығы 0,4 м кілтпен немесе ғайка бұрағыш сайманмен бұралады. Маңдайша тіреуіштермен қосылғаннан кейін бұрынғы қойылған бекітпемен белдік арқылы нық байланыстырылады.

2.4 Комбинациялық бекітпелерді қолданудың тиімділігін зерттеу

Жерасты құрылысы тәжірибелері көрсеткендей, бекітпенің түрлерін және параметрлерін алдын-ала дұрыс таңдау, бекітпелеу жұмыстарын мүмкіндігінше толық механикаландыру және ауыр қол жұмыстарын азайту шаралары қазбаны өтудегі ұңғылаушылардың еңбек өнімділігіне едәуір әсерін тигізеді. Сондықтан да, бекіту мәселесінің негізгі сұрақтарына кіретіндер: бекітпе параметрлерін есептеу кезінде тау қысымының мөлшерін болжау, бекітпелеу технологиясын таңдау және сол үрдістерді механикаландыру, қазбаларды жүргізу барысында жерасты жұмыстарының қауіпсіздігін қадағалау, өндірістік шығындарды мейілінше азайту және бекітпе сапасын жоғарылату болып табылады.

Қазбаларды комбинациялық бекітпемен бекітудің, басқа ауыр бекітпе түрлерімен (метал, тұтас бетон) салыстырғанда, өзіндік құны төмен болады және де, бұл бекітпелер қазбаның көлденең қимасының ауданына (тарылтып жіберуге) ешқандай әсерін тигізбейді.

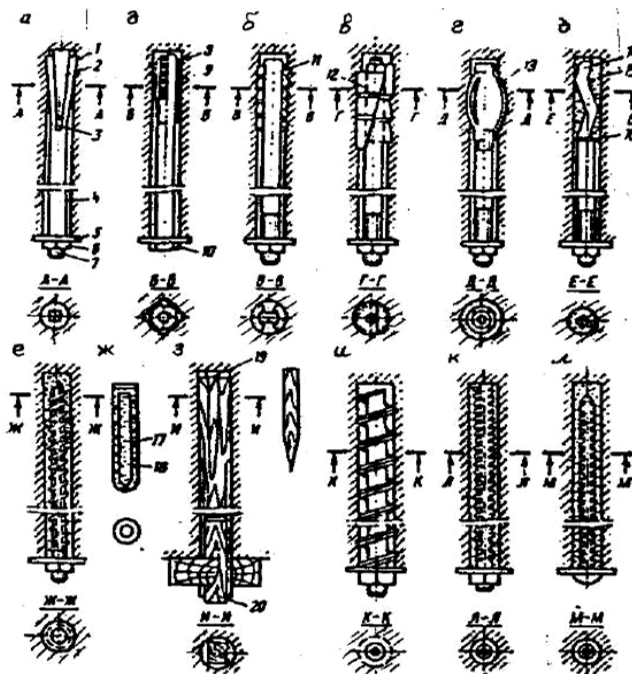
Қазбаларды өтуде комбинациялық бекітпелердің ерекшелігі - мұнда негізгі жүккөтеруші (сілемдер қабаттарын біріктіріп ұстаушы) элемент болып анкерлер есептеледі, ал, бүрікпебетон жабындысы жүккөтерумен қатар, жекеленген жыныс кесектерін байланыстырады, жарықшақтарды тығыз жабады және опырылып құлаудан сақтайды (2.7-сурет).



Сурет 2.7 – Комбинациялық бекітпенің негізгі жүккөтеруші элементі анкерлердің (1) және анкерлер арасындағы жекеленген жыныс кесектерін байланыстырушы бүрікпебетон бекітпесінің көрнісі

2.4.1 Анкер бекітпесінің құрылымдарын есептеу және бекітпені қолдану шарттарын зерттеу

Қазіргі таңда анкерлі бекітпе озық және тиімді бекітпенің бір түрі болып есептеледі, олар кен өндіру өнеркәсібі саласының көптеген кеніштерінің жерасты тау-кен қазбаларын бекітуде кеңінен қолданылады.

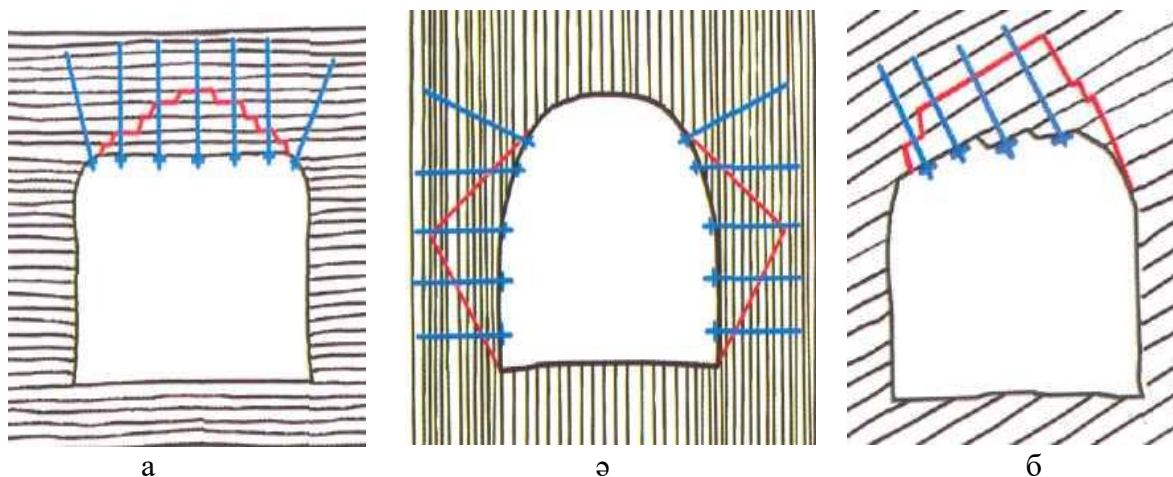


а - сыналы-ашалы; б, в - кергішті; г - жарылыспен керілгіш; д, е - армобетонды құлыпты; ж - ампула; з - ағаштан жасалған сыналы-ашалы; и - винтты; к, л - тұтас армобетонды; 1 - аша; 2 - сына; 3 - айырық; 4 - өзек; 5 - тіреуіш плитка; 6 - гайка; 7 - контұрлық ұшы; 8 - конусты гайка; 9 - гильза; 10 - болттың бас жағы; 11 - сынаның бас жағы; 12 - сына тәрізді сегмент; 13 - тутіктің жарылыстан кейінгі бас жағы; 14 - қарнақтың иілген шеті; 15 - бетон немесе полимер тығын; 16 - қымтаушы сақина; 17,18 - сағыз бен тұтқыш салынған секция; 19 - терең сыналар; 20 - контұрлық сына

Сурет 2.8 – Анкерлердің құрылымдары

Анкерлі (штангалы, болтты) бекітпелер (2.8-сурет) шпурларға енгізілген бекітілген металл, ағаш, темірбетон немесе полимерлі материалдардан жасалған өзектермен (стержень) құлау қауіпі бар жарықшақты немесе қабатты жыныстарды өзара біріктіруші жүйесі қызмет атқарады. Осылай қабаттары анкерлермен біріктіріліп бекітілген таужыныстары сілемі тұрақты болады. Қазіргі кезде анкерлі бекітпелердің 200-ден аса түрлері бар.

Анкерлі бекітпелермен тау-кен өндірісі салаларындағы беріктігі $f \geq 4$ болған таужыныстарының сілемінде салынатын күрделі, дайындық және тазартпалап қазу қазбаларын бекітеді. Анкер бекітпесі таужыныстары сілеміндегі қабаттардың арасын біріктіреді, үлкен опырылыстарды болдырмайды (2.9а, 2.9б, 2.9в-суреттің нұсқалары), ал, бүрікпелі бетон бекітпесі майда жарықшақты жекеленген таужыныстары бөлшектерінің араларына нығыздалып енеді де, тұтас массаға айналдырады.



а - қазба төбесіне орнатылған анкерлер; ә - қазба бүйірлеріне орнатылған анкерлер; б – қазба төбесіне қиғашталып орнатылған анкерлер

Сурет 2.9 – Әртүрлі таужыныстары сілемінде өтілген қазбалардағы анкерлердің орналасу сұлбасы

Қазбаларды жұмсақ сазды және сусымалы таужыныстары сілемінде салғанда және әртүрлі геологиялық шарттарға байланысты опырылған немесе қатты жарықшақтанған таужыныстары бар қазбаларды анкерлі бекітпелермен бекітуге болмайды.

Анкерлі бекітпелерді уақытша және тұрақты бекітпелер ретінде жекедара, немесе метал торлармен және бүрікпебетонмен бірге бекітіп кешенді түрде күшейтуге болады.

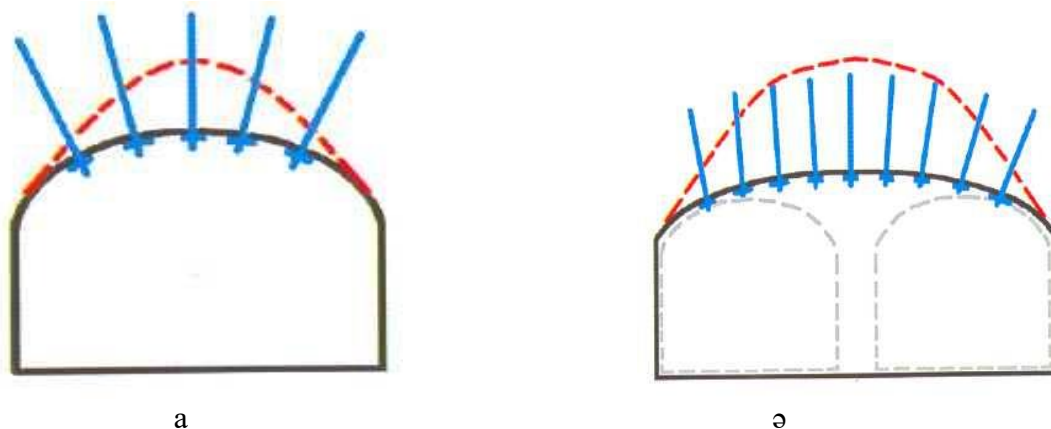
Анкерлі бекітпе өзекті-анкер түрінде болады (металл, ағаш, темірбетон, металл-резина, полимербетон және басқада материалдардан тұрғызылады).

Қарапайым темірбетон анкері келесі ретпен тұрғызылады:

– барлық көмекші операцияларды қосқандағы анкер шпурларын бұрғылау; анкер өзегіне жіберетін біріктіргіш бетон қоймалжыңын дайындау; шпурға бетон қоймалжыңын жіберу; анкерлерді орнату.

Анкерлі бекітпелерді орнату жұмыстарының өнімділігі қолданылатын қарнақтардың түрлеріне, ұзындықтарына және бекітілетін қазбаның көлденең қимасының ауданына байланысты болады.

Қазбаларды өнімді, арзан және қауіпсіз етіп бекіту бұл әдістің артықшылығы болып саналады.



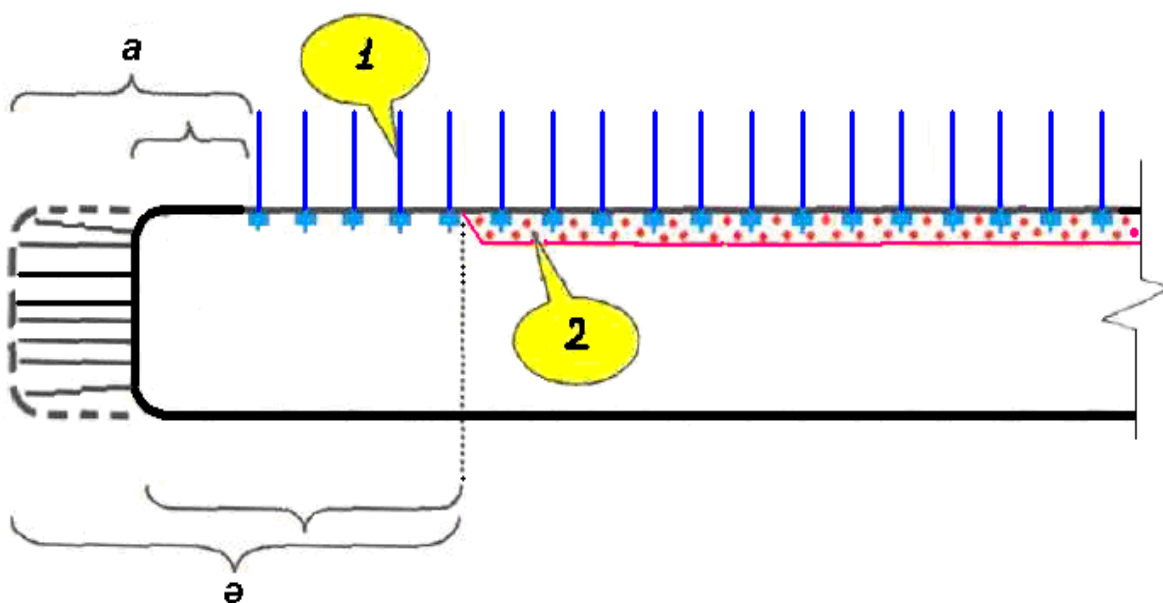
а - ұзындығы бойынша анкерлердің опырылым биіктігінен (қабатынан) өтіп, дұрыс орнатылған көрнісі; ә - анкерлер ұзындығының опырылым биіктігінен өтпей, дұрыс орнатылмаған көрнісі

Сурет 2.10 – Анкерлердің қазба төбесінде орналасуы

Анкер бекітпелері төбе жыныстары қабаттарынан өтіп біріктіре орнықты орнатылуы тиіс (2.10-суреттің а-нұсқасы). Бұл жағдайда анкер шпурлары қабаттарға тік бағытта бұрғылануы керек. Осы жыныс қабаттарының қалыңдықтарына қарай анкерлердің ұзындықтары қабылданады. Анкерлер орнатылатын шпурлардың өлшемдері мен олардың орналасу реттері осы қазбаны жүргізуге арналған бекіту паспортына (құжатына) сәйкес болуы тиіс.

Анкерлі бекітпелердің өзара аралықтары және олардың қатарларының ара қашықтықтары жыныстардың бекемдігіне, анкерлердің түріне және қазбаның еніне байланысты есептеу арқылы анықталады.

Анкерлер таужыныстары қабаттарына параллель орнатылса (қабаттарды біріктіріп, қимаса), сапасыз цементті-ерітінділер немесе полмерлі ерітінділер қолданылса, шпур ішіне ерітінділер толық жіберілмесе және бұзылған зоналарға орнатылса, онда бұл жүккөтеруге қабілетсіз анкерлер болып есептеледі. Анкер бекітпесі орнатылмай забойдан көп қалып қойса, қазбаның төбе жыныстары деформацияға ұшырайды да, оған анкерді орнатқан жағдайда да, жүк көтеруге қабілетті болмайды (кейіндеу уақытта опырылыстардың болуына әкеп соқтырады). Сондықтанда бекітпелеу паспортында белгіленген забойдан қалу қадамына сәйкес бекітпелер уақытында орнатылып отырылуы тиіс (2.11-сурет).



а - анкер бекітпесі (1); ә - бүрікпебетон бекітпесі (2)

Сурет 2.11 – Забойдың жылжуына дейінгі және жылжығаннан кейінгі комбинациялық бекітпенің забойдан қалу қадамы

Бекемдігі $f \geq 9$ жоғары болған азжарықшақты таужыныстарында өтілген қазбаларда анкерлердің забойдан қалу қадамы көп жағдайларда 3 м, қазба жылжығаннан кейін 5 м дейін, ал, бүрікпебетон бекітпесінің забойдан қалу қадамы 10 м және қазба жылжығаннан кейін 12 м-ге дейін рұхсат етілуі мүмкін.

Егерде, жарықшақтық деңгейі жоғары және жыныстардың жекеленген кесектерінің құлау жағдайлары байқалса анкерлер забойдың түбіне дейін орнатылуы керек және де, бүрікпебетон бекітпесінің қалу қадамы 3-5 м-ден аспағаны дұрыс болады. Бұл жағдайлар әбден таужыныстары массивінің қасиеттері зерттелгеннен кейін бекіту паспортына енгізілуі қажет [25, с. 114].

Бекітпенің забойдан қалу қадамын бекіту паспортына дұрыс енгізу де жауапты мәселелердің бірі. Қазба алға қарай жылжыған сайын таужыныстары массивінің қасиеттері де өзгеруі мүмкін. Сондықтанда, қазба жүргізіліп жатқан таужыныстары массивінің физико-механикалық қасиеттерін, орнықтылық категорияларын әрдайым нақтылы зерттеп-біліп отыру арқылы ғана жүзеге асыруға болады.

Егерде орнатылған анкерлердің арасынан жекеленген жыныс кесектерінің құлауы байқалған аймақтарға метал торларды қолдану керек. Яғни, орнатылған анкерлерге метал торларды байлап, оның үстінен қалыңдығын реттей отырып, кешенді түрде бүрікпебетонды шашып күшейтіп бекіту керек.

Анкер (қарнақ) бекітпесін есептеу. Темірбетон анкерін есептейміз: өзегі дөңгелек тегіс А-1 класты болаттан, диаметрі $d_c = 0,016$ м; болаттың созылуға кедергісі $R_c = 360$ МПа; бетонның маркасы М 500, оның өзекпен ұстасуы $\tau_1 = 12$ МПа; бітелудің есепті ұзындығы $l_3 = 0,8$ м; шпурдың диаметрі $d_{ш} = 0,036$ м; бетонның жыныспен меншікті ұстасуы $\tau_2 = 1,0$ МПа;

шпурлардың ылғалдылығына байланысты құлыптың жұмыс шарттарын ескеретін коэффициент $m_1 = 0,75 - 0,9$.

Өзектің көтеру қабілеттілігін оның үзілуге, бетонда бекітілу мықтылығы мен шпур қабырғасы бойынша жылжу шарттарымен есептейміз.

$$\begin{aligned} P_3 &= \pi \cdot d_{ш} \cdot \tau_2 \cdot l_3 \cdot m_1 = 3,14 \cdot 0,036 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot 0,75 = 67,8 \text{ кН}. \\ P_3 &= \pi \cdot d_c \cdot \tau_1 \cdot l_3 \cdot K_1 \cdot m_1 = 3,14 \cdot 0,016 \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot 0,55 \cdot 0,75 = 199,0 \text{ Н}, \\ R_c &= \pi \cdot r_c^2 \cdot R_p \cdot m = 3,14 \cdot (0,008)^2 \cdot 360 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 65,1 \text{ кН}. \end{aligned} \quad (2.17)$$

Бұдан кейінгі есептеулерді ең аз көтеру қабілетігі бойынша жүргіземіз:

$$P_a = P_c = 65,1 \text{ кН}$$

Түсті металлдарды өндіретін кеніштердің қазбаларын бекітуде комбинациялық бекітпелерді қолданғанда анкердің ұзындығын келесі (2.18) формуламен анықтайды:

$$l_a = \frac{B_1}{\sqrt{f + K}} = \frac{2,64}{\sqrt{12 + 0,45}} = 1,15 \text{ м}, \quad (2.18)$$

мұнда B_1 – қазбаның өтудегі ені, м;

K – қазбаның енін ескеретін коэффициент, 0,4-0,5 аралығында қабылдаймыз.

Диссертациялық жұмысымыздағы қазбаға анкердің ұзындығын $l_a = 1,2 \text{ м}$ деп қабылдаймыз. Ал, анкер шпурының ұзындығы (тереңдігі) $l_{ш} = 1,3 \text{ м}$.

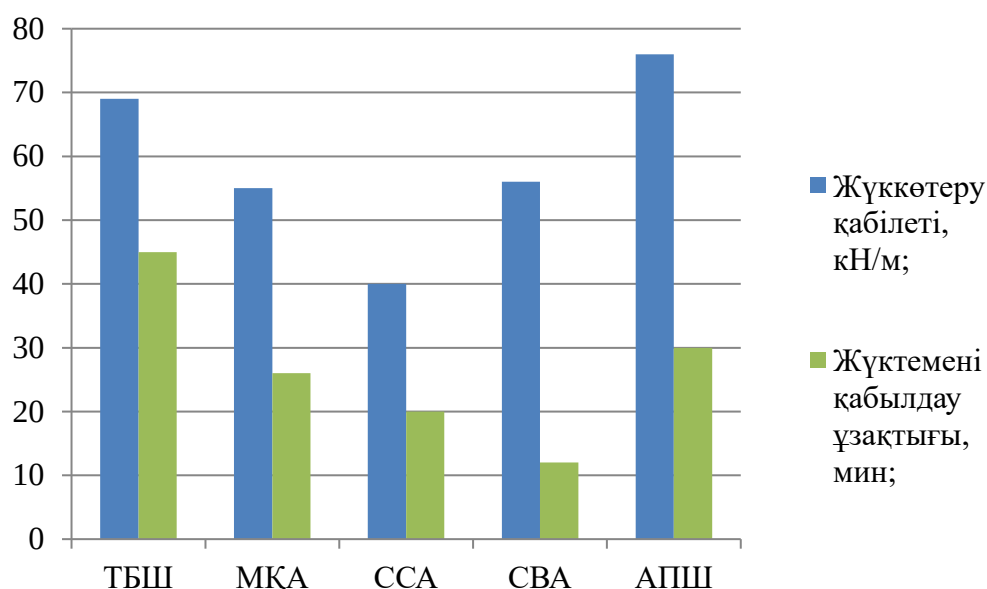
Төбедегі анкерлердің орналасу тығыздығы:

$$S = \frac{q_n \cdot n_n}{P_a} = \frac{58,6 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{(65,1 \cdot 10^3)} = 1,28 \frac{\text{дана}}{\text{м}^2}. \quad (2.19)$$

Квадратты тор (сетка) түрінде орналасатын анкерлердің төбедегі арақашықтығы:

$$a_1 = \left(\frac{1}{S} \right)^{1/2} = \left(\frac{1}{1,28} \right)^{1/2} = 0,78 \text{ м}. \quad (2.20)$$

Зерттеу нысаны болып табылатын Хромтау кенорнының «Қазақстанның тәуелсіздігіне 10 жылдығы» атындағы шахтасының тау-кен қазбасын бекітуге қолданылатын анкерлердің төбедегі орналасуын квадратты сетка бойынша $0,7 \times 0,7 \text{ м}$ деп қабылдаймыз. Қазба төбесіне 4 анкер орнатылады.



ТБШ – темірбетон штанга, МҚА – металды құлыпты анкерлер, ССА – Split-Set анкерлері, СВА – Swellex анкерлері, АПШ – армополимерлі штангалар

Сурет 2.12 – Әртүрлі құрылымдағы анкерлердің түрін таңдау бойынша нәтижелер

Зерттеулер нәтижесінде «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасы аймағының геологиялық, геомеханикалық шарттарына қарай және анкерлер түрлерінің жүккөтерімдік қабілеттілігіне, сонымен қатар, экономикалық тұрғыдан салыстырғандағы тиімділігіне байланысты темірбетонды штангалы анкерлер түрін қолданудың тиімді болатыны анықталды (2.12-сурет).

2.4.2 Бүрікпобетон бекітпесін қолдануды зерттеу және бүрікпобетон бекітпесінің параметрлерін есептеу

Бүрікпобетон бекітпесін негізінен торкретбетон бекітпесінің жетілдірілген түрі деуге болады. Торкреттеу (торкетирование) екі латын сөзінен: «Тектор конккрета» яғни, «Цементпен қаптау» дегенді білдіреді.

Уақыт өте келе, тау-кен саласында торкретбетон бекітпесінің кеніштерде қолданылуына байланысты бұл процесс екі түрге бөлінді: торкреттеу және бүрікпобетондау.

Бір-бірінен айырмашылығы торкретбетон бекітпесі қалыңдығы жұқа қабықша тәрізді 20-30 мм және ерітінді құрамындағы толтырманың ең үлкен мөлшері 5 мм дейін болады. Ал бүрікпобетон бекітпесі ертіндісінің құрамындағы толтырманың ең үлкен мөлшері 25 мм дейін және бекітпе қалыңдығы 300 мм дейін болады.

Бүрікпобетон бекітпесі өзінің технологиясының жетістіктеріне қарай бүкіл әлемге әртүрлі (торкретбетон, бүрікпобетон, шашырандыбетон, шприц-бетон, набрызг-бетон, пневмобетонирование, набрызгивание, proection, gunite, spritzen) деген атаулармен тез тарады.

Бүрікпебетон бекітпесі таужыныстарының физико-механикалық қасиеттеріне және конструкциялық қолданылу жағдайларына байланысты, тұтас бүрікпебетон ретінде жеке (қалыңдығы әртүрлі 2 см-ден 25 см-ге дейін) және темір немесе темірбетон анкерлерімен, металл торлармен бірге құранды (комбинациялық) бекітпе болып кеңінен қолданылады.

Бүрікпебетонды дайындауға портландцементті, жылдам қататын потландцементті, шлакопортландцементті, пуццоланған портландцементті қолдану ұсынылады. Сульфатты сулар әсер еткен жағдайларда сульфатқатөзімді және пуццоланған портландцементтер қолданылады. Цементтің маркасы 400 кем болмауы тиіс.

Бүрікпебетон ерітіндісін дайындауға ұсақ (күм) және ірі (ұсақ тастар, гравий, щебень) толтырмалар қолданылады. Ұсақ толтырма ретінде табиғи пайда болған күмдарды және де ауыр таужыныстарын ұсақтаудағы күмдарды пайдалануға болады. Күмдар ГОСТ 8736-77 «Құрылыс жұмыстары күмдары. Техникалық шарттары» талаптарын қанағаттандыруы тиіс.

Бүрікпебетон бекітпесін тұрғызу келесі технологиялық жұмыстарды қамтиды. Цемент және инертті толтырмаларды (күм, цемент, ұсақтас) бетонараластырғыш машинада мұқият араластырады да құрғақ әдіспен бүрікпе-машинаға құрғақ күйінде толтырады. Құрғақ қосынды сығылған ауанының әсерінен машинадан шланганың бойымен араластырғыш-соплоға беріледі, осы соплоға басқа жағынан су келтіріледі. Соплода қысыммен келген құрғақ қосынды сумен араласады. Осылайша үлкен жылдамдықпен араласып шыққан бүрікпебетон бекітілетін беткейлерге бүрікпеленіп, бүрікпе жабындысы таужынысымен бірігіп бекітпе ретінде қалыптасып қалады.

Бүрікпебетонды орнатуға бір және екі камералы БМ-60, БМ-68, БМ-70, СБ-67, БСМ-3М, С-630А, С-702, С-1007 «Меуго» және т.б. типті бүрікпе машиналары қолданылады.

Бүрікпебетонды дайындау процессі цемент пен толтырмаларды араластырудан және осы құрғақ қосындыларды суландырудан тұрады.

Бүрікпебетонның құрамын құрғақ қосынды компоненттерінің өлшемдерін және сумен цементтің өзара қатынасын таңдап қабылдау арқылы анықтайды.

Су мен цементтің өзара қатынасы бүрікпебетон бекітпесі жағдайында, дәл тұрақты шама болуы мүмкін емес. Өйткені судың өлшемдерін соплошы әрдайым реттеп отырады. Бұл шаманы цементтің, толтырмалардың өлшемдеріне, сапасын (ылғалдылығын) алдын-ала зертханалық жолдармен анықтауға болады.

«Қазақстанның тәуелсіздігіне 10 жыл» атындағы шахтасының тау-кен қазбасын бекітуге қолданылатын бүрікпебетон бекітпесінің құрамын таңдау және есептеу. Бүрікпебетонның құрамын таңдау және қабылдау кәдімгі әдеттегі бүрікпебетондау әдісі сияқты жүргізіледі.

1 м³ бүрікпебетон қоспасын дайындауға жұмсалатын материалдардың мөлшерлерін есептейміз. Біздің жағдайда екікомпонентті бүрікпе құрамы қабылданды, яғни, Ц:К=1:2. Мұнда су мен цементтің ара қатынасы: С/Ц=0,35 болғанда бүрікпебетон құрамын келесі әдіспен есептеуге болады:

$$\sum (Ц + К + С) = 1. \quad (2.21)$$

мұнда 1 м³ қоспа құрамындағы:

Ц - цементтің көлемі, м³;

К - құмның көлемі, м³;

С - судың көлемі, м³(л).

Су мен цементтің арақатынасының (С/Ц=0,35) және, құм мен цементтің өзара қатыныстарын 1:2 және 1:3 етіп өзгерткен жағдайда материалдардың жұмсалыу мөлшері келесідей болады:

1) Ц:К=1:2, сонда

$$\sum (Ц + 2Ц + 0,35Ц) = 1; \quad (2.22)$$

$$\text{Яғни} \quad Ц = \frac{1}{3,35} = 0,298 \text{ м}^3; \quad (2.23)$$

$$К = 0,298 \times 2 = 0,596 \text{ м}^3; \quad (2.24)$$

$$С = 0,35 \times 0,298 = 0,104 \text{ м}^3. \quad (2.25)$$

Осы әдіс бойынша келесі құрамды (Ц:К:С=1:3:0,35) есептейміз:

2) $\sum (Ц + 3Ц + 0,35Ц) = 1;$

$$Ц = \frac{1}{4,35} = 0,229 \text{ м}^3;$$

$$К = 0,298 \times 3 = 0,6894 \text{ м}^3;$$

$$С = 0,35 \times 0,229 = 0,08 \text{ м}^3.$$

Осы есептелген құрамдағы 1 м³ бүрікпебетон қоспасына жұмсалатын материалдар өлшемдерін келесі кестеге толтырамыз (2.4-кесте).

Кесте 2.4 – Әртүрлі құрамдар бойынша 1 м³ бүрікпебетон қоспасына жұмсалатын материалдардың мөлшері

Материалдардың атауы	Құрамы әртүрлі бетон қоспаларындағы материалдардың мөлшері (Ц:К болғанда)	
	Ц:К=1:2	Ц:К=1:3
Цемент, м ³ / кг	0,298/476,8	0,229/366,4
Құм, м ³	0,596	0,6894
Су, м ³	0,104	0,08

Эксперименталдық жұмыстардың нәтижесі бойынша 1 м³ бүрікпелбетон қоспасы сынақ бойынша 20 м² қазбаны бекітпелеуге жетуі керек бірақ, бекітпелеу барсында 20%-ға жуық бетон қоспасы шығындалады. Осы жағдайды ескере отырып, қазбаны бекітпелеуге кететін жалпы бүрікпелбетон шығынын есептейміз:

Қазба периметрі $P=9,86 \approx 9,9$ м, осыдан қазба табанын алып тастасақ бекітілетін бөлегі шығады:

$$P_1 = P - B_1 = 9,9 - 2,64 = 7,26 \text{ м.} \quad (2.26)$$

Жалпы бекітілетін ауданды есептейміз:

$$S = P_1 \cdot L = 7,26 \cdot 720 = 5227 \text{ м}^2, \quad (2.27)$$

мұнда L - қазбаның жалпы ұзындығы, м.

Осыдан соң, бүкіл қазбаға кететін бүрікпелбетон шығынын есептейміз:

$$V = S \cdot \delta \cdot K_{жс} = 5227 \cdot 0,05 \cdot 1,2 = 314 \text{ м}^3, \quad (2.28)$$

мұнда $K_{жс}$ - бүрікпелбетонның жоғалымы, $K_{жс}=1,2$.

Кешенді комбинациялық бекітпемен бекітуге 314 м³ бүрікпелбетон ертіндісі жұмсалатындығы зерттеулер барысында анықталды.

Енді осы қазба бекітпелеуге кететін цемент, құм және су мөлшерлерін жеке-жеке есептеп қарастырамыз:

$$\begin{aligned} & \text{- цемент мөлшері } C = V \cdot V_c = 314 \cdot 0,298 = 93 \text{ м}^3; \\ & \text{- құм мөлшері } Q = V \cdot V_q = 314 \cdot 0,596 = 187 \text{ м}^3; \\ & \text{- су мөлшері } S = V \cdot V_s = 314 \cdot 0,104 = 33 \text{ м}^3. \end{aligned} \quad (2.29)$$

Бір циклде бүрікпелбетон бекітпесін орнатуға кететін уақытты есептейміз:

$$T_{бек} = \frac{S \cdot \delta \cdot K_{жс}}{Q} = \frac{14,52 \cdot 0,05 \cdot 1,3}{2} = 31 \text{ мин}; \quad (2.30)$$

мұнда S - бекітілетін аудан,

$$S = P \cdot L = 7,26 \cdot 2,0 = 14,52 \text{ м}^2. \quad (2.31)$$

мұнда P - қазбаның бекітілетін периметрі (табаны жағын есептемегендегі), $P=7,26$ м;

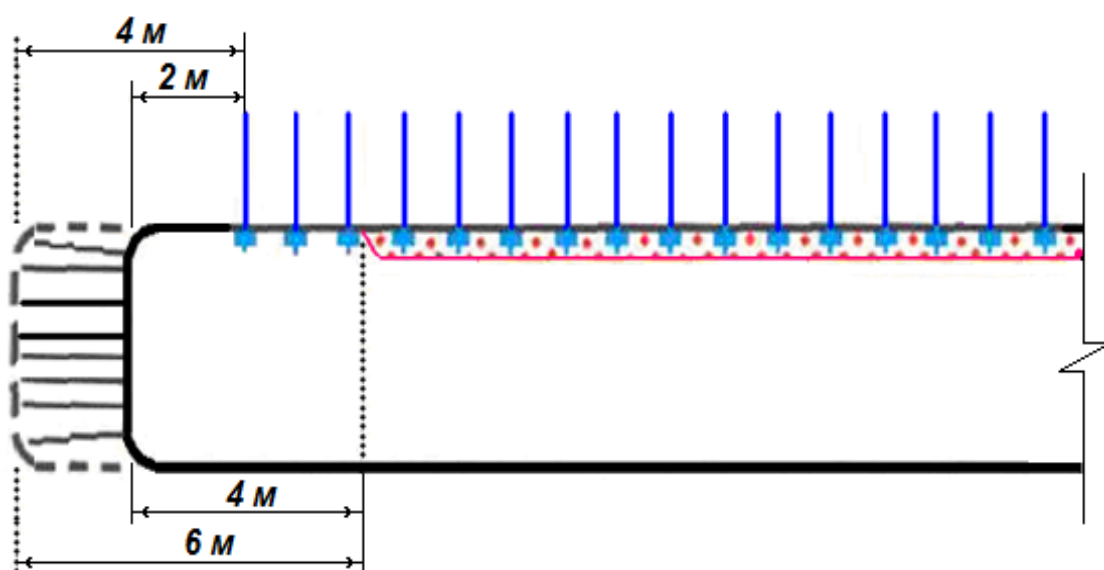
L - енбе тереңдігі (бір циклдегі қазбаның алға жылжуы), $L = 2,0$ м; δ - бекітпе қалыңдығы, $\delta=0,05$ м; $K_{жс}$ - бүрікпелбетон бекітпесінің жоғалым коэффициенті, $K_{жс}=1,3$. БМ-70 бүрікпелбетон машинасың техникалық сипаттамасы (2.5-кесте) көрсетілген.

Кесте 2.5 – БМ-70 бүрікпебетон машинасың техникалық сипаттамасы

Машина түрі	БМ-70
Құрғақ ертінді бойынша өнімділігі, м ³ /сағ	2-4
Ертіндіні беру ұзақтығы, м	250
Ертіндіні беру биіктігі, м	100
Толтырма ірілігінің шектік мөлшері, мм	25
Резина рукавасының ішкі диаметрі, мм	50
Жұмыс кезіндегі қысымы, МПа	0,5
Сығылған ауа шығыны, м ³ /мин	9
Негізгі өлшемдері, мм	
Ұзындығы, мм	1450
Биіктігі, мм	1680
Ені, мм	850
Салмағы, кг	850
Бағасы, у.е	15000

2.5 Қазбаны өтудегі бекітпелеу паспорты

«Хромтау» кен орны, «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасының қазбасын бекітуге комбинациялық (анкер+бүрікпебетон) бекітпе қолданылғандықтан, анкер және бүрікпебетон бекітпелерінің забойдан қалу қадамы мөлшерін анықтаймыз. (СНиП) ҚНЖЕ-94-80 нормативтік құжат әдістемелерінің ұсыныстарын негізге ала отырып, таужыныстарының сілемдері орташа орнықты екендігін және жарықшақтардың бар екендігін ескеріп, забойда қауіпсіз жұмыс істеуді қамтамасыз ету үшін анкер бекітпесінің забойдан қалу қадамын 2 м, забойды бір аттырудан соң, қазба жылжығаннан кейін 4 м-ге дейін болады. Ал, бүрікпебетон бекітпесінің забойдан қалу қадамы 4 м, қазба жылжығаннан кейін 6 м-ге дейін рұхсат етіледі. Бекіту паспортының мәліметтері 2.13-суретте және 2.6-кестеде келтірілді.



Сурерт 2.13 – Қазбаны өтудегі комбинациялық (анкер және бүрікпебетон) бекітпенің забойдан қалу қадамының көрсеткіштері

Кесте 2.6 – Қазбасны өтудегі бекітпелеу паспортының негізгі көрсеткіштері

Қазбаның түрі	Қазба
Қазба салынатын таужыныстарының сипаттамалары: - таужыныстарының орнықтылығы - М.М. Протоdjяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті - таужыныстарының орташа тығыздығы - таужыныстарының ішкі уйкеліс бұрышы - меншікті ұстасуы	орташа орнықты $f=6\div 10$ арасында өзгереді $2,4\div 2,65$ т/м ³ $32\div 40^\circ$ $14\div 18$ МПа
Қазбаға су келімі	1,6-2,6 м ³ /сағ.
Қазбаны бекітпе түрі	Комбинациялық бекітпе (анкерлер қажетті жерлерде метал торлармен және оның устінен бүрікпебетон)
Анкер бекітпесін орнату сеткасы	0,7м×0,7 м
Анкерге арналған шпур ұзындығы (тереңдігі)	1,3 м
Анкердің өзінің ұзындығы	1,2 м
Анкер шпурының диаметрі	36 мм
Анкер өзегінің диаметрі	24 мм
Анкер бекітпесінің забойдан қалу қадамы	2 (4) м
Анкерге арналған шпурды бұрғылау машинасы	«Рокет Бумер L1D»
Анкер орнатқыш машинаның түрі	ЖБАК
Бүрікпебетон құрамы	Екі компонентті, Ц:Қ=1:2
Бүрікпе құрамындағы су мен цементтің өзара арақатынасы	С/Ц=0,35
Қолданылатын цемент түрі	Портландцемент М400
Бүрікпебетон бекітпесінің қалыңдығы	50 мм
Бүрікпебетон бекітпесінің забойдан қалу қадамы	5 (7) м
Бүрікпебетон машинасының маркасы	«Meuco Piccola»
Бекітушілер звеносы	2 адамнан кем емес бекітушілер звеносы

Екінші бөлім бойынша қорытынды

1. «Хромтау» кен орны, «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасы аймағының геологиялық, геомеханикалық шарттарына қарай және қазба салынатын таужыныстарының физико-механикалық сипаттамаларына байланысты, тау қысымынан болатын есепті жуктемелерге, таужынысының орнықтылық категорияларына, ығысу мөлшеріне, таужыныстарының кернеулі-деформациялық шарттарына, таужыныстарының кеуектілігіне, жарықшақтану деңгейіне, бекемдігіне және т.б. физика-механикалық қасиеттерін бағалау арқылы зерттеу нысаны «қазбасына бекітпе түрін дұрыс тандау жолдары (СНиП 238-73, СНиП-94-80 нормативтік әдістемелерінің ұсыныстары бойынша) зерттелді. Нәтижесінде қазбаға кешенді түрдегі комбинациялық (анкерлер және оның устінен бүрікпебетон жабындысы орнатылатын) бекітпені қолдануға толық болатындығы негізделіп анықталды.

2. Қазіргі уақытта жерасты жағдайларында түсті металды кендерді, көмірлерді өндіру салаларында салынатын тау-кен қазбаларын және халық шаруашылығындағы көліктік-коммуникациялық, энергетикалық жерасты

нысандары құрылыстарында бекітпенің бірнеше түрлері қолданылады. Тау қысымын мөлшерлеріне, бекітпені орнату технологиясына, экономикалық шығындарына, т.б. шарттарға байланысты қолданыстағы бірнеше бекітпенің түрлері қарастырылды және олардың өзара кемшіліктері мен артықшылықтары туралы талдаулар мен зерттеулер жүргізілді.

Сондықтанда «Қазақстанның тәуелсіздігінің 10 жылдығы» атындағы шахтасының 2-ші құрылыс кезеңіне (-480 м горизонтында, жер бетінен 900 м тереңдікте салуға) жоспарланған жазық жерасты тау-кен қазбасы салынатын таужыныстары массивінің қасиеттерін зерттей келе, шахтаның бұрынғы құрылыс жобасында қарастырылған метал арқалы бекітпелердің орнына осы қазбаның бүкіл ұзына бойына жеңілдетілген кешенді түрдегі комбинациялық бекітпені (анкерлер және оның үстінен бүрікпебетон жабындысын) қолдануды қарастырып ұсынып отырмыз.

3. Есептеліп негізделіп анықталған бүрікпебетонның қалыңдығы қазбаның төбе және бүйір тұстарына 50 мм (5 см) аралығында болғаны тиімді болатындығын көрсетті. Қазбаны бүрікпебетонмен бекітпелеуге *Meuco Piccola* бетон машинасы қолданылады. Зерттеулер нәтижесінде қазбаның төбесіне орнатылатын анкерлердің өзінің ұзындығы $l_a=1,2$ м; анкерлерге арналған шпурлардың тереңдігі $l_a=1,3$ м, орналасу сеткасының арақашықтығы $0,7 \times 0,7$ м; анкер бекітпесіне арналған шпурларды «*Рокет Бумер L1D*» бұрғылау машинасымен бұрғылайды.

4. «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтаның қазбасын бекітпелеу паспорты жасалды. Бекітпелеу паспортында комбинациялық (анкер+бүрікпебетон) бекітпенің (анкер және бүрікпебетон бекітпелерінің) забойдан қалу қадамы негізделіп анықталды. Яғни, таужыныстарының сілемдері орташа орнықты болғандықтан және жарықшақтардың бар екендігі ескеріліп, забойда қауіпсіз жұмыс істеуді қамтамасыз ету үшін анкер бекітпесінің забойдан қалу қадамын 2 м, қазба жылжығаннан кейін 4 м-ге дейін болағаны тиімді болды. Ал, бүрікпебетон бекітпесінің забойдан қалу қадамы 4 м, қазба жылжығаннан кейін 6 м болғаны дұрыс екендігі анықталды.

3 ТАУ-КЕН ЖЫНЫСТАРЫ МАССИВІНІҢ КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН БОЛЖАУ

3.1 Кернеулі-деформацияланған күйді анықтау әдістерін талдау

Жыныстар жатысы кен-геологиялық жағдайының әртектілігі мен қазу тереңдігінің артуы әртүрлі мақсат пен кескінде қоршаған тау-кен қазбалары тау жыныс массивтерінің кернеулі-деформацияланған күйін (КДК) үздіксіз бақылап болжауды қажет етеді.

Тау-кен геомеханикасының көптеген қолданбалы есептері тау жыныстары техногендік бұзылған массивінің КДК-сын анықтаумен байланысты. Осындай мәселелерді көптеген зерттеушілер математикалық және физикалық моделдеудің әртүрлі әдістерімен шешкен. Математикалық моделдеудің физикалық моделдеуге қарағанда белгілі бір артықшылықтары бар, өйткені ол геомеханикалық процестердің деңгейін сипаттауда ең үлкен жалпылыққа негізделген және оларды анықтаушы параметрлерді ең кең тарамда зерттеп болжауға мүмкіндік береді.

Есептеу техникасы мен математикалық моделдеу әдістерінің дамуына дәстүрлі аналитикалық әдістермен қатар келесідей сандық әдістерде кеңінен қолданылады. Олар:

- шекті айырымдар әдісі (ШАӘ);
- шекті элементтер әдісі (ШЭӘ);
- шекаралық элементтер әдісі (ШЭӘ).

Тау-кен геомеханикасының маңызды қолданбалы есептерін шешу үшін осы әдістерді тиімді қолдану тек қолданылатын бағдарламалық кешеннің мүмкіндіктерімен ғана емес, сонымен қатар осындай есептерді шешудің тиісті әдістемелік базасының болуымен де анықталады.

Жерасты тау-кен жұмыстарын жобалау кезінде жыныс сілемінің кернеулі-деформациялық күйі тау-кен қазбаларының қауіпсіздігін қамтамасыз ету мен тұрақтылығын болжауға қатысты алдыңғы қатардағы мәселе болып саналады. Тау жыныстары массивінің геомеханикалық параметрлерін өлшеуге мүмкіндік беретін бірқатар әдістер бар. Бұл ретте кері есепті қоюдың дәрежелігі және шешімнің жалғыз еместігі салдарынан кернеулердің алынған мәндерінің күмәнсіздігі ашық күйінде қалып отыр. Ең көп тарағандардың ішінен тау жыныстары жылжуы немесе деформациясын өлшеуге негізделген әдістерді бөліп алып көрсетуге болады, геофизикалық әдістер [37]. Бұл әдістердің көпшілігі қиындық келтіреді және қымбатқа түседі.

Массивтің КДК анықтау үшін шекті элементтер әдісін (ШЭӘ) қолдану қарастырылған. ШЭӘ басты артықшылығы әмбебаптылық болып табылады: ол тау жыныстарының үздіксіз және үзіліссіз тәртібінің кең спектрін бұзу механизмдері тералы априорлық болжамдарсыз моделдей алады. Нәтижесінде әртүрлі нұсқауларды зерттеп, бір құралдың көмегімен мағыналы болжамдар жасауға болады.

3.2 «Тәуелсіздіктің 10 жылдығы» шахтасының -480м горизонтындағы тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйін сандық талдау

Геологиялық деректер бойынша негізгі кен шоғыры негізінен тұтас және тығыз-сеппе түрлерінен тұрады, ал кен орнындағы тау жыныстары әртүрлі дәрежеде серпентинделген пироксенсіз дуниттерден, пироксен дуниттерінен және перидотиттерден тұрады.

3.1, 3.2 және 3.3-кестелерде тау жыныстары массивінің жалпы беріктік және физикалық-механикалық қасиеттері, сондай-ақ қабаттық өзіндігінен құлау жүйесінің негізгі техникалық-экономикалық көрсеткіштері келтірілген, олар өз кезегінде мамандандырылған бағдарламаны қамтамасыз етуде шекті элементтер әдісімен есептеулер жүргізу үшін бастапқы деректер болып табылады.

Кесте 3.1 – Тау жыныстары мен кендердің беріктік қасиеттері

Атауы	Физикалық қасиеті		Беріктік қасиеттері		
	Тау жынысының тығыздығы $P, \text{г/см}^3$	Тау жынысының тығыздығы $P, \text{г/см}^3$	Сығуға беріктік шегі $R_{сж}, \text{МПа}$		Беріктік шекарасы $R_p, \text{МПа}$
			Монолитті үлгілер үшін	Бастапқы жарықтары бар үлгілер үшін	
Тау жынысы	2,69	2,58	99,7-128,0	41,6-61,0	9,02-13,4
Кен	3,62	3,46	52,6-68,0	30,2-54,0	5,55-6,12

Кесте 3.2 – Жарық толтырғыш жыныстардың беріктік қасиеттері (үлгілер бойынша анықталған)

Толтырғыш типі	Ілінісу $C, \text{МПа}$		Ішкі уйкеліс бұрышы φ , град			
	минимум	максимум	орташа	минимум	максимум	орташа
Кремний-карбонат	2,4	4,5	3,1	30	42	37
Тальк-слюдалы	0,45	3,1	1,9	17	44	33
Орақ пішінді	1,8	9,6	6,0	20	43	35
Серпентинді	7,0	15,0	10,8	30	49	41

Кесте 3.3 – Техникалық-экономикалық көрсеткіштер

Көрсеткіштердің атауы	Өлшеу бірлігі	Қабаттық өздігінен құлау жүйесі
Кен денесінің қуаты	м	188
Құлау бұрышы	град.	50
Кеннің тығыздығы	т/м^3	3,86
Тау жынысының тығыздығы	т/м^3	2,75
Кеннің бекемдік коэффициенті	-	4
Қопсыту коэффициенті	-	1,6

Тереңдігі ұлғайған тау жыныстары үстінгі тау жыныстарының салмағы мен күштер әсерінен туындайтын кернеулерге ұшырайды. Қазбаларды қазу кезінде кернеу өрісі жергілікті түрде бұзылады және қазбаны қоршаған тау жыныстарында кернеулердің жаңа жиынтығы пайда болады. Осы табиғи және индукцияланған кернеулердің шамалары мен бағыттарын білу жер асты қазбаларын жобалаудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады, өйткені көптеген жағдайларда тау жыныстарының беріктігі артып, нәтижесінде пайда болатын тұрақсыздық тау-кен жұмыстарын жүргізуде ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін.

Есептеулер жүргізу үшін 169-03/18-ГР сызбасына сәйкес жер бетінің белгісі +423,0 м қабылданды. Осыған сәйкес 480 м горизонтта, жер бетінен 903,0 м тереңдікте орналасқан. 3.3-кестеден жоғары жатқан тау жыныстарының тығыздығы $=2,75 \text{ т/м}^3 = 0,0275 \text{ кг/м}^3$ алынды. Сондықтан тік кернеулер σ_v (3.1) формуласы бойынша анықталады:

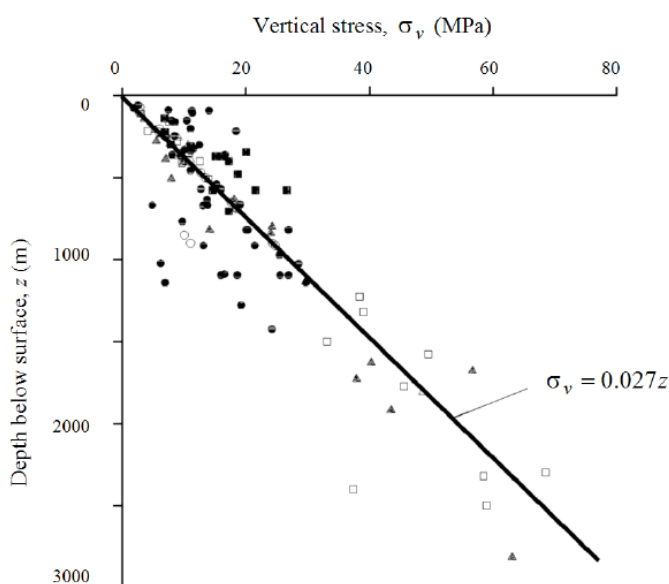
$$\sigma_v = \gamma * H, \text{ МПа} \quad (3.1)$$

мұнда γ – тау жыныстарының меншікті салмағы, т/м^3 ;

H – қазымд тереңдігі, м.

(3.1)-формуласы тен анықталған -480 м горизонттағы тік кернеулер шамасы 24,8 МПа тең.

Әлем бойынша әртүрлі тау-кен және азаматтық құрылыс нысандарындағы тік кернеудің өлшемдері бұл тәуелділіктің әділ екенін растайды, дегенмен 3.1-суретте көрсетілгендей, өлшемдерде айтарлықтай өзгеріс бар.



Сурет 3.1 – Тау-кен қазу жобаларындағы тік кернеулерді өлшеу.

Жер бетінен z тереңдігіндегі тау жынысы элементіне әсер ететін σ_h көлденең кернеулерін бағалау тік кернеуге қарағанда әлдеқайда қиын. Орташа

көлденең кернеудің тік кернеуге қатынасы бүйірлік қысым коэффициенті деп аталады және k әрпімен белгіленеді:

$$\sigma_h = k\sigma_\epsilon = k\gamma H, \text{ МПа} \quad (3.2)$$

«Тәуелсіздіктің 10 жылдығы» шахтасы жағдайында тау-кен қазбаларына жақын массивтің кернеулі-деформациялы күйіне сандық моделдеуді қолдану үшін Rocscience компаниясының RS2 бағдарламалық жасақтамасы пайдаланылды.

RS2 – бұл топырақ пен тау жыныстарында қолдануға арналған қуатты 2D шекті элементтер бағдарламасы. RS2 инженерлік жобалардың кең спектрі үшін, соның ішінде жер асты тау-кен қазбаларын жобалау үшін де қолданыла алады.

Rocscience – бұл инженерлік геотехника мен жобалау мәселелерін шешу үшін қолданылатын шекті элементтік талдаудың бағдарламалық жүйесі. Бұл құрылымдардың, іргетас пен негіздің кернеулі-деформациялық күйін есептеу үшін пайдаланылатын бағдарламалар жиынтығы. Rocscience компаниясының RS2 бағдарламалық жасақтамасын алсақ, бұл топырақ пен тау жыныстарында қолдануға арналған қуатты 2D шекті элементтер бағдарламасы. RS2 инженерлік жобалардың кең спектрі үшін, соның ішінде жер асты тау-кен қазбаларын жобалау үшін де қолданыла алады.

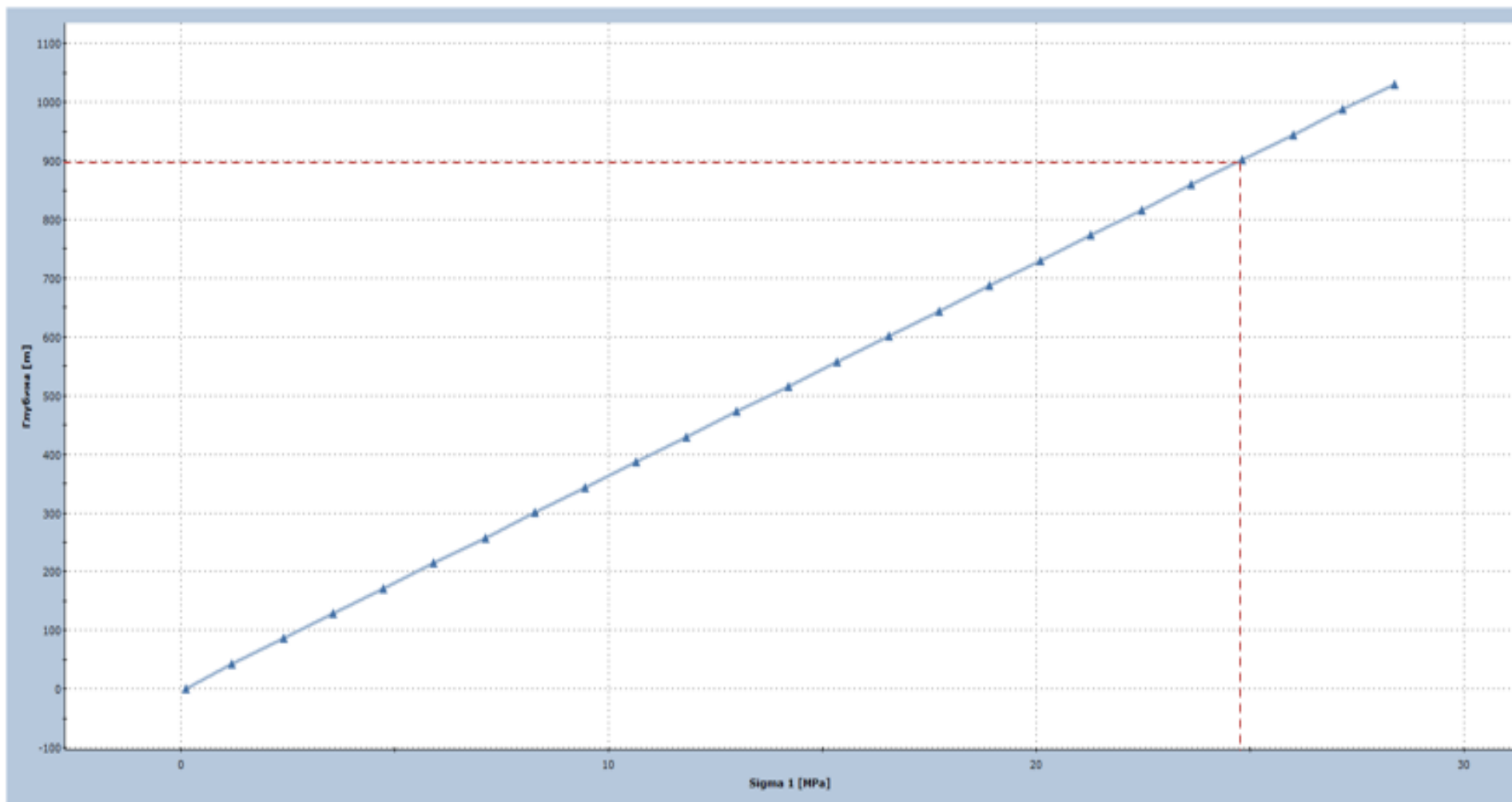
«Тәуелсіздіктің 10 жылдығы» шахтасының бұзылмаған массивіндегі басты әсер етуші кернеулерді анықтау үшін нәтижелері 3.2-3.4-суретте келтірілген массивке басты әсер етуші кернеулерге болжамдық бағалау жүргізілді.

3.2-3.4-суреті бойынша, 900 м тереңдікте тау жыныстары массивінің кернеулі-деформациялық күйі гидростатикалыққа $\sigma_1 = \sigma_3 = \sigma_z$ жақын, яғни бүйір қысымы коэффициентінің шамамен $k \geq 1$.

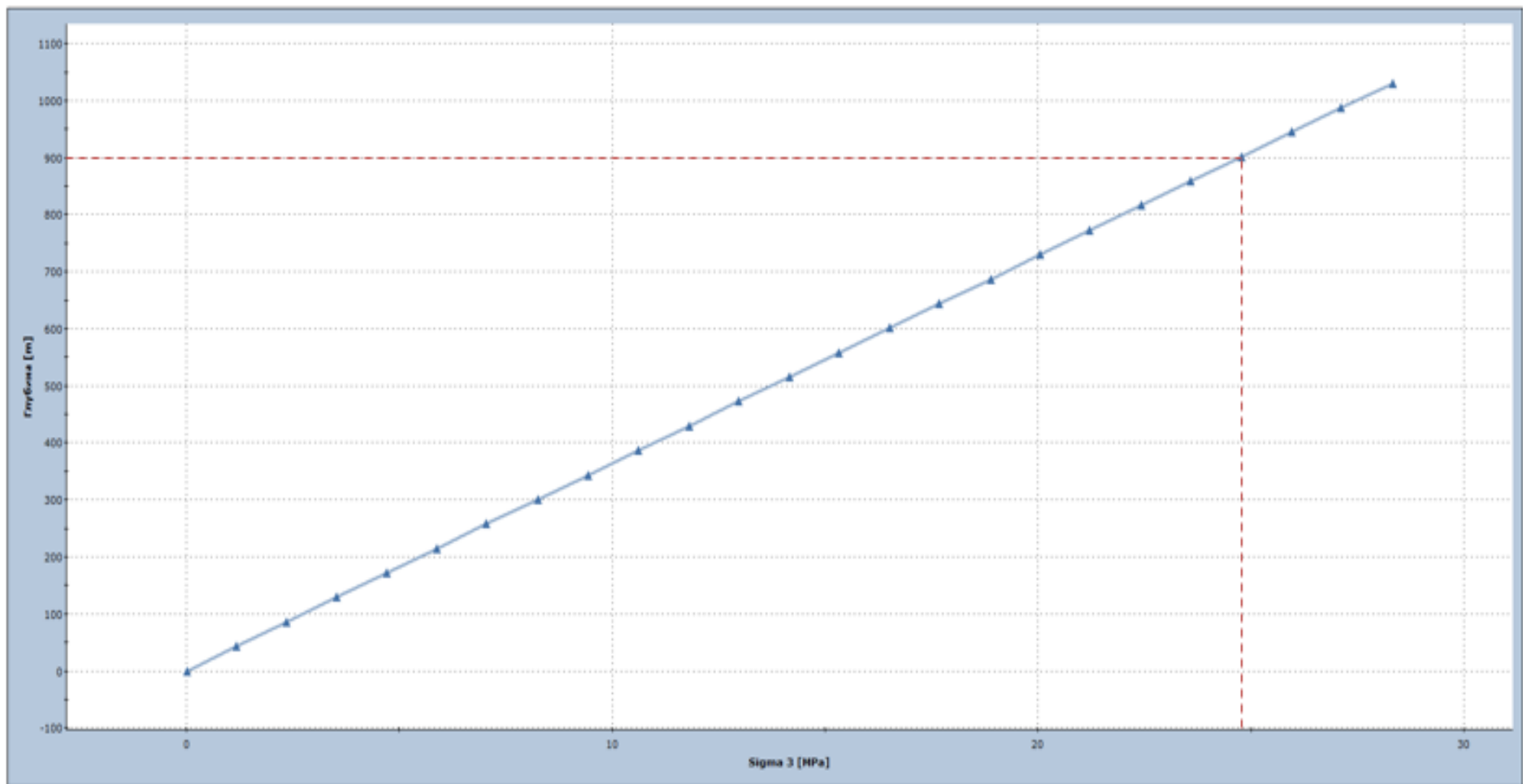
3.5-суретте тау-кен қазбаларының кернеулі-деформацияланған күйі көрсетілген -480 м, ол бойынша жиекбойлық массивтің ықтимал тұрақсыз аймақтары 1.2-ден аздау беріктік қоры коэффициентімен кемер бойынша 1,6 метрге дейін және төбе бойынша 0,8 м жетеді. ISRM халықаралық стандарты бойынша $SF \leq 1.2$ массиві тұрақсыз болып табылады. 3,5б-суретте қазбаларға әсер ететін негізгі кернеулердің бағыттары көрсетілген, олар бойынша қазбалар барлық жағынан қысымға ұшырайтынын көруге болады, бұл кен қысымының сатыр-сұтыр, шу түрінде динамикалық көрісіне, қазба топырағының ісінуіне, СВП рамаларының деформациялануына және т.б. әкелуі мүмкін.

3.6-суретте қазбалар маңындағы аймақтарды қоспағанда, тазарту жұмыстарына дейін ұңғыланған қазбалары бар қазу жүйесінің қағидатты сызбасы көрсетілген. Контур сырты массив тұтастай алғанда тұрақты, беріктік қоры коэффициенті 1,2-ден асады.

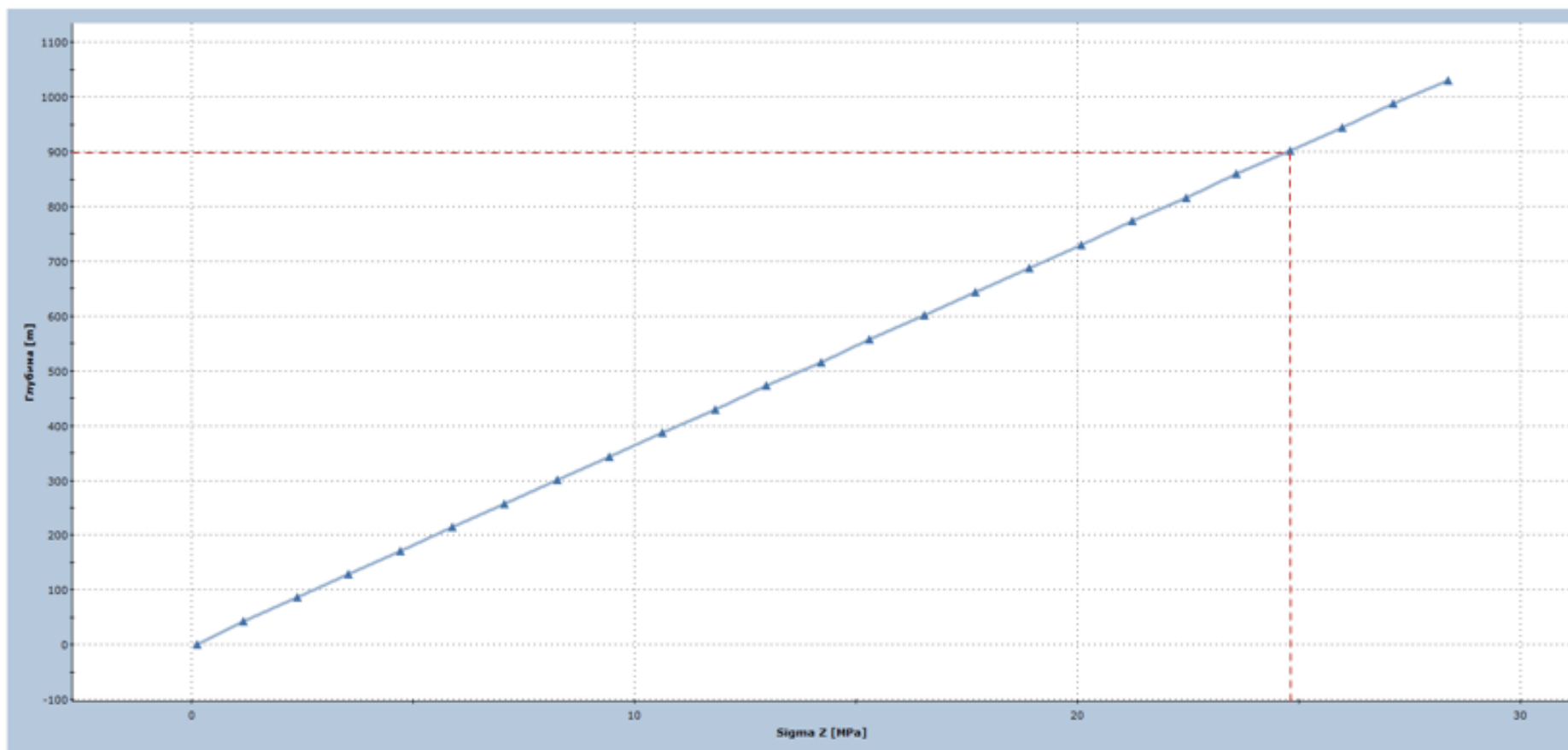
3.7-суретте тазарту жұмыстарынан кейінгі қазу жүйесінің қағидаттық схемасы көрсетілген. Қазымдағаннан кейін кернеулерді қайта бөлу орын алады және қазбалар тұрақсыз күйге келеді, өйткені олар тазарту жұмыстарының әсер ету аймағында қалады.



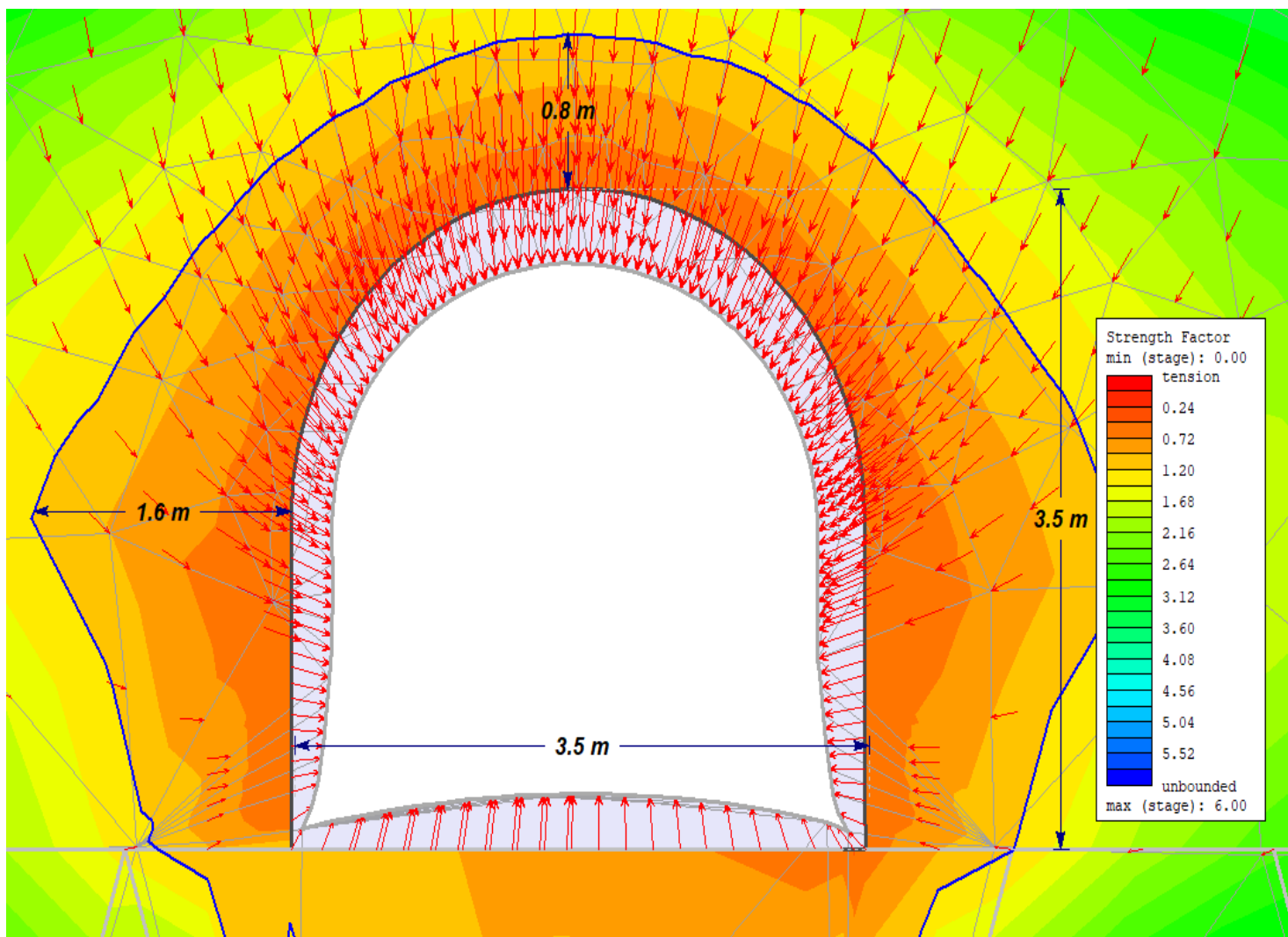
Сурет 3.2 – Тереңдікке байланысты кернеулер максимумының өзгеру графигі (Sigma 1)



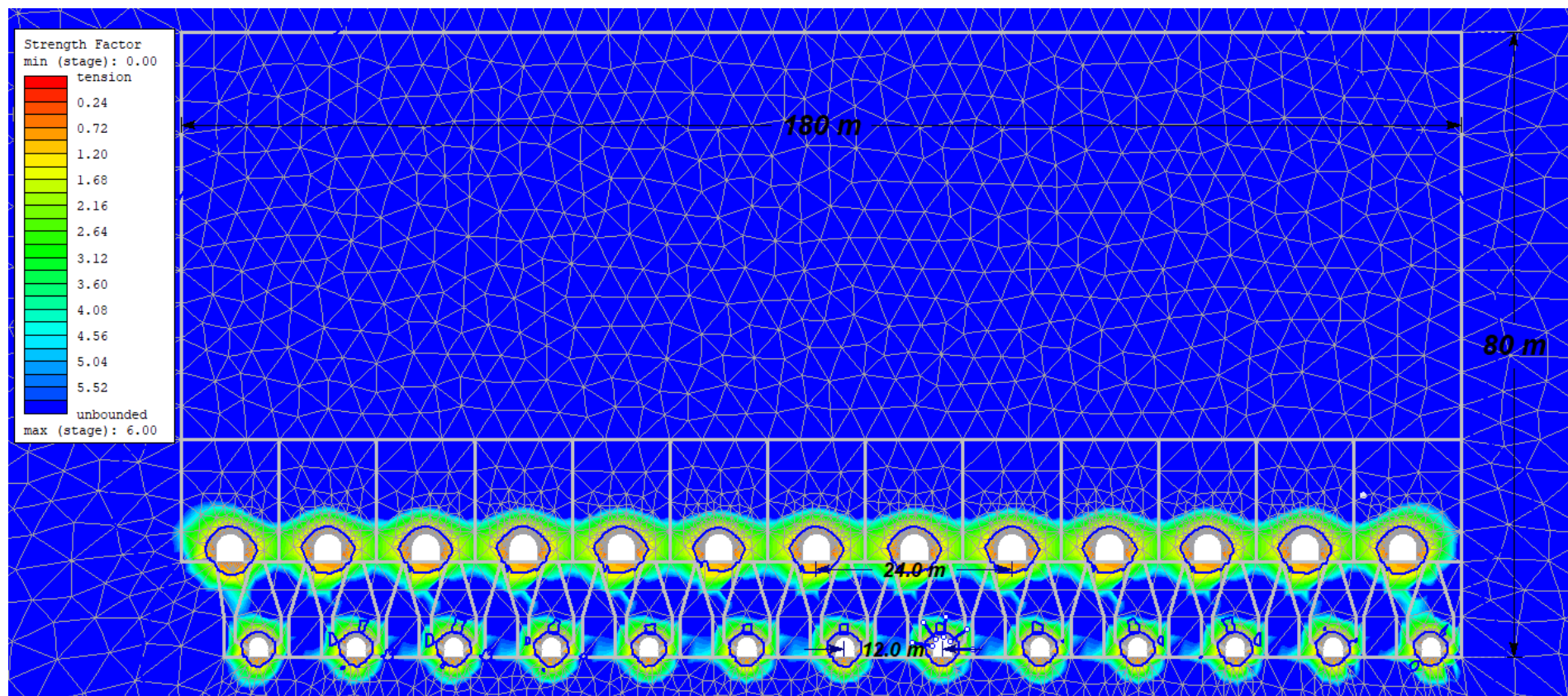
Сурет 3.3 – Тереңдікке байланысты кернеулер минимумының өзгеру кестесі (Σ_3)



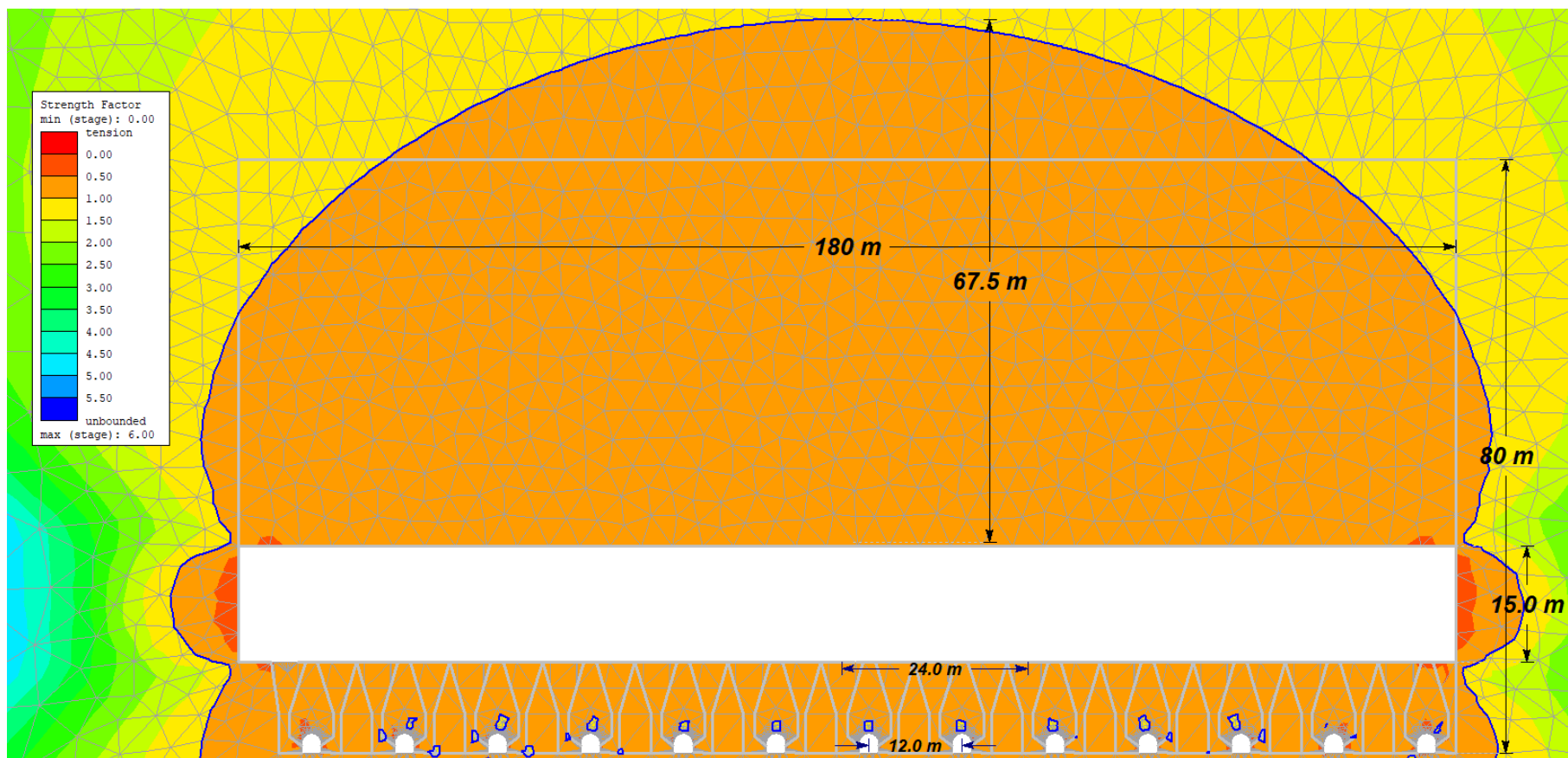
Сурет 3.4 – Тереңдікке байланысты аралық кернеулердің өзгеру графигі (Sigma z)



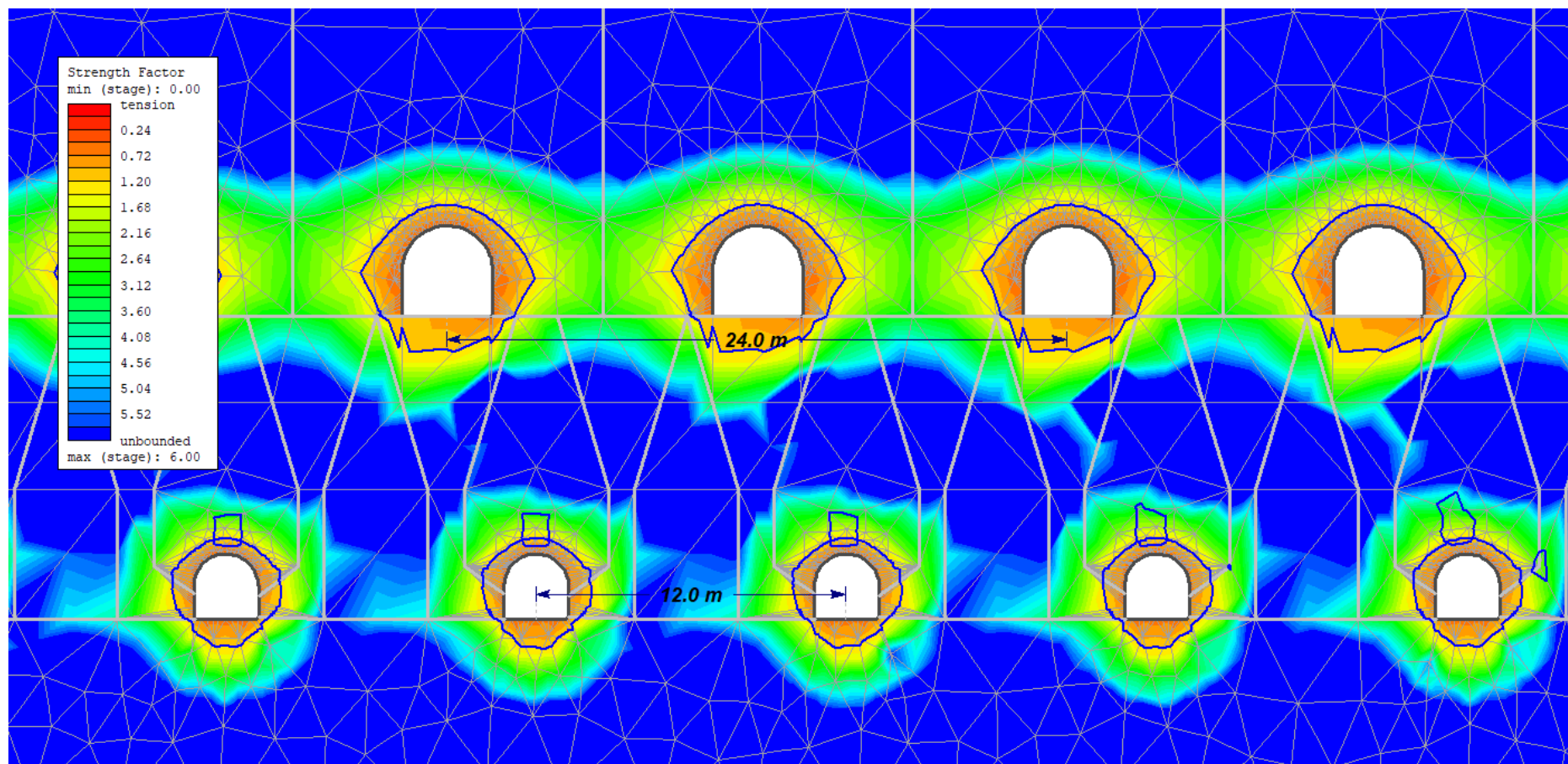
Сурет 3.5 – Қазбалар беріктігі қорының коэффициенті



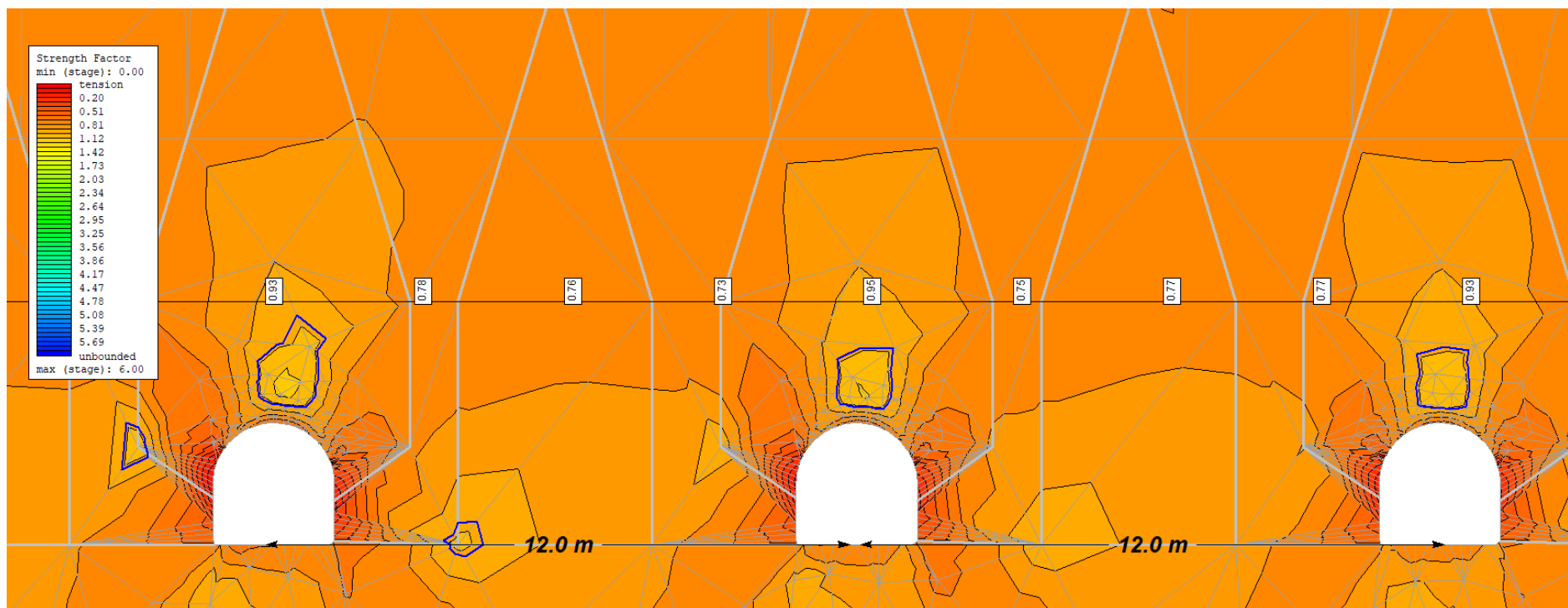
Сурет 3.6 – Қазымдауға дейінгі қазбалардың кернеулі-деформациялық күйі



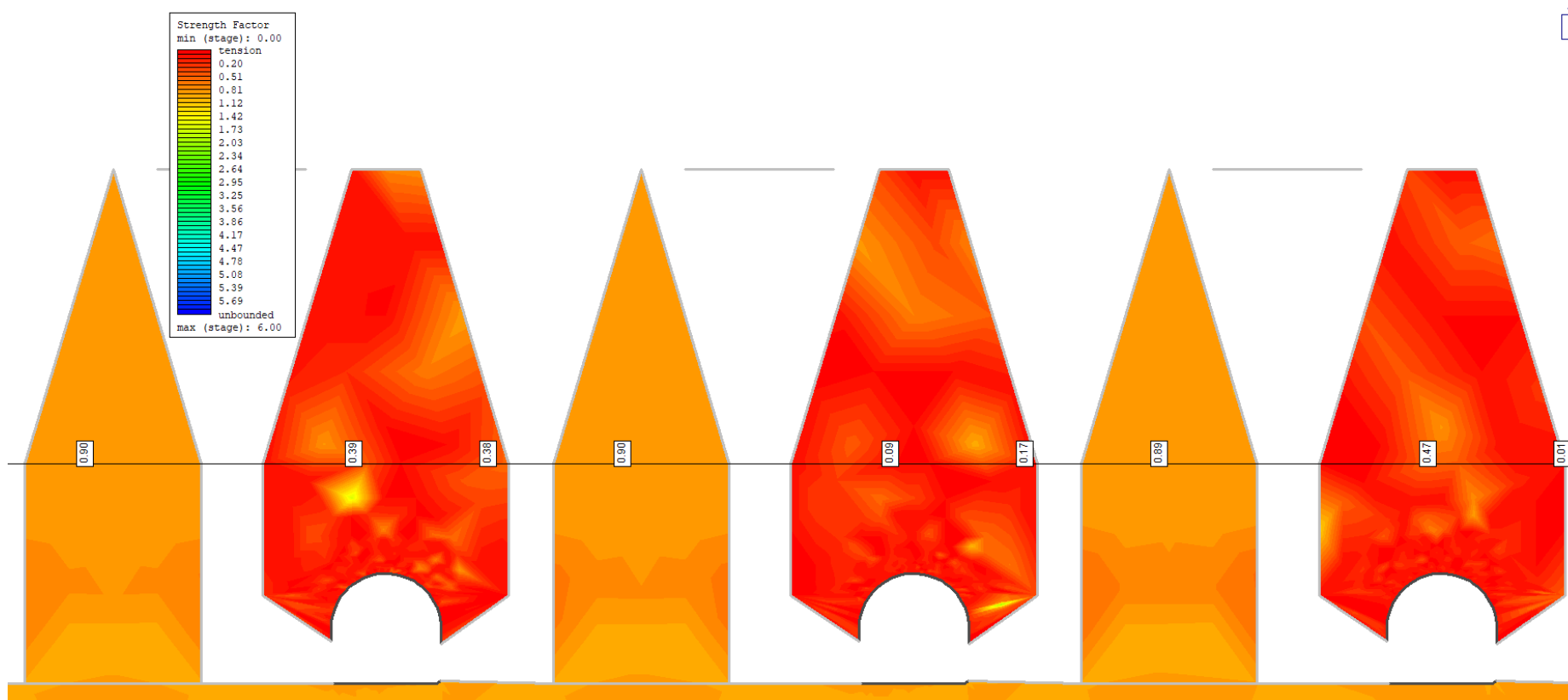
Сурет 3.7 – Қазымдағаннан кейінгі қазбалардың кернеулі-деформациялық жай-күйі



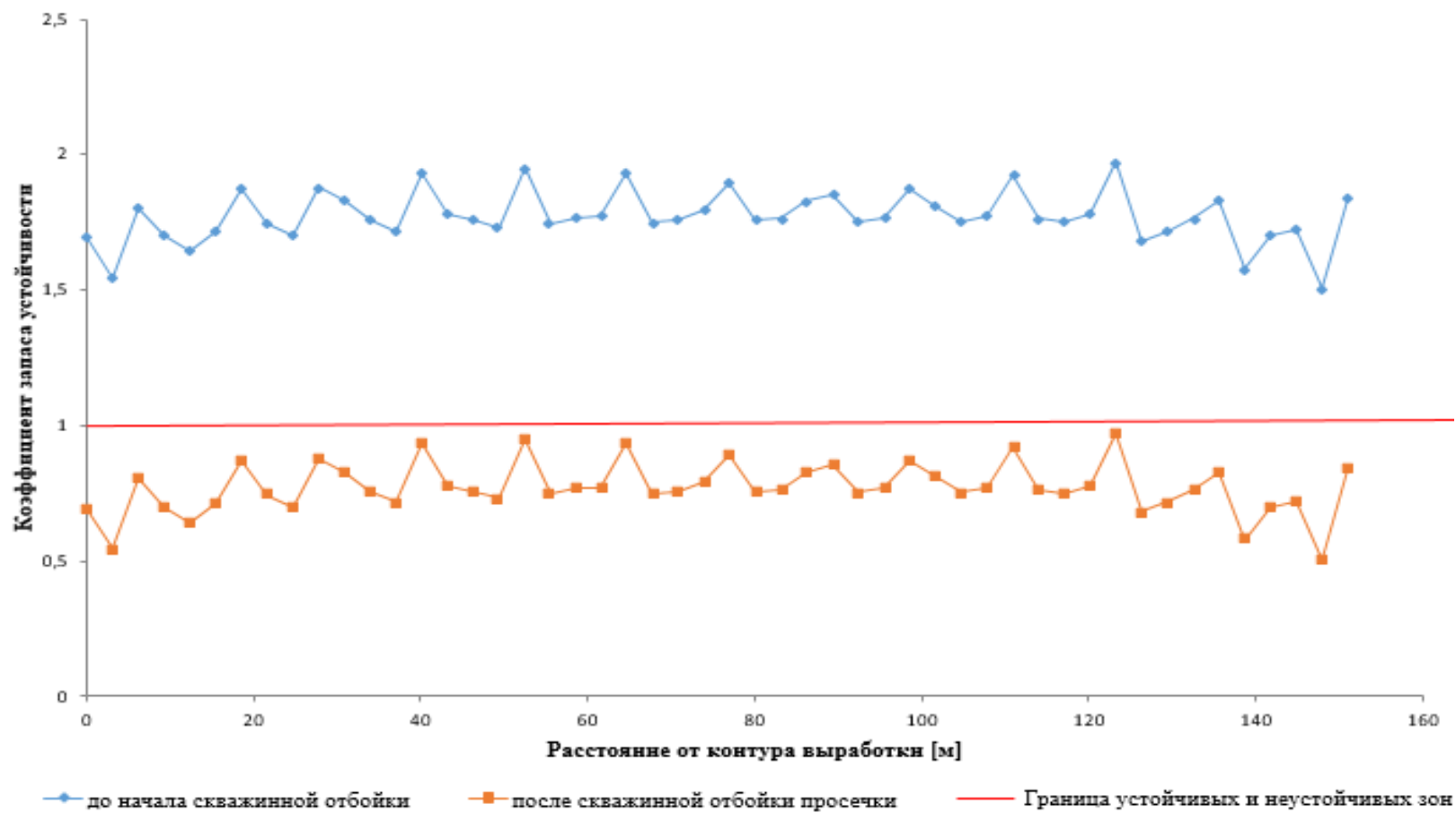
Сурет 3.8 – Тазарту жұмыстары басталғанға дейінгі қазбалардың кернеулі-деформациялық күйі



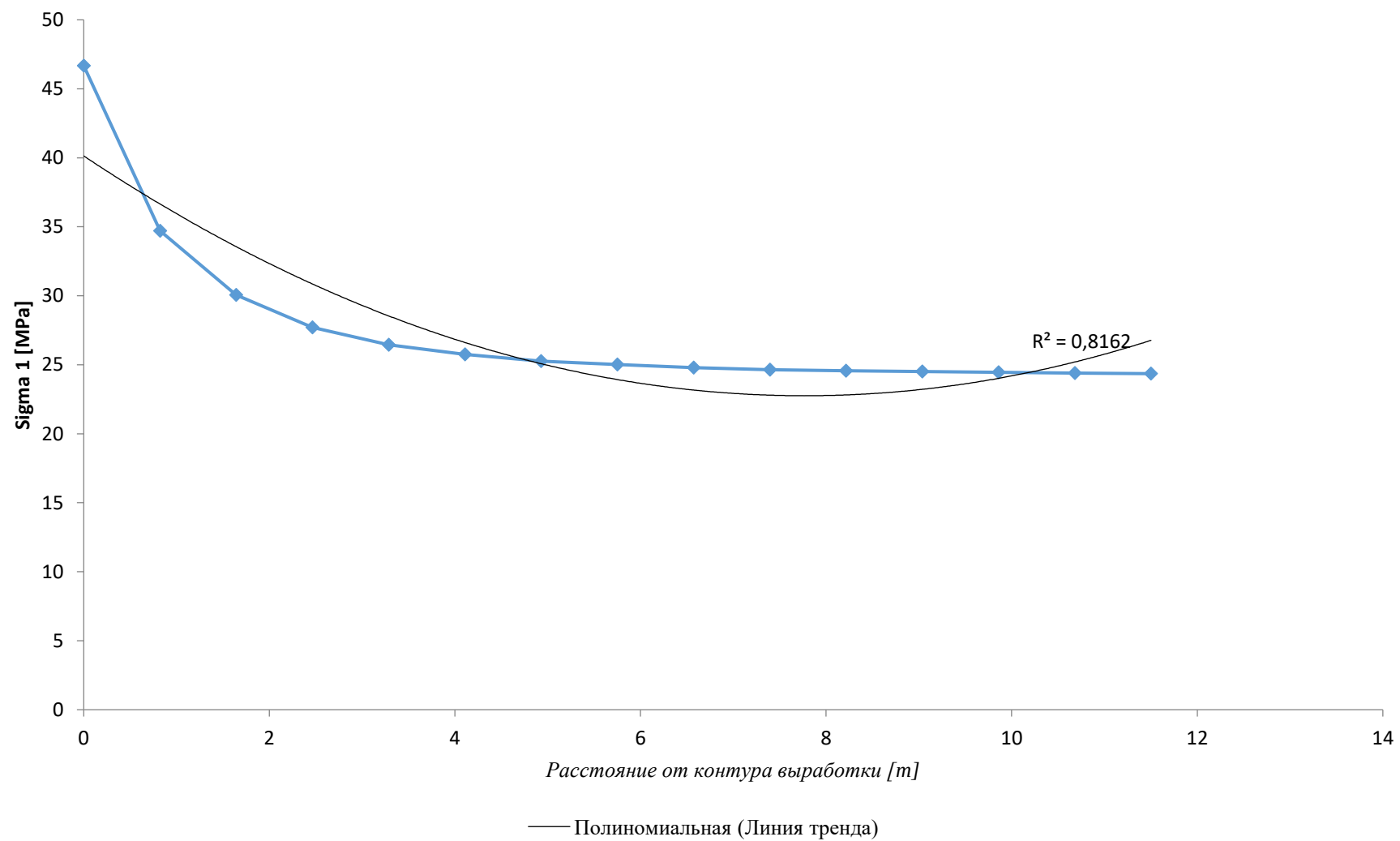
Сурет 3.9 – Тазарту жұмыстарынан кейінгі қазбалардың кернеулі-деформацияланған күйі



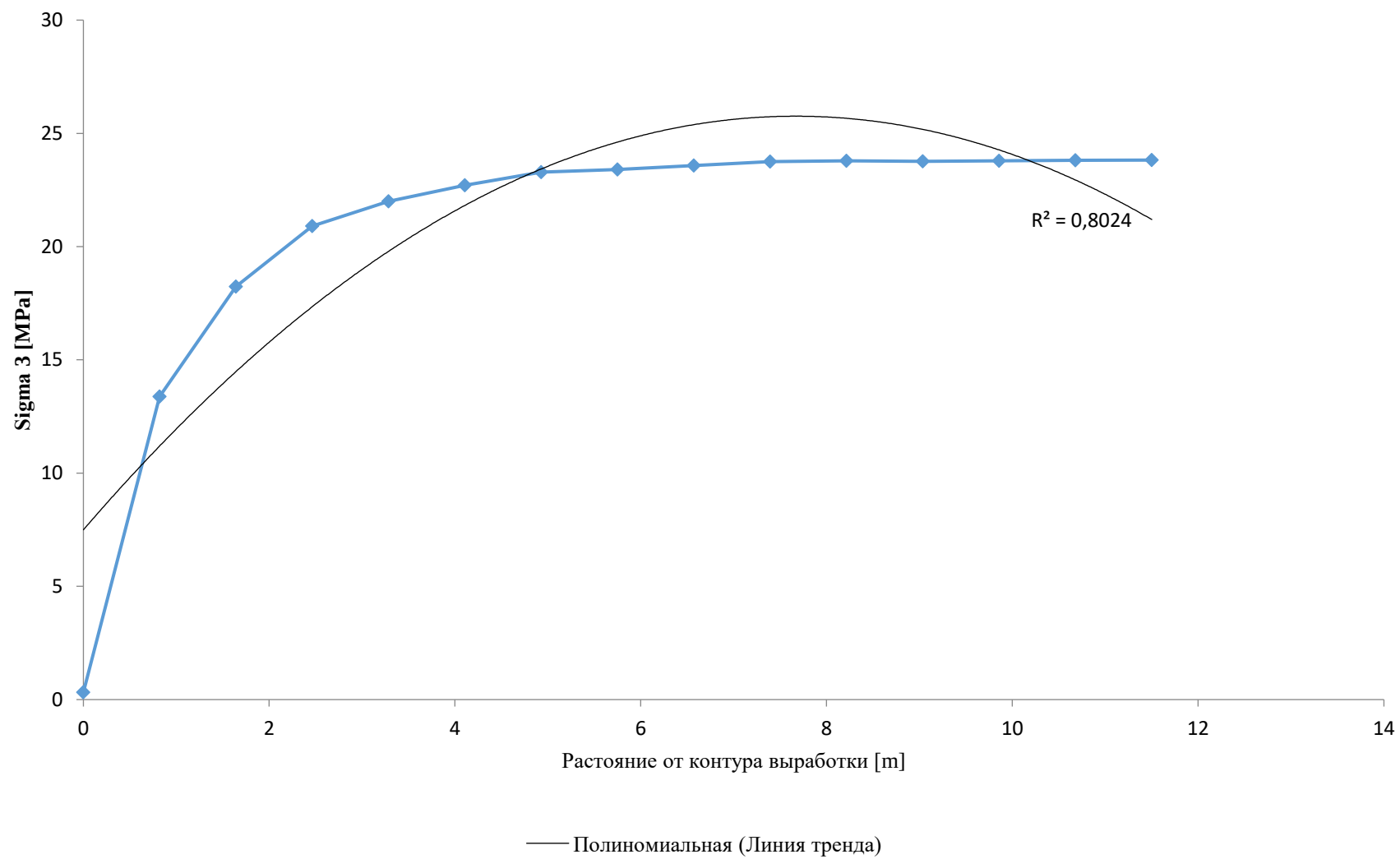
Сурет 3.10 – Тазарту жұмыстарынан кейінгі қазбалардың кернеулі-деформациялық күйі



Сурет 3.11 – Қазбалардың орнықтылық қорының өзгеру кестесі



Сурет 3.12 – Қазба контурына жақын орналасқан кернеу максимумын қайта бөлу кестесі



Сурет 3.13 – Қазба контурына жақын кернеулер минимумын қайта бөлу кестесі

3.8 және 3.9-суретте тазарту жұмыстары басталғанға дейінгі және тесікті опырғаннан кейінгі шекті элементтер әдісімен сандық талдау нәтижелері келтірілген. 3.10-суретте келтірілген сандық талдау нәтижелері бойынша қазбаларға арналған ұңғылағаннан кейін камерааралық кентіректердің тұрақтылық қоры шекті рұқсат етілгеннен төмен болады.

3.11-суретте тазарту жұмыстары басталғанға дейінгі және кейінгі жарылғыш ұңғымалардың желдеткіштерін уатқаннан кейінгі контурсырты тау жыныстарының беріктік қорының коэффициенттерінің өзгеруі көрсетілген.

3.12 және 3.13-суретте тау-кен қазбаларына жақын орналасқан негізгі кернеулерді қайта бөлу кестелері келтірілген. 3.12-суретте келтірілген кестеге сәйкес, қазба төбесіндегі кернеудің концентрациясы көрінеді, ол қазба контурынан 2-3 м дейінгі қашықтықта күрт артады, содан соң кернеу басылып, табиғи күйге дейін жетеді. 3.13-суретте көрсетілген қазбаның беткейіне әсер ететін кернеулер, керісінше, 3-4 м қашықтықта қазбаның жанында өшеді (үзілуге жұмыс істейді), содан кейін табиғи жағдайға дейін жетеді [38-40].

3.3 20-28 осьтерде серпімді емес деформациялар аймақтарын және 480 м горизонттағы қазбалардың орнықтылық қорының коэффициентін анықтау

Бастапқы деректер:

Тереңдігі – 900 м.

Қима ауданы 16 м².

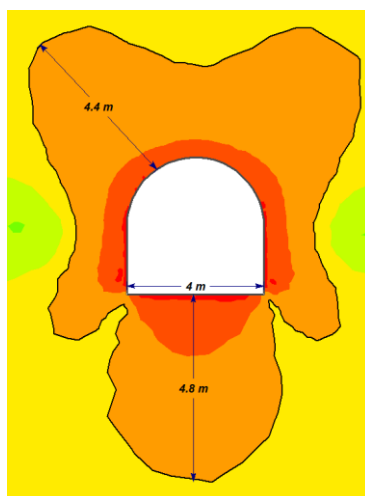
Тау жыныстары массивінің деформациялық модулі, E_0 , МПа – 5000.

Ілінісу, C , МПа-0,18.

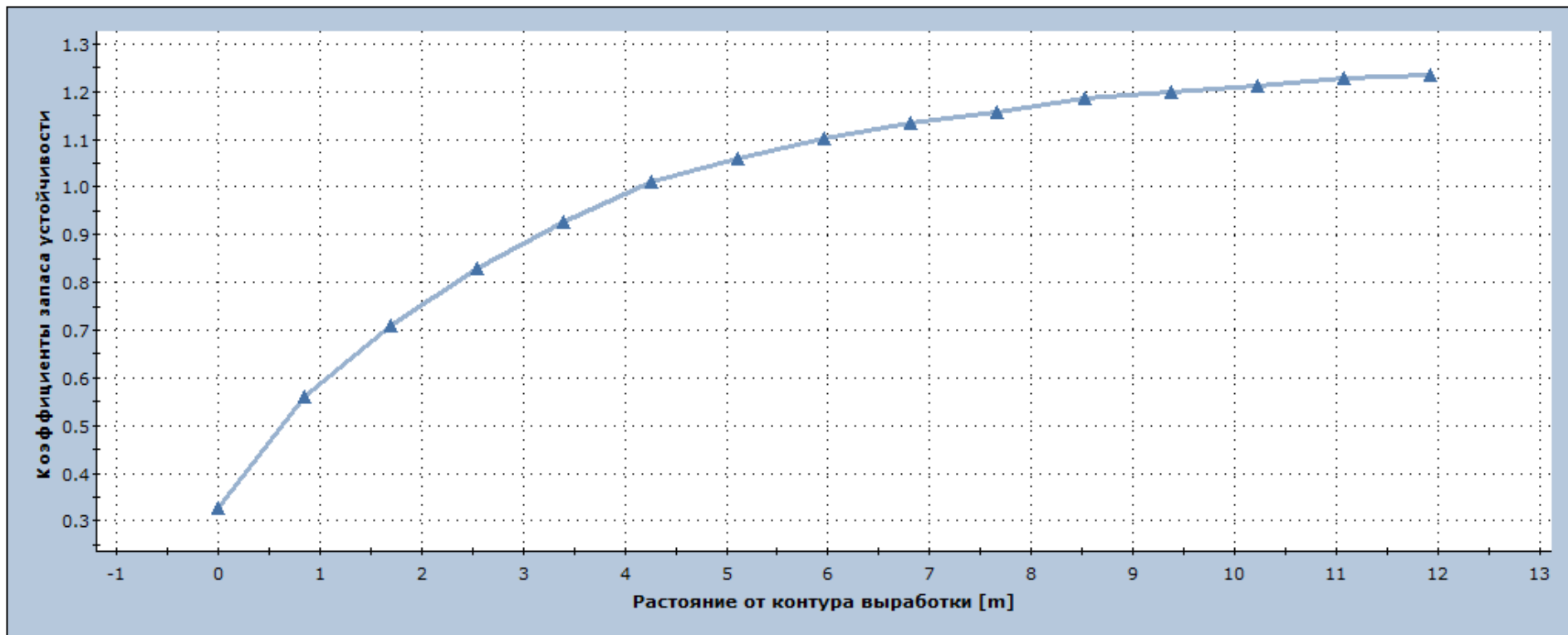
Ішкі уйкеліс бұрышы ϕ , градус – 20.

Тау жыныстарының Пуассон коэффициенті – 0,25.

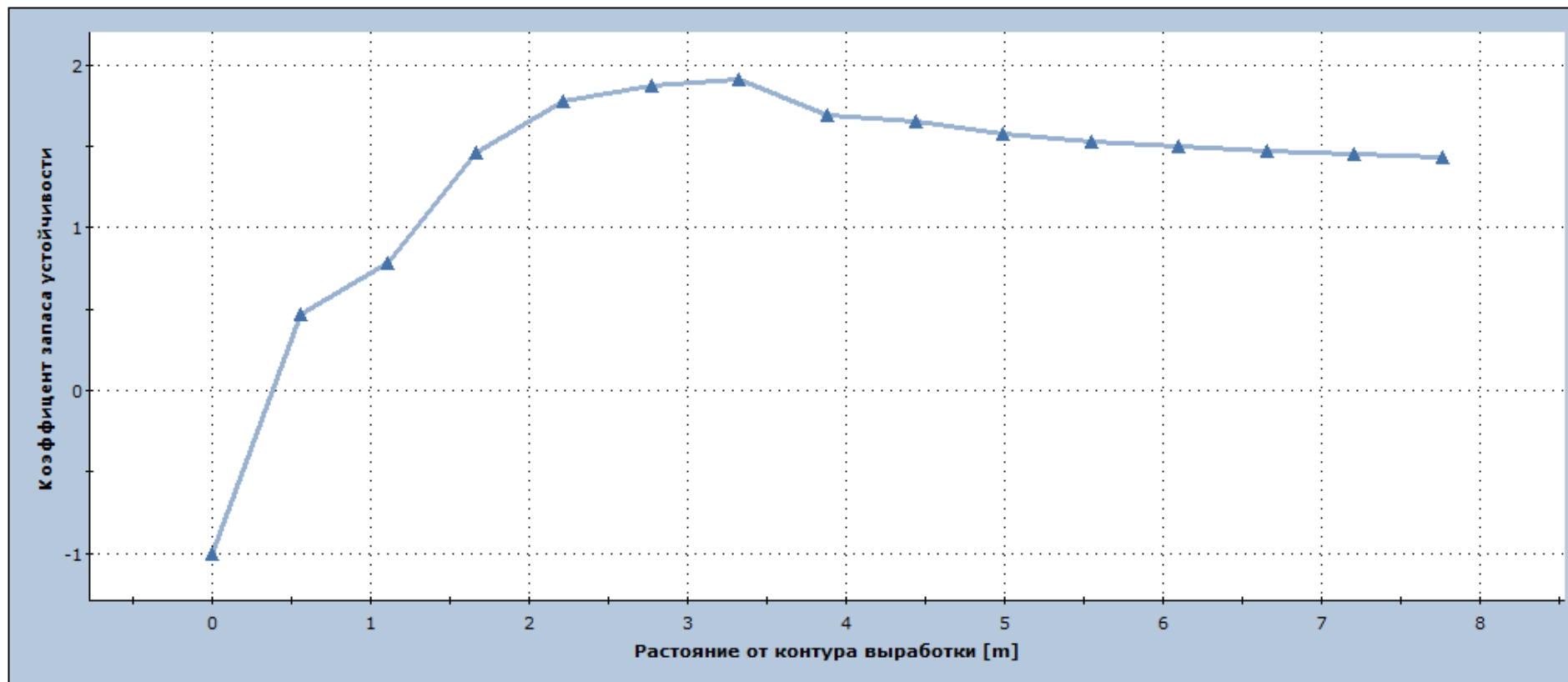
Қазба айналасындағы серпімді емес деформация аймақтарының өлшемдерін анықтау үшін RS2 бағдарламасында математикалық моделдер құрылды, олардың нәтижелері 3.14-суретте көрсетілген [23, с. 109-110; 29, р. 387-389].



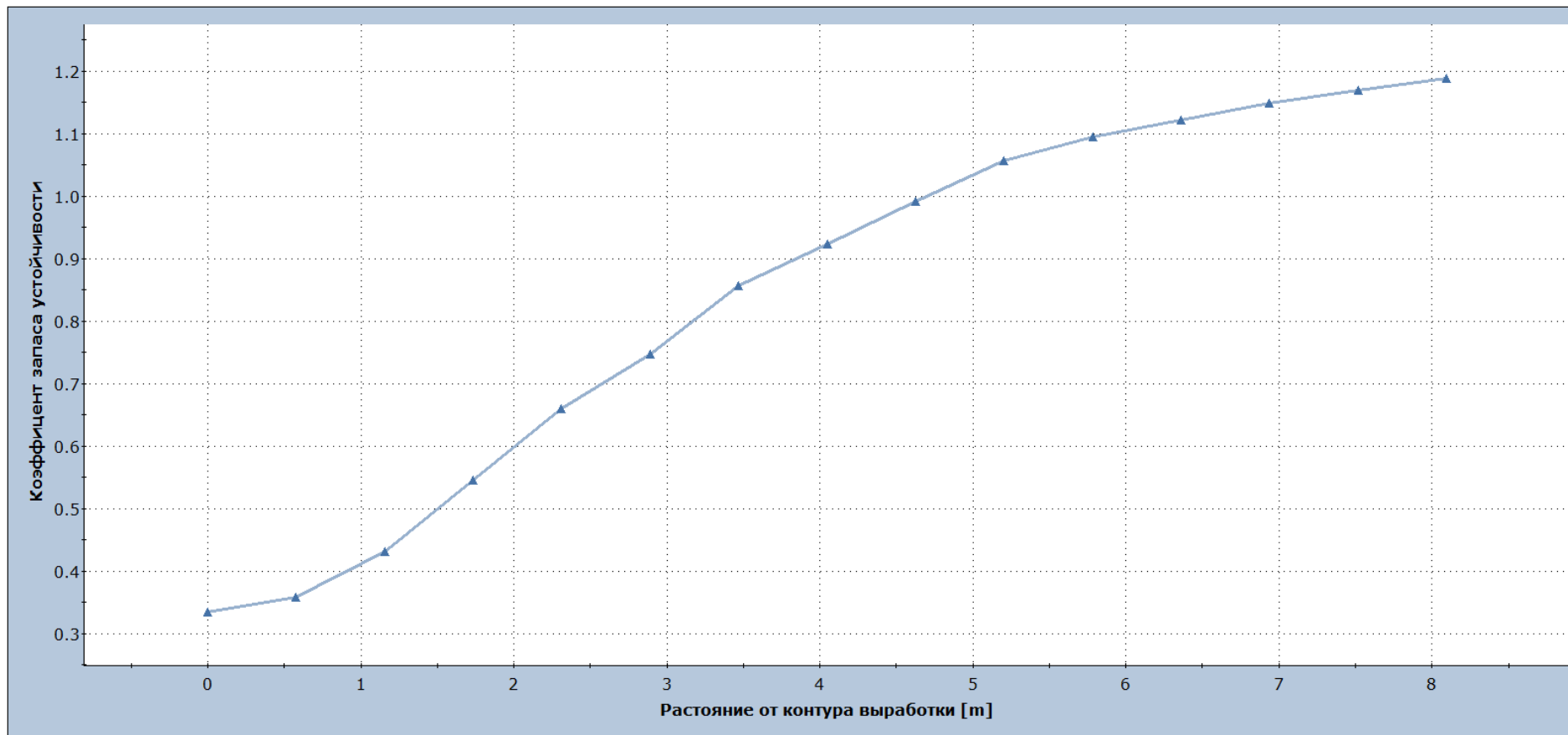
Сурет 3.14 – Қазба айналасындағы серпімді емес деформациялар аймағы



Сурет 3.15 – Қазбаның төбе бөлігіндегі тұрақтылық қоры коэффициенттері



Сурет 3.16 – Қазба беткейіндегі тұрақтылық қоры коэффициенттері



Сурет 3.17 – Қазба табанының тұрақтылық қор коэффициенттері

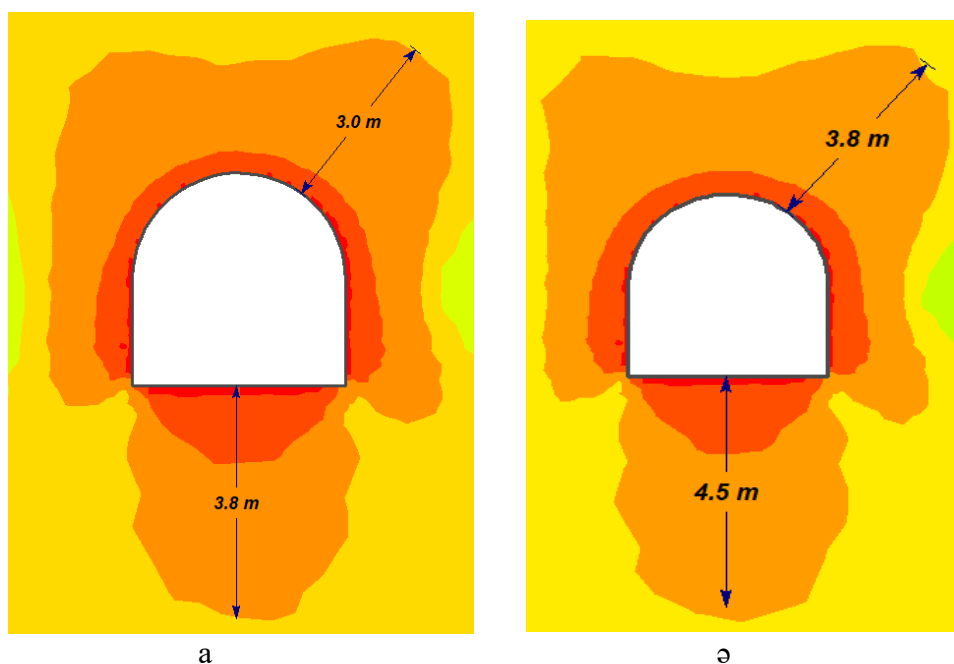
Есептеулер көрсеткендей, күмбезде 4,4 м бастап және етекте 4,8 м дейінгі қазба айналасында құлау аймақтары қалыптасады.

Қазба айналасындағы массивтің тұрақтылық қорының коэффициенттері мәні 3.15, 3.16, 3.17-суретте келтірілген [30, р. 267-269; 31, р. 577-579].

3.4 Тазарту жұмыстарының әсер ету шекарасындағы тау жыныстары массивіндегі геомеханикалық жағдайдың дамуын болжау

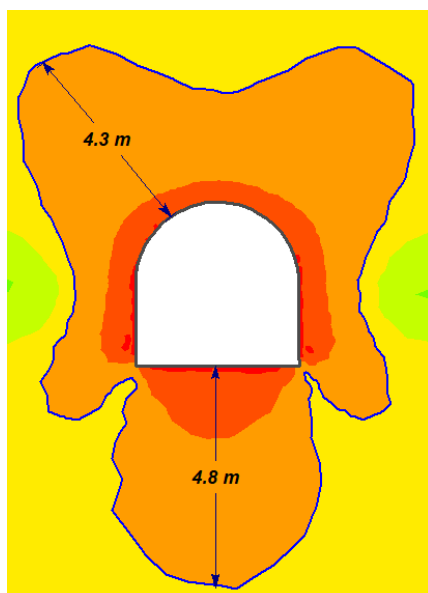
Шекті элементтер әдісімен математикалық моделдеу нәтижелері бойынша тау жыныстарының созылу бағытына көлденең бұрғылау жұмыстарын жүргізу кезінде серпімді емес деформацияның болжамды аймақтары күмбез бөлігінде 4,3 м, табанында 4,8 м тең, ұңғыманы диагональ бойынша бағыттаған кезде, ЗНД күмбез бөлігінде 5,0 м, табанында 5,5 м және тау жыныстарының созылым бағытына көлденең ұңғылау бағыты кезінде ЗНД күмбез бөлігінде 5,6 м, табанында 5,8 м-ге тең болады. Демек, қазбалар кен денесінің созылым бағытына көлденең ұңғылау бағыты кезінде анағұрлым тұрақты болады [41].

Төменде 3.18-суретте 20-28 остер арасындағы аралықта ықтимал бұзылу аймақтарын анықтау үшін сандық талдау нәтижелері келтірілген, олардың нәтижелері 3.3-кестеде келтірілген.

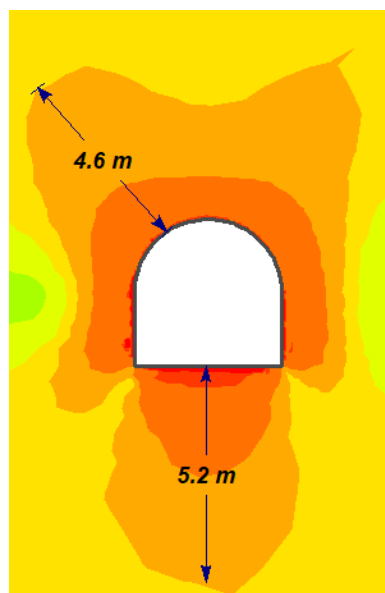


а – №20; ә – №21

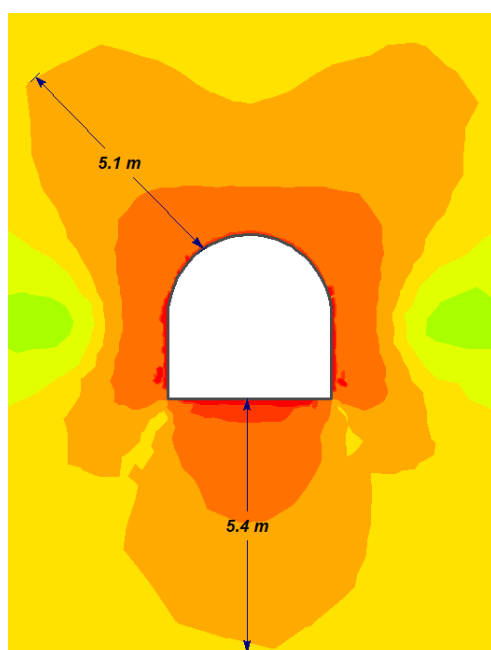
Сурет 3.18 – Ось бойынша серпімді емес деформациялардың болжамды аймағы, парақ 1



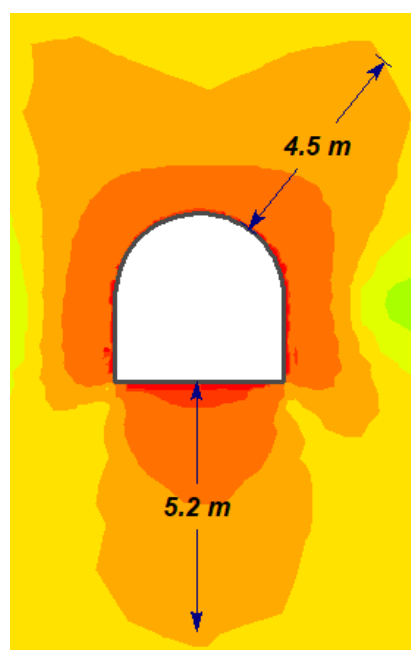
Б



А



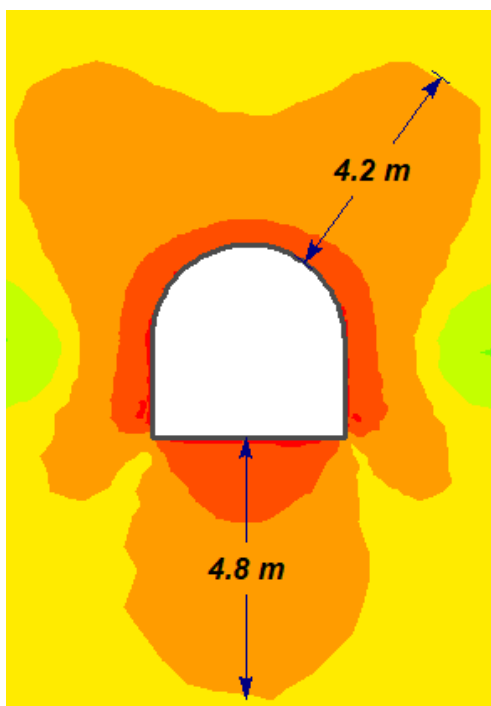
Д



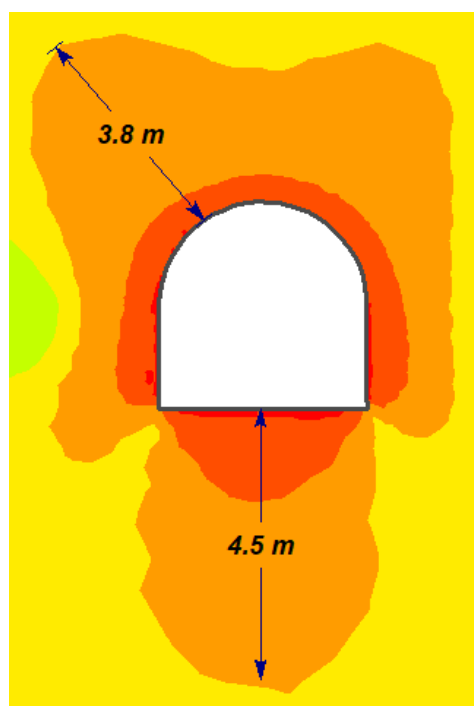
Б

Б – №22; А – №23; Д – №24; Б – №25

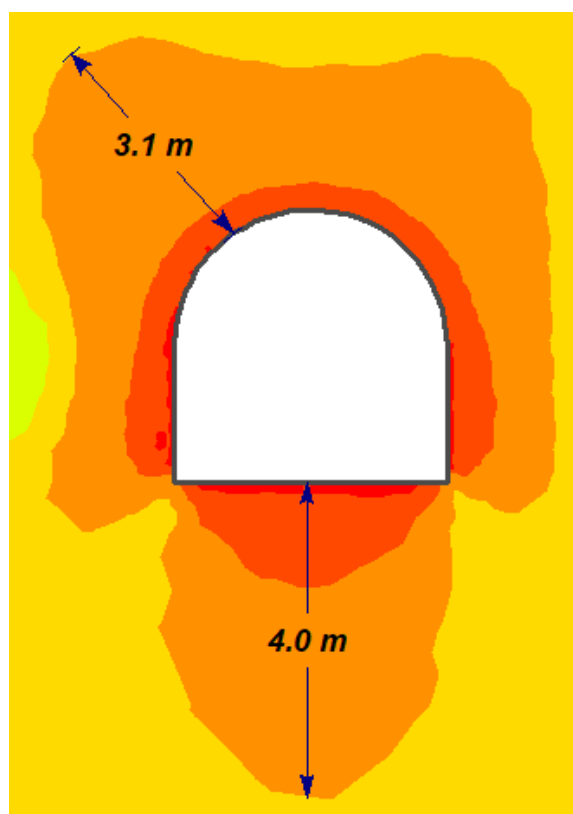
Сурет 3.18, парақ 2



Д



е



ж

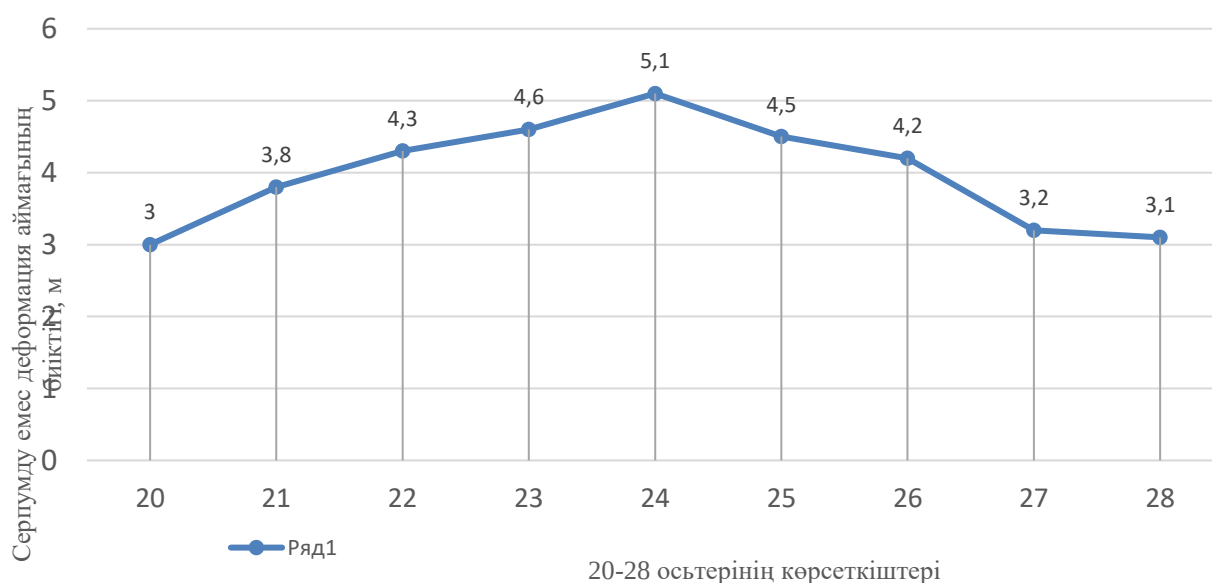
Д – №26; е – №27; ж – №28

Сурет 3.18, парақ 3

3.3-кесте және 3.3а-графикінде – Сандық модельдеу нәтижелері және серпімді емес деформация аймағының 20-28 осьтерге тәуелделік графигі.

Кесте 3.3 – Сандық модельдеу нәтижелері

Ось	Серпімді емес деформациялар аймағы (м)	
	төбеде	табаны
20	3,0	3,8
21	3,8	4,5
22	4,3	4,8
23	4,6	5,2
24	5,1	5,4
25	4,5	5,2
26	4,2	4,8
27	3,2	4,5
28	3,1	4,0



Сурет 3.19 – Серпімді емес деформация аймағының 20-28 осьтерге тәуелделік графигі

Үшінші бөлім бойынша қорытынды

Тау жыныстары массивінің кернеулі-деформациялық күйін анықтау әдістері талданып, шекті элементтер әдісі таңдалды.

Тау жыныстары массив кернеулерінің табиғи өрісіне сандық талдау жасалды, оған сәйкес қазбаларға әсер ететін негізгі кернеулер анықталды. Сандық талдау нәтижелері бойынша тау жыныстарының массиві 900 м тереңдікте (гор.-480м) ҚҚС гидростатикаға жақын $\sigma_1 = \sigma_3 = \sigma_z = 24,8$ МПа.

Тазарту жұмыстарына дейін және одан кейін тау-кен қазбаларының орнықтылық қорын болжамды бағалау жүргізілді, оның нәтижелері бойынша тазарту кеңістігі аймағында өткен қазбалардың орнықтылық қоры рұқсат етілген ең аз мөлшерден төмен деп болжамдалуы керек, демек, құлау және бекітпеге жүктеменің ұлғаюы ықтимал.

Сандық талдау деректері бойынша тау жыныстары массивінің бұзылмаған күйдегі орнықтылық санаты 1,3 тең. Бұрғыланған қазбалардың аз мөлшерде рұқсат етілген тұрақтылығы 1 тең. Мәні 1-ден аз болса, массив тұрақты емес.

Есептеулер көрсеткендей, қазбаның айналасындағы күмбезде 4,4 м бастап және табанында 4,8 м-ге дейін серпімсіз деформациялар (опырылулар) аймақтары қалыптасады.

Төмендегі 3.4-кестеде қазбалар айналасындағы тұрақтылық коэффициенттері келтірілген.

Кесте 3.4 – Қазбалардың орнықтылық коэффициенттері

Қазба контурынан арақашықтығы, м	Тұрақтылық қорының коэффициенті		
	төбеде	беткейде	табаны
1	0,6	0,7	0,3
2	0,7	1,5	0,6
3	0,81	1,8	0,75
4	1,0	1,6	0,91
5	1,05	1,5	1,05
6	1,1	1,4	1,1
7	1,11	1,35	1,11
8	1,18	1,3	1,19
9	1,2	1,3	1,19
10	1,22	1,3	1,19
11	1,24	1,3	1,19
12	1,26	1,3	1,19

20-28 остер арасындағы серпімді емес деформация аймақтары анықталды, оның нәтижелері бойынша ең үлкен бұзылу аймақтары №24 осте, ал ең кішісі №20 және №28 остерде байқалады.

Кен денелерінің созылу бағытына көлденең қазбаларды ұңғылау (орттармен ұңғылау) неғұрлым қолайлы болып табылатынын көрсетті.

4 20–28 ОСТЕРІНДЕ - 480 М ГОРИЗОНТТАҒЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫН ЖӘНЕ ҚАЗБАЛАР БЕКІТПЕЛЕРІНЕ ТҮСЕТІН ЖҮКТЕМЕЛЕРДІ ЕСЕПТЕУ

4.1 Сандық талдау негізінде «Тәуелсіздіктің 10 жылдығы» шахтасында қолданылатын бекітпе түрлерінің көтергіш қабілетін есептеу

«Тәуелсіздіктің 10 жылдығы» шахтасында көлденең қазбаларды, оқпан албарларды бекіту бетонмен үйлесімде СВП 22 металл аркалы бекітпесімен жүргізіледі, камералы қазбалар бетонмен үйлесімде СВП 27 металл аркалы бекітпесімен бекітіледі. 4.1-суретте горизонттың -480 метрлік тасымалдық қазбаны бекітуге арналған типтік паспорт көрсетілген.

Тасымалдық қазбалардың көтеруші қабілетін анықтау үшін RS2 мамандандырылған бағдарламасында тау жыныстарының массивіне сандық талдау жасалды [42, 43].

RS2 қолдауды модельдеудің кең спектрін ұсынады. Қаптама элементтерін жабын бетондарды, бетонды, болаттан жасалған жинақтау жүйелері, тіреу қабырғаларын, қадаларды, көп қабатты композициялық қаптамаларды, геотекстильдерді және басқаларын модельдеуде қолдануға болады.

Лайнерлерді жобалау құралдарына арматураланған лайнерлердің қор коэффициентін анықтауға мүмкіндік беретін жүк көтергіш графиктер кіреді. Бұрандама түрлеріне соңғы анкерлік бұрандамалар, толық біріктірілген бұрандамалар, кабель бұрандамалары, жарма жинақтар және сүртілген тартымдар жатады. Қарапайым ішпектер (мысалы, жабын бетонның бір қабаты). Композиттік ішпектер (мысалы, материалдың бірнеше қабаттарынан тұратын ішпектер).

Қадалы қабырғалар (мысалы, екі жағынан қосылған құрылымдық арқалық элементі).

Геосинтетикалық қолдау, мысалы, геоторлар мен геотекстильдер.

Темір-бетон.

Арқанды бекіту.

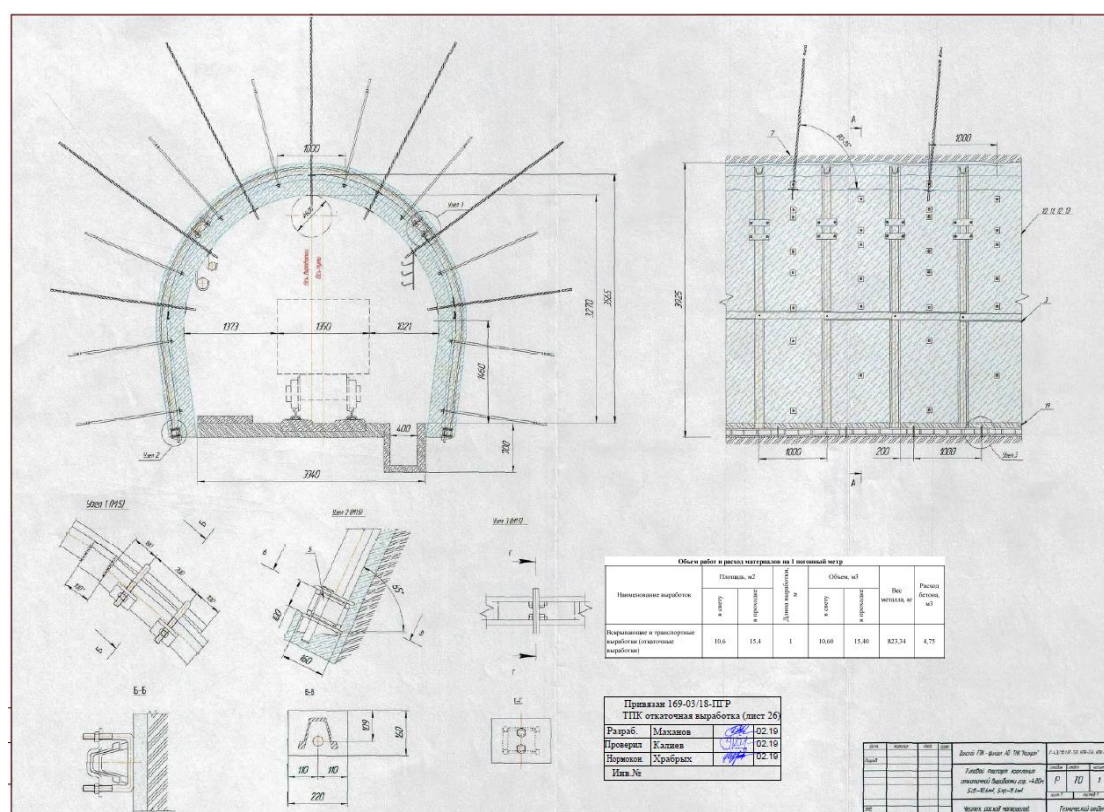
Тіреулер.

Модельдеу үшін бекіту параметрлері 4.1-кестеден алынған.

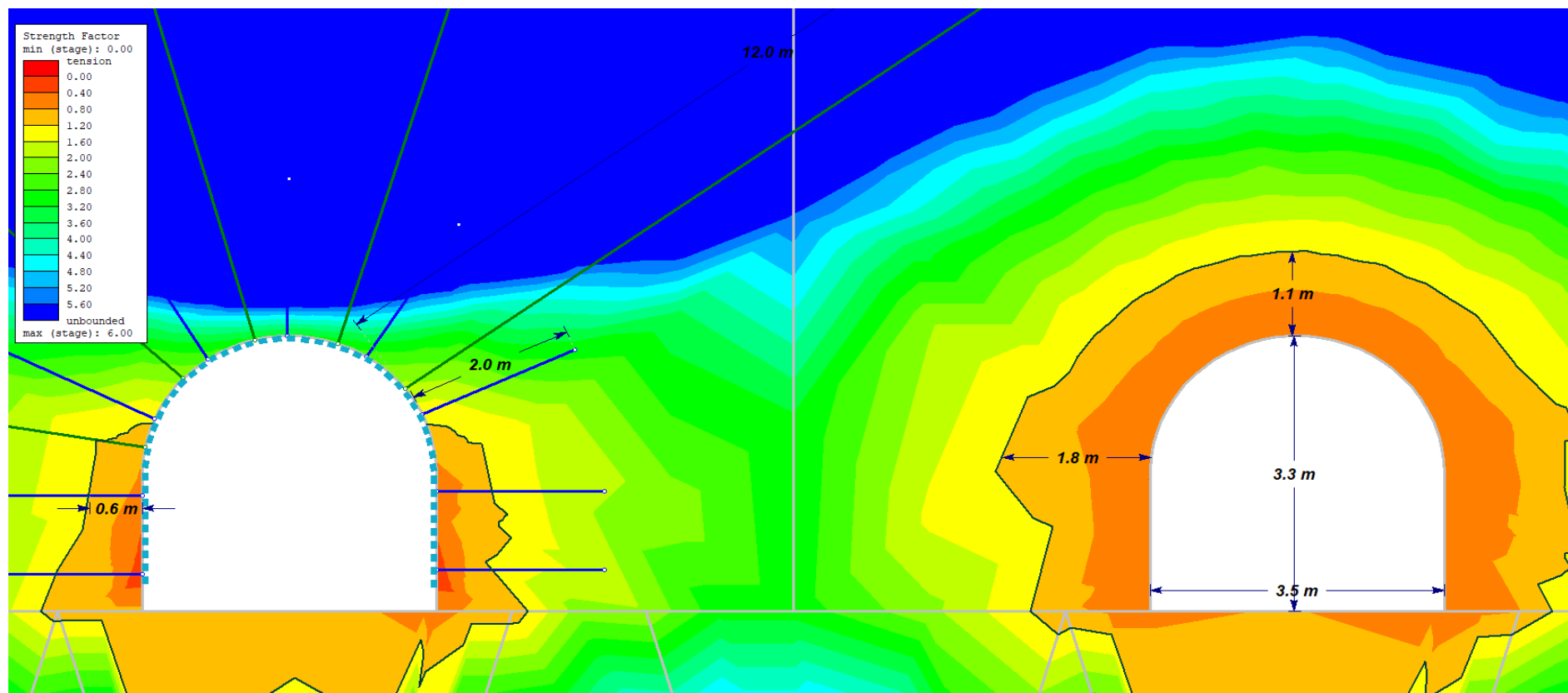
4.2-суретте құрама бекітпенің көтергіштік қабілетін (сол жақтағы) және бекітусіз контурға жақын массив күйін (оң жақтағы) сандық талдау нәтижелері көрсетілген. Сол жақтағы қазба ұзындығы 2,0 м анкерді, ұзындығы 12-15 м сымарқанмен бекітуді, СВП-22 және қалыңдығы 20 см болатын жабын бетонды қолдана отырып бекітілген. Модельдеуге арналған мәліметтер қазбаларды бекітудің типтік паспортынан алынған. Модельдеу нәтижелері көрсеткендей, мұндай бекіту кезінде контурлы массивтің қор коэффициенті тұрақты күйде болады. Төменде 4.3 және 4.4-суретте бекітпесі бар және бекітусіз қазбаның айналасындағы беріктік қорының коэффициенттері келтірілген. Модельдеу нәтижелері бойынша қазбаларды бекітудің осы нұсқасында біріктірілген бекітпенің жук көтергіштігі қор бар екендігін дәлелдеу керек. 4.5-суретте – СВП және ТБК көтеру қабілетінің графиктері көрсетілген.

Кесте 4.1 – 1 қ. м. арналған материалдардың шығыны және бекітпе параметрлері

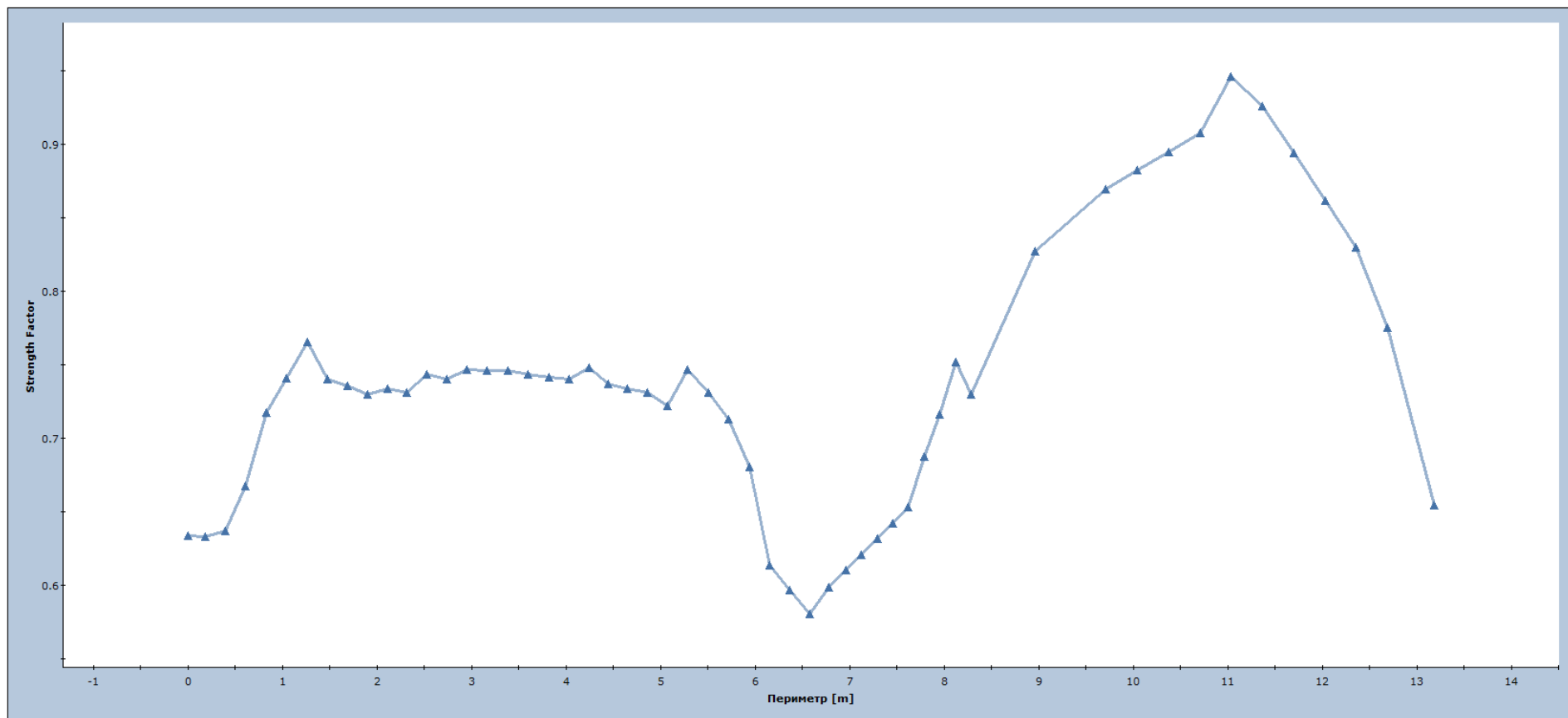
Бекітпенің түрі және параметрлері	Көрсеткіштері
Метал бекітпенің түрі	Үшбуынды СВП метал болат прокаты
Қазба қимасының таза ауданы, м ²	5,7
Арқалы бекітпенің табанының ені, м	2,54
Жүк көтеру кабілеттігі, кН	140
Бүкіл қазбаға жұмсалатын мөлшері, дана: - тіреулер саны - маңдайша саны - қамыттар саны	1600 800 3200
Арқалардың сыртына қойылатын тартпалар түрі	Тартпа ретінде қалыңдығы 0,05 м, ені 0,20 м, ұзындығы 2,0 м болатын ағаш қолданылады
Бүкіл қазбаға жұмсалатын тартпалар мөлшері, м ³	280



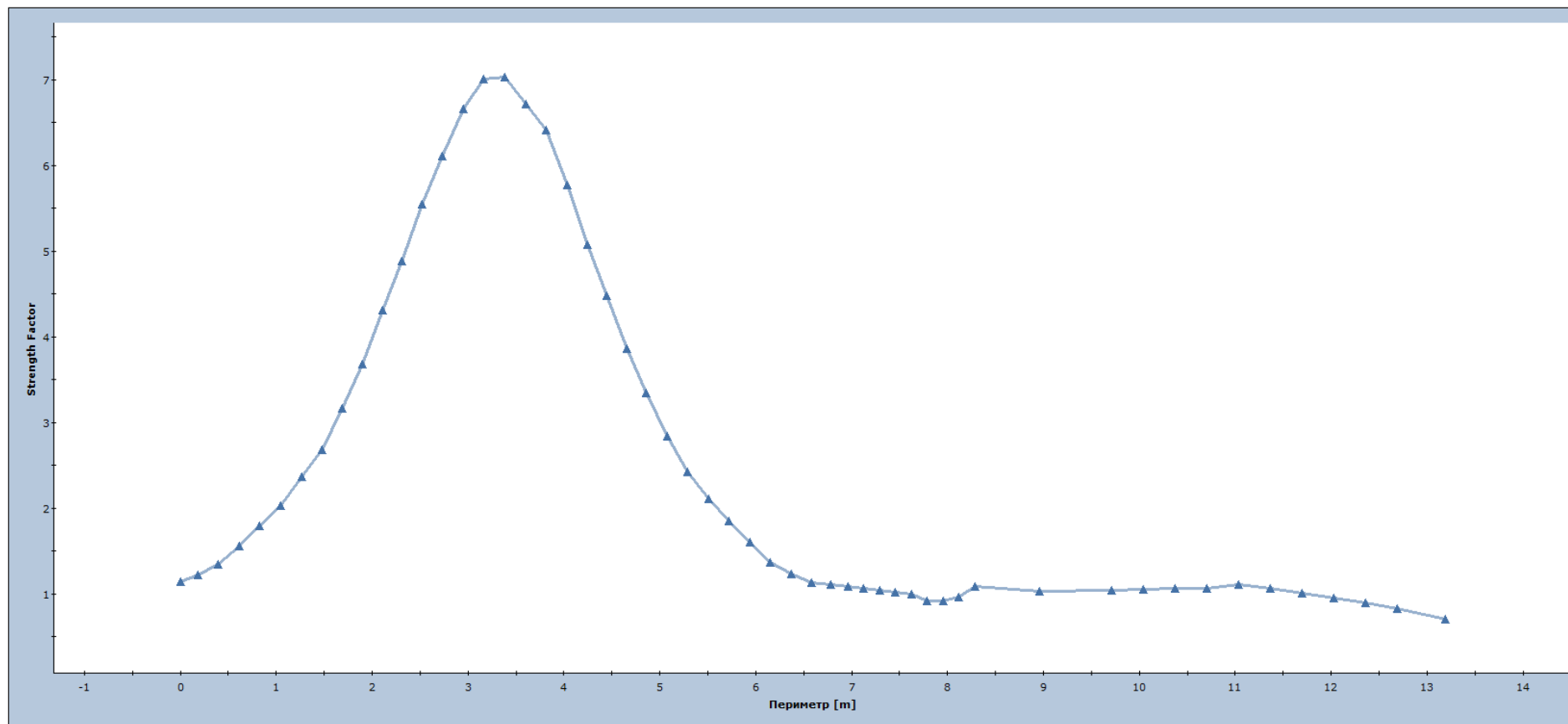
Сурет 4.1 – Горизонттың тасымалдық қазбасын бекітудің типтік паспорты – 480 м



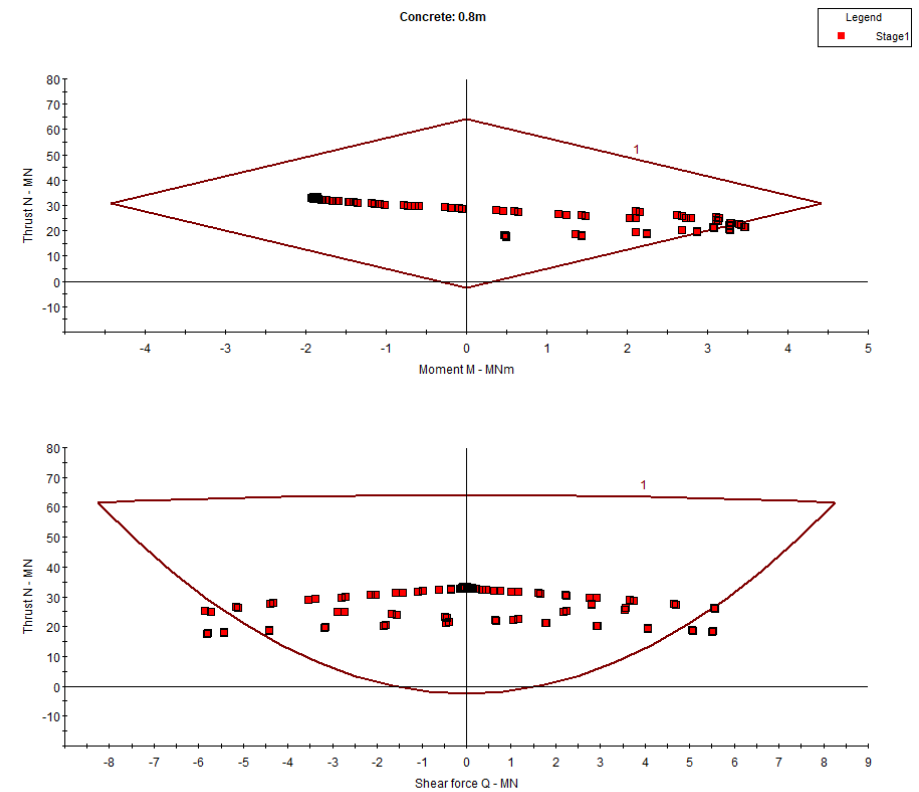
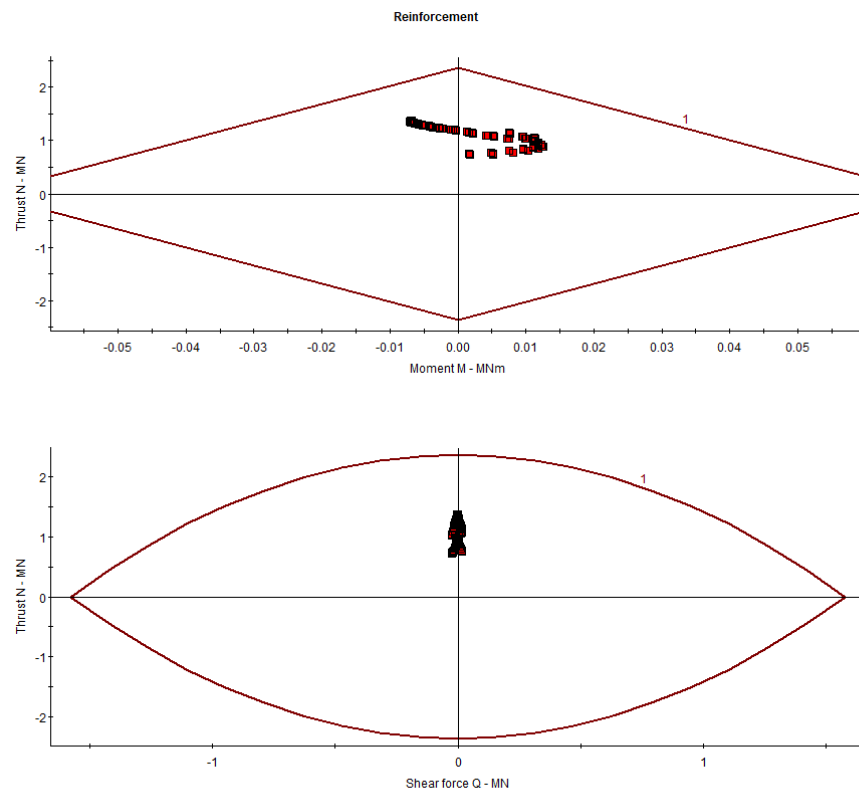
Сурет 4.2 – Комбинациялық бекітпені сандық талдау нәтижелері



Сурет 4.3 – Бекітусіз жиекбойлық массивтің беріктік қорының коэффициенттері

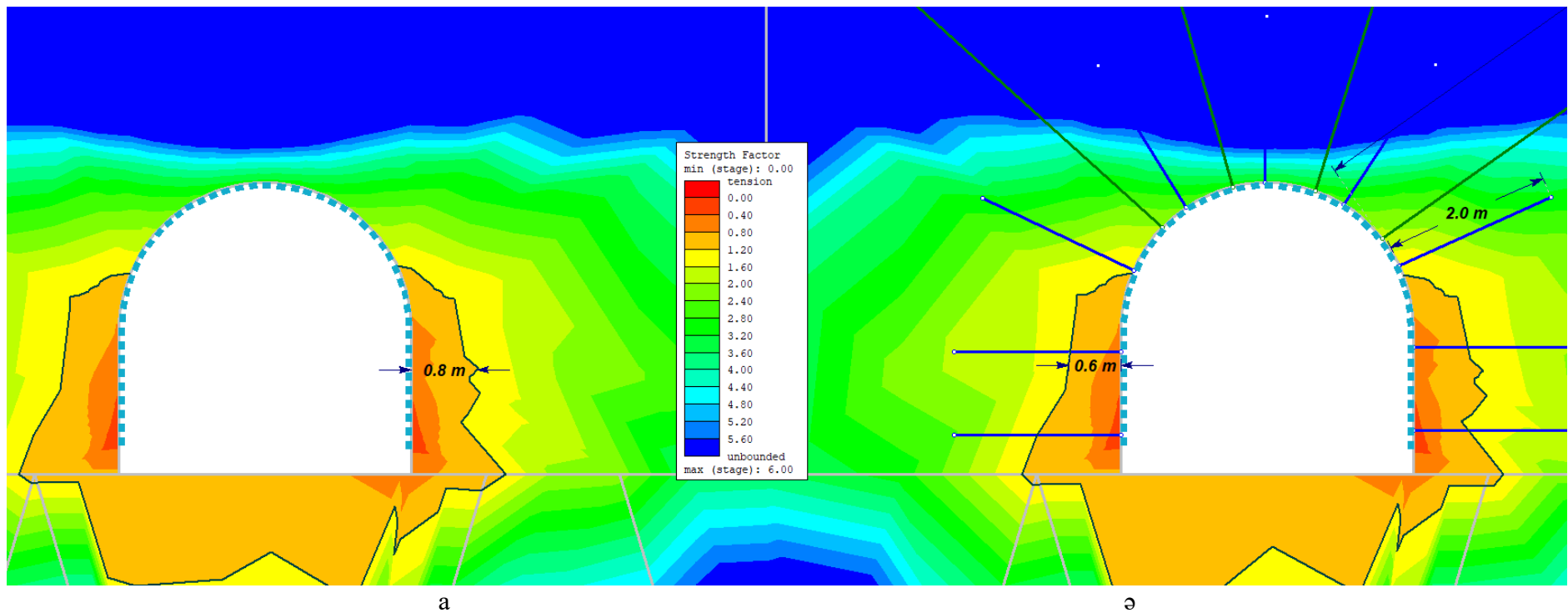


Сурект 4.4 – Комбинациялық бекітпесі бар жиекбойлық массивтің беріктік қорының коэффициенттері



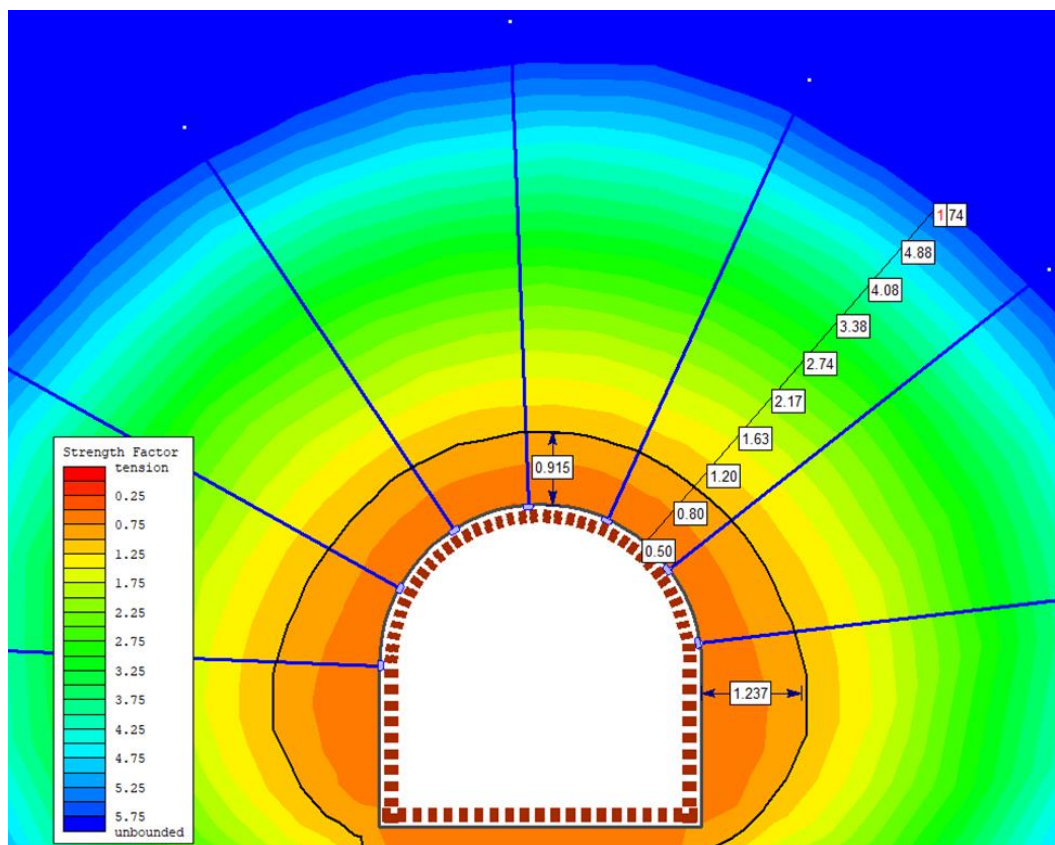
Support Element: Liner 1

Сурет 4.5 – СВП және ТБК көтеру қабілетінің графиктері



а – металл аркалы бекітпе түрі ; ә – анкерлі, СВП, бүрікпелетон және арқанды бекітпе түрі

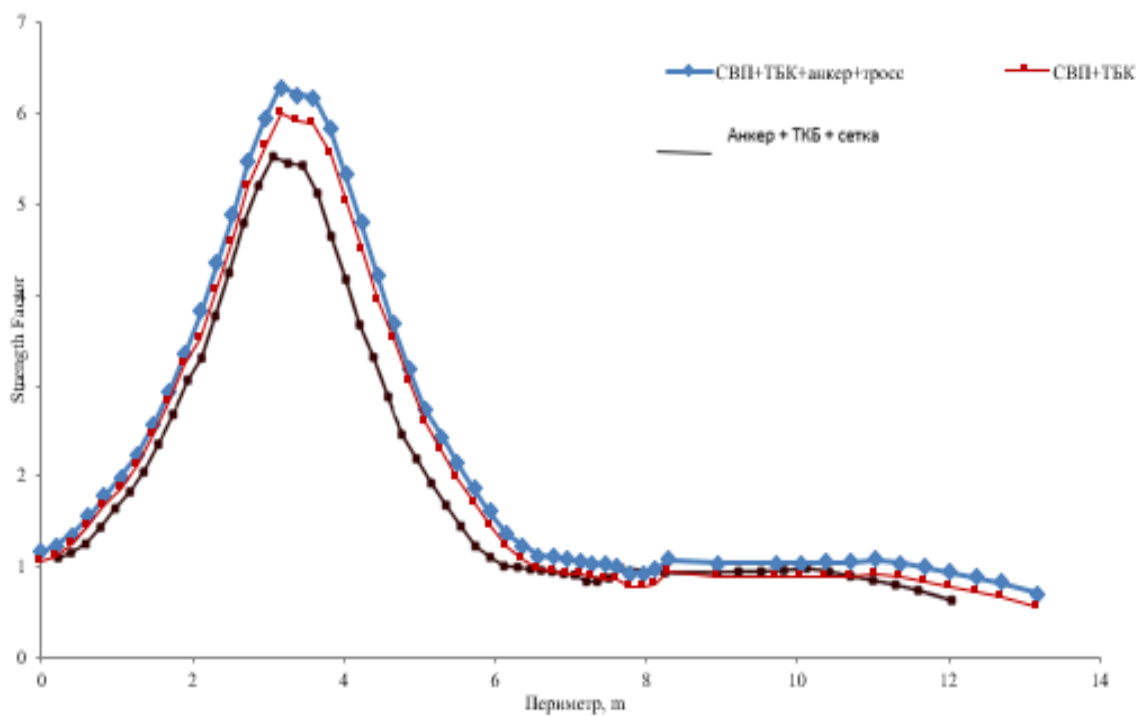
Сурет 4.6 – Комбинациялық бекітпенің үш нұсқасын сандық талдау нәтижелері, парақ 1



б

б – арқанды бүрікпелетон және тор бейтпе түрі

Сурет 4.6, парақ 2



Сурет 4.7 – Комбинациялық бекітпенің үш түрінің қауіпсіздік коэффициенттерін салыстыру кестесі

Сол жақтағы 4.6а, 4.6ә, 4.6б-суретте келтірілген модельдеу нәтижелері бойынша қазба анкерсіз және сымарқанды бекітпесіз қалыңдығы 20 см болатын жабын бетонмен бірге СВП рамаларымен бекітілген және де үшінші модельде анкерлі, жабын бетонды және сетка арқылы бекітпесі ұсынылған. Модельден көрініп тұрғандай, үш жағдайда да тұрақтылық қорының коэффициенттері жақын.

4.7-суретке сәйкес, қазбаларды ұстап тұру үшін анкер мен сымарқанды бекітуді қолдану қазбалардың көтергіш қабілетіне аздап әсер етеді деп айтуға болады. Қазбалардың негізгі тұрақтылығын СВП-22 (27) жабын бетонмен бірге рамалық бекітпе қамтамасыз етеді.

4.2 20-28 осьтерде -480 метр горизонттың әсер ету аймағынан тыс орналасқан тау – кен қазбаларының бекітпесіне түсетін жүктемені есептеу және бекітпе түрін таңдау

Жер асты тау-кен қазбаларын орналастырудың H_p есептік тереңдігі мынадай (4.1) формула бойынша анықталады:

$$H_p = H * k, \text{ м} \quad (4.1)$$

мұнда H – қазбаны салудың жобалық тереңдігі, м;

k – массивтің белсенді кернеу күйінің тау жыныстарының қалыңдығының меншікті салмағынан бетіне дейінгі айырмашылығын ескеретін коэффициент. Барлық қалған жағдайларда 1.5 тең және 1.0 тең тектоникалық бұзылу аймақтарында қабылданады.

Тау жыныстарының R_c сығылуына жобалық кедергісі келесі (4.2) формула бойынша анықталады:

$$R_c = R * k_c, \text{ МПа}, \quad (4.2)$$

мұнда R - бір осьті сығуға арналған үлгідегі тау жыныстары кедергісінің орташа мәні, МПа;

k_c - тау жыныстары массивінің қосымша бұзылуын ескеретін коэффициент (4.2-кесте), $k_c=0,1$, $k_c=0,2$, $k_c=0,4$ и $k_c=0,6$.

$$R_c = 80 * 0,1 = 8 \text{ МПа.}$$

$$R_c = 80 * 0,2 = 16 \text{ МПа.}$$

$$R_c = 80 * 0,4 = 32 \text{ МПа.}$$

$$R_c = 80 * 0,6 = 48 \text{ МПа.}$$

Жобаланған қазба суландырылған жағдайда ылғалдың әсерінен тау жыныстарының беріктігін төмендету құм тас беріктігін 20% дейін, алевролиттерді 40% дейін және сазтастарды 50% дейін азайту арқылы ескеріледі.

Кесте 4.2 – Тау жыныстарының әлсіреу коэффициенттері

Массивтің тау жыныстары	Тау жыныстарының әлсіреу беттері арасындағы орташа қашықтық, м	Коэффициент k_c
Монолит	> 1.5	0.9
Азжарықшақты	1.0-1.5	0.8
Орташажарықшақты	0.5-1.0	0.6
Жарылған	0.1-0.5	0.4
Қатты жарылған	< 0.1	0.2

Бұрын орындалған жобалау құжаттамасын бағалау үшін және қолда бар нормативтік құжаттарды пайдалану кезінде М.М. Протоdjяконов шкаласына сәйкес R үлгісінде тау жыныстарының сығылу кедергісін f тау жыныстар беріктігінің коэффициенті бойынша айқындауға жол беріледі:

$$R=10*f, \quad (4.3)$$

мұнда f - М.М. Протоdjяконов шкаласы бойынша қабылданған тау жыныстарының беріктігі коэффициенті.

Тау жыныстарының R_c сығылуына есептелген кедергісі қазбаның көлденең қимасының контуры бойынша қазба қимасының контурынан қашықтықта жатқан, қуаты 0,1 м астам қазбамен қиылысатын барлық қабаттарды (қаттарды) ескере отырып анықталуы тиіс: төбеде 1,5 В, топырақта және қазбаның бүйірлерінде – 1В, мұнда В – қазбаның ені (4.9-сурет). 30% шегінде R_c өзгергіштігімен қазбаның көлденең қимасының контуры бойынша жатқан n қабаттар болған кезде, барлық қазбаға арналған сығылуға тау жыныстарының есептік кедергісінің мына формула бойынша анықталатын орташаланған мәні қабылданады:

$$R_{cy} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ci} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \text{ МПа} \quad (4.4)$$

мұнда R_{ci} – тау жыныстарының i қабатының сығылуына есептелген кедергісі, МПа $i=1, 2, \dots, n$.;

n – тау жыныстар қабаттарының саны;

m – i қабатының қуаты

Егер төбедегі, бүйірлердегі немесе қазба топырағындағы R_c өзгергіштігі 30% асса, онда формула бойынша R_c мәні төбе, бүйір және топырақ үшін бөлек анықталады.

Қазбаның ұзындығы бойынша сараланған R_c анықтамасы мынадай талаптарды ескере отырып жүргізіледі:

– бір учаскеге қуаты 0,3 м асатын, R_C мәндерінің өзгергіштігі 30% аспайтын қазбамен қиылысатын барлық қабаттар (қаттар) жатады; бұл учаске үшін R_C (4.2) формуласы бойынша анықталады;

– R_C мәндері 30% артық ерекшеленетін шектес учаскелерді біріктірген кезде біріктірілген учаске үшін R_C мәні біріктірілетін учаскелердің R_C ең аз мәні бойынша қабылданады.

Бекітпенің талап етілетін сипаттамаларын анықтау

ВНИМИ әдістемесі бойынша көлденең қазбаларының орнықтылығын болжау үшін орнықтылық критерийі ретінде бекітілмеген қазба қимасының контурында оның барлық қызмет ету мерзімінде кутілетін ығысулардың шамасы алынады, ол мынадай формула бойынша анықталады:

$$U_{c.kp} = K_{\alpha} * K_S * K_B * K_t * U_t, \text{ мм} \quad (4.5)$$

$$U_{o.6} = K_{\alpha} * K_{\theta} * K_S * K_B * K_t * U_t \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} U_{c.kp} &= 0,7 * 1 * 0,7 * 0,8 * 1400 = 548,8 \text{ мм} \\ U_{o.6} &= 0,7 * 0,55 * 1 * 0,7 * 0,8 * 1400 = 215,6 \text{ мм} \\ U_{общ} &= 548,8 + 215,6 = 764,4 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{c.kp} &= 0,7 * 1 * 0,7 * 0,8 * 1100 = 431,2 \text{ мм} \\ U_{o.6} &= 0,7 * 0,55 * 1 * 0,7 * 0,8 * 1100 = 169,4 \text{ мм} \\ U_{общ} &= 431,2 + 169,4 = 600,6 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{c.kp} &= 0,7 * 1 * 0,7 * 0,8 * 600 = 235,2 \text{ мм} \\ U_{o.6} &= 0,7 * 0,55 * 1 * 0,7 * 0,8 * 600 = 92,4 \text{ мм} \\ U_{общ} &= 235,2 + 92,4 = 327,6 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{c.kp} &= 0,7 * 1 * 0,7 * 0,8 * 220 = 86,24 \text{ мм} \\ U_{o.6} &= 0,7 * 0,55 * 1 * 0,7 * 0,8 * 220 = 33,88 \text{ мм} \\ U_{общ} &= 86,24 + 33,88 = 120,12 \text{ мм} \end{aligned}$$

мұнда графиктер бойынша айқындалатын u_t – ығысулар (типтік) (4.8-сурет);

K_{α} – 4.3-кесте бойынша анықталатын тау жыныстарының жату бұрышының және тау жыныстарының созылуына немесе жарықшақтардың негізгі жазықтықтарына қатысты қазбаны жүргізу бағытының әсер ету коэффициенті;

K_{θ} – тау жыныстарының ығысу бағытын ескеретін және төбе немесе топырақ жағынан (тік бағытта) ығысуды анықтау кезінде 1 мәнін алатын коэффициент. Тау жыныстарының бүйірлік жылжуын (көлденең бағытта) анықтаған кезде, K_{θ} 4.3-кесте бойынша қабылданады;

K_S – төбе мен топырақ үшін қазба аралығының әсер ету коэффициенті $K_S = 0,2$ (b-1), қазба бүйірлері үшін $K_S = 0,2$ (h-1) (b - қазба аралығы, h - қазба биіктігі) тең болып қабылданады;

K_B – жеке қазбалар үшін 1 тең басқа қазбалардың әсер ету коэффициенті;

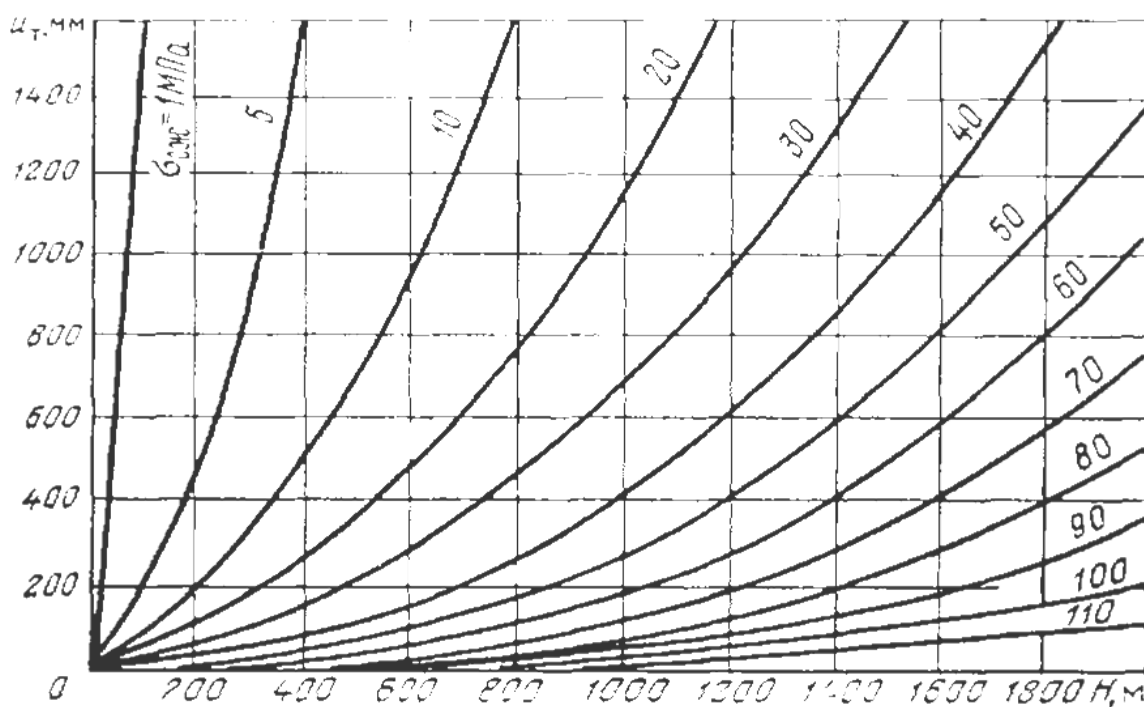
қазбаның бір жақты жанасуымен тоғысу үшін-1,4; екі жақты кіру немесе қиылысатын қазбалар түріндегі қазбалардың жанасуымен күрделі тоғысулар үшін – 1,6. Параллель қазбалар үшін бұл коэффициент:

$$K_b = (b_1 + b_2) K_L / L \quad (4.7)$$

мұнда L – қазбалар арасындағы қашықтық, м;

b_1 және b_2 өзара әсер ететін қазбалардың аралықтары, м. K_L 4.4-кесте бойынша қабылданатын коэффициент;

K_t – қызмет ету мерзімі 15 жылдан асатын қазбалар үшін 1 тең және графиктер бойынша (4.9-сурет) қабылданатын уақыт әсерінің коэффициенті $t < 15$ жыл. K_t қызмет ету мерзімі бір жылдан кем қазбалар үшін 4.10-сурет бойынша анықталады. Ығысулар төбе, топырақ және қазба бүйірлері үшін бөлек анықталады.



Сурет 4.8 – Тау жыныстарының типтік ығысуын анықтауға арналған графиктер

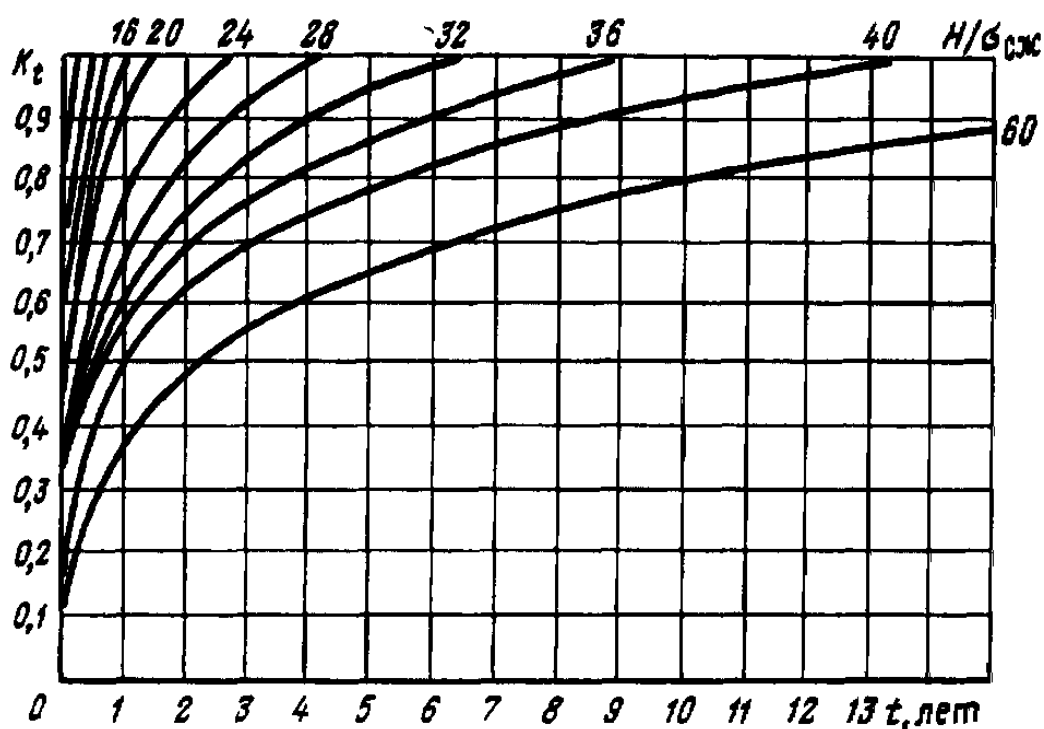
Кесте 4.3 – Тау жыныстарының бүйірлік жылжуы

Қазбаны ұңғылау бағыты	Тау жыныстарының α құлау бұрышына байланысты K_α және K_θ коэффициенттері									
	до 20		21-30		31-40		41-50		более 50	
	K_α	K_θ	K_α	K_θ	K_α	K_θ	K_α	K_θ	K_α	K_θ
Созылымы бойынша	1	0,35	0,95	0,55	0,8	0,8	0,65	1,2	0,6	1,5
Созылым бағытына көлденең	0,7	0,55	0,6	0,8	0,45	0,95	0,25	0,95	0,2	0,8
Созылымға қарай бұрыш астында	0,85	0,45	0,8	0,65	0,65	0,9	0,45	1,05	0,35	1,1

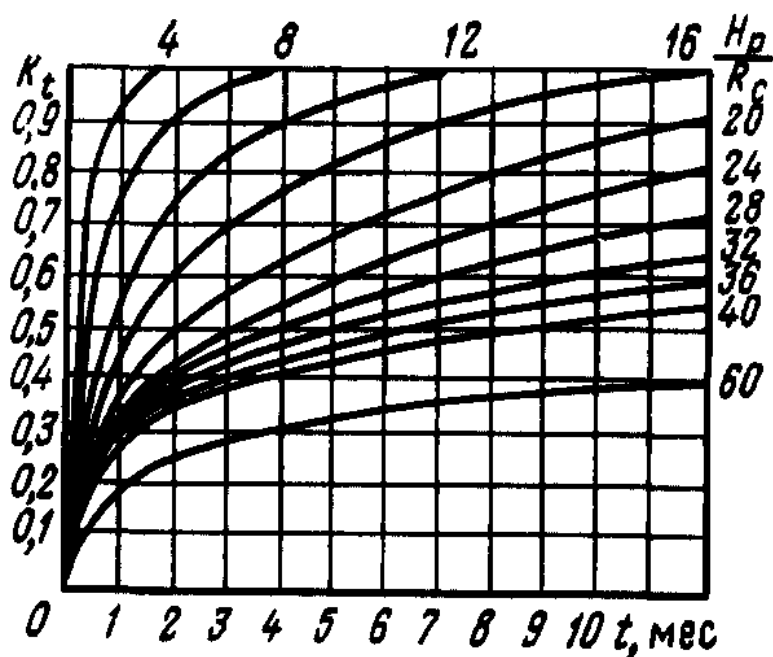
Кесте 4.4 – Қазбалар арасындағы қашықтық

Қазбаның орналасу тереңдігі	R _c тау жыныстарының есептік кедергісіне байланысты K _L коэффициенттері, МПа							
	созылымы бойынша				созылым бағытына көлденең			
	30 дейін	60	90	>120	30 дейін	60	90	>120
300 дейін	3,5/2	1,8/1,6	1,5/1,3	1,2/1	1,8	1,5	1,2	1
301-600	4/2,5	2/1,8	1,7/1,5	1,4/1,2	2,2	1,8	1,5	1,2
601-900	4,5/3	2,5/2,1	2/1,7	1,6/1,4	2,6	2,1	1,7	1,4
901-1200	5/3,5	3,5/3	2,5/2	1,8/1,6	3	2,5	2	1,5
1201 астам	5,5/4	4/3,5	3/2,3	2,1/1,8	3,4	2,9	2,4	1,7

Ескерту – K_L алымында α бастап 35 градусқа дейінгі қазбаларға арналған, ал бөлгіштерде – α кезінде 35 градустан жоғары



Сурет 4.9 – Қазбаның қызмет ету мерзімі бір жылдан асқан кезде K_t коэффициентін анықтауға арналған графиктер



Сурет 4.10 – Қазбаның қызмет ету мерзімі бір жылдан кем болған кезде K_t коэффициентін анықтауға арналған графиктер

Бекітпеге түсетін есептелген жүктемелерді анықтау

Тұйықталмаған бекітпеге түсетін нормативтік жүктемелер графиктер бойынша (4.11-сурет) U тау жыныстарының ығысуына және ұңғылаудағы қазбаның еніне байланысты анықталады. Егер тау жыныстарының қасиеттері қазба бүйірлерінде әр түрлі болса, онда U күтілетін ығысулар және ығысу арқылы анықталған нормативтік жүктемелер бүйірлік жүктемелер де бір-бірінен өзгеше болады. Бұл жағдайда одан әрі есептеулер үшін тараптар тарапынан нормативтік жүктеменің орташа мәні және топырақ жағынан нормативтік жүктеме алынады [44].

Тұйық бекітпедегі нормативтік жүктемелер төбе, топырақ және бүйірлер үшін бөлек 4.11-суреттің графигі бойынша анықталады. Орташа тік жүктеме төбе мен топырақ жағынан нормативтік жүктемелердің мәндерімен, орташа көлденең жүктеме - бүйір жағынан нормативтік жүктемелердің мәндерімен анықталады.

Қазба ұзындығының 1 м есептелген тік жүктеме мына формула бойынша анықталады:

$$P_B = k_{\Pi} * k_H * k_{\Pi P} * P_H^H, \text{ кПа}, \quad (4.8)$$

$$P_H = P_B * k_{\Pi} * b$$

$$P_B = 1 * 1 * 1 * 150 = 150 \text{ кПа}$$

$$P_H = 150 * 1 * 4,5 = 675 \text{ кПа (67,5Т/м)}$$

$$P_B = 1 * 1 * 1 * 135 = 135 \text{ кПа}$$

$$P_H = 135 * 1 * 4,5 = 607,5 \text{ кПа (60,75Т/м)}$$

$$P_B = 1 * 1 * 1 * 100 = 100 \text{ кПа}$$

$$P_H = 100 * 1 * 4,5 = 450 \text{ кПа (45,0т/м)}$$

$$P_B = 1 * 1 * 1 * 70 = 70 \text{ кПа}$$

$$P_H = 70 * 1 * 4,5 = 315 \text{ кПа (31,5т/м)}$$

мұнда k_H – жүктеменің өзгергіштігін ескеретін шамадан тыс жүктеме коэффициенті (4.5-кесте);

k_H – негізгі ашу қазбалары үшін 1,1 тең және қалғандары үшін 1 тең коэффициент;

$k_{пр}$ – бұрғылау-жару әдісімен қазбаларды жүргізу кезінде 1 тең болатын қазбаларды жүргізу шарттарының коэффициенті. Қазбаларды комбайн әдісімен жүргізу кезінде 4.6-кесте бойынша қабылданады;

P_B^H – нормативтік тік жүктеме

Кесте 4.5 – k_H коэффициентінің мәні

U, мм	Қазбаларға арналған k_H мәні	
	ашу	даярлайтын
50 дейін	1,25	1,1
51-200	1,1	1,05
201-500	1,05	1
500 астам	1	1

Кесте 4.6 – $k_{пр}$ коэффициентінің мәні

Нр/Рс	16 дейін	16 аса 20 дейін	20 аса 25 дейін	25 астам
$k_{пр}$	0,6	0,8	1,0	1,0

Бүйір жағынан қазбаның 1 м есептік жүктемесі мынадай (4.9) формула бойынша анықталады:

$$P_6 = k_H * k_H * k_{пр} * P_B^H, \text{ кПа} \quad (4.9)$$

$$P_H = P_B * k_H * h$$

$$P_6 = 1 * 1 * 1 * 150 = 150 \text{ кПа}$$

$$P_H = 150 * 1 * 3,5 = 525 \text{ кПа (52,5т/м)}$$

$$P_6 = 1 * 1 * 1 * 135 = 135 \text{ кПа}$$

$$P_H = 135 * 1 * 3,5 = 472,5 \text{ кПа (47,25т/м)}$$

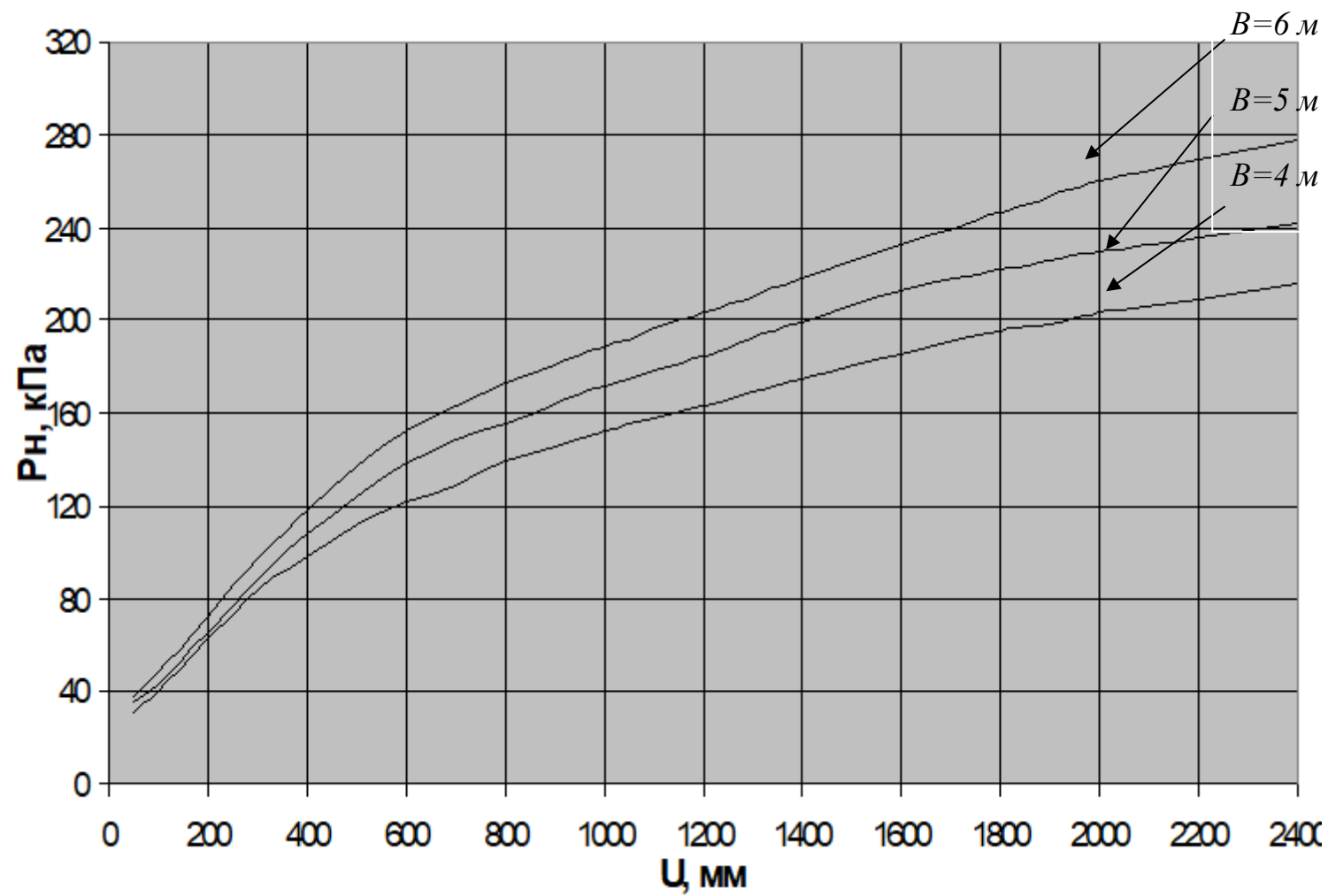
$$P_6 = 1 * 1 * 1 * 100 = 100 \text{ кПа}$$

$$P_H = 100 * 1 * 3,5 = 350 \text{ кПа (35т/м)}$$

$$P_6 = 1 * 1 * 1 * 70 = 70 \text{ кПа}$$

$$P_H = 70 * 1 * 3,5 = 245 \text{ кПа (24,5т/м)}$$

мұнда P_B^H – нормативтік көлденең жүктеме, кПа (4.11-сурет).



Сурет 4.11 – Бекітпеге түсетін нормативтік жүктемені анықтау графигі (B -қазбаның ені)

4.3 20-28 осьтерінде -480 горизонт қазбаларының әсер ету аймағында орналасқан тау-кен қазбаларының бекітпесіне түсетін жүктемелерді есептеу және бекітпе түрін таңдау

Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде тау жыныстары массивінің орнықтылығын болжау.

Тау жыныстары массивінің орнықтылық дәрежесі мына (4.10) формула бойынша есептелетін орнықтылық коэффициентімен анықталады:

$$k_{уст} = 10\sigma_{сж} \frac{m_1 \cdot m_3 \cdot m_4}{m_2 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot m_7}, \quad (4.10)$$

мұнда $\sigma_{сж}$ – массивтегі тау жыныстарының сығылу күші, МПа, $\sigma_{сж}=0,1 \cdot \sigma_{сж \text{ в обв.}}$, $\sigma_{сж \text{ в обв.}}$ – үлгідегі тау жыныстарының сығылу беріктігі, МПа;

m_1 – бұзылысты тау жыныстарының әсерін сипаттайтын коэффициент. 4.11-формуласы бойынша есептелетін n салыстырмалы жарықшақтылық модуліне байланысты график бойынша анықталады (4.12-сурет);

m_2 – жарықшақтар санының әсерін ескеретін коэффициент (4.7-кесте);

m_3 – жарықшақтар бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент (4.7-кесте);

m_4 – тау жыныстарының ылғалдануын ескеретін коэффициент (4.7-кесте);

m_5 – толтырылмаған жарықшақтардың ашылуын ескеретін коэффициент (4.7-кесте);

m_6 – жарықшақтардың толтырылуын ескеретін коэффициент (4.7-кесте);

m_7 – қазбаның осі мен жарықшақтардың беті арасындағы бұрышқа байланысты қазбаның бағдарын ескеретін коэффициент (4.7-кесте).

$$k_{уст}=10 \cdot 8 \cdot 0,45 \cdot 0,4 \cdot 1/10 \cdot 1^2 \cdot 1,5=0,48;$$

$$k_{уст}=10 \cdot 16 \cdot 0,45 \cdot 0,4 \cdot 1/10 \cdot 1^2 \cdot 1,5=0,96;$$

$$k_{уст}=10 \cdot 32 \cdot 0,45 \cdot 0,4 \cdot 1/10 \cdot 1^2 \cdot 1,5=1,92;$$

$$k_{уст}=10 \cdot 48 \cdot 0,45 \cdot 0,4 \cdot 1/10 \cdot 1^2 \cdot 1,5=2,88.$$

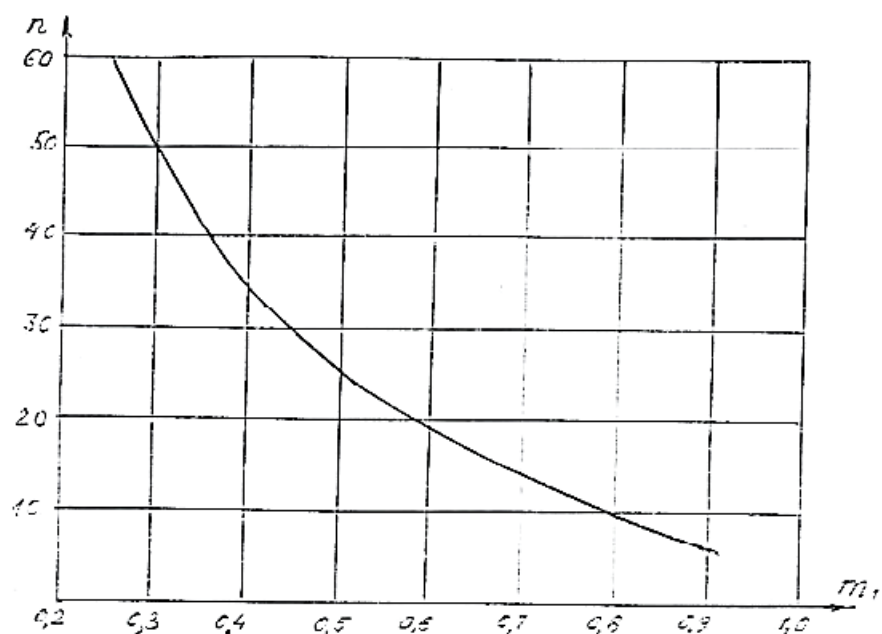
Салыстырмалы жарықшақтылық модулі келесі (4.11) формула бойынша есептеледі:

$$N=2a/l, \quad (4.11)$$

мұнда $2a$ – қазба аралығы, м;

L – жарықшақтар арасындағы орташа қашықтық, м.

$$N=2 \cdot 4,5/0,3.$$



Сурет 4.12 – Салыстырмалы жарықшақтылық коэффициентін анықтау

Кесте 4.7 – Жарықшақтар санының әсері

Коэффициент	Массивтің геоқұрылымдық сипаттамасы	Шама
m_2	Іс жүзінде жарықшалалған тау жынысы	1,0
	Жарықшақтардың бір жүйесі	2,0
	Жарықшақтардың екі жүйесі	5,0
	Жарықшақтардың үш жүйесі	10,0
	Жарықшақтардың төрт жүйесі	15,0
m_3	Іс жүзінде берік массив	1,0
	Узік-үзік жарықшақтар	0,6
	Тегіс емес толқынды жарықшақтар	0,4
	Жылжымалы айналары бар толқынды жарықшақтар	0,2
	Тегіс жазық жарықшақтар, қайталама материалдармен толтырылған жарықшақтар, уатылған тау жыныстары	0,15
m_4	Құрғақ тау жыныс	1,0
	Ылғал тау жыныс	0,7
	Тамшылау	0,5
	Ағысы бар судың келуі	0,3
m_5	Жабық немесе толтырылған жарықшақтар	1,0
	Ашу ені 3-15мм	2,0
	Ашу ені 15мм астам	4,0
m_6	Толтырғыштың болмауы, жарықшақтардың қабырғалары тұйық	1,0
	Құм толтырғыш және ұсақталған тау жыныстары (сазсыз)	2,0
	Саз толтырғыш	3,0
	Каолинит толтырғыш, слюда, тальк, графит	4,0
	Құмды-балшық толтырғыш	5,0
m_7	Бұрыш $70^\circ - 90^\circ$	1,0
	Бұрыш $20^\circ - 90^\circ$	1,5
	Бұрыш $0^\circ - 20^\circ$	2,0

(4.12)-формула бойынша есептелген тау жыныстарының орнықтылық коэффициентінің мәніне, олардың орнықтылық дәрежесіне, үйінді түзілуіне бейімділігіне және ашылымның рұқсат етілген уақытына байланысты 4.8-кесте бойынша анықталады.

k тұрақтылық коэффициентін қолдана отырып, табиғи тепе-теңдіктің h күмбезінің биіктігі анықталады:

$$h = a / k_{уст} \quad (4.12)$$

$$h = 4,5/0,48 = 9,375 \text{ м};$$

$$h = 4,5/0,96 = 4,6875 \text{ м};$$

$$h = 4,5/1,92 = 2,34 \text{ м};$$

$$h = 4,5/2,88 = 1,56 \text{ м}.$$

Кесте 4.8 – Осьтерге байланысты бекітпе түрлерін таңдау кестесі

Аралық	Серпімді емес деформация аймағы, метр	Жүктеме, т/м ²	Анкер ұзындығы, метр	Сетка, метр	СВП-27, метр	ТБК қалыңдығы, см
12	3	9	6	1	1,25	5
24	3,8	12	7,6	1	1,25	7
36	4,3	16	8,6	0,75	1	10
48	4,6	20	9,2	0,75	1	12
60	5,1	24	10,2	0,5	1	15

Қазбалар төбесі алаңының бірлігіне үлестік жүктеме (q) мынадай формула бойынша анықталады:

$$q = \pi \gamma h / 4, \quad (4.13)$$

мұнда: h – табиғи тепе-теңдік күмбезінің биіктігі, м.

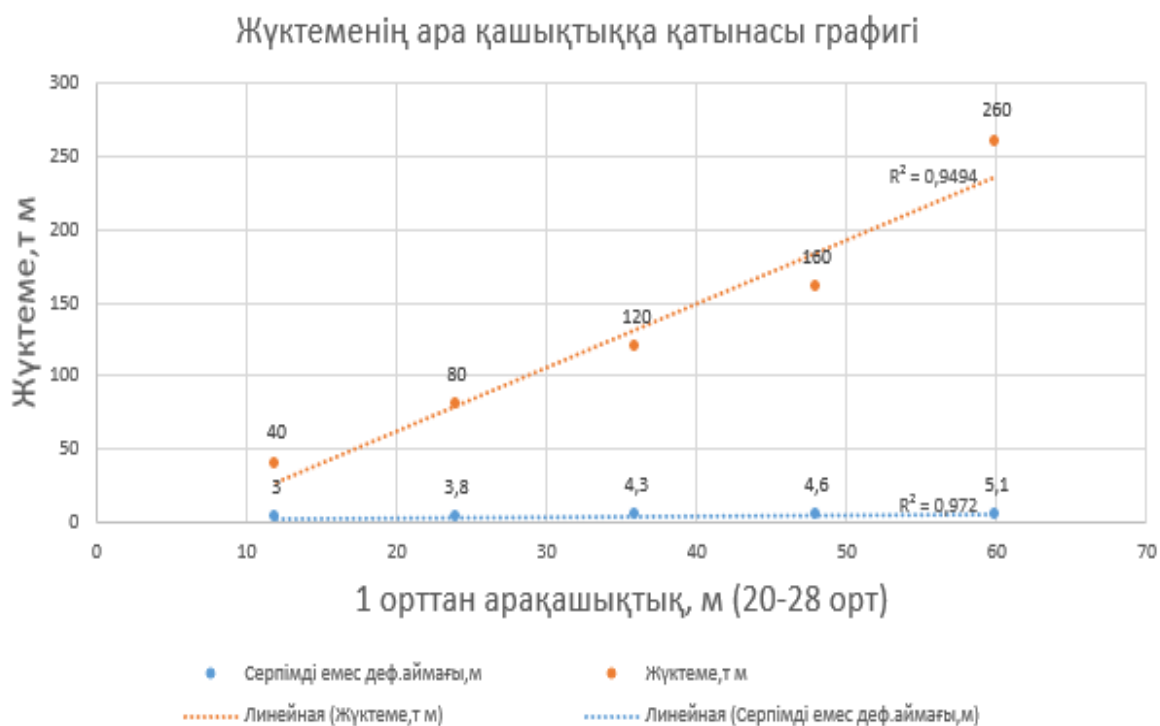
$$q = 3,14 * 0,026 * 9,375 / 4 = 0,19134 \text{ МПа (191,34 т/п м)};$$

$$q = 3,14 * 0,026 * 4,68 / 4 = 0,0956 \text{ МПа (95,67 т/п м)};$$

$$q = 3,14 * 0,026 * 2,343 / 4 = 0,0478 \text{ МПа (47,83 т/п м)};$$

$$q = 3,14 * 0,026 * 1,5625 / 4 = 0,0318 \text{ (31,89 т/п м)}.$$

4.13-суретте бекітпе параметрлерін таңдау графигі және 4.9-кестеде бекітпе параметрлерін таңдауға арналған бастапқы мәліметтер ұсынылған.



Сурет 4.13 – Бекітпе параметрлерін таңдау

Кесте 4.9 – Бекітпе параметрлерін таңдауға арналған бастапқы мәліметтер

Аралық	Серпімді емес деформация аймағы, метр	Жүктеме, т/м ²	Ұсынылған бекітпе
12	3	40	СВП27+ТКБ
24	3,8	80	СВП27+ТКБ+Анкер
36	4,3	120	СВП27+ТКБ+Анкер+забутовка
48	4,6	160	СВП27+ТКБ+Анкер
60	5,1	260	Трос+ТКБ

ҚОРЫТЫНДЫ

Докторлық диссертация жұмысында Хромтау кенорны, «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтаның -480 горизонты ұзындығы қазбасын өту кезіндегі таужыныстары массивінің орнықтылық шарттары бойынша бекітуге қолданылатын жетілдірілген комбинациялық бекітпенің техника-технологиялық ерекшеліктері зерттеліп қарастырылды, атап айтқанда, аталған бекітпені қолданудың сапалық көрсеткіштері, экономикалық, ғылыми теориялық және тәжірибелік жақтары бұрынғы жобада қарастырылған метал аркалы+ТКБ бекітпемен салыстырылып, комбинациялық бекітпенің тиімділігі анықталып негізделді.

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері мен **қорытындылары** келесідей:

1. Қазіргі кезде кеніштер мен шахталардың жерасты тау-кен қазбаларын, көліктік-коммуникациялық, энергетикалық және басқа да мақсаттарда салынатын жерасты нысандарын өтуде қазбаны бекітпелеу жұмыстарының маңызы өте зор. Хромтау кенорны, «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтаның -480 горизонты қазбасы салынатын массивтің созылым ұзындығы бойынша таужыныстарының физико-механикалық қасиеттері мен орнықтылық көрсеткіштері зерттеліп, зерттеу нысанына комбинациялық (анкер метал торлармен бірге + оның үстінен бүрікпебетон) бекітпені қолданудың тиімді екендігі зерттеліп негізделді.

2. Қазба салынатын таужыныстарының физико-механикалық қасиеттері, орнықтылық параметрлері, кернеулі-деформациялық шарттары ҚНЖЕ (СНиП) II-94-80 әдітемесі бойынша есептеліп негізделді. Зерттеу нысаны болып табылатын қазба белгіленген қызмет мерзіміне дейін тұрақты ұстап тұра алатын тиімді бекітпе түрілерін ҚНЖЕ (СНиП) II-94-80 әдітемесі бойынша ұсынылған металл аркалы бекітпе мен комбинациялық (троссты анкер + бүрікпебетон) бекітпені қолдануға болатындығы анықталып, таңдалып қабылданды, олардың құрылымдық ерекшеліктері зерттелді және бекітпені қолданудың тиімділігіне талдаулар мен сараптамалар жасалды. Зерттеу барысында жерасты қазбаларын бекітпелеу технологияларына, оның ішінде тәжірибелерде қолданылған бекітпелердің ерекшеліктеріне мұқият талдаулар мен сараптамалар жасалды; салыстырмалы түрдегі сараптамалық зерттеулер жүргізе отырып, бекітпенің құрамына, пайдаланымдық сапасына және тиімділігіне әсер ететін факторларды анықталды, аналитикалық талдаулар мен математикалық, компьютерлік бағдарламалық (Ms Excel, RS2, Autocad, т.б.) есептеу-сызба әдістері қолданылды.

3. Зерттеу нысаны болып табылатын қазба бекітуге ұсынылған металл бекітпе+ТКБ мен комбинациялық (анкер метал торлармен+бүрікпебетон) бекітпенің технологиялық параметрлері және оны қолданудың технико-экономикалық көрсеткіштері зерттелді. Зерттеу нәтижесінде қазбаның созылым ұзындығы бойынша тау жынысы массивінің орнықтылық параметрлеріне қарай, комбинациялық бекітпені қолдануға болатындығы анықталып негізделді.

5. Ұсынылып отырған жетілдірілген комбинациялық бекітпені қолданғандағы қазбаны өту жылдамдығы металл бекітпені қолданғанға қарағанда 1,6 есе жоғары болатындығы зерттеулер барысында анықталды.

Жүргізілген зерттеулердің негізгі нәтижелері келесідей:

1. Шекті элементтер әдісі негізінде тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйлері анықталды. 900 м тереңдіктегі тау жыныстары массивінің КДК сандық талдау нәтижелері бойынша (горизонт-480м) гидростатикаға жақын $\sigma_1=24,8$ МПа.

Тазарту жұмыстарына дейін және одан кейін тау-кен қазбаларының орнықтылық қорын болжамды бағалау жүргізілді, оның нәтижелері бойынша тазарту кеңістігі аймағында өткен қазбалардың орнықтылық қоры рұқсат етілген ең аз мөлшерден төмен деп болжау керек, демек, опырылу және бекітпеге жүктеменің ұлғаюы мүмкін.

Сандық талдау деректері бойынша тау жыныстары массивінің бұзылмаған күйдегі орнықтылық санаты 1,3 тең. Ұнғыланған қазбалардың минимум рұқсат етілген тұрақтылығы 1 тең. Мәні 1-ден аз болса, массив тұрақты емес.

Есептеулер көрсеткендей, қазбаның айналасында төбесінде 5,1 м бастап және табанында 5,4 м дейін серпімді емес деформациялар (опырылулар) аймақтары қалыптасады.

Төменде 4.10-кестеде қазбаның айналасындағы массивтің тұрақтылық коэффициенттері келтірілген.

Кесте 4.10 – Қазбалардың тұрақтылық коэффициенттері

Қазбаның контұрынан қашықтық, м	Тұрақтылық қорының коэффициенті		
	төбеде	беткейде	топырақта
1	0,6	0,7	0,3
2	0,7	1,5	0,6
3	0,81	1,8	0,75
4	1,0	1,6	0,91
5	1,05	1,5	1,05
6	1,1	1,4	1,1
7	1,11	1,35	1,11
8	1,18	1,3	1,19
9	1,2	1,3	1,19
10	1,22	1,3	1,19
11	1,24	1,3	1,19
12	1,26	1,3	1,19

Қоршаушы тау жыныстарындағы және 480 м горизонттың кен массивіндегі қазбалардың бекітпесіне түсетін жүктемелердің шамаларын есептеу (Қосымша Г) келтірілген.

Төменде 4.11-кестеде 20-28 осьтерде -480 м горизонтта тазарту жұмыстарын жүргізу процесінде тіреу қысымы аймақтарының қалыптасуы мен

дамуын ескере отырып, біріктірілген бекітпеге номиналды жүктемелердің есебі келтірілген.

Кесте 4.11 – Номиналды жүктемелерді есептеу

Тау жыныстарының кескіндегі сығылуға төзімділігі, 80МПа							
Массивтің бұзылу коэффициенті	Kc	0,6	0,4	0,2	0,1		
Массивтің сығылуына тау жыныстарының кедергісі, МПа	Rc	48	32	16	8		
Массивтің тұрақтылық күйін бағалау		тұрақсыз		Қатты тұрақсыз			
		III		IV	V		
Массивтің сыртқы контурындағы есептік жүктеме							
Есептік жүктеме, т/п м	P	40	80	120	160		
Есептік жүктеме, т / м ² тіреу қысымы аймағынан тыс қазбалар	q	10,0	20,0	30,5	40		
Есептік жүктеме, т/м ² тіреу қысымы аймағындағы қазбалар	q	13	26	45	72		
Қазбаның ұңғылаудағы ені, м	b	4	4	4	4		
Есептік жүктеме, т/м мах тіреу қысымы аймағында немесе тектоникалық бұзылулардың білінуі		52	104,0	180,0	288,0		
Аркалы бекітпе							
СВП жасалған рамаға шекті жүктеме, т	N _s	30,0	30,0	30,0	30,0		
ЗНД тыс аркалардың есептік жеткілікті саны, дана	n	1,3	2,7	4,0	5,3		
ЗНД аркалардың есептік жеткілікті саны, дана		1,7	3,5	6,0	9,6		
Анкерлі бекітпе							
Анкер ұзындығы, м	L	2	2	2	2		
Анкер түрі	т/б	т/б	т/б	т/б	т/б		
Стержен диаметрі ,мм	d	25	25	25	25		
Қадамы, м	l	0.8	0.8	0.7	0.7		
Анкер саны, дана	n	8	8	10	10		
Көтергіш қабілеттілігі, тонн	N	10	10	10	10		
Бүрікпе бетон							
Есептік жүктеме, т / м ² қазба	q	10,0	20,0	30,0	40,0	72,0	90,0
Торкреттің есептік қалыңдығы, см	d-T	12	16	20	25	30	35
Торкреттің көтергіштік қабілеті, т / м		40	80	120	160	288	360
Комбинациялық бекітпенің жүккөтергіштігі							
Торкретбетон + сетка + қанатты анкер, тон/м	P _{сумм}	72	88	130	180	288	280
Есептік, т/п.м ЗНД тыс қазбалар	P _{расч}	40	80	120	160	260	360
Массивтің тұрақтылық күйін бағалау		Тұрақсыз		Қатты тұрақсыз		сусымалы	
Тұрақтылық категориясы		III		IV	V		

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бегалинов Ә. Тау-кен ісінің негіздері: оқул. – Алматы: Bookprint, 2016. – 730 б.
- 2 Бегалинов Ә. Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2011. – Т. 2. – 432 б.
- 3 Жәркенов М.І. Жерасты ғимараттарының механикасы және бекітпелердің конструкциялары: оқул. – Алматы: ҚазҰТУ, 2007. – 211 б.
- 4 Хромтау кенорны: «Тәуелсіздіктің 10-жылдығы» атындағы шахтасы құрылысының жобасы. – Хромтау, 1989. – 98 б.
- 5 Заславский Ю.З., Мостков В.М. Крепление подземных сооружений. – М.: Недра, 1979. – 325 с.
- 6 Воронин В.С. Набрызгбетонная крепь. – М.: Недра, 1979 – 198 с.
- 7 Алменов Т.М. Жерасты ғимараттары құрылысының арнайы әдістері: оқу құр. – Алматы: ҚазҰТУ, 2012. – 163 б.
- 8 Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений: учеб. пос. – Изд. 2-е. – М.: МГГУ, 2001. – 246 с.
- 9 Битимбаев М.Ж., Шапошник Ю.Н., Крупник Л.А. Взрывное дело: учеб. – Алматы: Print-S, 2012. – 822 с.
- 10 Шехурдин В.К. Задачник по горным работам, проведению и креплению горных выработок: учеб. пос. – М.: Недра, 1985. – 260 с.
- 11 СНиП II-94-80. Подземные горные выработки / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1980. – 42 с.
- 12 СНиП II-21-75. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1976. – 81 с.
- 13 Вяльцев М.М. Технология строительства горных предприятий в примерах и задачах: учеб. пос. – М.: Недра, 1989. – 240 с.
- 14 Гелескүл М.Н., Каретников В.Н. Справочник по креплению капитальных и подготовительных горных выработок. – М.: Недра, 1982. – 479 с.
- 15 Заславский Ю.З., Дружко Е.Б. Новые виды крепи горных выработок. – М.: Недра, 1989. – 256 с.
- 16 Макаров А.Б. Практическая геомеханика: пос. – М.: Горная книга, 2006. – 292 с.
- 17 Қабылбеков М.Г. Кәсіпорын экономикасы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2002. – 186 б.
- 18 Правила промышленной безопасности при ведении работ подземным способом: утв. приказом Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 25 июля 2008 года, №132. – Астана, 2008. – 392 с.
- 19 Правила промышленной безопасности при взрывных работах: утв. приказом Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, 19 сентября 2007 года, №141 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/>. 14.07.2021.
- 20 Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. Технология строительства подземных сооружений. – М.: Недра, 1983. – 314 с.

- 21 КеАҚ СТ 38944979-09-2015. Мәтіндік және сызба материалдардың құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. – Енгіз. 2015-09-01. – Алматы: ҚазҰТЗУ, 2015. – 48 б.
- 22 Имашев А.Ж., Бахтыбаев Н.Б., Тилеухан Н. и др. Численное моделирование геомеханических процессов с помощью программы “Phase2” // Горный журнал Казахстана. – 2013. – №7. – С. 10-13.
- 23 Демин В.Ф., Исабек Т.К., Демина Т.В. и др. Компьютерное моделирование напряженного состояния приконтурных пород вокруг выработок // Тр. междунар. симпоз. «Информационно-коммуникационные технологии в промышленности, образовании и науке». – Караганда, 2012. – С. 109-111.
- 24 Арыстан И.Д., Баизбаев М.Б., Абдрашев Р.М. и др. Технологии проведения и крепления горных выработок: монография. – Актобе: АРГУ им. К. Жубанова, 2019. – 99 с.
- 25 Арыстан И.Д., Абеуов Е.А., Абдрашев Р.М. и др. Крепление горизонтальных горных выработок в условиях шахт Донского ГОКа // Матер. 8-й междунар. науч.-практ. конф. «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Кемерово: КузГТУ, 2019. – С. 114.
- 26 Курленя М.В., Попов С.Н. Теоретические основы определения напряжений в горных породах. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1983. – 98 с.
- 27 Гребенкин С.С., Павлыш В.Н., Самойлов В.Л. и др. Управление состоянием массива горных пород. – Донецк: ДонНТУ, 2010. – 114 с.
- 28 Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. – Л.: Недра, 1989. – 116 с.
- 29 Griffiths D.V., Lane P.A. Slope stability analysis by finite elements // Geotechnique. – 1999. – Vol. 49, Issue 3. – P. 387-403.
- 30 Hoek E., Carranza-Torres C., Corkum B. Hoek-Brown criterion – 2002 edition // Proceed. of the 5th North American Rock Mechanics sympos. and the 17th Tunnelling Association of Canada (NARMS-TAC 2002). – Toronto, 2002. – P. 267-273.
- 31 Duncan J.M. State of the art: limit equilibrium and finite-element analysis of slopes // Journal of Geotechnical Engineering. – 1996. – Vol. 122, Issue 7. – P. 577-596.
- 32 Haimson B.C., Cornet F. ISRM Suggested Methods for Rock Stress Estimation - Part 3: Hydraulic Fracturing (HF) and / or Hydraulic Testing of Pre-existing Fractures (HTPF) // Int. J. of Rock Mech., Min. Sci. – 2003. – Vol. 40. – P. 1011-1020.
- 33 Kuznetsov Y.N., Chernyshov A.V. To the Issue of Ensuring Opening Strength of the Underground Mine Workings // Occupational Safety in Industry. – 2019. – Vol. 1. – P. 19-25.
- 34 Демин В.Ф., Стефлюк Ю.М., Мусин Р.А., Халикова Э.Р. Исследование параметров применения анкерной крепи // Научный аспект. – 2018. – Т.7, №4. – С. 836-841.
- 35 Арыстан И.Д., Баизбаев М.Б., Матаев А.К. и др. Выбор и обоснование технологии крепления подготовительных выработок в условиях неустойчивых

массивов на примере рудника «10-лет Независимости Казахстана» // Уголь. – 2020. – №6. – С. 10-16.

36 Султанов М.Г., Матаев А.К., Кауметова Д.С. и др. Выбор параметров крепи и технологии ее возведения на месторождении «Восход» // Уголь. – 2020. – №10(1135). – С. 17-22.

37 Имашев А.Ж., Суимбаева А.М., Абдибаитов Ш.А. и др. Обоснование оптимальной формы сечения горных выработок в соответствии с рейтинговой классификацией // <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-6-4-9>. 04.04.2021.

38 Колоколов С.Б. Расчет параметров поддерживающей и анкерной крепи горизонтальных горных выработок: учеб. пос. – Караганда: Карагандинский политехнический институт, 1990. – 64 с.

39 Имашев А.Ж., Бахтыбаев Н.Б., Тилеухан Н.И. др. Численное моделирование геомеханических процессов с помощью программы «Фаза 2» // Горный журнал Казахстана. – 2013. – №7. – С. 10-13.

40 Имашев А., Суимбаева А., Жолмагамбетов Н. и др. Исследование возможных зон неупругого деформирования массива горных пород // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2018. – №2(428). – С. 177-184.

41 Гребенкин С.С., Павлыш В.Н., Самойлов В.Л. и др. Управление состоянием массива горных пород. – Донецк: ДонНТУ. – 2010. – 193 с.

42 Shan R., Huang P., Yuan H. et al. Research on the full-section anchor cable and C-shaped tube support system of mining roadway in island coal faces // Journal of Asian Architecture and Building Engineering. – 2021. – Vol. 21. – P. 1-12.

43 Matayev A.K., Kainazarova A.S., Arystan I.D. et al. Research into rock mass geomechanical situation in the zone of stope operations influence at the 10th Anniversary of Kazakhstan's Independence mine // Mining of Mineral Deposits. – 2021. – Vol. 5(1). – P. 1-10.

44 Matayev A.K., Lozynskyi V.H., Musin A. et al. Substantiating the optimal type of mine working fastening based on mathematical modeling of the stress condition of underground structures // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – №3. – P. 57-63.

ҚОСЫМША А

Диссертациялық жұмыс нәтижесін оқу үдерісіне енгізу туралы АКТ

«Бекітемін»
КеАҚ «Әбілқас Сағынов
атындағы ҚарТУ»
Басқарма мүшесі-
академиялық мәселелер
жөніндегі Проректор
А. Темербаева
20__ ж.



Диссертациялық жұмыс нәтижесін оқу үдерісіне енгізу туралы АКТ

6D070700 «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған Матаев Азамат Қалижанұлының диссертациялық жұмысында баяндалған «Хромтау кенорнының тұрақты емес массиві жағдайында дайындық қазбаларын бекіту технологиясын тандау және негіздеу» Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті Тау-кен факультетінің «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасында оқу үдерісіне енгізілді.

6M070700 «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша магистратураның дәріс, зертханалық және практикалық сабақтарында «Тау-кен ісіндегі инжиниринг» білім беру бағдарламасы, B071 «Тау-кен ісі және пайдалы қазбаларды өндіру білім беру бағдарламасы», 6B07207 «Тау-кен кәсіпорындары мен жер асты құрылыстарын салу» мамандығын бойынша зерттеулер мен әзірлемелер нәтижелері оқу үдерісіне енгізілді.

ПҚКӨ каф. меңгерушісі
PhD докторы



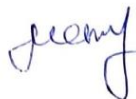
А.Ж. Имашев

Ғылыми жетекші
т.ғ.к., ПҚКӨ каф. профессоры



И.Д. Арыстан

Докторант



А.Қ. Матаев

ҚОСЫМША Ә

Ғылыми зерттеулердің нәтижелерін өндірістік қызметіне енгізу актісі

Диссертационный совет
по специальностям:
8D07201 «Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых»,
8D07202 «Горное дело»,
6D070700 «Горное дело»,
6D070600 «Геология и разведка
месторождений полезных ископаемых»
при НАО «Карагандинский технический
университет имени Абылкаса Сагинова»

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Неметов Махсут Мадиханович – заместитель генерального директора по техническим и производственным вопросам ТОО «Восход-Oriel».

Арыстан И.Д. – к.т.н., профессор кафедры РМПИ НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

Матаев А.Қ. – докторант кафедры РМПИ НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» составили настоящий акт о том, что основные положения диссертационной работы А.Қ. Матаева на тему «Хромтау кенорнының тұрақты емес массиві жағдайында дайындық қазбаларын бекіту технологиясын таңдау және негіздеу» (Выбор и обоснование технологии крепления подготовительных выработок в условиях неустойчивых массивов Хромтауского месторождения) докладывались и получили одобрение на заседании научно-технического совета ТОО «Восход-Oriel».

Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, которые имеют практическую ценность и рекомендуются к внедрению и использованию при проведении научно-исследовательских и опытно-промышленных работ.

Настоящим письмом подтверждаем о положительных итогах внедрения научно – практических результатов диссертации, которые планируются к использованию в будущих проектах, реализуемых ТОО «Восход-Oriel».

Данный акт внедрения не является основанием для предъявления каких – либо финансовых претензий, а также требований, связанных с авторскими правами.

Заместитель генерального директора
по техническим и производственным
вопросам ТОО «Восход-Oriel»



Неметов М.М.

ҚОСЫМША Б

Авторлық құқығымен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерге енгізу туралы куәлік

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР
ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ

№ 3716 от «30» мая 2019 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ов):
**МАТАЕВ АЗАМАТ КАЛЖАНУЛЫ, АРЫСТАН ИБАТОЛЛА ДАЙЫРУЛЫ, АБДРАШЕВ РАББЕЛ
МАРАТУЛЫ**

Вид объекта авторского права: **произведение науки**

Название объекта: **ХРОМПАУ КЕНІШІНІҢ ШАРТТАРЫНДА ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫН ӨТУ ЖӘНЕ
БЕКІТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУ**

Дата создания объекта: **07.05.2019**

ҚР ҒАҒПТҢЫҚ ЗІЯТКЕРЛІК МЕНШІК ИНСТИТУТЫ
Республиканский институт интеллектуальной собственности
РПН «Институт интеллектуальной собственности» ЮН Ю.К.

Құжат түпнұсқасының <http://www.kazpatent.kz/rk> сайтының
"Авторлық құқық" бөлімінде тексеруге болады <https://copyright.kazpatent.kz>
Подлинность документа возможно проверить на сайте kazpatent.kz
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

Подписано ЭЦП

Оспанов Е.К.

ҚОСЫМША В

Ресей Федерациясы, Кемеров қаласында ғылыми тағылымдамадан өткені туралы сертификат



ҚОСЫСША Г

Расчет величин нагрузок на крепь выработок во вмещающих породах и в рудном массиве горизонта -480 м

Таблица В.1 – Вне зоны влияния $K_c=0,1$ (900 м)

Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию,R _c , МПа	R _o = 0.1*R _c	коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, K _c	Среднее значение сопротивления пород одноосному сжатию в образце,R												
Расчетные смещения кровли, боков приконтурного массива определяем по формуле	8	0,1	80	ka - коэффициент влияния угла залегания пород и направления проходки выработки относительно простирания пород, определяемый по таблице 2;	ko - коэффициент, характеризующий влияние направления смещения пород; для боковых смещений пород ko принимают по таблице 2;	kВ – коэффициент воздействия других выработок для одним примыканием выработки – 1,4; для сложных сопряжений с мыканием выраоток в виде двухстороннего заезда или пересекающихся выработок – 1,6; для параллельных вскрывающих выработок – 1.	Коэффициент при расчетном сопротивлении, Kt, таблица 3	kv – коэффициент влияния ширины выработки, определяемый для почвы по формулам kш = 0.2*(b-1)	b ширина выработки	h Высота выработк и					
	$U_{c.kp} = U_{T.kp} * k_a * k_{ш} * k_B * k_t$ $U_{o.б} = U_{T.б} * k_a * k_o * k_{ш} * k_B * k_t$	Смещение пород, U _{ткр}													
	548,8	1400	0,7								1	0,8	0,7	4,5	3,5
	215,6	1400									0,55		0,5		
	764,4														
Расчетная вертикальная нагрузка на 1 м длины выработки определяется по формуле	$P_v = k_n * k_{n1} * k_{np} * P_v^H$, кПа	k _п - коэффициент перегрузки, учитывающий изменчивость нагрузки (табл.4);	k _n - коэффициент, принимаемый для главных вскрывающих выработок равным 1,1; для остальных-1	k _{пр} - коэффициент условий проведения выработок, принимаемый равным 1 при проведении выработок буровзрывным	Рис. 6 Графики определения нормативной нагрузки на крепь.										
	150	1	1	1							150				
Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	$P = P^H * K_n * b$ $P = P^H * K_n * h$	P _n нормативная удельная нагрузка, кПа (табл.4)	K _n коэффициент характеризет перегрузку и степень надежности	b Ширина выработки	h высота выработки										
кПа	675	150	1	4,5											
	525	150			3,5										
Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	67,5														
Производится расчет плотности установки крепи на 1 п м выработки	n ≥ P/N	P нагрузка на 1 п м	Ns												
	2,25	675	300												
	1,75	525	300												

Таблица В.2 – Результаты зон влияния на гор.-480

Н – проектная глубина заложения выработки, м;	900	Н – проектная глубина заложения выработки, м;	900
коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, Кс	0,1	коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, Кс	0,2
Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию, Rс, МПа	8	Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию, Rс, МПа	16
Рн нормативная удельная нагрузка, кПа (табл4)	150	Рн нормативная удельная нагрузка (табл4)	135
т/м2	15	т/м2	13,5
Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	675	Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	607,5
Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	67,5	Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	60,75

Продолжение таблицы В.2

Н – проектная глубина заложения выработки, м;	900	Н – проектная глубина заложения выработки, м;	900
коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, Кс	0,4	коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, Кс	0,6
Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию, Rс, МПа	32	Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию, Rс, МПа	48
Рн нормативная удельная нагрузка (табл4)	100	Рн нормативная удельная нагрузка (табл4)	70
т/м2	10	т/м2	7
Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	450	Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	315
Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	45	Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	31,5

Таблица В.3 – Вне зоны влияния $K_c=0,2$ (900 м)

Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию,Rc, МПа	$R_o = 0.1 \cdot R_c$	коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, Kc	Среднее значение сопротивления пород одноосному сжатию в образце,R						
	16	0,2	80						
Расчетные смещения кровли, боков приконтурного массива определяем по формуле	$U_{с.кр} = U_{т.кр} \cdot k_a \cdot k_{ш} \cdot k_B \cdot k_t$ $U_{о.б} = U_{т.б} \cdot k_a \cdot k_o \cdot k_{ш} \cdot k_B \cdot k_t$	Смещение пород, Uткр	ka - коэффициент влияния угла залегания пород и направления проходки выработки относительно простирания пород, определяемый по таблице 2;	ko - коэффициент, характеризующий влияние направления смещения пород; для боковых смещений пород ko принимают по таблице 2;	kB – коэффициент воздействия других выработок для одним примыканием выработки – 1,4; для сложных сопряжений с мыканием выраоток в виде двухстороннего заезда или пересекающихся выработок – 1,6; для паралельных вскрывающих выработок – 1.	Коэффициент при расчетном сопративлении, Kt, таблица 3	кв – коэффициент влияния ширины выработки, определяемый для почвы по формулам kш = 0.2*(b-1)	b ширина выработки	h Высота выработк и
	431,2	1100	0,7		1	0,8	0,7	4,5	3,5
	169,4	1100		0,55			0,5		
	600,6								
Расчетная вертикальная нагрузка на 1 м длины выработки определяется по формуле	$P_v = k_n \cdot k_{ш} \cdot k_{кр} \cdot P_v^H$, кПа	кп- коэффициент перегрузки, учитывающий изменчивость нагрузки (табл.4);	кн- коэффициент, принимаемый для главных вскрывающих выработок равным 1,1; для остальных-1	кпр- коэффициент условий проведения выработок, принимаемый равным 1 при проведении выработок буровзрывным	Рис. 6 Графики определения нормативной нагрузки на крепь.				
	135	1	1	1	135				
Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	$P = P_H \cdot k_n \cdot b$ $P = P_H \cdot k_n \cdot h$	PH нормативная удельная нагрузка (табл4)	Kп коэффициент характеризезет перегрузку и степень надежности	b Ширина выработки	h высота выработки				
кПа	607,5	135	1	4,5					
	472,5	135			3,5				
Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	60,75								
Производится расчет плотности установки крепи на 1 п м выработки	$n \geq P/N$	P нагрузка на 1 п м	Ns						
	2,025	607,5	300						
	1,575	472,5	300						

Таблица В.4 – Вне зоны влияния $K_c=0,4$ (900 м)

Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию,R _c , МПа	R _o = 0.1*R _c	коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, K _c	Среднее значение сопротивления пород одноосному сжатию в образце,R						
	32	0,4	80						
Расчетные смещения кровли, боков приконтурного массива определяем по формуле	$U_{c.kp} = U_{T.kp} * K_a * K_{ш} * K_B * K_t$ $U_{o.б} = U_{т.б} * K_a * K_o * K_{ш} * K_B * K_t$	Смещение пород, U _{ткр}	ka - коэффициент влияния угла залегания пород и направления проходки выработки относительно простирания пород, определяемый по таблице 2;	ko - коэффициент, характеризующий влияние направления смещения пород; для боковых смещений пород ko принимают по таблице 2;	kB – коэффициент воздействия других выработок для одним примыканием выработки – 1,4; для сложных сопряжений с мыканием выраоток в виде двухстороннего заезда или пересекающих выработок – 1,6; для паралельных вскрывающих выработок – 1.	Коэффициент при расчетном сопротивлении, K _t , таблица 3	кв – коэффициент влияния ширины выработки, определяемый для почвы по формулам kш = 0.2*(b-1)	b ширина выработки	h Высота выработк и
	235,2		600	0,7	1	0,8	0,7	4,5	3,5
	92,4		600		0,55		0,5		
	327,6								
Расчетная вертикальная нагрузка на 1 м длины выработки определяется по формуле	$P_v = k_n * k_{ш} * k_{кр} * P^H_v$, кПа	kп- коэффициент перегрузки, учитывающий изменчивость нагрузки (табл.4);	kн- коэффициент, принимаемый для главных вскрывающих выработок равным 1,1; для остальных-1	kпр- коэффициент условий проведения выработок, принимаемый равным 1 при проведении выработок буровзрывным	Рис. 6 Графики определения нормативной нагрузки на крепь.				
	100	1	1	1		100			
Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	$P = P^H * k_n * b$ $P = P^H * k_n * h$	P _n нормативная удельная нагрузка (табл.4)	Kп коэффициент характеризует перегрузку и степень надежности	b Ширина выработки	h высота выработки				
кПа	450	100	1	4,5					
	350	100			3,5				
Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	45								
Производится расчет плотности установки крепи на 1 п м выработкн	n ≥» P/N	P нагрузка на 1 п м	Ns						
	1,5	450	300						
	1.166666667	350	300						

Таблица В.5 – Вне зоны влияния $K_c=0,6$ (900 м)

Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию, R_c , МПа	$R_o = 0.1 \cdot R_c$	коэффициент учитывающий структурное ослабление массива пород, K_c	Среднее значение сопротивления пород одноосному сжатию в образце, R						
	48	0,6	80						
Расчетные смещения кровли, боков приконтурного массива определяем по формуле	$U_{c.kp} = U_{T.kp} \cdot K_a \cdot K_{ш} \cdot K_B \cdot K_t$ $U_{0,6} = U_{T,6} \cdot K_a \cdot K_o \cdot K_{ш} \cdot K_B \cdot K_t$	Смещение пород, $U_{ткр}$	K_a - коэффициент влияния угла залегания пород и направления прохода выработки относительно простирания пород, определяемый по таблице 2;	K_o - коэффициент, характеризующий влияние направления смещения пород; для боковых смещений пород K_o принимают по таблице 2;	K_B – коэффициент воздействия других примыканием выработки – 1,4; для сложных сопряжений с мыканием выработок в виде двухстороннего заезда или пересекающихся выработок – 1,6; для параллельных вскрывающих выработок – 1.	Коэффициент при расчетном сопротивлении, K_t , таблица 3	K_B – коэффициент влияния ширины выработки, определяемый для почвы по формулам $K_{ш} = 0.2 \cdot (b-1)$	b ширина выработки	h Высота выработки
	86,24	220	0,7		1	0,8	0,7	4,5	3,5
	33,88	220		0,55			0,5		
	120,12								
Расчетная вертикальная нагрузка на 1 м длины выработки определяется по формуле	$P_v = K_n \cdot K_{н} \cdot K_{пр} \cdot P_{н_v}$, кПа	$K_{пр}$ - коэффициент перегрузки, учитывающий изменчивость нагрузки (табл.4);	$K_{н}$ - коэффициент, принимаемый для главных вскрывающих выработок равным 1,1; для остальных - 1	$K_{пр}$ - коэффициент условий проведения выработок, принимаемый равным 1 при проведении выработок буровзрывным	Рис. 6 Графики определения нормативной нагрузки на крепь.				
	70	1	1	1	70				
Определяем нагрузку на 1 п.м выработки, кПа	$P = P_{н} \cdot K_{н} \cdot b$ $P = P_{н} \cdot K_{н} \cdot h$	P_n нормативная удельная нагрузка (табл4)	K_n коэффициент характеризует перегрузку и степень надежности	b Ширина выработки	h высота выработки				
кПа	315	70	1	4,5					
	245	70			3,5				
Расчетная нагрузка, т/м выработки, вне зоны опорного давления	31,5								
Производится расчет плотности установки крепи на 1 п м выработки	$n \geq P/N$	P нагрузка на 1 п м	N_s						
	1,05	315	300						
	0,816666667	245	300						

Таблица В.6 – В зоне влияния 8 МПа

Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:	$k_{\text{уст}} = 10 \sigma_{\text{сж}} \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot m_3}{m_4 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot m_7},$	$\sigma_{\text{сж}}$ – прочность пород на сжатие в массиве,	$\sigma_{\text{сж}}$ в обв. – прочность пород на сжатие в образце, МПа;	m_1 – коэффициент, характеризующий влияние нарушенности пород. Определяется по графику рис.3 в зависимости от модуля относительной трещиноватости n , рассчитываемого по формуле 13	m_2 - коэффициент, учитывающий влияние числа трещин, таблица 9;	m_3 – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности трещин, табл.9;	m_4 - коэффициент, учитывающий увлажнение пород, табл.9	m_5 - коэффициент, учитывающий раскрытие незаполненных трещин, табл.9;	m_6 - коэффициент, учитывающий заполнение трещин, табл.9;	m_7 - коэффициент, учитывающий ориентировку выработки в зависимости от угла между осью выработки и поверхностью трещин, табл.9.
	0,48	8	80	0,45	10	0,4	1	1	2	1,5
Модуль относительной трещиноватости рассчитывается по формуле:	$N=2a/l$	2a – пролет выработки, м;	L – среднее расстояние между трещинами, м.							
С использованием коэф устойчивости определяется высота свода естественного равновесия	$h=a/k$	2a – пролет выработки, м;	Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:							
	9,375	4,5	0,48							
Удельная нагрузка на единицу площади кровли выработок	$q=\pi \cdot h/4$	Объемный вес породы, МПа/м	Высота свода естественного равновесия							
МПа	0,19134375	0,026	9,375							
т/п м	191,34375									
Расчетно достаточное количество арок в ЗНД, штук	6,378125									
т/м2	42,52083333									

Таблица В.7 – В зоне влияния 16 МПа

Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:	$k_{\text{сж}} = 10 \sigma_{\text{сж}} \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot m_3}{m_4 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot m_7},$	$\sigma_{\text{сж}}$ – прочность пород на сжатие в массиве,	сж в обв. – прочность пород на сжатие в образце, МПа;	m_1 – коэффициент, характеризующий влияние нарушенности пород. Определяется по графику рис.3 в зависимости от модуля относительной трещиновости n , рассчитываемого по формуле 13	m_2 - коэффициент, учитывающий влияние числа трещин, таблица 9;	m_3 – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности трещин, табл.9;	m_4 - коэффициент, учитывающий увлажнение пород, табл.9	m_5 - коэффициент, учитывающий раскрытие незаполненных трещин, табл.9;	m_6 - коэффициент, учитывающий заполнение трещин, табл.9;	m_7 - коэффициент, учитывающий ориентировку выработки в зависимости от угла между осью выработки и поверхностью трещин, табл.9.
	0,96	16	80	0,45	10	0,4	1	1	2	1,5
Модуль относительной трещиноватости рассчитывается по формуле:	N=2a/l (Таблица 9)	2a – пролет выработки, м;	L – среднее расстояние между трещинами, м.							
	30	4,5	0,3							
С использованием коэф устойчивости определяется высота свода естественного равновесия	h=a/k	2a – пролет выработки, м;	Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:							
	4,6875	4,5	0,96							
Удельная нагрузка на единицу площади кровли выработок	q=γyh/4	Объемный вес породы, МПа/м	Высота свода естественного равновесия							
МПа	0,095671875	0,026	4,6875							
т/п м	95,671875									
Расчетно достаточное количество арок в ЗНД, штук	3,1890625									
т/м2	21,26041667									

Таблица В.8 – В зоне влияния 32 МПа

Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:	$k_{\gamma} = 100 \cdot \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot m_3}{m_4 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot m_7},$	$\sigma_{сж}$ – прочность пород на сжатие в массиве,	$\sigma_{сж}$ в обв. – прочность пород на сжатие в образце, МПа;	m_1 – коэффициент, характеризующий влияние нарушения породы. Определяется по графику рис.3 в зависимости от модуля относительной трещиноватости n , рассчитываемого по формуле 13	m_2 – коэффициент, учитывающий влияние числа трещин, таблица 9;	m_3 – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности трещин, табл.9;	m_4 – коэффициент, учитывающий увлажнение пород, табл.9	m_5 – коэффициент, учитывающий раскрытие незаполненных трещин, табл.9;	m_6 – коэффициент, учитывающий заполнение трещин, табл.9;	m_7 – коэффициент, учитывающий ориентировку выработки в зависимости от угла между осью выработки и поверхностью трещин, табл.9.
	1,92	32	80	0,45	10	0,4	1	1	2	1,5
Модуль относительной трещиноватости рассчитывается по формуле:	N=2a/l (Таблица 9)	2a – пролет выработки, м;	L – среднее расстояние между трещинами, м.							
	30	4,5	0,3							
С использованием коэф устойчивости определяется высота свода естественного равновесия	h=a/k	2a – пролет выработки, м;	Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:							
	2,34375	4,5	1,92							
Удельная нагрузка на единицу площади кровли выработок	q=πγh/4	Объемный вес породы, МПа/м	Высота свода естественного равновесия							
МПа	0,047835938	0,026	2,34375							
т/п м	47,8359375									
Расчетно достаточное количество арок в ЗНД, штук	1,59453125									
т/м2	10,63020833									

Таблица В.9 – В зоне влияния 48 МПа

Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:	$k_s = 10 \sigma_{сж} \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot m_3}{m_2 \cdot m_3 \cdot m_4 \cdot m_5},$	$\sigma_{сж}$ – прочность пород на сжатие в массиве,	$\sigma_{сж}$ в объ. – прочность пород на сжатие в образце, МПа;	m_1 – коэффициент, характеризующий влияние нарушенности пород. Определяется по графику рис.3 в зависимости от модуля относительной трещиноватости n , рассчитываемого по формуле 13	m_2 – коэффициент, учитывающий влияние числа трещин, таблица 9;	m_3 – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности трещин, табл.9;	m_4 – коэффициент, учитывающий увлажнение пород, табл.9	m_5 – коэффициент, учитывающий раскрытие незаполненных трещин, табл.9;	m_6 – коэффициент, учитывающий заполнение трещин, табл.9;	m_7 – коэффициент, учитывающий ориентировку выработки в зависимости от угла между осью выработки и поверхностью трещин, табл.9.
	2,88	48	80	0,45	10	0,4	1	1	2	1,5
Модуль относительной трещиноватости рассчитывается по формуле:	$n=2a/l$ (Таблица 9)	2a – пролет выработки, м;	L – среднее расстояние между трещинами, м.							
	30	4,5	0,3							
С использованием коэф устойчивости определяется высота свода естественного равновесия	$h=a/k$	2a – пролет выработки, м;	Степень устойчивости массива горных пород определяется коэффициентом устойчивости, рассчитываемым по формуле:							
	1,5625	4,5	2,88							
Удельная нагрузка на единицу площади кровли выработок	$q=\gamma u h/4$	Объемный вес породы, МПа/м	Высота свода естественного равновесия							
МПа	0,031890625	0,026	1,5625							
г/м ³	31,890625									
Расчетно достаточное количество арок в ЗНД, штук	1,063020833									
т/м ²	7,086805556									