

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



А. Е. Құттыбаев

БҰРҒЫЛАУ СТАНОКТАРЫ

Университеттің ғылыми кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2020

ӘОЖ 622.1/.2 (075.8)

КБЖ 33.12 я 73

К88

Пікір жазғандар:

С.К. Молдабаев, техника ғылымдарының докторы, профессор.
Satbayev University.

А.Ж. Имашев, PhD докторы. КЕАҚ Қарағанды техникалық
университеті.

А.Б. Болатова, техника ғылымдарының кандидаты. КеАҚ"
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті "

Құттыбаев А. Е.

Қ88 Бұрғылау станоктары: Оқу құралы / Құттыбаев А. Е. – Алматы:
ҚазҰТЗУ, 2020. – 132 б.

Сурет 28. Кесте.13. Библиограф. – 24 атау.

ISBN 978-601-08-0263-6

Оқу құралында таужыныстарының физика-механикалық қасиеттерімен бұзылу әдістері, бұрғылау әдістерінің жалпы сипаттамасы және таужыныстарын бұзудың жаңа әдістері қарастырылған. Бұрғылау жұмыстарының технологиялық негіздері, бұрғылау станоктарының жіктелімімен жұмыс жасау принципі, құрылмаларымен жұмыс процесі теориясының элементтері, шетел өндірісінің бұрғылау станоктары, бұрғылаудың техникалық және энергетикалық параметрлерін есептеу, өнімділігі және пайдаланымы, автоматтандырудың технологиялық негіздері, бұрғылау жұмыстарын ұйымдастыру, техника қауіпсіздігі және оларды жетілдіру жолдары жөнінде толықтай жазылған. Бұрғылау станоктарын тиімді қолданылу салалары сипатталған.

Оқу құралын тау-кен саласы мамандықтарының студенттері, жобалық мекемелер мен тау-кен кәсіпорындарының инженерлік-техникалық қызметкерлері пайдалануға болады.

ӘОЖ 622.1/.2 (075.8)

КБЖ 33.12 я 73

ISBN 978-601-08-0263-6

© Құттыбаев А. Е., 2020

© ҚазҰТЗУ, 2020

КІРІСПЕ

Соңғы онжылдықта Қазақстанда тау-кен саласының дамуына байланысты ашық кен, жер қазу және құрылыс жұмыстарындағы бұрғылаудың жылдық көлемі бірнеше миллион метрден асады. Қазіргі жұмыс жасайтын және біршамасы ескірген жұмыс жабдықтарымен мұндай көлемді игеру үшін бұрғылау станоктарының 500-ден аса данасы қажет болады.

Соңғы жылдары бұрғылау станоктарының өнімділігі тұрақтанды, ал кен өндірісінің жұмыс шарттары күрделіленді. Бұрғылауға жұмсалатын шығындар көлемі үзіліссіз өсуде, олар қатты таужыныстарында кен жұмыстарының жалпы шығындарының 30–35 % жетеді.

Карьерлерде аттыру ұңғымаларын бұрғылаудың техникасы мен технологиясының заманауи деңгейі XX ғасырдың екінші жартысында қалыптасты. Айналмалы бұрғылайтын ауыр станоктардың өндірісін ұлғайту және барлық кен өндіру салаларында бұрғылау паркінің жаңа құрылымын қалыптастыру басталды. Кен өндіру саласында шарқашаулы бұрғылауға жылдам ауысу мұнайгаз өнеркәсібі мен геологиялық барлауда жинақталған жұмыс тәжірибесіне және шарқашаулы қашауларды өндіретін технологиялық желілердің болуына байланысты мүмкін болды. Бұл қашаулар мен бұрғы қарнақтарының типтік өлшемдерін қабылдауға негіз болды.

Ашық кен жұмыстарында шарқашаулы бұрғылау әдісі кең таралды. Бұл әдіспен бұрғылаудың барлық көлемінің 83 % жуығы, шнекті бұрғылаумен – 15 % жуығы және соққылы бұрғылаумен 1 % жуығы орындалады. Қалған 1 % термиялық және соққылық-арқанды бұрғылауға келеді.

ТМД елдерінің көмір разрездерінде бекем жыныстарды ұсақтау үшін көбінесе диаметрі 214 мм ұңғымалар, ал кен өнеркәсібінде диаметрі 243 мм ұңғымалар қолданылады.

Ұңғыма диаметрі 270–320 мм бұрғылау станоктарын жасау және жетілдіру бойынша жұмыстар жүргізілуде. Аттыру ұңғымаларын бұрғылаудың әлемдік тәжірибесінде диаметрі 200–311 мм ұңғымалар көп таралған және тиімді болып саналады.

Ашық кен жұмыстарында ұңғымаларды көлбеу бағыттап, кемердің қиябетіне параллель бұрғылау кеңінен қолданылады, бұл бұрғылау мен аттырғыш заттарға жұмсалатын меншікті шығындарды азайтады және кен қазындысының ұсақталу сапасын жақсартады.

Ашық өндіру кәсіпорындарын техникалық қайта жарақтандыру міндеттерін шешу бұрғылау техникасын одан әрі дамыту мен жетілдірумен тығыз байланысты. Тау-кен массасын экскавацияға және тасымалдауға уақтылы және сапалы дайындау, демек, жалпы өндірудің техника-экономикалық көрсеткіштері бұрғылау жұмыстарының сапасына байланысты. Осы мақсатта тау-кен саласының білікті мамандарын дайындау қажет. Ұсынылып отырылған оқу құралы осы мәселені шешуге аз да болса көмегін тигізеді деп ойлаймын.

«Бұрғылау станоктары» пәні – «Пайдалы қазбаларды ашық түрде қазу» мамандығы бойынша оқитын кен техниктерін дайындау кезіндегі басты пәндердің бірі болып саналады. Ол жалпы білім беру пәндеріне негізделген және математика, физика, жалпы электртехникасы, техникалық механика мен басқа пәндерді білуді қажет етеді.

Автор осы оқу құралының сапасын жақсартуға бағытталған ескертулер мен тілектер жазған оқырмандар қауымдарына өз алғысын алдын ала айтып және оларды жылы қабылдап, келешекте еске алатындығын білдіреді.

1. ТАУЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ БҰЗЫЛУ ӘДІСТЕРІ

1.1. Бұрғылау және қопару тиімділігіне әсер ететін таужыныстарының қасиеттері

Таужыныстарының қасиеттерін білу – бұрғылау машиналарын таңдауда және жару жұмыстарын жүргізгенде өте маңызды. Бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізген кезде таужыныстарын қопару тиімділігі оның әртүрлі қасиеттерімен анықталады. Бұл, мысалы, бұрғылау кезінде кескіш құрал астындағы қопарылу аймағы кіші өлшемдерге ие және таужыныстарының қасиеттеріне: қаттылығына, мықтылығына, кесектілігіне, тұтқырлығына, т.б. байланысты.

Жоғарыда келтірілген таужыныстарының қасиеттері жарылыс сапасы мен бұрғылау құралдарының тозуына тікелей әсер етеді. Төменде таужыныстарының негізгі қасиеттеріне қысқаша анықтама берілген.

Таужыныстарының бекемдігі – тау жынысына сыртқы күшпен әсер еткенде, қарсы кедергі жасау қабілеттілігін сипаттайды да, негізінен бекемдік коэффициентімен белгіленеді.

Таужыныстарының қаттылығы – оған басқа бір дененің енуі кезінде қарсы деформация қабылдамайтын кедергі жасау қабілеттілігімен сипатталады.

Таужыныстарының жемірлігі – таужынысына металл немесе басқа да қатты денелер үйкелген кезде, оларды тоздыру қасиетімен сипатталады.

Таужыныстарының майырылғыштығы – сыртқы күшпен әсер еткен кезде бұзылмай, өз пішіні мен өлшемдерін қайтымсыз өзгерту қасиеті.

Таужыныстарының морттылығы – пластикалық деформациясыз таужыныстарының қопарылу қасиеті.

Таужыныстарының тұтқырлығы – тау-кен ісінде массивті бөлшектерге бөлу кезінде соған қарсы бөлінбей, кедергі жасау қасиеті. Таужынысының тұтқырлығы жоғарылаған сайын, бұрғылап-аттыру процесінің тиімділігі төмендейді.

Таужыныстарының кесектілігі – таужыныстарын

қалыптастыратын минерал түйіршіктерінің ірілігімен сипатталады. Оның түрлері: ірі кесекті таужыныстары – кесектердің диаметрі 5 мм-ден үлкен; орташа кесекті – кесектерінің диаметрі 1–5 мм және ұсақ кесекті – кесектерінің диаметрі 1 мм-ден аз. Минерал түйіршіктері қаншама ұсақ болса, оларды бұрғылау мен қопару да күрделене түседі.

Таужыныстарының кеуектілігі – құрамында тұйық кішкентай қуыстардың болуымен сипатталады.

Таужыныстарының сулылығы – суды өз құрамында ұстап, кенорнын қазған кезде (ұңғымаларды бұрғылау, арықтарды жүргізу, т.б.) өзінен қайтадан бөліп шығару қасиеті. Таужыныстарының бұл қасиетін ұңғымаларды оқтау кезінде жарылғыш затты таңдағанда ескерген жөн.

Таужыныстарының тығыздығы – оның табиғи күйіндегі массасының көлеміне қатынасы. Жарылғыш заттың меншікті шығыны – таужыныстарының тығыздығына байланысты анықталады.

Таужыныстарының қопсығыштығы – олардың қопарылған кездегі массивтегі күйімен салыстырғанда, үлкен көлемді алу қасиеті. Қопарылған таужынысы көлемінің бастапқы көлеміне қатынасын – *қопсу коэффициенті* деп атайды.

Таужыныстарының орнықтылығы – ашық кеңістікте таужыныстарының қопарылмай, өз жағдайларын сақтап қалуы. Әдетте, бұл көрсеткіш ашық кен жұмыстарында кемердің қиябет бұрышымен сипатталады. Оның мөлшері таужыныстарының қасиеттеріне байланысты 20-дан 80⁰-қа дейін өзгереді. Таужынысының орнықтылығы көбінесе, терең карьерлерде бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізгенде, карьер беткейлерінің жобалық жиектерін жасағанда үлкен мәнге ие. Ал жерасты қазба жұмыстарында, қазбадағы қопарылмай қалатын ашық кеңістік алаңының өлшемімен сипатталады.

Таужыныстарының қабаттылығы – таужыныстарының қабаттарға оңай бөлініп қалуы. Бұл көрсеткіш бұрғылап-аттыру жұмыстарын қабатты таужыныстарында орындаған кезде үлкен мәнге ие болады.

Таужыныстарының жарықшақтығы – массивтегі таужыныстарының кеңістігінде орналасқан жарықшақтардың көптігімен сипатталады. Таужыныстарының табиғи жарықшақтығы кенорнының геологиялық сипаттамаларымен анықталады. Яғни, оның құрылымы және тектоникалық процестері, оған қоса жарылыс жұмыстарын жүргізуге де байланысты. Жарықшақтар жарылыс кезінде жасанды жолмен сейсмикалық әсерден пайда болады.

Таужыныстарының жарықшақтығы – жаппай жарылыс жұмыстарын орындағанда, қазбаларды қазған кезде, оларды жиектеу жұмыстарында, үлкен кесектердің әсерінен болады. Сондықтан жарылыс жұмыстарын жүргізу әдісін таңдау, кесектердің мүмкін болатын өлшемдерін белгілеу, сонымен қатар бұрғылау және аттыру жұмыстарының құжатын жобалаған кезде, таужыныстарының жарықшақтығын ескеріп отыру керек.

Таужыныстарының жарықшақтық дәрежесі мен олардың категориясы, әртүрлі әдістермен: таужыныстарының өзегі бойымен, кенжардың жоғарғы кеңістігімен планиметриялық және фотопланиметриялық өлшеулер арқылы, жарылыстан кейін жеке бөлшектерді өлшеу жолымен, т.б. анықталуы мүмкін.

Жыныстардың жүзден аса физикалық-техникалық параметрлері белгілі, олардың бәрін барлық тау жыныстары үшін өлшеп білу мүмкін емес.

Жыныстардың жүзден аса физикалық-техникалық параметрлері белгілі, олардың бәрін барлық тау жыныстары үшін өлшеп білу мүмкін емес.

Әр түрлі таужыныстарын бірге қарастыру, анализдеп және жіктеу мақсатында, таужыныстарын бір мезетте физикалық және геологиялық дене және кен қазындылары объектісі ретінде қарастыратын және сипаттайтын ең керек деген және жететін параметрлердің белгілі бір шектелкен тобын бөліп қарайды. Тау-кен жыныстарының осындай параметрлері негізгі параметрлер деп аталады (1.1-кесте).

1.1- кесте. Тау-кен жыныстарының негізгі физикалық-техникалық көрсеткіштері

Қасиеттері	Негізгі параметрлер	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Анықтамасы	Орташа өзгеру аралығы
Тығыздық	Көлөмді масса	ρ	кг/м ³	Құрғақ тау-кен жынысының табиғи бұзылған сұрылуының (көзектермен, жарықшастармен) бірлік көлемінің массасы	1500–3000
	Кеуектік	P	%	Жыныстың бірлік көлеміндегі барлық кеуектің еркін салыстырмалы көлемі	1,5–30
	Қысу кезіндегі беріктік шегі	$\sigma_{\text{сқу}}$	Па	Жыныс бұзылуға ұшыраған кезіндегі бір осьті қысу күшінің шекті мәні	$10^7\text{--}3\cdot 10^8$
Механикалық	Соғу кезіндегі беріктік шегі	$\sigma_{\text{соғу}}$	Па	Жыныс бұзылуға ұшыраған кезіндегі бір осьті соғу күшінің шекті мәні	$0\text{--}2\cdot 10^7$
	Серпімділік модулі (Юнг модулі)	E	Па	Өсер етуші тік кернеудің сегіз сәйкес бойлама серпімді деформация арасындағы пропорционалдық коэффициенті	$10^8\text{--}3\cdot 10^{11}$
	Пуассон коэффициенті	ν	–	Бір осьті қалыпты күшпен әсер еткендегі серпімді және бойлама көлденең деформациялар арасындағы пропорционалдық коэффициенті (салыстырмалы деформацияның бойлама деформациясы қатынасы)	0,1–0,45
	Жылу өткізгіштік коэффициенті	λ	Вт/(м·К)	Бірік арасышылықта температура К-ге өзгергенде перпендикуляр бірік көлденең қыла арғылы етегін ұзақтағы етегін жылу мөлшері	0,2–12
Жылулық	Меншікті жылу коэффициенті	c	Дж/(кг·К)	1 кг заттың температурасын К-ге көтеру үшін қажет жылу мөлшері	$(0,5\text{--}1,5)\cdot 10^3$
	Сызықтық жылулық ұстау коэффициенті	α	К ⁻¹	Денені К-ге қыздырғандағы салыстырмалы ұзаруы	$2\cdot 10^{-6}\text{--}10^{-4}$
	Меншікті Электр кедергісі	$\rho_{\text{э}}$	Ом/м	Электр өрісінің кернеулігі 1 В/м болғандағы 1м ² үлгіден өтетін ток күшіне кері шама	$10^{-3}\text{--}10^3$
Электрo магниттік	Салыстырмалы диэлектрик өткізгіштік	ϵ	–	Жыныс енген кезде электр өрісінің кернеулігі қанша есе азасан көрсететін коэффициент	2–30
	Салыстырмалы магнитті өткізгіштік	μ	–	Үлгіні енгізгенде өрістің магниттік индукциясының вакуумдегі өрістен салыстырғанда қанша есе өзгеретіндігін көрсететін коэффициент	0,9998–6,5

1.2 Таужыныстарының негізгі физика-механикалық қасиеттері

Таужыныстары мен көмірді өндіру оларды бұзудан басталады, бұл келесі әдістермен іске асады:

– *механикалық әдіс* – жұмыс құралының күшімен (сынатәрізді пішінді) массивтен таужынысын бөліп алады. Әдістің энергия сыйымдылығы (бұзылған тау жынысының көлеміне шаққандағы энергия шығыны) таужынысының беріктігіне, жұмыс құралының түріне, өлшемдеріне және ірілігіне байланысты 0,72–6,1 МДж/м³ болады;

– *гидравликалық әдіс* – таужыныстары массивтен гидромонитордан келетін су ағынымен бөлінеді немесе таужыныстары су түбінен топырақсорғыш снаряд арқылы шығарылады. Таужыныстарының арынды су ағынымен бұзылуының энергия сыйымдылығы 1,44–14,4 МДж/м³, ал топырақсорғыш снарядпен жұмыс жасағанда одан 1,5–2 есе аз болады (тасымалдауды есепке алмағанда);

– *жарылыс әдісі* – таужыныстары аттырғыш заттардың жарылысы кезінде бөлінген газдың қысымымен бұзылады. 1 м жарылыс ұңғымасын бұрғылағандағы энергия сыйымдылығы 14,1–36 МДж/м болады.

Бұзудың құрамды әдістері де қолданылады, мысалы, таужыныстарын негізгі қопсыту қопсытқыш арқылы жүргізіледі, ал бұзылған таужыныстарын түпкілікті қопсыту мен жинау механикалық күрек, тиегіш, скрепер, бульдозер немесе топырақсорғыш снаряды арқылы іске асырылады [1,2].

Таужыныстарын механикалық бұзу әдісі кең таралған, ол әдіспен тау-кен және жер қазу жұмыстарының 85% жуығы орындалады.

Берік таужыныстарын механикалық әдіспен бұзу кезіндегі төмен жылдамдықпен (5 м/с дейін) күш түсіру – статикалық, ал дірілді, жоғары жылдамдықты және импульсті бұзу – динамикалық деп аталады.

Өндіру кезінде кен машинасы орналасқан кен сілемінің тау жыныстарының қазуға кедергісі мен тұрақтылығы олардың физика-механикалық қасиеттерімен анықталады. Сондықтан таужыныстарын бұзудың теориясын білу үшін олардың физика-

механикалық қасиеттерін білу қажет.

Таужыныстарының *физика-механикалық қасиеттері* – физикалық және механикалық қасиеттерінің жиынтығы, яғни таужынысының қазу және деформациялау процесіндегі өзгерісін анықтайтын қасиеттері. Оның ішінде физикалық қасиеттеріне тығыздығы, кеуектілігі, иілгіштігі, майырылғыштығы, жылу өткізгіштігі, ылғалдылығы, ал механикалық қасиеттеріне – беріктігі, қаттылығы, қысымға, кесуге кедергісі, абразивтілігі, жарылғыштығы және басқа қасиеттері жатады.

Таужыныстары бірнеше көрсеткіштері бойынша жіктеледі: бекемдігі, бұрғылау және бұзу қиындығы, экскавациялау қиындығының деңгейі, т.б. Әр жіктелімнің ерекше қолданбалы маңызы бар, сондықтан оларды көрсеткіштерінің бірі бойынша біріктіру мүмкін емес.

Профессор М. М. Протодяков ұсынған таужыныстарының бекемдігі бойынша жіктелімі кең таралған. Таужыныстары $f = 0,3 \div 20$ бекемдік коэффициентімен бағаланады.

Бұл әдістің негізі таужыныстарының бірості сығылу кезіндегі мықтылығымен сипатталатын бекемдік коэффициентіне байланысты қабылданған. Сығылуға мықтылығы 100 кгс/см^2 ($9,8 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$) таужыныстарының бекемдік коэффициенті бірге тең екені мәлім. Соған байланысты, мықтылығы 1000 кгс/см^2 ($9,8 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$) таужынысының бекемдік коэффициенті проф. М. М. Протодяконовтың жіктелімі бойынша мына мәнге ие:

$$f = \frac{1000 \text{ кгс/см}^2}{100 \text{ кгс/см}^2} = \frac{9,8 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2}{9,8 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2} = 10; \quad (1.1)$$

яғни, бекемдік коэффициенті нақты таужынысының басқасынан қаншама есе мықты екенін көрсетеді.

Проф. М. М. Протодяконовтың жіктелімі (1.2-кесте) 10 категориядан тұрады, олар І-ден Х-ға дейін белгіленіп, кейбір категориялар жеке бөлімдерге бөлінген.

Өте бекем таужыныстары І категорияға, ал өте әлсіз таужыныстары Х категорияға жатқызылған. әр тобында сәйкес

1.2-кесте

Проф. М. М. Протодяконов ұсынған таужыныстарының
жіктелімі

Таужыныс- тарының категориясы	Бекемдік дәрежесі	Таужыныстары	Бекемдік коэффици- циенті f
I	Жоғары дәрежедегі мықты таужыныстары	Өте бекем, тығыз және тұтқыр кварциттер мен базальттар. Ерекше бекем басқа да таужыныстары	≥ 20
II	Өте бекем таужыныстары	Өте бекем граниттер. Кварцитті порфир, өте бекем тақтатас. Төмен бекемдіктегі кварциттер. Аса бекем құм және әктастар	15
III	Бекем таужыныстары	Тығыз гранит. Өте бекем құм және әктастар. Кварцит кен желілері. Бекем конгломерат. Өте бекем темір кендері	10
III (a)	Бекем таужыныстары	Бекем әктастар. Бекемдігі төмен гранит. Бекем құмдар, мрамор, доломит, колчедан	8
IV	Жеткілікті дәрежедегі бекем таужыныстары	Қарапайым құм. Темір кендері	6
IV(a)	Жеткілікті дәрежедегі бекем таужыныстары	Құмдақ тақтатастар. Тақтасты құмдар	5
V	Орташа бекемдіктегі таужыныстары	Бекем саздақ тақтатастар. Бекемдігі төмен құм және әктас, жұмсақ конгломерат	4
V(a)	Орташа бекемдік- тегі таужыныстары	Әртүрлі бекем емес тақтатастар, тығыз мергель	3
VI	Жеткілікті дәрежедегі жұмсақ таужыныстары	Жұмсақ тақтатас. Өте жұмсақ әктас, бор, тұзтас, гипс. Тондаған топырақ, антрцит. Қарапайым мергель. Қопарылған құм, цементтелген малта тас	2
VI(a)	Жеткілікті дәрежедегі жұмсақ таужыныстары	Қиыршық тасты топырақ. Қопарылған тақтатас, байланысқан малта тас және қиыршық тас, бекем таскөмір. Қатқан сазбалшық	1,5
VII	Жұмсақ таужыныстары	Тығыз саз топырақ. Жұмсақ тас көмір. Бекем тасындылар	1,0
VII	Жұмсақ таужыныстары	Тығыз саз топырақ. Жұмсақ таскөмір. Бекем тасындылар	1,0
VII(a)	Жұмсақ таужыныстары	Жеңіл құм топырақ, лесс, малта тас	0,8
VIII	Топырақты таужыныстары	Өсімдікті жер. Шымтезек, жеңіл саздақ, ылғал құм	0,6
IX	Сусымалы құмдар	Құм, ұсақ тастар, үйінді топырақ, көмір	0,5
X	Қорысты таужыныстары	Қорыстар, сұйық батпақтар, езілген топырақтар	0,3

0,3-тен 20-ға дейін бекемдік коэффициенттері келтірілген. Бұл жіктелім қазіргі кезге дейін ТМД-ның көптеген кен өндіру кәсіпорындарында кеңінен қолданылады.

Жылдам нормалау үшін проф. М. М. Протодьяконовтың таужыныстары жіктелімі жарамсыз болып келеді. Аталған жағдайда бұрғылау және аттыру бойынша жіктелімдер қолданылады.

Проф. А. Ф. Сухановтың зерттеулеріне негізделіп, бұрғылау бойынша бірыңғай жіктелім жобасы жасалған. Бұл жіктелімде таужыныстарын бұрғылау – бұрғылау жылдамдығымен сипатталады, ол келесі стандартты тәжірибелік жағдайда болған кезде: бұрғылау балғасының түрі ПР-19 (ПР-22); сығылған ауа қысымы – $4,5 \text{ кгс/см}^2$ (0,45 МПа); бұрғы басының диаметрі – 42 мм; бұрғы жүзінің пішіні – айқыш; бұрғы жүзінің орналасу бұрышы – 90° ; қарнақ ұзындығы – 1 м; бұрғылау тереңдігі – 1 м дейін.

Бұрғылау жылдамдығы анықталғаннан кейін, жіктелім бойынша сол шамаға жақын кестелік жылдамдық мәні табылады және таужынысы сол сыныпқа жатқызылады. Жарылыс күшімен қопарылуы бойынша таужыныстары жіктелімі стандартты жағдайда жару кезінде белгілі жарылғыш заттардың меншікті шамасының мәнін анықтауға негізделген. Сонымен қатар жарылыс нәтижесінде таужыныстары белгілі іріліктегі кесектерге қопарылуы керек.

Академик В. В. Ржевский таужыныстарын бұзу кезіндегі Пр және бұрғылау кезіндегі Пб салыстырмалы қиындықтары бойынша жіктеуді ұсынды (1.3-кесте). Осы жіктелім бойынша барлық таужыныстары бес сыныпқа бөлінеді, олардың әрқайсысы бір жалпы белгісі бойынша біріктірілген бес категориялы таужыныстарын құрайды. Осылайша, барлық таужыныстары 25 категорияға бөлінеді, ал категория көрсеткіші Пр және Пб шамасымен сәйкес келеді.

1.3-кесте

Таужыныстарын бұзу және бұрғылау қиындығы бойынша жіктелімі

Бұзу		Бұрғылау	
Таужыныстарының класы және сипаттамасы	Пр көрсеткіші	Таужыныстарының класы және сипаттамасы	Пб көрсеткіші
I – жартылай жартасты, тығыз және жұмсақ таужыныстары	1–5	I – жеңіл бұрғыланатын	1–5
II – жеңіл бұзылатын жартасты жыныстар	5,1–10	II – орташа бұрғыланатын	6–10
III – орташа бұзылатын жартасты таужыныстары	10,1–15	III – қиын бұрғыланатын	11– 15
IV – қиын бұзылатын жартасты таужыныстары	15,1–20	IV – өте қиын бұрғыланатын	16–20
V – мүлдем қиын бұзылатын жартасты	20,1–25	V – мүлдем қиын бұрғыланатын	21–25
Категориядан тыс таужыныстары	>25	Категориядан тыс таужыныстары	>25

Сирек кездесетін Пр>25 және Пб>25 шамалы таужыныстары категорияға жатпайды.

1.3. Таужыныстарының жалпылама физика-технологиялық сипаттамалары

Ашық кен жұмыстарының негізгі процестерінің технологиялық мәні таужынысының агрегаттық құрамын және кеңістіктік жағдайын өзгерту болып табылады. Таужынысы жеке процестерге кезекпен немесе жеке процестер физикалық үйлескен кезде біруақытта ұшырайды, мысалы, бос таужыныстарды тиеу, тасымалдау және кен алынған кеңістікке қоймалау аршу экскаваторларымен жүргізіледі. Кен жұмыстарының барлық технологиялық процестерінің мәні – таужыныстарының массивтен бөлінуге кедергісін жою, оларды бұзу және тасымалдау. Таужыныстарының кедергісі келесі процесс үшін бірқатар факторлармен түсіндіріледі:

1. Технологиялық процестерді жүргізу кезінде таужыныстары табиғи біріншілік жағдайдан (массивте) жасанды өзгерген жағдайға ауысады: жартасты және жартылай жартасты таужыныстар қазып алу кезінде бұзылған жыныстар тобына, ал тығыз және жұмсақ таужыныстар – қопсытылған жағдайға ауысады.

2. Әрбір технологиялық процестен кейін жасанды өзгертілген таужыныстың жағдайы бірдей болмайды. Мысалы, үйілімдегі және үйінді шанағындағы бұзылған таужыныстары әртүрлі кесектілігі және қопсу дәрежесі карьерлік және үйінділік кенжарлардағы біртүпті экскаваторлардың әртүрлі техникалық өнімділіктерін береді. Таужыныстарын алғашқы аттыру әртүрлі ұсатылу дәрежесімен сипатталады, т.с.с.

3. Әрбір процесс таужынысына әртүрлі сыртқы күштің әсер етуімен сипатталады. Бір құрамды таужыныстарының кедергісі және физикалық жағдайы әрбір процесте бірдей болмайды.

4. Берілген таужыныстарында бір процесті механикаландыру құрылымының әртүрлі типтерімен орындалған кезде және олардың қуаттары әртүрлі болған кезде таужыныстрының кедергісі өзгереді. Қазып алынатын таужыныстары сипаттамаларын процестерді механикаландыру құралдарынан бөлек қарастыруға болмайды. Мысалы, таужыныстары кедергісінің көрсеткіштері шарқашаулы және пневмосокқылы бұрғылау кездерінде, оларды механикалық күректермен және роторлы экскаваторлармен қазып алу кездерінде бірдей емес.

Таужыныстарының тау-кен технологиялық сипаттамаларын процестерді жүргізу барысында механикаландыру құралдарын және жұмыс орындарының (кенжарлар, көлік коммуникациялары, т.б.) технологиялық параметрлерін таңдау арқылы басқаруға болады.

Сонымен қатар тиімді технологияны жасау үшін таужыныстарының қасиеттерін басқарудың техникалық, ұйымдастырушылық және экономикалық шектеулері бар. Мысалы, таужыныстарын аттырып ұсату дәрежесінің өсуі жарылғыш зат шығыны артқан кезде үйілім параметрлерімен, жарылғыш зат энергиясының жыныстардың ұсақталуы және жылжуына таралуымен шектеледі.

Қазып алынатын таужыныстарын тасымалдау шығындары негізінен карьер параметрлеріне, жер бетіндегі және карьердегі қабылдау және қайта тиеу бекеттерінің орналасуына байланысты. Тасымалдау шығындары таужыныстарын қазып алудың жалпы шығындарының 40–70% құрайтындықтан барлық алдыңғы және кейінгі технологиялық процестерді карьер көлігінің қалыпты жұмысын қамтамасыз ететіндей механикаландыруға тырысады.

Аталған жағдайларды ескергенде технологиялық процестерді орындаудағы таужыныстарының кедергісін ескеретін жалпылама физика-техникалық сипаттама ретінде акад. В. В. Ржевский таужыныстарын қазып алу қиындығының салыстырмалы көрсеткішін $П_{ТР}$ ұсынған. $П_{ТР}$ көрсеткіші жыныстың табиғи жағдайын (массивте) сипаттайды және сонымен қатар қазып алуға дайындау, қазып алу және тиеу процестерін орындағаннан кейінгі жыныстың физика-технологиялық сипаттамаларының өзгеруін ескереді.

Аталған алғышарттар кезінде $П_{ТР}$ жуық шамамен келесі формуламен анықталады:

$$П_{ТР} = \frac{1}{3}(П_{\sigma} + П_{\epsilon} + П_{\gamma}), \quad (1.2)$$

мұндағы $П_{\sigma}$, $П_{\epsilon}$ және $П_{\gamma}$ – сәйкесінше таужыныстарын бұрғылау, аттыру және қазып алу қиындық көрсеткіштері.

$П_{\sigma}$, $П_{\epsilon}$ және $П_{\gamma}$ көрсеткіштері жыныстардың бұрғылау, аттыру және қазып алу категорияларымен сипатталады.

$П_{ТР}$ шамасына сәйкес таужыныстарын салыстырмалы қазып алу қиындығы бойынша 5 сыныпқа және 25 категорияға бөлінеді:

I сынып – оңай қып алынатын ($П_{ТР} = 1 \div 5$); қазып алудың қиындық категориялары 1, 2, 3, 4, 5;

II сынып – қазып алу қиындығы орташа ($П_{ТР} = 6 \div 10$); категориялары 6, 7, 8, 9, 10;

III сынып – қиын қазып алынатын ($П_{ТР} = 11 \div 15$);

категориялары 11, 12, 13, 14, 15;

IV сынып – ($\Pi_{mp} = 16 \div 20$); категориялары 16, 17, 18, 19, 20;

V сынып – өте қиын қазып алынатын ($\Pi_{mp} = 21 \div 25$);

категориялары 21, 22, 23, 24, 25.

Әрбір сыныптағы таужыныстарының ерекшеліктері:

I сынып – жыныстарды алдын ала дайындаусыз қазып алу мүмкіндігі;

II сынып – аттыру жұмыстары жүргізбей-ақ қазып алу мүмкіндігі, бірақ қазуға алдын ала дайындау жұмыстары міндетті түрде жүргізіледі, мысалы құрғату, механикалық қопсыту, массивтен динамикалық бөлу, т.б.;

III сынып – жарылғыш заттың салыстырмалы аз мөлшерімен алдын ала аттыру қажет (жарылуы бойынша I–II сынып жыныстары);

IV сынып – жарылғыш заттың көп мөлшерімен аттыру қажет (жарылуы бойынша III–IV сынып жыныстары);

V сынып – бұрғылануы және жарылуы өте қиын (бұрғылануы және жарылуы бойынша V сынып және категориядан тыс таужыныстары).

Қазып алуға дайындық және тасымалдау талаптарына байланысты бір түрлі таужынысы Π_{TP} әртүрлі көрсеткіштерімен сипатталуы мүмкін. Π_{TP} көрсеткішін күрделі экономика-технологиялық есептеулер және жабдықтар кешенін таңдауда жеке процестерді орындау шығындарын салыстырмалы бағалау үшін пайдаланады.

1.4. Таужыныстарын бұзу әдістері

Кен жұмыстары процесінде жыныстарды бұзу және кенжардан шығару өте күрделі операцияларға жатады.

Таужыныстарын бұзуды келесі әдістермен іске асыруға болады:

механикалық әдіс кезінде жұмыс құралдары таужынысын массивтен тікелей бөліп алады. Бұзылған таужынысының көлеміне шаққандағы энергия шығыны (энергия сыйымдылығы)

шамамен $0,2-1,7 \text{ кВт сағ/м}^3$ құрайды;

гидравликалық әдіс кезінде таужынысы массивтен гидромонитордан берілетін арынды су ағынымен бөлінеді, немесе таужынысы сумен бірге тоғанның түбінен топырақсорғыш снарядпен сорып алынады. Жыныстарының арынды су ағынымен бұзудың энергия сыйымдылығы $0,4-4 \text{ кВтсағ/м}^3$, ал топырақсорғыш снарядпен жұмыс кезінде $0,2-2 \text{ кВтсағ/м}^3$ құрайды;

жарылыс әдісі кезінде таужынысы аттырғыш заттардан бөлінген газдың қысымымен бұзылады. Тек жарылыс ұңғымаларын бұрғылағандағы энергия сыйымдылығы $0,8-1,1 \text{ кВтсағ/м}^3$ құрайды;

физикалық әдіс кезінде таужыныстарын бұзу немесе беріктігін азайту ультрадыбыс, жоғары жиілікті тоқ, жылулық әсер ету көмегімен іске асырылады;

химиялық әдіс кезінде таужыныстарын массивтен бөлу үшін оларды сұйық немесе газ күйіне ауыстырады;

құрамды әдіс кезінде, мысалы, гидравликалық әдіс механикалық әдіспен топтастырылуы мүмкін.

Таужыныстарын механикалық әдіспен бұзу әртүрлі жылдамдықты күш әсерімен жүргізілуі мүмкін. $2,5 \text{ м/с}$ дейінгі жылдамдықты механикалық әдіс статикалық, ал $2,5 \text{ м/с}$ жоғары жылдамдықпен – динамикалық деп аталады.

Динамикалық әдіспен бұзу келесі түрлерге бөлінеді:

дірілдік – таужыныстарын бұзу үшін жұмыс құралын мәжбүрлеп дірілдету әске асырылады, бұл таужыныстарының ішкі байланыс күшін төмендетуге және сәйкесінше машинаның жылжуына кедергіні төмендетуге әкеледі;

соққылық – таужыныстарын бұзу соққыштың көмегімен жүргізіледі, соққыштың өзіндік салмағы және жылдамдығы, яғни соғу энергиясы болады;

жоғары жылдамдықты – берік таужыныстарын жоғары жылдамдықты (кесу жылдамдығы 5 м/с жоғары) жұмыс құралдарының көмегімен бұзылады;

импульсті, таужыныстарын бұзу жарылыс энергиясын қолдануға негізделген импульсты техника көмегімен жүргізіледі. Сонымен қатар бұзылу таужынысына тікелей әсер ететін және

жарылыс энергиясын импульсті түрде іске асыратын сұйық, қатты және газтәрізді ортада жүргізілуі мүмкін.

Физикалық және химиялық әдістер әзірше тәжірибелік жобалар, сынау және игеру деңгейінде қолданылады.

1.5. Бұрғылау әдістерінің жалпы сипаттамасы

Қатты таужынысы массивтерін жарылыс күшімен қопару үшін шпур немесе ұңғыма бұрғыланады. Сол жасанды теспелерге жарылғыш зат оқтамдары салынып, талап етілетін нәтижені алу үшін белгіленген тәртіппен аттырылады. Бұрғылау процесі кенжардағы таужыныстарын бұрғылау аспабымен қопару мен оны ұңғымадан шығарып тазалаудан тұрады.

Шпурлар мен ұңғымаларды бұрғылау үшін әртүрлі бұрғылар мен балғалар, бұрғылау арбалары, бұрғылау станоктары мен қондырғылары қолданылады. Кез келген бұрғылау әдісі – жұмысты бастау үшін бұрғылау қондырғысын дайындау; ұңғымаларды бұрғылау және тазалау; қабылданған тереңдікті қамтамасыз ету үшін бұрғыны жалғап өсіру және жұмыс біткеннен кейін оны қайта бұзу; жарамсыз бұрғы құралдарын ауыстыру және машинаны жаңа бұрғылау нүктесіне жақындату, т.б. сияқты негізгі операцияларды орындаумен байланысты.

Қазіргі кезде бұрғылаудың бірнеше түрлері: айналмалы бұрғылау; соққылап бұрғылау; соқпалы-айналмалы және айналсоқ бұрғылау (механикалық бұрғылау әдістері); от арқылы және құрамды бұрғылау, сонымен қатар электрлі импульсті бұрғылау қолданылады.

Механикалық бұрғылау әдістері айналмалы және соққылы болып бөлінеді.

Айналмалы бұрғылау кезінде бұрғы құралы өз осінде айналады және оның осі ұңғыма осімен сәйкес келіп, бір уақытта кенжарға аздаған күшпен итеріп отырады. Соның әсерінен таужыныстары қопарылып, оның қалдықтары ұңғыма ішінен бұрғы қалақтары көмегімен сумен шайылып немесе ауамен үрленіп сыртқа шығарылады.

Соққылы бұрғылау кезінде соққы бөлшегінің көмегімен бұрғы құралы кенжарға соққы жасап, жүзінің жұмысы арқасында таужыныстарын қопарады. Әрбір соққыдан кейін бұрғы аспабы сәл бұрыш жасап айналады. Соққылы бұрғылаудың өзі бірнеше түрлерге бөлінеді.

Соққылап-айналмалы бұрғылау. Бұрғылаудың бұл түрінде бұрғы құралы соққы арасында балғаға орнатылған бұрғыш қондырғы көмегімен бұрылып отырады. Ал арқанды-соққылы бұрғылау кезінде қашау, арқанды құлып және арқанның серпімді қасиетінің арқасында бұрылып отырады.

Соқпалы-айналмалы бұрғылау. Бұл әдісте бұрғылау жұмысы айналысқа тәуелсіз пневмосоққы және бұрғылау балғасы көмегімен орындалады. Яғни үзіліссіз айналып тұрған бұрғыны соғып отырады. Мұнда таужыныстары әрбір соққының күшімен қопарылады.

Айналсоқ бұрғылау. Мұнда да үзіліссіз өз осінде айналып тұрған бұрғыны соғып отырады, бірақ мұндағы соққы күші алдыңғы әдістегіден 10 есе артық болады. Әрбір соққыдан кейін бұрғы таужынысына еніп, содан кейін бұрғы айналған кезде таужынысы қопарылады.

Шарқашаулармен бұрғылау – соққылап бұрғылау әдісіне жатады. Мұнда шарқашаулар кенжардағы таужынысына үйкеліп, оны қопарады.

От арқылы бұрғылау кезінде таужыныстары 2000 м/с жылдамдықпен жанарғыдан шыққан, температурасы 20000⁰С-тан асатын жанған газ ағынынан қатты қызып қопарылады.

Ұңғымаларды жару арқылы бұрғылаған кезде таужыныстары кенжарға орналастырылған ЖЗ оқтамдарының кезекпен атылуы әсерінен қопарылады. Мұның екі әдісі бар: оқшанды (патронды) – сұйық немес қатты ЖЗ оқшандарының жарылыс соққысының көмегімен; ағынды – мұнда кенжардың жоғарғы жағынан сұйық ЖЗ компоненттері беріліп, кенжарда сұйық тегіс оқтам пайда болады. Оны тұтандырғыш тамшыларын шашу арқылы қоздырады (калий және натрийдің электрлі ерітінділері).

Электрлі импульсті бұрғылау кезінде ұңғыма кенжарындағы таужыныстары жоғары вольтті (200 кВ дейін) кернеу күшінің әсерінен қопарылады. Бұл әдісте қысқа тұйықты

қоздыру үшін әртүрлі сұйықтықтарды қолдануға болады.

Сонымен қатар құрамды бұрғылағанда кенжарға бір уақытта бұрғы аспабы және от күшімен әсер етіп таужыныстарын бұзады. Бірақ бұл әдіс тау-кен өндірісінде әлі толық қолданылмайды.

1.6. Тау жыныстарын бұзудың жаңа әдістері

Ашық кен жұмыстарының келешекте даму жолдарын қарастырғанда, ұңғымалар мен шпурларды негізгі бұрғылау әдісі бұрынғыша механикалық болып жоспарланған. Пайдалы қазбаны өндіру көлемі артқан сайын бұрғылау көлемі де артады, бұл бұрғылау әдістері мен құралдарын жетілдіруді талап етеді.

Бұрғылау-аттыру жұмыстарын жүргізу тәжірибесі көрсеткендей, таужыныстарының беріктігі мен абразивтілігі өскен сайын оларды бұрғылау мен ұсақтау қиынға түседі. Таужыныстарының беріктігі жоғары болған сайын, механикалық бұрғылау жылдамдығы төмендейді, сонымен қатар таужыныстарына термиялық әсер еткенде кері әсер байқалады, яғни беріктіктің жоғарылауымен бірге бұрғылау жылдамдығы да артады. Сондықтан таужыныстарына жылумен әсер ететін тиімді құралдар мен құрылғыларды жасаудың негізгі бағыттарын анықтау қажет. Бұл принципті іске асырудың көптеген нақты нұсқалары ұсынылған, олардың барлығы жылу түрі мен таужыныстарына қатысты қабылданған сұлбаға байланысты.

Қазіргі уақытта таужыныстарын бұзуға арналған жылу әсерінің келесі жаңа сұлбалары жасалған:

- генератордан жылу өрісінің таужыныстарына түйіспелік берілуі (құралдың таужынысына түйіспелік әсерінен үйкелісі кезінде пайда болатын жылуды пайдалану, термит көмегімен бұзу, электрқыздырғыш бұрғы, атомдық бұрғы);

- генератордан жылу өрісін таужынысына еркін беру (электрдоғалы бұрғы);

- таужыныстарына жоғары температуралы газ ағынымен әсер ету (оттекті найза, отты бұрғылау, плазматрон);

- сәулелі энергияның оптикалық аймаққа әсері, бұл әдіс таужыныстарының энергияны жұтуына және ары қарай жылуға өтуіне негізделген (бипараболоидты генератор, эллипсоидты

генератор);

– таужыныстарын жоғары энергия бөлшектерімен бұзу (электрондар, фотондар), бұл әдіс осы бөлшектермен таужыныстарынан өткенде кинетикалық энергияның жылуға ауысуына негізделген (вакуумды электронды-сәулелі құбыр негізіндегі бұрғы, сәулелі бұрғы);

– түрлендірілген энергияның таужынысына түйіспелік берілуі және электрлік әсер кезінде бұзылуы (импульсті жоғары вольтты ажыратқыш, жоғары жиілікті түйіспелік қыздырғыш); таужыныстарын ауыспалы электромагнитті өріспен бұзылуы (конденсаторлық құрылғы, магнетрон, бірорамды немесе бұрамалы индуктор).

Бұрғылаудың түрлерін қолдану тиімділігін жоғары өнімділігін қамтамасыз ету арқылы бағалауға болады.

2. БҰРҒЫЛАУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Бұрғылау мақсаты – жыныс массивінде ұңғымалар мен шпурлар жасау. Ұңғымаларды бұрғылау – еңбекті көп қажет ететін және қымбат бағалы процесс, әсіресе аса қиын және қиын бұзылатын жартасты жыныстарды бұрғылау кезінде. Жарылыс ұңғымаларын бұрғылау тиімділігі бұрғылау құралының әсерінен бұзылатын жыныс кедергісіне тәуелді болатын бұрғылау жылдамдығымен; бұрғылау құралының түрі және қалыбымен, оның ұңғыма кенжарына әсер ету тәсілімен; бұрғылау құралының ұңғыма кенжарына күш түсіруі және жылдамдық әсерімен; ұңғыма диаметрі мен тереңдігімен; жыныстың бұзылуына кедергі болатын ұңғыма кенжарынан бұрғылық майда өнімдерді жою тәсілдерімен; жалпы ұйымдастыру және өндіріс масштабымен анықталады.

Барлық аталған факторлар бұрғылау станоктарының технологиялық параметрлерін анықтайды; соңғылары берілген жыныстың бұрғыланғыштығымен таңдалады. Өз кезегінде жыныстың бұрғыланғыштығы бұрғылау құралы мен басқа да факторларға елеулі тәуелді, себебі олар кенжардағы жыныстың бұзылу жағдайларын анықтайды: қысатын және жаратын күштердің сипаты, кенжардан бөлінетін жыныс бөлігінің қалыбы мен кесектілігі.

Бұрғыланғыштығы бойынша жыныстың физика-механикалық негіздерін салыстыру үшін жынысты бұрғылау қиындығы P_6 салыстырмалы көрсеткіші қабылданады. Барлық таужыныстары P_6 шамасына сәйкес бұрғылау бойынша 25 категорияға топтастырылады, ал ол 5 сыныпқа бөлінеді: I сынып – жеңіл бұрғыланатын; II сынып – орташа бұрғыланатын; III сынып – қиын бұрғыланатын; IV сынып – өте қиын бұрғыланатын; V сынып – мүлдем қиын бұрғыланатын.

Бұрғылау түрлері және оларды технологиялық бағалау. Карьерлерде ұңғымалар мен шпурларды бұрғылау екі топқа бөлінетін арнайы бұрғылау машиналарымен жүргізіледі: ұңғыма кенжарына механикалық әсер ететін (соқпалы, айналмалы, соқпалы-айналмалы бұрғылау машиналары); ұңғыма кенжарына

физикалық әдіспен әсер ететін (термиялық, гидравликалық, жарылысты бұрғылау, т.б.) [3,4].

Соқпалы бұрғылау соқпалы-арқанды және шарқашаулы бұрғылау станоктарымен жүзеге асады.

Соқпалы-арқанды бұрғылау станоктары диаметрі 200–300 мм болатын жарылыс ұңғымаларын бұрғылау үшін карьерлерде кеңінен қолданылады. Қазіргі уақытта олар өнімділігі біршама көбірек шарошқалы және пневматикалық соқпалы бұрғылау станоктарымен толық алмастырылды және олар тек диаметрі 300–600 мм, тереңдігі 60 м асатын суды төмендететін және басқа да технологиялық ұңғымаларды бұрғылау үшін қолданылады.

Шарқашаулы бұрғылау станоктары соңғы жиырма жылда бұрғылау қиындығы $P_6 > 5$ болатын жыныстарда диаметрі 160–320 мм және тереңдігі 35 м дейін ұңғымаларды бұрғылау үшін көп таралған (олармен бұрғылау жұмыстарының 70 % көлемі жүргізіледі). Олардың негізгі артықшылықтары – жоғары өнімділігі (ауысымына 20–150 м), бұрғылау процесінің үздіксіздігі, оны автоматтандыру мүмкіндігі; кемшіліктері – станоктардың салмағының ауырлығы және қиын бұрғыланатын жыныстарда қашаудың беріктігі төмен.

Ұңғымаларды айналмалы бұрғылау шнекті, алмазды және бытыралы бұрғылау станоктарымен іске асырылады.

Шнекті бұрғылау станоктарын көбінесе көмір карьерлерінде және сыңғақ құрылыс жыныстарын қазу кезінде, бұрғылау қиындығы $P_6 = 1-5$ болатын таужыныстарда диаметрі 125–160 мм және тереңдігі 25 м дейінгі тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылау үшін кең қолданады (бұрғылау жұмыстарының 22 % көлемі атқарылады).

Алмазды және бытыралы бұрғылау станоктарын көбіне барлау ұңғымаларында (ерекше абразивті жыныстарда) қолданады, себебі керн алуға мүмкіндік береді.

Батырмалы пневмосоққылағышты соқпалы-айналмалы бұрғылау станоктары бұрғылау қиындығы $P_6 = 5-20$ болатын құрылыс таужыныстарын қазу кезінде диаметрі 100–200 мм және тереңдігі 30 м дейінгі ұңғымаларды бұрғылау үшін, сонымен қатар гидротехникалық құрылыста, өндірістік қуаты

4 млн. м³/жыл дейінгі кен карьерлерінде, ірі кен карьерлерінде қосымша жұмыстар (жағдауларды жоспарлау, кемер табандарын тегістеу) үшін қолданылады. Бұл станоктарды бұрғылау қиындығы $P_6 > 20$ болатын жоғары абразивті өте және мүлдем қиын бұрғыланатын жыныстарды бұрғылау кезінде де тиімді қолдануға болады.

Термиялық (отты) бұрғылау өте және мүлдем қиын бұрғыланатын кварцтан құралған таужыныстарда диаметрі 250–360 мм және тереңдігі 17–22 м дейінгі ұңғымаларды бұрғылау үшін қолданылады. Оны бұрғылау қиындығы $P_6=10-15$ болатын таужыныстарында тиімді қолдануға болады. Таужыныстарының морт бұзылушығы термиялық ұңғыма кенжарын дыбыстан жылдам қыздырылған ағындармен қыздыру және минералды құрылымның беріктік шегінен жоғары термиялық кернеудің пайда болуы нәтижесінде жүзеге асады.

Дірілді бұрғылау станоктары әзірше сынақ сатысында болып табылады; олардың артықшылықтары – салмағының біршама жеңілдігі, бұрғылау құралының қарапайымдығы, ұңғымаларды әртүрлі бағытта бұрғылау мүмкіндігі, жоғары өнімділігі.

Бұрғылау технологиясы кезінде ұңғымаларды жасау операцияларын орындау жүйелілігі ескеріледі. Жалпы жағдайда жыныс массивінің блогын бұрғылау кезінде келесі операциялар орындалады: берілген белгіде станокты орналастыру, бұрғылау, ұңғыманың тереңдеуіне қарай бұрғылау қарнағын ұзарту, бұрғылау қарнағын бөлшектеу, тозған құралды ауыстыру, белгіленген келесі ұңғымаға станокты көшіру. Ұңғыманы бұрғылау үзілісті процесс болып табылады және қайталанатын операциялардан тұрады.

Бұрғылаудың техникалық жылдамдығы кен жынысының бұрғыланғыштығына, бұрғылау құралының конструкциясы мен типіне, бұрғылау құралына әсер ететін жүктемеге, оның айналу жиілігіне, ұңғымадан бұрғылау ұнтағын шығару шарттары мен әдістеріне байланысты болады.

Бұрғылау режимі жасалатын күштердің шамасымен, соққылар жиілігімен, жұмыс құралының айналуымен және ұңғымадан бұрғылау ұнтағын шығарумен сипатталады.

Бұрғылаудың әртүрі бұрғылау режимінің өзіне тән параметрлерімен сипатталады.

Ұңғымаларды соқпалы-арқанды бұрғылау технологиясы келесіден құралады. Массасы 0,8–3 т болатын бұрғылау снаряды кезеңмен көтеріледі және ұңғыма кенжарына еркін құлайды. Әр соққыдан кейін снаряд (және қашау жүзі де) арқанды құлып арқылы біршама бұрышқа бұрылады, сондай-ақ ұңғыма кенжарының толық ауданы бойынша жыныстың бірқалыпты бұзылуын қамтамасыз етеді. Бұзылған өнім ұңғымаға үнемі құйылатын сумен араластырылады да, бұрғылау ұнтағын құрайды. Ол ұңғымадан шайылып шығарылады. Осылайша, бұрғылау процесі екі негізгі операциядан тұрады: қашап соққылау және шығару. Соқпалы-арқанды бұрғылау жылдамдығы ең алдымен бұрғылау снарядының массасымен анықталады, ал оның шамасы 2700–2900 кг құрайды. Ұңғыманы бұрғылау ұнтағынан тазарту бұрғылаудың әр 0,6–1,0 м сайын іске асырылады.

Шнекті бұрғылау технологиясы бұрғылау қарнағының айналуы мен беріліс күшінің әсерінен кескіш типті бұрғытәжбен жарылыс ұңғымаларын жасауға негізделген. Кескішке айналу моментін және беріліс күшін беру, сонымен қатар кенжардан бұрғылық ұнтақтарды шығару бұранда формалы қалқанды шнекті қарнақтармен қамтамасыз етіледі.

Шарқашаулы бұрғылау – бұзатын органы арматураланған қатты қоспалы, фрезерленген тісті конус тәрізді шарқашаулармен жабдықталған қашаулармен жүзеге асады. Шарқашау айналған кезде ұңғыма кенжары бойында тістерімен соққы жасайды. Жыныстардың бұрғыланған бөлшектері ұңғыма кенжарынан сығылған ауамен немесе сулы-ауалы қоспамен шағарылады.

Қысымды соқпалы бұрғылау режимі мен технологиялық сипаттамасы. Қысымды соқпалы бұрғылау станогының жұмыс органы батырмалы пневмосоққылағышы болып саналады. Қақпақты құрылғы көмегімен бұрғылау қарнағы арқылы келетін сығылған ауа бұрғытәжінің ұшына соққылар жасайтын соққылағышты үдемелі-қайтымды қозғалысқа

келтіреді. Соққылар жиілігі секундына 28–41 соққыны құрайды. Қарнақпен бір уақытта пневмосоққылағыш айналады; айналдырғыш ұңғымадан тыс орналасқан. Бұрғылау ұнтағы ұңғымадан сыртқа сығылған ауамен немесе сулы-ауалы қоспамен шығарылады.

Ұңғымаларды термиялық бұрғылау – оттықты термобұрғысы айналатын өздігінен жүретін от шашатын бұрғылау станоктарымен іске асырылады. Термиялық бұрғылаудың негізгі технологиялық операциялары: оттықты жағу; ұңғымаға айналмалы термобұрғыны жіберу арқылы бұрғылау; ұңғыманың төменгі жағын немесе оқталатын бөлігін бұрғылау кезінде кеңейту және ұңғыманы тазарту.

3. БҰРҒЫЛАУ СТАНОКТАРЫНЫҢ ЖІКТЕЛІМІ ЖӘНЕ ЖҰМЫС ЖАСАУ ПРИНЦИПІ

3.1. Жалпы мәліметтер

Ашық тау-кен жұмыстарының жалпы технологиясында жартасты таужыныстарынан құралған кенорындарын игеру кезінде бұрғылап-аттыру жұмыстары негізгі өндірістік процестер болып саналады.

Бұрғылаудың мақсаты – таужыныстары массивінде ұңғымалар немесе шпурлар жасау. Бұрғылау өте қиын және қымбат процесс. Берік таужыныстарын ашық өндіру кезіндегі бұрғылау жұмыстары өндірісінің құны 1 т кен қазындысын алудың жалпы құнының 35 % құрайды. Қазу және тасымалдау жабдықтарының өнімділігі, оларды пайдалану тиімділігі мен ұзақ мерзімділігі кен қазындысын қопсыту сапасына байланысты болады.

Қатты, сұйық және газтәрізді пайдалы қазбаларды барлау, ашу және алу үшін, сонымен қатар әртүрлі қосымша мақсаттар үшін таужыныстарында тік, көлденең немесе көлбеу шпурлар мен ұңғымалар бұрғыланады.

Бұрғылау – кенжардағы таужыныстарын бұзып цилиндр пішінді тау-кен қазбасын жасау процесі.

Шпур дегеніміз таужыныстарындағы диаметрі 75 мм және тереңдігі 5 м дейін болатын жасанды цилиндрлік терең тесік.

Ұңғыма дегеніміз таужыныстарындағы диаметрі 75 мм және тереңдігі 5 м үлкен болатын жасанды цилиндрлік терең тесік.

Бұрғылау – бұрғылау қондырғысы арқылы жүргізіледі, оның құрамына бұрғылау діңгегі, күштік жетек, жылжыту механизмі, түсіру-көтеру және ұңғымаларды тазарту құрылғылары кіреді.

Бұрғылау-аттыру жұмыстарын жүргізу үшін жарылғыш зат салынған шпурлар мен ұңғымаларды бұрғылайды.

Ашық кен жұмыстарында шарқашаулы және кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау кең таралған. Шарқашаулы коронкалармен бұрғылау әдісі арқылы бұрғылау жұмыстарының барлық көлемінің 80 % дейін, кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау әдісі арқылы – 19 % жуығы, ал соққылау әдісі арқылы

тек 1 % ғана орындалады. Жақын уақытта соққылы-айналмалы бұрғылау әдісінің көбірек қолдануына байланысты шарқашаулы бұрғылаудың үлесі қысқаруы мүмкін, ал айналмалы бұрғылаудың үлесі шамамен тұрақты болып қалады.

Бұрғылау техникасының болашақта даму бағыттары: диаметрі 400 мм болатын ұңғымаларды бұрғылау үшін шарқашаулы станоктар жасау; бұрғылаудың жаңа әдістерін әзірлеу; бұрғылау және көмекші операцияларды басқару режимдерін автоматтандыруды жетілдіру; түсіру-көтеру операцияларының уақытын 1,5–2 есе қысқарту; ұңғымаларды 18–24 м дейін бұрғылау қарнағын ауыстырмай бұрғылау; айналмайтын бұрғы саптарын жасау; тұрақтандырғыштар мен жұмсартқыштар пайдалану; шарқашаулы бұрғылау станоктарында электрдірілді бұрғыларды енгізу және жетілдіру, шарқашаулардың жаңа түрлерін игеру және құрамды бұрғылау станоктарын қарқынды пайдалану.

3.2. Бұрғылау станоктарының жіктелімі

Ашық кен өндіруде қолданылатын бұрғылау машиналары төмендегідей жіктеледі:

- таужыныстарының бұзу әдісі бойынша;
- бұрғылау құралына күш жүктемесін беру әдісі бойынша;
- ұңғыма кенжарынан бұзылған ұнтақтарды шығару әдісі бойынша;
- тұтынатын энергия түрі бойынша;
- ұңғыманың орналасу әдісі бойынша;
- тағайындалуы бойынша.

Таужынысын бұзу әдісі бойынша бұрғылау машиналары механикалық және физикалық бұзу әдістерін, сонымен қатар олардың құрамды әдісін іске асыратын болып бөлінеді. Механикалық түріне – таужынысын жұмыс құралына түсірілетін күш жүктемесі арқылы бұзатын шарқашаулы және кескіш қашаулы соққылы-айналмалы және айналмалы машиналар жатады, ал физикалық түріне – таужынысына сұйық және газтәрізді орта арқылы әсер ететін термиялық, жарылыстық, гидравликалық, электргидравликалық және ультрадыбысты

бұрғылау жатады [5].



3.1 сурет. Ашық кен жұмыстарына арналған бұрғылау станоктарының жіктелімі

Бұрғылау машиналары ұңғыма кенжарынан бұзылған ұнтақтарды шығару әдісі бойынша келесі машиналарға бөлінеді: сығылған ауа немесе ауалы-сулы қоспа арқылы үздіксіз шығару (шарқашаулы және қысымды-соққылы бұрғылау, жекелеген жағдайда айналмалы бұрғылау кезінде); булы-газды қоспа (термиялық бұрғылау кезінде) немесе есілген қарнақпен (шнекпен) бірізгілікте сығылған ауа беру, немесе тек шнекпен (айналмалы бұрғылау кезінде); ұңғымадан науашықпен шламды қоспаны кезеңді шығару (соққылы-арқанды бұрғылау кезінде), ұңғыманы сығылған ауамен үрлеп шығару (терең ұңғымаларды батырмалы пневмосоққылағыштармен үлкен диаметрлі 400–700 мм терең ұңғымаларды бұрғылау кезінде).

Тұтынатын энергия түріне байланысты бұрғылау станоктары электрлік, жылулық (дизельді), пневматикалық және гидравликалық болып бөлінеді.

Ұңғыманың орналасу әдісі бойынша тік, көлбеу және жазық ұңғымаларды бұрғылауға арналған станоктарға бөлінеді.

Тағайындалуы байланысты бұрғылау машиналары шпурларды бұрғылауға, кішігірім ұңғымаларды (ұстынды және бұрғылау балғалары) бұрғылауға, сонымен қатар орташа және үлкен диаметрлі ұңғымаларды (бұрғылау станоктары) бұрғылауға арналған болып бөлінеді.

Ашық кен жұмыстарында қолданылатын бұрғылау станоктары келесі түрлерге жіктеледі.

– соққылы бұрғылау станоктары: қысымды бұрғылау балғалары – бұрғысы тәуелсіз айналатын перфоратор; соққылы-арқанды бұрғылау станоктары.

– айналмалы бұрғылау станоктары: шарқашаулы айналмалы бұрғылау станоктары; кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктары.

– соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары: батырмалы пневмосоққылағышты станоктар (қысымды-соққылы бұрғылау); бұрғысы тәуелсіз айналатын және соққышы ұңғыма сыртында орналасқан перфораторлар.

– құрамды бұрғылау станоктары (таужыныстарын бұзудың әртүрлі әдістерін біріктіріп пайдаланады).

Таужыныстарын бұрғылауды механикалық және беймеханикалық әдістермен жүргізуге болады.

Механикалық әдіс соққылы, айналмалы, соққылы-айналмалы бұрғылау машиналарында қолданылады. Мұнда таужынысын бұзу күш жүктемесін бұрғылау құралына беру арқылы іске асырылады.

Бұрғылаудың соққылау әдісі таужынысын бұрғылау құралымен соққылау нәтижесінде іске асырылады. Соққылар бұрғы дүміне соғылады, оның жүзі тау жыныстарына еніп оның біршама көлемін бұзады. Әр соққыдан кейін бұрғылау құралы ықтиярсыз айналады және тау жыныстарын ұңғыма бойымен бұзып отырады. Бұл әдіс бұрғылау машиналары – перфораторларда қолданылады.

Таужыныстарын бұзу үшін кенжарға биіктен өз салмағымен кезеңді түсіп тұратын бұрғылау құралымен соққылар жасалады. Соққылар арқылы коронканың жүзіне үлкен меншікті жүктеме жасалады, бұл морт сынғыш жыныстарды бұзу үшін өте тиімді. Құралдың бұрылуы ол ілінген сымарқанның ширатылуынан

туындайтын серпімді күштер әсерімен іске асады. Соққылы-арқанды бұрғылау станоктарымен бұрғылау осылай жасалынады.

Айналмалы бұрғылау әдісінде ұңғыма кенжарын бұзу айналмалы құралға елеулі остік жүктеме беру арқылы іске асырылады. Бұл әдіс шарқашаулы және кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктармен орындалады.

Бұрғылаудың соққылы-айналмалы әдісінде бұрғылау құралы өзінің осінде үзіліссіз айналады және оған соққы беріледі. Остік күш оған соққы сәтінде әсер ететін күштерді бейтараптандыру үшін құралға беріледі. Бұл әдіс батырмалы пневмосоққылағышты соққылы-айналмалы бұрғылау станоктарында қолданылады.

Беймеханикалық (физикалық) әдіс арқылы термиялық, жарылыстық, гидравликалық, электргидравликалық, ультрадыбыстық және құрамды бұрғылау жүргізіледі. Бұл бұрғылау әдісінде таужыныстарына түсетін күштік жүктемелер сұйық немесе газ ортасы арқылы беріледі. Жаңа беймеханикалық бұрғылау әдістерінің шығуына қарамай механикалық әдіс көп қолданылады.

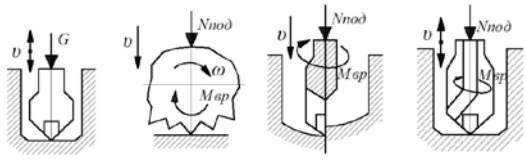
Жетек түрлеріне байланысты бұрғылау станоктары электрлік және жылулық, іштен жанатын қозғалтқыштан жұмыс істейтін болып бөлінеді.

Тағайындалуы бойынша шпурларды және кішігірім ұңғымаларды бұрғылауға арналған, сонымен қатар орта және үлкен диаметрлі ұңғыманы бұрғылауға арналған бұрғылау станоктары болып бөлінеді.

Бұрғылау станоктарының негізгі параметрлері – бұрғыланатын ұңғыманың диаметрі, тереңдігі және көлбеу бұрышы.

3.1-кестеде ашық кен жұмыстарында қолданылатын бұрғылау станоктарының негізгі мәліметтері келтірілген.

Ашық кен жұмыстарына арналған бұрғылау станоктары

Атауы	Соққылы бұрғылау	Айналмалы бұрғылау		Соққылы-айналмалы бұрғылау	Құрамды бұрғылау
		шарқашаулармен	Кескіш коронкалармен		
					Механикалық және беймеханикалық бұрғылау әдістерін біріктіру
Станоктар типте Рі	соққылы-арқанды бұрғылау	шарқашаулы бұрғылау қондырғысы (СБШ)	кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау (СБР)	соққылы-айналмалы бұрғылау (СБУ)	Құрамды бұрғылау
Қолданылатын станоктар	БС-1М	СБШ-160; 2СБШ- 200; 2СБШ-200Н; СБШ-250МН; СБШ-320	1СБР-125; 2СБР-125; СБР-160; СВБ-2М; БМК-150	СБУ-100П; СБУ-100Т; СБУ-100Н; 1СБУ-125; СБУ-160; СБУ-200	СБШК-200; СБШ-250К (шарқашаулы-отты); СБТМ-20 (соққылы-отты)

ТМД-да ашық кен жұмыстарында аттыру ұңғымаларын бұрғылауға арналған станоктарға Мемлекеттік стандарттар қарастырылған, оған сәйкес механикалық және құрамды әдісті бұрғылау станоктарын жасау және өндіру қарастырылған [6,7]. Мемлекеттік 20078-74 стандартқа сәйкес бұрғылау станоктарының келесі түрлері шығарылады:

СБШ – шарқашаулы айналмалы бұрғылау станоктары – $f=6-18$ болғанда, бес түрлі өлшемді номиналды бұрғылау диаметрлері 160, 200, 250, 320 және 400 мм;

СБР – кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктары - $f =2-6$ болғанда, екі өлшемді номиналды бұрғылау диаметрлері 125 және 160 мм;

СБУ – соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары – $f = 6-8$ болғанда, екі өлшемді номиналды бұрғылау диаметрлері 100, 125, 160 және 200 мм.

Бұрғылаудың механикалық және беймеханикалық түрін біріктіретін құрамды бұрғылау станоктары жасалынады. Мұндай станоктардың типтік өлшемі негізгі бұрғылау әдісіне қарай анықталады.

Ашық кен жұмыстарында шарқашаулы айналымды бұрғылау станоктары кең қолданылады, олар бұрғылау жұмыстарының барлық көлемінің 80 % жуығын орындайды. Қалған 20 % көлемі кескіш коронкалы айналымды, соққылы-айналмалы және құрамды бұрғылау станоктарымен орындалады. Сонымен қатар, ашық кен жұмыстарында соққылы бұрғылау станоктары пайдаланылады.

3.3. Соққылы бұрғылау станоктары

Соққылы бұрғылау станоктарына соққылы-арқанды бұрғылау станоктары жатады (3.2-сурет). Соққылау бұрғылау әдісі карьерлерде таужынысының негабарит кесектерінде шпурлар бұрғылау үшін және құрылыс тастарын өндіруге арналған перфораторларда қолданылады.

Соққылы-арқанды бұрғылау станоктары гидрогеологиялық, сутөмендететін және жарылыстық ұңғымаларды, сонымен қатар шашыранды және басқа кенорындарын геологиялық барлау кезіндегі ұңғымаларды бұрғылауға көбірек қолданылуда.

Мұндай станоктармен бекемдік категориясы әртүрлі таужыныстарында диаметрі 200–900 мм, тереңдігі 50–500 м болатын төзімділігі тік ұңғымалармен бұрғылайды.

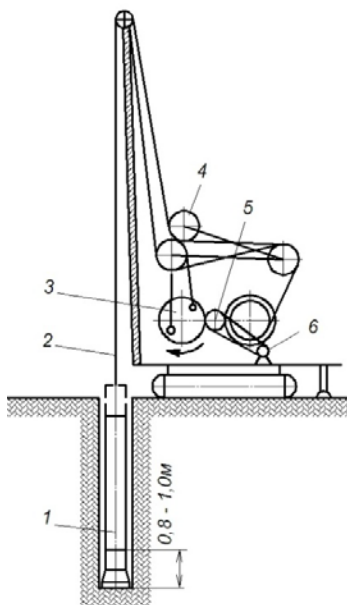
Соққылы-арқанды бұрғылау станоктарының (3.3-сурет) арқанға 2 ілінген ауыр (1000–3000 кг) бұрғылау снаряды 1 болады. Иінді-шатунды механизм 3 ауырлатқыш блоктың 4 көмегімен бұрғылау снарядын кезеңмен көтеріп-түсіріп тұрады. Бұрғылау снарядының сына тәрізді қашауының жүзі кенжардың жынысына соққылар жасайды.

Құлаған кезде жиналған кинетикалық энергия қашау жынысқа соққы жасаған кезде таужыныстарының бұзылуына

жұмсалады. Барлық механизмдердің жетегі негізгі білік 5 арқылы қозғалтқыштан 6 муфталар мен шкивтердің көмегімен іске асырылады, бұл станоктың кез келген механизмін тәуелсіз қосуға мүмкіндік береді.



3.2-сурет. Соққылы-арқанды
бұрғылау станогы



3.3-сурет. Соққылы-арқанды
бұрғылау станогының
құрылымдық сұлбасы

Дөңгелек кималы ұңғыманы алу үшін және кенжардағы таужыныстары біркелкі бұзылуы үшін әр соққыдан кейін соққылық қарнақ ұңғыма кенжарының үстіне көтерілген кезде 15-тен 60° бұрышқа дейін бұрылып отырады. Бұрғылау снарядын көтерген кезде арқан созылады және ширатылады, бұл бұрғылау снарядының айналуына әкеледі. Кенжарды снарядпен соққанда арқанның созылуы әлсірейді және арқанды қарнақпен жалғастырып тұрған құлып арқанның бұрау күштерінің әсерінен бұрылады [8].

Ұңғыманың тереңдеу деңгейіне байланысты арқанды ұзартады. Бұрғылау кезінде ұңғымаға су жіберіледі. Бұзылған таужынысы сумен қосылып шлам түзеді, ол ұңғымадан арнайы құрылғы – науашықпен алынады.

Қатты таужыныстарын бұрғылау кезінде ұңғыманы тазалау 0,4–0,9 м сайын, ал әлсіз таужыныстарында – 0,9–1,5 м сайын жүргізіледі.

Бұл типті станоктардың негізгі кемшілігі – соққылау жиілігінің аздығы (45–60 мин⁻¹), бұл олардың өнімділігін шектейді. Соққылау жиілігін ұлғайту мүмкін емес, себебі бұрғылау снарядының құлау ұзақтығы құралдың биіктен еркін құлау үдеуіне байланысты (0,8–1 м) болады.

3.4. Шарқашаулы айналмалы бұрғылау станоктары

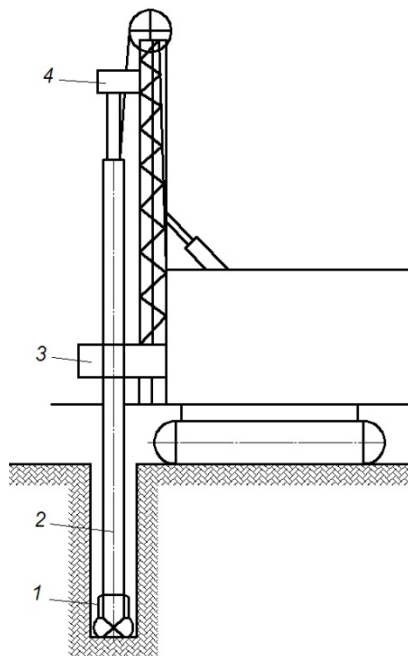
Айналмалы бұрғылау станоктарына шарқашаулы бұрғылау станоктары жатады, олар беріктігі орташа және берік таужыныстарында тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылауға арналған. Таужыныстарын бұзу шарқашаумен іске асырылады, ол айналған кезде ұдайы түсіріліп тұрған күштің әсерінен шарқашаудың тістері таужыныстарын бөлшектейді.

Шарқашаулы бұрғылау станоктарында (3.4, 3.5-сурет) қарнақтың 2 шетіне шарқашау 1 бекітілген. Айналдырғыш 3 қарнақты айналдырады, ал беру механизмі 4 оны кенжарға береді. Бұзылған таужыныстары бұрғылау қарнағының ортаңғы қуысы арқылы келетін сығылған ауамен немесе су-ауалы қоспамен шығарылады.

Станоктарда гидравликалық және қысымдық жүйелер, шаңұстағыш қондырғылар, машиналық бөлме, электр жабдықтары, пультпен басқаратын машинист кабинасы және жүріс жабдығы болады. Шарқашаулы бұрғылау станоктары әртүрлі кен-геологиялық жағдайларында жоғары өнімділікпен бұрғылауға мүмкіндік береді. Бұл станоктар өзара құралдың айналу жиілігі мен беру жылдамдығын анықтайтын айналдыру-беру механизмінің құрылмаы, остік күштердің және айналдырғыш моменттердің шамасы арқылы ажыратылады.



3.4-сурет. Шарқашаулы
айналмалы бұрғылау станогы



3.5-сурет. Шарқашаулы
айналмалы бұрғылау станогының
құрылмалық сұлбасы

Бұрғылаудың бұл әдісі – қарьерлерде диаметрі 160–320 мм аттыру ұңғымаларын бұрғылаудың кең тараған әрі тиімді әдістерінің бірі. Жерасты кен өндірісінде шарқашаулы бұрғылау әдісі негізінен диаметрі 45–190 мм ұңғымаларды бұрғылау үшін қолданылады.

Шарқашаулы бұрғылау кезінде қопарылған таужынысының үгінділерін ұңғымадан шығару, сығылған ауа немесе ауалы-сулы қоспа көмегімен іске асырылады. Бұрғылау кезінде көбінесе, тісті қашау тістерінің тозуы арқасында істен шығады, ал найзалы қашауларда – таужынысы ұсақтарының тығылып қалуына байланысты оларды ауыстыруға тура келеді. Қашаулардың мерзімінен бұрын істен шығып қалуы, бұл әдістің техникалық, экономикалық көрсеткішін төмендетеді. Сондықтан қашау тіректерінің беріктігін жоғарылату үшін қосымша шаралар

қолданылады. Мысалы, қашау тістеріне таужынысының кесектері кірмеуі үшін қайтымды клапандар орнатылады немесе қашауларды жылдам майлап отыру қажет.

Карьерлерге арналған шарқашаулы станоктар шынжыртабанды болып шығарылады. Олар маневрлі, себебі ол шарқашауларға үлкен осьтік күштеме беруге өте қажет. Аттырғыш ұңғымаларды бұрғылауға арналған станоктардың дінгектері де соған сай биіктікте болады. Олар қарнақты ұзартпай 19,5 м тереңдікке дейінгі ұңғымаларды бұрғылай алады. Қарнақтарды қосымша жалғап, ұзартпай бұрғылау уақытты үнемдейді және шарқашау жұмысына қолайлы жағдай туғызады.

Ұңғымадан қопарылған таужынысы ұнтақтарын шығару үшін барлық станоктарға бұрандалы компрессорлар, шаң ұстағыш сүзгілер немесе су құйылған ыдыстар орнатылады. Бұрғылау кезіндегі дірілге қарсы күресу үшін кенжарлық амортизаторлар қолданылуы керек. Амортизаторларды қолданған кезде қашаулардың беріктігі 1,5–2,0 есе жоғарылайды, соған қоса жоғары жылдамдықпен бұрғылауға (120–150 айн/мин) мүмкіндік алады.

Ұңғымаларды бұрғылауға арналған шарқашаулы станоктардың техникалық сипаттамалары 3.2-кестеде келтірілген.

Шарқашаулы бұрғылаудың механизмі мен заңдылықтары айналмалы бұрғылауға ұқсас болып келеді. Яғни бұрғы өзегіне осьтік күштеме беріліп, айналған кезде шарқашау тістері таужынысын мүжіп, қопарып отырады. Бұрғы өзегіне берілетін күштеме қаншама жоғары болса, бұрғылау өнімділігі артады. Сонымен қатар бұрғының айналу жиілігін де өсіруге болады. Бірақ, бұл өз кезегінде кенжарды тазалауға жұмсалатын артық ауа мөлшерін қажет етеді. Себебі, қопарылған таужынысының ұнтақтары шарқашау тістерінің арасына кіріп, оның қопарғыштық дәрежесін төмендетіп жіберуі мүмкін [9–13].

Ауыр айналмалы бұрғылау станоктары шарқашаулармен жабдықталған, соққылы-арқанды бұрғылау станоктарының еңбек өнімділігінен 2–5 есе жоғары болады. Бұл кезде көмекші операцияларды механикаландыру арқылы бұрғылаушылардың еңбек жағдайларын жақсартуға болады. 1960 жылдың соңына қарай 2СБШ-200, СБШ-250 және БАШ-250 станоктарының негізгі базалық модельдері жасалды.

3.2-кесте

Ұңғымаларды бұрғылауға арналған шарқашаулы станоктардың техникалық сипаттамалары

Модель Параметрлері	ЗСБШ- 200/250-60	6СБШ-200-32; 5СБШ-200-36	СБШ- 250МНА- 32 (СБШ- 250МН)	СБШ- 270ИЗ	СБШ- 160-48
Ұңғымға диаметрі, мм	215,8; 244,5	215,8; 244,5	244,5; 269,9	244,5; 269,9	160
тереңдігі, м	60 дейін	40 дейін	32 (48) дейін	32-55	48
Бұрғылау бұрышы, градус	0–30, әр 5	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30
Қарнақтың ұзындығы, мм	12070	8060	8200 (12000)	11000	8000
Үзіліссіз беру жүрісі, м	1	1	8	12	8000
Беру күші, кН, артық емес	300	300	300	450	167
Кенжарға беру жылдамдығы, м/с	0,033	0,033	0,017	0,1	до 0,05
Қашаудың айналу жиілігі, с-1	до 2,5	до 2,5	0,25–2,5	0–2	0–2
Айналдыру моменті, кН·м	6–4,42	6–4,42	4,42	8–13	5,86
Компрессорды беру, м³/с	0,53	0,42	0,417(0,53)	0,63	0,42
Электрқозғалтқыштардың қуаты, кВт: орнатылған айналдырғыштар жүріс компрессорының	386 68 250 44	377 68 200 44	400 60 200 2x22	1000 105 300 2x65	420 – 200 –
Жұмыс жағдайындағы габариттері, мм: ұзындығы ені биіктігі	12100 5400 17320	10250 4880 13830	9200 5450 15350	12780 6090 19450	11500 5450 1300
Жүріс типі	Э-1602	УГ-60	УГ-60	ЭКГ	ЭГ-400
Станоктың салмағы, т	62	54	77	136	45

Қазіргі уақытта: 4СБШ-200-40, СБШ-250МНА, СБШ-270ИЗ, СБШ-160/200-40, СБШ-250МНА-32КП маркалы карьерлі станоктар сериялы шығарылуда. Жерасты жағдайында ұңғымаларды бұрғылау үшін БШ-145М маркалы шарқашаулы бұрғылау станоктары шығарылған.

5СБШ-200-36 станогы 2СБШ-200Н станогының жаңғыртылған нұсқасы болып табылады және УГ-60 типті жүріс бөлігінен, екі алдыңғы және бір артқы гидродомкраттар орнатылған платформадан, машина бөлімінен, кабинадан, жұмыс органынан, гидро- және пневможүйелерден, шаң басушы немесе шаң ұстаушы қондырғыдан, дінгектен тұрады. Жинағыш құрылғы дінгектің алдында бекітіледі.

3СБШ-200-60 станогы да 2СБШ-200Н станогының базасында жасалған, берудің сауытты жетегі 5СБШ-200-36 станогының жетегіне ұқсас болады, бірақ соңғы шығарылған даналарында гидросауыт үш шығарылатын гидроцилиндрлермен ауыстырылған; дінгегінің құрылмасы өзгертілген, кассета дінгектің ішінде орналасады. Жүріс бөлігінің құрылмасы – азтіректі, құйылған рамалы және редукторлы бекітілген экскаваторлы типті болады. Қозғалтқыштың айналдыруын басқару – тиристорлық жетекті, жүрістің асинхронды қозғалтқыштарын қосуы тиристорлық басқару болады.

Станок үгіндіні ұңғыманың жиегінен толық шығаратын ерекше ұшсатылы шаң ұстау жүйесімен жабдықталған, ол желдеткіштен, шаңтұнатын камерада, циклондардан және құбырлы сүзгілі камерада тұрады. Станокта бұрғылау режимдерін автоматты басқару жүйесі және кабелді барабандар қарастырылған.

СБШ-250МН-32 станогында айналдыру-беру механизмінің дүмдік сұлбасы болады және қаттылығы 8–14 жыныстарда 300кН күшпен диаметрі 250 мм, тереңдігі 32 м дейінгі ұңғымаларды бұрғылауға арналған. Станоктың тиристорлық айналдыру жетегі болады, үш домкраттармен тегістеліп орнатылады. Станоктың негізгі құрылмалық ерекшеліктеріне келесілер жатады: бұрғылау сабының айналуының жоғарғы жетегінің болуы; бұрғылау сабын 8 м ұзындыққа үзіліссіз беру; шаңұстағыш ауалық-сулы жүйе; бұрғылау сабын жинау-бөлшектеу кезінде көмекші

операцияларды механикаландырудың жоғары деңгейі. Станоктың негізгі кемшіліктері: түсіру-көтеру және қозғалу операцияларының төмен жылдамдығы, сенімділігі жеткіліксіздігі, құрғақ шаңбасудың болмауы.

СБШ-250-МНА-32 станогы машинист кабинасынан қол еңбегін қолданбай бұрғылау сабын өсіруге мүмкіндік беретін, бұрғылау саптарын ағыту-бекіту механизмінің және компрессорды беруді автоматты реттеу жүйесінің болуымен ерекшеленеді.

СБШ-250МН-32 базасында келесі бұрғылау станоктар жасалған: СБШ-250-МНА-32, СБШ-250-55 және СБШ-250МНР.

СБШ-250-55 станогы келесі ерекшеліктерімен сипатталады: екі сепараторлы дінгегінің болуы, бұл тереңдігі 55 м дейінгі ұңғымаларды бұрғылауға мүмкіндік береді; үшеселік арқанды-полиспаст жүйесі – екішығырлы тұрақты ток жетегімен және тиристорлы басқарылатын; диаметрі 219 мм қарнақтарды қолдану, бұл құбыр кеңістігінде ауа ағынының жылдамдығын 25-тен 45м/с дейін жоғарылатады және диаметрі 270 мм дейінгі ұңғымалар бұрғылауға мүмкіндік береді; бұрғылау сабын ұзарту бойынша көмекші операцияларды толық механикаландыруға және бұрғылау режимін автоматтандыруға мүмкіндік береді; шынжыртабанды жүріс бөлігінің құрылмасы күшейтілген.

Станок СБШ-250МНР станогы қаттылығы 12-ден жоғары жыныстар мен кендерде аттыру ұңғымаларын шарқашаулы бұрғылауға және олардың оқталатын бөлігін термиялық кеңейтуге арналған. Жұмыс органы ретінде ауалық-керосинді типті отжалынды жандырғышты термиялық кеңейткіш пайдаланылады. Ұзартылған дінгегі биіктігі 17 м дейінгі кемерлерде ұңғымаларды қарнақтарды ұзартпай бұрғылауға мүмкіндік береді.

СБШ-320-36 станогы қаттылығы 18-ден жоғары жыныстарда диаметрі 320 мм, тереңдігі 36 м дейінгі ұңғымаларды бұрғылауға арналған. Жүріс бөлігі – жеке жетекті екішынжыртабанды. Рамасында машина бөлімі, оның алдыңғы бөлігінде электрлік басқару шкафтары, майсорап станциясы, гидроаппаратура блоктары, су сораптары мен басқа көмекші жабдықтар, артқы бөлігінде – екі бұрандалы компрессор, ал

станоктың соңғы бөлігінің қуысында – екі кабелді барабан орналасқан.

Беру күші шығырлармен жасалады және шығырлардың жетекші барабандарын кезекпен бірнеше рет орайтын арқан арқылы тірек бөліміне беріледі. Бұрғылау кезінде арқанның шығатын тармақтары бұрғы басының салмағымен керіледі, ал бұрғы сабын көтеру кезінде тұтқалардың салмағы мен серіппелер күші арқылы кергіш құрылғымен керіледі. Ұштары тірек бөлімінің оң және сол блокты сауыттарында бекітілген бір арқан арқылы беру іске асырылады. Шығырдың жетегі – бұрғылау кезінде немесе ұңғымадағы бұрғы құралын алу кезінде гидромотор арқылы, немесе көтеру-түсіру операциялары кезінде электрқозғалтқыш арқылы іске асырылады. 1992 ж. көмір разрездеріне арналған СБШ-320В-36 жаңғыртылған станоктарының тәжірибелік партиясы шығарылды.

Станокты дайындаушылар: ЗСБШ-200-60 – Бузулук ауыр машинажасау зауыты, 5СБШ-200-36 – Барвенков машиналық зауыты (Украина), СБШ-250 және СБШ-320 – Воронеж кен-байыту жабдықтары зауыты.

ЗСБШ-200-60 және 6СБШ-200-32 станоктары – бұрын шығарылған СБШ-200-32 және СБШ-200-40 станоктарының жаңғыртылған түрлері. Олардың ВПМ патронды сұлбасы, бұрғылау сабының айналу мен жүріс механизмдерінің тиристорлы жетегі, алдыңғы панелі ашық дінгегі, кабелді барабаны және ұзындығы 12 м дейін ұзартылған қарнағы болады.

ОАО «Біріккен машинажасау зауыттары» (Уралмаш-Ижор) шығаратын СБШ-270ИЗ станогының негізгі механизмдерінің (айналдыру, бұрғылау сабын беру және жүріс) жетегі тиристорлы түрлендіргіштерден қоректенетін тұрақты ток электрқозғалтқыштары түрінде болады, сонымен қатар құбырлардан жасалған дінгектен және беруі 40 м³/мин бұрандалы компрессордан тұрады.

Қазіргі уақытта «Бузулук ауыр машинажасау зауыты» АҚ және «Рудгормаш» АҚ сериялы шығаратын ЗСБШ-200-60, 6СБШ-200-32, ЗСБШ-200/250-55, СБШ-250-МНА-32, СБШ-190/250-60 және СБШ-160/200-40 айналмалы бұрғылайтын ауыр станоктары шетелдік техникамен бәсекелесуге сай келмейді.

Олардың ең жақсы шетелдік станоктарға қарағанда сенімділігі төмен болады. Егер басқа параметрлерін – өнімділігін, үнемділігін, жұмыс шарттары мен қызмет көрсетуді салыстырсақ, онда да импорттық машиналардың артықшылығын көреміз.

Осылайша, карьерлердегі бұрғылау жұмыстарының техника-экономикалық көрсеткіштерінің төмен болуының басты себептеріне қолданылатын бұрғылау жабдықтарының техникалық деңгейінің төмендігі жатады.

3.5. Кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктары

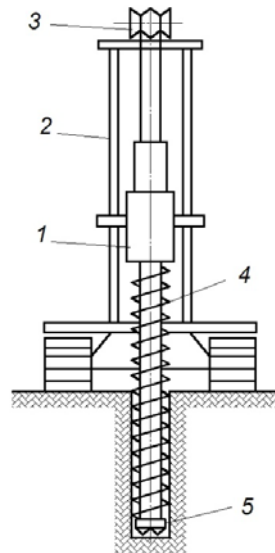
Бұл станоктармен бұрғылау технологиясы төменде келтірілген. Бұрғылау құралы қозғалтқыштан редуктор арқылы айналады және біруақытта кенжарға беру механизмімен беріледі немесе бір-біріне бекітілген шнекті қарнақ пен кескіштен тұратын бұрғы сабының және айналдырғыш жетегінің салмағы әсерімен беріледі. Бұл станоктар көбіне шнекті бұрғылау станоктары деп аталады.

Шнекті қарнақ өзекше түрінде жасалады, сыртқы бетіне бұрандалы сызық бойымен болат таспа бекітілген. Кескіш бөлігі екі немесе бірнеше қанаттары мен дүмі орнатылған қорап түрінде болады. Қанаттарының кескіш жиектері қатты қоспадан жасалған табақпен немесе қатты қоспаның құймасымен қапталады. Дүм кескіш бөлікті шнекті қарнаққа жалғау үшін қажет.

Кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктарында (3.6, 3.7-сурет) айналдырғыш 1 өзінің күрекшелерімен тік бағыттағыштар 2 арқылы жылжиды. Айналдырғышты көтеру көтергіш құрылғының 3 көмегімен көтеру арқаны арқылы жүргізіледі. Айналдырғыштың оқшанына коронкалы 5 шнекті қарнақ 4 бекітіледі. Бұзылған таужыныстары ұңғымадан жер бетіне шнек арқылы шығарылады. Мұндай станоктар тек жұмсақ таужыныстарында тік, көлбеу және жазық ұңғымаларды бұрғылайды.



3.6-сурет. Кескіш коронкалы айнал-малы бұрғылау станогы СШ-130



3.7-сурет. Кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станогының құрылмалық сұлбасы

Жазық ұңғымаларды бұрғылауға айналмалы бұрғылау станоктары және қалыңдығы 0,6-дан 2 м болатын көмір қабаттарында шнекті бұрғылау машиналары қолданылады. Олардың негізгі ерекшелігі беру механизмінің болуына байланысты. Біздің елімізде мұндай станоктар аз таралған және бірнеше данасы жұмыс істейді.

Айналмалы бұрғылау станоктары келесі негізгі бөліктер мен жүйелерден тұрады: шынжыртабанды жүріс; шанақ пен кабина орнатылған рама; бұрғылау сабы мен айналдырғышты жылжытуға арналған бағыттағышты дінгек; шнектерді сақтауға арналған кассета; жинау-ағыту механизмі; бұрғылау сабын беру механизмі; станокты теңестіру және дінгекті көтеру гидроцилиндрлері; компрессор станциясы; гидро- және пневможүйелер; электрлік бөлік.

Карьерлерде бекемдік коэффициенті $f \leq 6$ таужыныстарында диаметрі 110–160 мм тік және көлбеу ұңғымаларды айналмалы

бұрғылау кескіштермен, үгітілген таужыныстарын қарнақ-шнектермен сыртқа шығару арқылы іске асырылады.

Мұндай жағдайда, қолданылатын станоктардың жүріс бөлігі шынжыртабанды болып келеді. Олар тік және көлбеу ұңғымаларды бекемдігі $f \leq 6-8$ таужыныстарында бұрғылауды қамтамасыз етеді. Себебі, кенжарға үлкен осьтік күш беретін ауыр айналмалы салмаққа ие. Бұл станокты қолдану кезіндегі көп еңбекті талап ететін күрделі операциялардың бірі – шнекті бұрғылау сабын құрастыру және қайта бұзу.

Айналмалы бұрғылауға арналған бұрғы аспабы, қарнақтар мен кескіштер жиынтығынан тұрады. Қарнақ бұрандалы қалақтар бекітілген құбырдан тұрады. Қарнақтың таужынысын бұрғылайтын жүзі қатты құймалы дөңгелек кескіштермен жабдықталады. Карьерлерде айналмалы бұрғылау кезіндегі таужыныстарын қопару механизмі және заңдылығы мұның алдында қарастырған шпурларды бұрғылаудағы процеске ұқсас болып келеді, олар тек сандық мәні бойынша өзгешеленеді.

Тиімді бұрғылау тәртібін таңдау, қолданылатын бұрғы кескіштерінің түріне, бұрғылау аспабының өнімділігіне және бұрғылау құнына байланысты болады.

Бұрғылаудың тиімді тәртібін, тәжірибе жүргізу негізінде анықталып қабылданатын кескіш түрін ескере отырып таңдайды. Шнекті бұрғылаудың ең негізгі кемшіліктеріне – қопарылған таужынысының шнектермен толық тазаланып алынбауы, ұңғыманың тереңдігінің 15 %-ға дейін қысқаруын жатқызуға болады.

Бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары 3.3-кестеде келтірілген.

3.3-кесте

Карьерлерге арналған айналмалы бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	Станоктардың түрлері			
	БСН-1	СВБ-2	СБР-125	СБР-160
Ұңғыма диаметрі, мм	120	150	125	160
Бұрғылау тереңдігі, м	30	25	24	24
Бұрғы құралының айналу жылдамдығы, айн./мин	220	120–200	–	–
Бұрғылау снарядынан берілетін күш, кг	400	1800	<1000	<8000
Станоктың салмағы, т	1,345	10	2,0	12,0

СВБ-2М станогы 1970 жылдары шығарылды және кеңінен таралды. Бұл машинаның электрлік жетекті шынжыртабанды жүрісі болады. Станокты қозғалту және жұмыс органын көтеру – электрқозғалтқыштан, редуктор мен тісті және шынжырлы берілістер жүйесінен тұратын бір жетекпен іске асырылады. Діңгектің құбырлы бағыттағыштары бойынша айналдырғыш жылжытылады. Діңгекті көлік жағдайына көлбету үшін көтергіш шығыр пайдаланылады.

СБР-160А-24 станогының биіктігі 12 м діңгегі болады, бұл ұзындығы 8,4 м шнектерді пайдалануға мүмкіндік береді, қарнақтарды беру және бұрғы сабын бөлшектеу механикаландырылған, бұрғы сабын гидравликалық беру, діңгекті көтеру және түсіру гидроцилиндрлері қарастырылған.

Станоктың электржетекті шынжыртабанды типті ХГ-30 жүріс бөлігі болады, бұрғы сабын редуктор арқылы үшжылдамдықты асинхронды қозғалтқыш айналдырады. Станокта ұңғыманы құрамды шнекті-ауалық тазалауға арналған компрессор орнатылған. Станок алдыңғы бөлігінде орнатылған кабинадан басқарылады.

СБР-160Б-32 станогы СБР-160А-24 станогының базасында жасалған, сериялы түрде шығарылады. Бұл модель бұрғылау тереңдігінің үлкендігімен ерекшеленеді, ол үшін дінгектің сыртында орнатылған кассета қолданылады. Станоктың кабелді барабаны болады.

2СБР-160-24 бұрғылау станогы СБР-160А-24 станогының орнына жасалды. Станокта бұрандалы қосылысты, ұзындығы 4 м, қысқартылған шнекті қарнақтар пайдаланылады, бұл бұрғы сабын жинау-ағыту процесін толық механикаландыруға мүмкіндік береді. ХГ-18 шынжыртабанды жүріс бөлігі асинхронды электрқозғалтқыштарынан жетек алады.

СБР-200-32 (48) станогы 2СБР-160-24 құрылмасына ұқсас, кабелді барабанмен, автоматтандыру және диагностика жүйелерімен жабдықталған. Станок кескіш және шарқашаулы қашаулармен бұрғылай алады, бұл үшін тіркемелі компрессорды қосу қарастырылған.

СБР-160А-24 и СБР-160Б-32 станоктарын Карпинский машина зауыты, 2СБР-160-24 и СБР-200-32 (48) станоктарын Қыштым машина зауыты жасап шығарады.

3.6. Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары

Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктарымен бұрғылау технологиясы таужыныстарына соққылы және айналмалы әсерінің негізгі артықшылықтары біріктірілетін құрамды әдісіне негізделген. Бұл станоктардың ерекшелігі батырмалы соққылы механизмінің – пневмосоққылағыштың 1 болуы (3.8, 3.9-суреттер).

Соққылы-айналмалы станоктардың негізгі артықшылықтары ұңғыманың тереңдігіне қарамай бұрғылау коронкасында соққы энергиясының сақталуы және бұрғылау құралына үлкен айналдыру моментін беру мүмкіндігі, бірақ ұңғымада үзіліссіз айналатын пневмосоққылағыш жылдам тозуы мүмкін. Станоктар тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылай алды.

Бұрғылаудың бұл әдісі жерасты кен өндірісі және өнімділігі орташа карьерлерде тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылау кезінде кеңінен қолданылады. Батырмалы пневмосоққылағышты станоктарды үш түрге бөледі: жеңіл (диаметрі 85–125 мм

ұңғымалар үшін); орташа (диаметрі 160 мм ұңғымалар үшін); ауыр (диаметрі ≥ 200 мм ұңғымалар үшін). Сонымен қатар, АҚШ-тың «Интерсол Рэнд» фирмасының диаметрі 850 мм дейінгі ұңғымаларды бұрғылайтын батырма пневмосоққылағышты станоктарын атауға болады. Пневмосоққылағышты бұрғылау станоктарын Atlas Copco, BPJ, Reddrill, Tamrock (Sandvik) шетел фирмалары да жасап шығарады.

Пневмосоққылағышқа тақтаға 4 бекітілген айналдырғыштан 3 қарнақ 2 арқылы айналым беріледі. Беру механизмінің 5 көмегімен бұрғы сабын кенжарға беру және осьтік күшті жасау іске асырылады. Айналдырғыш дінгек 6 арқылы жылжиды, оның көлбеу бұрышының өзгеруі гидроцилиндр 7 арқылы іске асырылады [14–17].

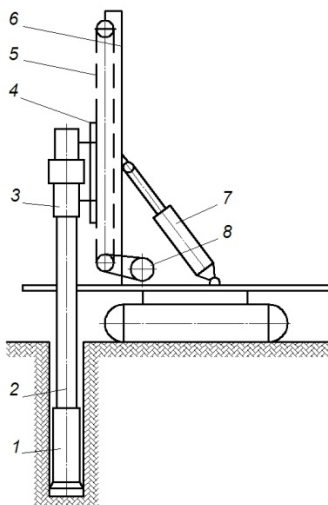
Батырмалы пневмосоққылағышты бұрғылау станоктары пайдалы қазбаларды ашық әдіспен өндірудің әртүрлі салаларында ұңғымаларды бұрғылау үшін кең таралған. Пневмосоққылағыштар диаметрі 66-дан 254 мм дейінгі ұңғымаларды бұрғылайды. Диаметрі 115 мм дейінгі ұңғымаларды пневмосоққылы бұрғылауға арналған бұрғылау станоктары доңғалақты немесе шынжыртабанды жүріспен шығарылады. Доңғалақты жүрісті станоктардың көпшілігі жылжымалы компрессорлық қондырғылардан жұмыс жасайды.

Пневмосоққылы бұрғылау прогрессивті бұрғылау әдістерінің қатарына жатады, бірақ қазіргі кезде бұл бұрғылау түрін пайдалану сапасы шетелдік деңгейден төмен. Негізгі себебі – қысымы 0,5 МПа сығылған ауаны қолдану. Заманауи қадалы құралды пневмосоққылағыштың тиімді жұмысы үшін соққы энергиясын 2–3 есе жоғарылату қажет, яғни шетелде пневмосоққылағышқа берілетін ауа қысымы 1,8–2,4 МПа. ТМД елдерінде негізінен 0,5 МПа қысым пайдаланылады. Мұндай қысым кезінде бұрғылаудың жоғары жылдамдықтарын алу, машинаның ресурсы мен жынысты бұзатын құралдың беріктігін ұлғайту күрделі.

СБУ типті соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары қаттылық коэффициенті 6–16 жыныстарда тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылауға арналған.



3.8-сурет. Буран-1 соққылы-айналмалы бұрғылау станогы



3.9-сурет. Соққылы-айналмалы бұрғылау станогының құрылымдық сұлбасы

ТМД-да пневмосоққылы бұрғылау станоктары Қыштым машина зауытында СБУ-100Н-35; СБУ-10Г-32 (СБУ-100П-35); 2СБУ-100-32М; 3СБУ-100-32; СБУ-100ГА-30; СБУ-125-24; СБУ-125А-32 және СБУ-125У-52 станоктары 100 (125) және 125 (160) мм шартты диаметрлерімен шығарылады. Бұл станоктардың техникалық сипаттамалары 3.4-кестеде келтірілген.

Ашық карьерлерде пневмосоққылы бұрғылау станоктарының үш: СБУ-125, СБУ-160 және СБУ-200 типті өлшемдері жиі қолданылады.

СБУ-160 және СБУ-200 станоктарында жеке компрессорлық қондырғы болады, ал СБУ-125 станогы сығылған ауамен жылжымалы компрессордан қоректенеді. Қалыпты санитарлық-гигиеналық еңбек жағдайын қамтамасыз ету үшін станоктағы пневмосоққылар ауалы-сулы қоспамен жұмыс істейді және ұңғымадан ұшып шығатын шаң ауаны тазалау үшін сүзгілер орнатылады.

3.4-кесте

Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары

Параметрлері	Бұрғылау станогының моделі				
	2СБУ-100-32М (СБУ-100Н-35)	3СБУ-100-32	СБУ-100-35; СБУ-100ГА-50	СБУ-125-24; СБУ-125А-32	СБУ-125У-52
Ұңғыма диаметрі, мм	110 (125)	85; 110; 125	110; 130	125	125–160
Тік бұрғылау тереңдігі, м	32 (35)	32	35; 50	24; 32	52
Ұңғыманың көлбеу бұрышы, градус	0–90	манипулятор	0; 15; 30	0; 15; 30	0–30
Қарнақ өлшемдері, мм ұзындығы диаметрі	950 83	950 83	950 83	2930 89	4250 108
Белгіленген қуаты, кВт	-	59 (дизель)	24	42	80
Айналдырғыштың қуаты, кВт	4	4	4	3,8/6,2	35
Бұрғы сабының айналу жиілігі, с ⁻¹	0,77	0,65–1,33	0,77	0,37; 0,75	0,41–1,5
Қашаудағы айналдыру моменті, кН·м	0,83	2	0,83	1,67; 1,37	2,4
Кенжарға беру күші, кН	1,0–6,0	до 25	1,0–6,0	4,5–20	до 50
Беру жүрісі, мм	1050	1800	1050	3700	4400
Беру жылдамдығы, м/с	0,25	0,33	0,25	0,17	0,4
Пневмосоққылағыш типі	П-110К; П-125К	П-110К	П-125К	П-125К	П-125К
Қашау типі	К-110	К-110К	К-125К	К-125К	К-125К
Жүріс қозғалтқыштарының қуаты, кВт	–	–	2x5,5	2x10	2x20
Қозғалыс жылдамдығы, км/сағ	–	0,8–1,6	0,83	1	0,9
Жерге қысымы, МПа	–	0,089	0,05	0,09	0,085
Станоктың жұмыс жағдайындағы өлшемдері, мм:					
Ұзындығы	1135	–	4000	4250	5600
Ені	430	–	2210	3000	3200
Биіктігі	2375	–	2210	3000	3200
Станоктың салмағы, кг	2700	8500	5000	8500	13500

СБУ-125 бұрғылау станогы шынжыртабанды, бұрғылаушы кабинасы орнатылған өздігінен жүретін қондырғы түрінде болады. Станоктің өнімділігі $f=10-12$ бекемдіктегі таужыныстарын бұрғылаған кезде 25 м-ге дейін жетеді.

Қыштым машина жасау зауыты батырмалы пневмосокқылағышты бұрғылау станоктарының СБУ-100 және СБУ-125 типтік өлшемдері жасалады. СБУ-100 типтік өлшемді станоктарының үш модификациялары шығарылады: шынжыртабанды жүрісті СБУ-100Г-35, пневмодоңғалақты жүрісті СБУ-100П-35 және шаналы рамалы СБУ-100Н-35. Станоктардың айналдырғыштан, беру цилиндрінен, траверстен және бағыттағыштардан, люнеттен, қарнақтан, коронкалы пневмосокқылағыштан (СБУ-100Н-35, СБУ-100Г-35, СБУ-100П-35), жүріс бөлігінен, құрғақ шаңұстағыш қондырғыдан, май станциясынан, тегістеп орнату гидродомкраттарынан, электроаппаратуралы шкафтан (СБУ-100Г-35, СБУ-100П-35) тұратын жұмыс органы болады.

СБУ-100Г-35 станогы келесі тораптардан тұрады: құрамына айналдырғыш жылжитын бағыттағыштармен жабдықталған беру пневмоцилиндрі кіретін жұмыс органы; пневмопоршеньді-жылжымайтын цилиндр – беру механизмі, оған қатысты плита арқылы айналдырғышпен байланысқан штокты поршень жылжиды; шынжыртабанды жүріс – әр шынжыртабанға жеке жетекпен; жүріс бөлігінің жетегі – асинхронды электрқозғалтқыш және тежегіш құрылғылы червякты редуктор. Жүрісті басқару – қашықтықтан басқару пультімен. Құрғақ шаңұстағыш қондырғы шаңжинағыш камерадан, циклоннан, ұсақ тазалау сүзгісінен және желдеткіштен тұрады.

СБУ-100П-35 станогы СБУ-100Г-35 станогының модификациясы болып табылады. Ол кез келген көлік құралының және қатаң жалғаманың көмегімен тасымалдануы мүмкін.

СБУ-100Н-35 станогы кіші өлшемдерімен және салмағымен ерекшеленеді, жұмыс органының компоновкасы мен жұмыс принципі бойынша СБУ-100Г станогына ұқсас болады. Станоктың қоректену көзі – энергияның аралас түрі: жылжымалы немесе тұрақты компрессорлық станциялардан

сығылған ауа және өнеркәсіптік тораптан немесе жылжымалы дизель-генераторлық станциядан электр энергиясы.

2СБУ-100Н-32 бұрғылау станогының жаңа үлгісі СБУ-100Н-35 базасында және СБУ-100ГА-50 бұрғылау станогының жаңа үлгісі СБУ-100Г-35 және СБУ-125А-32 станоктарының базасында жасалды. 2СБУ-100Н-32 станогының құрылмалық ерекшеліктері – ұңғыманың диаметрі 105 мм; станоктың салмағы 0,35 т азайтылды. СБУ-100ГА-50 станогының құрылмалық ерекшеліктері – ұңғыманың тереңдігі 50 м; кенжарға беру күші 12 кН; карнактың ұзындығы және үзіліссіз беру жүрісі 2,19 м; бұрғы сабын жинау-ағыту бойынша операциялар жекелей механикаландырылған.

Станок СБУ-125А-32 станогы құрамына дінгек, айналдырғыш, берудің шынжырлы жүйесі және бұрғы сабын механикалық жинап-ағытуға арналған кассеталық құрылғы кіретін жұмыс органынан тұрады. Айналдырғыш екіжылдамдықты электрқозғалтқыштан және планетарлы редуктордан тұрады. Құралды кенжарға беру және түсіру-көтеру операциялары шынжырлы бергіштің көмегімен іске асырылады, оның жетегі пневмоқозғалтқыштан және червякты редуктордан жүргізіледі. Шынжыртабанды жүріс әр шынжыртабанға жеке жетекті болады.

Станок СБУ-125А-55 станогы карьерлерді кемерлерді қиялауға арналған аттыру ұңғымаларын бұрғылайды. Станоктың ерекшеліктері – айналдырғыштың гидравликалық жетегі; станоктың дінгегінің бойлық осі бойынша жерге тірелгенге дейін жылжуы, бұл көлбеу ұңғымаларды бұрғылау процесін жеңілдетеді; көмекші операциялар толық механикаландырылған. Станокты сығылған ауамен қоректендіру беруі 10 немесе 25 м³/мин жылжымалы компрессорлық станциялармен іске асырылады.

3.7. Отты бұрғылау станоктары

Ұңғымаларды отты бұрғылау негізінен беріктік коэффициенті $f = 14-20$ болатын кремнийлі таужыныстарында жүргізіледі. Таужыныстары жекелеген қабаттарын сұйық

отынның жануы нәтижесінде туындайтын ыстық газдардың әсерімен қыздырудан пайда болатын термиялық күштің әсерінен бұзылады.

Бұрғылау үшін реактивті типті жанарғыға тотықтырғышпен бірге жанғыш қоспаны (керосин-қыста, дизельді отын – жазда) береді. Жанарғы сумен суытылады, ол жоғары температурада бұға ауысады, бумен бірге бұзылған жыныс ұнтағы жер бетіне шығарылады.

Отты бұрғылау станогының негізгі бөліктері: жанарғы, бұрғылау қарнағы, айналдырғыш механизм, келтіргіш құрылғы, станоктың діңгегі, көтеріп-түсіретін шығыр; ұңғыма ернеуінен бұзылған ұнтақты сору құрылғысы; белгіленген аралықты автоматты түрде ұстап, кенжарды тексеретін механизм; станок қорабы; жүріс бөлігі; станокты жұмыстың қосалқы заттарымен (жанғыш, тотықтырғыш, су) жабдықтау жүйесі, электрмен жабдықтау жүйесі (3.10-сурет).

Жағу камерасын салқындатуға кететін су шығыны 1-4 м³/сағ құрайды. Су, отын және оттегі немесе сыңылған ауа жағу камерасына болат құбыр арқылы келеді, құбырдың ұзындығы ұңғыманың тереңдігіне байланысты болады. Құбырдың ішінде отын мен қышқылдатқышты жеке өткізетін құбыршалар салынған; су құбырдың бос қалған бөлігімен жүреді.

Отты бұрғылау станоктарының түрлері: оттекті СБО-1Б, оттекті және ауалы – СБО-160/20; ауалы СБТМ-20 және СБО-5. СБО-5 станогы КраЗ автокөлігінің базасына орнатылған, ал қалғандары – шынжыртабанды қондырғылар. Қазіргі уақытта бұрғылау үшін таза отты қондырғылар қолданылмайды, өйткені жылдамдығы төмен және бұрғылау құны қымбат.

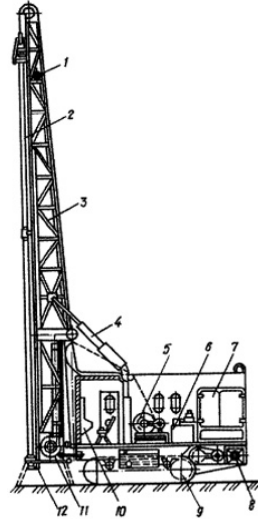
Құрамды технология (тік ұңғыманы шарқашау құралмен бұрғылау, сонан соң термиялық әдіспен оны кеңейту) орташа және қиын термиялық бұрғыланатын таужыныстарын бұрғылауға арналған.

Бұл қондырғыны қолдану механикалық бұрғылау көлемін азайтып, 1 м ұңғымадан жыныс массасының шығу көлемін арттыруға мүмкіндік береді және термиялық әдістің қолдану аймағын кеңейтеді. Бұл мақсат үшін СБШ-250МНР станогы қолданылады. СБШ-250МНР станогының техникалық

сипаттамалары: шарқашаудың диаметрі 244,5 мм, 20 м тереңдікке дейін ұңғыманың диаметрі 400 мм, отын шығыны 120 л/с, станоктың салмағы 76 т. Станоктың басқа параметрлері СБШ-250 базалық машинасының параметрлерімен сәйкес келеді. Таужыныстарының бекемдігі жоғарылаған сайын механикалық бұрғылау әдістерінің тиімділігі күрт төмендейді, соған сәйкес бұрғылау құны да өседі.

Сол себепті қазіргі кездері өндіріске таужынысының бекемдігіне тәуелсіз бұрғылау әдістері енгізілуде. Оның қатарына от арқылы бұрғылау әдісін жатқызуға болады. Бұл әдісте таужыныстары 2000 °С температурада және 2000 м/с жылдамдықпен жанып тұрған газ ағынынан қызып, соның арқасында үгіліп бұзылады. Жанармай ретінде бензин не керосинді қолдануға болады [15–18].

Бұл әдістің кемшілігі – оның күрделілігінде. Оны қолданып, кварцты таужыныстарын қопарған тиімді. Басқа таужыныстарында қолданғанда әдістің көрсеткіштері төмендейді. Мұндай станоктардың өнімділігі, диаметрі 200–250 мм ұңғымаларды бұрғылаған кезде шамамен 30–35 м құрайды. Сондықтан қазіргі кездері от арқылы бұрғылау әдісін, әсіресе, бұрғыланған ұңғымалардың төменгі бөлігін кеңейтуге қолданады.



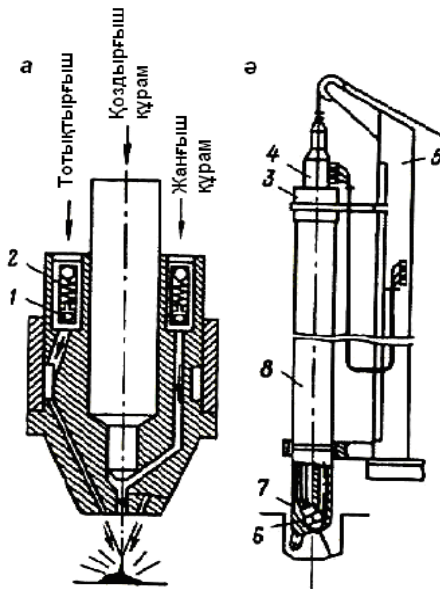
3.10-сурет. Отты бұрғылау станогының сұлбасы

1 – желдеткіш қондырғы;
2 – бұрғылау қарнағы; 3 –
діңсек; 4 – діңсекті көтеретін
гидроцилиндр; 5 – бұрғылау
қарнағын көтеріп-түсіретін
шығыр; 6 – май сорабының
станциясы; 7 – басқару блогы;
8 – сорап станциясы; 9 – жүріс
бөлігі; 10 – басқару пульті; 11 –
сору құрылғысы; 12 – электрлі
тұтандырғыш

Ұңғымаларды жарылыс күшімен бұрғылау әдісі, ұңғымаға жарылғыш заттарды түсіру, аттыру және ұңғымадан қопарылған кесектерді шығару арқылы орындалады. Ұңғымаларды жарылыс күшімен бұрғылаған кезде негізінен екі тәсіл: оқшанды, яғни кенжарға су немесе сығылған ауа көмегімен сұйық және қатты қапталған жарылғыш зат жеткізілген кезде қолданылады. Жарылғыш зат оқтамын кенжарға соғу арқылы немесе дүмпіткішпен қоздырады. Екінші тәсіл – ағымдық деп аталады, мұнда қабырғаға ілінген ыдыстардан құбырлар бойымен жарылғыш зат қоспалары (жанғыш зат және тотықтырғыш) жарылыс генераторына беріледі. Соның әсерінен кенжарда сұйық жарылғыш зат оқтамы пайда болады. Оны калий немесе натрий тамшысын шашу арқылы қоздырып, дүмпітеді. Жарылыс әсерінен кенжардағы таужыныстары қопарылып, алысқа лақтырылады.

Мөлшері 300–500 г гексоген және тротил оқтамымен оқшанды бұрғылау кезінде кенжардағы таужынысының кесектері 10–15 мм өлшемде қопарылады. Ұңғыманың ішіндегі қопарылған таужынысының үгінділері сығылған ауаны үрлеу арқылы сыртқа шығарылады. Жарылғыш заттың меншікті шығыны шамамен 0,16–0,3 кг/дм³ құрайды. Бұрғылаудың есепті жылдамдығы 10–15 м/сағ шамасында болады. Оқшанды бұрғылау әдісін механикалық әдіспен қоса қолданған тиімді. Бірінші пневмосоққылы құралдармен монолитті таужыныстарын бұрғылап содан кейін оқшанның атылыс күшін пайдалансақ, бұрғылау өнімділігі жоғарылайды.

Ағымдық жарылыс әдісі (3.11-сурет) арқылы бұрғылау кезінде жанармай мен тотықтырғыш үзіліссіз кенжарға ағып тұрады. Қоздырғыштың мөлшерін минутына 1-ден 1400 порцияға дейін реттеп беруге болады. Соның арқасында кенжарда әртүрлі мөлшердегі оқтамдар пайда болады.



3.11-сурет. Ағымдық жарылысты бұрғылаудың принципті сұлбасы
а – жарылыс генераторының сұлбасы; *ә* – ұңғымаларды ағымды жарылысты бұрғылаудың сұлбасы: 1 – соққы қайтарғыш клапан; 2 – серіппе; 3 – айналдырғыш; 4 – ток шығарушы; 5 – діңгек; 6 – жарылыс генераторы; 7 – шашыратқыш; 8 – бұрғы қарнағы

Бұл әдістің кемшілігіне: улы газдардың көп көлемде бөлінуін, сулы және жарықшақты таужыныстарында қолданғанда көп еңбек күшін талап етуін жатқызуға болады.

3.8. Шнекті бұрғылау машиналары

Шнекті бұрғылау машиналары (ШБМ) пайдалы қазбаның (бастысы көмір) қалыңдығы 1 м дейін болатын жазық және көлбеу жұқа қабаттарын, ал кей жағдайларда мұнан қуатты қабаттарын қазып алуға арналған, себебі оларды қалың толық ашуға экономикалық тиімсіз болады [7, 15].

ШБМ көмір қабатында ұңғыма бұрғылайды (арасында

кентіректер қалдырады) және көмірді жер бетіне шнекпен жібереді. Көмір қабаты разрездің түбінен төмен тереңдікте жатуы мүмкін немесе карьер контурынан тыс жатуы мүмкін. ШБМ қолдану жер қойнауындағы пайдалы қазбалардың жоғалуын азайтады және қосымша өндіруді ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Бір шпиндельді ШБМ-500 шнекті бұрғылау машинасы пайдалы қазбаларды қалыңдығы 1,5 м дейін болатын жазық және жайпақкөлбеу қабаттан пайдалы қазбаны шнектің көмегімен қазып алып конвейерге дейін апаруға арналған. Станок адымдағыш құрылғыда орнатылған.

ШБМ-500 шнекті бұрғылау машинасының техникалық сипаттамалары: ұңғымалардың диаметрлері 1,1; 1,3; 1,5 м; машинаның өнімділігі сәйкесінше 280; 350; 460 т/ауысым. 50 м дейін тереңдікке бұрғылау бұрышы 20°. Шнек секциясының ұзындығы 4,2 м. Станоктың өлшемдері 15700x12700x9200 мм.

3.9. Құрамды бұрғылау қондырғылары

Бұл қондырғылар әмбебап машиналар болып табылады, себебі күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларында құрылмалы мен беріктігі әртүрлі таужыныстарын бұрғылауға мүмкіндік береді. Әртүрлі механикалық және беймеханикалық бұрғылау әдістерінің құрама әсері қатты таужыныстарын тиімді бұзуға мүмкіндік береді.

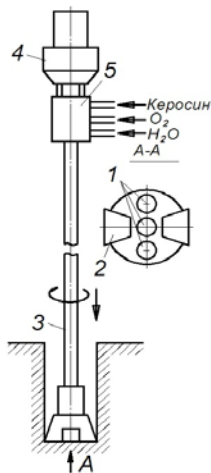
Беймеханикалық әдіспен бұрғылаудан кең қолданылатыны термиялық, ол механикалық әдіспен бірге беріктігі жоғары тығыз таужыныстарын тиімді бұрғылауға мүмкіндік береді.

Термиялық бұрғылау кезінде таужыныстарының бұзылуы ұңғыманың кенжарын қызған газдар ағынымен қарқынды біржақты қыздыру арқылы іске асырылады. Әсіресе жылу өткізгіштігі төмен кварцқұрамды таужыныстары жақсы бұзылады.

Термомеханикалық әдіспен бұрғылау кезінде таужыныстарын қыздыру оның беріктігін төмендетеді, ал толық бұзылуы механикалық әдіспен іске асырылады.

Термомеханикалық бұрғылау станогының сұлбасы 3.12-

суретте көрсетілген. Станок термошарқашаулы құрылғымен жабдықталған. Термобұрғыдан 1 келетін жоғары температуралы газдар ағыны ұңғыма кенжарындағы таужыныстарын әлсіретіп, бұзады.



3.12-сурет. Құрамды бұрғылау станогының құрылмалық сұлбасы

Шарқашаулы бұрғылау құралының 2 көмегімен таужыныстары бұзылады. Қарнаққа 3 бекітілген термошарқашаулы жұмыс құралы айналдырғыштың 4 көмегімен айналады.

Жұмыс компоненттері – керосин, оттегі және су – айналдырғыштағы коллекторға 5 келеді, ары қарай қарнақтағы арнамен термобұрғы жанарғысына түседі. Бұзылған таужыныстары булы газ қоспасымен шығарылады. Термошарқашаулы бұрғылау станоктары шарқашаулармен ұңғыманы бұрғылап оны қажетті диаметрлі термобұрғыға кеңейтуге мүмкіндік береді [15, 17].

3.10. Шетел өндірісінің бұрғылау станоктары

Ірі шетел карьерлерінде бұрғылау жұмыстарының үлкен көлемі шарқашаулы станоктармен орындалады, бірақ соққылы әсерлі аса жеңіл және жеңіл станоктар кең қолданылады, олардың гидравликалық немесе пневматикалық перфораторлары, батырмалы пневмосоққылағыштары жоғарыда орналасқан (3.13, 3.14-суреттер).

Шетелдік фирмалар бұрғылау станоктарының базалық модельдерінде бұрғылау диаметрі мен тереңдігінің, электрлік немесе дизелдік жетегінің бекітілген қуаты мен компрессорлардың беруінің кең диапозонда өзгеруін қарастырады.

Шетелде карьерлік бұрғылау станоктарын өндіруші белгілі фирмалар: «Ингерсолл-Рэнд», «Бюсайрус-Ири», «Гарднер-Денвер», "Марион", «Дрилтех» (АҚШ), «Хаусхерр» (Германия), «Атлас Копко» (Швеция), «Тамрок» (Финляндия), «Harnischfeger R&N» және т.б. Олар шарқашаулы, кескіш қашаулы және пневмосокқылағыштарды пайдалануға мүмкіндік беретін айналмалы бұрғылау станоктарын жасайды.



3.13-сурет. FlexiROC D55
бұрғылау станогы



3.14-сурет. DM 45 бұрғылау
станогы

Осы фирмалар тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылау үшін ұңғыма диаметрі 560 мм дейін болатын шарқашаулы бұрғылау станоктарын және ұңғыма диаметрі 700 мм дейін болатын пневмосокқылағыш бұрғылау станоктарын, диаметрі 217 мм дейін болатын екішпиндельді айналдыра бұрғылау станоктарын, сонымен қатар қалыңдығы 2,13 м дейін болатын жұқа көмір қабаттарын алатын шнекті бұрғылау машиналарын жасап шығарды.

АҚШ-та шығатын шнекті бұрғылау машиналары (ШБМ) бір немесе көп шпиндельді бұрғылау агрегатынан және тиегіш қалақты конвейерден тұрады, рамасы тікбұрышты пішінді, бұрыштарында тік домкраттар орнатылған. Ферманың ішінде жазық науа бекітілген, ол арқылы бағыттағыштардың бойымен жылжитын бұрғы сабының жетегі орнатылған.

Шнекті секцияны жинау-бөлшектеу тік домкратта орнатылған кран арқылы іске асырылады. Бұрғылау коронкаларының диаметрлері тау-кен-геологиялық жағдайына байланысты 457-ден 2130 мм дейін болады. Әдетте ШБМ негізінен диаметрі әртүрлі екі-үш комплектілі бұрғы саптарымен жабдықталады. Біршпиндельді машина секциясының ұзындығы 10 м аспайды, ал көпшпиндельді машина секциясының ұзындығы – 4 м дейін болады. Барлық ШБМ кенжар бойымен қозғалу үшін гидравликалық адымдау механизмімен жабдықталған [15].

Жеңіл типті біршпиндельді машиналарда – бір, ал қуатты машиналарда – екі дизельді қозғалтқыш болады. Орындаушы бөлік кенжарға көп жағдайда төлкелі-роликті шынжырлар мен тартқыш жұлдызшалардың және қос әрекетті гидродомкраттың көмегімен беріледі. Көп шпиндельді машиналардың шнектері қарама-қарсы бағытта айналады. Шнекті бұрғылау машиналарының бұрғы сабының жетегі кареткада орнатылған дизельді қозғалтқыштан, гидромұфталардан және редуктордан тұрады.

«Ингерсолл-Ранд» фирмасы толықтай гидравликалық жабдықталған станоктарды шығарады. Олар компрессор мен сорап станциясының жетегін қамтамасыз ететін бастапқы қозғалтқышпен жабдықталған (жоғары вольтты электрлі немесе дизельді). Соңғысы гидроэнергияны станоктың барлық тұтынушыларына жібереді, олардың көпшілігі жеке режимде жұмыс істейді. Мұндай схема электр- және гидромашиналардың бекітілген қуатын төмендетеді және энергияны станоктың ішкі тұтынушыларының арасында тиімді таратады. Станоктың айналдырғыштары реттелетін аксиальді-поршенді моторлардың қозғалысқа келтіріледі. Беру жүйесі – гидромотордан шынжырлы немесе гидроцилиндрден шынжырлы немесе арқанды

полиспастармен іске асырылады.

ДММ-2 станогында прогрессивтік техникалық шешімдер іске асырылған, беру жүйесі жетілдірілген – гидроцилиндрлер және арқанды полиспаст. Бұрғылау диаметрі 270 мм дейін, бұрғылау тереңдігі 50 м, станоктың салмағы 52,2 т.

«Ингерсолл-Ранд» фирмасының ДМН станогы ең қуатты қондырғы, бұрғылау диаметрі 229–311 мм, бұрғылау тереңдігі 55 м дейін, беру күші 0,488 МН, компрессорының өнімділігі 73,6 м³/мин, айналдырғыш қуаты 230 кВт, желілік қозғалтқыштың бекітілген қуаты 600 кВт және салмағы 112–124 т.

«Бюсайрус-Ири» фирмасының III сериялы 60/61-К станоктары тік және 30° дейін көлбеу, диаметрі 452 мм, тереңдігі 20 м дейін болатын ұңғымаларды бұрғылауды қамтамасыз етеді. Бұрғы сабындағы беру күші 0,58 МН. Салмағы 163 т станок диаметрі 251–455 мм болатын ұңғымаларды бұрғылауға арналған, комплектіде негізгі және үш қосымша қарнақтары (ұзындығы 15 м) болады. Айналу жиілігі 0–17 с⁻¹ болғанда қашаудағы момент 14,72 кН-м. Винтті компрессордың беруі 60 м³/мин. Станоктың қорап тәрізді биіктігі 15,2; 16,75 немесе 19,81 м болатын қатаң дәнекерленген діңгегі болады. Кузбасс және Оңтүстік Якутияның көмір разрездерінде бұрғылау диаметрі 311 мм болатын 60-К модельді 25 станок жұмыс істеді.

«Бюсайрус-Ири» фирмасының ең қуатты 67-К модельді станогы. Ол диаметрі 455 мм дейін болатын ұңғымаларды бұрғылайды. Техникалық сипаттамалары: беру күші 725 кН дейін, айналдыру күші 225 кВт, электроқозғалтқыштардың бекітілген қуаты 770 кВт, екі компрессордың жалпы өнімділігі 182 м³/мин және салмағы 170 т.

Шетел өндірушілерінің станоктарының техникалық сипаттамалары 3.5, 3.6, 3.7, 3.8-кестелерде келтірілген.

3.5-кесте

Busyrus International фирмасының ұңғымаларды айналмалы
бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары

Модель параметрлері	35R*	39R	49RIII	59R	60/61R
Бұрғылау диаметрі, мм	270 дейін	311 дейін	406 дейін	444 дейін	381 дейін
Бұрғылау тереңдігі, м: бір қарнакпен максималды	7,6 36,4	16,8 82,2	21,3 85,2	18,3 79,2	19,8 45,7
Осьтік күші, кН	340	55	640	748	590 дейін
Айналдырғыштың қуаты, кВт	59	73,2–82	153	153	91–182
Айналдыру жиілігі, мин ⁻¹	0–130	0–160	0–125	0–120	0–125
Қашаудағы айналдыру моменті, кН·м	9,5	16,8	16,8	20,7	15,6
Бұрғы сабын көтеру жылдамдығы, м/с	1,14	0,64	0,46	0,51	0,55
Басты жетек түрі	Д	Ә	Ә	Ә	Ә
Басты жетектің қуаты, кВт	298	350	600	до 750	до 840
Компрессор Беру, м³/мин/ қысым, МПа	38,2/0,2 23	85,4/0, 48	85,4/0, 48	103,2/0, 48	85,4/0, 48
Жүріс жылдамдығы, км/сағ	3,2	3,2	1,1–1,8	0,9–1,5	1,7
Станоктың салмағы, т	54,4	122,5	154,2	183,7	155
* Модель батырмалы пневмосоққылағышпен жабдықталған					

Atlas Copco фирмасының ұңғымаларды айналмалы бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары

Модель параметрлері	DM-30*	DM-45/50	DML*	DM-M2	DM-M3	PV271	PV351
Бұрғылау диаметрі, мм	130–171	127–171	152–270	251–270	251–311	200–270	270–410
Бұрғылау тереңдігі, м: бір қарнақпен максималды	9,1 15,2	9,1 55/45	9,1; 10,7 55	10,7 53,3	12,2 48,8	6,8; 12,21 60	19,8 55
Көлбеу бұрғылау бұрышы, градус	0–20	0–30	0–30	0–30	0–30	–	–
Осьтік күші, кН	136	227	272	340	409	340	522
Айналдырғыш қуаты, кВт	113	108	120	130	160	145	160
Айналдыру жиілігі, мин ⁻¹	0–100	0–160 0–100	0–160 0–100	0–150	0–200	0–170	0–170
Қашаудағы айналдыру моменті, кН·м	7,3	7,3; 12,2	7,35; 12,2	11,8	13,8	6,44; 12	25,7; 14,2
Беру/көтеру жылдамдығы, м/мин	0–30/ 0–85	0–44/ 0–62	0–44/ 0–62	0–25/ 0–30	0–44/ 0–30	0–39/ 0–48	0–21/ 0–47
Жетек түрі	Д	Д	Д	Д/Э	Д/Э	Д	Д/Э
Дизель қуаты, л.с.	425; 525	425; 600	525; 760	760	850; 950	760	1000– 1500
Компрессор беруі, м³/мин /қысым, Мпа соққылағыш пен	25,5/0,76 25,5/2,4	25,5; 34/0,76 30/2,4	34; 53,8/0,76 34/2,4	54; 73/0,76–	54/0,76 –	54/0,76 –	85– 108/0,76 –
Жүріс жылдамдығы, км/сағ	0–4,0	0–3,2	0–2,7	0–1,9	0–1,8	0–1,8	0–1,8
Жүріс бөлігі	CAT-D4	CAT 320L	CAT 320S	CAT 320E	CAT 350	CAT 345L	CAT 375L
Жұмыс салмағы, т	23,7	28,2	49	60,7	104,4	80	169
* Модельдер бұрғылауға арналған жабдықпен, батырмалы пневмосоққылағышпен жабдыкталуы мүмкін.							

3.7-кесте

Тамrock концернінің Driltech фирмасының ұңғымаларды
айналмалы бұрғылау станоктарының техникалық
сипаттамалары

Модель параметрлері	D25K S	D40K S	D45K S	D50K S	D40 0 SP	D60 KS*	D75K S	D90K S
Бұрғылау диаметрі, мм	130– 203	152– 203	152– 229	152– 229	152– 254	229 – 279	229– 279	229– 311
Бұрғылау тереңдігі, м: бір қарнақпен максималды	8,67; 9,38 64	8,67; 9,4; 11,2 53,4	8,67; 9,4; 11,2 53,4	7,6; 8,7 64	12,2; 15,2; 18,3 19,8	10,2 ; 11,2 53,3	10,2; 11,2 53,3	11,8; 12,7; 19,8 85
Осьтік күші, кН	126	182	204	227	182	272	343	499
Айналдырғышт ың қуаты, кВт	82	82	134,3	134,3	109	142	142	171,6
Қашаудағы айналдыру моменті, кН·м	8,2	6,8	9,8	9,8	6,8	14,1	14,1	16,9
Бұрғы сабын көтеру жылдамдығы, м/с	1,1	0,7	0,83	0,83	0,61	0,63	0,63	0,6
Басты жетектің қуаты, кВт	320	320,8 377	320,8 377	320,8 377	320, 8 470	410 470	477	477 709
Компрессордың беруі, м³/мин	19,8	21– 28,3	26–37	26–45	26– 45	37– 45	37–57	45– 73,6
Жүріс жылдамдығы, км/сағ	2,9	2,9	3,2	3,5	2	2,4	2,4	1,27
Станоктың салмағы, т	28,2	47	47,8	43,6	52	59	63,6	120,3
*Модельдің соққылы-айналмалы бұрғылайтын түрленімі болады.								

Заманауи модельдерде негізгі жетектерді гидрофикациялаудың тұрақты тенденциясы байқалады, бұл станоктың салмағын азайтуды, сипаттамаларын реттеу мүмкіндігін, басқарудың ыңғайлылығын және қызмет көрсетудің қарапайымдығын қамтамасыз етеді. Отандық станоктарда қолданылатын тұрақты ток электр жетектері ауыр және үлкен,

пайдаланымы күрделі және қымбат басқару жүйелерін қажет етеді.

Ең прогрессивті құрылмалық шешімдер Atlas Copco фирмасының станоктарында болады. Оларға станоктың барлық жүйелерінің жетектерін маймен басқару жатады. Дизельді станоктарды мобильді, маневрлі және карьердің электр торабына қосуды қажет етпейді. Гидравлика бұрғылау процесінің барлық негізгі операцияларын механикаландыруға мүмкіндік береді.

3.8-кесте

«P&P» (АҚШ) фирмасының ұңғымаларды айналмалы бұрғылау станоктарының техникалық сипаттамалары

Модель параметрлері	P&P 250XP	P&P 100XP	P&P 120A
Бұрғылау диаметрі, мм	273–349	349 дейін	251–559
Бұрғылау тереңдігі, м: бір қарнақпен максималды	12 73	19,8 59,4	15,2; 16,8; 19,8 39,6
Көлбеу бұрғылау бұрышы, градус	0–20 (30)	0–20	–
Остік максималды күш, кН	476	495	680
Айналдырғыштың қуаты, кВт	200	208	120/200
Айналдыру жылдамдығы, мин ⁻¹	0–200	0–125	119 (138)
Айналдыру моменті, кН·м	16,2 дейін	16,2 дейін	17,2 дейін
Көтеру жылдамдығы, м/с	0–38	0–38	0–24,4
Басты жетектің типі	Д	Э	Э
Басты жетектің қуаты, кВт	735	522	1000
Компрессордың беруі, м ³ /мин	71–83	85 дейін	85–102
Қысым, МПа	0,448	0,551	0,387
Жүріс жылдамдығы, км/сағ	3,05	1,3	1,6
Габариттік өлшемдері, м: жалпы ені ұзындығы, дінгегі түсірілген/көтерілген биіктігі, дінгегі түсірілген/көтерілген	7 20,5 / 14,3 20,1 / 7,8	7 25,7 / 13,5 30,3 / 9,9	6,7 28,8 / 13,4 28,3 / 6,1
Станоктың салмағы, т	113,6	129,2	165,5

4. БҰРҒЫЛАУ СТАНОКТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛМАЛАРЫ ЖӘНЕ ЖҰМЫС ПРОЦЕСІ ТЕОРИЯСЫНЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Карьерде ұңғымаларды бұрғылау үшін қолданылатын бұрғылау станоктарының негізгі бөліктері: жұмыс жабдығы, орындаушы механизмдер, жүріс және күштік жабдықтар, басқару механизмдері, гидро- және пневможүйелер, бұзылған ұнтақты шығаратын құрылғы.

Белгілі бір бекемдікті таужыныстарын бұзатын бұрғылау машиналарының мүмкіндігі ең алдымен жұмыс құралының түріне, оның диаметріне және жұмыс жүктемесін түсіру әдісіне байланысты болады. Әлсіз таужыныстарын бұрғылау үшін кескіш коронкалар кеңінен қолданады. Ұңғыма диаметрі мен таужыныстарының қаттылығының ұлғайған сайын шарқашаулы және құрамды түрлі (кескіш-шарқашаулы) қашаулар тиімдірек болады.

Аса берік таужыныстарын кіші диаметрмен бұрғылау кезінде ұңғымадан тыс айналмалы-соққылы және тісті немесе шарқашаулы перфораторларды пайдалану тиімді. Берік жыныстарда диаметрі үлкен (400 мм дейін) және аса ірі (700 мм дейін) ұңғымаларды бұрғылау үшін әлемдік практикада қазықты қашаулар батырмалы пневмосоққылағыштарда кең қолданыс тапты [18].

4.1. Жұмыс жабдығы

Бұрғылау станоктарының жұмыс жабдығы бұрғылау құралынан, дінгектен, дінгекті көтеру және түсіру механизмдерінен, қарнақты сақтау және беру механизмдерінен, бұрғы сабын бұрау бекіту және ағыту механизмдерінен тұрады.

Жоғарыда айтылғандай, қазіргі уақытта карьерлік бұрғылау станоктарының жынысбұзушы бұрғы құралының негізгі түрі шарқашаулы қашаулар болып табылады. Шарқашаулардың қызмет мерзімі іс жүзінде тіректердің тұрақтылығымен анықталады.

Шарқашау дегеніміз – кертпеш оске бекітілген, шар

тірегінде айналатын үш қалақтан тұратын таужынысын қопаратын құрал. Шарқашау конус тәрізді және оның бетінде бірнеше қатар тістер орналасады. Қашау – үлкен осьтік күштемемен айналған кезде оның тістері кенжарға үйкеліп, таужынысын қопарады. Егер шар мен тістер бір материалдан жасалған болса, онда қашауды – тісті, ал тістері қатты құйма материалдан жасалып орнатылатын болса – найзалы деп атайды.

Шарқашаудың тіректерінің сыналанып қалуы оның айналуын тоқтатуға әкеледі, оның себебі тістерінің тозуы болып табылады. Бұл кезде басқа шарқашаулардың қалыпты жұмысы бұзылады, себебі қашауға түсірілетін айналдырғыш момент пен остік күштің елеулі бөлігін айналмайтын шарқашау қабылдайды.

Шарқашаулардың қаруының тозуына байланысты қатардан шыққан қашауларда тербелістің қашаудан өту шамасы бойынша екі еседен бес есеге дейін көбейеді. Шарқашаудың элементтерінің тозуына байланысты қашауларды ауыстырған кезде олардың тұрақтылығы бойынша тербелістері 10 есеге дейін және одан жоғары болады.

Шарқашаулы қашаулар өзара дәнекерленген бөліктерден құралған, олардың цапфаларында орнатылған шарқашаулар айналады, осылайша бөлшектенбейтін құрылма болып табылады, нәтижесінде бір шарқашау немесе тірегі қатардан шыққан кезде қашау іске жарамсыз болады.

Осыған байланысты шарқашаулары алынатын қашауларды жасау өте маңызды, бұл қатардан шыққан шарқашауды ауыстырып, қымбат бағалы қашаудың қызмет мерзімін (1,5–2есе) ұзартуға мүмкіндік береді.

Тіректердің қатардан шығуының негізгі себептері – жыныс ұнтағының шарқашау мен лапаларының арасындағы саңылау арқылы подшипниктердің қуысына түсуі және майлаудың жеткіліксіз сенімділігі.

Қашаулардың тіреулерінің тұрақтылығына оларды суыту елеулі әсер етеді, ол лапалардағы арналар арқылы тіректерге келетін сығылған ауа арқылы іске асырылады.

Мәселенің шешімі тіректердің құрылмасын түпкілікті өзгертуге байланысты табылады. Бұл кезде оларды герметикалық бекіту мен сенімді майлаудың мәні зор.

Ауыр типті айналмалы бұрғылайтын заманауи карьерлік станоктардың (СБШ) жынысбұзушы құралының негізгі түрі – шарқашаулы және бұрғылау қашаулары.

Үшшарқашаулы қашаулар кең таралған, олар сырғанау немесе тербелу подшипниктерімен жабдықталған тіректерде еркін айналатын шарқашаулар цапфаларында бекітілген, өзара дәнекерленген үш бөліктен дайындалады. Шарқашаулардың сыртқы жұмыс беттері әртүрлі қалыпты және өлшемді тістермен жабдықталған. Қашаудың жоғарғы бөлігінде қарнақтармен жалғануы үшін стандартты құлыпты конусты бұранда болады.

Қашаудың шарқашаулары мен лапалар легирленген болаттардан (12ХН2, 20ХН3А маркалары) жасалады және химиялық-термиялық әдіспен өңделеді. Шарқашаулы қашаулардың сығылған ауа келетін арналары болады, ол арқылы ұңғыманың кенжары бұрғылау ұнтағынан тазартылады. Сонымен қатар қашаудың лапалары мен цапфаларында қашауға келетін ауаның бір бөлігін шарқашаудың тіректерінің қуысына оларды суыту, майлау және тіректерге бұрғылау ұнтағының түсуін болдырмау үшін бағыттауға арналған арналар болады.



4.1-сурет. Шарқашаулы қашаулар

Тағайындалуына (бұрғыланатын жыныстардың типіне) шарқашаулардың байланысты сыртқы жұмыс беттерінің (қарулануы) әртүрлі қалыпты және өлшемді тістері болады. Бұл қашаудың белгіленуінде келесі әріптермен көрсетілген: М – жұмсақ жыныстар үшін; МС – орташа қаттылықты жыныстар қабаттары болатын жұмсақ жыныстар үшін; МЗ – жұмсақ абразивті жыныстар үшін; МЗС – орташа қаттылықты қабаттары болатын жұмсақ абразивті жыныстар үшін; С – орташа

қаттылықты жыныстар үшін; СТ – қатты қабаттары болатын орташа қаттылықты жыныстар үшін; СЗ – орташа қаттылықты абразивті жыныстар үшін; Т – қатты жыныстар үшін; ТЗ – қатты абразивті жыныстар үшін; ТК – берік қабаттары болатын қатты жыныстар үшін; К – берік жыныстар үшін; ОК – аса берік жыныстар үшін.

Қашаулардың Т, СТ, МС және М шарқашауларының қатты құймамен қапталған фрезерленген тістері болады, олар бір-бірінен тістерінің саны және өлшемдерімен ерекшеленеді. МЗ, СЗ0 ТКЗ, К және ОК шарқашауларының тістері – жұмыс беті сынатәрізді (МЗ, СЗ, ТЗ – сыналау бұрышы 90°) және шартәрізді (К, ОК) қаттықұймалы қадалар түрінде болады, олар шарқашау денесіне престеліп жасалған. МЗС және ТК шарқашауларында фрезерленген және алынбалы тістер кезектесіп орнатылады.

Қара және түсті металлургия карьерлерінде негізінен диаметрі 244,5 мм қашаулар, жекелей диаметрі 269,9 және 215,9 мм қашаулар және шамалы көлемде диаметрі 320 мм қашаулар қолданылады. Көмір разрездерінде, кен-химия шикізаты және құрылыс материалдары карьерлерінде негізінен диаметрі 215,9 мм қашаулар, жекелей диаметрі 244,5 мм қашаулар қолданылады. Елімізде қолданылатын барлық қашаулардың жартысына жуығын диаметрі 244,5 мм қашаулар құрайды.

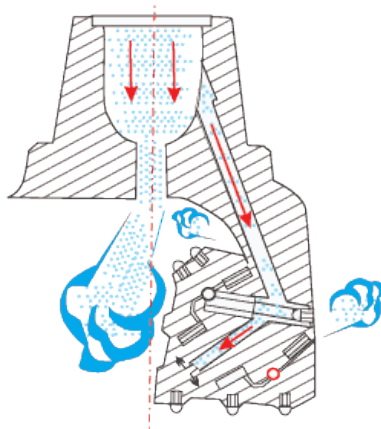
Ұру арналарының орналасуы мен құрылмасына байланысты шарқашаулы қашаулар орталық (П) және (ПГ) бүйірлік үрлейтін, ал шарқашаулардың тіректері – тербеліс денелі (В), екі немесе көп сырғанау подшипниктерімен (С) немесе тірегінші сырғанау подшипнигімен (УПС) болуы мүмкін.

Қазіргі уақытта диаметрі 214,5 мм және жоғары қашаулардың көпшілігі келесі сұлбалы тіректермен жасалған: роликті подшипник – шарлы (құлыпты) подшипник – роликті подшипник (Р-Ш-Р).

Диаметрі 214,5 мм және жоғары қашаулардың цапфаларында қосымша сырғанау подшипнигі (УПС) болуы мүмкін. Диаметрі 120 мм кіші қашаулардың сырғанау тіректері болады. 320ТЗ-ПГВ қашауының маркасы – диаметрі 320 мм, қаруы ТЗ (алынбалы тістер), тіректері үрленетін (П) және тістері бүйірлік сұлбамен тазаланатын (Г) қашауды білдіреді.

Орталықтан үрлейтін қашауларда ауаны кенжарға беру орталық тесік арқылы іске асырылады. Лапаларда немесе цапфаларында арнайы арналар (4.2-сурет) жасалады, олар арқылы ауаның жалпы шығынының 20–25 % дейін шарқашаулардың тіректеріне келіп түседі. Бұл оларды суыту үшін және оларға бұрғыланған жыныстың бөліктерінің түсуін болдырмау үшін қажет.

Шарқашаулы станоктың бұрғылау құралы қуысты бұрғылау қарнағы мен шарқашаудан тұрады. Шарқашау бір, екі, үш немесе одан көп қашаудан жасалады.



4.2-сурет. Шарқашаулы қашаулардың үру арналарының сұлбасы

Шарқашаулы бұрғылау станоктарында кең таралғаны үш шарқашаулы қашаулар кең таралған.

Бір- және екі- шарқашаулы қашаулар аз қолданылады, ал көпшарқашаулы қашаулар диаметрі үлкен (490 мм) ұңғымаларды бұрғылауға арналған.

Үшшарқашаулы қашау өзара дәнекерленген күрекшелерден тұрады, оған шарқашаулар бекітілген. Күрекшенің жоғарғы ұштары қысқартылған конус тәрізді, оған бұранда арқылы бұрғы қарнағы бекітіледі. Шарқашау мен күрекшелер легирленген болаттан жасалады және химия-термиялық әдіспен өңделеді.

Шарқашаулардың құрылмасы бойынша түрлері: тісті, олардың тістерінің материалы шарқашаудың материалымен бірдей

жасалған; қатты қоспадан жасалған цилиндрлік бөлшек түріндегі тісті қазықтар; тісті-қазықты.

Цилиндрлік бөлшектер қатты қоспалардан жасалады. Бұрғыланатын таужыныстарының қасиеттеріне байланысты сегіз түрлі шарқашаулар қолданылады.

Майлауды жақсарту, суыту және шаң түспес үшін шарқашауларда үрлегіш арналар жасалады, олар ауа немесе ауалы-сулы қоспамен орталық немесе бүйірлік үрлеуді ауамен қамтамасыз етеді.

Үшшарқашау келесідей шифрланады. Мысалы, Ш 320 ТЗ-ПГВ. Мұндағы Ш – шарқашау құрылмасы, 320 – қашаудың диаметрі миллиметрмен; ТЗ – қашау түрі; ПГВ – гидромониторлы ауамен үрлегіш.

Шарқашаудағы тістердің орналасуына байланысты қашаулар өздігінен тазаланатын және тазаланбайтын болуы мүмкін. Өздігінен тазаланатын қашауда бір шарқашаудың тісті тәжі басқа шарқашаудың тәждерінің арасына кіреді, сондықтан тістердегі таужыныстары жақсы тазаланады.

Қашаудың қатардан шығуының негізгі себептері – шарқашаулардың төзімділігінің төмендігі және шарқашаулар бекітілген тіректің подшипниктеріне сыналанып қалуы.

Қашаудың төзімділігін арттырудың тиімді құралы шламға қарсы клапандар қолдану және қашаудың жұмыс процесі кезінде шарқашаулардың тіректерін майлау. Тіректерді майлауға арналған майлы-ауалы лубрикаторлар жақсы нәтиже көрсетті, олар тіректердің подшипниктерін үзіліссіз майлауды қамтамасыз етеді, соның нәтижесінде тіректердің төзімділігі артады.

Шарқашау мен бұрғылау қарнағы бірігіп бұрғы сабын құрайды. Бұрғылау қарнағының комплектіне бір басты қарнақ және бірнеше жұмыс қарнағы кіреді. Басты қарнақ (басбұрғы) қашау мен жұмыс қарнағының арасына орнатылады. Ол қалың қабатты құбырдан жасалады, оның екі ұшына ішкі конусты бұрандамен және сығылған ауа өтетін арналармен жабдықталған қондырмалар дәнекерленген. Жоғарғы қондырманың ұяшығында кіші диаметрлі конусты бұранда жасалған, ол шпindelдің қарнаққа жалғануы үшін қажет.

Жұмыс қарнағының ұзын болады және басты қарнақтан төменгі дүмінің құрылмалы бойынша айырмашылығы бар. Төменгі дүмі

сыртқы конусты бұранда түрінде жасалған.

Ұңғымадан бұрғылау ұнтағын шығару үшін қарнақтың диаметрі қашау диаметрінен 20–50 мм аз қабылданады. Қарнақтар суық немесе ыстық иілген жіксіз құбырдан жасалады.

Шарқашаулы бұрғылау станогының дінгегі болат бұрыштамалар мен шверлерлер дәнекерленіп жасалған кеңістіктік ферма түрінде болады. Дінгектің төменгі бөлігі станоктың платформасымен топса арқылы байланысқан. Дінгекке оны көтеріп-түсіретін механизм бекітілген. Осы механизмнің көмегімен дінгек тік немесе көлбеу көлік жағдайында орнатылады. Дінгекті көтеру және түсіру гидроцилиндрлер немесе арқанды механизм көмегімен іске асырылады.

Дінгекте айналдырғыш, бұрғы сабын көтеретін және беретін механизм, қарнақтарды беретін және сақтайтын құрылғы, бұрғы сабын бұрап бекітуге және ағытуға арналған құрылғы және басқа жабдықтар орналасқан.

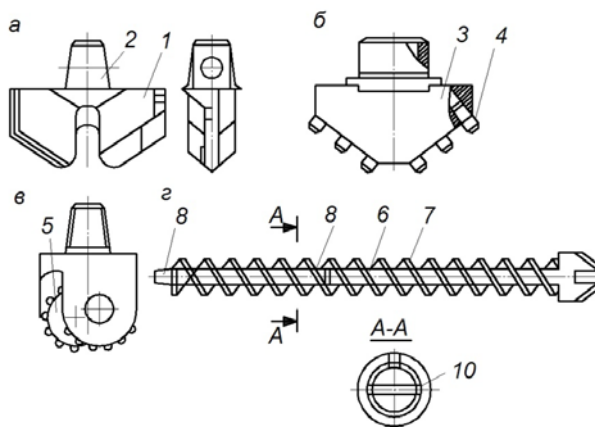
Қарнақты сақтауға және беруге арналған құрылғы кассетаның қуысында сақталатын жұмыс қарнақтарымен бұрғы сабын ұзартуды механикаландыруға мүмкіндік береді. Қарнақты бұрғылау осіне беру (немесе оны бұрғылау осінен шығару) үшін сепаратордың бұрылысы гидроцилиндр арқылы іске асырылады.

Қарнақ пен шарқашауды бұрап бекіту және ағыту үшін осы процесті толықтай механикаландыруға мүмкіндік беретін механизм қолданылады. Әдетте ол дінгектің төменгі бөлігіне орнатылады. Ол қысатын құрылғы немесе күштік гидроцилиндрлермен іске келтірілетін бұранданы жылжыту механизмі түрінде болады.

Кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктарының бұрғылау құралы кескіш типті бұрғылау қашауынан және шнекті бұрғылау қарнақтарынан тұрады.

Таужыныстарын бұзатын элементтердің ұңғыма кенжарымен түйісуі бойынша бұрғылау қашаулары екі топқа бөлінеді: тұрақты түйіспелі – қалақты (4.3-сурет, а), ол қатты қорытпамен қапталған жазық корпустан 1, бұрғы дүмінен 2, алынып-салынатын корпустан 3 және кескіштерден 4 (4.3, б- сурет) тұрады; ауыспалы түйіспелі – кескіштер тіректе айналатын қашаулар (4.3, в-сурет). Кескіштер дүм бөлігіне табақшалар немесе қатты құймадан жасалған қазықтар бекітілген тісті доңғалақ 5 түрінде болады. Жұмыс барысында

кескіштер өз осінде айналып, таужынысын бұзатын элементтердің кенжармен ауыспалы түйісуін қамтамасыз етеді.



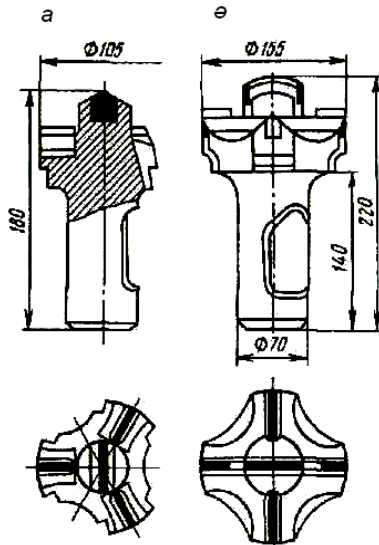
4.3-сурет. Айналмалы бұрғылау станоктарының бұрғылау құралы
а–в – бұрғы қашаулары; г – шнекті бұрғы сабы



Пневмосокқылы бұрғылау кезінде таужынысын қопарушы аспап ретінде, стандартты қатты құймалы жүзі бар, үш қырлы және айқыш қашаулар (4.5-сурет) қолданылады. Қазіргі кезде шетелдерде ауыр, ұзын сокқы-поршеньді (сокқы жылдамдығы 1000 сок/мин дейін) және сокқы қуаты жоғары батырма пневмосокқылағыштар жасалып шығарылуда.

Швеция еліндегі «Атлас Копко» фирмасы батырма пневмосокқылағышты, диаметрі 90–205 мм және тереңдігі 36–54 м дейін ұңғымаларды бұрғылауға арналған ROC L6, ROC L8, ROC D50, ROC D55, т.б. станоктарды жасайды. Бұл станоктардың ерекшелігі – діңгегінің үш бағытта еңкею мүмкіндігі, ол жиектеуші ұңғымаларды бұрғылаған кезде қолайлы келеді.

Батырма пневмосокқылағыштармен бұрғылаған кездегі таужыныстарының қопарылу механизмі мен заңдылықтары бұрғылау балғаларына ұқсас болып келеді. Бірақ құрылмасының ерекшелігіне байланысты кейбір өзгешеліктері бар. Батырма пневмосокқылағыштардың сокқы қуатының жоғары болуына байланысты олардың қашаулары жылдам тозып қалады.



4.5-сурет. Пневмосокқылы бұрғылауға арналған қашаулар

a – үшқырлы; б – айқыш

Сонымен қатар бұрғылау жылдамдығына сығылған ауаның қысымы да әсер етеді, яғни қысымды жоғарылату арқылы, бұрғылау жылдамдығын екі есеге дейін өсіруге болады. Қашауға берілетін осьтік күштеме өскен сайын, таужыныстары тиімді қопарылады. Бірақ бұл жағдай өз кезегінде қашаудың тез тозып қалуына алып келеді. Сондықтан, осьтік күштеме мөлшерін 0,45–0,5 кН асырмаған дұрыс.

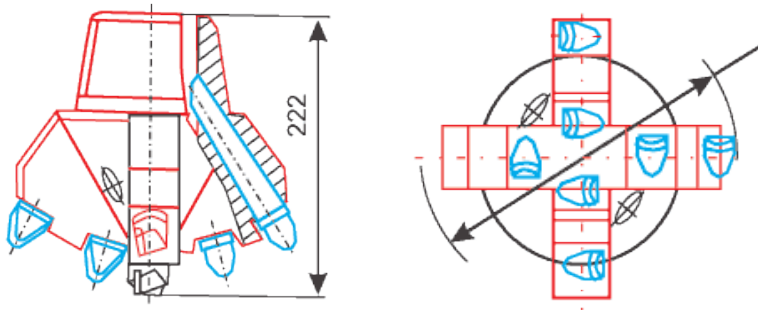
Жүргізілген зерттеулер нәтижелері мен пайдаланым тәжірибесі әлсіз және бекем жыныстарды бұрғылауға арналған шарқашаулы қашауларды жынысбұзу құралының басқа түрлеріне ауыстыруға болатындығын көрсетеді.

Проф. М. М. Протоdjяконов шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті 6-ға дейінгі аршыма жыныстар разрездерде 60 % дейін және жоғары болады. Бекемдігі төмен жыныстардың болуы ұңғымаларды бұрғылау үшін кескіш құралды қолдануға мүмкіндік береді, бұл бұрғылау станоктарының өнімділігін көбейтуге мүмкіндік береді. Сондықтан көмір разрездеріне арналған бұрғылау жабдығын жетілдіру кезінде кескіш қашаулардың жаңа құрылмаларын жасау өте маңызды, олар қымбат бағалы және өте сенімді сериялы шарқашаулы қашауларды ауыстыра алады.

Бекемдігі төмен ($f = 6$) жыныстар арқылы аттыру ұңғымаларды бұрғылау кезінде қымбат бағалы шарқашаулы қашауларды қолдану тиімсіз болады. Мұндай жыныстарды өнімді және үнемді бұрғылау мәселесі ауыр (СБШ) және жеңіл (СБР) типті айналмалы бұрғылау станоктарында кескіш бұрғы қашауларын қолданған кезде сәтті шешіледі (4.6-сурет).

Мұндай қашаулардың жаңа құрылмаларының ерекшеліктері – кенжарға сығылған ауаны беруге арналған арналардың болуы және олардың алынбалы кескіш құралдармен жабдықталуы.

Жеңіл типті (СБР) айналмалы бұрғылау станоктарында кескіш бұрғы қашауларын пайдаланудың жинақталған тәжірибесі мұнан кейін ауыр типті (СБШ) айналмалы бұрғылау станоктарына арналған кескіш бұрғы қашауларының тиімді құрылмаларын жасауға мүмкіндік берді.



4.6-сурет. Ауыр типті (СБШ) айналмалы бұрғылау станоктарына арналған кескіш қашау

Алынбалы кескіштер ретінде РК-86 жыныстық кескіштерін немесе қаттықұймалы табакты РБ-224 арнайы бұрғылау кескіштерін пайдалану тиімді. Мұндай қашаулардың тозуға қабілеттілігі мен бұрғылау жылдамдығы бойынша артықшылықтары болады, сонымен қатар оларды пайдалану кезінде бұрғы ұнтағының ұсақ бөліктерінің көлемі, сәйкесінше шаңның пайда болуы азаяды.

Жыныстық кескіштерді пайдаланудан елеулі экономикалық әсерге қашаудың қызмет мерзімін ұзарту және бұрғылау станогының өнімділігін көбейту арқылы қол жеткізіледі.

Кескіш қашауларды сериялы шығаруды игеру және кең енгізу өнеркәсіппен шығарылатын айналмалы бұрғылау станоктарының номенклатурасын жаңаша бағалауға және жаңа жетілдірілген модельдерін жасауға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде кен қазындысын қазуға дайындау мен тасымалдау сапасын және ашық әдіспен өндірудің техника-экономикалық көрсеткіштерін жақсартады.

Құрамды кескіш-шарқашаулы қашаулар. Жекелеген ғалымдар мен ғылыми мекемелер кескіш және шарқашаулы қашаулардың артықшылықтарын біріктіретін құрамды кескіш-шарқашаулы қашауларды жасауға талпыныстар жасады.

Карьерлік бұрғылау станоктарының құралын жетілдіру бағыттарының біріне құрамды кескіш-шарқашаулы қашауларды

жасау жатады. Оның жынысбұзушы элементі ретінде шарқашаулар және кесетін қалақтар немесе кескіштер болады. Мұндай қашаулардың тиімділігі олардың жинақталуына, яғни шарқашаулар мен кескіш органдардың қашаудың корпусында орналасуына байланысты болады.

Аршыма жыныстарының шамалы бөлігінде құрамды бұрғылау құралына ауысқан тиімді, ол жұмсақ жыныстарды өнімділігі жоғары кескіш жұмыс органымен, ал қатты қабаттарды шарқашаумен бұрғылауға мүмкіндік береді.

Кескіш-шарқашаулы қашаулардың елеулі кемшілігі кесетін қалақтарының жылдам тозуы, себебі ол қатты жыныстарды бұрғылаған кезде кенжармен үзіліссіз түйіседі. Сондықтан кесетін қалақты сатылы жасау қажет, оның шеткі бөлігі ортаңғысынан шарқашаудың тісінің биіктігінен жоғары орналасады.

Әлсіз жыныстарды бұрғылаған кезде серіппе арқылы берілетін осьтік күштің шамасы жынысқа қалақтың екі бөлігінің енуі үшін жеткілікті және қашау кескіш тәрізді жұмыс істейді.

Қатты жыныстарды бұрғылаған кезде серіппелер арқылы кесетін қалаққа күштер оны жынысқа енгізу үшін жеткіліксіз. Серіппелерді қысқан кезде қалақ жоғары көтеріледі, ал кенжармен шарқашаулар түйіседі. Бұл кезде кесетін қалақ кенжармен тек ортаңғы бөлігімен түйіседі, ал оның радиусының кіші болуына байланысты тозуы шамалы болады.

Бұрғылау қарнақтары. Аттыру ұңғымаларын бұрғылауға арналған бұрғылау қарнақтары қашауға айналдыру моменті мен осьтік күшті бірізгі беру үшін, сонымен қатар қашауды суыту және ұңғымадан бұрғылау ұнтағын шығару үшін сығылған ауаны кенжарға беру үшін қызмет етеді. Қарнақ жіксіз болат құбыр түрінде болады. Қарнақтарды жасау үшін болат жіксіз суықтапталған құбырлар, сонымен қатар ыстықтапталған құбырлар пайдаланылуы мүмкін. Бұрғылау қарнақтарының жинағына ұштық қарнақ, сонымен бірге бірнеше негізгі жұмыс қарнақтары кіреді.

Бұрғылау қарнақтарының негізгі өлшемдері 4.1-кестеде келтірілген.

4.1-кесте

Бұрғылау қарнақтарының негізгі өлшемдері

Қарнақтың сыртқы диаметрі, мм	Ұзындығы, мм	Жинақтағы қарнақтар саны
180	8000	4
180	8000	5
180	12000	5
180	8000	5
203	8000	4
219	11300	5
273	18300	2

Бұрғылау қондырғысының қарнағы қашауға айналдыру моментін беру және ұңғыманы тазалау үшін қажет. Ол болат құбырдан 6 (4.7-сурет) тұрады, оған болат бұранда 7 бекітілген. Бұранданың төзімділігін арттыру үшін жиектеріне қалыңдығы 2 мм, ені 15 мм болатын қатты қорытпа ТЗ жапсырылған. Құбырдың ұшына қондырмалар дәнекерленген, біреуіне дүм 8, ал екіншісіне ұяшық 9 бекітілген. Екі қондырманың да радиалды тесігі бар, оған қарнақтарды жалғайтын білік 10 орнатылған.

Кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктары үшін негізінен үш типті шнекті қарнақтар қолданылады. Қарнақтың бұранда бойындағы сыртқы диаметрі 107-ден 155 мм дейін, ұзындығы 1800-ден 8190 мм дейін және салмағы 20-дан 270 кг болады.



4.7-сурет. Бұрғылау станогының қарнағы

Бұл станоктардың діңгектері швеллерлер немесе құбырлардан жасалған, оған айналдырғыш орнатылған және пішіні П тәрізді болады.

Діңгектің көтеру және түсіру механизмі көмегімен жұмыс немесе көлік жағдайына бекітіледі. Діңгекте қарнақты сақтау үшін кассеталар орналасқан. Діңгектің төменгі бөлігінде люнет, шнектерді тазалайтын механизм, қарнақтарды жылжытуға, бұрғы сабын жинау және бөлшектеу кезінде оларды ұстауға арналған механизмдердің гидроцилиндрлері орнатылған.

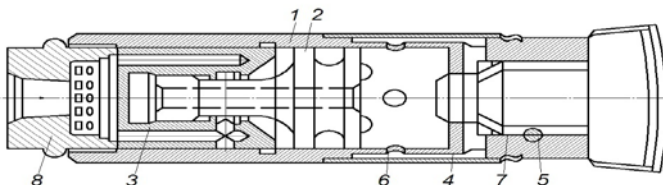
Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктарының бұрғылау құралы бұрғы қарнағынан, ауыстырғыштан, пневмосоққылағыштан және қашаудан тұрады.

Пневмосоққылағыш – ұңғымаға бұрғылау қашауымен бірге түсірілетін және соққылар энергиясы арқылы оның таужынысына енуін қамтамасыз ететін арнайы құрастырылған батырмалы соққыш механизм.

4.8, 4.9-суреттерде пневмосоққылағыштың сұлбасы көрсетілген. Цилиндрдің 1 ішкі қуысында соққыш 2 орнатылады, ауатаратқыш 3 арқылы бұрғылау қарнағына келетін сығылған ауа әсерінен қайтымды-үдемелі қозғалысы жүреді. Соққыш қарнақтың дүміне соққылар жасайды. Қарнақ корпуста көлденең шпонка 5 арқылы бекітіледі. Қолданылған ауа ұңғымаға шығарушы тесіктер 6 мен арналар 7 арқылы барады. Ауыстырғыш 8 көмегімен пневмосоққылағыш бұрғы сабына жалғанады.



4.8-сурет. Батырмалы пневмосоққылағыш



4.9-сурет. Батырмалы пневмосоққылағыштың сұлбасы

Пневмосоққылағыштар келесі топтарға бөлінеді:

- кинематикалық белгісі бойынша – бір және көп поршеньді;
- ауа тарату жүйесі бойынша – клапанды, клапансыз, реттығынды;

- қолданылған ауаны шығару жүйесі бойынша – ұңғыма кенжарына шығару, құрамды шығару (ұңғыма кенжарына және қабырғасына). Ауаны шығару ұңғыманың кенжарына (орталық) немесе қашау қанаттарының аралығына (периферийлі) қашаудың орталық арнасы арқылы жүргізілуі мүмкін.

Отандық өнеркәсіпте диаметрі 105–200 мм болатын ұңғымаларды бұрғылайтын батырмалы пневмосоққылағыштардың құрылмасы жасалды және енгізілді (4.2-кесте).

4.2-кесте

Батырмалы пневмосоққылағыштың техникалық сипаттамасы

Көрсеткіштері	П-105	П-125	М-32К	П-160	П-200
Коронка диаметрі, мм	105	125	155	160	200
Соққы энергиясы, Н·м	95	120	140	280	400
Соққының жиілігі,	1600	1600	1900	1275	1200
Соққы қуаты, кВт	2,2	3	4,2	4,2	7
Ауа қысымы, МПа	0,5–0,7	0,5–0,7	0,5	0,5	0,5
Ауа шығыны, м ³ /мин	5,7	7	14	12	18

Қаттылық коэффициенті сәйкесінше 18-ден 6 дейін таужыныстарындағы сериялық пневмосоққылағыштың төзімділігі 100–800 м құрайды. Бұрғылау жылдамдығы қаттылық коэффициенті 16-дан 18 дейінгі таужыныстарында 0,1-ден 0,2 м/мин өзгереді.

Пневмосоққылағыштарды құрастыру тәжірибесінде тазалаудың екі тәсілі құрамды қолданылады: барлық пайдаланылған ауаны кенжарға беру және жеке үрлеу. Бұл әдіс кенжардың жақсы үрленуін қамтамасыз етеді және шетелде қолданылады.

Пневмосоққылағыштың ұңғымада қалыпты жұмыс істеуінің қажетті шарты – оны тазалау, ол ауалық-сулы қоспамен немесе сығылған ауамен жүргізіледі.

Заманауи клапансыз пневмосоққылағыштардың ауа тарату процесі орындалысының қарапайымдылығымен және пневмосоққылағыштың цилиндрінің бойында арналардың болмауымен ерекшеленеді. Арналардың болмауы пневмосоққылағыштың бекітілген диаметрі кезінде поршеннің диаметрін максималды үлкейтуге мүмкіндік береді, бұл бірлік соққының энергиясын жоғарылатады.

Барлық клапансыз пневмосоққылағыштардың арасында ең жақсылары – екіжақты әрекетті ауа таратылатын пневмосоққылағыштар, құбырлы арнасыз және «поршень-цилиндр» ауа тарату парасы болатын пневмосоққылағыштар.

Екіжақты әрекетті ауа тарату соққылардың үлкен жиілігін, сәйкесінше үлкен қуатын қамтамасыз етеді.

«Поршень-цилиндр» ауа тарату парасын қолдану поршеннің барлық мүмкін болатын жұмыс ауданын пайдалануды қамтамасыз етеді. Құбырды қолдану пневмосоққылағыштың жалғастырғыштың өлшемдерін азайтуға мүмкіндік береді. Дүмді пайдалану ұзаруына әкеледі, бірақ пневмосоққылағыштың құрылмасының сенімділігін жоғарылатады.

Клапансыз пневмосоққылағыштарды Кыштым зауыты жасап шығарады.

Бұрғылау қашауы бұрғыбасы мен дүмінен тұрады, олар тұтас жасалған. Дүм импульсті соққыштан бұрғыбасына және қаттықұймалы құрылма арқылы ұңғыма кенжарына жіберуге, сонымен қатар айналдыру моментін қабылдау үшін қызмет етеді.

Қашау дүмдерінің пневмосоққылағышпен жалғануы – шпонкалы немесе байонеттік бекітпелі шарикті.

Қашау бұрғыбасының пішінінің құрылмалық орындалысы бойынша жүзді және қазықты болады (кенжар беті тұтас).

Жүзді қашау бөлінеді: бұзғыш жүздер саны бойынша – қашаулы, үшқанатты, кресті; Х-пішінді және көпжүзді; бұзатын жүздердің орналасуына байланысты – бір-, екі- және көп сатылы болады.

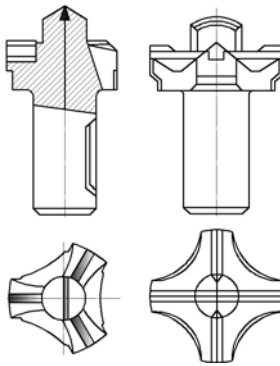
Алдыңғы жүз бұрғылауды жеңілдетеді және ұңғыманың қисаюын азайтады. Кең таралғаны бір жүзі озық орналасқан үш- және төрт жүзді қашау (4.10-сурет).

Қашау бұрғыбасы әртүрлі пішінді және өлшемді

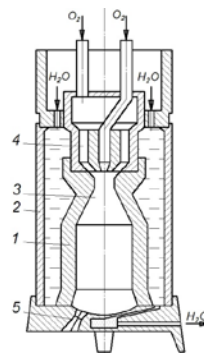
қаттықұймалы қондырмалардан жасалады. Қашау корпусы болаттан жасалады.

Ұңғыма кенжарынан бұрғы ұнтағын шығару әдісі бойынша қашаулар орталық, орталықтан тыс және сырттан үрленетін болып бөлінеді.

Бұрғылау қарнақтары айналдырғыштан қашауға айналдыру моментін беру және бірізгілікте олар арқылы сығылған ауа пневмосоққылағыштар мен ұңғыма кенжарына беріледі. Бұрғылау қарнағы құбырға дәнекерленген жалғағыш муфта мен ниппельден құралған. Бұрғылау қарнағын пневмосоққылағышпен жалғау үшін жалғастырғыш қарастырылған, ол бұрғы сабының кері жүрісі кезінде кері бұрғылағыш болып табылады. Жалғастырғышта қарнақпен сәйкестендірілген муфта мен ниппель орнатылған. Қарнақтар болат құбырдан жасалған, олар термиялық өңделеді.



4.10-сурет. Қысымсоққылы бұрғылауға арналған бұрғылау коронкалары
а – үшжүзді K-100B; б – төртжүзді BK-15



4.11-сурет.
Термобұрғы сұлбасы

Станок діңгегі бұрғылау құралын көтеріп-түсіруге және бұрғылау кезінде ұстап тұруға арналған. Гидрожүйенің домкраттарының көмегімен діңгекті көтеру және түсіру жүргізіледі.

Бұрғы сабын жинау мен бөлшектеу операциялары механикаландырылған. Бұл үшін қарнақтарды барабан типті кассетаға орналастырады, оның көмегімен бұрғы сабын

ұзартқанда қарнақтар ұңғыманың осіне беріледі немесе бөлшектегенде алынып тасталады. Діңгектің төменгі бөлігінде гидроқысқыш орнатылған, ол бұрғы сбаны түсіріп-көтеру операциялары кезінде ұстап тұруға арналған. Осы жерде қарнақты бұрап бекітуге және ағытуға арналған орналасқан.

Құрамды бұрғылау станоктарында жұмыс жабдығы соққылы, айналмалы, соққылы-айналмалы және термиялық бұрғылау әдістерінде қолданылатын түйіндер мен бөлшектерден тұрады,

Термиялық бұрғылау кезінде жұмыс бөлігі жанарғы – термобұрғы болып табылады. Жанарғы (4.11-сурет) болат қаптамаға жапсырылған корпустан тұрады. Жанарғы камерасына бүріккіш арқылы керосин, ал бүріккіштің айналасындағы арналар бойынша – оттегі беріледі. Корпус пен қаптама арасындағы кеңістіктен жанарғыны салқындататын су өтеді. Керосин оттегіде жанғанда температура 3000–35000°C дейін жетеді және қысым 0,8–1,0 Мпа болады. Шүмек (немесе бірнеше шүмектер) арқылы жанарғыдан газ 1600–1800 м/с жылдамдықпен шығады және өз жылуының бір бөлігін таужыныстарына береді. Бұл кезде газдардың температурасы 1500–1800°C дейін, ал қысым 0,15 Мпа дейін төмендейді. Салқындатқыш су ұңғымаға төгіледі және буланып кетеді. Ұңғымадан үлкен жылдамдықпен (20–30 м/с) шыққан бугазды қоспа бұзылған таужыныстарын шығарады.

Дұрыс пішінді ұңғыма алу үшін жанарғыны 2-ден 30 мин⁻¹ жиілікпен айналдырады. Ұңғыманың диаметрі беру жылдамдығына байланысты: кіші болған сайын диаметрі үлкен болады.

Құрамды бұрғылау құралы жалпы құрылмалық сұлбасы біріктірілген екі таужынысын бұзушы элементтен тұрады.

Бұл құрал келесі белгілері бойынша жіктеледі:

– тағайындалуы бойынша – орташа қаттылықтан төмен ($f < 10$), орташа ($f = 10-14$) және орташадан жоғары ($f > 14$) таужыныстарын бұрғылау үшін;

– әсер ету принципі бойынша – термосоққылы, термошарқашаулы, соққылы-шарқашаулы, кескіш-шарқашаулы;

– кенжарға таужыныстарын бұзушы элементтердің әсер ету әдісі бойынша – бұрғылау құралының кенжарға біруақытта (4.12,

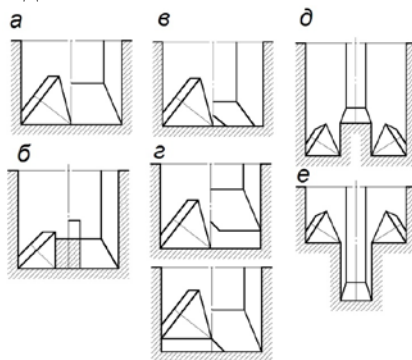
а–в-сурет), кезектесіп (4.12, г-сурет) және жеке (4.12, д, е- сурет) әсер етуі арқылы;

– кенжардың жасалған пішіні бойынша – баспалдақсыз (4.12, а, в, г-сурет), жыныстардың орталық кентірегімен (4.12, б, д-сурет), кенжардың орталық бөлігінің озуымен (4.12, е-сурет).

Термосоққылы және термошарқашаулы бұрғылау құралының құрамына термобұрғы және пневмосоққылағыш немесе шарқашау кіреді. Мұндай құралды қолдану жеке механикалық және термиялық әдіске қарағанда таужыныстарын бұзу жылдамдығын 1,5–3 есе жоғарылатады.

Соққылы-шарқашаулы бұрғылау құралының құрамына пневмосоққылағыш және шарқашау кіреді. Шарқашау өзіне осьтік күшті қабылдап, таужынысында қысым тудырады, бұл соққыш қашаумен бұзуды жеңілдетеді. Пневмосоққылағыш жыныс қабатын әлсіретіп шарқашаулармен таужыныстарының бұзылуын жеңілдетеді.

Кескіш-шарқашаулы бұрғылау құралына бір корпусқа біріктірілген кескіш коронка және шарқашау кіреді. Кескіш коронка қатты қорытпалы табақшалармен немесе ауыспалы кескіштермен қапталады. Мұндай қашауларды қолдану бұрғылаудың энергия сыйымдылығын 2–2,5 есе төмендетеді, бұрғылау жылдамдығын 38–64% ұлғайтады, құрал шығынын 1,3–2,6 есе азайтады.



4.12-сурет. Кенжарға құрамды әсер ету сұлбалары

Қаттылығы ауыспалы таужыныстарын бұзу үшін құрамды құралдарды қолданған тиімді [15].

4.2. Орындаушы механизмдер

Бұрғылау құралын айналдыру, кенжарға беру және ұңғымадан шығару қызметін орындаушы механизмдер: айналдырғыш, беру механизмі, вертлюг атқарады.

Бұл механизмдердің құрылмасына байланысты станоктар модельдерінің әртүрлі айырмашылықтары, құралды айналдыру жиілігінің өзгеру диапазондарын және беру жылдамдықтарын, осьтік күштің шамаларын, айналдыру моменттерін, сонымен қатар бұрғы сабын жұмыс жағдайына келтіру және бұрғылаудан кейін көтеру бойынша қосымша операциялардың ұзақтығын анықталады.

Барлық бұрғылау станоктарының айналдырғыштарының жұмыс істеу принципі бірдей. Олар қозғалтқыш пен редуктордан тұрады. Айналдырғыш құрылғының екі нұсқасы қолданылады. Бірінші нұсқада айналдырғыш ұңғыманың тереңдеген сайын бұрғы сабымен бірге төмен жылжиды, екінші нұсқада айналдырғыш қозғалыссыз қалады, ал бұрғы сабымен бірге ұстағыш пен оны айналдыратын тісті доңғалақтардың бірі жылжиды.

Айналдырғышта тұрақты және айнымалы ток электроқозғалтқыштары және гидромоторлар орнатылады. Жоғарымоментті гидромоторларды қолданғанда редукторды қоспауға болады. Тұрақты токтың гидромоторлары мен электроқозғалтқыштары бұрғылау құралының айналу жиілігін бірқалыпты реттеуге мүмкіндік береді. Айнымалы токтың электроқозғалтқыштарын пайдаланған кезде берілістерді ауыстыру қорабының көмегімен жылдамдықты сатылы реттеу қолданылады.

Ашық кен жұмыстарына арналған бұрғылау станоктарында пайдаланылатын беру механизмдері гравитациялық, арқанды (шынжырлы), поршеньді, арқанды (шынжырлы)-поршеньді, тісті-рейкалы.

Гравитациялық механизмде беру бұрғы сабының және айналдырғыштың салмақтары арқылы іске асырылады. Бұл беру механизмдері беруге аса көп күш қажет болмағанда қолданылады, олардың жұмысы қарапайым және сенімді, оның көмегімен тік және шамалы көлбеу ұңғымаларды бұрғылауға болады.

Арқанды (шынжырлы) механизмдерде кенжарға бұрғылау құралын беру арқандар немесе втулкалы-роликті шынжырлар көмегімен жүргізіледі. Шынжырдың жетегі пневмо- немесе гидроқозғалтқыш көмегімен редуктор арқылы іске асырылады. Арқанды механизмдерде арқан шығырдың барабанына оралып, бұрғылау құралын кенжарға береді. Арқанды-полиспасты жүйенің көмегімен үлкен күштер алуға және құралды ұстаусыз беруді жүргізуге болады. Бұл механизмдердің негізгі артықшылықтары – қарапайымдылығы мен сенімділігі.

Поршеньді механизмдер пневматикалық және гидравликалық болады. Пневматикалық поршеньді беру механизмдерінің құрылымы қарапайым, жұмысы сенімді, ауа жоғалымына сезімталдығы төмен, бірақ берудің үлкен күштерін алуға жарамсыз, өйткені сығылған ауа қысымы аз (0,5 МПа) болғандықтан үлкен диаметрлі цилиндрлер қажет және механизм аса үлкен болып кетеді. Үлкен күштер жасау үшін (ондаған килоньютон) гидравликалық поршеньді механизмдер пайдаланылады. Поршеньді механизмнің келесі кемшіліктері болады: бұрғы сабын беру жүрісі цилиндр штогы жүрісінің ұзындығымен шектеледі, сондықтан қармап ұстау арқылы жұмыс істеуге тура келеді.

Бұрғылау станоктарында арқанды(шынжырлы)-поршеньді механизмдер кеңінен қолданылады. Олардың құрылымы қарапайым, сенімді жұмыс істейді. Мұндай механизмдерде беру – осьтік күшті бұрғы сабына беретін блоктар жүйесі арқылы арқанды немесе шынжырды созатын гидроцилиндр штогының жүрісі арқылы іске асырылады.

Тісті-рейкалы беру механизмдері екі тісті рейкадан және олармен ілінісіп қозғалатын тісті доңғалақтардан тұрады. Рейкалар діңгектің бойына бекітілген, ал тісті доңғалақтар білігі бұрғы сабының айналдырғышымен байланысты. Тісті доңғалақтардың айналуы арқылы айналдырғыш пен бұрғы сабының қозғалысқа келеді.

Бұрғылау станогының жұмыс процесінде айналып тұрған бұрғы сабына сығылған ауа мен су беру керек. Бұл мақсат үшін вертлюг – механизм қолданылады, ол сығылған ауа мен суды айналмайтын құбырдан айналатын бұрғы сабына беруге,

сонымен қатар бұрғылау кезінде және бұрғы сабын ұңғымадан көтеру кезінде айналмалы қарнақтың жоғарғы ұшын ұстап тұру үшін қажет. Құрамды бұрғылау станоктарында вертлюгке жұмыс компоненттерін (керосин, оттегі) жеткізуге арналған құрылға бекітіледі.

Айналдырғыштар мен беру механизмдері қатар жұмыс істейді, сондықтан оларды көбіне айналмалы-беруші механизмдер деп атайды. Олардың үш түрі болады: патронды, шпиндельді және роторлы. Бұрғы сабының күштік сұлбасына байланысты айналдыру жетегі төменде (машина бөлімінде) немесе жоғарыда (қозғалмалы кареткада) орналасуы мүмкін.

Қарнаққа осьтік күштің түсу сипаты бойынша жүктемені төменнен түсіретін және қарнақтың бойымен әсер ететін жоғарғы сұлбалар болады.

Патронды типті айналмалы-беру механизмі станок платформасына бекітілген қозғалмайтын айналдырғыштан, гидropатроннан және поршеньді гидравликалық беру механизмінен тұрады.

Қозғалтқыш редуктор арқылы көпқырлы шпиндельді айналдырады, ол редуктордың алдыңғы тісті доңғалағы арқылы өтеді. Шпиндельдің ішкі тесігі арқылы бұрғы сабы өтеді, ол гидropатронның жұдырықшалары арқылы шпиндельден айналады. Бұрғы сабындағы беру күші гидроцилиндрлер көмегімен жасалады, олар траверсті гидropатрон және шпиндельмен бірге цилиндрлердің жүрісінің ұзындығы бойына жылжытады.

Бұрғы сабын көтеру операциялары әдетте арқанды шығырмен іске асырылады.

Патронды типті поршеньді берілісті айналмалы-беру механизмі 2СБШ-200 шарқашаулы бұрғылау станогында қолданылады.

Шпиндельді типті айналмалы-беру механизмдері кең таралған. Бұл механизмдерде айналдырғыштың жетегі жылжымалы кареткада немесе траверсте орналасады, ал осьтік күш бұрғы сабының ұзына бойына беріледі. Бұл кездегі беру механизмі арқанды, шынжырлы, арқанды-полиспасты, арқанды-поршеньді, тісті рейкалы болуы мүмкін.

Ұңғыманың қарнақтың ұзындығына тең тереңдікке

бұрғылағаннан кейін, бұрғылау процесі тоқтатылады, қарнақ ұңғымадан алынады, қашау бұрап ағытылады, қарнақ кассетаға бекітіледі. Кассетадан домалақ қарнақ шығарылады, оның төменгі ұшына қашау бекітіледі, одан кейін ол бұрғыланған ұңғымаға түсіріледі. Осыдан кейін домалақ қарнаққа жетекші қарнақ бекітіледі және бұрғылау процесі жалғасады [15, 16].

4.3. Жүріс жабдықтары

Жүріс жабдықтары станоктың тірегі болып саналады және оны жылжыту үшін қызмет етеді. Бұрғылау станоктарының жүріс жабдығына қойылатын жалпы талаптары:

- бұрғылау процесінде және қозғалысы кезінде станоктың салмағын және жұмыс жабдығынан түсетін жүктемелерді сенімді қабылдау;
- жоғарғы өткіштігі, маневрлілігі және тұрақтылығы; 30° дейін өрлерге шығу мүмкіндігі;
- қозғалыс кезіндегі кедергінің аздығы, жеткілікті беріктігі мен ұзақмерзімділігі;
- құрылымының қарапайымдылығы, салмағының аздығы және пайдалануға ыңғайлылығы.

Қазіргі уақытта бұрғылау станоктарында жүріс жабдықтарының келесі түрлері қолданылады: шынжыртабанды, пневмодоңғалақты, адымдағыш.

Барлық типтік өлшемді отандық бұрғылау станоктары негізінен шынжыртабанды болады, тек СБУ-100Н және 1СБР-125 станоктары сәйкесінше пневмодоңғалақты және қадамды жүріспен шығарылады.

Бұрғылау станоктарының шынжырлы жүріс жабдықтары өзі жүретін екі шынжырлы тіркемеден тұрады. Шынжырлы тіркеме станоктың рамасы орнатылған көлденең балкалармен өзара жалғанған екі шынжыртабанды рамадан тұрады. Жетек – әр шынжыртабанға жеке. Электр- немесе гидромотордан бастапқы тісті доңғалаққа айналу моменті редуктор және шынжырлы немесе тісті беріліс арқылы беріледі. Станокты тежеу және бұру үшін жүріс жетегі электромагнитті тежегішпен жабдықталған [7, 15].

Шарқашаулы бұрғылау станоктардың көпшілігінде

бірыңғай жүріс құрылғылары пайдаланылады.

Пневмодоңғалақты жүріс жабдығы тек СБУ-100Н қондырғысында ғана қолданылады және жетексіз жеке шасси түрінде болады. Сонымен қатар бұрғылау станоктарының жүріс жабдығы ретінде стандартты автокөлік шассиі қолданылуы мүмкін.

Адымдағыш жүріс жабдығы 1СБР-125 айналмалы бұрғылау станогында қолданылады.

4.4. Күштік жабдықтар

Бұрғылау станоктарының күштік жабдығы дегеніміз механизмдер мен жабдықтардың барлық түрлерінің жетегін қамтамасыз ететін энергетикалық кешен. Станоктарда орындаушы қозғалтқыштар ретінде пневматикалық, гидравликалық және электрлік жетектер пайдаланылады. Электрлік қозғалтқыштар өз кезегінде айнымалы және тұрақты ток қозғалтқыштары болып бөлінеді.

Бұрғылау станоктарында қорғалған орындалыстағы біртұтас сериялы қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштар, сонымен жабық орындалыстағы үрленетін және көпжылдамдықты қозғалтқыштар кең қолданылады. Жүріс және көтеру механизмдерінің жетегінде көбіне қысқаша тұйықталған және фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштар қолданылады. Басты механизмдердің жетегі үшін кранды-металлургиялық тұрақты ток қозғалтқыштары пайдаланылады. Көбіне айналу жиілігі 1000–1500 мин⁻¹ асинхронды қозғалтқыштар және айналу жиілігі 600–900 мин⁻¹ тұрақты ток қозғалтқыштары қолданылады.

Асинхронды қозғалтқыштарды қолдану кезінде реттеу редуктор көмегімен немесе электрқозғалтқыштың полюстер санын ауыстыру арқылы сатылы жүргізіледі. Тұрақты ток электржетегі генератор – электромашиналы үдету қозғалтқышы (ГД – ЭМУ) жүйесі бойынша және магниттік күшейткіш – вентильді түрлендіргіш – қозғалтқыш (МУ – ВП – Д) жүйесі бойынша орындалады. Тиристорлы түрлендіргіш – тұрақты ток қозғалтқышы (ТП – ДПТ) жүйесі бойынша тиристорлы

электржетек жасалып жатыр.

Қосымша механизмдердің электржетегінде тек айнымалы тоқ қолданылады.

Барлық бұрғылау станоктары кернеулігі 380 В болатын айнымалы тоқ желісінен қоректенеді. Жылжымалы трансформатор подстанцияларынан ток иілгіш кабельдер арқылы келеді, ол станок қорабына жалғанған, одан кернеу кіріс автоматына беріледі.

Көптеген станоктардың күштік жабдықтарын басқару үш пульт арқылы жүрізіледі: кабинада орналасқан негізгі және екі шығарылатын. Негізгі пультпен бұрғылау процесі және бұрғылауға байланысты технологиялық операциялар басқарылады. Шығарылатын пульттар кей операцияларды басқаруды және станоктың жүріс механизмін басқаруды қайталау үшін қызмет етеді.

4.5. Гидро- және пневможүйелер

Бұрғылау станоктарының гидравликалық жүйелері (гидрожүйелер) келесі операцияларды орындауды қамтамасыз етеді: бұрғы сабын айналдыру, осьтік күшті жасау және бұрғы сабын жоғары-төмен жылжыту, қарнақ пен қашауды бұрап бекіту және ағыту, бұрғы сабын ұзарту және бөлшектеу, гидродомкраттар көмегімен станоктарды жазық жағдайға келтіру, дінгекті жұмыс жағдайына (тік немесе көлбеу жағдайлар) көтеру және көлік жағдайына түсіру, бұрғы сабын жинау және бөлшектеу кезінде кассетаны бұру, шаңұстағыш қондырғының элементтерін жылжыту [17].

Гидрожүйелер күштік және көлемдік гидрожүйеде пайдаланылатын стандартты элементтер мен түйіндерден жинақталады: сораптар, гидромоторлар, цилиндрлер, таратқыштар, золотниктер және басқалары. Энергия тасушы ретінде «индустриалды 20А» майы қолданылады.

Бұрғылау станоктарының пневматикалық жүйелері (пневможүйелер) ұңғымадан бұрғылау ұнтағын шығару үшін бұрғы сабына (СВР станоктарынан басқасына), пневмосокқылағышқа пен центрлегіш пен қарнақтарды ұстағыштың пневмоцилиндрлеріне

(СБУ типті станоктар), шаңұстағыш қондырғылардың затворларының дірілдеткіштері мен пневмоцилиндрлеріне сығылған ауаны беруді қамтамасыз етеді.

Пневможүйені қоректендіру өзінің компрессорларынан, қозғалмалы компрессорлық станциялардан немесе карьердің пневможүйесінен іске асырылады.

Пневможүйелер стандартты элементтер мен түйіндерден жинақталады.

4.6. Бұзылу ұнтақтарын шығару және жинауға арналған жабдықтар

Карьерлерде бұрғылау процесінде бұрғылау ұнтағы ұңғымадан шнектермен, шнекті пневматикалық тазалау және үрлеу арқылы шығарылады. Алдыңғы екі әдісі кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктарында қолданылады. Ұңғыманы батырмалы пневмосокқылағыштармен, термобұрғылармен және шарқашаулармен бұрғылау кезінде үрлеп шығару пайдаланылады. Соққылы бұрғылау станоктарында ұңғымадан таужыныстарын шығару науашықтармен жүргізіледі.

Ұңғыманы тазалау үшін суды қолдану ыңғайлы, бірақ қыста станоктың жұмысы қиындайды.

Бұрғылау ұнтағын тік ұңғымадан шнекпен шығару үшін шнектің айналу жиілігі шекті айналу жиілігінен үлкен болуы керек. Таужыныстары шнектің бойымен жоғары қарай қозғалысы таужынысының бөлшектері шнектің өзіне қарағанда шнектің осімен аз жылдамдықпен айналған кезде іске асады.

Ауақұбырларының ішкі бетін кезеңді тазалау үшін селкілдету механизмі қолданылады, оны басқару машинист кабинасынан іске асырылады.

Шаңды тиімді жинау үшін ылғалды шаңұстағыш қондырғылары жасалған. Бұл қондырғыларда ұңғыма кенжарына сығылған ауаны беретін құбырөткізгішке су немесе эмульсия қысыммен беріледі. Пайда болған ауалы-сулы эмульсия құбыр сырты кеңістігіне көтеріліп, бұрғыланған таужынысы бөлшектерін ұңғыманың жиегіне ылғалды шлам түрінде көтеріп шығарады. Ұңғымадан шығарылған таужынысы станоктың

сыртына арнайы желдеткіштің көмегімен үрленеді. Ұңғымаға берілетін судың көлемі машинист кабинасынан вентильмен реттеледі. Қысқы уақытта су жүйесін қыздырып отыру қажет.

Ұңғымаларды шнекті пневматикалық тазарту. Шарқашаулы, кесетін және құрама кескіш-шарқашаулы қашаулармен ұңғымаларды бұрғылау кезінде бұрғылау ұнтағынан шнекті пневматикалық тазарту тиімді болады, бұл кезде тегіс құбырлардың орнына шнекті қарнақтар пайдаланылады, ал қашауды суыту ұңғыма кенжарына берілетін сығылған ауа арқылы іске асырылады.

Шнекті пневматикалық тазартуды пайдалану ұңғымадан шығатын шаң көлемін елеулі азайтуға, және мұның нәтижесінде бірқатар жағдайларда бұрғылау станогының шаң ұстау жүйесін елеулі қарапайымдандыруға мүмкіндік береді.

Шнекті пневматикалық тазарту кезінде шнекті бұрғы сабын кезекпен орналасқан мультициклондар батареясы ретінде қарастыруға болады. Шаңды-ауалы ағын шнектердің орамааралық кеңістігінен өтіп айналысқа түседі. Бұл кезде жеңіл бөліктер ұңғыманың қабырғасына соғылып жылдамдығын жоғалтады және флоккулалар жасап жабысады, олар қабырғаға отырады, онан соң шнектің бұрандасымен қырылып алынады және ұңғыманың жиегіне тасымалданады. Ылғалданған жыныстарды бұрғылау кезінде бұл процесс елеулі қарқын алады. Осылайша, шнекті пневматикалық тазарту кезінде ұңғымадан шаңның бөлуі елеулі азайады. Бұл кезде бұзудың ірі өнімдерін аулау үшін бірінші сатыда ұңғыманың жиегінің үстіне орнатылған шатыр, ал екінші саты ретінде циклон немесе мультициклондар батареясы пайдаланылады. Құбыр сүзгілер түрінде жасалған үшінші саты өте үлкен және сенімсіз болады, ол ұсақдисперсті түйіршіктер көлемі күрт азаюына байланысты көптеген жағдайларда қолданылмайды. Шаң ұстаудың мұндай қарапайымдандырылған жүйесі ауаның шаңдануын санитарлық нормаларға дейін төмендетуді қамтамасыз етеді [16].

4.7. Жұмыс процесі теориясының элементтері

Таужыныстары жатыс тереңдігіне және қабаттарының қалыңдығы бойынша кездейсоқ өзгереді, бұл олардың физика-механикалық қасиеттерінің ауыспалы сипатына әкеледі. Ал бұл өз кезегінде басты механизмдердің жетектеріндегі қозғалтқыштардың жүктемелерін күрт өзгертеді.

Жалпы жағдайда бұрғылау әдісіне байланысты режимдік параметрлерді есептеулер беру күшінің мәндерін, беру және айналдырғыш механизмдерінің жетектерінің қуаттарын, бұрғылау жылдамдығын, сығылған ауа шығынын, станоктың өнімділігін анықтауға негізделеді.

Таужыныстары физикасы саласындағы зерттеулер, сонымен қатар бұрғылау станоктарын жасау тәжірибесі қысқартылған формулалар бойынша жеткілікті дәлдікпен станоктың режимдік параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

5. БҰРҒЫЛАУДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ

5.1. Шарқашаулы бұрғылау станоктары

Аттыру ұңғымаларын бұрғылаудың қарқындылығы техникалық бұрғылау жылдамдығымен анықталады, ол келесілерге байланысты: бұрғылау құралының әсерімен жыныстың бұзылу қасиеті (негізгі фактор); бұрғылау құралының түрі мен қалыбы, оның ұңғыма кенжарына әсер ету әдісі, күші және жылдамдығы; ұңғыманың диаметрі мен тереңдігі; кенжардан бұрғы ұнтағын алу әдісі, жылдамдығы және ұқыптылығы.

Бекемдігі f жынысты бұзу үшін диаметрі D (мм) қашауға қажетті осьтік күш келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{oc} = 10^{-2} k f D = 10^{-3} k \delta_{сж} D, \quad (5.1)$$

мұндағы $k = 6 \div 8$ – ірі қашаулар арналған үлкен мәндер; $\delta_{сж}$ – бірості сығу кезіндегі жыныстың беріктік шегі, МПа.

Қашауларды жасайтын фирмалардың бірқатарының қашауды жүктеудің максималды рұқсатты күші $P_{oc.max}$ бойынша және берілген күшке сәйкес келетін қашаудың шекті айналу жиілігі $n_{вр}$ (с⁻¹) бойынша орташа ұсыныстары төменде 5.1-кестеде келтірілген, бұл кезде қашауларды пайдаланудың қанағаттанарлық шарттары қамтамасыз етіледі.

$ka = P_{oc.max} / D$ шамалары бойынша нақты ұсыныстар қашаулардың каталогтарында келтірілген.

Бекемдігі f жынысқа тісінің өткірлік бұрышы α (градус) қашаудың тісінің ену тереңдігі, мм:

$$h = \frac{1,5 \cdot 10^2 P_{oc}}{D f (tg \alpha / 2 + \mu_1) k_3}, \quad (5.2)$$

мұндағы $\mu_1 = 0,25 \div 1,0$ қашаудың жынысқа үйкелу коэффициенті; $k_3 = 1,0 \div 1,3$ – тістің мұқалу коэффициенті (үлкен мәні жоғары бекемдікті және абразивті жыныстар үшін).

5.1-кесте

$D, \text{мм}$	169	184	200	229	251	269,9	311/320	350	381	400
$P_{\text{остат}}, \text{мм}$	135	160	200	250	280	325	400	455	500	550
$k=P_{\text{остат}}/D, \text{кН/мм}$	0,8	0,87	1,0	1,1	1,12	1,2	1,286	1,3	1,31	1,375
f_{max}	11,4	12,4	14,28	15,7	16,0	17,25	18,4	18,56	18,7	19,6
$n_{\text{вр}}, \text{с}^{-1}$	1,33	1,25	1,16	1,08	1,0	0,91	0,83	0,66	0,7vs3wa ss5	0,5

Қашаудың тісінің жынысқа максималды ену тереңдігі оның 0,75–0,8 бийктігін құрауы қажет, найзалы қашаулар үшін 10–15мм және тісті қашаулар үшін – 15–25мм.

Қашаудың қажетті айналдыру моменті (Н·м)

$$M_{\text{кр}} = 2,84 \cdot 10^3 k_1 D (0,22 P_{\text{ос}})^n, \quad (5.3)$$

мұндағы n – ұңғыманы тазалау сапасына байланысты көрсеткіш ($n = 1,25$ – өте жақсы; $n = 1,5$ – қанағаттанарлық; $n = 1,75$ – нашар); k_1 – бұрғыланатын жыныстың бекемдігіне байланысты коэффициент:

f	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20
								жоғары
k_1	12	11	10	9	8	6	4	2

Әдетте заманауи бұрғылау станогының айналдыру-беру механизмі Рос осьтік күштің 1 кН шамасына 40Нм дейінгі меншікті моментті $M_{\text{кр}}$ қамтамасыз етеді. Тәжірибеде $M_{\text{кр}}/P_{\text{ос}}$ қатынасы 20–30 Н·м/кН шамасынан сирек асады.

Айналдырғыш жетегінің қуаты (кВт)

$$N_{\text{вр}} = 2\pi \cdot 10^{-3} M_{\text{кр}} n_{\text{вр}} \eta_{\text{вр}}^{-1} = 10^{-3} M_{\text{кр}} \omega_{\text{вр}} \eta_{\text{вр}}^{-1}, \quad (5.4)$$

мұндағы $\eta_{\text{вр}} = 0,85 \div 0,7$ – айналдырғыш трансмиссиясының ПӘК; $\omega_{\text{вр}}$ – бұрыштық жылдамдығы, рад/с.

Беру жетегінің қуаты (кВт)

$$N_{\text{под}} = P_{\text{ос}} v_{\text{под}} \eta_{\text{под}}^{-1}, \quad (5.5)$$

мұндағы $v_{\text{под}}$ – бұрғылау сабын беру жылдамдығы, м/с; $\eta_{\text{под}} = 0,5 \div 0,7$ – беру механизмінің ПӘК.

Шарқашаулы бұрғылаудың теориялық жылдамдығы (м/с)

$$v = 3k_{\text{ск}} h n_{\text{вр}}, \quad (5.6)$$

мұндағы $k_{\text{ск}} = 0,5 \div 0,3$ – тістердің арасында жыныстардың толық сынбауы нәтижесінде бұрғылау жылдамдығын ескеретін коэффициент (үлкен мәні аз тығыздықты жыныстар үшін); h – тісті енгізу тереңдігі, м.

Кенжарға берілетін сығылған ауаның қажетті көлемі құбыр сырты кеңістігінде жыныстың бұзылған бөліктерін шығарудың қажетті жылдамдығын $v_{\text{в}}$ (м/мин) қамтамасыз ету шартынан анықталады. Тығыз жыныстар үшін 1500 м/мин кіші емес және орташа тығыз жыныстар үшін 2100 м/мин үлкен емес мәндер ұсынылады. 24–25 м/сағ бұрғылау жылдамдығы кезінде ылғал тығыз жыныстар үшін 2800 м/мин дейінгі жылдамдық рұқсат етіледі [15,18].

Құрғақ кенжарлар үшін $v_{\text{в}} = 1220 - 1520$ м/мин жылдамдықтар диапазоны қолайлы болады.

Ауаны теориялық беруі (м³/мин)

$$Q = F v_{\text{в}} = 0,25 \pi v_{\text{в}} (D^2 - D_{\text{ш}}^2), \quad (5.7)$$

мұндағы F – құбыр сырты кеңістігінің ауданы, м²; D және $D_{\text{ш}}^2$ – сәйкесінше қашау мен қарнақтың диаметрлері, м.

Компрессордың қысымын 0,4–0,7 МПа диапазонында таңдау ұсынылады. Шеткі үргіш арналары болатын қашауларды пайдаланған кезде соңғыларын ресивердің шығысында артық қысымның қорын қамтамасыз ететін минималды өлшемдеріне байланысты таңдау қажет. Бұрғылау сабындағы қысымның

шығындары 0,07–0,14 МПа құрайды, ал қашау мен подшипник арналарында 0,5 МПа жетеді.

Компрессордың кірісіндегі p_1 қысымынан шығысындағы p_2 қысымына дейін ауаның сығылуын және оны ұңғыманы үрлеу жүйесіне Q (м³/мин) көлеммен беруді қамтамасыз ететін компрессор жетегінің қуаты (кВт):

$$N_{\text{ком}} = 4,2Qp_1(\eta_k\eta_n)lgp_2/p_1, \quad (5.8)$$

мұндағы $\eta_k = 0,6 \div 0,7$ және $\eta_n = 0,92 \div 0,95$ – сәйкесінше компрессор мен берілістің ПӘК.

5.2. Кескіш қашаулы айналмалы бұрғылау станоктары

Диаметрі D (м) кескіш құралды h (м) тереңдікке енгізу үшін қажетті осьтік күш (кН)

$$P_{\text{ос}} = 0,25 \cdot 10^3 k_3 D h \sigma_{\text{мб}}, \quad (5.9)$$

мұндағы $k_3 = 1,5 \div 0,7$ – құралдың мұқалуын есепке алатын коэффициент (үлкен мәндері қатты мұқалған құрал және жоңқаның кіші мәндері үшін); $\sigma_{\text{мб}}$ – жыныстың беріктігінің келтірілген шегі, МПа.

Кескіш қашаулардың тәжірибесінде қашаудың 1 м диаметріне түсетін меншікті остік жүктемелер 100–300 кН/м шектерінде болады.

Кескіш коронкамен жынысты бұзуға арналған айналдыру моменті (кНм):

$$M_1 = 62,5D^2 \sigma_{\text{мб}} h z (1 + \mu_1 k_3), \quad (5.10)$$

мұндағы z – коронканың қанаттарының саны; h – кескішпен кесілетін жоңқаның қалыңдығы, м,

$$h = v(zn_{\text{вр}})^{-1}, \quad (5.11)$$

мұндағы v – бұрғылаудың териялық жылдамдығы, м/с; $n_{\text{вр}}$ – шнектің айналу жиілігі (с^{-1}).

Диаметрі D_1 (м) және бұрандалы сызықтың бұрышы β (градус) шнектің айналуының минималды рұқсатты жиілігі (с^{-1})

$$n_0 \geq [g(\sin\beta + \mu_1 \cos\beta)(2\pi^2 \mu_2 D_1)^{-1}]^{0.5}, \quad (5.12)$$

мұндағы μ_1 және μ_2 – жыныстың сәйкесінше болат пен жынысқа үйкелу коэффициенттері; g – еркін құлау үдеуі, $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$.

Шнектің өнімділігі ($\text{м}^3/\text{с}$)

$$Q_{\text{ш}} = 0,25\pi(D_1^2 - d^2)k s \psi (n_{\text{вр}} - n_0), \quad (5.13)$$

мұндағы d – шнектің білігінің диаметрі, м; ψ – шнектің көлемін толтыру коэффициенті; k – шнек пен ұңғыманың қабырғаларының арасындағы саңылауға жыныстың төгілу коэффициенті; s – бұранданың адымы, м.

Бұрғылау сабының қажетті айналу жиілігі

$$n_{\text{вр}} \geq \frac{D^2 k_p v_{\text{max}}}{k(D_1^2 - d^2) s \psi} + n_0, \quad (5.14)$$

мұндағы k_p – жыныстың қопсу коэффициенті; v_{max} – станоктың есептік максималды бұрғылау жылдамдығы, м/с.

H (м) тереңдіктен шнекті жыныспен бірге көтеруді қамтамасыз ету үшін қажетті момент (кНм)

$$M_2 = 0,125\pi\mu_1 D_1 (D_1^2 - d^2) H \psi \gamma k_p^{-1} g(tg\beta + \mu_2), \quad (5.15)$$

мұндағы μ_1 – шнектің ұңғыманың қабырғаларына үйкелу коэффициенті; γ – жыныстың тығыздығы, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Шнектің бұрғылау бұрышы $\omega_{\text{вр}}$ (рад/с) және айналдыру механизмінің ПӘК байланысты шнекті бұрғылау станогының айналдырғышының қозғалтқышының қуаты (кВт)

$$N_{\text{вр}} = (M_1 + M_2)\omega_{\text{вр}}\eta^{-1} = 2\pi(M_1 + M_2)n_{\text{вр}}\eta^{-1}. \quad (5.16)$$

5.3. Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары

Беріктігі $\sigma_{мб}$ (МПа) жынысқа h (м) тереңдікке диаметрі D (м), жүзінің өткірлік бұрышы α (градус) қашауды енгізу үшін қажетті остік күш (МН) [7, 15]

$$P_y = k_1 D h \sigma_{мб} (tg \alpha / 2 + \mu_1) k_3, \quad (5.17)$$

мұндағы k_1 – қашаудың қарулану қалыбын ескеретін коэффициент, ($k_1 = 2$ тісті қашау, $k_1 = 2$ тісті қашау, кресті және кадалы қашау); μ_1 – қашау коронкасының жынысқа үйкелу коэффициенті (0,5 – ауалы-сулы ұру кезінде, 1 дейін құрғақ кезде); $k_3 = 1,2 \div 1,3$ – коронканың жүзінің мұқалуын есепке алатын коэффициент.

Бірлік соққы кезінде коронка жүзінің жынысқа ену тереңдігі

$$h = P_y [k_1 D \sigma_{мб} (tg \alpha / 2 + \mu_1) k_3]^{-1}, \quad (5.18)$$

Қашаудың бір айналымы кезінде қашаудың кенжарға соққыларының қажетті жиілігі (соққы/айн)

$$z_0 = \pi D (2k_1 h tg \theta / 2)^{-1}, \quad (5.19)$$

мұндағы $\theta \geq \alpha$ – жыныстың кенжарға соғылу бұрышы, градус.

Іс жүзінде z_0 пневмосоққылағыштар үшін 8–15 соққы/айн құрайды.

Пневмосоққылағыштың соққыларының жиілігі z (c^{-1}) кезінде бұрғылау құралының қажетті жиілігі (c^{-1})

$$n_1 = z z_0^{-1}. \quad (5.20)$$

Таза бұрғылаудың теориялық жылдамдығы (м/с)

$$v = h n_{вр}. \quad (5.21)$$

Бірлік энергия соққысын A (Дж) есепке алғанда пневмосоққылағыштың теориялық қуаты (Вт)

$$N_{\pi} = Az = 0,5P_y hz. \quad (5.22)$$

Бұрғылаудың меншікті энергия сыйымдылығы

$$\mathcal{E} = 0,6e^{0,17\sigma_{сж}}, \text{ кВт} \cdot \text{саг/м}, \quad (5.23)$$

мұндағы $\sigma_{сж}$ – таужыныстарының сығуға кедергісі, МПа;
 $e = 2,73$ – натурал логарифмдер негізі.

Бұрғылаудың меншікті энергия сыйымдылығы бойынша
ұңғыманы бұрғылау жылдамдығын болжауға болады:

$$\mathcal{E} = 30/v, \text{ кВт} \cdot \text{саг/м}, \quad (5.24)$$

мұндағы v – бұрғылау жылдамдығы, м/с.

6. БҰРҒЫЛАУ СТАНОКТАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНЫМ ЕСЕПТЕУЛЕРІ

6.1. Бұрғылау станоктарының өнімділігі

Станоктардың жұмысы кезінде бұрғылаумен қатар келесі операциялар орындалады: бұрғылау сабын түсіру, көтеру, ұзарту және бөлшектеу, станоктың ұңғымалардың арасында орын ауыстыруы, оны орнату, кабельді жылжыту және т.б. Бұл операцияларды орындауға жұмсалатын уақыт бұрғылау түріне, станоктың кинематикалық сұлбасына, қарнақтардың ұзындығына, бұрғылау сабын ұзарту мен бөлшектеуді және қашауларды ауыстыруды механикаландыру деңгейіне, ұңғымалардың арақашықтығына және басқа факторларға байланысты болады.

Бұрғыланған ұңғыманың 1 м келетін негізгі (бұрғылау) және барлық көмекші операцияларды орындаудың қосынды меншікті уақытын жеткілікті дәлдікпен анықтау үшін бұрғылау станогының қабылданған моделі үшін тұрақты жынысты бұрғылаудың қиындық көрсеткіші P_6 пайдаланылады. Бұл жағдайда бұрғылау станогының ауысымдық өнімділігі жоспардан тыс тоқтауларды ескермей анықталады.

Бұрғылау станоктарының өнімділігі көптеген факторларға байланысты, олардың ішінде негізгілері: кен-геологиялық жағдайлары (түрі, бекемдігі, абразивтілігі, таужыныстарының жарықшақтығы, ылғалдылығы, саздылығы, т.б.), ұңғыма тереңдігі, бұрғылау жабдығының күйі, қабылданған бұрғылау технологиясы, бұрғылау режимі, бұрғылау жұмыстарын дұрыс ұйымдастыру, бұрғылаушының біліктілігі.

Бұрғылау машиналарын және оларға қосымша қолданылатын құралдарды жоғарыда келтірілген бөлімдерден немесе бұрғылау жабдықтарының каталогтарынан таңдап алуға болады. Бірақ таңдалған бұрғылау машиналары Қазақстан Республикасының Төтенше жағдайлар министрлігінің Өнеркәсіп қауіпсіздігін бақылау комитетімен республика аймағында қолдануға рұқсат етілген болуы керек.

Бұрғылау станоктарын таңдау кезінде таужыныстарының физика-механикалық қасиеттерін, бекемдігін, ұңғыманың

жарықшақтығын, сулылығы мен диаметрін, қазылу бағытын ескеру қажет.

Бұрғылау станогының ауысымдық өнімділігі (м/ауысым) келесі формулалар бойынша анықтауға болады:

$$Q_{\text{см}} = k_{\text{исм}} T_{\text{см}} v_{\text{т}}, \quad (6.1)$$

немесе

$$Q_{\text{см}} = T_{\text{см}} k_{\text{исм}} (t_{\text{б}} + t_{\text{в}})^{-1} = T_{\text{см}} k_{\text{исм}} (v^{-1} + t_{\text{в}})^{-1}, \quad (6.2)$$

мұндағы $k_{\text{исм}}$ – станоктың мүмкін тоқтауларын алып тастағанда бұрғылауға арналған ауысымның нормативтік уақытын $T_{\text{см}}$ (с) пайдалану коэффициенті, орташа $k_{\text{исм}} = 0,6 \div 0,8$. $v_{\text{т}}$ – бұрғылаудың техникалық жылдамдығы, м/с; v – бұрғылаудың теориялық жылдамдығы, м/с; $t_{\text{б}}$ – бұрғылауға жұмсалатын уақыттың меншікті шығындары, с/м; $t_{\text{в}}$ – көмекші технологиялық операцияларды орындауға жұмсалатын уақыттың меншікті шығындарының қосындысы (станокты домкраттардан алуды, қашауды ауыстыруды, бұрғылау сабын ұзартуды есепке алғанда станоктың ұңғымадан ұңғымаға орын ауыстыруы), с/м.

$$t_{\text{в}} = K_{\text{x}} + t_3/l_{\text{д}} + t_{\text{с}}/H, \quad (6.3)$$

мұндағы K_{x} – бұрғылау процесінде станоктың айналдыру-беру органының бос жүрістеріне жұмсалатын уақыттың меншікті шығындарын сипаттайтын көрсеткіш (ұңғыманың тереңдігіне H (м), қарнақтың ұзындығына $l_{\text{ш}}$ (м), жұмыс органының түсіру-көтеру операцияларының жылдамдықтарына $v_{\text{пд}}$ (м/с), қашауды өтуге $l_{\text{д}}$ (м) байланысты), с/м; t_3 – қашауды алмастыру уақыты, с; $t_{\text{с}}$ – бұрғы сабын көтергеннен кейін жүргізу және келесі ұңғыманы бұрғылағанға дейін жүргізілетін көмекші операциялардың ұзақтығы, с (кемердегі көршілес ұңғымалардың арақашықтығына және станоктың бұрғылаудың басты осіне орын ауыстыру жылдамдығына, станокты домкраттардан түсіруге және жаңа ұңғымада оны домкраттарға орнатуға жұмсалатын уақыт шығындарына байланысты).

Заманауи станоктар үшін $t_b = 2$ мин/м, олардың өнімділігі $k_n = 0,75$ болғанда 100-150 м/ауысымнан аспайды, ал $t_b \cong$ мин шекті мәндерге жеткенде 200–300 м/ауысымнан аспайды.

K_x шамасы келесі формулалар бойынша анықталады: қатты жыныстарды бұрғылаған кезде ұңғыманы өту аяқталған уақыттан қашау бұрын ауыстырылады ($l_d < H$),

$$K_x = t_n + t_c/2l_{ш}(1 + H/l_d), \quad (6.4)$$

көптеген ұңғымаларды бір қашаумен бұрғылау кезінде ($l_d \gg H$),

$$K_x = t_n + t_c/2l_{ш}. \quad (6.5)$$

Тереңдігі H кемерді бір қарнақты ұзартпай бұрғылаған кезде ($l_{ш} = H$ немесе $l_{ш} \gg H$),

$$K_x = t_{ш}/H = 1/v_{пд}. \quad (6.6)$$

мұндағы t_n – қарнақтың ұзындығына қатыссыз шпиндельдің бос жүрісіне жұмсалатын уақыттың меншікті шығындары, с/м; t_c – бір қарнақты ұзарту және бөлшектеу уақыты, с; $l_{ш}$ – қарнақтың ұзындығы, м; $t_{ш}$ – бір қарнақты ұңғымадан көтеру уақыты, с; $v_{пд}$ – қарнақты ұңғымадан көтеру жылдамдығы, м/с.

Формуладан көрінгендей, бұрғылау станогының өнімділігі қосымша операцияларды орындауға жұмсалатын уақыт шығынына және ауысым уақытын толық пайдалануға байланысты, бұл бұрғылау станогын ауысым уақытында пайдалану коэффициентіне әсер етеді.

Бұрғылаудың техникалық жылдамдығы v_T (көмекші операцияларды есепке алғанда) бұрғылаудың таза жылдамдығынан v (м/с) шамамен 20–25 % төмен болады немесе

$$v_T = (1/v + K_x + t_3/l_n + t_c/H)^{-1}. \quad (6.7)$$

Бір аттыру ұңғымасын бұрғылау циклінің (келесі ұңғыманы бұрғылауды бастағанға дейін) уақыты (с)

$$T_{ц} = H(1/v + t_{п} + t_3/l_d + t_c/H)^{-1} + t_c. \quad (6.8)$$

Бұрғылаудың теориялық жылдамдығы (м/с) келесі формулалар бойынша анықталады:

Шарқашаулы бұрғылау станоктары үшін (6.1) формула арқылы немесе эмпирикалық формула бойынша

$$v = 5 \cdot 10^{-6} P_{oc} n_{вр} (P_6 D^2)^1. \quad (6.9)$$

Айналмалы кескіш бұрғылау станоктары үшін (6.2) формула арқылы немесе келесі теңдеу бойынша

$$v = 4,2 \cdot 10^{-4} P_{oc} n_{вр} (P_6^2 D^2)^1. \quad (6.10)$$

Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары үшін (6.3) формула арқылы немесе келесі теңдеу бойынша

$$v = 1,7 \cdot 10^{-7} N_{п} (P_6 D^2 k_{ф})^{-1} = 1,5 \cdot 10^{-7} A z (P_6 D^2 k_{ф})^{-1}, \quad (6.11)$$

мұндағы P_{oc} – берудің осьтік күші, кН; $n_{вр}$ – қашаудың айналу жиілігі, c^{-1} ; D – қашаудың диаметрі, м; $N_{п}$ – пневмосоққылағыштың қуаты, Вт; A – бірлік соққының энергиясы, Дж; z – пневмосоққылағыштың соққылар жиілігі, c^{-1} ; $k_{ф}$ – қашаудың қалыбын есепке алатын коэффициент (үшқанатты қашау үшін $k_{ф}=1,1$; крест қашау үшін $k_{ф}=1,0$; қадалы үшін $k_{ф}=0,9$); P_6 – жынысты бұрғылау қиындығының салыстырмалы көрсеткіші.

6.2. Бұрғылау станоктарының пайдаланымы және есептеулері

Ашық кен жұмыстарына арналған бұрғылау станоктары дайындаушы зауыттан толық жинақталып, тез тозатын қосымша бөлшектерімен, құралдарымен және машинаны орнату мен

пайдалану бойынша техникалық құжаттарымен жіберіледі [18].

Станоктың бұрғылау құралы мен жабдықтарын күтудің жалпы талаптарына келесілер жатады: құралды сақтау, таңдау, дайындау және пайдалану тәртібін білу; бұрандалы қосылыстарын уақытында тартып бекіту; үйкелетін бөлшектерін майлау; түйіндерді кір мен шаңнан тазалау және т.б.

Бұрғылау станоктарын пайдалану кезінде өртке қарсы шараларды қатаң сақтау және бұл үшін бұрғылаушы адамдардың біреуін жауапты етіп тағайындау қажет.

Тау-кен өнеркәсібінде техникалық қызмет көрсетудің жоспарлы-ескерту жүйесі қабылданған. Мұндағы іс-шаралар белгілі уақыт кезеңінде және белгілі көлемде міндетті түрде орындалуы қажет. Тағайындалуы және жүргізу ерекшеліктеріне байланысты техникалық қызмет көрсетудің келесі элементтері болады: өндірісті жағдайларға бейімдеу; ауысымдық техникалық қызмет көрсету (ЕС); тәуліктік техникалық қызмет көрсету (ЕО); кезеңдік техникалық қызмет көрсету (ТО); маусымдық техникалық қызмет көрсету (СО); сақтау кезіндегі техникалық қызмет көрсету.

Станоктың айлық (м/ай) және жылдық (м/жыл) көрсеткіштері келесі формула арқылы анықталады:

$$Q_{\text{ай}} = Q_{\text{см}} n; \quad Q_{\text{жыл}} = Q_{\text{ай}} N, \quad (6.12)$$

мұндағы n и N – сәйкесінше күнтізбелік айдағы жұмыс ауысымдарының орташа саны және бір жылдағы жұмыс айларының саны.

Бұрғылау станогының бұрғыланған тау-кен қазындысы бойынша ауысымдық өнімділігі ($\text{м}^3/\text{ауысым}$) 1 м ұңғымадан шығатын тау-кен қазындысының орташа шығымын ($\text{м}^3/\text{м}$) есепке алу арқылы анықталады:

$$Q_{\text{о см}} = Q_{\text{см}} B, \quad (6.13)$$

мұндағы $B = W/L$; W – аттырылған тау-кен қазындысының көлемі, м^3 ; L – бұрғыланған, оқталған және аттырылған ұңғымалардың метрлерінің орташа саны, м.

Сәйкесінше айлық және жылдық өнімділіктері анықталады.

Карьердегі бұрғылау станоктарының қажетті санын келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$N = \frac{Pk}{Q_{\text{см}} n_{\text{см}} n_{\text{жыл}} \varepsilon}, \quad (6.14)$$

мұндағы P – карьердің тау-кен қазындысы бойынша өнімділігі, $\text{м}^3/\text{жыл}$; $k = 1,2 \div 1,25$ – станоктардың резервтік коэффициенті; $Q_{\text{см}}$ – бұрғылау станогының ауысымдық өнімділігі, $\text{м}/\text{ауысым}$; $n_{\text{см}}$ – бұрғылау станогының бір тәуліктегі жұмыс ауысымдарының саны; $n_{\text{жыл}}$ – бұрғылау станогының бір жылдағы жұмыс күндерінің саны; ε – 1 м ұңғымадан шығатын тау-кен қазындысының көлемі, м^3 .

$$\varepsilon = \frac{[W+b(n-1)]ha}{l_c n}, \quad (6.15)$$

мұндағы a, b – сәйкесінше бір қатардағы және қатарлар арасындағы ұңғымалардың арақашықтығы, м ; h – кемердің биіктігі, м ; W – кемердің табаны бойынша кедергі сызығы, м ; n – қатарлар саны; l_c – ұңғыманың тереңдігі, м .

Ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі жұмыстың ауысымдық нормасы ($\text{м}/\text{ауысым}$)

$$H_{\text{в}} = (T_{\text{см}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{лн}})(t_0 + t_{\text{в}})^1, \quad (6.16)$$

мұндағы $T_{\text{см}}$ – ауысымның белгіленген ұзақтығы, $\text{мин}/\text{ауысым}$; $T_{\text{пз}}$ – бір ауысымдағы дайындау-аяқтау операцияларын орындау уақыты, $\text{мин}/\text{ауысым}$; $T_{\text{лн}}$ – жұмыскерлердің өз қажеттіліктеріне жұмсалатын уақыт, $\text{мин}/\text{ауысым}$; t_0 және $t_{\text{в}}$ – сәйкесінше 1 м ұңғымаға келетін негізгі және көмекші операцияларды орындауға қажетті уақыт, $\text{мин}/\text{м}$.

1 м ұңғыманы бұрғылаудың өзіндік құны ($\text{тг}/\text{м}$)

$$C = C_{\text{см}}/Q_{\text{см}} + C_{\text{д}}/l_{\text{д}}, \quad (6.17)$$

мұндағы $C_{\text{см}}$ – ауысым уақытында бұрғылауға жұмсалатын шығындар (жұмысшылардың еңбекақысы, амортизациялық

аударымдар, материалдар, электр энергиясы және т.б.), тг/ауысым; $Q_{\text{см}}$ – бұрғылау станогының ауысымдағы орташа өнімділігі, м/ауысым; C_d – қашаудың көтерме құны, тг; l_d – бір қашауға тиесілі көлем, м.

6.3. Бұрғылау кезіндегі көмекші жұмыстар

Бұрғылау процесі бірқатар көмекші жұмыстармен байланысты: бұрғылау станоктарының жұмыс орындарын (кемер алаңдары), сонымен қатар станоктардың өзі мен көмекші жабдықтарды ұңғымаларды бұрғылауға дайындау; станоктарды электрэнергиясымен, материалдармен, бұрғылау құралымен, үзіліссіз жабдықтау; бұрғыланған ұңғымаларды есепке алу және сақталуын қамтамасыз ету; станоктардың орнын ауыстыру; оларды жөндеу; электрберілістері желілерін ұзарту және қайта құру; күштік кабелді жылжыту.

Кемер алаңдарын бұрғылауға дайындау – оларды жабдықтардан босатуға (көлік коммуникацияларын, электрберілістері желілерін, трансформатор подстанцияларын және т.б. жылжыту), жоспарлау және қардан тазарту, жыныс үймелерін тегістеу, шұңқырларды тегістеу, қырларды алып тастау, алаңдарды кеңейту, станоктардың қозғалысына арналған жолдарды салуға негізделген. Бұл жұмыстар бульдозерлердің және көмекші бұрғылау жабдықтарының (бұрғылау балғалары, пнесокқылағышты станоктар) көмегімен орындалады.

Онан соң дайындалған алаңдарды маркшейдерлік түсіру, ұңғыманың орналасуының жобалық белгілерін жерге белгілеу, энергияны (сығылған ауа, су) жеткізу, станоктарды кемердің бұрғыланатын блогына жылжыту, оларды трансформатор подстанциясына қосу және жұмысқа дайындау (діңгекті көтеру, ауалық тораптарды қосу, бұрғылау құралын ауыстыру) жүргізіледі.

Бұрғылау құралы, материалдар мен қосалқы бөлшектер крандармен жабдықталған теміржол платформалары және автомашиналармен жеткізіледі.

Шамалы аймақта бірнеше бұрғылау станоктары

шоғырланған кезде карьерде құралды, жағармайлар мен ұсак бөлшектерді сақтауға және жұмысшылардың жылынуы және демалуына арналған қарапайым жылжымалы шеберханаларды жабдықтауға болады. Блокты бұрғылау жобасын жерге белгілеу кезінде ұңғымалардың орналасу нүктелерінде олардың номерлері мен жобалық тереңдігі қойылады. Ұңғымалардың станок машинисті анықтайды және тау-кен шебері таңдап тексеріп шығады. Аттырушылар ұңғымаларды оқтау алдында қосымша бақылауды жүргізеді. Ұңғымалардың тереңдігі мен торының параметрлерінің рұқсат етілетін ауытқуы $\pm 0,3\text{м}$ құрайды.

Ұңғымалардың сақталу ұзақтығы шектеулі болады. Уақыт өткен сайын олардың іс жүзіндегі тереңдігі ұңғыма қабырғаларының құлауына, қардың басуына, автомашиналар мен бульдозерлердің басуына, тербелістерге байланысты азаяды. Ұңғымаларды қайталап бұрғылау бұрғылау станоктары жұмысының күнтізбелік уақытының 5–6%-ын құрайды. Әсіресе көлбеу ұңғымалардың қабырғаларының жиі құлауы байқалады. Орташа жарықшақты жыныстарда ол алғашқы 5–10 күн ішінде болады, ал жеңіл мүжілетін қаттыжарықшақты жыныстарда уақыт өткен сайын көбейеді. Әсіресе мұздақ жыныстардың жазғы маусымда құлауы өте қауіпті. Сондықтан аттырылмаған ұңғымалардың ауыспалы қалдығын қысқарту қажет.

Қысқы маусымда ұңғымалардың беттерінде тереңдігі 2–3 м дейін мұзды және қарлы тығындар туындауы мүмкін; қар бораған кезде, әсіресе бұрғылау торы бұзылған кезде ұңғымаларды іздеу қиындайды. Осыған байланысты ұңғымалардың беттерін тығыздап жабу қажет.

6.4. Бұрғылауды автоматтандырудың технологиялық негіздері

Бұрғылау процесін автоматты басқару процесінің мақсаты – бұрғышылар бригадасының еңбегін жеңілдету, станоктың жоғары өнімділігін қамтамасыз ету, шығындарды төмендету және бұрғылаудың жоспарланған көлемін белгіленген мерзімде орындау. Карьердегі өндірістік процестерді оңтайландыру

негізінде автоматты басқарудың әдістері мен техникалық құралдарын жасау арқылы бұл мақсатты іске асыруға болады.

Қазіргі уақытта басқа процестерге қатыссыз бұрғылау станогын автоматты басқарудың әдістері мен техникалық құралдары жасалуда. Оңтайландыру критерийлері бұрғылаудың нақты түрлері мен жынысты бұзатын құрал үшін анықталады. Мұндай критерийлер ретінде ұңғымаларды бұрғылауға жұмсалатын уақыт минимумын немесе бұрғылау жұмыстарының ең жақсы техника-экономикалық көрсеткіштерін, мысалы 1 м ұңғыманы бұрғылауға жұмсалатын шығындардың минимумын қабылдайды. Автоматты реттеу жүйесінде техника-экономикалық критерийлер жанама пайдаланылады, себебі оларды басқаруға қажетті электрлік сигналдар ретінде тікелей жуықтау мүмкін емес [15–18].

Қолмен басқару кезінде машинист ұңғыманың белгілі тереңдігі кезінде беру күшінің немесе айналу жиілігінің тұрақтылығын сақтап, әрқашан реттеп отыруы қажет. Шарқашаулы бұрғылау процесін автоматтандыру бұрғылау процесінде станоктың механикалық және электрлік сипаттамаларын талдау негізінде айналу жиілігі мен беру күшін реттеуге негізделген. Бұрғылау құралының айналу жиілігін оны кенжарға беру күшіне, ал беру күшін станок қозғалтқышының жүктемесінің (Айналдыру моменті) шамасына байланысты реттеуге болады. Беру жайлы және үзіліссіз болады, бұл кезде қашауды кенжарға беру таужыныстарының бұзуға (бұрғыланғыштығы) кедергісінен аспауы және бұзудың ең тиімді жылдамдығын қамтамасыз етуі қажет.

Бұрғылау қиындығы әртүрлі жыныстарда автоматтандырудың жасалатын жүйелерінде бұрғылау құралының айналу жиілігі (бұрғылау жылдамдығын тіркеу негізінде) және беру күші (жыныстардың бұрғыланғыштығына пропорционал қабылданады) автоматты түрде реттеледі. Жүйелердің бірі бұрғылаудың оңтайлы режимін автоматты ұстап тұруға арналған; нақты кенорнының таужыныстарын бұрғылаудың оңтайлы режимі бұрғылау процесін қолмен басқару кезінде анықталды. Келесі жүйе жыныстардың бұрғыланғыштығы кең диапозонда өзгеретін бұрғылаудың

оңтайл режимдерінің статикалық моделіне негізделген.

Сонымен қатар бұрғылау сабының тұрақты айналу жиілігі кезінде бұрғылаудың алдын-ала берілген техникалық жылдамдығы бойынша беру күшін автоматты реттеу (оның оңтайлы шамасын ұстап тұру) жүйелері белгілі.

Станоктың дірілінің рұқсатты деңгейі бойынша бұрғылау режимін реттеу прогрессивтік әдіс болып табылады. Қашауға беру күші максималды болады, ал айналу жиілігі діріл деңгейі бойынша реттеледі, бекітілген шектен асқан кезде діріл бергіші бұрғы сабының айналу жиілігін төмендету жөнінде бұйрық береді. Автоматты реттеудің мұндай әдісі кезінде бұрғылау станоктарының техникалық мүмкіндіктері максималды пайдаланылады.

Бұрғылау процесін автоматтандырудың келесі сатысы станоктың орындау механизмдерінің бұрғылау процесіндегі және көмекші операциялар кезіндегі жұмыстарының жоспарланған кезектілігіне сәйкес бұрғылау станогының бағдарламалық басқаруға ауысуына байланысты.

Бұрғылау процесін диспетчерлік қашықтықтан бақылау мен басқару диспетчерлік пунктте тәулік бойы ұңғымаларды бұрғылау жөніндегі ақпаратты (әдетте бір параметр – кенжарға бұрғылау құралын беру күші) автоматты беру мен тіркеуге негізделген. Бұл ақпарат желілік байланыс немесе радио арналары бойынша берілуі мүмкін. Бұрғылау құралын беру күшін жазу диаграммасы бойынша диспетчер немесе басшы бұрғылау жұмыстарының күйі жөнінде толық мәлімет алады: ұңғымалардың саны мен тереңдігі, кез-келген тереңдіктегі бұрғылау жылдамдығы, түсіру-көтеру операциялары, бұрғылау сабын өсіру, тоқтаулары, жыныстардың бұрғыланғыштығы және т.б. Бұл жұмыстарды білікті басқаруға және бұрғылаудың тиімді режимдерін таңдауға мүмкіндік береді. Бұрғыланған таужыныстарының құрылымын зерттеу үшін ұңғымаларда тікелей бақылаулар жүргізуге мүмкіндік беретін телевизия құрылғылары жасалған.

6.5. Бұрғылау жұмыстарын ұйымдастыру

Бұрғылау жұмыстарын ұйымдастырудың мақсаты – есептік кезең ішінде минималды шығындар жұмсап бұрғылау жұмыстарының сапалы орындалуын қамтамасыз ету.

Бұрғылау станоктарының жұмысын ұйымдастыру олардың максималды тиімділігін және бұрғылаудың карьердегі басқа процестермен өзара байланысын қамтамасыз етуі керек.

Бұрғылау станоктарының жұмыс орындарын дайындау тау жыныстарын блоктық аттыруға сәйкес бұрғылау блоктары бойынша іске асырылады. Станоктар бір блокты бұрғылағаннан кейін кен жұмыстарының жоспарына сәйкес жаңа блокқа жылжытылады. Дайындау жұмыстарын жол салу бригадасы, бульдозершілер, жоғарывольттік желілер қызметі, бұрғылау цехының және басқа бөлімшелердің қызметкерлері орындайды. Жұмыстарды уақыты бойынша максималды сәйкестендіру үшін оларды жүргізу графигі (6.1-сурет) жасалады, ол сәйкес қызметтердің жұмыс жоспарына байланысты болады. Графикті құраудың мақсаты – барлық жұмыстардың құрамы мен ұзақтығын, сонымен қатар оларды аяқтау мерзімін біле отырып олардың орындалу кезегін және әр жұмыстың басталу сәтін анықтау.

№	Жұмыс уақыты, сағат																															
	I ауысым								II ауысым								III ауысым								IV ауысым							
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32																
1																																
2																																
3																																
4																																
5																																
6																																
7																																

6.1-сурет. Жұмыс блогын бұрғылауға дайындау графигі

1 – қардан тазалау; 2 – алаңды жоспарлау; 3 – блокты маркшейдерлік түсіру; 4 – бұрғылау жобасын жасау; 5 – ұңғымаларды белгілеу; 6 – ЭБЖ орнату және станоктарды қосу; 7 – станоктарды жұмысқа дайындау

Әр жұмыстың басталу сәті келесі формуламен анықталады:

$$T_i = T_K - \sum_{j=i+1}^m (t_j - \Delta t_j) - t_i, \quad (6.18)$$

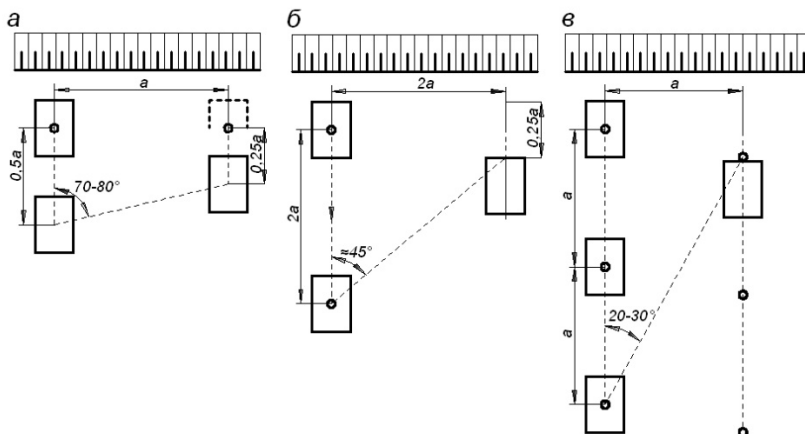
мұндағы T_K – блоктағы бұрғылаудың басталуының (дайындау жұмыстарының аяқталуы) берілген сәті; t_i және t_j – сәйкесінше i және j жұмыстарының ұзақтығы; $j = i + 1, i + 2, \dots, m - i$ жұмысынан кеш басталатын жұмыстардың нөмірлері; $\Delta t_j - j - 1$ жұмысымен параллель орындалатын жұмыс бөлігінің ұзақтығы.

Барлық дайындау жұмыстарының басталу сәттерін анықтағаннан кейін дайындаудың жалпы уақытын қысқарту үшін ресурстарды қайта бөлу мүмкіндігі анықталады. Жұмыстарды орындаудың түпкілікті анықталған мерзімдері сәйкес қызметтерге беріледі. Графиктерді орындауды бақылауды бұрғылау бөлімшесінің бастығы мен карьердің өндірістік бөлімі іске асырады. Шектелген жұмыс шебі кезінде блокты толық дайындамай бұрғылауды басқаруға рұқсат беріледі.

Блокты бұрғылау тәртібі жекелеген ұңғымаларды бұрғылау кезегімен, яғни станоктарды жылжыту сұлбасымен сипатталады. Бірінші қатардың ұңғымаларын бұрғылау кезінде станок кемердің жиегіне перпендикуляр, яғни оның домкраттары мен шынжыртабандары кемердің қиябетінің құлауы мүмкін призмасынан тыс орналасуы қажет.

Станоктардың орын ауыстыруының қатарлық сұлбасы (6.2, а-сурет) көбіне бұрғылау жұмыстары артта қалған кезде және бір қатардағы ұңғымаларды аттырған кезде қолданылады. Бір қатардағы ұңғымалардың a арақашықтығы кезінде ұңғылардың арасында станоктың орын ауыстыру қашықтығы $l' \approx 1,85a$, ал $a = 7 \div 10$ м болғанда бір ұңғымаға келетін орын ауыстырудың меншікті уақыты ал $t_{\Pi}' = 10 \div 12$ мин.

Станоктардың орын ауыстыруының көлденең-диагональ сұлбасы (6.2, б-сурет) ұңғымалар қатарларының саны үштен аспағанда және олар шахматты орналасқан кезде тиімді болады. Әр үш ұңғыманы бұрғылаған кезде станок $l'' \approx 5a$ арақашықтықты өтеді және шамамен 45° бұрышқа екі бұрылыс жасайды. Станоктың орын ауыстыруының меншікті уақыты $t_{\Pi}'' = 5$ мин.



6.2-сурет. Жұмыс блогын бұрғылау кезіндегі станоктардың орын ауыстыру сұлбалары

Станоктардың орын ауыстыруының көлденең-қайтымды сұлбасы (6.2, в-сурет) ұңғымалар квадратты торы кезінде қолданылады. Мұнда әр ұңғымаға ауысы арақашықтығы 1,5 а құрайды және шамамен $25-30^\circ$ бұрышқа $0,7$ бұрылыс келеді.

Орын ауыстырудың көлденең сұлбалары бұрғылау станоктарының машиналық уақытын елеулі үнемдеуді, сонымен қатар олардың пайдаланымының ең жақсы шарттарын мен блоктың жарылысқа жақсы жоспарлы дайындығын қамтамасыз етеді. Бұрғыланатын бір блокта екі-үштен артық станоктарды пайдалану кезінде олардың әрқайсына жеке жұмыс шебін бөліп шоғырландырған тиімді. Станоктар әдетте жалпы трансформаторлық киосқа қосылады және оларға жалпы көмекші жабдық қызмет көрсетеді. Бұл кезде олардың арақашықтығы $20-30$ м аспайды, бұл әр бұрғылау станогының $2-3$ ауысымдық жұмыс шебін қамтамасыз етеді. Ұңғымалардың номері мен тереңдігі, сонымен қатар жұмыстардың жалпы көлемі бұрғылау бригадаларына берілетін ауысымдық тапсырмада көрсетіледі. Ауысым соңында кен шебері бұрғылаудың орындалған көлемінің көрсеткіштерін арнайы журналға жазып алады, сонымен қатар бұл көрсеткіштер диспетчерлік ауысымдық рапорттарға тіркеледі және маркшейдерлік өлшеулерді есепке ала отырып

бұрғылау бригадасының мүшелерінің еңбек ақысын төлеу үшін негіз болып табылады.

Карьердегі бұрғылау станоктарына техникалық қызмет көрсетуді станоктардың жағдайына жүйелі бақылау жасау мен апаттық және ағымдық жөндеулеріне арналған жылжымалы шеберханалармен жабдықталған жөндеу қызметі іске асырады. Бұрғылау станоктарының алдын-ала және күрделі жөндеулерін, сонымен қатар бұрғы қашауларын қайрауды жөндеу-механикалық шеберханаларында карьердің бас механигі қызметінің жоспарлы-алдын алу жөндеулер графигі бойынша орындайды [1, 15–19].

6.6. Ұңғылық зарядтар конструкциясы, параметрлері және оларды есептеу принциптері

Жарылыс ұңғылары жарылғыш заттар зарядтарын орналастыруға арналған. Олар диаметрі 75 мм-ден және ұзындығы 5 м-ден артық тау-кен қазбалары болып есептелінеді. Ұңғылардың параметрлеріне диаметрі d_y , тереңдігі L_y , асыра бұрғылау $L_{a.б}$ және көлбеулік бұрышы b_y жатады [20].

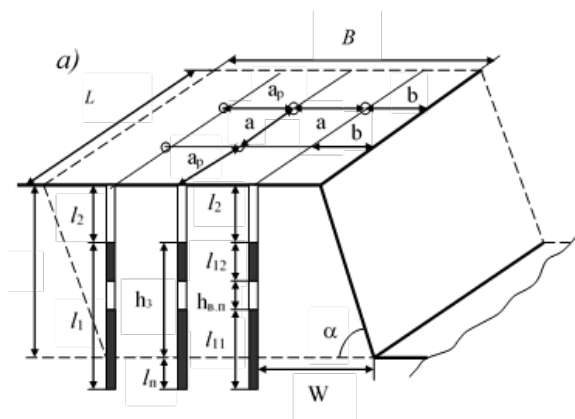
Ұңғылардың диаметрі таужыныстарының физика-механикалық қасиеттерін, олардың ұсақталуының қажетті дәрежесін және тау-кен жұмыстарының көлемін есепке ала отырып таңдалуы тиісті. Карьерлерде диаметрі 100–320 мм ұңғылар бұрғыланады. Диаметрі шамалы ұңғылар берік, қиын қопарылатын таужыныстарында, ал диаметрі үлкен ұңғылар жеңіл және орташа қопарылатын таужыныстарында қуатты тиеу құрал-жабдықтарын пайдаланғанда қолданылады.

Ұңғының тереңдігі кемердің биіктігіне байланысты болады да (6.3-сурет), мына формуладан анықталады.

$$L_y = \frac{h_k}{\sin \beta_y} + L_{a.б}, \text{ м} \quad (6.19)$$

Ұңғыны асыра бұрғылау жарылғыш заттар зарядтарын

аттырған кезде кемердің табаны жақсы өңделуі үшін және кемердегі тиеу құралдары мен көлік коммуникацияларының жүруіне қолайлы жағдай жасау мақсатына қажет болып табылады. Асыра бұрғылау тереңдігі кемер биіктігіне, табан бойындағы кедергі сызығына, ұңғының диаметріне, қолданылатын ЖЗ мен таужыныстарының физика-механикалық қасиеттеріне және олардың жату жағдайына байланысты анықталады. Әдетте, асыра бұрғылау 0,5–3 м шамасында өзгереді. Жеңіл қопарылатын таужыныстарында асыра бұрғылаудың қажеті жоқ.



6.3-сурет. Ұңғылардың кемерде орналасу сұлбасы

Карьерлерде вертикаль ұңғылар кеңінен қолдану тауып отыр, өйткені оларды бұрғылағанда бұрғылау станоктарының өнімділігінің жоғарылығы және ұңғыларды механикалық түрде зарядтаудың ыңғайлы жағдайы қамтамасыз етіледі. Көлбеу ұңғыларды $\beta_{\gamma} = 60,85^{\circ}$ -пен бұрғылайды. $\beta_{\gamma} = \alpha$ тең болғанда (мұндағы α – кемердің беткей бұрышы), таужыныстарының қопарылуға кедергісі кемер биіктігі бойынша бірдей болады, сондықтан ұсақтану дәрежесі жоғары болып, кемердің табаны жақсы өңделеді. Горизонталь ұңғылар ($b_{\gamma} = 0$) биік кемерлерді қопарғанда, кемер табанында беріктілігі шамалы таужыныстары жатқанда

басқаша ұңғылармен қатар қолданылады.

Тау-кен жұмыстарын жүргізудің әртүрлі жағдайда болуына байланысты карьерлерде сақтандырылмайтын сусымалы түйіршіктелген, суға қаныққан және ұнтақ тәрізді аммиакселитралық жарылғыш заттардың көптеген түрлері қолданылады. Суланбаған ұңғылар үшін көбінесе сусымалы гранулаланған жарылғыш заттар (түйіршік гранулит, гранулит, игданит) қолданылады.

Жарылғыш заттардың ұңғылық зарядтары өзінің құрылымына байланысты тұтас және бөлшектенген болады (6.4-сурет). Тұтас заряд ұңғының төменгі жағында орналасқан болса, онда ол негізінен кемердің төменгі жағына әсерін тигізеді. Осыған байланысты тұтас зарядтарды аттырғанда ірі кесекті таужыныстары көп болады. Аралығы ауамен бөліп орналастырылған зарядтар өзінің энергиясын жақын жатқан тау жыныстарының қопарылуына жұмсаудың арқасында олардың ұсақталуы жақсарады.

Жарылғыш заттардың ұңғылық зарядтар массасы мына формуладан анықталады:

$$Q_3 = q * V_{ж}, \text{ кг}, \quad (6.20)$$

мұндағы q – жарылғыш заттардың меншікті шығыны, кг/м^3 ; $V_{ж}$ – зарядпен қопарылатын тау жыныстар көлемі, м^3 .

Жарылғыш заттардың меншікті шығыны тау жыныстарының қопарылғыштығына және оларды ұсақтаудың қажетті дәрежесіне байланысты болады. Карьерлерде ол едәуір аралықта өзгереді ($0,15-0,90 \text{ кг/м}^3$ және одан да жоғары).

Іс жүзінде заряд массасы мына формулалармен анықталады:

бірінші қатардағы ұңғылар үшін

$$Q_3 = q * W * h_k * a, \text{ кг}, \quad (6.21)$$

келесі қатардағы ұңғылар үшін

$$Q_3 = q * v * h_k * a, \text{ кг}, \quad (6.22)$$

мұндағы W – кемер табаны бойындағы кедергі сызығы; a – қатардағы ұңғылардың арақашықтығы; b – ұңғылар қатарының арақашықтығы.

Бөліп орналастырылған зарядтардың төменгі бөлігінің массасы

$$Q_{3.T} = (0,65 - 0,75)Q_3, \text{ кг.} \quad (6.23)$$

Тұтас зарядтың тығындық ұзындығын жобамен мына эмпириялық формуламен анықтауға болады:

$$L_T = m * W, \text{ м,} \quad (6.24)$$

мұндағы $m = 0,4 - 0,7$, – тығындық коэффициенті.

Ауа аралық ұзындығы:

$$L_{a.a} = (0.17 - 0.35)L_{ж.з}, \quad (6.25)$$

мұндағы $L_{ж.з}$ – заряд ұзындығы, м.

$$L_{ж.з} = \frac{Q_3}{P_{жз}}. \quad (6.26)$$

мұндағы $P_{жз}$ – ұңғының 1 м-іне сыйған жарылғыш заттар, кг;
 $P_{жз} = 7.85 * d_y^2, \Delta$, кг;

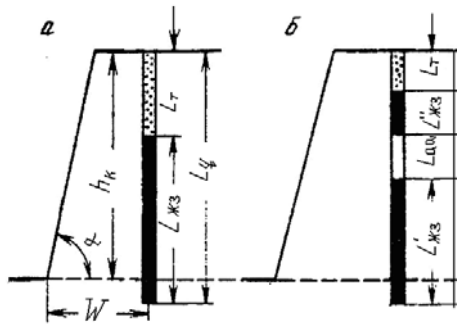
Δ – ұңғыны жарылғыш заттармен зарядтаудың тығыздығы, кг/дм³.

Формула бойынша анықталған зарядтың ұзындығы $L_{ж.з}$ мына шартқа сәйкес болуы керек:

$$L_{ж.з} \leq L_y - (L_T + L_{a.a}). \quad (6.27)$$

6.7. Ұңғыларды орналастыру және қопару реттері

Ұңғылар кемерде бір қатарлы және көп қатарлы болып орналастырылуы мүмкін. Кемерде ұңғыларды орналастырудың негізгі параметрлеріне қатардағы ұңғылар арасындағы қашықтық – a , ұңғылар қатарлары арасындағы қашықтық – b және кемер табаны бойындағы кедергі – W сызығы жатады (6.4-сурет) [20].



6.4-сурет. Ұңғылық зарядтар

а) тұтас; б) аралығы ауамен бөлінген

Жарылыс нәтижесіне көп әсерін тигізетін кемер табаны бойындағы кедергі сызығының W мөлшері болып табылады, ол ұңғының диаметріне d_{ψ} , кемердің биіктігіне γ_k , оның беткей бұрышына α , жарылғыш заттардың қуатына және зарядтау тығыздығына байланысты анықталады. W мөлшерін асырып жіберсе кемер табаны нашар өңделеді, ал кемітіп жіберсе жарылыс энергиясы таужыныстарын ұсақтауға жұмсалмай сілкіндіріп тастауға кетеді. Тәжірибеге жүгінсек $W = (0.6 - 1.0)\gamma_k$ тең. W -нің ең аз мөлшері кемерді қауіпсіз бұрғылауды қанағаттандыру шарты бойынша анықталады:

$$W_{\min} \geq ah_k ctg\alpha + c, \text{ м}, \quad (6.28)$$

мұндағы $c = 3$ – кемердің жоғары жиегінен ұңғы осіне дейінгі ең аз шектік қашықтық, м.

Карьер жұмыстарының тәжірибесіне жүгінсек жеңіл

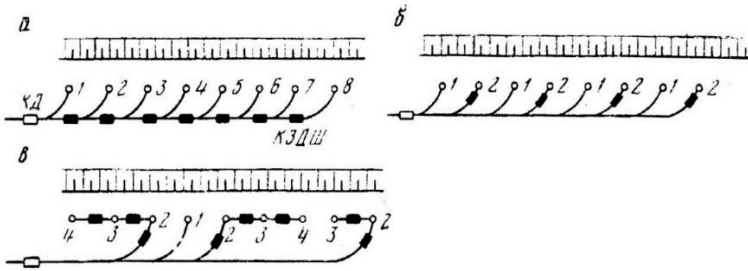
қопарылатын тау жыныстары үшін $W = (40 - 45)d_y$, орташа қопарылатын тау жыныстары үшін $W = (35 - 40)d_y$, қиын қопарылатын тау жыныстары үшін $W = (25 - 35)d_y$ -ға тең.

Бұрғылау-жарылыс жұмыстары кезінде а және в мөлшерінен сілемде жарылғыш заттарды біркелкі орналастыратындай етіп таңдайды. Оларды таңдау ұңғылардың өзара жақындау коэффициенті деп аталатын $m = a * W$ шамасын еске ала отырып жүргізіледі, оның шамасы карьерлерде 0.75 – 1.4 ішінде өзгереді. Ұсақталу шарты бойынша жеңіл қопарылатын тау жыныстары үшін $m = 1.1 - 1.4$, орташа қопарылатын таужыныстары үшін $m = 1.0 - 1.1$, қиын қопарылатын тау жыныстары үшін $m = 0.75 - 1.0$ тең. Ұңғыларды шахматша орналастырғанда $v = 0,875$ -а-ға тең (квадрат тәріздес орналастырғанда $v = a$).

Ұңғылық зарядтарды аттыру лезде және қысқа кідірте аттыру түрінде болуы мүмкін. Қысқа кідірте аттыру кезінде тау жыныстарын сілемнен ажырату бағытын өзгертуге және жарылыс энергиясын толық пайдалануға байланысты ұңғылар арасындағы қашықтықты ұлғайтуға мүмкіндік туады, сондай-ақ жарылыстың сейсмикалық әсерін азайтуға болады.

Бір қатарда орналасқан ұңғыларды қысқа кідірте аттырғанда зарядтарды қоздырудың үш сұлбасы қолданылады: кезекпен, ұңғы арқылы аттыру сұлбасы және толқынды (6.5-сурет). Лезде аттырумен салыстырғанда қысқа бәсеңдеіп аттыру таужыныстарының біркелкі ұсақталуын жоғарылатады, ірі кесекті болуын төмендетеді, жарылғыш заттар шығынын 10 – 15%1-ға азайтады және қопсыма енін 1,2 – 1,3 есе қысқартады.

Көп қатарда орналасқан ұңғыларды қысқа кідірте аттыру кезінде ең көп тиімділік болады (6.6-сурет). Лезде аттыру кезінде бірінші қатардағы зарядтардың негізгі әсері жоғары бағытталады, соның салдарынан кемер табаны нашар өңделеді. Қысқа кідірте аттырғанда жарылыс сапасы жақсарады және ұңғылар қатарын біртіндеп аттыруға байланысты кемер табаны дұрыс өңделеді, сонан соң келесі қатардағы зарядтардың жұмыс жасау жағдайын жақсартады және жарылыс энергиясын қолайлы пайдалануды қамтамасыз етеді.



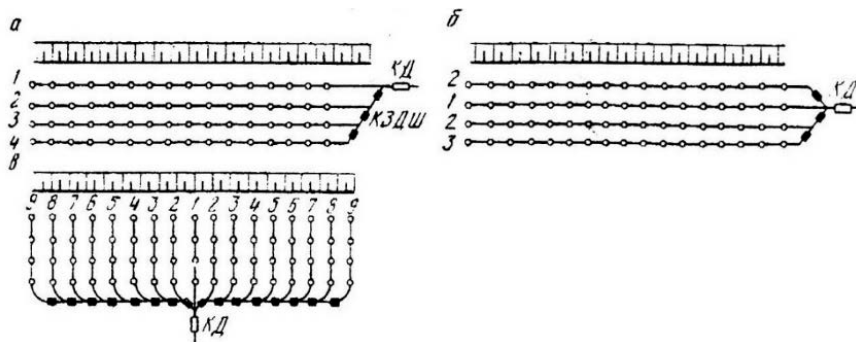
6.5-сурет. Бір қатарда орналасқан ұңғыларды қысқа бәсеңдетіп аттыру сұлбалары
а, б, в, – кезекпен, ұңғы арқылы және толқынды аттыру сұлбалары

Осы жағдайда зарядтарды қоздыру мына сұлбалар арқылы жасалынады: қатарлап, қуыстау, сыналы қуыстау және диагональ. Қатарлап аттыру сұлбасы өте қарапайым (6.6-сурет). Қуыстау сұлбасы едәуір жетілдірілген. Ол қосымша ашылған беттердің болуына мүмкіндік туғызады және таужыныстары бірімен-бірі соқтығысуға ұшырайды, осылардың арқасында таужыныстарының жақсы ұсақталуы қамтамасыз етіледі.

Қысқа бәсеңдетіп аттыру кезіндегі бәсеңдету мерзімі 5 – 250 мс аралығында өзгереді. Ұңғылар бір қатарда орналасқанда бәсеңдету мерзімін жобамен мына формуламен анықтауға болады

$$t = K_K W, \text{ мс}, \quad (6.29)$$

мұндағы K_K – таужыныстарының қопарылғыштығына байланысты коэффициент (қиын қопарылатын тау жыныстары үшін $K_K = 1,5 \div 2,5$, орташа қопарылатын - $K_K = 3 \div 4$, жеңіл қопарылатын - $K_K = 5 \div 6$ мс).



6.6-сурет. Көп қатарда орналасқан ұңғыларды қысқа кідірте аттырғанда зарядтарды қоздыру сұлбалары
 а – қатарлап; б – бойлық қуыспен қуыстап; в – көлденең қуыспен қуыстап

Көп қатарлап аттыру кезінде t мөлшері 25 %-ға көбейтіледі [20].

7. БҰРҒЫЛАУ ЖҰМЫСТАРЫНДАҒЫ ТЕХНИКА ҚАУІПСІЗДІГІ

7.1. Техника қауіпсіздігінің негізгі ережелері

Бұрғылау станоктарының пайдаланымы кезінде ашық кен жұмыстарында жүргізілетін бұрғылау-аттыру жұмыстарына қатысты қауіпсіздік нормалары мен ережелерін білу және сақтау қажет. Мұнымен қатар, бұрғылау станоктарына қызмет көрсету кезінде техникалық қауіпсіздігінің келесі ережелерін сақтау керек.

Станоктың барлық механизмдері мен тораптарын майлау мен тазалауды машинистің көмекшісі станок машинисінің келісімімен жүргізеді. Станоктағы ашық тісті берілістерді қолмен майлауға тыйым салынады. Майлауды ағаш күрекшемен алып тісті доңғалаққа жағу керек.

Машинист станокты іске қосу алдында айналатын бөліктердің жанында адамдар немесе басқа заттардың болмауын тексеруі қажет.

Істен шыққан станокта жұмыс істеуге тыйым салынады.

Бұрғылау кезінде тыйым салынады: станоктың діңгегіне шығуға, қозғалатын механизмдерді жөндеуді, тазалау мен майлауды жүргізуге, қозғалыстағы бөлікті қолмен ұстауға, қоршалған алаңға кіруге, шаңбасқыш құралдарды қолданбай жұмыс істеуге.

Станок міндетті түрде жазық жерге тегіс орнатылуы тиіс. Бұл кезде кемердің жоғарғы жиегінен домкрат осіне дейінгі арақашықтық 3 м кем болмауы қажет, ал ЛЭП жақын жердегі ЭБЖ сымынан станокты ең жақын бөлігіне дейінгі арақашықтық 6 м кем болмауы керек.

Станоктың машинисі мен оның көмекшісі жұмыс уақытында бұрғылау станогының машинистеріне арналған техника қауіпсіздігі мен техникалық пайдаланымы бойынша нұсқауларды қатаң басшылыққа алуы қажет [7, 22–24].

7.2. Бұрғылаудың шуылға, дірілге және шаңға қатысты қауіпсіздік талаптары

Станоктың шуылдық сипаттамалары – еден немесе жер деңгейінен 1,5 м биіктікте және бұрғылауды басқарудың тұрақты пультінен 0,5 м қашықтықтан өлшенген октавалық жолақтардағы (дБ) дыбыс қысымының деңгейлері және дыбыс деңгейі (дБА). Олар нормативтік мәндерінен аспауы қажет (ГОСТ 12.1.003–85 сәйкес).

Станоктың дірілдік сипаттамасы – бұл машинист орындығының негізінен 0,5 м қашықтықта, кабинасының еденінен өлшенген дірілжылдамдықтың орташа квадраттық мәндері немесе олардың логарифмдік деңгейлері (дБ). Олар нормативтік мәндерінен аспауы қажет.

Шаңдану сипаттамасы – сыртқы контурдан 2 м қашықтықта тұрақты жұмыс орнында және машинаның жанында өлшенген ауаның 1 м^3 көлемінде болатын шаңның концентрациясы (мг) [22, 24].

7.3. Бұрғылап-аттыру кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар

Карьердегі бұрғылап-аттыру және жарылыс жұмыстары алдын ала жасалған жобаға сәйкес жүргізіледі. Аталған жоба карьердің маркшейдерлік қызметінің белсенді түрде қатынасуымен жасалады. Бұрғылап-аттыру жұмыстарының жобасын жасау алдында маркшейдерлік қызмет жарылыс болатын кемерлердің өлшемдері мен кеңістіктегі орынын егжей-тегжейлі түсіреді. Түсіріс нәтижесінде пландар мен қималар толықтырылып олардың көшірмесі дайындалады.

Пландар мен қималардың көшірмесіне бұрғылау жарылыс жұмыстарының есептеліп алынған параметрлері бойынша жобадағы планға және қимаға түсіріледі. Бұрғылау – жарылыс жұмыстарының жобасын бас инженер бекіткеннен соң, маркшейдер жобадағы ұңғымалардың орнын кемер алаңдарында белгілейді. Әрбір ұңғыманың сағасына қазықша қағып, оған нөмерін және тереңдігін жазып қояды.

Ұңғымалар бұрғыланып болған соң, олардың өлшемдерінің жобаға сәйкестікпен тексеріп қабылдайды. Жобадан ауытқып бұрғыланған ұңғылар, яғни олардың орындары өзгерсе және тереңдіктері жобаға сәйкес болмаса, онда оларды жарамсыз деп қабылдап алмауға және жобадан ауытқып бұрғыланған ұңғымалар түзетілуі тиіс.

Жарылыс жұмыстары аяқталғаннан соң маркшейдер оның нәтижесін білу мақсатымен егжей-тегжейлі түсіріп, план мен қималарды толықтырып, жарылыстың толық нәтижесін шығарады [20].

8. БҰРҒЫЛАУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖЕТІЛДІРУ

Карьерлерді жаңа жетілдірілген станоктармен жабдықтау бұрғылаудың өнімділігін 25–40 %-ға өсіруге мүмкіндік береді.

Шарқашаулы бұрғылау келесі бағыттар бойынша жетілдіріледі:

1. Қашаудың тіректерін шламдауды болдырмауға және көмекші операциялардың ұзақтығын 25–40 %-ға қысқартуға мүмкіндік беретін бұрғылау сабын ұзартпай ұңғымаларды бұрғылау идеясы шпиндельдік сұлбаның және құрамды шпиндельді-патронды сұлбаның айналдыру-беру механизмін жасау арқылы іске асырылады.

2. Бұрғылаудың жоғары жылдамдықтарын және 1–5 с⁻¹ диапозонда қашаудың айналу жиілігін өзгерту мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін сыртқы корпусы айналмайтын және тірек торабының дірілін сөндіретін бұрғы сабының құрылмалары жасалады.

3. Бұрғылау режимі үдетілген станоктар ($n_b = 2 \div 5 \text{ с}^{-1}$) барлық тораптарының сенімді жұмысы кезінде максималды өнімділігін қамтамасыз ететін режимді автоматты түрде ұстайтын жүйелермен жабдықталуы қажет. Мұнымен қатар, станоктар ұңғыма кенжарынан 0,5 м қашықтықта құбырсырты кеңістігінде шашыратылған сумен шаң басу және бұрғылау процесінде қашаулардың тіректерін мәжбүрлеп майлау жүйелерімен жабдықталуы қажет.

4. Бұрғылау бригадасының жұмысының қажетті санитарлық-гигиеналық шарттарын қамтамасыз ету үшін жұмыс орнындағы діріл, шуыл, шаңдану мен температура айырмасын елеулі төмендетілуі қажет. Бұл үшін айналдыру-беру механизмінің жаңа сұлбалары, бұрғы сабының айналмайтын корпусы, станоктың кабинасындағы салқындатқыш қондырғыларын көмегімен тазарту қолданылады.

5. Бекемдігі мен абразивтілігі бойынша біртекті және әртүрлі жыныстарды тиімді бұрғылауды қамтамасыз ететін жаңа шарқашаулы және құрамды төзімділігі жоғары жынысбұзушы құралдарды жасау.

Аталған бағыттарды толық іске асыру шақашаулы бұрғылаудың жылдамдығын 1,8–2 есе, станоктардың өнімділігін 1,6–1,8 есе, сериялы шығаратын қадалы шарқашаулардың төзімділігін 2–3 есе көбейтуге мүмкіндік береді.

Шнекті бұрғылау келесі бағыттар бойынша жетілдіріледі:

- бұрғылау сабын ұзарту саны аз, оны жинау мен бөлшектеу процестері толық механикаландырылған, бұрғылауға арналған ұзын шнектер мен биік діңгектерді қолдану;

- бұрғылау құралы ретінде айналатын кескіш элементтерді қолдану, олар беру күші 150-200кН дейін өскен кезде $P_6 \leq 4 \div 5$ жыныстарда бұрғылаудың техникалық жылдамдығын 50-60м/сағ дейін тездетуге мүмкіндік береді;

- ұңғымаларды бұрғылау ұнтағынан шнекті пневматикалық тазарту әдісін кеңінен енгізі арқылы;

- кескіштерді сумен немесе сулы-ауалы қоспамен суыту жүйесін пайдалану, бұл бұрғы сабынының айналу жиілігін 4 с^{-1} дейін және жоғары көбейтуге мүмкіндік береді.

Пневмосоққылағышты бұрғылау келесі бағыттар бойынша жетілдіріледі:

- сығылған ауаның жоғары қысымын (1,5-2 МПа) пайдалану;

- бұрғы сабын ұзартпай жұмыс істейтін станоктарды жасау;

- кіші өлшемді және жоғары өнімділікті компрессорлармен жабдықталған, пневмодоңғалақты жүрісті мобильді көпшпиндельді станоктарды жасау;

- соққы энергиясы жоғары және ауатарату жүйесі тиімді пневмосоққылағыштардың жаңа типтерін жасау;

- тозуға төзімді қашаулардың жаңа түрлерін жасау.

Термиялық бұрғылау келесі бағыттар бойынша жетілдіріледі:

- ұңғымаларды соңынан ауалық-оттық әдіспен кеңейтетін механикалық бұрғылауды қолдану;

- қиын бұрғыланатын таужыныстарын бұзу үшін ауыспалы таңбалы өрістерді қолдану;

- жыныстарды термиялық бұзуды қарқындатудың жаңа әдістерін жасау.

Бұрғылаудың барлық түрлерін жетілдірудің жалпы бағыттарына барлық көмекші операцияларды толық механикаландыру және бұрғылау жұмыстарын ұйымдастыруды жақсарту жатады [7, 22].

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. *Анистратов Ю. И., Анистратов К. Ю., Щадов М. И.* Справочник по открытым горным работам. – М.: НТЦ «Горное дело», 2010. – 700 с.
2. *Анистратов Ю. И., Анистратов К. Ю.* Технологические процессы открытых горных работ. – М.: НТЦ «Горное дело», 2008. – 448 с.
3. *Бритарев В. А., Замышляев В. Ф.* Горные машины и комплексы. – М: Недра, 1984. – 288 с.
4. *Буткин В. Д., Гилев А. В., Доронин С. В. и др.* Проектирование буровых инструментов для открытых горных, земляных и строительных работ: монография: – М.: МАКСПресс, 2003. – 240 с.
5. *Воронов Ю. Е.* Совершенствование бурового оборудования разрезв /КузГТУ, Кемерово, 1998. – 192 с.
6. *Катанов Б. А.* Современное состояние и перспективы развития бурового оборудования карьеров в условиях Кузбасса. Горное оборудование и электромеханика. № 12, 2006. С. 25–27.
7. *Елемесов К. К., Рысбеков К. Б., Саменов Г. К., Куттыбае. А. Е.* Горные и транспортные машины открытых горных работ. – Алматы: КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, 2018. – 220 с.
8. *Катанов Б. А., Воронов Ю. Е.* О новом типаже буровых станков для открытых горных работ//Уголь, № 7, 1998. С. 24–26.
9. *Катанов Б. А.* Основные причины износа шарошечных долот и пути его снижения. Горные машины и автоматика, № 2, 2003. С. 13–14.
10. *Подэрни Р. Ю.* Горные машины и комплексы для открытых работ. Т.1. – М: МГГУ, 2001. – 422 с.
11. *Подэрни Р. Ю.* Механическое оборудование карьеров. – М: МГГУ, 2007. – 680 с.
12. *Подэрни Р. Ю.* Станки вращательного бурения взрывных скважин на открытых работах за рубежом. Горное оборудование и электромеханика № 12, 2006. С. 20–24.
13. *Симкин Б. А., Кутузов Б. Н., Буткин В. А.* Справочник

по бурению на карьерах. – М.: Недра, 1990.

14. Страбыкин Н. Н. Техника бурения взрывных скважин в мерзлых породах. – М.: Недра, 1989. – 172 с.

15. Танайно А. С., Липин А. А. Состояние и перспективы ударно-вращательного бурения взрывных скважин на карьерах. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. № 2, 2004. С. 82–86

16. Трубецкой К. Н., Потапов М. Г., Веницкий К. В., Мельников Н. Н. Открытые горные работы: Справочник. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.

17. Зварыгин В.И. Буровые станки и бурение скважин. Учеб. пособие. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 256 с.

18. Гречин Е. Г., Двойников М. В., Закиров Н. Н., Клеценко И. И., Кузнецов В. Г., Кулябин Г. А., Овчинников В. П., Ягафаров А. К., Аксенова Н. А., Рожкова О. В., Щербич Н. Е., Герасимов Д. С., Леонтьев Д. С., Яковлев И. Г., Агзамов Ф. А., Исмаков Р. А., Попов А. Н., Трушкин Б. Н., Конесев Г. В., Левинсон Л. М. и др. Буровые станки и бурение скважин; Учебник / Тюмень, 2019. – 425 с.

19. Квагинидзе В.С., Козовой Г. И., Чакветадзе Ф. А., Антонов Ю. А., Корецкий В. Б. Буровые станки на карьерах. конструкции, эксплуатация, расчет. Учебное пособие / Москва, Горная книга. 2011. – 292 с.

20. Бегалинов Ә., Жайсаңбаев Н. А., Зұлқарнаев Е. С., Қалыбеков Т., Сәндібеков М.Н. Ашық тау-кен жұмыстарының технологиясы. – Алматы, 2012. – 296 б.

21. Курузов Б. Н. Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности. Горная книга. – М., 2009. – 670 с.

22. Дүйсенов М. М., Саменов Г. К., Құттыбаев А. Е., Қожахметова Н. М. Кен машиналары мен кешендері: Оқу құралы. – Қызылорда: Шиелі индустралды-аграрлық колледжі, 2018. – 143 б.

23. Субботин А. И., Гаврилов Н. И., Колесникова С. В. Безопасность при взрывных работах. Документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в области взрывных работ и изготовления взрывчатых материалов. Серия 13. Выпуск 1. Сборник документов. 2-е издание,

исправленное и дополненное. Москва. ЗАО НТЦ ПБ. 2009.

24. Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 343. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 12 февраля 2015 года № 10244.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе.....	3
1.	Таужыныстарының физика-механикалық қасиеттері және бұзылу әдістері.....	5
1.1.	Бұрғылау және қопару тиімділігіне әсер ететін таужыныстарының қасиеттері.....	5
1.2.	Таужыныстарының негізгі физика-механикалық қасиеттері.....	9
1.3.	Таужыныстарының жалпылама физика-технологиялық сипаттамалары.....	13
1.4.	Тау жыныстарын бұзу әдістері.....	16
1.5.	Бұрғылау әдістерінің жалпы сипаттамасы.....	18
1.6.	Таужыныстарын бұзудың жаңа әдістері.....	20
2.	Бұрғылау жұмыстарының технологиялық негіздері.	22
3.	Бұрғылау станоктарының жіктелімі және жұмыс жасау принципі.....	27
3.1.	Жалпы мәліметтер.....	27
3.2.	Бұрғылау станоктарының жіктелімі.....	28
3.3.	Соққылы бұрғылау станоктары.....	33
3.4.	Шарқашаулы айналмалы бұрғылау станоктары.....	35
3.5.	Кескіш коронкалы айналмалы бұрғылау станоктары.....	42
3.6.	Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары.....	46
3.7.	Отты бұрғылау станоктары.....	51
3.8.	Шнекті бұрғылау машиналары.....	55
3.9.	Құрамды бұрғылау қондырғылары.....	56
3.10.	Шетел өндірісінің бұрғылау станоктары.....	57
4.	Бұрғылау станоктарының құрылмалары және жұмыс процесі теориясының элементтері.....	65
4.1.	Жұмыс жабдығы.....	65
4.2.	Орындаушы механизмдер.....	84
4.3.	Жүріс жабдықтары.....	87
4.4.	Күштік жабдықтар.....	88
4.5.	Гидро- және пневможүйелер.....	89
4.6.	Бұзылу ұнтақтарын шығару және жинауға арналған жабдықтар.....	90

4.7.	Жұмыс процесі теориясының элементтері.....	92
5.	Бұрғылаудың техникалық және энергетикалық параметрлерін есептеу.....	93
5.1.	Шарқашаулы бұрғылау станоктары.....	93
5.2.	Кескіш қашаулы айналмалы бұрғылау станоктары..	96
5.3.	Соққылы-айналмалы бұрғылау станоктары.....	98
6.	Бұрғылау станоктарының өнімділігі және пайдаланымы.....	100
6.1.	Бұрғылау станоктарының өнімділігі.....	100
6.2.	Бұрғылау станоктарының пайдаланымы және есептеулері.....	103
6.3.	Бұрғылау кезіндегі көмекші жұмыстар.....	106
6.4.	Бұрғылауды автоматтандырудың технологиялық негіздері.....	107
6.5.	Бұрғылау жұмыстарын ұйымдастыру.....	110
6.6.	Ұңғылық зарядтар конструкциясы, параметрлері және оларды есептеу принциптері.....	113
6.7.	Ұңғыларды орналастыру және қопару реттері.....	117
7.	Бұрғылау жұмыстарындағы техника қауіпсіздігі.....	121
7.1.	Техника қауіпсіздігінің негізгі ережелері.....	121
7.2.	Бұрғылаудың шуылға, дірілге және шаңға қатысты қауіпсіздік талаптары.....	122
7.3.	Бұрғылап-аттыру кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар.....	122
8.	Бұрғылау жұмыстарын жетілдіру.....	124
	Библиографиялық тізім.....	127

Оқулық басылым

Айдар Ермеккалиұлы Қуттыбаев

БҰРҒЫЛАУ СТАНОКТАРЫ

Оқу құралы

БДБ бастығы

Л. Т. Қасжанова

Редакторы

Т. С. Жақсыбаева

Компьютерлік беттеу

Л.П. Өмірбекова

Басуға қол қойылды 25.12. 2020 ж.

Таралымы 500 дана. Пішімі 60x84x 1/16.

№ 1 баспаханалық қағаз.

Е.-б.т. 8,25. Ш.б.т. 7,7. Тапсырыс № 268.

Бағасы келісімді.

Қ. И. Сәтбаев атындағы

Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті басылымы

Маркетинг және коммуникациялар департаменті,

Баспа басқармасы

Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22