

**ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**TECHNICAL SCIENCES**

**FTAMP 52.13.15**

**ТАУ ЖЫНЫСТАРЫН ЖАСАНДЫ МҰЗДАТУ ТӘСІЛІМЕН ОҚПАНДАР  
ҚҰРЫЛЫСЫ ТЕОРИЯСЫ МЕН ПРАКТИКАСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ**

**С.Е. СҮЙІНТАЕВА\*** [0000-0003-1362-2493], **М.К. ИМАНГАЗИН** [0000-0002-4228-6380],  
**А.Г. БУРУМБАЕВ** [0000-0001-5276-2259], **С.К. КАБЫЛКАНОВ** [0000-0002-1272-2065],  
**А.Б. НУРЛЫБАЕВ** [0000-0001-5049-5003]

*Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан*

\*e-mail: [suiintayevas@mail.ru](mailto:suiintayevas@mail.ru)

**Аңдатпа.** Мақалада оқпандар құрылысы кезінде оңтайлы технологияларды жүргізу және зерттеу мәселелері қарастырылады. Алынған нәтижелер бойынша тау жыныстарының дәстүрлі технология бойынша өзгерістері және тау сілемін мұздату тәсілімен оқпандардың құрылысына зерттеу жүргізілді. Сонымен қатар, мұздатқыш ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі апаттық жағдайлардың себептері мен жиілігіне талдау жасалды.

Өртүрлі тау-кен-геологиялық жағдайларда (атап айтқанда, біртекті тау жыныстары сілемінде және гетерогенді, тұрақты және тұрақсыз тау жыныстардың ауысуымен) оқпандардың құрылысы туралы талданған деректер әртүрлі тау-кен-геологиялық жағдайлардың, авариялық жағдайлардың туындау ықтималдығы дәрежесіне әсері туралы деректерді салыстыруға және монолитті тау жыныстары сілемінде бұрғы-жарылыс жұмыстары бағандардың үзілуіне әкелмейтінін, құмды сазды немесе құмды мергельді жыныстар сияқты тау жыныстарының байланыстары болған кезде, мұздату бағандарының үзілістері тұрақты түрде байқалады.

Талданатын статистикалық мәліметтерге сай, әртүрлі апаттық жағдайлардың көріну сипаты оқпанға судың кенеттен ұлғаюынан үңгубеттің айтарлықтай биіктікке кенеттен көтерілуіне және уақытша бекіту сақиналарының үзілуіне дейін өзгереді. Төтенше жағдайлардың ең көп таралған түрі – су мен тұзды ерітінділердің оқпанға енуі. Сәйкесінше, бұл жағдай мұздату үдерісінің одан әрі бұзылуына алып келеді.

**Түйін сөздер:** оқпандар құрылысы, оқпандарды мұздату, апаттық жағдайлар, белсенді мұздату, пассивті мұздату, жасанды мұздату.

### **Кіріспе**

Отандық шахта мектебінің тау жыныстарын мұздатудың технологиялық үдерісін жетілдірудегі үлкен жетістіктеріне қарамастан, мұздату тереңдігі 100 м-ден асатын қандай да бір қиындықтар және апаттар болмайтын бірде-бір оқпан кездеспейді.

Жалпы мұзды қоршаудың кенеттен бұзылу жағдайлары (сөзбе-сөз мағынада) осы

уақытқа дейін әлемдік тәжірибеде тіркелген жоқ. Алайда, тау жыныстарын мұздату туралы техникалық әдебиеттерде мұзды қоршаудағы «терезелер» деп аталатын жер асты суларының немесе тұзды ерітінділердің жарылуы нәтижесінде оқпандарды уақытша су басудың ондаған мысалдары келтірілген, әдетте мұздатқыш бағандардың жарылған жерлерімен шектелген. Сондықтан мұздатқыш бағанның уақытша істен шығуы да ұңғымадағы оқпанның су басуына әкелуі мүмкін, бұл қолайсыз. 1948 жылдан 2014 жылға дейінгі кезеңде «Шахтспецстрой» және «Союзспецстрой» ОШК трестінен өткен жасанды мұздату әдісін қолдана отырып, тік шахта оқпандарын үңгілеу кезінде авариялық жағдайлардың туындау жиілігін талдау 1-кестеде келтірілген [1-3]. Кестеде келтірілген статистикалық мәліметтердің дұрыстығы (кесте 1) зерттелетін оқпандар санымен анықталатын іріктеменің жеткіліктілігімен расталады – 579 дана.

**Кесте 1. 1948 жылдан 2014 жылға дейінгі кезеңде тік оқпандар құрылысы кезіндегі апаттар санын зерттеу**

Кезең	Талданатын оқпандар		Болған апаттар		
	Жалпы саны	Тереңдігі <150 м/>150 м	Барлық апаттар	Жыртылу қатып қалды. бағандар	Басқа түрлері апаттар
1948-1958	143	137/7	46	–	39
				–	5
1958-1968	194	165/29	62	1	35
				12	14
1968-1978	96	74/22	50	–	26
				11	13
1978-1988	37	35/5	21	–	7
				4	11
1988-2005	60	54/6	26	–	21
				3	2
2005-2009	18	11/7	15	–	9
				2	4
2009-2014	31	19/12	21	–	15
				2	4
1948-2014	579	476/76	242	20	11

1-кестедегі деректерді талдай отырып, келесілерді айтуға болады:

- 1958 жылға дейін өткізілетін оқпандардың 94 %-ы 150 м-ден аспады, апаттар саны аз болды, ал мұздатқыш бағаналардың жыртылуы байқалмады, ал үңгубеттегі тау жыныстарын

жоюдың негізгі әдісі – қолмен бұрғылау;

- кейіннен (1958-1968 жылдары) өтетін терең оқпандардың пайызы (15 %-ға дейін) ұлғаяды, 49 апат тіркелді және мұздату бағандарының апаттық үзілістері алғаш рет тіркелді;

- 1968 жылдан 1978 жылға дейін терең ұңғымалар құрылысының одан әрі өсуі байқалады (23 %-ға дейін), сонымен бірге ұңғымаларды салу кезінде апаттардың үлесі артады, мұздатқыш бағаналардың жыртылу саны артады, ал тау жыныстарын бұзудың негізгі әдісі-бұрғылау жарылғыш;

- 1978-1988 жылдар аралығында терең оқпандардың пайызы (14 %) оқпандармен салыстырғанда 150 м-ге дейін төмендейді, бұл метрополитен оқпандары мен қалалық жерасты құрылыстарының оқпандарын салу бойынша тапсырыстардың басым болуымен түсіндірілуі мүмкін. Алайда, терең оқпандарда мұздатқыш динамиктердің жыртылу саны артады;

- 1988 жылдан 2005 жылға дейін ұңғымалар құрылысының жалпы үлесі азаяды, терең ұңғымалар саны азаяды, бірақ апаттық ұңғымалардың жалпы пайызы мұздату ұңғымаларының жыртылу пайызы сияқты азаяды, бұл мұздату технологиясының дамуының салдары, ұңғымаларды үңгілеудің біріктірілген тәсімінің басым болуы, түтікшелі бекіткіш конструкциясының жақсаруы және алдыңғы қатарлы бетон бекітпесін қолданудан бас тарту;

- 2005-2009 жылдар аралығында шахта оқпандарының құрылысы іс жүзінде жүргізілмейді, ал авариялық жағдайлар туралы деректер ашық баспасөзде жарияланбайды;

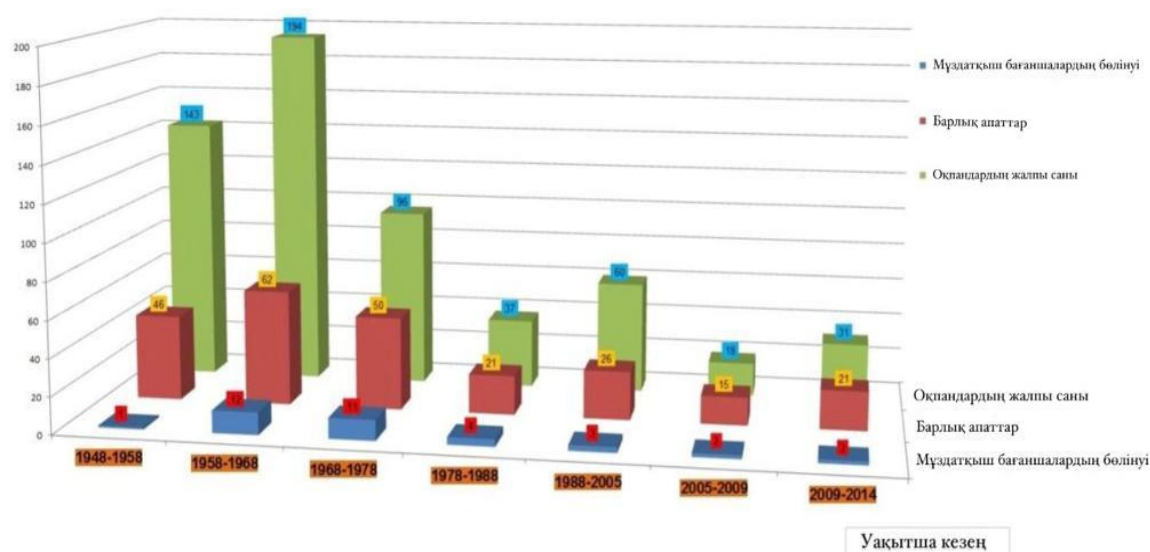
- 2009-2014 жылдар аралығында Гремячинск калий кен орнының екі оқпанының, «ЕвроХим» ААҚ Верхнекам калий кен орны Усол калий комбинатының клеттік оқпанының, «Уралкалий» ААҚ Усть-Яйвинский кен орнының екі оқпанының құрылысы басталған. Айта кету керек, Усол калий комбинатының клеттік оқпанын үңгілеу кезінде авариялық жағдайларды азайту үшін алғаш рет АСП-8,0 оқпан үңгілеу комбайны қолданылды.

### **Негізгі бөлігі**

Статистикалық деректерді математикалық өңдеу нәтижелері көрсеткендей, жоғарыда келтірілген авариялық жағдайлардың көпшілігі үшін мынадай технологиялық және геологиялық жағдайлар тән: оқпандарды арнайы тәсілмен үңгілеу тереңдігі 200-400 м-ден астам; оқпандарды параллель технологиялық тәсім бойынша үңгілеу; қалыпты, тірек, жоғарғы және төменгі түтіктерден тұратын ескі түтік бекіткішті қолдану; мұздақты қоршаудың негізгі параметрлерін есептеуден шығару «су өткізбейтін тау жыныстарының (саздардың) құрғақ» шөгінділерін; үңгубетте тау жыныстарын бұзудың бұрғылау-жару тәсілін қолдану [4].

Апаттардың негізгі түрлерінің таралуын талдау мыналарды көрсетті: уақытша бекітпенің бұзылуында көрінетін мұздату және еріту үдерісінің біркелкілігімен байланысты апаттар – 106 жағдайды (44 %), мұздату бағаналарының бұзылуымен байланысты апаттар – 63 жағдайды (26 %), оқпанға судың немесе тұзды ерітінділердің кенеттен жарылуы түріндегі апаттар – 31 жағдайды (14 %) және бетінің деформациясымен және копрлардың көтерілуімен байланысты апаттар – 15 жағдай (6 %).

Статистикалық деректерді зерттеу нәтижелері бойынша (сурет 1) болып жатқан авариялық жағдайлардың гистограммалары салынды.



**Сурет 1. Жыл бойынша мұздату бағандарының үзілуімен болған апаттық жағдайлардың гистограммасы**

### Әдістері

Су басқан жыныстардың құрамы және жыныс массивінің біртектілік дәрежесі. Әр түрлі тау-кен геологиялық жағдайларында оқпандарды үңгілеу тәжірибесін талдау, мұз жыныстарының қоршауындағы әлсіз және ең қауіпті жер, әр түрлі деформация модульдерімен, мысалы, құмтас пен сазды немесе қоңыр көмірлі пласттар ауысатын жердегі екі тау жыныстары пласттарының контактісі, сондай-ақ аллювиалды және мықты жыныстардың байланысы екенін көрсетті. Бұл әсіресе саздың аллювиалды шөгінділерінің негізінде пайда болған жағдайда тән. Осындай тау жыныстарының қабаттарының жанасуына сыртқы қысымның әсерінен жұмсақ жыныстар мықты жыныстардың бетіне сырғып кетеді.

Дәл осы жерлерде оқпанға судың немесе тұзды ерітіндінің жарылуы жиі байқалады.

Шахта құрылысы тәжірибесінде орнықсыз және мықты тау жыныстарының байланыстары шахта оқпандарын бұрғы-жарылыс әдісімен үңгілеу кезінде асқынулардың себебі болғаны бірнеше рет белгілі. Н.Г. Трупақ [5] сияқты авторлар барлық тау жыныстары байланыстарын қауіпті деп санады, бұл тәжірибе деректерімен жоққа шығарылды. Мысалы, В.А. Федюкин [6] 270,4 м тау жыныстарының контактілеріндегі бұрғы-жарылыс жұмыстарымен №2 БКК оқпанындағы бағаналардың үзілуін сипаттай отырып, әсіресе мұздату аймағында 220 м тереңдікке дейін ұңғымада ешқандай асқынулар болмағанын ерекше атап өтті, дегенмен 18 м тереңдікте саз бен алевролит байланысы болған. Содан кейін 69 м-ге дейін алевролит пен құмтастың, одан әрі 18 м құмтас пен әктастың, содан кейін 156 м тереңдікке дейін алевролиттің, саздың және әктастың ұсақ қабаттарының тұрақты қабаттасуы; төменде – мергельдер мен ангидриттің қабаттасуы байқалды. Бұл ретте апаттардың сипаттамасында оқпандардың қабырғаларында жыныстардың жанасуында жыныстардың орын ауыстыруы тіркелгені туралы айтылмайды. Сондай-ақ, сілкініске ұшырайтын және одан да көп дәрежеде бұзылатын жарылыс жұмыстарын қолданған кезде жыныстардың жанасу аймақтарындағы судың бұзылу қаупі сияқты фактіге назар аудару қажет. Сондықтан жоғарыда аталған тау жыныстарының жанасуындағы жарылыс жұмыстары өте сақтықпен жүргізілуі керек [7].

Демек, пласт байланыстарының болуы жарылғыш заттардың мұздатқыш бағандардың бітеулігіне зиянды әсерін күшейтеді деп болжауға болады.

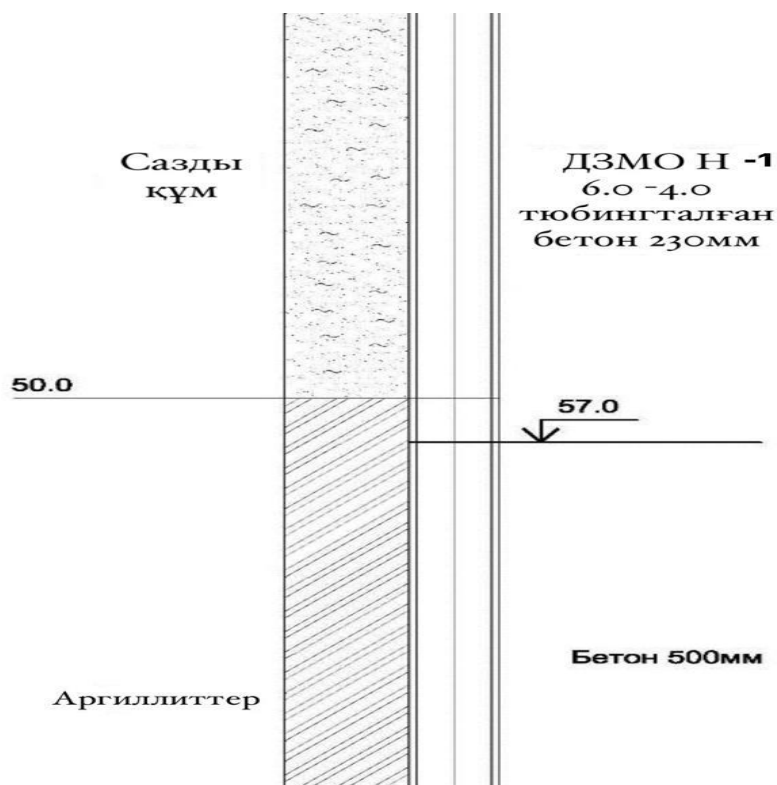
### **Пікірталас**

Бұл болжамды дәлелдеу үшін тік шахта оқпандарының құрылысы кезінде тау жыныстарын мұздату әдісін қолданудың екі сәйкес жағдайын қарастырайық: Донбасстағы «Ново-Гродовка» тік желдету оқпаны және Курск магниттік аномалиясының Яковлев темір кенді кен орнының үш тік оқпанының бірі [8].

Таңдалған құрылыс мысалдарының тау-кен геологиялық жағдайларын қарастырамыз.

Бірінші мысал су басқан сазды құмның біркелкі қабатымен ұсынылған. 2-суретте Донбасстағы «Ново-Гродовка» оқпаны бойынша литологиялық баған келтірілген.

Оқпан құрылысы тау жыныстарын бұзудың бұрғылау-жару әдісін қолдану арқылы жүзеге асырылды, бірақ құрылыс үдерісінде төтенше жағдайлар болған жоқ.



**Сурет 2. Мұздату тереңдігі 57 м болғанда «Ново-Гродовка» оқпанының 0-65 м тереңдіктегі бойлық кесіндісі**

Екінші жағдайда, геологиялық тілік – бұл сазды және ұсақ түйіршікті құмдар, құмтастар, тығыз сазды және тақтатаас саздары сияқты жыныстардың ауысуымен ұсынылған гетерогенді тау жыныстары. Негізгі күрделілік болып табылатын – жалпы қалыңдығы 150 м-ден асатын, 511,5 м тереңдікке таралған көп түйіршікті, сазды, суға қаныққан және тұрақсыз құмдар, ағысының шамасы 500 м-ден асатын жоғары қысымды жер асты сулары, оқпанға 900 м<sup>3</sup>/сағ-тан асатын үлкен су ағындары, оның ішінде – 385,0 м<sup>3</sup>/сағ келловей деңгейжиегі құмдары.

Төмендегі геологиялық кесінділерден көріп отырғанымыздай, Яковлевск кен орнын ашудың қиындығы кен шоғырының қалыңдығы шамамен 600 м болатын шөгінді орнықсыз жыныстардың қалыңдығының астында, гидростатикалық басы 5,5 МПа-ға дейінгі сегіз сулы деңгейжиекті және оқпанға 900 м<sup>3</sup>/сағ-қа дейінгі жалпы су ағынын сақтайтындығында болды.

III-11-77 ҚНЖЕ ұсынысы бойынша Яковлев кен орнының массивін дайындау үшін топырақты жасанды мұздату әдісі қолданылды.

Салынып жатқан үш ұңғыманың әрқайсысында мұздату екі концентрлі шеңберде орналасқан екі қатарлы мұздату ұңғымаларын шығару жоспарланған болатын. Бірінші шеңбердің диаметрі – 14,5 м, екінші шеңбердікі – 19 м. Қатарлар арасындағы қашықтық –

2,25 м. Ішкі қатардағы мұздату ұңғымалары арасындағы қашықтық 1,38-1,47 м, сыртқы қатарда 1,65-1,81 м болды.

Мәселен, мысалы, №2 оқпанда мұздату 620 м тереңдікке дейін жүргізілді. № 2 оқпан 60 м тереңдіктен соңғы тереңдікке дейін бұрғылау-жару әдісімен, биіктігі 1,5 м кіреберістермен, содан кейін тубингтермен бекітілді. Айта кету керек, бұрғылау-жару жұмыстарын қолдану, М.М. Протоdjяконов шкаласы бойынша мұздатылған күйде 4-ке дейін мықты әктас мергельдер немесе бормен үңілу кезінде көрінбеді, тек 309 м тереңдікте толығымен мұздатылған құмдардың қиыршық тастармен және тұтқыр сазбен байланысында бірден 6 баған кесілді. Қыркүйек пен қаңтар аралығында 15 мұздатқыш құбыр деформацияланды. Зақымдалған мұздатқыш бағандардың ішінен мұздатқыш бағандардың сыртқы қатарына қосылған бір ғана баған қалпына келтірілді.

### **Нәтижелер**

Әктас мергель және бор сияқты біртекті жыныстар арқылы өту кезінде бағаналардың деформациясы тіркелмегеніне және барлық деформациялар саз бен құмның ауыспалы қабаттарының шекарасындағы сазды жыныстарда болғанына назар аудару қажет. Сегіз баған 307,5-311 м тереңдікте жатқан төменгі бор саздарында 308-311 м тереңдікте деформацияланды. 314-316 м тереңдікте оқпан соқпалы балғалармен үңгіленді, бағаналардың деформациясы байқалмады.

Осыған ұқсас үлгі кейбір оқпандарды шетелде үңгілеу кезінде байқалды, мысалы, Германиядағы «Фьёрде» оқпаны [9], Ол «Вальзум» шахта алабының солтүстік бөлігінде орналасқан.

Әртүрлі тау-кен-геологиялық жағдайларда (атап айтқанда, біртекті тау жыныстары массивінде және гетерогенді, орнықты және орнықсыз жыныстардың ауысуымен) оқпандардың құрылысы туралы талданған деректер әртүрлі геологиялық жағдайлардың авариялық жағдайлардың туындау ықтималдығы дәрежесіне әсері туралы деректерді салыстыруға және монолитті тау жыныстары массивінде бұрғылау-жару жұмыстары бағандардың үзілуіне әкелмейтінін, құм-саз немесе құм-мергельді жыныстар [10] сияқты тау жыныстарының байланыстары болған кезде, мұздату бағандарының үзілістері тұрақты түрде байқалады.

Тау жыныстарының құрамы апатты жою әдісін таңдауға да әсер етеді: сулы қабаттарда қиыршық тастардың қосындылары болған жағдайда, сынған бекітпе бөлімшесінің бекіту кеңістігін тығындаумен шектелуге болады, ал сазды және мергельді жыныстар қабаттасқан жағдайда апатпен күресудің бірнеше әдісін қолдану қажет – оқпан үңгубетінен

бетон жастықшасын жасаудан бастап қосымша мұздатқыш ұңғымаларды бұрғылауға және белсенді қату мерзімін ұзартуға дейін мұздату.

Мұздату тәсімінің әсері: әртүрлі тау жыныстарын мұздату тәсімдері талданады: сулы деңгейжиектердің бүкіл тереңдігіне, аймақтық және жергілікті. Аймақтық мұздату тәсімін қолдану анағұрлым ауыр апаттық жағдайларға әкелетіні және оларды жою бойынша ұзақ шараларды қажет ететіні анықталды, өйткені барлық сулы қабаттар бұрғыланған ұңғымалармен біріктіріліп, олар арқылы әртүрлі статикалық бастары бар сулы деңгейжиектердің сулары ағып жатыр.

Талданатын статистикалық мәліметтерден көрініп тұрғандай, апаттық жағдайлардың көріну сипаты оқпанға судың кенеттен ұлғаюынан үңгубеттің айтарлықтай биіктікке кенеттен көтерілуіне және уақытша бекіту сақиналарының үзілуіне дейін өзгереді. Төтенше жағдайлардың ең көп таралған түрі – су мен тұзды ерітінділердің оқпанға енуі, бұл мұздату үдерісінің одан әрі бұзылуына әкеледі.

Апаттарды жою әдістері келесідей: оқпанды параллель тәсім бойынша үңгілеу кезінде шағын кірулерге көшу, бетон жастық жасау, мұздату ұңғымаларын қосымша бұрғылау және белсенді мұздату мерзімдерін ұлғайту.

### **Қорытынды**

Тау жыныстарын жасанды мұздату әдісін қолдана отырып, оқпандар құрылысының перспективаларын зерттеу, олардың тереңдігінің күрт артып, құрылыстың гидрогеологиялық жағдайлары күрделене түсетіндігін көрсетті. Аналитикалық және эксперименттік зерттеулердің қазіргі деңгейін, сондай-ақ шахта құрылысында тау жыныстарын жасанды мұздату әдісін қолдану тәжірибесін талдай отырып, мұзды жыныстардың қоршауының қалыңдығын, мұздату станциясының қуаты мен жұмыс уақытын анықтаудың есептік әдістері барынша зерттеліп, әзірленгенін атап өткен жөн. Бұл ретте оқпандар құрылысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері қанағаттанарлықсыз болып қалады, ұңғыманың жылдамдығы айына 40-45 м-ден аспайды. Мұндай қанағаттанарлықсыз көрсеткіштердің басты себептерінің бірі – мұздатылған жыныстарды игеру тәсілдерінің жетілмегендігі, нәтижесінде төмен қуатты және төмен жылдамдықты тиегіштерді пайдалану. Жасанды мұздату әдісінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттырудың ұтымды жолдарының бірі – тау жыныстарын бұзудың бұрғылау-жару әдісін енгізу болып табылады. Алайда, іс жүзінде жарылыс технологияларын қолдану кезінде мұздату бағандарының апаттық бұзылуы, жарылыс әсерінің мұздақтарды қоршауға әсер ету дәрежесін жеткіліксіз зерделеу, әртүрлі геологиялық, гидрогеологиялық, техникалық факторлардың мұздақтарды



қоршаудың кернеулі-деформацияланған күйіне және мұздату бағандарына әсерін көрсететін сенімді, негізделген есептеу әдістерінің болмауы салдарынан орын алады. Бұл мәселеде аздаған зерттеулер аналитикалық немесе таза эмпирикалық болып табылады және жалпылау мен қорытынды жасауға мүмкіндік бермейтін өте шектеулі мәліметтер мен қарама-қайшы нәтижелер береді.

### Әдебиеттер тізімі

1. Терехов П.М. Исследования взрывного разрушения замороженных рыхлых пород при сооружении стволов шахт: дис. ... канд. тех. наук / П.М. Терехов. – М., 1972.
2. Тютюнник П.М., Методические указания по лабораторно-практическим занятиям по разделу «Контроль процессов замораживания пород в подземном строительстве» II б. / П.М. Тютюнник, А.М. Солодов // – М.: МГИ, 1991.
3. Усиление тюбинговой крепи в старых стволах с БТИСМ. Отчет о НИР: Разработка и внедрение методов оперативного контроля за деформациями крепи в период сооружения стволов специальными способами – Х. Бруне, Э. Шаувекер. - Белград, 1987 ж., 1-48 б.
4. Ляхов Г. М. Волны в плотных средах и нагрузки на сооружения / Г.М. Ляхов, Н.И. Полякова // – М.: Недра, 1967.
5. И.Б. Карасик. Буровзрывные работы в стволах шахт, проходимых способом замораживания // Вопросы организации и механизации горнопроходческих работ: труды ВНИИОМШС. – Харьков. – 1970 ж., – 19 б. 40-53 б.
6. Труды международного симпозиума по проходке шахтных стволов и туннелей, 1959 ж., маусым, – Лондон.
7. Тютюнник П.М. Комплексный контроль ледопородного ограждения при сооружении ствола шахты / П.М. Тютюнник, А.А. Роменский // Шахтное строительство. – 1984. – №11. – 14-19 б.
8. Насонов И.Д., Шуплик М.Н. Закономерности формирования ледопородных ограждений при сооружении стволов шахт / И.Д. Насонов, М.Н. Шуплик. – М.: Недра, 1976.
9. Ф. Биттнер. Крепление ствола «Ферде», пройденного способом замораживания // Глюкауф (орыс. бас.). – 1985. – 10 окт (№ 19). – 3-8 б.
10. Ф. Биттнер. Проходка ствола Рейнберг способом замораживания // Глюкауф, 1991. – №11/12. – 11-16 б.

### References

1. Terekhov P.M. (1972). Issledovaniya vzryvnogo razrusheniya zamorozhennyh ryhlyh porod pri sooruzhenii stvolov shaht: dissertaciya kandidata tekhnicheskikh nauk [Studies of explosive destruction of frozen loose rocks during the construction of mine shafts: dissertation of the Candidate of Technical Sciences] – M. [in Russian].
2. Tyutyunik P. M., Solodov A.M. (1991). Metodicheskie ukazaniya po laboratorno-prakticheskim zanyatiyam po razdelu "Kontrol' processov zamorazhivaniya porod v podzemnom stroitel'stve" [Methodological guidelines for laboratory and practical classes in the section "Control of rock freezing processes in underground construction"] Ch. II. – M.: MGI., [in Russian].
3. Brune H. SHauveker E. (1987). Usilenie tyubingovoj krepki v staryh stvolah s BTISM. Otchet o NIR: Razrabotka i vnedrenie metodov operativnogo kontrolya za deformacijami krepki v period sooruzheniya stvolov special'nymi sposobami [Reinforcement of tubing support in old trunks with BTISM. R&D Report: Development and implementation of methods for operational control of support deformations during the construction of trunks by special methods] Belgrad. [in Russian].
4. Lyahov G.M., Polyakova N.I. (1967). Volny v plotnyh sredah i nagruzki na sooruzheniya [Waves in dense environments and loads on structures] M.: Nedra [in Russian].
5. Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma po prohodke shahtnyh stvolov i tunnelej [Proceedings of the International Symposium on the sinking of mine shafts and tunnels] iyul' (1959). – London [in Russian].
6. Tyutyunnik P.M., Romenskij A.A. (1984). Kompleksnyj kontrol' ledoporodnogo ograzhdeniya pri sooruzhenii stvola shahty [Integrated control of ice-bearing fencing during the construction of the shaft of the mine] Shahtnoe stroitel'stvo. – no 11. – P. 14-19 [in Russian].
7. Karasik I.B. (1970). Burovzryvnye raboty v stvolah shaht, prohodimyh sposobom zamorazhivaniya // Voprosy organizacii i mekhanizacii gornoprohodcheskih rabot: trudy VNIOMSHS [Drilling and blasting operations in the shafts of mines traversed by the freezing method // Issues of organization and mechanization of mining operations: proceedings of the VNIOMSHS]. Har'kov, Vyp. 19. P. 40-53 [in Russian].
8. Nasonov I.D., SHuplik M.N. (1976). Zakonomernosti formirovaniya ledoporodnogo ograzhdeniya pri sooruzhenii stvolov shaht [Regularities of the formation of ice-bearing fencing during the construction of mine shafts], M.: Nedra [in Russian].
9. Bittner F. (1985). Kreplenie stvola "Ferde", projdennogo sposobom zamorazhivaniya [Fastening of the "Ferde" barrel, passed by the freezing method] Glyukauf (russk.izd.) – no 19. – P. 3-8 [in Russian].

10. Bittner F. (1991). Prohodka stvola Rejnberg sposobom zamorazhivaniya [Penetration of the Rheinberg trunk by freezing method] Glyukauf, – no 11/12. – P. 11-16 [in Russian].

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА СТВОЛОВ МЕТОДОМ ИСКУССТВЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПОРОД**

**С.Е. СУЙНТАЕВА\***, **М.К. ИМАНГАЗИН**, **А.Г. БУРУМБАЕВ**,  
**С.К. КАБЫЛКАНОВ**, **А.Б. НУРЛЫБАЕВ**

*Актыбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан*

\*e-mail: suiintayevas@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы проведения и исследования оптимальных технологий при строительстве стволов. По полученным результатам исследованы изменения горных пород по традиционной технологии и строительству стволов способом замораживания горного массива. Кроме того, проведен анализ причин и частоты аварийных ситуаций при бурении замораживающих скважин.

Проанализированные данные о строительстве стволов в различных горно-геологических условиях дают возможность сопоставить данные о влиянии разнообразных геологических условий на степень вероятности возникновения аварийных ситуаций и констатировать, что в монолитном породном массиве буровзрывные работы не приводят к разрыву колонок, в то время как при наличии контактов таких пород, как песок - глины или песок - мергелистые породы, стабильно наблюдаются разрывы замораживающих колонок.

Следовательно, из анализируемых статистических данных, характер проявления аварийных ситуаций изменяется от внезапно увеличивающегося притока воды в ствол до внезапного пучения забоя на значительную высоту и разрывов колец временной крепи. Наиболее часто встречающийся вид аварийных ситуаций – прорыв воды и рассолов в ствол, который в свою очередь, вызывает в дальнейшем нарушение процесса замораживания.

**Ключевые слова:** строительство стволов, замораживание стволов, аварийные ситуации, активное замораживание, пассивное замораживание, искусственное замораживание.

## **THE CURRENT STATE OF THE THEORY AND PRACTICE OF TRUNK CONSTRUCTION BY ARTIFICIAL FREEZING OF ROCKS**

**S.Ye. SUIINTAYEVA\***, **M.K. IMANGAZIN**, **A.G. BURUMBAYEV**,  
**S.K. KABYLKANOV**, **A.B. NURLYBAYEV**

*K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan*

\*e-mail: suiintayevas@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the issues of conducting and researching optimal technologies in the construction of trunks. Based on the results obtained, the changes in rocks according to traditional technology and the

construction of trunks by freezing the mountain massif were investigated. In addition, an analysis of the causes and frequency of emergencies during drilling of freezing wells was carried out.

The analyzed data on the construction of shafts in various mining and geological conditions make it possible to compare data on the influence of various geological conditions on the degree of probability of emergency situations and to state that drilling-blasting operations in a monolithic rock mass do not lead to rupture of columns, while in the presence of contacts of rocks such as sand-marl rocks, breaks of freezing columns are consistently observed.

Consequently, from the analyzed statistical data, the nature of the manifestation of emergency situations varies from a suddenly increasing inflow of water into the trunk to a sudden heaving of the face to a significant height and ruptures of the rings of temporary support. The most common type of emergency situations is the breakthrough of water and brines into the trunk, causing further disruption of the freezing process.

**Key words:** trunk construction, trunk freezing, emergency situations, active freezing, passive freezing, artificial freezing.