

АНДАТПА

М.К. Молдагожинаның 6D070700 – «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша философия докторы дәрежесін алуға «Реттелетін салмаққабылдау қасиеті құрама икемделгіш бекітпе әзірлеу» атты диссертациялық жұмысы

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Жер асты әдісімен қатты пайдалы қазбалардың кен орындарын жерасты игерудің тиімділігін арттыру, тау-кен жұмыстарын жүргізу жағдайларын жақсарту, минералды шикізатты тиімді пайдалану бекітпесіз жүргізу мүмкін емес. Тау-кен қазбаларын күтіп ұстау бекітпе түрін және оның параметрлерін таңдау ғылыми тұрғыдан негіздеу арқылы қол жеткізілуі мүмкін.

Күрделі тау-кен техникалық жағдайда, тұрғызуын механикаландыру дәрежесінің жоғарылығымен сипатталатын анкерлі және шашыратпабетонды бекітпелердің болашағы зор. Кен орындарының тау-кен техникалық шарттары ескеріліп құрастырылған көптеген анкерлік бекітпелердің алуан түрлері бар.

Алайда, қолданыстағы анкерлік бекітпелерді салу және пайдалану тәжірибесін талдау, тау-кен қазбаларын күтіп ұстау сенімділігінің төмендеу себептері ол, анкерлерді орнату технологиясының кемшіліктері және «анкерлі бекітпе-кен массиві» жүйесі туралы ақпараттың шынайы болмауынан кенорнының кентехникалық шарттарына сай келмеуі болып табылады. Бекітпелерді орнату кезіндегі жіберілген қателіктер мен кемшіліктерді жою мүмкін болғанымен, оны бақылау қиын, анкерлі бекітпенің нақты жұмысы туралы мәліметтердің салдарынан туатын қателіктер мен жаңылыс есептеулерді жою әлдеқайда қиын келеді.

Шашыратпа бетон тіреуді орнатуға торкретқоспаны бүрку үшін қысылған ауаны қолданатын бірқатар машиналар қолданылады. Бұл агрегаттар бекітпені тұрғызу тиімділігін төмендететін бірқатар елеулі кемшіліктері бар. Олардың ішінде негізгілері – ауалық қоспаға кіргізілетін материалдың ыршып түсіп қоспаның қатаю шарттарын нашарлатуы және т.б. кемшіліктер. Бұл кемшіліктерді жоюдың келешекті жолы - бұл торкретқоспаларды қолдануға арналған ортадан тепкіш күштерді пайдалану. Мұндай қондырғылар бір өтпелі кезеңінде шашыратпа бетонның жоғары қалыңдығын салуға мүмкіндік беріп, осы арқылы барлық артықшылықтары бар қауіпсіз бетондауды алудың алғышарттарын жасайды.

Дегенмен, осы әдісті қолданудың технологиясы мен механикаландырылуы жеткіліксіз зерттелген, бұл оны қолдану аясын кеңейтуге мүмкіндік бермейді.

Ең болашағы зор – анкерлі және шашыратпа бетонды бекітпелерден құралған отырмалы бекітпелерді қолдану болып табылады.

Анкерлі және шашыратпа бетон бекітпелерді жасау технологиясы және оны механикаландыруды зерттеуге көптеген зерттеулерлер арналды. Дегенмен, «анкерлі бекітпе - бекітілетін тау-кен массиві» жүйесінің жұмысына және жаңа торкрет-қоспа-ортадан тебу күшін пайдаланып кен

казбасын бекітетін машиналарға байланысты сұрақтар толық зерттелмеген, бұл аталған зерттеудің өзектілігіне арқау болды.

Бұл жұмыстың мақсаты - анкерлі және шашыратпа бетонды бекітпелердің бірлескен жұмысын қамтитын отырмалы бекітпелерді жасау жолымен тау-кен қазбаларын бекітудің сенімділігін арттыру.

Жұмыстың негізгі идеясы – бекітпені тұрғызу режимдерін кенорнының кентехникалық шарттарына сәйкестендіру жолымен құрама бекітпенің көтеруші қабілетін басқару.

Жұмысты орындау барысында ғылыми-техникалық ақпараттарды талдау және ғылыми негіздеу, теориялық және зертханалық зерттеулер, зерттеу объектілерін физикалық және компьютерлік модельдеуді, нәтижелерді өңдеу үшін математикалық статистика әдістері кіретін кешенді зерттеу әдісі пайдаланылды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми қағидалар мен нәтижелер

- құрама икемделгіш бекітпе, тау жыныстарының ығысуын уақытта сатылы қабылдау есебінен жанас жыныстармен өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді: тау жыныстарының ығысуының бастапқы қарқынды кезеңінде, белгіленген көтеру қабілетіне ие құбырлы гидрокерме анкерлер жұмыс істейді, ал осы кезеңнің соңында тау қысымы сондай-ақ шашыратпа бетонды бекітпеден жасалған арқа арқылы қабылданады.

- құбырлы гидрокерме анкерлердің көтеру қабілетін қамтитын негізгі фактор ол орнату кезінде олардың шпурда біркелкі керілуі, бұл жасау технологиясы мен орнату параметрлерімен қамтылады;

- анкерлі бекітпенің қуат сипаттамалары анкер беті мен бекітілетін тау жыныстары арасындағы байланыстың толықтығы, оның беріктігі мен жарықшықтығы, анкер бөлігінің тұйықталған бөлігінің ұзындығы, сонымен қатар сұйықтың бекітілген қысымымен анықталады;

- машина элементтерінің және оның ортадан тепкіш торкреттеу бөліктерінің кернеулі-деформациялық күйі және олардың жүктелуі мен материалдардың сипаттамаларына байланысты объектінің коэффициенттері мен сыртқы күштердің шамасын ескере отырып дифференциалдық теңдеулермен сипаттауға болады

Ғылыми жаңалығы келесіден тұрады:

- «гидрокерме құбырлы анкер - бекітілетін жыныс массиві» жүйесінің негізгі қағидалары белгіленді;

- гидрокерме құбырлы анкерлердің көтеру қабілетінің белгіленген су қысымына, анкер жасалған шпур мен құбырлардың диаметріне, тұйық бөлігінің ұзындығына, анкер мен жыныс арасындағы үйкеліс коэффициентіне есептік тәуелділіктері анықталды;

- гидрокерме құбырлы анкерлердің көтеру қабілеттілігін анықтау әдісі әзірленді және оны жүзеге асыру үшін аналитикалық формула ұсынылды;

- ортадан тепкіш торкреттеу машинасы элементтерінің кернеулі-деформациялық күйін және құрама отырмалы бекітпе жұмысының блоктық-иерархиялық көзқарасқа негізделген жұмысын зерттеу әдістемесі жасалынды;

Ғылыми қағидалардың дәлелдігі мен сенімділігі зерттеу нәтижелері және ұсыныстары дәлелденген әдістер мен зерттеу әдістемелеріне, компьютерлік үлгілеу әдісіне, алынған көрсеткіштерді жеткілікті жоғары көрсеткіштермен математикалық статистика әдістерімен бағалау және теориялық және эксперименталды зерттеулердің нәтижелерін қанағаттандыратын сәйкестіліктерге негізделген.

Жұмыстың практикалық маңызы:

- анкер ұзындығы 2 м-ден 4 м дейін қазбаларды бекіту үшін құбырлы гидрокерме анкерлердің көтеру қабілетін есептеу және болжау әдістемесі жасалынды;

- бекітілетін тау жыныстарының сипаттамаларын және орнату құралдарын ескере отырып, құбырлы гидрокерме анкерлердің модификациялары ұсынылды;

- ортадан тепкіш торкреттеу машинасының негізгі бөліктерін инженерлік есептеу әдістемесі жасалынды;

- ортадан тепкіш торкреттеу машинасы элементтері мен бөліктерінің кернеулі-деформациялық күйін және құрама отырмалы бекітпені компьютерлік модельдеу әдістемесі ұсынылды.

Жұмыстың ғылыми маңызы

Ұсынылған икемделгіш құрама бекітпенің конструкциясы шашыратпа бетон кешенімен бірге тау жыныстары массивін құбырлы гидрокерме анкерлермен нығайту негізінде, бекітпенің қасиеттерін және оны тұрғызудың механикаландыру дәрежесін едәуір жақсартады.

Жұмыстың нәтижелерін жүзеге асыру

Диссертациялық жұмыстың теориялық және эксперименттік зерттеу нәтижелері 5В072400 мамандығы бойынша бакалавриат және «Тау-кен металлургия саласындағы инновациялық техника және технологиялар» (магистратура 6М071200 - ГПИИР-2) пәндері бойынша дәрістік және практикалық сабақтарға енгізілген.

Зерттеу жұмысының апробациясы

Диссертация бойынша зерттеу нәтижелері келесі халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда:

Г.И. Носов атындағы Магнитогорск мемлекеттік техникалық университеті «Табиғи тасты өндіру, қайта өңдеу және қолдану теориясы мен практикасы» халықаралық техникалық конференцияда, Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университетіндегі халықаралық XV Байқоңыров оқуларында, Мюнхендегі «EuropeanScienceandTechnology» XIV Халықаралық конференциясы (Германия) және Мәскеуде «Неделя горняка» Халықаралық конференциясында, Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасындағы ғылыми-техникалық семинарда баяндалды және мақұлданды.

Жарияланымдар

Орындалған зерттеулер нәтижесі бойынша 8 жарияланым шығарылды, оның ішінде «SKOPUS» деректер қорына енгізілген 1 мақала, алыс шетелде 1 баяндама, жақын шетелде 2 баяндама, ҚР БҒМ КНОН ұсынған баспаларда 2 мақала, халықаралық конференцияларда 2 баяндама.

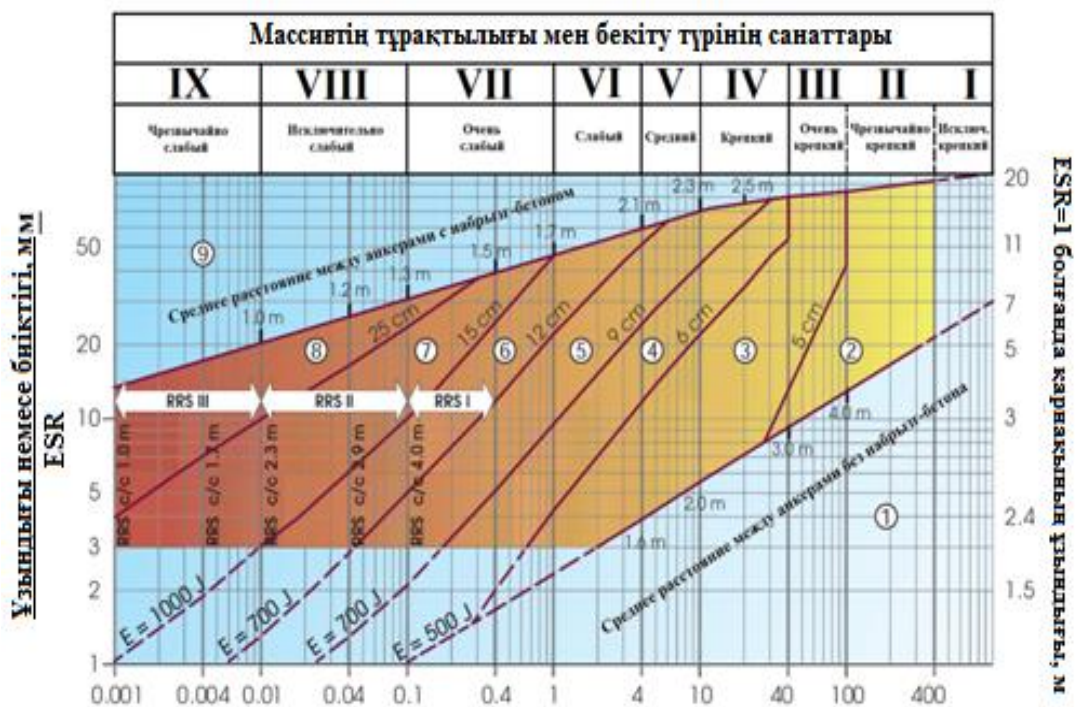
Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындыдан тұрады, 125 беттен тұратын баспа мәтіні, оның ішінде 84 сурет, 25 кесте және 56 дереккөзден тұрады.

Жұмыстың негізгі мазмұны

Ш.М.Айталиев, Б.И. Ысқақов, П. Шилкин, В.Н. Семевский, А.А. Борисов, Е.Я. Махно, А.П. Широков, А.Т. Талбор, А. Коста, А. Джонстон. және тағы басқалар көптеген отандық және шетелдік ғалымдардың жұмыстары анкерлі және шашыратпа бетонды бекітпелер технологиясына және оны механикаландырылуын зерттеуге арналған.

Дегенмен, «анкерлі бекітпе - бекітілетін тау-кен массиві» жүйесінің жұмысына және жаңа отырмалы бекітпелерді жасау машиналарына байланысты сұрақтар толық зерттелмеген және бұл аталған зерттеудің өзектілігіне арқау болды.

Q-рейтингі негізінде күрделі тау-кен және даярлау қазбаларына арналған бекітпелерді таңдаудың халықаралық әдістемесі бар. Q-жүйесі Норвегия геотехникалық институтында 1974 жылы Бартонның жасаған тоннельдердің сапалық индексі (1-сурет). Бұл диаграмма бойынша тау-кен массасының тұрақтылығының 3-7 санаттарында тау-кен қазбаларын бекіту үшін бүрікпелермен жүйелі қарнақылауды пайдалану ұсынылады.



1-сурет. Q-рейтингіне байланысты бекітпе түрін және параметрін таңдау диаграммасы

Еліміздегі және шет елдік әдеби көздері мен кен кәсіпорындарының тәжірибелеріне жүргізілген талдау бүрікпе бетонды және анкерлі бекітпелердің болашағы зор екендігін көрсетеді.

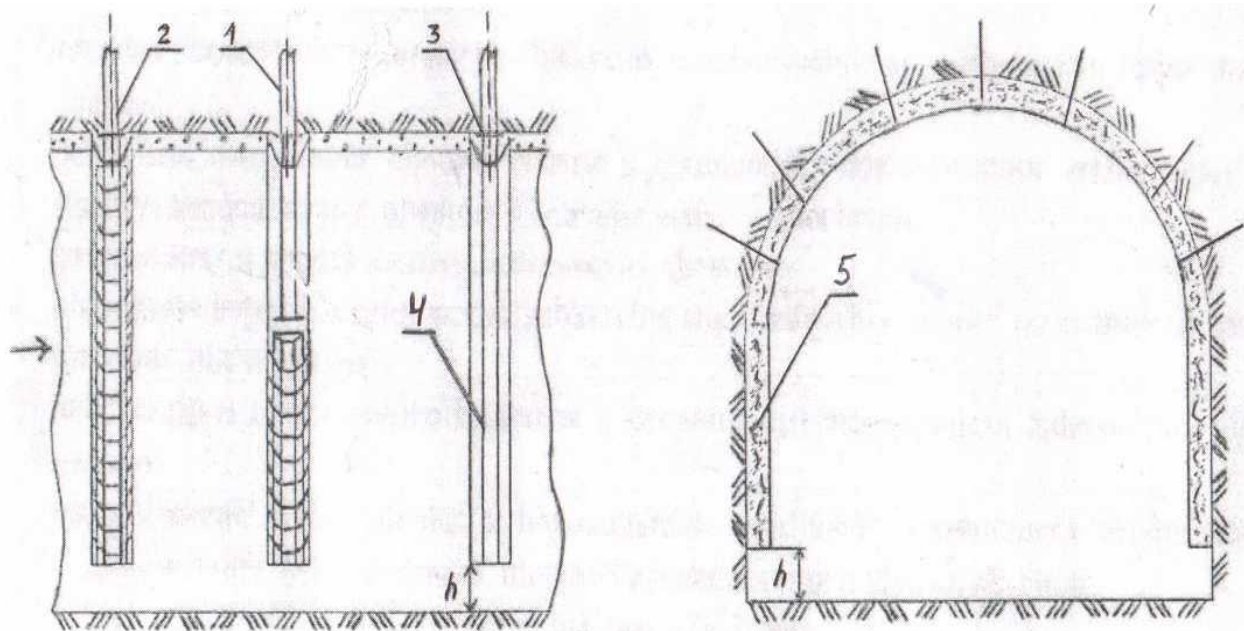
Мұндай бекітпелердің басты артықшылығы - тау-кен массасы контурының елеулі ығызуы кезінде жұмыс қабілетін сақтау мүмкіндігі, бекітпені жылдам тұрзызу, көтеру қабілетінің жоғарылығы, әр түрлі кентехникалық шарттарда кеңінен пайдалананылуы.

Қазіргі уақытта тау-кен өнеркәсібінде қарнақылардың әртүрлі конструкциялары кеңінен таралған: темірбетон бекітпе, болат-полимерлі, шыны пластикті қарнақылар, қарақылы фрикционды бекітпе, гидрокергі қарнақы бекітпе, арқанды қарнақы бекітпе және тағы басқалар. Қарнақы бекітпелерді орнату осы процесті 100% механикаландыратын анкерлі орнатушылары кеңінен пайдаланылады.

Шашыратпа бетондауда үлкен жетістіктерге қол жеткізілді, мұнда сығылған ауаның көмегімен тау-кен қазбаларына құрғақ және торкрет-қоспасын жағатын бірқатар машиналар бар.

Дегенмен, бұл тіректер қатаң болып келеді және іс жүзінде отырмайды, бұл жыныс массивінің жай-күйін тиімді бақылау үшін қажет. Сондықтан анықталған кемшіліктерді жоятын құрама икемделгіш бекітпені жасау қажет.

Жүргізілген талдау бүрікпе бетонды бекітпемен бірге жұмыс істейтін құбырлы гидрокерме анкерден тұратын құрама бекітпе ұсынуға мүмкіндік берді (2-сурет).



2-сурет – Құрама икемделгіш бекітпелі қазбаның сұлбасы

1 - тіректік тығырық, 2 - құбырлы анкер, 3 - ұштық, 4 – темірбетонды аркалы бекітпе, 5 – шашыратпа бетон.

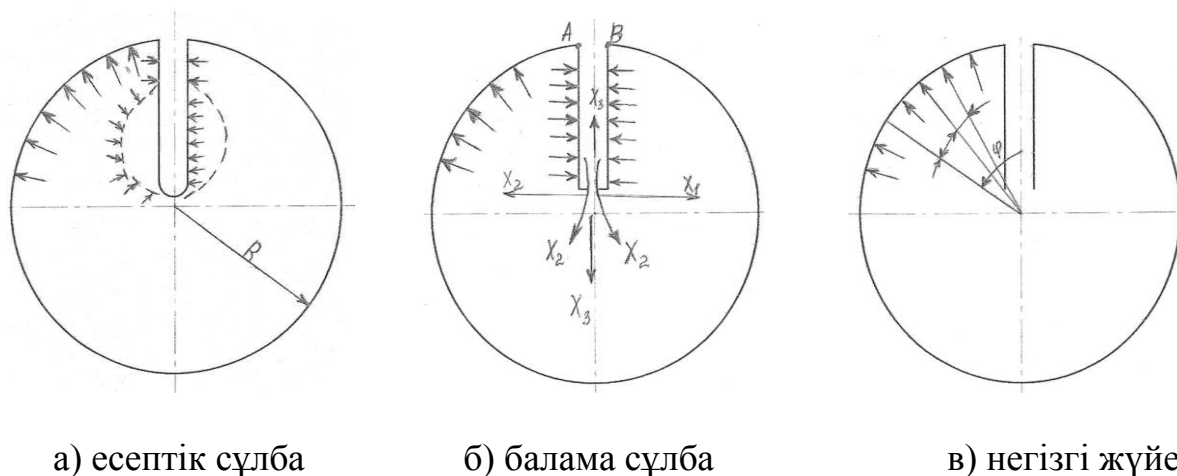
Мұндай реттелмелі икемделгіш бекітпелерді Қазақстанда жасалған құбырлы гидрокерме анкерлер және ортадан тепкіш торкреттеу машинасы ОТМ арқасында жасауға болады. Мұндай бекітпелерді орнату келесі тәртіпте жүзеге асырылады. Құбырлы гидрокермелі анкер (ҚГА), оларға қажетті пішіндегі арматура бекітіледі, ол арқылы ОТМ машинасымен торкретбетон салынып темірбетонды арка жасалады. Бұл кезде, арка қазба табанына дейін ығысу шамасына тең (h) қашықтықта жетпейді.

Жыныстардың қарқынды ығысу кезеңінде берілген көтергіш қабілетке ие ҚГА ғана жұмыс жасайды, осы кезеңнің соңына қарай ҚГА - ға уақытша ілінген темірбетонды арка және одан әрі қарай ол қазба табанына тіреліп жүктің бір бөлігін өзіне қабылдайды. Ол қазбаны бұзылудан сақтайды және ҚГА өз жұмысын жалғастырады.

Мұндай бекітпеге қол жеткізу үшін бірқатар міндеттерді шешуге тура келді:

- құрама икемделгіш бекітпенің түбегейлі жаңа сұлбасын жасау және негіздеу;
- «анкерлі бекітпе - бекітілетін тау-кен массиві» жүйесін және құбырлы гидрокерме анкер құрылымын зерттеу;
- жоғары сапалы торкрет-қоспасын қолдану үшін жаңа ортадан тепкіш торкреттеу машинасының жұмысын зерттеу;
- құбырлы гидрокерме анкерлерді есептеу әдістемесін жасау;
- ұсынылған құрама икемделгіш бекітпенің жұмысын компьютерлік модельдеу жолымен зерттеу.

Анкерлі бекітпенің тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін тау жыныстарын бекіту механизмін нақты білу қажет. Осы мақсатта «құбырлы гидрокерме анкер - бекітілетін тау жынысы» жүйесінің жұмысы зерттелді. Жоғарыда айтылғандай, ұсынылып отырған құрама икемделгіш бекітпеде «Массагет» АҚ жасаған анкерлердің түпнұсқалық құрылмалары пайдаланылады. Мұндай бекітпелердің бекітілетін тау жыныстармен тұрақты жұмысын есептеу әдістемесін жасау үшін диссертацияда бұл үдерістің моделі ұсынылды (3-сурет).



3-сурет – Құбырлы гидрокерме анкер жұмысының есептік сұлбасы

Анкердің қимасы ол симметриялы біркелкі бөлінген жүктемеге ие күрделі кескінді симметриялық тұйық контур. Есептерді жеңілдету үшін анкер қимасындағы тамшы тәріздес көрінетін теңгерісті, біркелкі бөлінген жүктемеге ие тұзақты түзусыздықты радиалды орналасқан учаскелермен алмастырамыз. Жазық есептеуді қарастыра отырып, ұзындығы құраушысы "в" тең қарнақы сақинасы үшін есептеу шешімін алуға болады. Есептік сұлба үш реттік статикалық анық емес жақтауды білдіреді. Бұл есептеуді шеше отырып, пластикалық деформация басталған кезде, кернеу аққыштық шекке тең болады, ал пластикалық деформация өсе бастаған кездегі сұйықтың қысымы келесі өрнекпен анықталады,

$$P_{\text{тек}} \geq \frac{\delta_T \cdot t^2}{5,5 \cdot R^2} \quad (1)$$

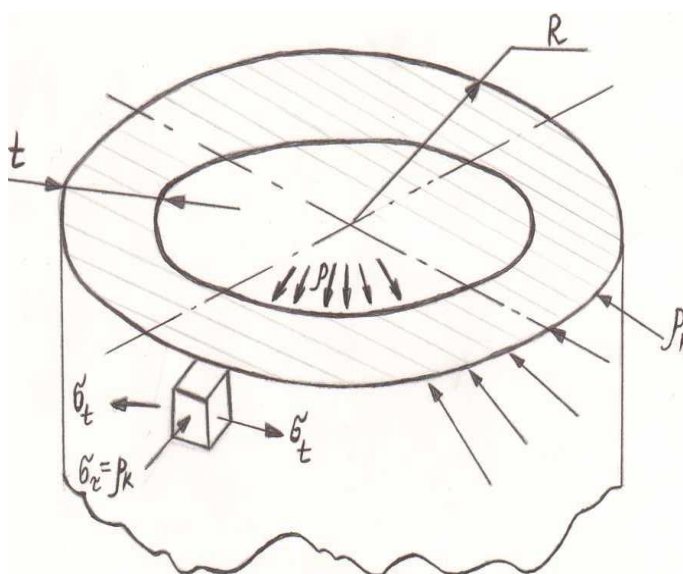
мұндағы δ_T - қарнақы материалының аққыштық шегі;

t - қарнақы қабырғасының қалыңдығы;

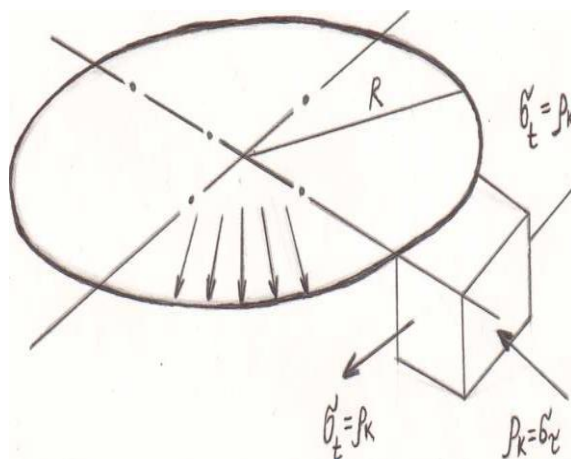
R - қарнақының цилиндрлі дайындық бөлігінің радиусы;

Диссертацияда анкер мен бекітілетін жыныстың құбырдың «ашылғаннан» соңғы (4-сурет) бірлескен жұмысының шарттары қарастырылған. Бұл кезде:

- жұмыс сұйықтығының қысымының ішінде жүктелген анкер, ол ішкі құбыр болып табылады;
- шпур бар тау жынысы массасы, ол қалыңдығы шексіз үлкен қабырғасы бар сыртқы құбыр.



4а-сурет – Анкер құбырының кернеулі күйі



46-сурет – Шпур қабырғасының кернеулі күйі

Бұл міндетті шешу құбырдың жиегіндегі сұйықтың ұтымды қысымына арналған есептік формуласын және бұл кезде пайда болатын үйкеліс күшін алуға мүмкіндік берді,

$$P = \frac{\delta_t}{\frac{R}{t} \left[1 - \frac{\frac{R}{t} - 1/E_c}{\frac{(1+\mu_n)}{E_n} + (\frac{R}{t} - \mu_c)/E_c} \right]} \quad (2)$$

мұндағы δ_t - қоршаған (айналымды) қалыпты кернеу;

E_c – болаттың серпімділік модуль;

μ - Пуассон коэффициенті.

Анкердің жыныспен өзара әрекеттесуінің күштік жағдайын талдау құбырдың шпур қабырғасынан сырғып кетуі болмайтын шартпен анкердің қажетті ұзындығын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл шарт анкерге түсетін осьтік жүктеме P , үйкеліс күштерінен f аз болғанға дейін орындалып, келесі формула бойынша анықталады,

$$F = f P_k \pi d_{ш} \cdot l_3, \text{ Н}, \quad (3)$$

мұндағы f - жыныс бойынша болаттың сырғуының үйкелістік коэффициенті;

P_k - құбыр бетінің шпур қабырғасымен байланысу бетіндегі қысым;

l_3 - негізгі бұзылмаған жыныстарда (тұйықталған бөлігі) орналасқан қарнақы бөлігінің ұзындығы; $d_{ш}$ - қарнақы астындағы шпурдың диаметрі.

Осылайша, «анкер бекітпе-бекітілетін кен массиві» жүйесінің жұмысы кезіндегі негізгі әсер ететін факторларға құбырлы гидрокермелі анкер тұрақтылығының тәуелділігі орнатылды.

Жүргізілген зерттеулер қысқа мерзімді жүктемелер кезінде тұйық бекіткішті анкерлердің күштік сипаттамаларына әсер етуі мүмкін барлық кен-геологиялық және өндірістік факторлардың арасынан айқындаушы

факторлар: анкерлі тұйықтаушының құрылымы, шпурдың, салыстырма ығысуы, тұйықтаушының бекітілу орнындағы жыныстың беріктілігі мен жарықшақтығы, шпурлардың параметрлері мен пішіні және жыныстардың сулылығы болып табылады.

Ұсынылатын көптеген есептеу әдістеріне тән негізгі кемшіліктер - анкердің шпур бетімен байланысу кезінде бекітпенің өзара әрекеттесу механизмінің жеткіліксіз зерттелуінен туындаған қателіктердің болуы.

Созылуға жұмыс жасайтын анкерлердің көтергіштік қабілеті бекітудің беріктілігіне немесе сырықтың жарылғыштық күшімен анықталады және тау-кен қазбаларының тұтынымдық параметрлерін есептеу кезінде ең төменгі мәні бойынша қабылданады.

Анкерлі бекітпенің ең маңызды сипаттамаларының бірі - оның көтергіштік қабілеті. Жүргізілген зерттеулер анкерлі бекітпенің көтергіштік қабілеттілігін анықтауға арналған бұзылмас әдісін ұсынуға мүмкіндік берді, ол үшін келесі формула ұсынылды,

$$F_{г.а.} = k\mu\pi d_{ш} l_3 P f_{тр}, \text{ Н}, \quad (4)$$

мұндағы $k = \frac{d_{ш}}{d_{тр}}$ - қарнақының шпур бетімен толық байланысуын ескеретін коэффициент, (мұнда $d_{ш}$ және $d_{тр}$ - тиісінше, қарнақы жасалған шпур мен құбырдың диаметрлері, м;

μ - Пуассона коэффициенті (болат үшін $\mu = 0,24 \div 0,28$);

l_3 - қарнақының тұйықтаушы бөлігінің ұзындығы, м;

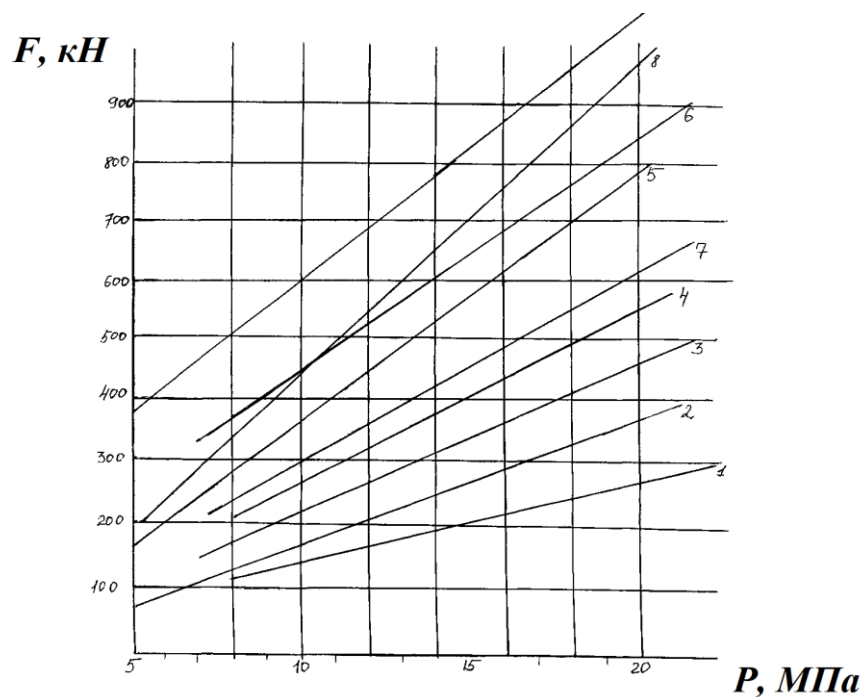
P - қарнақы ішіндегі сұйықтың қысымы (анықтаушы қысым), Па.

Тәуелділіктерде есептеу үшін құбырдың шпур қабырғасы бетіндегі қысымды P_k емес, анкер ішіндегі сұйықтың қысымы пайдаланылады. Бұл P_k шамасын жоғары сенімділік дәрежесінде іс жүзінде анықтау мүмкін емес, ал сұйықтың анықтаушы қысым тұрақты және анықталған нақты қысым. Сонымен қатар, іс жүзінде профилденген анкердің құбыры толығымен ашылмайтындығын ескере отырып, анкердің көтергіштік қабілеттілігінің мәні анкердің шпур бетімен толық байланысуын ескеріп, түзету коэффициентін k енгізу арқылы анықталуы керек.

Ұсынылған тәуелділік осы диссертациялық жұмыста келтірілген теориялық зерттеулер нәтижесінде алынған тәуелділікпен жақсы байланысады.

Берілген формуланың сенімділігі зертханалық жағдайларда жүргізілген тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері бойынша расталады.

5-суретте анкерді алу күшін анықтау бойынша эксперименттердің нәтижелері берілген.



5-сурет - Анкерді алу күшінің кергі сұйықтығының түрлі ортадағы қысымына тәуелділігі

Анкерлі бекітпенің көтергіштік қабілеті мен әр түрлі жыныстар үшін кергі сұйықтығының қысымы арасындағы өзара байланысты анықтау үшін эксперименттердің нәтижелері стандартты бағдарлама бойынша математикалық статистика әдістермен өңделді. Бұл өзара байланыс регрессия теңдеуі түрінде жазылады,

$$F_{aH} = A + B \cdot P + C \cdot P^2, \text{ Н}, \quad (5)$$

$$5,0 < P < 35,0, \text{ МПа}$$

мұнда F_{aH} - анкерді шпурдан алу күші, Н; P - аспаптағы қысым, Па; A, B және C - бекітілетін жыныстар мен анкердің тұйық бөлігінің сипаттамаларына байланысты эмпирикалық коэффициенттер.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде құбырлы гидрокерме анкерлердің құрылымын жетілдіру және анкерлі бекітпелерді тұрғызу технологиясы ұсынылған.

Ұсынылған құрама икемделгіш бекітпе тұрғызудағы екінші сәт ол, құбырлы гидрокерме анкерлермен бірлесе жұмыс жасайтын 250-300 мм қалыңдықтағы бетонды белдеу жасау болып табылады. Осы мақсатта шашыратпа бетонды тұрғызу үшін «Массагет» АҚ жасаған жаңа ОТМ 12 машинасын пайдалану ұсынылады. Бұл машинаның шашыратпа бетонды қоспаны қолдануға сығылған ауаны қолданатын басқа машиналардан айырмашылығы арнайы үрлеуіштен қоспаның ытқып шығуына ортадан тепкіш күшті пайдаланады.

Қолданыстағы есептеу әдістері ОТМ машинасын толығымен есептеуге қолдану мүмкін емес, себебі олардың жұмыс істеу принциптері әр түрлі. Осыған байланысты, бұл зерттеу міндеттерінің бірі ОТМ-12 машинасының негізгі элементтерін есептеу әдістемесін жасау және жұмыс кезінде негізгі бөліктерінің кернеулі-деформациялық күйін моделдеу болды.

Зерттеу нәтижелері бойынша есептеуге келесі формулалар ұсынылады:

- шнекті қоректендіргіштің өнімділігі;
- тіреу подшипниктердегі кернеулер;
- жетектің қуаты;
- ОТМ машинасының статикалық тұрақтылығын есептеу.

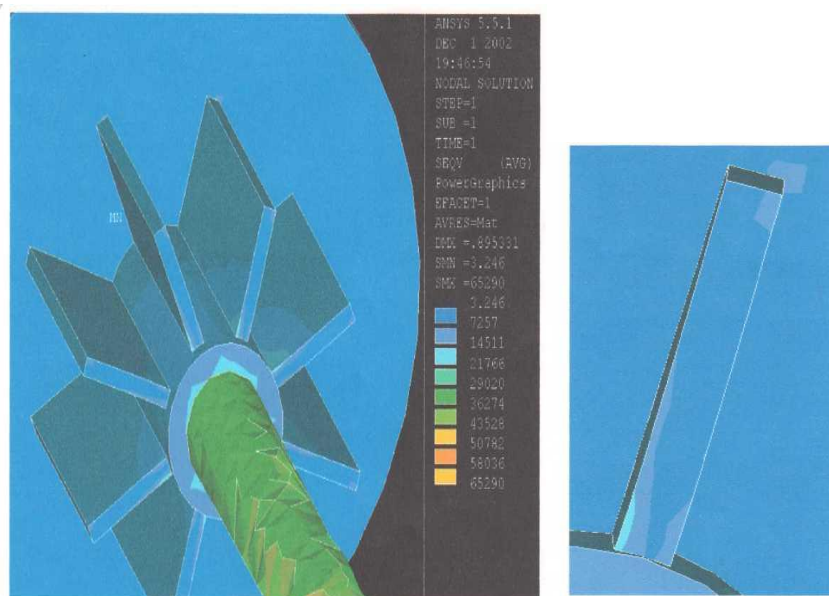
Ұсынылған әдіс бойынша машинаның негізгі бөліктерін есептеу үшін тексеру есептері жасалды және оларды жетілдіру бойынша ұсыныстар берілді.

МСТ-12 қондырғысының бөліктерінің кернеулі-деформациялық күйі туралы ақпарат алу үшін олардың жұмысына ANSYS бағдарламалық кешенін пайдаланып модельдеу жүргізілді. Ең жүктелген бөлік ретінде орталық үрлеуіштің білігі мен шашыратпа бетон қоспаның жүруі кезінде ең жоғары түрпілік тозуға ұшырайтын импеллердің қалақшалары зерттелді.

Компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша біліктер мен импеллердің қалақшалары бойындағы баламалы кернеулердің суреттері алынды, сондай-ақ баламалы жүктің абсолюттік мәнінің графиктері алынды. Оларды талдау зерттелінетін элементтердің кернеулі-деформациялық күйін нақты бейнелеуге мүмкіндік береді (6 және 7-сурет).



6-сурет – Балама кернеулердің таралуы

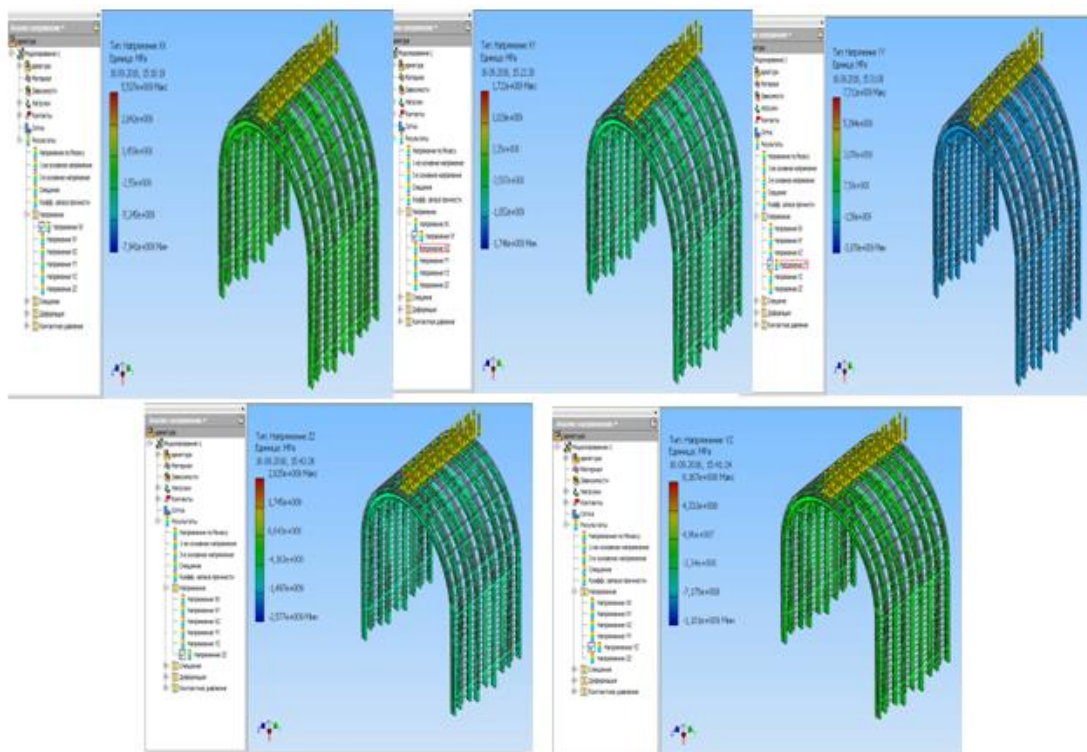


7-сурет – Балама кернеулердің таралуы

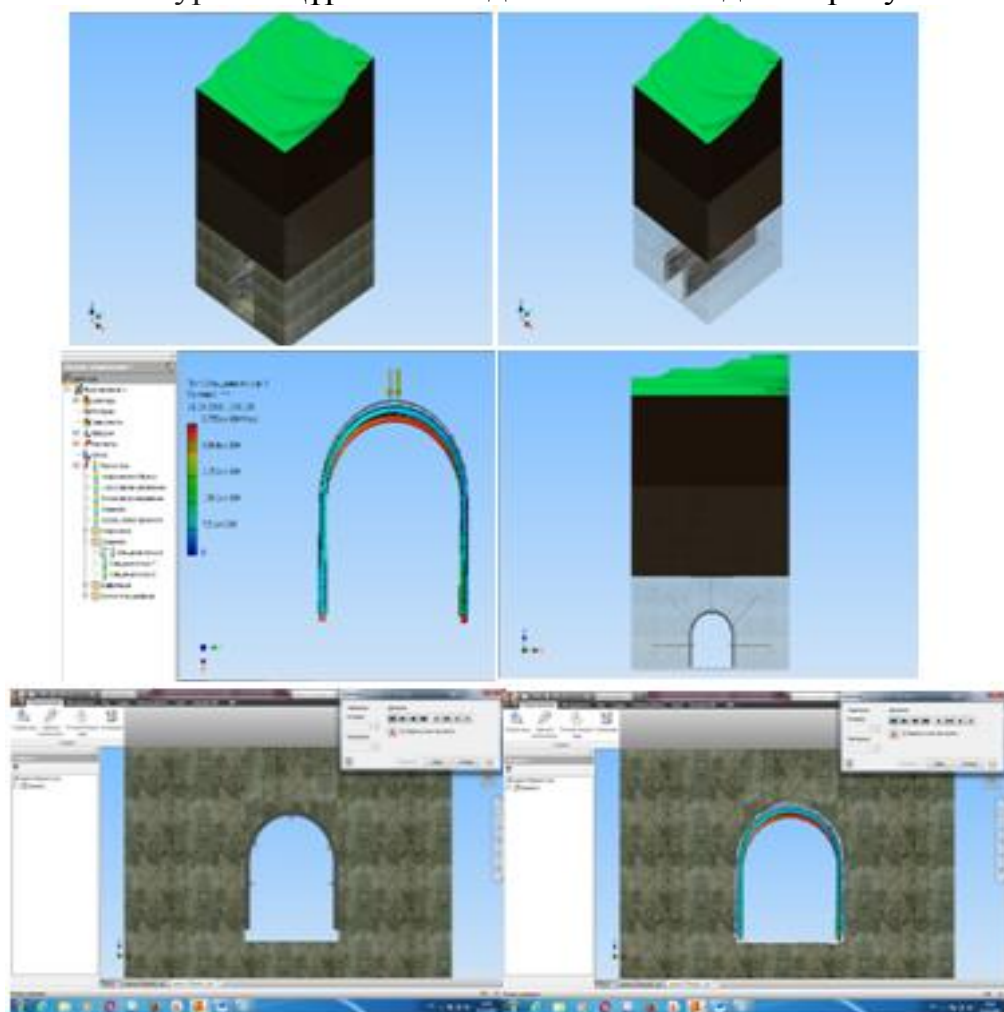
Балама жүктемелердің таралу суреттерінен, бізді қызықтыратын импеллердің қалақшаларының аумағы келесі түрде жүктеледі: қалақша табанындағы торкрет-қоспамен жүктелген қарама-қарсы жағындағы 7 торабы ең көп жүктеледі. Сондай-ақ, торкрет-қоспамен жүктелген жағынан қалақшаның үстіңгі жиегінде жүктеменің артуы байқалады. Біз қызығушылық танытқан бағыттардағы баламалы жүктеменің таралуының толық бейнесін алу үшін зерттелетін аумақтағы кернеулердің, ерікті түрде таңдап алынған контурдың ұзындығына тәуелділігінің графиктері салынды.

Компьютерлік модельдеудің нәтижелері ең ұтымды қимасы бар импеллер қалақшаларының модернизацияланған конфигурациясын ұсынуға, сондай-ақ жүктің орташаландырылған мәніне негізделген ОТМ элементтерін есептеу әдісін ұсынуға мүмкіндік берді, сонымен қатар ең жоғары жүктеме мәндері бар орындар жобалық нормативтерге сәйкес рұқсат етілген жүктемеге тексерілуі керек.

Ұсынылған реттелетін көтергіш қабілетке ие, құрама икемделгіш бекітпе жұмысының бейнесін алу мақсатында Autodesk Inventor бағдарламасының көмегімен компьютерлік модельдеу жүргізілді.



8-сурет – Құрама икемделгіш бекітпедегі кернеу



9-сурет – Құрама икемделгіш бекітпенің сыртқы күштер әсерінен деформациялануы

Моделдеу нәтижелері 8 және 9 суреттерде берілген.

Ұсынылған бекітпені модельдеу нәтижелерін талдау сыртқы жүктемеге байланысты белгілі бір жүктеме жеткен кезде, бекітпені құраушы элементтер өзінің жұмысқабілетін жоғалтады. Кинематикалық сұлбаларға негізделген аналитикалық есептеулерде бекітпенің құрылымдық элементтеріне кейбір параметрлердің әсерін ескермейді, дегенмен олар бекітпенің қауіпсіз жұмысына елеулі әсер етуі мүмкін. Себебі, бұл факторлардың әсерін есепке алу үшін, аналитикалық есептеулермен бірге модельдеу нәтижелерін де ескеру қажет.

Талдау бекітпеге келесі күштердің әсер ететіндігін көрсетті:

- бекітілетін жанама жыныстар жағынан тау қысымының күші;
- қысымға байланысты бекітпенің ығысу күші;
- бекітпе элементтеріндегі кернеулер.

Бекітілетін жанама жыныстардың массасы бекітпе элементтерінде белгілі бір кернеулерді тудырады, сондықтан ұсынылатын бекітпе оның тиімді жұмыс істеуі барлық талаптарға сай болуы үшін, оның элементтерінің кернеулі-деформациялық күйі бекітпе материалының беріктілік шегінен аз болуы тиіс.

Бекітпе элементтеріне әсер ететін сыртқы күштердің шамасы бірдей емес. Осы күштердің әсерінен бекітпе элементтерінің құрылымы деформацияланады. Шамадан тыс деформация бекітпенің сапасына және қауіпсіздігіне әсер етеді, сондықтан орнатылған деформациялар шамасы Autodesk Inventor бағдарламасымен алынған деформациялардың шамасымен салыстырылды. Салыстыру X, Y, Z кеңістігінде жүргізілді және қауіпсіз деформациялардың мәндері анықталады.

Зерттеулер бекітпе элементтерінің құрылымына шамалары бірдей емес сыртқы күштер әсер ететін болса, бекітпенің қатаң байланыстырылған учаскелерінде бекітпенің ығысу құбылысы пайда болады.

Ығысу шамадан тыс пайда болған кезде, бекітпе қауіпті жағдайға ауысады, сондықтан бекітпенің ығысу шамасы қауіпсіз мәннен аспауы тиіс.

Беткі қатпарлардың әсерінен бекітпе бетінде қысым пайда болады. Бұл қысым бекітпе материалының стандартты беріктілік шегінен аз болса, бекітпе беріктілігі мен тұрақтылығы бойынша қойылатын талапты қанағаттандырады.

Модельдеу нәтижелері бойынша ығысу мен қысымның қауіпсіз мәндері анықталды. Ұсынылған бекітпенің сыртқы күштердің әсерінен деформациялануы, зерттелген шарттар үшін модельдеу нәтижелерінен алынған деформацияның шамасы рұқсат етілген мәндерден аспайды және бекітпе тұрақты болатындығын көрсетті.

Осылайша, ұсынылған құрама икемделгіш бекітпе толығымен жұмыс істеуге қабілетті және тиімді пайдалануға болады деп қорытынды жасауға болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыста жоғары деңгейде механикаландырылған құрама икемделгіш бекітпені жасау жолымен тау-кен қазбасының бекітілу сапасын жақсартуды қамтамасыз ететін, ғылыми негізделген техникалық және технологиялық шешімдерді көрсететін маңызды халық-шаруашылығының міндеті шешілді.

Орындалған зерттеулер келесі қорытындылар мен ұсыныстарды жасауға мүмкіндік береді.

1. Тау-кен қазбалары бекітпелерінің тиімді жұмыс істеуін жоғарылату үшін өзінің көтергіштік қабілетін сақтай отырып, серпімді кернеулер шегінен тыс ығысулар мен деформациялар жасауға мүмкіндік беретін икемделгіш бекітпелерді пайдалану ұсынылады.

2. Құбырлы гидрокерме анкерлі белдіктерінен және белгілі бір тәртіпте салынған темірбетонды аркадан тұратын, реттелетін құрама икемделгіш бекітпелердің құрылмалары ұсынылды. Тау жыныстарының ығысуының бастапқы қарқынды кезеңінде, белгіленген көтеру қабілетіне ие құбырлы гидрокерме анкерлер жұмыс істейді, ал осы кезеңнің соңында анкерлерге ілінген темірбетонды арка бекітілетін қазбаның табанына тіреледі де іске кіріседі.

3. Бекітілетін жанас жыныстары бар анкерлердің бірлескен жұмысына қатысты көзқарастардың негізінде анкерлі сұлбаға негізделген, симметриялы біркелкі таралған жүктемемен жүктелген күрделі құрылымның тұйық контурын беретін «анкер - бекітілетін тау жынысы» моделі ұсынылды,

4. Құбырлы гидрокерме анкерлердің толық ашылуын және бекітілетін тау жыныстарының сипаттамаларын қамтамасыз ететін, керме сұйықтықтың қысымына тәуелділігін анықтайтын заңдылықтар негізінде құбырлы гидрокерме анкерлердің негізгі сипаттамаларын есептеу және болжау әдістемесі жасалды.

5. Шашыратпа бетонды бекітпені тұрғызудың сапасын жақсарту және тиімділігін жоғарылату үшін толық механизацияландырумен қалыңдығы 200-250 мм дейін бекітпе тұрғызуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін жаңа принципті ортадан тепкіш үрлегішті пайдаланған дұрыс.

6. Орталықтан тепкіш үрлеуіштің элементтеріне түсетін жүктемені компьютерлік модельдеу әдістемесі жасалды және зерттеу нәтижелері бойынша үрлеуіш қалақшаларының оңтайлы өлшемдері анықталды

7. Құрама икемделгіш бекітпе жұмысын компьютерлік модельдеу әдістемесі жасалды және мұндай бекітпеге түсетін жүктеменің сапалы сипаттамасы алынды.